

Bearbeitet von/ Compiled by:

Bernd Freier¹, Jörg Sellmann², Jörn Strassemer¹,
Jürgen Schwarz¹, Bettina Klocke¹,
Hella Kehlenbeck¹, Wolfgang Zornbach³

Unter Mitwirkung von/ in collaboration with:

Ingo Schnabel¹, Andreas Schober¹, Christina Wagner¹,
Bastian Stößel⁴
und der
Pflanzenschutzdienste der Länder

**Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz
Jahresbericht 2012
Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2012**

Network of reference farms for plant protection
Annual Report 2012
Analysis of Results of 2007 to 2012

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

¹Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

²Zentrale DV-Gruppe, Kleinmachnow

³Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn

⁴Botanischer Garten/Botanisches Museum (BGBM) - FU Berlin

Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

172



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.2013.172.000

© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2013
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.

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

F. Ammer,
K. Bachmann, E. Bärmann, H. Becker, 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. Dissemmond, K. Dömpke, M. Droste,
H. Ehlers, J. Eichhorn, S. Eickelberg, Dr. A. Engel, F. Ernst,
F. Falke, Dr. M. Feil,
P. Galli, Dr. R. Gebhardt, H. Gernoth, Dr. M. Glas, Dr. H.-J. Gleser, Dr. S. Goltermann, K.
Gößner, R. Götz, J. Gross, C. Groß, M. Grünwald, H.-J. Güthle,
Dr. K.-A. Hahn, U. Hahn, J. Hamm, Dr. P. Harmuth, U. Harzer, G. Hebbe, G. Hilfert, W.
Höpfl, L. Holling, U. Holz, 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, H. Klockenbusch, Dr. J.
Köhler, H. Koop, Dr. H.-J. Krauthausen, Dr. C von Kröcher, B. Krueger, Dr. J. Kuhlmann
D. Lappas, M. Lenz, H. Lindner, B. Linneweber, N. López, Dr. F. Louis,
Dr. A. Maier, J. Maier, E. Maring, C. März, H. Meißner, Dr. F. Merz, Dr. M. Michel, Dr. A.
Mitnacht, Dr. K. Möller, Dr. W. Moosherr, Dr. E. Müller, F. Müller, J. Müller, Dr. S. Müller, G.
Münkel,
S. Nauheimer, R. Nörthemann, U. Nöth,
H. Obermove, A. Oldenburg, Dr. K. Osmers, R. Ostermeier,
Dr. G. Palm, L. Pernpeintner, Dr. G. Petersen, G. Piening, F. Pollert, J. Portner, D. Proff,
C. Rausch, Dr. A. Reichel, H. Reiner, M. Ries, B. Rüter,
H. Sadedine, 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, M. Spieles, D. Sprute, F. Stamm, M. Steuerer,
J. Thalhammer, A. Thate, K. Theobald, Dr. H. Tischner, H. Tiedtke, Dr. A. Trapp, M. Trapp,
C. Tümmeler, G. Viehweger
B. Weger, Dr. J. Wendt, A. Werner, K.-M. Weßler, 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

Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten

N. Beyer, M. Bölling, R. Brand, B. Burghardt, S. Hinz, K. Kamrath, F. Kluge, R. Komm, K.
Pelzer, L. Schilling, R. Schulz, C. Seidel, C. Ullrich, T. Wenzel

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.....	13
6. Ergebnisse	15
6.1 Ackerbau.....	15
6.1.1 Datengrundlage	15
6.1.2 Behandlungsindices	17
6.1.2.1 Winterweizen	17
6.1.2.2 Wintergerste	22
6.1.2.3 Winterraps	27
6.1.2.4 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps.....	32
6.1.2.5 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	34
6.1.2.6 Die Anwendung von Beizmitteln in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	37
6.1.2.7 Weitere Kulturen.....	39
6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	41
6.1.3.1 Übersicht	41
6.1.3.2 Vergleich der Intensität von Tankmischungen und Einzelmaßnahmen bei Herbiziden	42
6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen	42
6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex	43
6.1.5.1 Schlaggröße	43
6.1.5.2 Betriebsgröße	44
6.1.5.3 Ackerzahl.....	45
6.1.5.4 Ertrag.....	48
6.1.5.5 Vorfrucht	49
6.1.5.6 Bodenbearbeitung	51
6.1.5.8 Einfluss der Sorte	53
6.1.5.9 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen	56
6.1.6 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen.....	57
6.1.7 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen.....	60
6.1.7.1 Winterweizen	61
6.1.7.2 Wintergerste	64
6.1.7.3 Winterraps	66
6.1.7.4 Weitere Kulturen.....	70
6.2 Freilandgemüsebau	72
6.2.1 Datengrundlage	72
6.2.2 Behandlungsindices.....	72
6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen.....	75
6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen.....	76

6.3 Obstbau	80
6.3.1 Datengrundlage	80
6.3.2 Behandlungsindices	81
6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	83
6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	83
6.4 Weinbau.....	87
6.4.1 Datengrundlage	87
6.4.2 Behandlungsindices	87
6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	88
6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	89
6.5 Hopfenbau	90
6.5.1 Datengrundlage	90
6.5.2 Behandlungsindices	90
6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	91
6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	91
7. Berechnung des Risikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben für den Naturhaushalt mittels SYNOPS	93
7.1 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung	93
7.1.1 Datengrundlage für den Risikoindikator SYNOPS-GIS.....	93
7.1.2 Berechnung des Risikos je Anbaufläche.....	94
7.1.3 Aggregation der Risikowerte	95
7.2 Ergebnisse.....	97
7.2.1 Risikoindizes der Feldkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps.....	97
7.2.2 Trend des aquatischen und terrestrischen Risikos	101
7.3 Diskussion der Risikoanalyse	102
8. Zusammenfassung.....	105
9. Abstract	106
10. Danksagung	107
11. Literaturverzeichnis	107

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 2011 vor (Freier et al., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012). Im vorliegenden Jahresbericht 2012 wurden die wesentlichen Ergebnisse der nunmehr 6-jährigen Datenerhebungen der Jahre 2007 bis 2012 dargelegt. Der Bericht informiert außerdem über Ergebnisse besonderer Analysen, die auf der Grundlage der 6-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. 50 %, 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 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 des 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 erfolgen durch die Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes in Zusammenarbeit mit 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 im Hinblick auf das notwendige Maß,
- Durchführung statistischer Analysen und retrospektive Ermittlung von Korridoren des notwendigen Maßes,
- 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 2012 sowie die aktuellen Ansprechpartner in den Ländern bzw. im JKI, wenn die Betriebe vom JKI betreut wurden. Alle bislang am Projekt beteiligten Personen sind namentlich am Anfang des Jahresberichtes aufgeführt.

Abbildung 1 veranschaulicht die Verteilung aller Vergleichsbetriebe im Jahr 2012. Im Ackerbau wurde eine gleichmäßige Verteilung der Vergleichsbetriebe auf die Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) nach 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. Abbildung 2 veranschaulicht die Verteilung der Vergleichsbetriebe im Ackerbau auf die Erhebungsregionen Ackerbau bzw. die Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen im Jahr 2012.

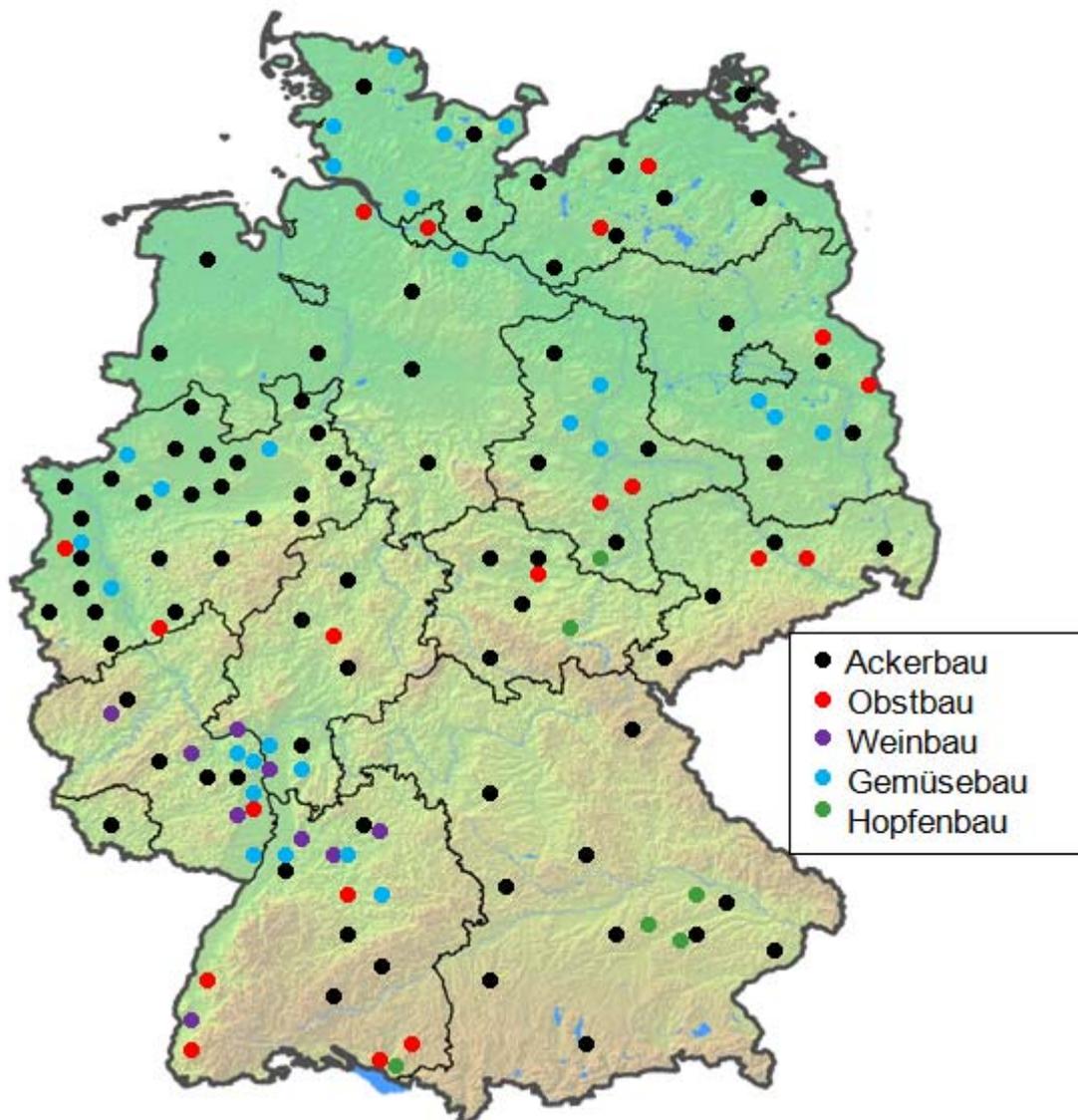


Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe in Deutschland im Jahr 2012

Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau und die Ansprechpartner in den Ländern

Land	ERA ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						Ansprechpartner in den Ländern
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	
BB		4	4	4	3	3	3	Hr. Schröder
	1005	1	1	1	1	1	1	Fr. Tümmler
		3	3	3	2	2	2	Fr. Tümmler
	1006	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	
BW		3	5	5	5	5	5	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	1014	1	1	1	1	1	1	Hr. Münkler
	1015	-	2	2	2	2	2	Hr. Lindner, Hr. Weger
	1019	2	2	2	2	2	2	Fr. Saddedine, Fr. Hüsgen
BY		-	-	-	10	10	10	Hr. Maier
	1012	-	-	-	1	1	1	Hr. Ostermeier, Hr. Ernst
	1015	-	-	-	1	1	1	Hr. Wöppel, Fr. Staufer
	1016	-	-	-	2	2	2	Hr. Proff, Hr. Pernpeintner
	1017	-	-	-	3	3	3	Hr. Thalhammer, Hr. Pernpeintner
	1018	-	-	-	2	2	2	Fr. Bachmann
	1019	-	-	-	1	1	1	Hr. Höpfl
HE		4	4	4	4	5	5	Hr. Lenz
	1010	3	3	3	3	4	4	
	1014	1	1	1	1	1	1	
MV		9	9	9	9	9	9	Hr. Dr. Goltermann
		7	7	5	5	5	5	
	1002	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	Hr. Dr. Goltermann, Fr. Oldenburg
	1005	2	2	4	4	4	4	Hr. Dr. Gebhardt
NI		6	6	6	6	5	4	Fr. Dr. von Kröcher
	1001	1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Bünthe
	1003	1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Osmers, Hr. Dr. Kuhlmann, Hr. Dr. Wendt
	1004	3	3	3	3	2	1	Fr. Meißner
		1	1	1	1	1	1	
	1007	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	Hr. Dr. Möller
NW		20	25	27	28	27	31	Hr. Dr. Dissemond
	1003	5	5	9	5	5	3	Fr. Zäpernick, Hr. Pollert
	1004	-	-	-	5	2	3	Hr. Ehlers, Hr. Obermove
	1007	4	-	-	-	-	-	
	1009	6	6	7	10	10	14	Hr. Theobald, Klockenbusch
	1010	5	14	11	8	10	11	Hr. Wirts, Hr. Stamm, Hr. Obermove
RP		4	4	4	4	4	4	Hr. Dr. Jörg
	1013	2	2	2	2	2	2	Hr. Nöth
	1014	2	2	2	2	2	2	Hr. Nöth
SH		3	3	3	3	3	3	Hr. Dr. Gleser
	1001	3	3	3	3	3	3	Hr. Dr. Gleser, Fr. Bewarder, Hr. Bode
SL		1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Brück
	1013	1	1	1	1	1	1	

Land	ERA ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						Ansprechpartner in den Ländern	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012		
SN		4	4	4	4	4	3	Fr. Thate	
		3	3	3	3	3	3		
	1011	(JKI:3)	(JKI:3)	(JKI:3)	(JKI:3)	(JKI:3)	(JKI:3)		
	1012	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	(JKI:1)	-		
ST		4	4	4	4	4	4	Fr. Hübner	
	1005	1	1	1	1	1	1		
	1006	1	1	1	1	1	1		
		2	2	2	2	2	2		
	1008	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)		
TH		4	4	5	5	5	5	Hr. Götz	
		3	3	3	3				
	1008	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:1)	(JKI:1)	3	3		Fr. Gößner
				1	1				Fr. Krueger
	1011	-	-	(JKI:1)	(JKI:1)	1	1		
1012	1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Hahn		

¹ Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) nach Roßberg et al. (2007)

Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau und die Ansprechpartner in den Ländern

Land	ERA ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						Ansprechpartner in den Ländern	
		2007	2008	2009	2010	2011	2012		
Weißkohl (Frischvermarktung)									
BW			1	2	2	2	2	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen	
	1014	-	-	1	1	1	1		Hr. Dr. Merz
	1015	-	1	1	1	1	1		Hr. Güthle
NW		3	3	3	1	2	2	Hr. Dr. Dissemond	
	1003	-	1	2	-	1	1		Hr. Keßler
	1009	1	1	1	1	1	1		
	1010	1	1	-	-	-	-		
	1014	1	-	-	-	-	-		
SH		3	3	3	1	3	3	Hr. Dr. Gleser	
	1001	3	3	3	1	3	3		Hr. Bode
Möhren (vorrangig Bundmöhren)									
BB		2	2	2	2	2	2	Fr. Hebbe	
	1006	2	2	2	2	2	2		
NI		1	1	1	1	1	1	Fr. Dr. von Kröcher	
	1005	1	1	1	1	1	1		Hr. Steinfeld
NW		3	3	3	2	2	5	Hr. Dr. Dissemond	
	1003	1	1	1	1	1	-		Hr. Keßler
	1009	1	1	2	1	1	2		
	1010	-	1	-	-	-	-		
1014	1	-	-	-	-	3			

Land	Anzahl Vergleichsbetriebe							Ansprechpartner in den Ländern
	ERA ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
RP		3	3	3	3	3	3	Hr. Dr. Jörg Hr. Dr. Krauthausen, Hr. Dr. Eichhorn
	1014	3	3	3	3	3	3	
SH		3	3	3	1	3	1	Hr. Dr. Gleser Hr. Bode
	1001	3	3	3	1	3	1	
Spargel								
BB		1	1	1	1	1	1	Fr. Hebbe
	1006	1	1	1	1	1	1	
BW		1	1	1	1	-	1	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen Hr. Dr. Maier
	1014	1	1	1	1	-	1	
HE		1	1	1	1	1	1	Hr. Lenz Hr. Dr. Bibo
	1014	1	1	1	1	1	1	
RP		1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Jörg Hr. Dr. Krauthausen, Hr. Dr. Eichhorn
	1014	1	1	1	1	1	1	
ST		1	1	1	1	1	1	Fr. Hübner Hr. López
	1006	1	1	1	1	1	1	
Zwiebeln								
HE		1	1	1	-	1	1	Hr. Lenz Hr. Dr. Bibo
	1014	1	1	1	-	1	1	
ST		-	2	2	2	2	2	Fr. Hübner Hr. López
	1008	-	2	2	2	2	2	

¹ Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg et al. (2007)

Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel) und die Ansprechpartner in den Ländern

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						Ansprechpartner in den Ländern
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	
BB		2	2	2	2	2	2	
	Havel/Spree/Oder (08)	2	2	2	2	2	2	Fr. Holz
BW		4	5	5	5	5	5	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	Bodensee/Oberschwaben (01)	2	2	2	2	2	2	Hr. Dr. Scheer
	Rheingraben (02)	2	2	2	2	2	2	Hr. Gernoth, Hr. Dederichs
	Neckar (03)	-	1	1	1	1	1	Fr. Cent
HH		1	1	1	1	1	1	
	Niederelbe (06)	1	1	1	1	1	1	Hr. Hilfert
HE								Hr. Lenz
	Südhessen (14)	1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Bibo
MV		2	2	2	2	2	2	Hr. Dr. Goltermann, Hr. Dr. Gebhardt
	Östliches Norddeutschland (07)	2	2	2	2	2	2	Fr. Dr. Michel
NI		1	1	1	1	1	1	Fr. Dr. von Kröcher
	Niederelbe (06)	1	1	1	1	1	1	Fr. Dr. Wichura, Hr. Dr. Gödecke
NW		2	2	2	2	2	2	Hr. Dr. Dissemmond
	Rheinland (11)	2	2	2	2	2	2	Hr. Dr. Engel
		-	-	-	1	1	1	
RP	Rheinessen/Pfalz (4)	-	-	-	1	1	1	Hr. Harzer
SN			2	2	2	2	2	Fr. Thate
	Elbe/Mulde (09)	-	2	2	2	2	2	
			(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)	(JKI:2)	Hr. Dr. Trapp
ST		2	2	2	2	2	2	Fr. Hübner
	Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13)	2	2	2	2	2	2	Fr. Rausch
TH		-	1	1	1	1	1	Hr. Götz
	Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13)	-	1	1	1	1	1	Fr. Maring

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

Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau und die Ansprechpartner in den Ländern

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						Ansprechpartner in den Ländern
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	
BW		4	4	3	4	4	4	Fr. Hüsgen, Hr. Prof. Dr. Kassemeyer
	Baden (10)	2	2	1	2	2	2	Hr. Bärmann, Hr. Dr. Kast
	Württemberg (11)	2	2	2	2	2	2	Hr. Steinbrenner
HE		1	1	1	1	1	1	Hr. Lenz
	Rheingau (04)	1	1	1	1	1	1	Fr. Jung
RP		4	4	4	4	4	4	Hr. Dr. Jörg Hr. Dr. Louis,
	Mosel (03)	1	1	1	1	1	1	Hr. Ipach Hr. Dr. Louis,
	Nahe (05)	1	1	1	1	1	1	Hr. Ipach Hr. Dr. Louis,
	Rheinhessen (06)	1	1	1	1	1	1	Hr. Ipach Hr. Dr. Louis,
	Pfalz (07)	1	1	1	1	1	1	Hr. Ipach

¹ Anbaugebiete nach Deutscher Weinatlas (2002)

Tab. 5: Vergleichsbetriebe im Hopfenbau und die Ansprechpartner in den Ländern

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	Anzahl Vergleichsbetriebe						Ansprechpartner in den Ländern
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	
BW		1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	Tett nang (02)	1	1	1	1	1	1	Hr. Dr. Moosherr
ST		1	1	1	1	1	1	
	Elbe-Saale (03)	1	1	1	1	1	1	Fr. Hübner
TH		-	1	1	1	1	1	Hr. Götz
	Elbe-Saale (04)	-	1	1	1	1	1	Fr. Werner
BY		-	-	-	-	3	3	
	Hallertau (05)	-	-	-	-	3	3	Hr. Maier, Hr. Portner

¹ Anbaugebiete nach eigener Festlegung

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

Die 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 Saatgut-behandlungen) berechnet und in den folgenden unterschiedlichen Stufen zusammengefasst (Mittelwerte, Standardabweichungen):

Erhebungsregion (alle Schläge bzw. Bewirtschaftungseinheiten der Vergleichsbetriebe in einer Erhebungsregion).

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

Im Ackerbau außerdem:

Großregion Ackerbau (alle Schläge in einer Großregion Ackerbau). Es wurden aus den 19 Erhebungsregionen Ackerbau (siehe Abbildung 2) vier Großregionen, Norden (N), Osten (O), Süden (S) und Westen (W), gebildet.

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) drei Großregionen, Norden, Mitte und Süden, gebildet, wobei nicht aus allen Anbaugebieten Vergleichsbetriebe gewonnen werden konnten.

Norden: Anbauregionen 06, 07, 08

Mitte: Erhebungsregionen 09, 11, 13, 14

Süden: Erhebungsregionen 01, 02, 03.

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

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

b) Analyse der Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge in allen Kulturen

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

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

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

c) Analyse von Teilflächenbehandlungen im Ackerbau

d) Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex im Ackerbau

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

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

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

f) Kostenanalyse der Pflanzenschutzmaßnahmen im Ackerbau

g) Methodischer Ansatz zur Ableitung des notwendigen Maßes

Hinweise zu den statistischen Analysen:

Neben der Berechnung statistischer Maßzahlen wurden die mittleren Einflüsse der Pflanzenschutzmittel-Kategorien, Großregionen und/oder Jahre miteinander verglichen. Diese Analysen konzentrierten sich im Wesentlichen auf die 3 wichtigsten Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, für die hohe Stichprobenzahlen vorlagen.

Die verwendeten statistischen Testverfahren waren der Welch-Test (t-Test mit ungleichen Varianzen) zum Vergleich zweier und das Simulate-Verfahren zum Vergleich mehrerer Stichproben. Das Signifikanzniveau wurde mit $\alpha = 0,05$ festgelegt. In den Abbildungen wurden signifikante Unterschiede der Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben symbolisiert. Die Analysen erfolgten mit dem Programmpaket SAS 9.2.

6. Ergebnisse

6.1 Ackerbau

6.1.1 Datengrundlage

Wie bereits der Tabelle 1 zu entnehmen ist, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz im Ackerbau in den Jahren 2007 bis 2012 66, 73, 76, 86, 85 bzw. 88 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.

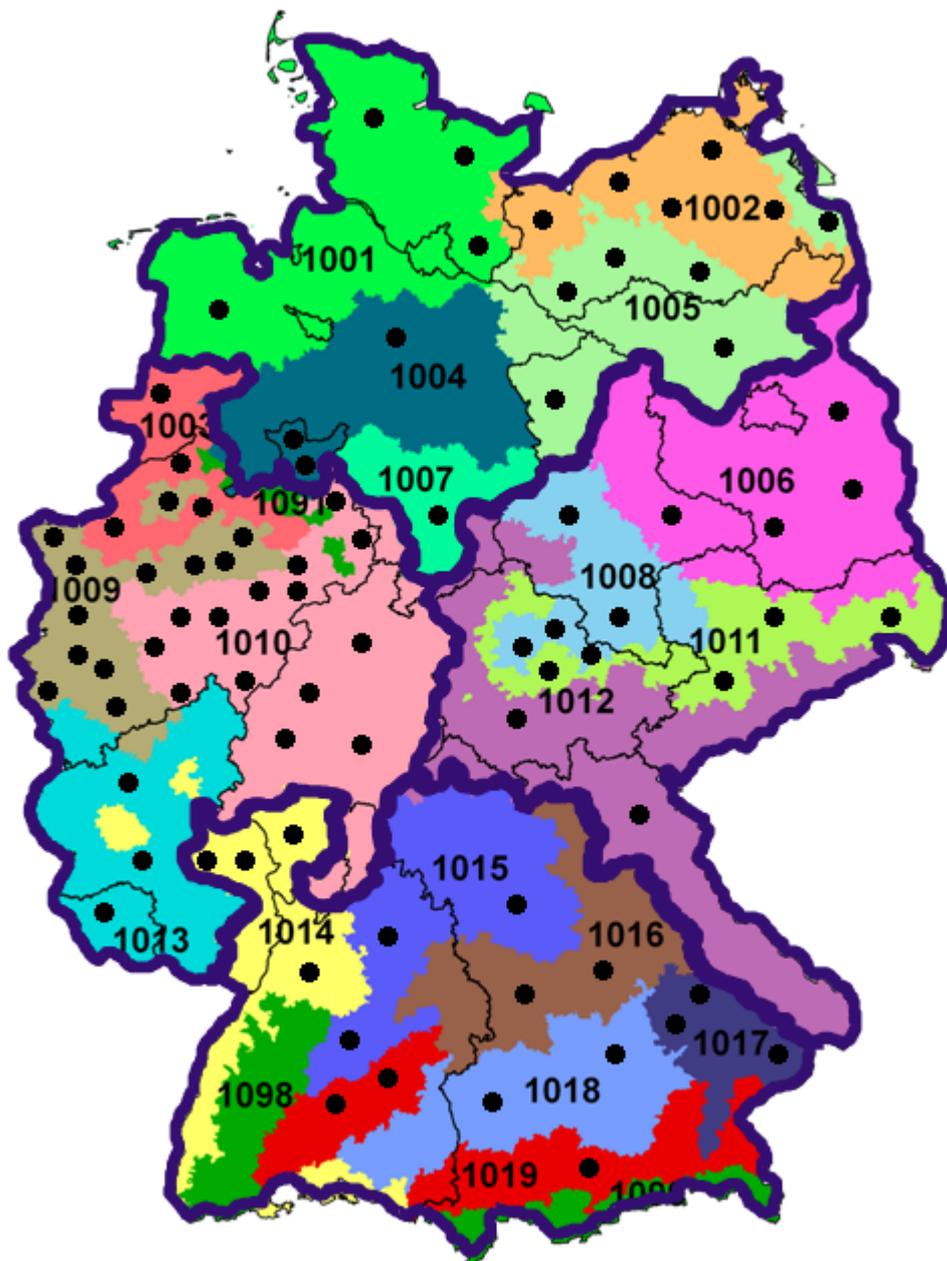


Abb. 2: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe im Ackerbau auf die Erhebungsregionen Ackerbau, bzw. die Großregionen N, O, S, W im Jahr 2012

Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg et al. (2007)

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 2012 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen)

Großregion	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
2007				
DE	179 (1672)	110 (749)	137 (1031)	84 (731)
N	60 (694)	37 (295)	56 (478)	18 (132)
O	41 (316)	24 (140)	41 (282)	3 (14)
S	15 (91)	7 (38)	4 (19)	14 (115)
W	63 (571)	42 (276)	36 (252)	49 (470)
2008				
DE	204 (2102)	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 (174)	12 (79)	5 (39)	16 (150)
W	80 (845)	58 (424)	44 (309)	62 (481)
2009				
DE	226 (2189)	177 (1262)	154 (1340)	133 (874)
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 (919)	79 (531)	49 (380)	93 (614)
2010				
DE	246 (2258)	198 (1377)	168 (1505)	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 (135)	38 (266)
W	84 (738)	67 (428)	42 (340)	97 (613)
2011				
DE	241 (2161)	183 (1298)	163 (1495)	175 (1206)
N	64 (723)	44 (365)	55 (598)	17 (90)
O	42 (323)	33 (257)	44 (392)	8 (32)
S	48 (343)	34 (193)	16 (115)	40 (314)
W	87 (772)	72 (483)	48 (390)	110 (770)
2012				
DE	231 (2139)	167 (1257)	174 (1634)	225 (1499)
N	55 (613)	41 (366)	47 (489)	12 (122)
O	52 (429)	35 (275)	47 (461)	23 (122)
S	44 (319)	30 (181)	23 (153)	37 (257)
W	80 (778)	61 (435)	57 (531)	153 (998)
2007-2012	1327 (12539)	989 (7168)	939 (8195)	879 (6051)

Zur Spalte „Sonstige“ gehören folgende weitere Kulturen, die allerdings in den einzelnen Jahren unterschiedlich in den Datensätzen vertreten waren:

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 berücksichtigt, 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 Winterweizen und informieren über die signifikanten Unterschiede zwischen den Großregionen und den Jahren 2007 bis 2012. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Abbildungen 3 und 4 veranschaulichen in Form von Box-Whisker-Plot-Darstellungen die absolute Streuung der Behandlungsindices zwischen den Feldern und den Bereich, in dem die mittleren 50 % der Werte liegen, in den Großregionen in den Jahren 2007 bis 2012.

Im Winterweizen betragen die mittleren Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in den Jahren 2007 bis 2012 **5,7**, **6,2**, **5,8**, **5,4**, **5,6** und **5,7**. Der Gesamt-Behandlungsindex im Jahr 2008 war gegenüber allen anderen Jahren signifikant höher. Bei einem Vergleich der Großregionen fielen in den 6 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. In den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien zeigten sich eher geringe, mehrheitlich nicht signifikante Unterschiede zwischen den Jahren.

Die hohen Standardabweichungen und großen Wertebereiche (Whiskers) bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien, aber vor allem bei Herbiziden und Fungiziden, in allen 6 Jahren belegen die große Werteverianz zwischen den Feldern sowohl innerhalb Deutschlands als auch innerhalb der Großregionen.

Trends zu einer zunehmenden oder abnehmenden Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung über die 6 Jahre waren 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 2012 (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	2007 - 2012
Herbizide							\bar{x}
DE	1,9 (0,8)	2,0 (0,8)	1,8 (0,8)	1,8 (0,8) A	2,0 (1,0) B	1,9 (0,8)	1,9 (0,9)
N	1,6 (0,8) a	1,9 (1,0)	1,6 (0,8)	1,7 (1,0)	2,0 (0,8)	2,0 (0,7)	1,8 (0,8)
O	1,9 (0,8)	1,7 (0,6)	1,6 (0,7)	1,7 (0,7)	2,0 (0,9)	2,0 (0,8)	1,8 (0,7)
S	1,8 (0,8)	2,2 (0,9)	1,9 (0,8)	1,8 (0,6)	2,0 (1,1)	1,6 (0,7)	1,9 (0,9)
W	2,2 (0,9) b	2,1 (0,7)	2,0 (0,8)	1,9 (0,8)	2,0 (1,0)	2,0 (1,0)	2,0 (0,9)
Fungizide							\bar{x}
DE	1,9 (0,9) A	2,2 (0,8) B A	2,0 (0,7)	1,9 (0,7) B	1,8 (0,7) B	2,0 (0,7) B	2,0 (0,8)
N	2,4 (0,8) a	2,5 (0,8) a	2,2 (0,6) a	2,4 (0,7) a	2,2 (0,6) a a	2,2 (0,8) a	2,3 (0,7)
O	1,3 (0,7) b a A	1,6 (0,8) b a	1,6 (0,9) b B	1,8 (0,6) b B	1,5 (0,6) b a	1,7 (0,6)	1,6 (0,7)
S	1,5 (0,7) b	1,6 (0,6) b a	1,9 (0,3) a	1,7 (0,8) b	1,7 (0,9) b	1,9 (0,8) b	1,7 (0,7)
W	1,8 (0,7) b b A	2,4 (0,7) A b B	2,1 (0,6) b B	1,8 (0,5) b B A	1,8 (0,6) B b B	2,0 (0,6) B b	2,0 (0,7)
Insektizide							\bar{x}
DE	1,2 (0,9) A	1,0 (0,8) A	1,0 (0,6) A	0,8 (0,6) B B	1,0 (0,8)	0,9 (0,7) B	1,0 (0,8)
N	1,5 (1,0) a A	1,4 (0,7) a	1,3 (0,7) a	1,0 (0,6) B a	1,1 (0,7) B	1,1 (0,8) a	1,2 (0,8)
O	0,6 (0,6) b a	0,7 (0,5) b a	0,9 (0,5) b	0,8 (0,5)	0,6 (0,5) a	0,7 (0,6)	0,7 (0,5)
S	0,5 (0,5) b a A	0,3 (0,4) b a A	0,4 (0,5) b a A	0,4 (0,5) A b	0,6 (0,8) a B	0,5 (0,6) b a	0,5 (0,6)
W	1,4 (0,9) A b	1,2 (0,8) B b	1,1 (0,6) B b	0,9 (0,6) B A	1,3 (1,0) b B	1,1 (0,7) b	1,2 (0,8)

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 2012 (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	2007 - 2012
Wachstumsregler							\bar{x}
DE	0,8 (0,6) A	1,1 (0,5) B A	0,9 (0,5) B A	0,9 (0,5) A B	0,8 (0,5) B B	0,9 (0,5) B	0,9 (0,5)
N	1,0 (0,8) a A	1,4 (0,5) a B	1,2 (0,6) a	1,2 (0,5) a	1,1 (0,5) a	1,2 (0,6) a	1,2 (0,6)
O	0,7 (0,4) b	0,9 (0,4) b	0,8 (0,4) b	0,9 (0,4) b a	0,8 (0,4) b a	0,8 (0,4) b	0,8 (0,4)
S	0,4 (0,4) b	0,5 (0,3) b a	0,7 (0,6) b	0,6 (0,4) b b a	0,5 (0,3) b b	0,7 (0,5) b	0,6 (0,4)
W	0,7 (0,4) b A	1,1 (0,4) b B	0,9 (0,4) b	0,9 (0,4) b b	0,7 (0,4) b	0,9 (0,4) b	0,8 (0,4)
		A	B	B	B		
Gesamt							\bar{x}
DE	5,7 (2,1) A	6,2 (1,9) B	5,8 (1,7) A	5,4 (1,7) A	5,6 (1,8) A	5,7 (1,8) A	5,8 (1,8)
N	6,6 (2,2) a	7,1 (2,0) a	6,4 (1,8) a	6,3 (1,7) a	6,3 (1,6) a	6,4 (2,0) a	6,5 (1,9)
O	4,5 (1,8) b a	4,9 (1,5) b a	4,9 (1,6) b a	5,2 (1,6) b	4,9 (1,7) b	5,1 (1,4) b	4,9 (1,6)
S	4,1 (1,5) b a	4,6 (1,4) b a	5,0 (1,1)	4,4 (1,6) b	4,9 (1,7) b	4,7 (1,6) b a	4,7 (1,6)
W	6,1 (1,9) b	6,8 (1,6) b A	6,1 (1,5) b	5,5 (1,4) b	5,8 (1,7) B	6,0 (1,6) b	6,0 (1,6)
		A	B	B	B		

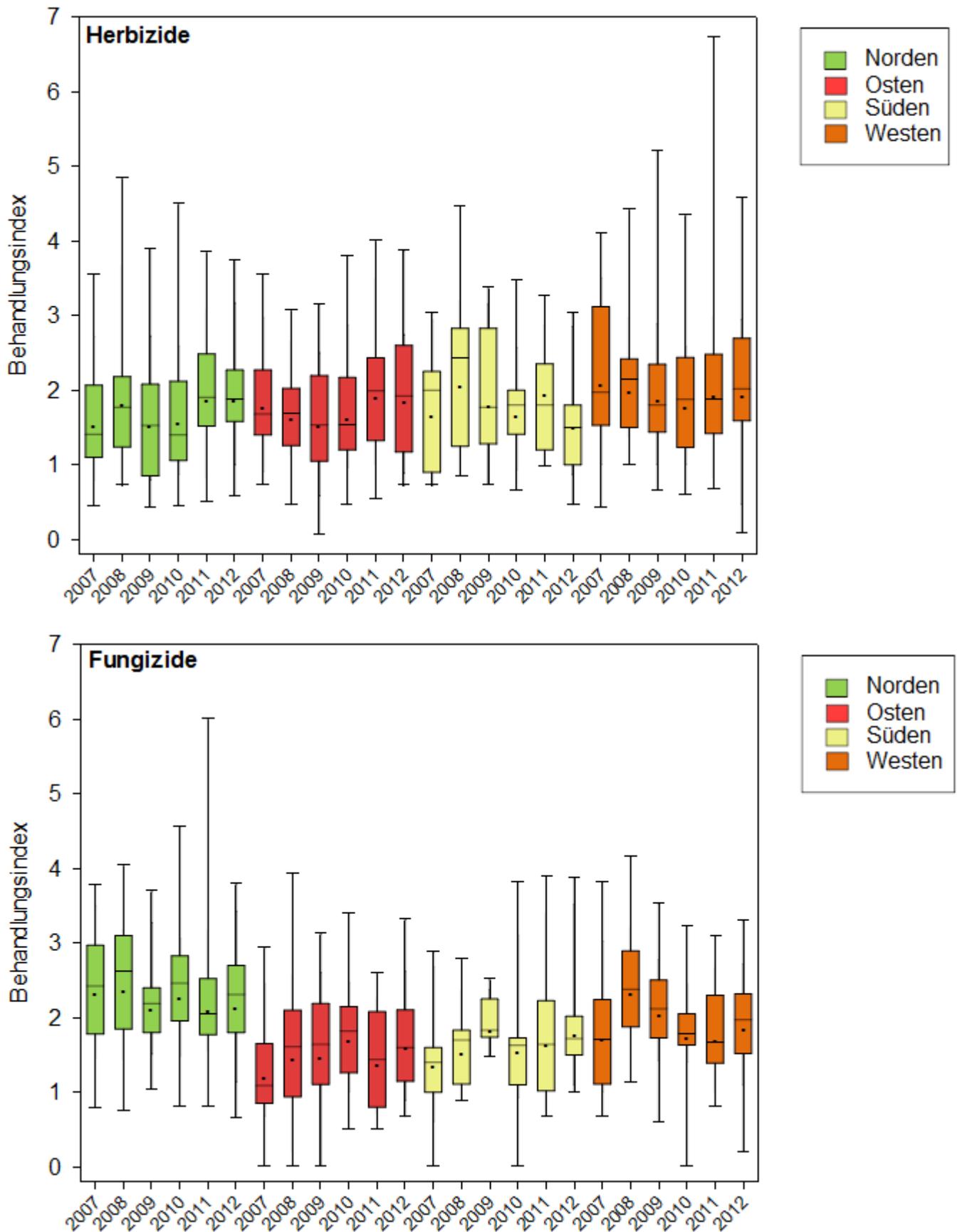


Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012

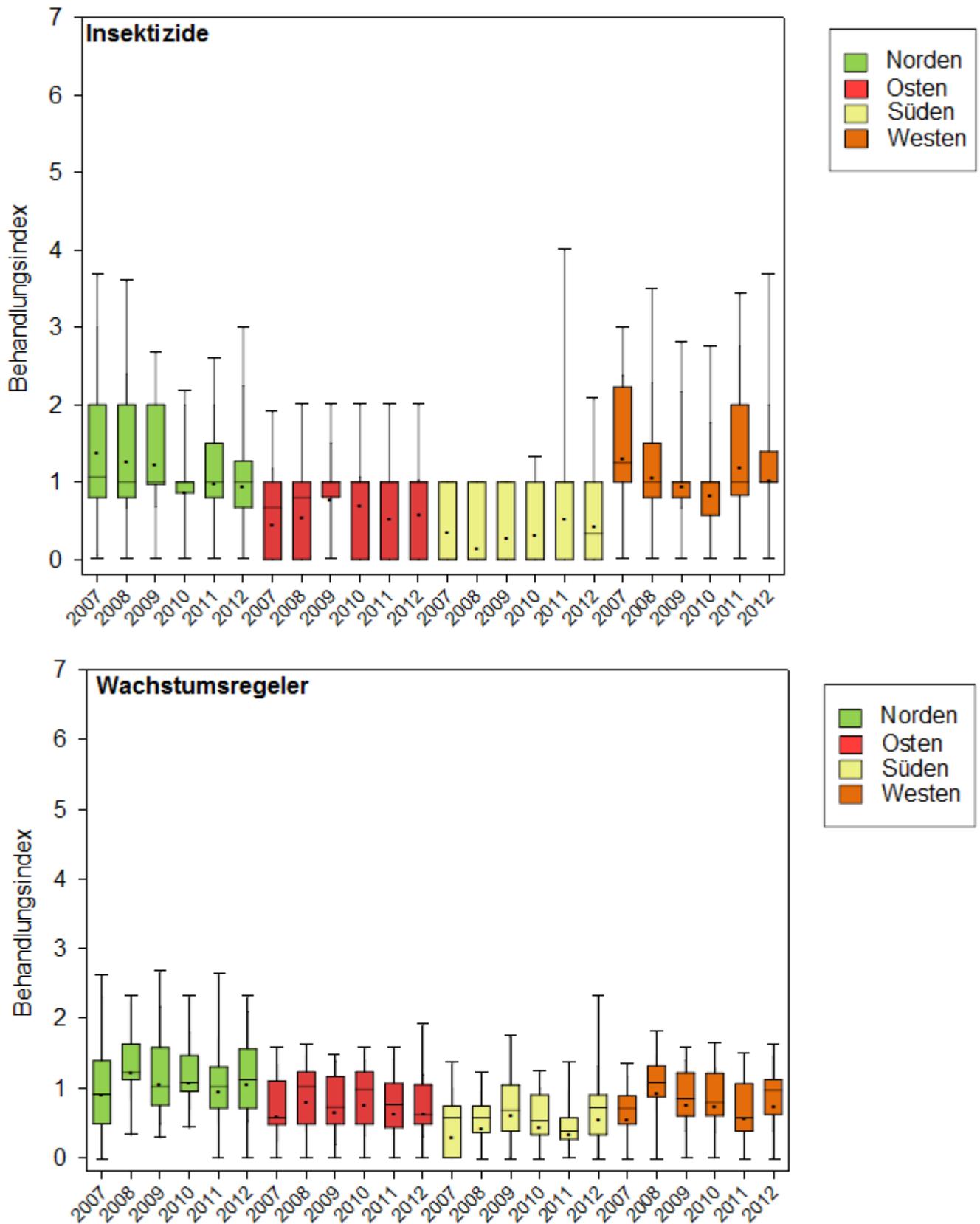


Abb. 4: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012

6.1.2.2 Wintergerste

Die Tabellen 9 und 10 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in Wintergerste und verweisen auf die signifikanten Unterschiede zwischen den Großregionen und den Jahren 2007 bis 2012. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die Großregionen und die Jahre 2007 bis 2012.

In der Wintergerste wurden in den Jahren 2007 bis 2012 im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe folgende Gesamt-Behandlungsindices festgestellt: **4,1**, **4,6**, **4,0**, **4,0**, **4,1** und **4,6**. 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.

Betrachtet man jedoch die einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien, so fielen, abgesehen von den Wachstumsreglern, keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den Großregionen auf. Bei den Wachstumsreglern war stets im Norden die stärkste Anwendung und im Süden die geringste Anwendung. Im Vergleich zu den beiden ersten Jahren und 2012 fiel in den Jahren 2009 bis 2011 in allen 4 Großregionen die geringe Anwendung von Insektiziden auf. Dies war überwiegend signifikant.

Insgesamt gesehen zeigten sich auch in der Wintergerste bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien große Streuungen zwischen den Schlägen innerhalb der Grundgesamtheiten Deutschland und der Großregionen. Relativ geringe Streuungen waren bei den Fungizidanwendungen zu verzeichnen und sehr hohe Streuungen bei den Insektiziden. Dies liegt daran, dass bei den Einzelschlägen zumeist entweder keine oder eine Insektizidanwendung mit der vollen Aufwandmenge, also mit einem Behandlungsindex = 1,0 erfolgte.

Im Verlauf der 6 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 2012 (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	2007-2012
Herbizide							\bar{x}
DE	1,5 (0,6) A	1,7 (0,8)	1,6 (0,7) A	1,7 (0,8)	1,7 (0,7)	1,8 (0,7) B	1,7 (0,7)
N	1,4 (0,6)	1,6 (0,7)	1,5 (0,7)	1,7 (1,1)	1,4 (0,6) a	1,7 (0,7)	1,5 (0,7)
O	1,6 (0,8)	1,5 (0,5) a A	1,5 (0,7)	1,7 (0,6)	1,9 (0,7) b B	1,9 (0,6)	1,7 (0,7)
S	1,9 (0,4)	1,8 (0,8)	1,5 (0,6)	1,7 (0,7)	1,7 (0,7)	1,6 (0,8)	1,7 (0,7)
W	1,6 (0,6) A	2,0 (0,9) b B	1,7 (0,7)	1,6 (0,5) A	1,7 (0,6)	1,9 (0,7)	1,7 (0,7)
Fungizide							\bar{x}
DE	1,1 (0,5) A	1,3 (0,4) B	1,3 (0,4) B	1,3 (0,4) B	1,4 (0,4) B	1,4 (0,4) B	1,3 (0,4)
N	1,3 (0,4) a A	1,4 (0,3) B	1,4 (0,4) B	1,3 (0,3)	1,4 (0,4) B	1,4 (0,4)	1,4 (0,4)
O	0,8 (0,6) b A	1,2 (0,6) B	1,2 (0,5) B	1,4 (0,4) B	1,4 (0,4) B a	1,4 (0,4) B	1,2 (0,5)
S	0,9 (0,2) A	1,5 (0,3) B	1,3 (0,3)	1,4 (0,4) B	1,5 (0,4) B b	1,5 (0,3) B	1,4 (0,4)
W	1,0 (0,4) A	1,3 (0,4) B	1,3 (0,3) B	1,2 (0,4)	1,4 (0,4) B	1,3 (0,3)	1,3 (0,4)
Insektizide							\bar{x}
DE	0,9 (0,7) A	0,7 (0,7) A	0,3 (0,5) B B A	0,3 (0,4) B B A	0,4 (0,6) B B A	0,6 (0,7) B B	0,5 (0,6)
N	0,7 (0,8) A	0,9 (0,6)	0,4 (0,5) B	0,1 (0,3) B	0,6 (0,8) B	0,7 (0,6)	0,5 (0,7)
O	0,7 (0,6)	0,6 (0,7)	0,2 (0,4)	0,4 (0,5)	0,3 (0,5)	0,6 (0,6)	0,4 (0,6)
S	1,2 (0,7) A	0,6 (0,6)	0,3 (0,5) B	0,3 (0,5) B	0,3 (0,4) B	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)
W	1,1 (0,7) A	0,7 (0,7) A	0,3 (0,4) B B A	0,3 (0,4) B B A	0,3 (0,4) B B A	0,7 (0,9) B	0,5 (0,7)

Tab. 10: Behandlungsindizes für Wachstumsregler und Gesamt in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012 (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	2007-2012
Wachstumsregler							\bar{x}
DE	0,6 (0,4) A	0,8 (0,4) B	0,8 (0,5) B A	0,8 (0,5) B	0,7 (0,4) B	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)
N	0,8 (0,4) a	1,0 (0,4) a	1,1 (0,4) a	0,9 (0,3) a	0,8 (0,4) a	0,9 (0,3)	0,9 (0,4)
O	0,6 (0,3) A	0,7 (0,4) b A	0,7 (0,4) b a	1,0 (0,4) a B	0,8 (0,3)	0,7 (0,3)	0,8 (0,4)
S	0,2 (0,3) b	0,4 (0,3) b	0,3 (0,4) b b a	0,4 (0,3) b b a	0,5 (0,4) b	0,6 (0,4)	0,4 (0,4)
W	0,6 (0,5)	0,7 (0,4) b	0,8 (0,5) b	0,7 (0,5) b	0,6 (0,5)	0,7 (0,4)	0,7 (0,5)
Gesamt							\bar{x}
DE	4,1 (1,2) A A	4,6 (1,4) B	4,0 (1,2) A A	4,0 (1,2) A A	4,1 (1,0) A A	4,6 (1,4) B	4,2 (1,2)
N	4,2 (1,3) A	5,0 (1,2) a B	4,4 (1,3) A	4,1 (1,3) A A	4,2 (1,0) a A	4,8 (1,2) B	4,4 (1,2)
O	3,8 (1,3)	4,0 (1,4) b a	3,7 (1,2)	4,4 (1,1)	4,1 (1,2)	4,6 (1,1)	4,1 (1,3)
S	4,2 (0,8)	4,3 (1,5) A b	3,4 (0,4) B	3,8 (0,8)	3,9 (1,0) b B	4,1 (1,2)	3,9 (1,0)
W	4,2 (1,2)	4,7 (1,4) A	4,1 (1,1) B	3,8 (1,1) B A	4,1 (1,0) B	4,6 (1,7) B	4,2 (1,3)

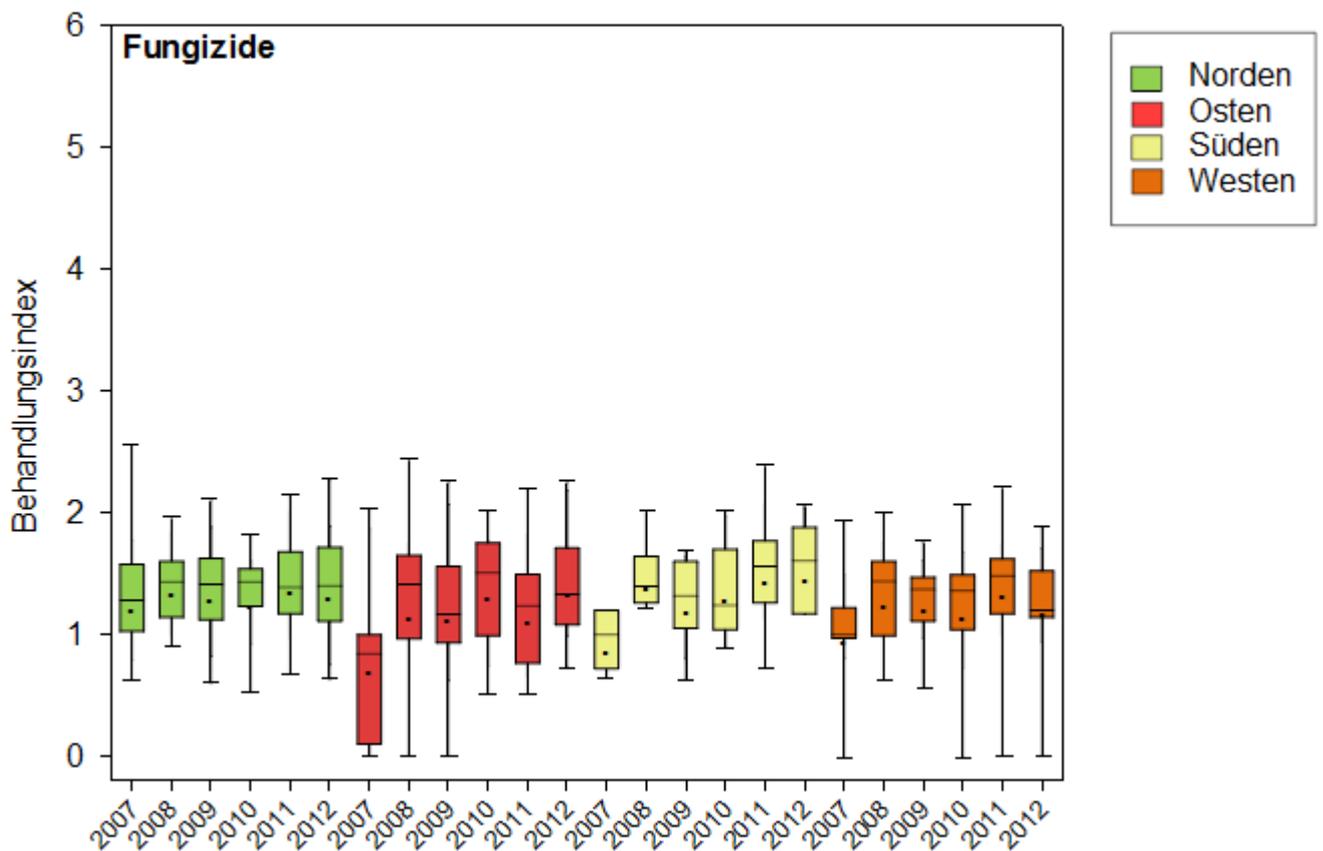
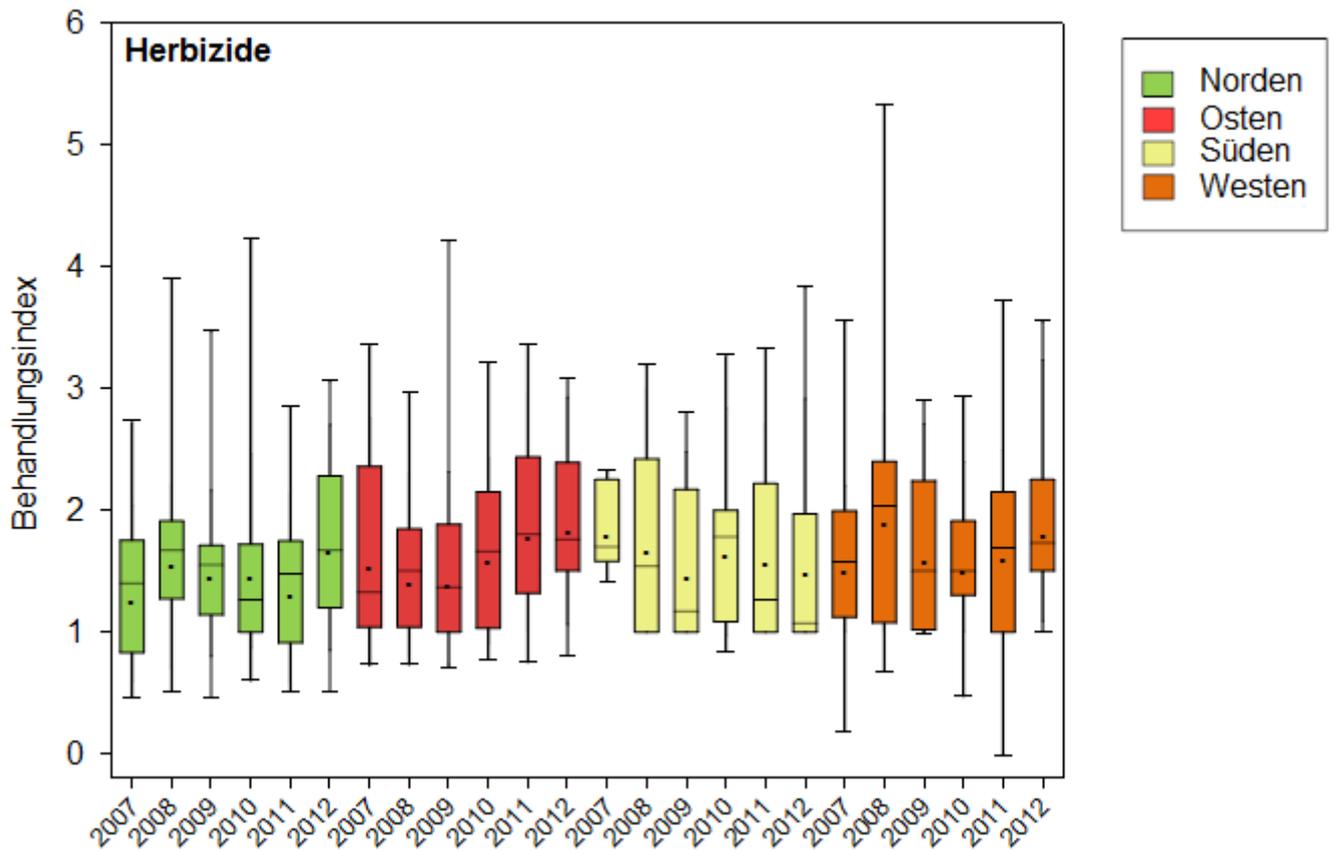


Abb. 5: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012

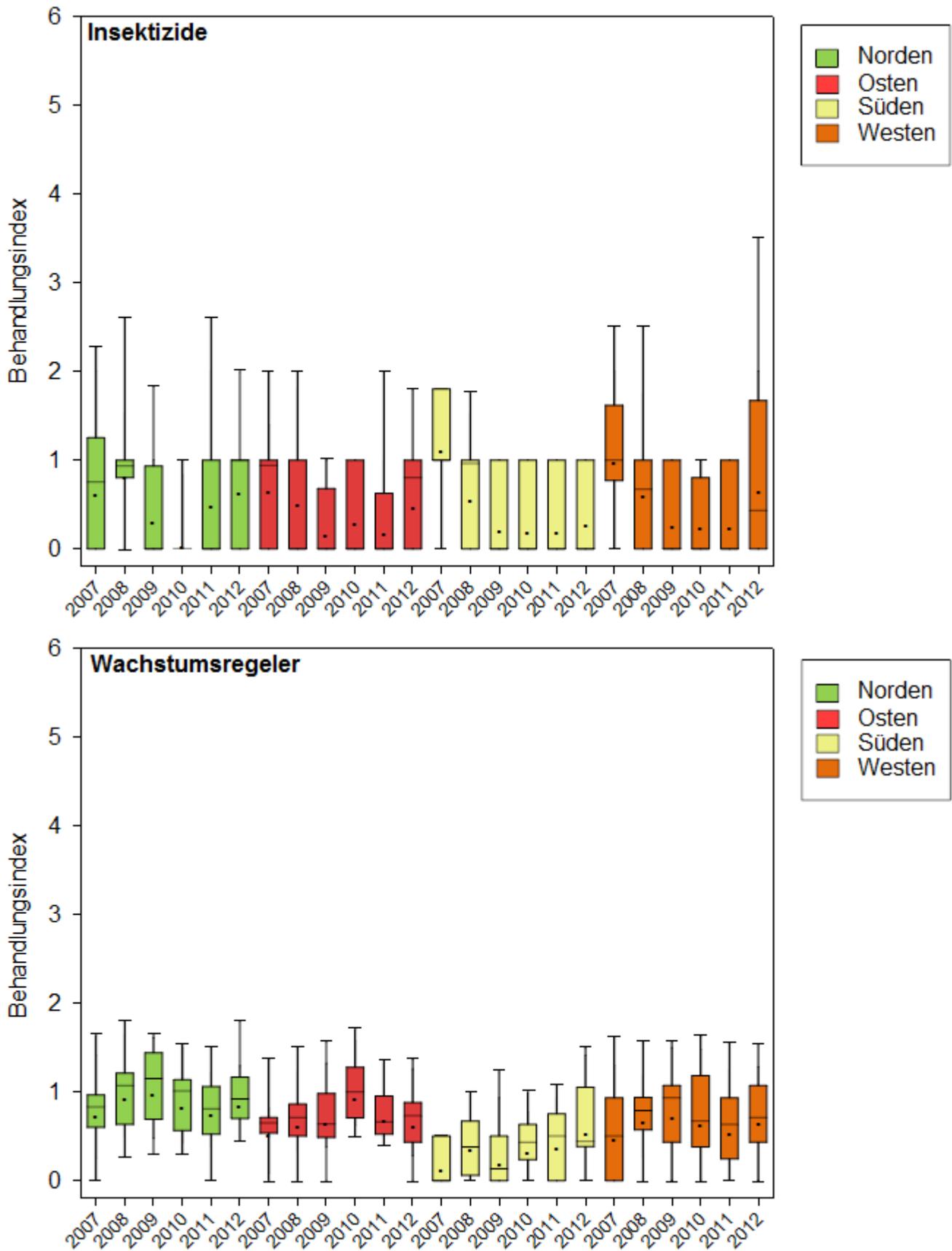


Abb. 6: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregeler in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012

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 2012 und die Signifikanzen sind den Tabellen 11 und 12 zu entnehmen. Auch hier ist zu beachten, dass geringfügige Rundungsdifferenzen vorkommen. Abbildung 7 und 8 veranschaulichen die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die einzelnen Großregionen und Jahre.

In Winterraps stieg tendenziell die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Verlauf der 6 Jahre, wobei der Behandlungsindex von **5,4** im Jahr 2007 signifikant niedriger lag als in den Folgejahren 2008 (**5,9**), 2009 (**6,4**), 2010 (**6,4**), 2011 (**6,7**) und 2012 (**6,9**). Die relativ hohen Werte in den Jahren 2009 bis 2012 resultierten aus Mehranwendungen von Wachstumsreglern/Fungiziden bis zur Blüte und Insektiziden (insbesondere im Norden bzw. im Westen), die gegenüber den anderen Jahren zum Teil signifikant waren. Die Intensität der Herbizidanwendungen war in den 6 Jahren sehr ähnlich.

*Bei Winterraps ist zu beachten, dass die Indikationen für einzelne Wachstumsregler, die auch als Fungizide eingesetzt werden können, wie z. B. Folicur (927 Anwendungen 2007 bis 2012), Caramba (513 Anwendungen 2007 bis 2012) und Carax (340 Anwendungen 2009 bis 2012), 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 allen 6 Jahren keine tendenziellen Unterschiede festgestellt werden. In der Summe aller Pflanzenschutzmittel und aller Jahre zeigte sich der größte Behandlungsindex im Norden und der niedrigste im Süden, wobei in der Großregion Süden die geringen Stichproben in den Jahren 2007 bis 2009 zu beachten sind.

Besonderes Augenmerk verdiente die unterschiedliche Intensität der Insektizidanwendungen bei den einzelnen Zielorganismengruppen Herbstschädlinge, Stängelrüssler/Rapsglanzkäfer und Blütenschädlinge Kohlschotenrüssler/-mücke. Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse der Auswertung aller Insektizidanwendungen in den Jahren 2007 bis 2012, die eindeutig einer dieser 3 Gruppen zugeordnet werden konnten. 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. Von den 2,7 BI für Insektizide fielen ca. 0,5 BI jeweils auf die Herbstschädlinge und Blütenschädlinge.

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 2012 (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	2007-2012
Herbizide							\bar{x}
DE	1,6 (0,6) A	1,8 (0,7) B	1,7 (0,6) B	1,6 (0,7)	1,8 (0,7) B	1,8 (0,7) B	1,7 (0,7)
N	1,5 (0,5) A	1,8 (0,6) B	1,6 (0,5) B	1,5 (0,5) A B	1,8 (0,6) B	1,8 (0,7) B	1,6 (0,6)
O	1,6 (0,5)	1,8 (0,7)	1,8 (0,6)	1,9 (0,7) b a	1,9 (1,0) a	2,0 (0,8)	1,8 (0,7)
S	1,8 (0,6) A	2,0 (0,7)	2,0 (0,7)	1,3 (0,5) B b a	1,4 (0,5) B b a	1,6 (0,8) B	1,6 (0,6)
W	1,6 (0,8) A	1,7 (0,8)	1,6 (0,5) A	1,8 (0,8) B A b	1,7 (0,6) B A b	1,8 (0,6) B B	1,7 (0,7)
Fungizide in der Blüte							\bar{x}
DE	0,5 (0,5) A	0,8 (0,4) B	0,9 (0,3) B A	0,9 (0,3) B	1,0 (0,4) B B	0,9 (0,3) B	0,9 (0,4)
N	0,8 (0,3) a A	1,0 (0,1) a B	0,9 (0,3) A B	1,0 (0,1) B B	1,1 (0,2) B B	1,0 (0,3)	1,0 (0,3)
O	0,3 (0,5) b A	0,8 (0,4) b B	0,9 (0,2) B	0,9 (0,3)	0,9 (0,5)	0,9 (0,3)	0,8 (0,4)
S	0,3 (0,5) b	0,8 (0,4) b	0,6 (0,6)	0,7 (0,5)	0,9 (0,2)	0,6 (0,5)	0,7 (0,5)
W	0,4 (0,5) A	0,7 (0,4)	0,8 (0,4) B	0,9 (0,3) B	0,9 (0,4) B	1,0 (0,2)	0,8 (0,4)
Insektizide							\bar{x}
DE	2,3 (1,1) A	2,3 (1,0) A	2,8 (1,0) B A B	2,8 (0,9) B B	3,1 (1,0) B B B	2,8 (1,1) B B	2,7 (1,1)
N	2,4 (1,1) A	2,4 (1,0) A	2,8 (1,2)	3,0 (1,1) a B	3,6 (1,2) a B	2,6 (0,8)	2,8 (1,1)
O	2,3 (1,2)	2,2 (1,0) A	2,8 (0,8) B	2,7 (0,8)	3,0 (0,8) b B	2,4 (0,9)	2,6 (1,0)
S	2,0 (0,0) A	2,4 (1,5)	2,6 (1,1)	2,7 (0,5)	3,0 (0,8) B	2,6 (1,0)	2,7 (0,9)
W	2,2 (1,1)	2,3 (0,9)	2,7 (0,9)	2,5 (0,9) b	2,7 (0,9) b	3,5 (1,2)	2,7 (1,1)

Tab. 12: Behandlungsindices für Wachstumsregler/Fungizide in der 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 2012 (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	2007-2012
Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte							\bar{x}
DE	1,0 (0,6) A	1,1 (0,5) A	1,1 (0,4) A	1,0 (0,5) A	0,9 (0,5) B A	1,3 (0,6) B	1,0 (0,5)
N	1,0 (0,6) a	1,1 (0,4)	1,2 (0,4)	1,1 (0,4)	0,9 (0,5)	1,3 (0,6)	1,1 (0,5)
O	0,9 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (0,5)	0,7 (0,5)	1,3 (0,7)	1,0 (0,6)
S	0,3 (0,6) b a	1,1 (0,3)	0,8 (0,2)	0,8 (0,6)	0,8 (0,8)	1,0 (0,9)	0,9 (0,7)
W	1,2 (0,6) A b	1,0 (0,5) B	1,0 (0,4) B	1,0 (0,3) B	1,0 (0,4) B	1,3 (0,4)	1,1 (0,5)
Gesamt							\bar{x}
DE	5,4 (1,8) A	5,9 (1,5) B A	6,4 (1,3) B A	6,4 (1,5) B A	6,7 (1,5) B A	6,9 (1,7) B B	6,3 (1,6)
N	5,7 (1,6) A	6,3 (1,3)	6,5 (1,5)	6,7 (1,3) a B	7,4 (1,6) a B	6,8 (1,2)	6,5 (1,5)
O	5,0 (1,8) A	5,8 (1,3)	6,6 (1,2) B	6,5 (1,5) B	6,6 (1,2) b B	6,6 (1,5)	6,2 (1,5)
S	4,4 (1,5)	6,3 (2,5)	6,0 (1,3)	5,5 (1,0) b	6,2 (1,5) b	5,8 (2,3)	5,8 (1,8)
W	5,4 (2,0)	5,7 (1,6)	6,1 (1,3)	6,2 (1,7) b	6,2 (1,6) b	7,6 (1,6)	6,3 (1,8)

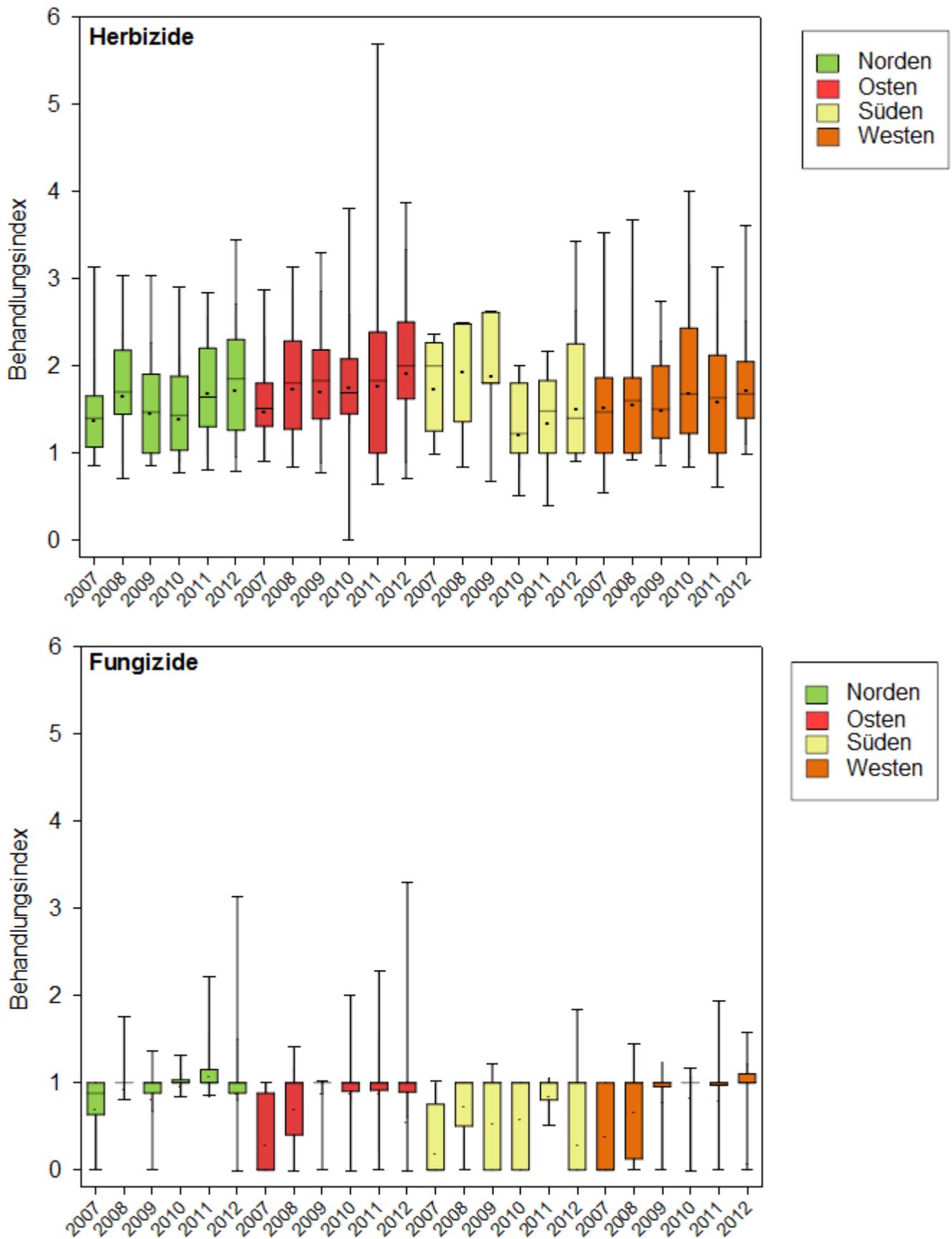


Abb. 7: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide in der Blüte in Wintereraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012

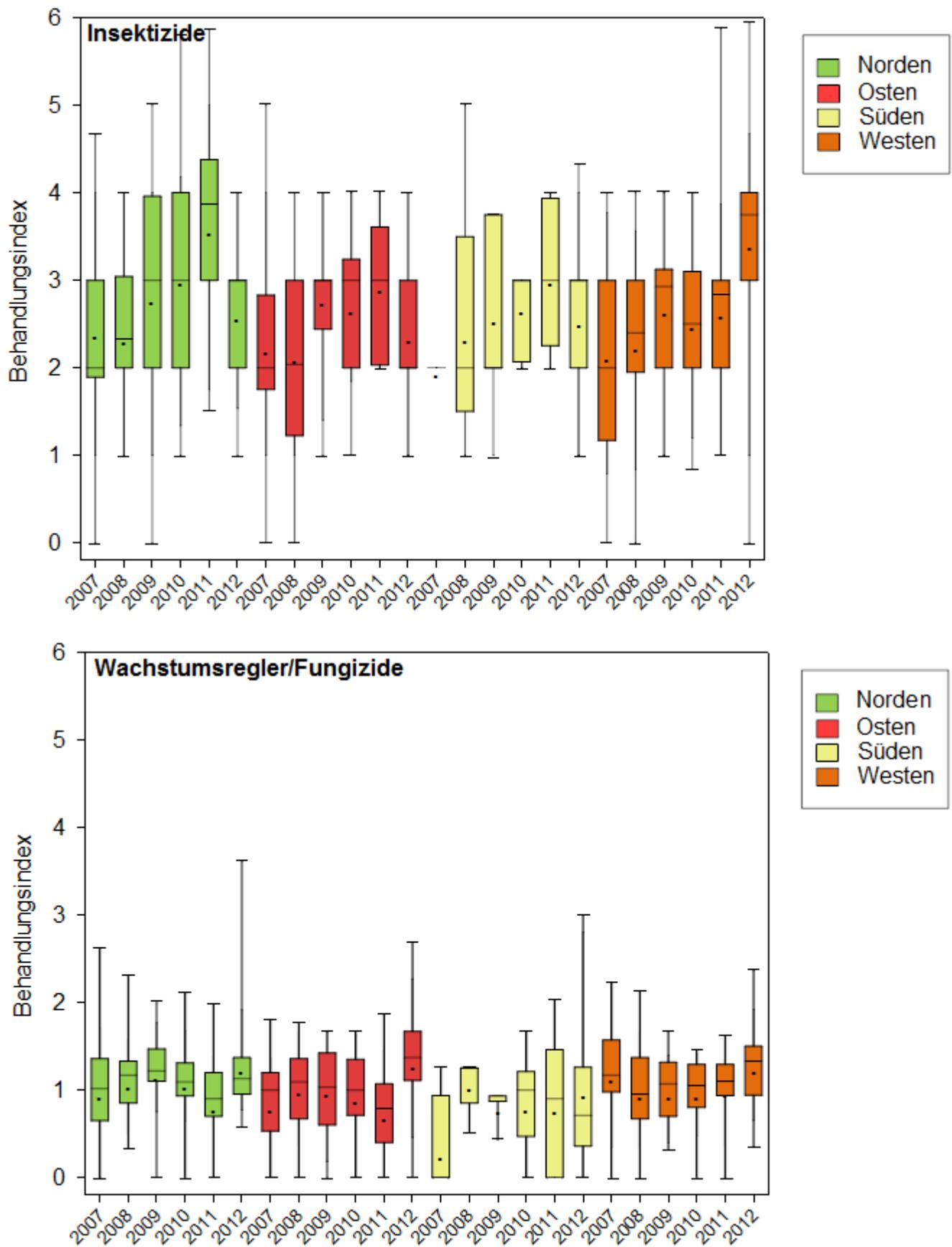


Abb. 8: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte in Winterrapen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2012

Tab. 13: Behandlungsindices für verschiedene Schädlingsgruppen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012, Mittelwerte

Schaderreger	2007	2008	2009	2010	2011	2012	\bar{x}
Herbstschädlinge	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Stängelrüssler/ Rapsglanzkäfer	1,4	1,1	1,5	1,6	2,0	1,6	1,5
Kohlschotenrüssler/ -mücke	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7

6.1.2.4 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Abbildung 9 veranschaulicht, dass der Anteil glyphosathaltiger Herbizide am Gesamtbehandlungsindex der Herbizide in allen 3 Hauptkulturen der Vergleichsbetriebe relativ gering war - im Durchschnitt der 6 Jahre im Winterweizen 12 %, in der Wintergerste 10 % und im Winterraps 8 %. Dies entsprach Behandlungsindices von 0,2, 0,2 und 0,1. 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 10 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 wurde besonders hervorgehoben. Demnach sind die bei Winterweizen um ca. 0,2 und bei Wintergerste und Winterraps um ca. 0,4 höhere Behandlungsindices in der Gruppe „pfluglos“ zumindest bei Winterweizen und Winterraps der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide zuzuschreiben.

Weiterhin wurden die Herbizidanwendungen zum Zwecke der Sikkation in den reifenden Beständen betrachtet. Leider zeigte sich, dass diese Daten nicht vollständig in den Schlagkarteien berücksichtigt wurden, so dass keine repräsentativen Aussagen möglich waren.

Schließlich wurde auch die Reduzierung der Aufwandmengen analysiert (Tabelle 14). Demnach wurden die glyphosathaltigen Herbizide im Durchschnitt der Jahre und Kulturen im Vergleich zur jeweils maximal möglichen Aufwandmenge um ca. 45 % reduziert. Die Werte zeigten keine besondere Streuung und auch keine Tendenzen über die Jahre.

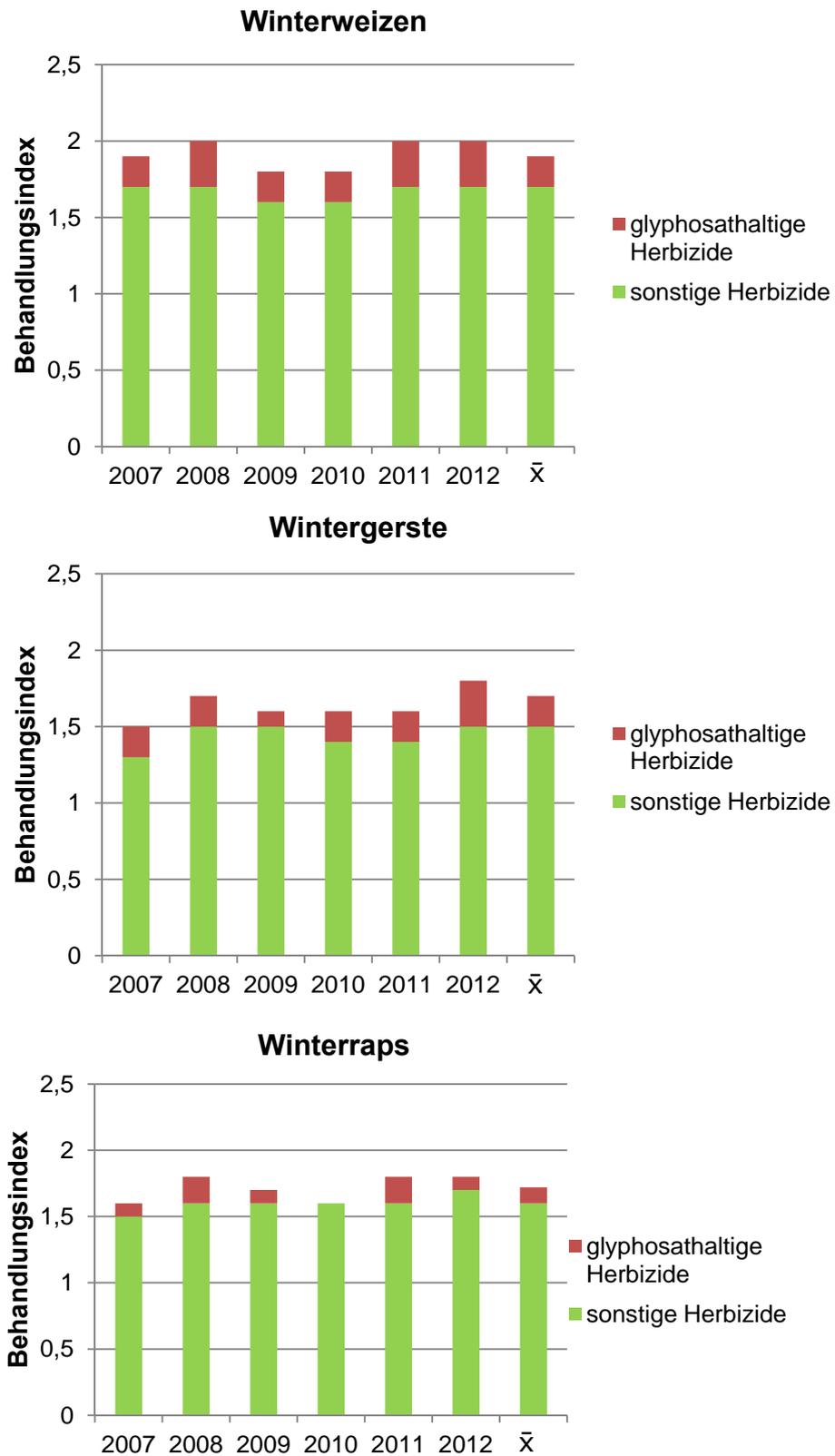


Abb. 9: Anteil glyphosathaltiger und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen und Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

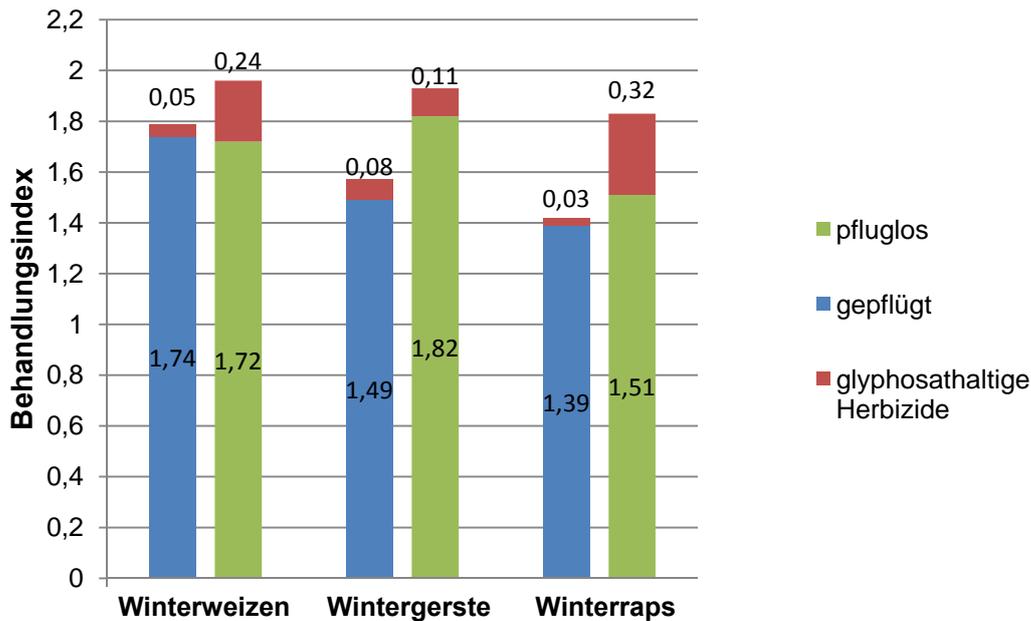


Abb. 10: Anteil glyphosathaltiger und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Tab. 14: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen bei der Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	\bar{x}
Winterweizen	64 %	60 %	55 %	57 %	62 %	66 %	61 %
Wintergerste	63 %	55 %	49 %	59 %	62 %	67 %	59 %
Winterraps	57 %	51 %	48 %	0 %	57 %	65 %	54 %

6.1.2.5 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Abbildung 11 veranschaulicht in der Zusammenfassung die mittleren Behandlungsindices für alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012.

Die Übersicht zeigt, dass die Anwendung von Herbiziden trotz großer Streuungen zwischen den Einzelfeldern in den 3 Kulturen und 6 Jahren mit einer ähnlich hohen Intensität erfolgte. Trends einer Zu- oder Abnahme über die Jahre ließen sich nicht feststellen. Der mittlere Behandlungsindex lag bei 1,7.

Bei den Fungiziden fielen die hohen Intensitäten in Winterweizen auf, zwischen den Jahren hielten sich die Unterschiede jedoch in Grenzen. Auffällig war hingegen die Zunahme der Fungizidanwendungen in Winterraps in der Blüte bis 2012.

Insektizide wurden in Winterraps wie erwartet mit der höchsten Intensität im Vergleich zu allen anderen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in allen 3 Kulturen verwendet. Die meisten Maßnahmen erfolgten gegen Kohlschotenrüssler und Rapsglankäfer. Bei den Insektizidanwendungen in Winterraps ließ sich zwischen 2007 und 2012 eine zunehmende Tendenz feststellen, die alle Schädlingsgruppen betrafen. Zunächst rückläufig, dann wieder zunehmend war hingegen die Anwendung von Insektiziden in der Wintergerste.

Wachstumsregler wurden in allen drei Kulturen relativ einheitlich mit einem Behandlungsindex von unter 1,0 angewendet, wenngleich doch der höchste Wert im Winterraps im Jahr 2012 auffiel. Es handelte sich dabei vor allem um Herbstbehandlungen, um das üppige Wachstum zu beruhigen.

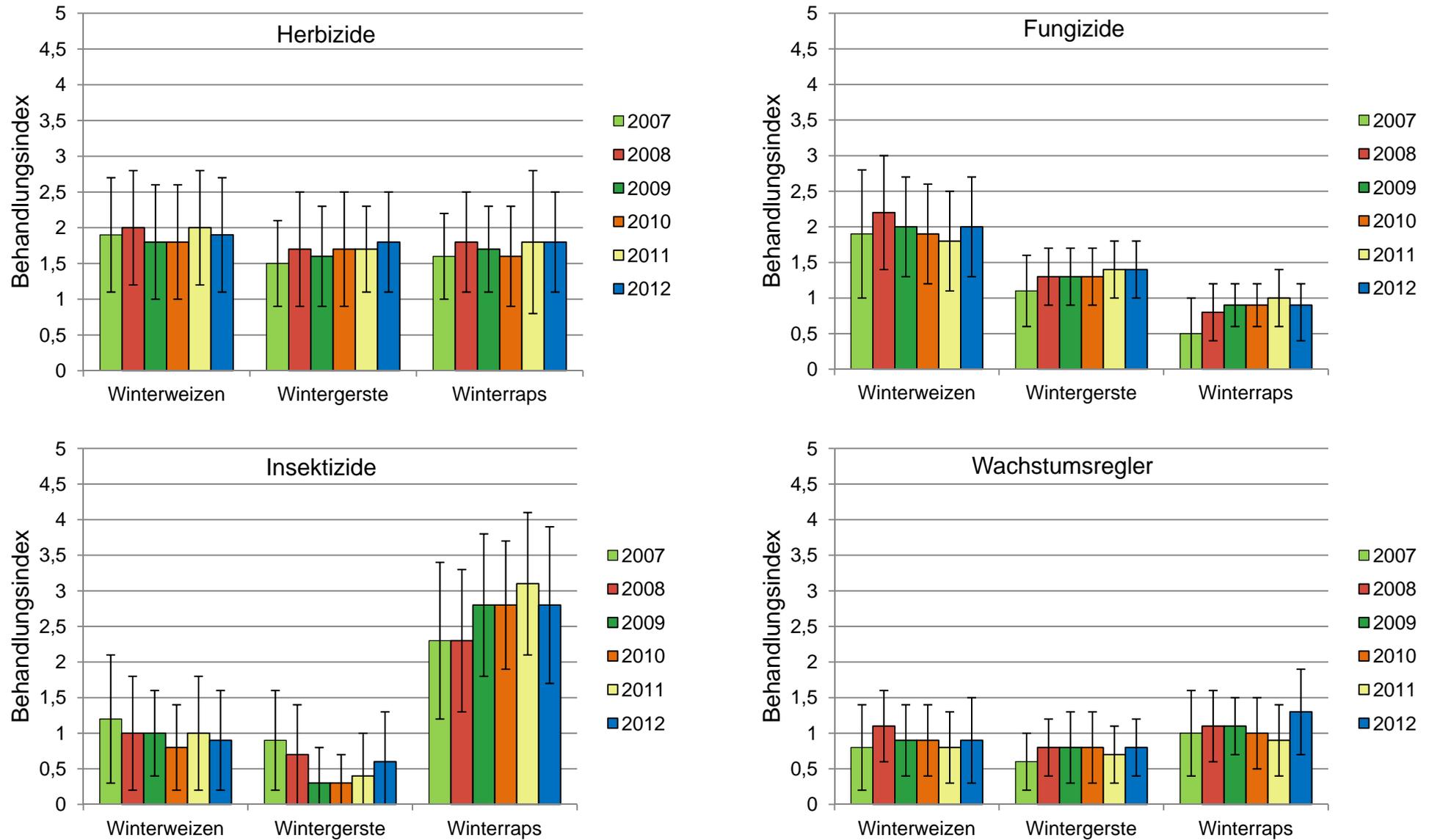


Abb. 11: Behandlungsindices in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012. Mittelwerte und Standardabweichungen

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

6.1.2.6 Die Anwendung von Beizmitteln in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Im Jahr 2012 konnten erstmalig auch die Beizmittel näher betrachtet werden, nachdem aus den Vergleichsbetrieben die entsprechenden Daten zusammen getragen wurden.

In den Vergleichsbetrieben wurde im Winterweizen nahezu immer fungizid-gebeiztes Saatgut verwendet. Auf wenigen Feldern kam auch elektronen-gebeiztes Saatgut zum Einsatz. Insektizide Beizen fanden dagegen in den Vergleichsbetrieben keine Verwendung.

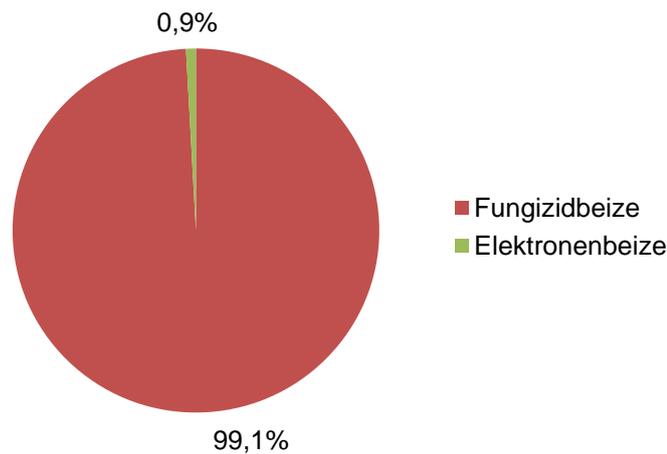


Abb. 12: Anteil verschiedener Beizen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland im Jahr 2012

In der Wintergerste zeigte sich ein ähnliches Bild, wenngleich der Anteil des elektronen-gebeizten Saatguts geringfügig höher lag und in immerhin 3 % der Fälle gar keine Beizung erfolgte (Abbildung 13). Aufgrund der Zulassungssituation wurden keine insektiziden Beizen verwendet.

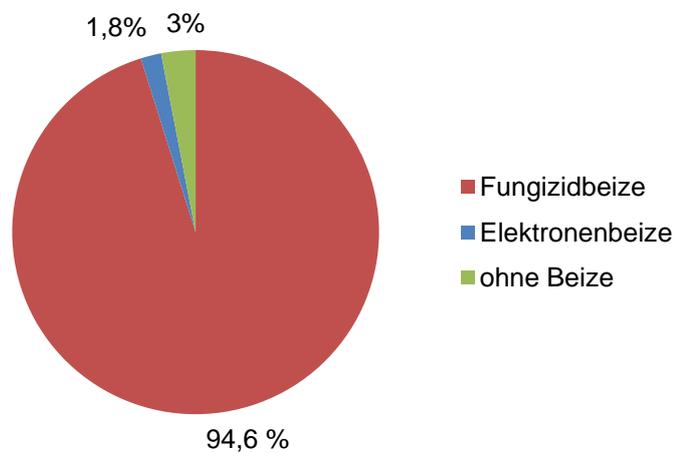


Abb. 13: Anteil verschiedener Beizen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland im Jahr 2012

Im Winterraps zeigte sich eine völlig andere Situation (Abbildung 14). Hier wurden in 96,0 % der Fälle insektizid- und fungizidgebeiztes Saatgut ausgebracht. Auf wenigen Feldern entschieden sich die Betriebe nur für eine Fungizidbeize.

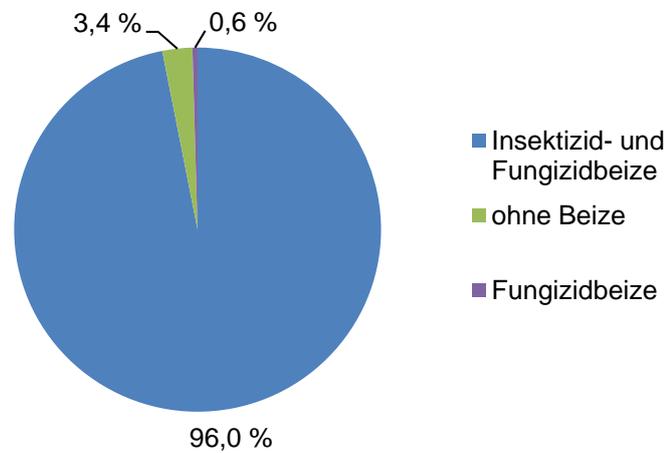


Abb. 14: Anteil verschiedener Beizen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland im Jahr 2012

6.1.2.7 Weitere Kulturen

In das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz wurden weitere Kulturen einbezogen, wenn in den Betrieben nicht jeweils drei 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 6 Jahren vorlagen. Dies betraf Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben. Tabelle 15 zeigt die Datenbasis. Es sind die zum Teil geringen Stichproben zu beachten. Aus diesem Grunde wurde auch auf statistische Analysen signifikanter Unterschiede verzichtet.

Tabelle 16 informiert über die berechneten Behandlungsindices: Erwartungsgemäß lagen die höchsten Behandlungsindices in **Kartoffeln**, wobei die Mittelwerte in den 6 Jahren in einem gewissen Maße variierten, besonders beeinflusst durch die unterschiedliche Intensität der Fungizidanwendungen. **Mais** zeigte mit Behandlungsindices von ca. 2,0 die geringste Pflanzenschutzintensität – es wurden in dieser Kultur 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, wengleich zwischen den Jahren größere Unterschiede, vor allem bei der Fungizidanwendung, vorkamen. Die Pflanzenschutzintensität in **Zuckerrüben** wurde durch Herbizidanwendungen geprägt, wobei in den letzten beiden Jahren 2011 und 2012 höhere Werte auffielen.

Tab.15: Anzahl der Schläge in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Summe
Kartoffeln	5	6	7	9	10	8	45
Mais	26	39	58	84	73	83	363
Triticale	8	7	17	15	19	24	90
Winterroggen	19	17	15	12	18	33	114
Zuckerrüben	24	24	29	34	39	41	191

Tab.16: Behandlungsindices in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
Herbizide							\bar{x}
Kartoffeln	1,7 (0,5)	2,5 (0,5)	2,2 (1,2)	2,4 (0,6)	3,1 (1,4)	3,1 (1,4)	2,5 (1,0)
Mais	1,8 (0,7)	2,5 (0,7)	1,9 (0,6)	2,0 (0,7)	2,2 (0,7)	2,2 (0,7)	2,1 (0,7)
Triticale	1,2 (0,5)	1,1 (0,5)	1,6 (0,7)	1,5 (0,5)	1,3 (0,5)	1,4 (0,5)	1,5 (0,8)
Winterroggen	1,6 (0,8)	1,5 (0,7)	1,2 (0,5)	1,2 (0,4)	1,2 (0,4)	1,2 (0,4)	1,3 (0,6)
Zuckerrüben	3,5 (1,3)	2,7 (0,8)	2,8 (0,9)	2,6 (1,0)	5,8 (1,8)	5,8 (1,8)	4,2 (2,2)
Fungizide							\bar{x}
Kartoffeln	16,5 (2,8)	14,4 (1,8)	10,8 (3,1)	10,7 (2,7)	10,3 (3,6)	10,3 (3,6)	11,8 (3,8)
Mais	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
Triticale	1,6 (0,3)	1,5 (0,5)	1,3 (0,5)	1,5 (0,3)	1,3 (0,3)	1,3 (0,3)	1,4 (0,5)
Winterroggen	2,1 (0,9)	1,6 (0,6)	1,0 (0,6)	1,1 (0,5)	1,1 (0,3)	1,1 (0,3)	1,5 (0,7)
Zuckerrüben	1,4 (1,0)	1,2 (0,8)	1,2 (0,8)	1,1 (1,0)	1,2 (0,9)	1,2 (0,9)	1,3 (1,0)
Insektizide							\bar{x}
Kartoffeln	1,9 (0,9)	0,2 (0,4)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,9 (0,9)	0,9 (0,9)	0,7 (0,9)
Mais	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,1)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,1)
Triticale	0,9 (0,7)	0,8 (0,7)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,7 (0,5)	0,7 (0,5)	0,6 (0,6)
Winterroggen	0,6 (0,8)	0,6 (0,8)	0,5 (0,7)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,4 (0,6)
Zuckerrüben	0,1 (0,5)	0,2 (0,5)	0,2 (0,5)	0,4 (0,8)	0,3 (0,4)	0,3 (0,4)	0,3 (0,7)
Wachstumsregler							\bar{x}
Kartoffeln	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,3 (0,5)	0,3 (0,5)	0,1 (0,3)
Mais	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
Triticale	0,7 (0,5)	0,9 (0,4)	0,5 (0,3)	0,7 (0,3)	0,5 (0,2)	0,5 (0,2)	0,6 (0,3)
Winterroggen	0,5 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,6)	0,6 (0,5)	0,5 (0,4)	0,5 (0,4)	0,7 (0,5)
Zuckerrüben	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
Gesamt							\bar{x}
Kartoffeln	20,3 (2,5)	17,1 (1,9)	13,4 (3,6)	13,8 (3,2)	14,6 (4,4)	14,6 (4,4)	15,3 (4,1)
Mais	1,8 (0,7)	2,5 (0,7)	1,9 (0,6)	2,0 (0,6)	2,2 (0,7)	2,2 (0,7)	2,1 (0,7)
Triticale	4,4 (1,6)	4,4 (1,6)	4,0 (1,4)	4,3 (0,9)	3,8 (1,1)	3,8 (1,1)	4,1 (1,4)
Winterroggen	4,8 (1,4)	4,4 (1,4)	3,5 (1,8)	3,1 (1,1)	2,9 (0,9)	2,9 (0,9)	3,9 (1,4)
Zuckerrüben	5,0 (1,8)	4,1 (1,4)	4,2 (1,2)	4,2 (1,9)	7,3 (2,3)	7,3 (2,3)	5,8 (2,7)

6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

6.1.3.1 Übersicht

Tabelle 17 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 2012. Die stärksten Reduktionen der Dosierung wurden bei Wachstumsreglern festgestellt: im Durchschnitt aller drei Kulturen um mehr als 50 %. Fungizide wurden in Winterweizen und Wintergerste um 40 bis 50 % reduziert. 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. Applikationen glyphosathaltiger Präparate vor der Aussaat wurden in der Tabelle 17 berücksichtigt. In der Tabelle 14 wurde bereits über die Dosierungen von glyphosathaltigen Herbiziden informiert. Dort ist zu entnehmen, dass die Glyphosatmittel mit ähnlich reduzierten Aufwandmengen verwendet wurden. Eine besondere Analyse zeigte außerdem, dass sie 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 14 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. 17: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Kultur	Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	\bar{x}
Winterweizen	Herbizide	67 %	69 %	68 %	69 %	76 %	71 %	70 %
	Fungizide	58 %	60 %	57 %	57 %	56 %	61 %	58 %
	Insektizide	87 %	89 %	91 %	92 %	96 %	91 %	91 %
	Wachstumsregler	46 %	44 %	44 %	44 %	44 %	42 %	44 %
Wintergerste	Herbizide	60 %	65 %	68 %	70 %	72 %	71 %	68 %
	Fungizide	56 %	54 %	52 %	52 %	54 %	57 %	54 %
	Insektizide	92 %	95 %	90 %	94 %	92 %	93 %	93 %
	Wachstumsregler	50 %	47 %	47 %	49 %	45 %	44 %	47 %
Winterraps	Herbizide	73 %	74 %	75 %	75 %	75 %	79 %	75 %
	Fungizide in der Blüte	90 %	85 %	85 %	83 %	80 %	83 %	84 %
	Insektizide	97 %	101 %	101 %	100 %	98 %	99 %	99 %
	Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte	48 %	52 %	48 %	47 %	48 %	51 %	49 %

6.1.3.2 Vergleich der Intensität von Tankmischungen und Einzelmaßnahmen bei Herbiziden

Bei der Analyse der Daten zu den Herbiziden und teilweise auch Fungiziden fiel auf, dass besonders häufig in Tankmischungen, infolge additiver oder synergistischer Wirkungen, bewusst mit reduzierten Aufwandmengen gearbeitet wird. In einer besonderen Analyse der 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 Durchwuchsraup-Bekämpfung in geringer Dosierung) nicht berücksichtigt. Während in Winterraps die Einzelanwendungen von Herbiziden überwogen 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 Einzelanwendung.

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 werden. 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.

Tabelle 18 informiert über die Häufigkeit der echten Teilflächenbehandlungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben im Mittel der Kulturen und der Jahre 2007 bis 2012.

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 %.

Tab. 18: Anzahl und Anteil der echten Teilflächenbehandlungen im Mittel der Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012, Mittelwerte

Kategorie	Behandelte Fläche	Schlagfläche < 20 ha	Schlagfläche < 50 ha	Schlagfläche > 50 ha	2007-2012 \bar{x}
Herbizide	Gesamt	5336	1350	1033	7719
	Teilfläche	167	94	123	384
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		3,03 %	6,51 %	10,64 %	3,74 %
Fungizide	Gesamt	5300	1263	1062	7625
	Teilfläche	20	18	12	50
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,38 %	1,41 %	1,12 %	0,65 %
Insektizide	Gesamt	2938	844	617	4399
	Teilfläche	22	30	34	86
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,74 %	3,43 %	5,22 %	1,92 %
Wachstumsregler	Gesamt	2946	742	547	4235
	Teilfläche	13	8	3	24
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,44 %	1,07 %	0,55 %	0,56 %
Wachstumsregler / Fungizide bis zur Blüte bei Winterraps	Gesamt	1185	408	386	1979
	Teilfläche	0	2	1	3
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,00 %	0,49 %	0,26 %	0,15 %

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 Aufwandsmengen 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 2012 erfolgten entsprechende Korrelationsanalysen (siehe nachfolgende Pearson'sche Korrelationskoeffizienten) für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, die zu folgenden Ergebnissen führten:

Winterweizen (2007-2012): $R = 0,0258$ $p = 0,3466$

Wintergerste (2007-2012): $R = -0,0241$ $p = 0,4490$

Winterraps (2007-2012): $R = 0,1074$ **$p = 0,0010$**

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 BI 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 6 Jahre überprüft. Die Analysen führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2012): $R = -0,0704$ **$p = 0,0127$**

Wintergerste (2007-2012): $R = 0,0081$ $p = 0,802$

Winterraps (2007-2012): $R = 0,0650$ $p = 0,0545$

Die Daten zeigen, dass nur für Winterweizen ein signifikanter, wenn auch sehr schwacher negativer Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße vorlag. Abbildung 15 veranschaulicht diese gesicherte Tendenz, d. h. je größer die Betriebe, desto niedriger der BI. Demgegenüber führten die Analysen für Wintergerste zu keinen statistisch gesicherten Zusammenhängen zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße.

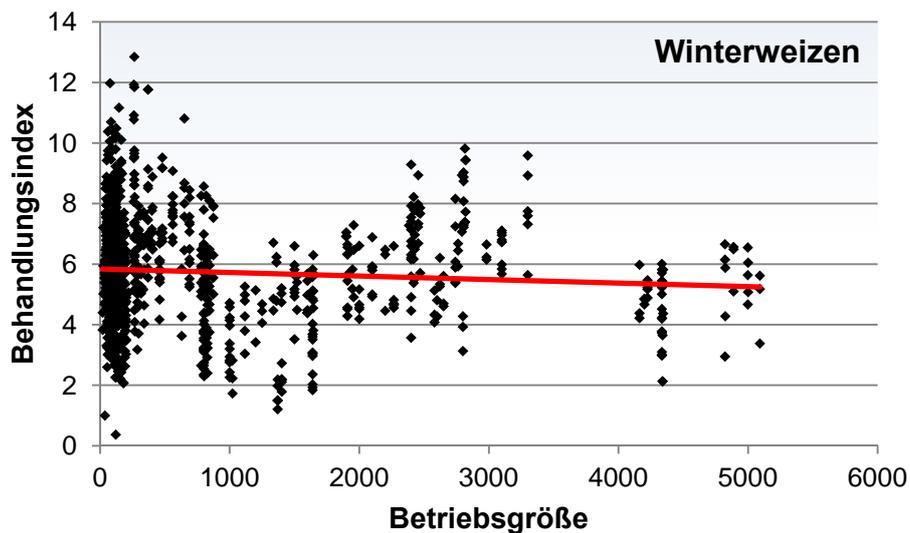


Abb. 15: Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2012

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 2012 mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Sie führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2012): $R = 0,1136$ $p = <0,0001$
 Wintergerste (2007-2012): $R = 0,2829$ $p = <0,0001$
 Winterraps (2007-2012): $R = -0,0991$ $p = 0,0033$

Das heißt, für alle 3 Kulturen wurden signifikante 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 Pflanzenschutzkategorien – signifikant allerdings nur bei den Insektizidanwendungen. Abbildung 17 veranschaulicht die gegensätzlichen Tendenzen in den 3 Kulturen.

Bei Betrachtung der einzelnen Jahre bestätigte sich dieser Trend in der Mehrheit der Fälle. Die Vermutung, dass die Behandlungsindices der Herbizide und der Wachstumsregler mit zunehmender Bodengüte steigen, bestätigte sich in allen 3 Kulturen mit hoher Signifikanz.

Außerdem erfolgte ein Vergleich der schlagbezogenen Behandlungsindices in einzelnen Werteklassen der Ackerzahl. In jeder Klasse wurden 10 Ackerzahlen zusammengefasst und der Mittelwert aus den dazugehörigen Behandlungsindices errechnet. Die Klassenmittelwerte wurden mit dem Simulate-Verfahren miteinander verglichen. Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps. Bei Winterweizen und Wintergerste nahm der mittlere schlagbezogene Behandlungsindex in den 4 Klassen von 60 Bodenpunkten abwärts signifikant ab. Dies war jedoch bei Winterraps nicht der Fall.

Zu beachten ist, dass die Klassenbildung der Ackerzahlen nach statistischen Gesichtspunkten erfolgte. Die Ertragsunterschiede und damit in Verbindung stehende Effekte innerhalb der niedrigen Ackerzahlenklassen sind deutlicher vorhanden als in den höheren Ackerzahlklassen.

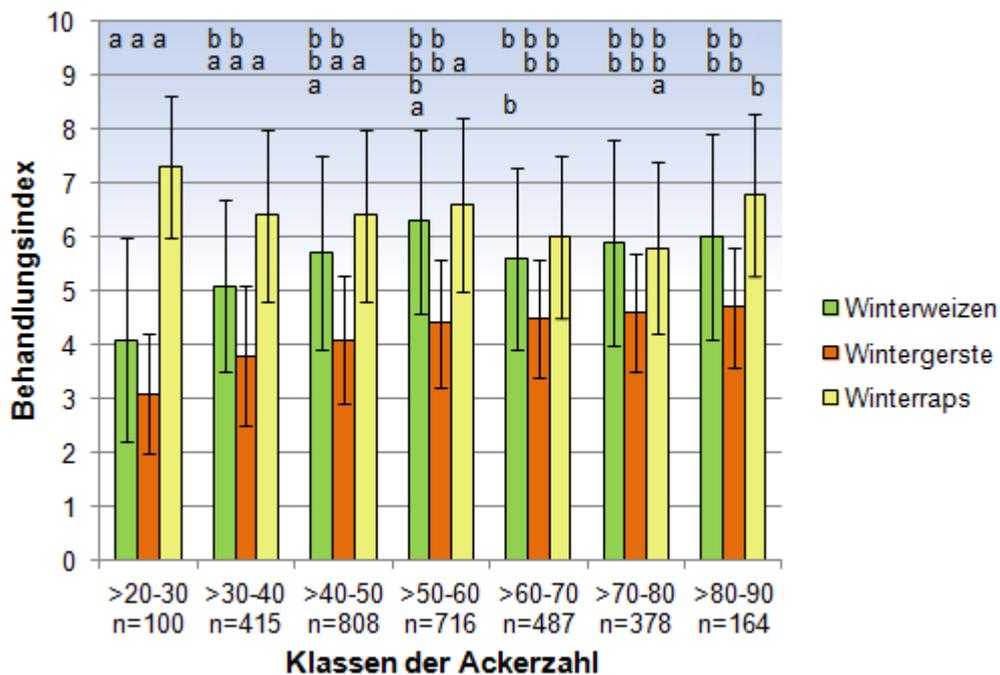


Abb. 16: Behandlungsindices für unterschiedliche Klassen der Ackerzahl in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2012, Mittelwerte und Standardabweichungen

Verschiedene Buchstaben in der gleichen Reihe symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Klassen

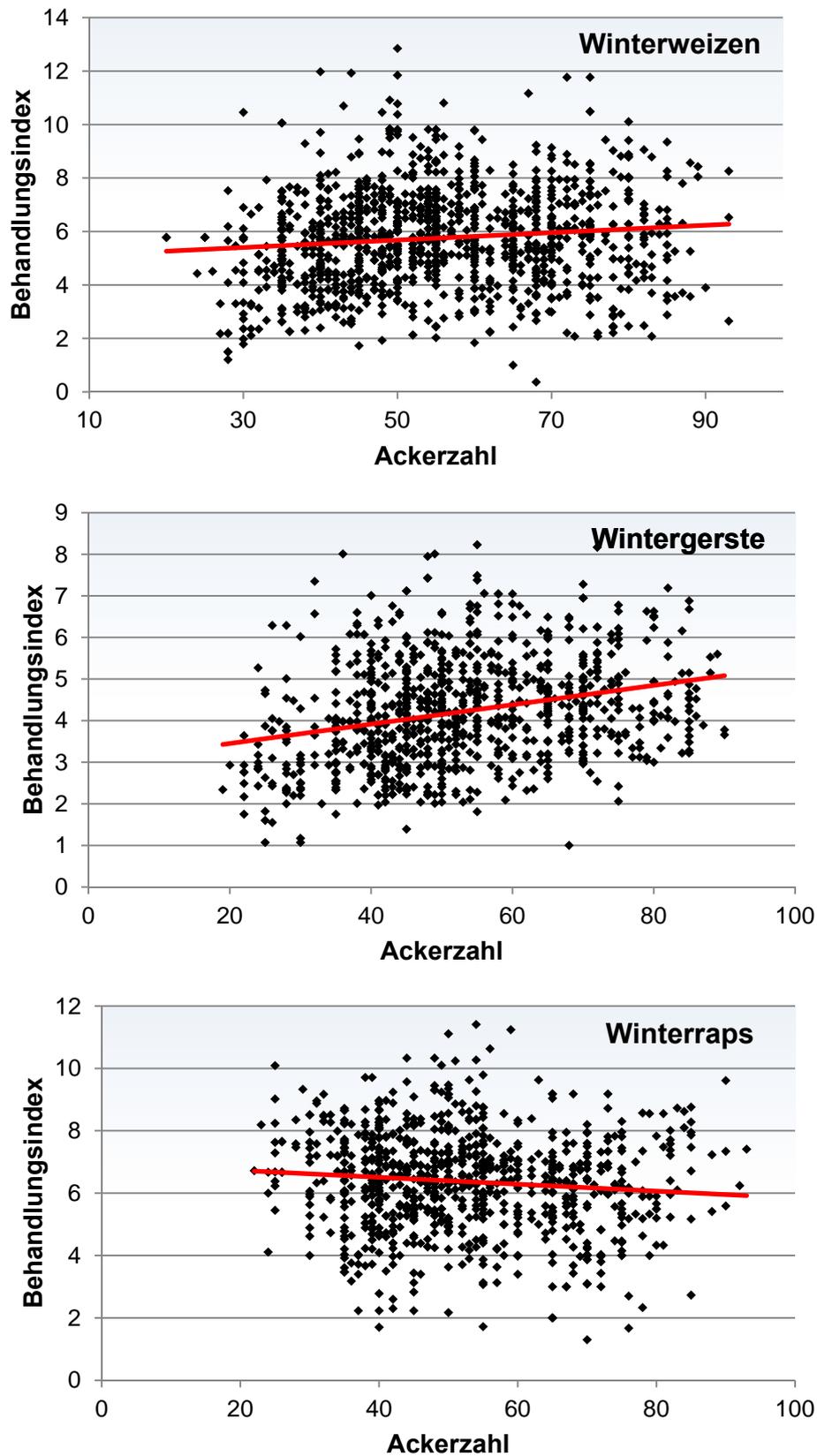


Abb. 17: Zusammenhang zwischen Ackerzahl und Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2012

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 2012 wurden mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Winterweizen (2007-2012): $R = 0,3840$, $p = <0,0001$
Wintergerste (2007-2012): $R = 0,2950$, $p = <0,0001$
Winterraps (2007-2012): $R = -0,0322$, $p = 0,4000$

Das heißt, für die beiden Getreidearten wurden signifikante positive Zusammenhänge zwischen Ertrag und Behandlungsindex nachgewiesen. Der Behandlungsindex nahm mit steigendem Ertrag zu. Bei Winterraps ließ sich kein entsprechender Zusammenhang erkennen.

Abbildung 18 veranschaulicht die signifikanten Zusammenhänge zwischen Ertrag und Gesamt-Behandlungsindex für Winterweizen und Wintergerste unter Berücksichtigung aller Einzelwerte.

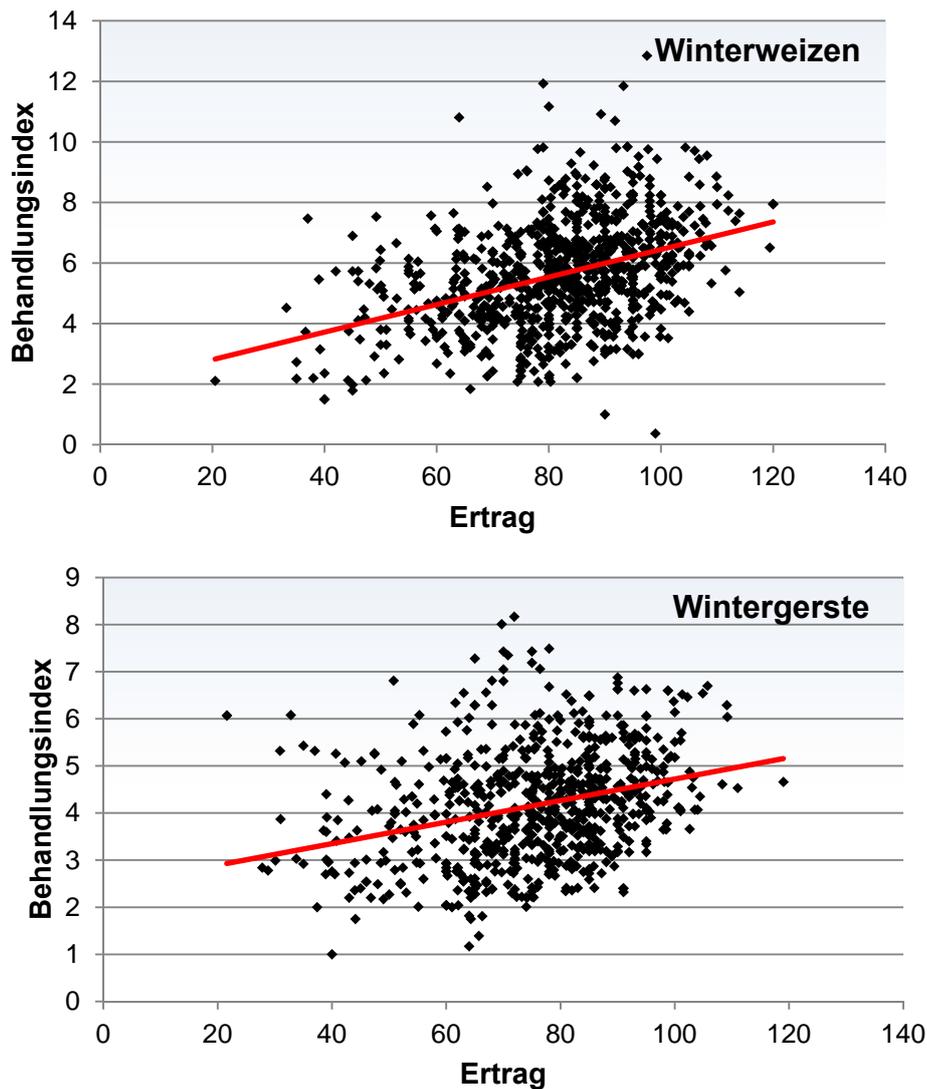


Abb. 18: Zusammenhang zwischen Ertrag und Behandlungsindex in Winterweizen und Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2012

6.1.5.5 Vorfrucht

Der Effekt der Vorfrucht wurde für jede Kultur und Pflanzenschutzmittel-Kategorie geprüft, Tabelle 19 zeigt die Ergebnisse im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2012. Da bei Wintereraps im Wesentlichen nur Wintergetreide als Vorfrucht vorkam, lohnte es sich nur bei Winterweizen und Wintergerste den Einfluss der unterschiedlichen Vorfrüchte auf die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität zu analysieren. Es erfolgten allerdings keine statistischen Analysen.

Die Herbizidanwendungen waren in Winterweizen nach Wintergetreide, Sommergetreide und Wintereraps etwas höher als nach Blattfrüchten und Mais. Bei Wintergerste waren keine klaren Tendenzen erkennbar.

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.

Tab. 19: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2012

Verschiedene Buchstaben in der gleichen Reihe symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Vorfrüchten

Vorfrucht					
Kultur	Wintergetreide	Sommergetreide	Winterraps	Mais	Blattfrüchte
Herbizide					
Winterweizen	2,0 (0,8) a a	2,0 (0,9)	2,0 (0,9) a a	1,7 (0,8) b	1,7 (0,8) b
Wintergerste	1,7 (0,7)	1,7 (0,7)	1,8 (0,7)	1,6 (0,6)	1,4 (0,7)
Winterraps	1,7 (0,7)	1,6 (0,5)	2,2 (0,0)	1,7 (0,4)	1,7 (0,3)
Fungizide					
Winterweizen	2,0 (0,8) a	2,0 (0,8)	2,0 (0,7)	1,9 (0,8) b	1,9 (0,8) b
Wintergerste	1,3 (0,4) a	1,2 (0,4)	1,3 (0,5) a	1,3 (0,4)	1,0 (0,6) b
Winterraps	0,9 (0,4)	0,8 (0,4)	0,7 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)
Insektizide					
Winterweizen	1,0 (0,7)	0,9 (0,6)	1,0 (0,7)	0,9 (0,7)	0,9 (0,8)
Wintergerste	0,5 (0,7)	0,3 (0,6)	0,5 (0,6)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)
Winterraps	2,7 (1,1)	2,4 (0,9)	3,0 (0,0)	2,5 (0,7)	2,7 (1,0)
Wachstumsregler bzw. Wachstumsregler/Fungizide					
Winterweizen	1,0 (0,5)	0,8 (0,7)	0,9 (0,5)	0,8 (0,4)	0,8 (0,5)
Wintergerste	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)	0,8 (0,4)	0,6 (0,4)	0,8 (0,4)
Winterraps	1,1 (0,5)	0,9 (0,5)	1,1 (0,0)	1,0 (0,4)	1,3 (0,2)

6.1.5.6 Bodenbearbeitung

Wie der Tabelle 20 zu entnehmen ist, hatte die Grundbodenbearbeitung einen Einfluss auf die Intensität der Herbizidanwendungen in allen 3 Kulturen. Bei pfluglosem Anbau waren infolge der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide in den 5 Jahren und im Durchschnitt der Jahre (Tabelle 21) fast immer höhere Behandlungsindices zu verzeichnen, wobei die Unterschiede häufig auch signifikant waren (Anwendung des Simulate-Verfahrens).

Bei **Winterweizen** erhöhte sich der Behandlungsindex bei pfluglosem Anbau im Durchschnitt aller Vorfruchtgruppen um 0,2, bei Winterraps sogar um 0,5, aber nicht nach Mais und Blattfrüchten. In der **Wintergerste** zeichnete sich ein etwas deutlicheres Bild ab: der mittlere Unterschied betrug 0,4. Die größte Differenz zwischen Pflug und pfluglos war nach Winterraps 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 6 Jahre hoch signifikanter Zuwachs der Herbizidaufwendungen bei pfluglosem Anbau um ca. 0,5 BI. Bei der Vorfrucht Sommergetreide erreichte der Unterschied 0,4 BI. Zu den Vorfrüchten Mais und Blattfrüchte lagen nur einzelne Daten vor.

Tab. 20: 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 2012

Vorfrucht	gepflügt		pfluglos		Überschreitungs- wahrscheinlichkeit (p)
	Schläge	BI	Schläge	BI	
Winterweizen					
Wintergetreide	155	2,0 (0,8)	89	2,1 (0,8)	0,6952
Sommergetreide	3	1,5 (0,1)	11	2,1 (0,9)	0,0275
Winterraps	98	1,6 (0,7)	470	2,1 (0,9)	< 0,0001
Mais	174	1,6 (0,6)	63	1,6 (0,6)	0,8860
Blattfrüchte	65	1,6 (0,8)	162	1,4 (0,7)	0,8749
Wintergerste					
Wintergetreide	533	1,6 (0,6)	224	2,0 (0,8)	< 0,0001
Sommergetreide	36	1,6 (0,6)	28	1,9 (0,5)	< 0,0001
Winterraps	19	1,3 (0,7)	45	2,0 (0,6)	0,0044
Mais	24	1,4 (0,3)	17	1,5 (0,6)	0,4156
Blattfrüchte	11	1,2 (0,2)	12	1,5 (0,5)	0,7917
Winterraps					
Wintergetreide	392	1,5 (0,6)	467	2,0 (0,7)	< 0,001
Sommergetreide	12	1,3 (0,6)	38	1,7 (0,3)	0,0043
Mais	0	- (-,-)	2	1,7 (0,4)	*
Blattfrüchte	1	1,5 (0,0)	5	1,9 (0,2)	*

* zu geringe
Datenbasis

6.1.5.7 Aussaattermin

Der Zusammenhang zwischen Aussaattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen wurde für **Winterweizen** analysiert. Tabelle 21 dokumentiert die Korrelationskoeffizienten mit den dazugehörigen Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Beziehung zwischen Aussaattermin (Nummer des jeweiligen Jahrestages) und Behandlungsindex. Dabei ergaben sich deutliche 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 6 Jahre signifikant.

Tab. 21: Einfluss des Aussaattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012, Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)

Jahr	Anzahl Schläge		Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler
2007	179	R	- 0,18	- 0,06	- 0,02	- 0,29
		p	0,0139	0,4164	0,8133	< 0,0001
2008	205	R	- 0,04	- 0,02	- 0,09	- 0,09
		p	0,5738	0,7301	0,2028	0,1796
2009	226	R	- 0,16732	0,02434	- 0,00688	- 0,21744
		p	0,0118	0,7159	0,9181	0,0010
2010	246	R	- 0,13532	- 0,16545	- 0,09821	- 0,21367
		p	0,0339	0,0093	0,1245	0,0007
2011	241	R	- 0,1739	- 0,130	0,116	- 0,248
		p	0,00641	0,0419	0,0693	< 0,0001
2012	231	R	- 0,0925	- 0,0869	- 0,0482	- 0,177
		p	0,00135	0,00260	0,0951	< 0,0001

Bei Fungiziden konnte in 3 der 6 Jahre eine signifikante schwach negative Korrelation zwischen dem Termin der Aussaat des Winterweizens und der Anwendungsintensität belegt werden. Die Insektizidanwendungen erwiesen sich als nicht abhängig vom Aussaattermin.

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, 2012). 83 % bzw. 77 % der **Winterweichweizensorten** (*Triticum aestivum* L.) verfügen über wirksame Mehltau- und Gelbrostresistenzgene und auch die quantitativ vererbte *Septoria*-Resistenz konnte in 46 % der aktuellen Weichweizensorten eingekreuzt werden.

In den Vergleichsbetrieben wurden im Jahr 2012 insgesamt 41 **Winterweizensorten** auf 208 Schlägen angebaut. Im Jahr 2007 waren es 46 Sorten auf 165 Schlägen. Abbildung 19 zeigt den Anteil Schläge mit den Boniturnoten 1 bis 9 für die Krankheiten Mehltau, *Septoria*-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium in den Jahren 2007, also zu Beginn des Projektes und 2012. Aufgrund der großen Unterschiede der Sorten bezüglich ihrer Resistenzausprägung gegenüber den wichtigsten Krankheiten wurde auf die Darstellung des mittleren Resistenzwertes verzichtet und die Krankheiten einzeln betrachtet.

2007 wurden auf 59 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehltaresistenz mit Noten von 1-3 angebaut. Der Anteil war im Jahr 2012 um 9 % höher und lag bei 68 %, der Anteil Schläge mit Sorten mit einer Note von 1-2 sank jedoch von 43 % auf nur noch 30 %. Im Gegensatz zur Mehltaresistenz, 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 um 10 % zugenommen und lag im Jahr 2012 bei 12 %. 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 2012 bereits 58 %, aber auch der Anteil hoch anfälliger Sorten mit Noten von 7-9 stieg auf 27 % an. Bei den Krankheiten Braunrost und Ährenfusarium nahm der Anteil Schläge mit resistenten Sorten leicht ab, aber es wurden vermehrt Sorten angebaut, die eine Note von 2 und somit eine sehr gute Resistenz aufwiesen.

Nur wenige Sorten zeigen eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber allen wichtigen pilzlichen Krankheiten. Im Jahr 2007 wurden auf 15 Schlägen (9 %) 7 Sorten angebaut, die eine mittlere Resistenzausprägung von 2,5-3,5 (Mittel der Noten für die Krankheiten Mehltau, *Septoria*-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium) aufwiesen. Im Jahr 2012 lag dieser Anteil bei 14 %. Zur Überprüfung inwiefern diese höhere Resistenzausprägung Einfluss auf die Intensität der Fungizidanwendungen hatte, wurde der mittlere BI der resistentesten Sorten der Jahre 2007 und 2012 mit dem mittleren BI aller angebauten Sorten verglichen. Der BI der 7 resistentesten Sorten im Jahr 2007 beträgt im

Mittel der 15 Schläge 1,6 der mittlere BI über alle Schläge beträgt 1,9. Auch im Jahr 2012 war der mittlere BI der resistentesten Sorten mit 1,83 niedriger als das Gesamtmittel von 2,0. Diese Unterschiede erwiesen sich jedoch als nicht signifikant.

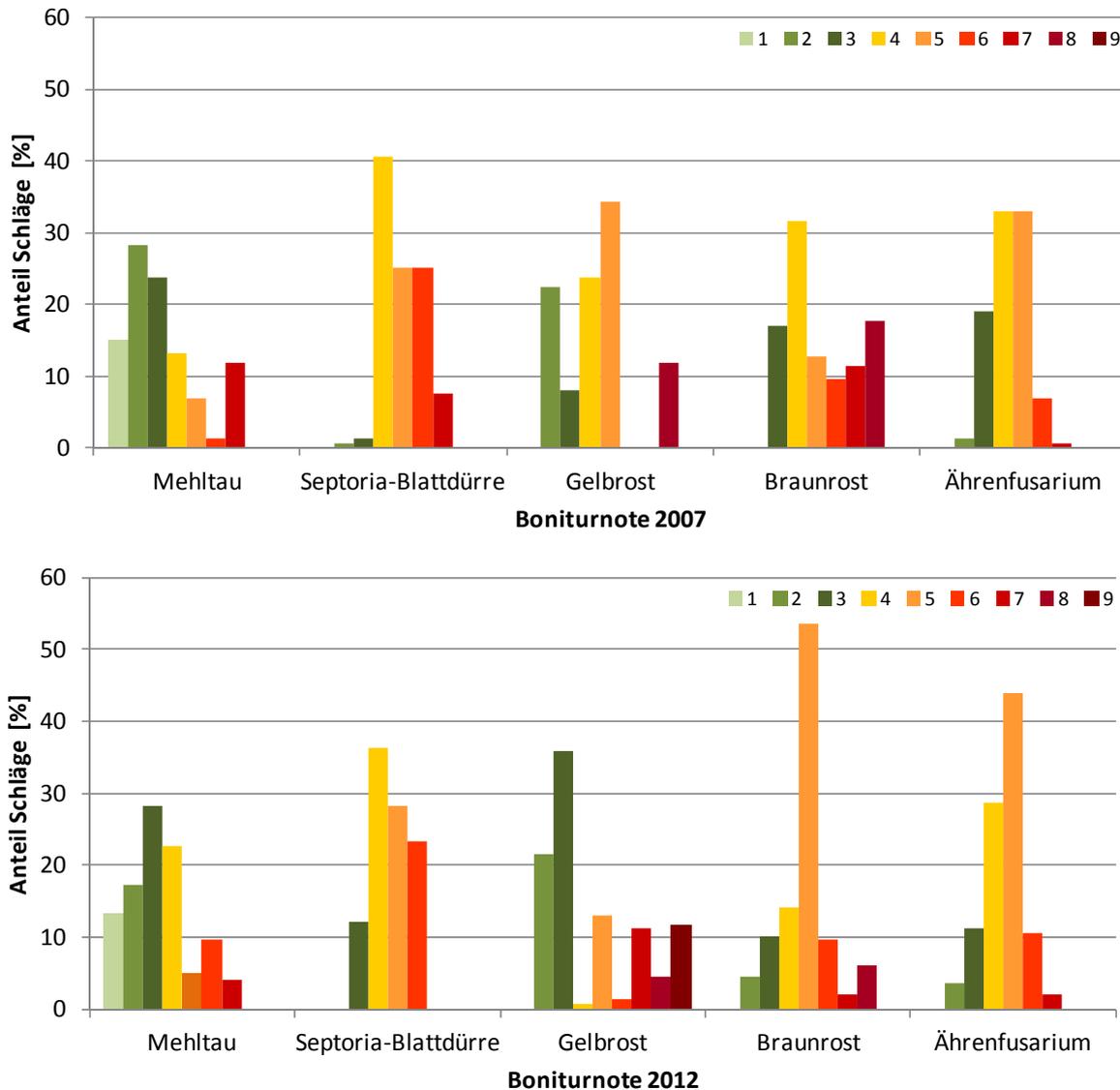


Abb. 19: Anteil Schläge im mit Boniturnoten von 1 bis 9 gegenüber den Krankheiten Mehltau, Septoria-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 und 2012

Im aktuellen **Sortenspektrum der Wintergerste** sind unterschiedliche Resistenzgene gegen die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost eingelagert (Anonymus 2012). 32 % bzw. 35 % der **Wintergerstensorten** verfügen über eine wirksame Mehltau- und Zwergrostresistenz. Resistenzen gegen die Krankheiten Netzflecken und Rhynchosporium konnten in nur 8 % bzw. 16 % der Sorten eingekreuzt werden.

In den Vergleichsbetrieben wurden im Jahr 2012 insgesamt 23 **Wintergerstensorten** auf 153 Schlägen angebaut. Im Jahr 2007 waren es 16 Sorten auf 101 Schlägen. In Abbildung 20 ist der Anteil Schläge mit den Resistenznoten 1 bis 9 für die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost zu Projektbeginn im Jahr 2007 und 2012 dargestellt.

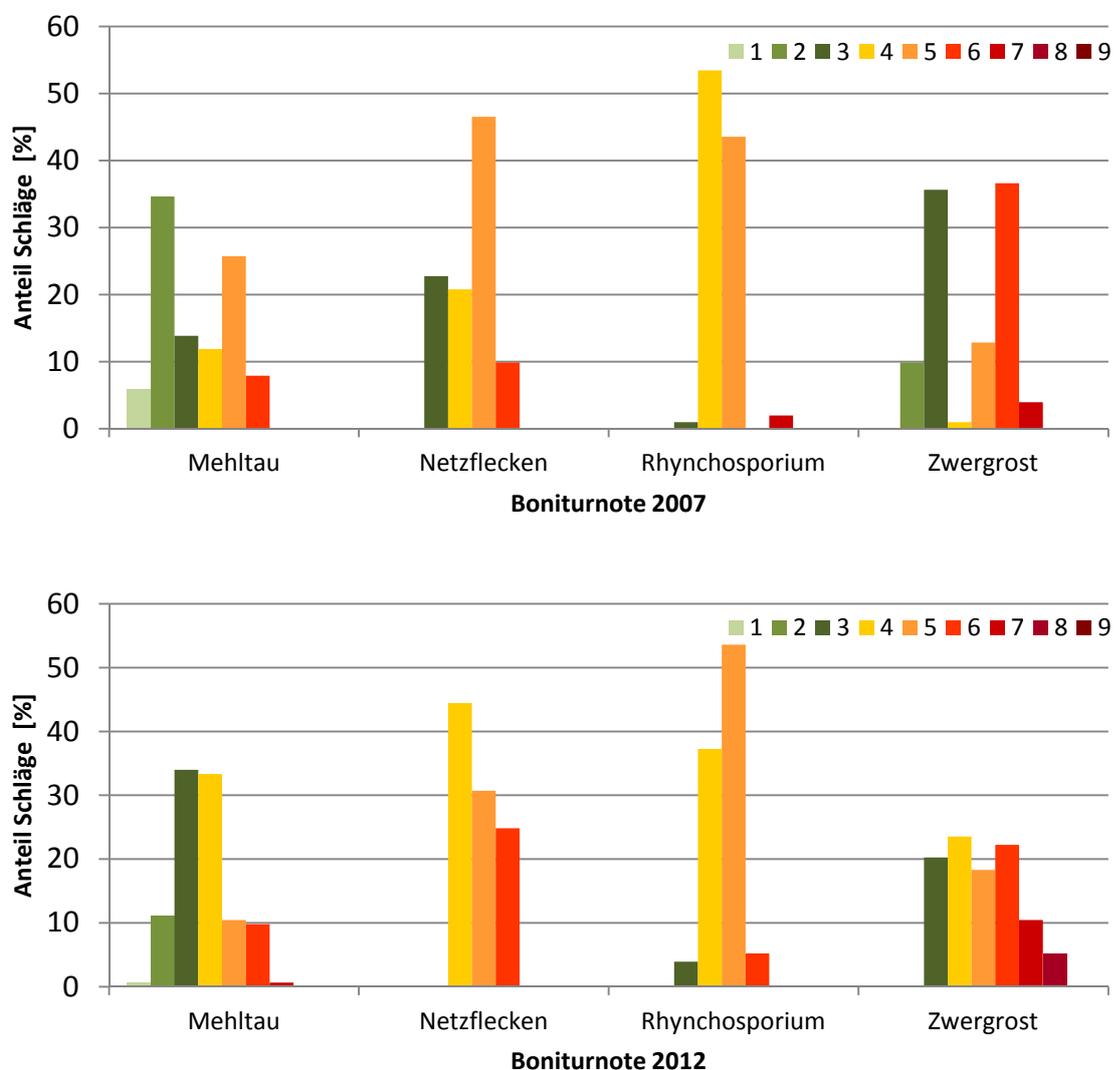


Abb. 20: Anteil Schläge mit Boniturnoten von 1 bis 9 gegenüber den Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost in Wintergerste in den Jahren 2007 und 2012

2007 wurden auf 54 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehltaresistenz mit Noten von 1-3 angebaut. Der Anteil war im Jahr 2012 um 8 % niedriger und lag bei 46 %. Zwergrostresistente Sorten wurden im Jahr 2007 auf 46 % der Schläge angebaut, im Jahr 2012 lag dieser Anteil bei nur noch 20 %. Der geringe Anteil Sorten mit einer wirksamen Rhynchosporiumresistenz von nur 4 % im Jahr 2012 ist auf den geringen Anteil resistenter Sorten im Sortenspektrum von nur 16 % zurückzuführen (Anonymus 2012). Im Jahr 2007 zeigten 6 Sorten (Laverda, Naomie, Alinghi, Passion, Merilyn, Fridericus) eine mittlere Resistenzausprägung (Mittel der Noten für die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost) von 3-3,5. Im Jahr 2012 waren es nur noch zwei Sorten (Kathleen, Metaxa). Gegenüber der wichtigsten Gerstenkrankheit den Netzflecken zeigte nur die Sorte Naomie im Jahr 2007 eine wirksame Resistenz mit einer Note von 3. Diese Wirksamkeit nahm im Laufe der Jahre ab, Naomie wurde im Jahr 2012 mit einer Note von 4 eingestuft. Diese Abnahme der Resistenz zeigte sich auch beim Mehltau. Während die Sorte Naomie im Jahr 2007 noch eine gut wirksame Resistenz mit einer Note von 2 aufwies, war diese im Jahr 2012 mit einer Note von 7 bereits überwunden.

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 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. Die detaillierten Ergebnisse sind der Arbeit von Seidel (2010) zu entnehmen. Nachfolgend die wesentlichen Aussagen.

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.

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. Methodische Einzelheiten enthält die Publikation Kamrath (2012).

Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für Winterweizen. Demnach 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 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.

Tab. 22: Kosten für Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (und Standardabweichungen)

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2007-2010
Kosten pro Maßnahme pro ha in €					\bar{x}
Herbizide	24,40 (13,42)	26,61 (15,14)	28,33 (15,20)	28,81 (14,46)	27,18 (14,70)
Fungizide	27,36 (11,40)	30,89 (11,84)	31,03 (12,60)	31,36 (12,57)	30,37 (12,26)
Insektizide	11,12 (2,85)	12,46 (3,65)	13,42 (3,87)	12,85 (3,72)	12,47 (3,64)
Wachstumsregler	9,47 (4,49)	9,45 (4,88)	10,69 (5,30)	11,41 (4,53)	10,35 (4,91)
Kosten für Behandlungsindex = 1,0 pro ha in €					\bar{x}
Herbizide	37,64 (11,06)	39,09 (12,03)	44,06 (13,50)	44,73 (16,83)	41,73 (14,08)
Fungizide	49,02 (8,86)	52,59 (8,22)	55,73 (9,00)	56,82 (10,01)	53,89 (9,55)
Insektizide	12,86 (2,88)	14,72 (4,31)	14,68 (4,36)	14,1 (3,15)	14,18 (3,84)
Wachstumsregler	20,87 (6,07)	21,46 (5,11)	24,68 (5,56)	26,45 (5,38)	23,67 (5,59)
Gesamtkosten pro ha und Anbaujahr in €					\bar{x}
Herbizide	69,12 (33,21)	75,53 (34,81)	75,56 (33,99)	74,12 (31,93)	73,79 (33,48)
Fungizide	89,24 (39,69)	111,34 (36,97)	111,00 (35,61)	106,80 (32,14)	105,32 (36,82)
Insektizide	15,02 (12,65)	14,40 (10,20)	15,04 (10,50)	11,33 (8,56)	13,81 (10,52)
Wachstumsregler	15,98 (11,31)	22,62 (9,97)	22,57 (11,85)	23,46 (11,87)	21,46 (11,65)

Tabelle 23 informiert über die Kosten der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben in Winterraps. Im Hinblick auf die Kosten pro Pflanzenschutzmaßnahme zeichnete sich ein ähnliches Bild wie beim Winterweizen ab: Herbizide und Fungizide (ab Blüte) sind 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.

Tab. 23: Kosten für Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2007-2010
Kosten pro Maßnahme pro ha in €					\bar{x}
Herbizide	49,77 (28,19)	52,84 (29,70)	50,77 (27,89)	49,95 (28,25)	50,84 (28,51)
Fungizide in der Blüte	39,86 (8,12)	40,60 (13,26)	42,65 (13,32)	41,50 (14,03)	41,35 (12,94)
Insektizide	16,52 (5,64)	16,70 (4,81)	17,28 (5,20)	16,58 (5,11)	16,78 (5,19)
Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte	24,21 (7,40)	25,88 (8,15)	25,52 (7,54)	22,59 (7,96)	24,47 (7,60)
Kosten für Behandlungsindex = 1,0 pro ha in €					\bar{x}
Herbizide	71,53 (14,45)	74,53 (14,64)	70,75 (13,77)	71,10 (13,51)	71,92 (14,11)
Fungizide in der Blüte	44,59 (7,25)	48,26 (7,20)	50,04 (7,71)	50,02 (7,01)	48,69 (7,54)
Insektizide	17,05 (4,12)	16,54 (3,16)	17,07 (2,64)	16,77 (3,20)	16,85 (3,29)
Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte	51,01 (6,24)	51,03 (7,57)	53,68 (7,37)	49,37 (6,30)	51,26 (7,08)
Gesamtkosten pro ha und Anbaujahr in €					\bar{x}
Herbizide	106,36 (28,59)	124,09 (36,71)	111,69 (29,22)	111,60 (34,41)	113,40 (33,01)
Fungizide in der Blüte	23,72 (20,04)	40,10 (18,87)	43,65 (16,66)	45,82 (15,85)	38,88 (19,77)
Insektizide	38,97 (20,18)	37,19 (16,66)	47,42 (17,91)	45,92 (15,22)	42,65 (17,97)
Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte	49,97 (29,58)	52,67 (21,91)	56,60 (22,75)	49,19 (21,28)	52,09 (24,03)

Abbildung 21 veranschaulicht in der Zusammenfassung die Gesamtkosten für die Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen und Winterraps im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2010. Die Grafik verdeutlicht, dass in Winterweizen die Fungizidanwendungen die höchste Kostenposition darstellen. 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.

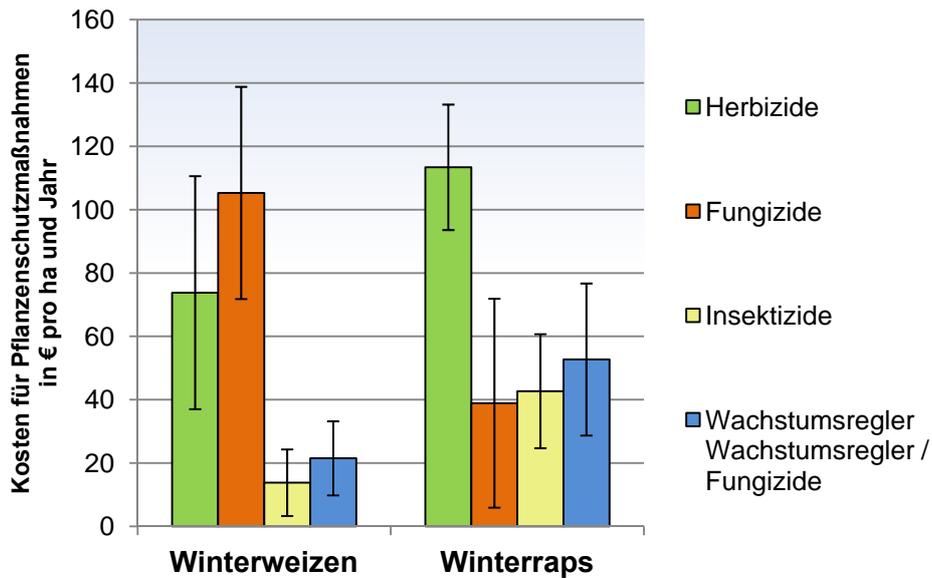


Abb. 21: Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Kategorien im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und Standardabweichungen

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 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 2012 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 Kategorie „kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale“ sowohl die mögliche Reduzierung der Dosis (auch im Zusammenhang mit der Kritik an der Mittelwahl) als auch unnötige Maßnahmen einschließen.

6.1.7.1 Winterweizen

Der Gesamt-Behandlungsindex in Winterweizen lag im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2012 bei 5,7. Abgesehen von einem höheren Wert im Jahr 2008 ließen sich nur moderate Unterschiede zwischen den Jahren feststellen, ein Trend war nicht zu erkennen. Der Anteil der Maßnahmen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lag in den Jahren 2007 bis 2012 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 24).

Die Intensität der Anwendung von **Herbiziden** war mit mittleren Behandlungsindices um 1,9 in den 6 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, so dass die mittlere Dosierung bei Tankmischungen bei ca. 50 % der zugelassenen Aufwandmenge lag. Teilflächenbehandlungen machten nur ca. 4 % aller Herbizidanwendungen aus, wobei jedoch festgestellt wurde: je größer die Schläge, desto höher der Anteil. 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.

Tab. 24: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
2007					
Anzahl Bewertungen	454	512	218	228	1412
notwendiges Maß	425	431	173	224	1253
Abweichungen vom	29	81	45	4	159
notwendigen Maß	6,4 %	15,8 %	20,6%	1,8 %	11,3 %
2008					
Anzahl Bewertungen	610	749	246	496	2101
notwendiges Maß	569	623	153	457	1802
Abweichungen vom	41	126	93	39	299
notwendigen Maß	6,7 %	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	31	90	80	18	219
notwendigen Maß	4,9 %	11,2 %	31,5 %	3,9 %	10,2 %

		Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
2010						
Anzahl Bewertungen		674	848	219	495	2236
notwendiges Maß		646	757	132	459	1994
Abweichungen	vom	28	91	87	36	242
notwendigen Maß		4,2 %	10,7 %	39,7 %	7,3 %	10,8 %
2011						
Anzahl Bewertungen		616	739	246	406	2007
notwendiges Maß		587	658	202	382	1829
Abweichungen	vom	29	81	44	24	178
notwendigen Maß		4,7 %	11,0 %	17,9 %	5,9 %	8,9 %
2012						
Anzahl Bewertungen		652	715	221	489	2077
notwendiges Maß		594	638	163	470	1865
Abweichungen	vom	58	77	58	19	212
notwendigen Maß		8,9 %	10,8 %	26,2 %	3,9 %	10,2 %
Abweichungen	vom	5,9 %	12,5 %	29,0 %	5,4 %	10,9 %
notwendigen Maß						
\bar{x} 2007-2012						

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 2012 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 ca. 87 % aller Maßnahmen, als angemessen. Ein Trend einer Abnahme oder Zunahme zeigte sich nicht. 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 (*Septoria tritici*), in allen 6 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 Schadpilze im Zusammenhang mit der Sortenwahl und den bereits genannten regionalen Einflüssen auf den Krankheitsdruck.

Die Anwendung von **Insektiziden** lag in den 6 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 6 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 Gerstengelverzweigungsvirus (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 2010 wurden bei 30 bis 40 % der Maßnahmen Abweichungen vom notwendigen Maß, daher 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 6 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 5 %.

6.1.7.2 Wintergerste

In Wintergerste lag der Gesamt-Behandlungsindex im Mittel der 6 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 erkennbar. Im Durchschnitt aller Pflanzenschutzmittel-Kategorien wurden in den Jahren 2007 bis 2012 89 % der Pflanzenschutzmaßnahmen als notwendiges Maß eingestuft (Tabelle 25). Die meisten kritischen Anmerkungen betrafen wie schon beim Winterweizen die Insektizidmaßnahmen und teilweise die Fungizidanwendungen.

In den 6 Jahren wurden mit Behandlungsindices um 1,7 nahezu gleich hohe Intensitäten der **Herbizidanwendungen** registriert. Bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Großregionen waren nicht zu erkennen. Die Aufwandmengen wurden um rund 1/3 reduziert. In Tankmischungen (etwa die Hälfte aller Maßnahmen) 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 54 % 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 vier 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 5 Jahren recht unterschiedlich. So machten sie in den Jahren 2007, 2011 und 2012 nur bei ca. 7 %, aber in den Jahren 2008 bis 2010 bei ca. 20 % der Fungizidmaßnahmen kritische Anmerkungen im Zusammenhang mit der Einhaltung des notwendigen Maßes. Tendenzielle Erkenntnisse konnten sich hieraus jedoch nicht ableiten.

Tab. 25: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
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 %	9,9 %	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	466	515	57	299	1324
notwendiges Maß	463	429	39	293	1227
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	86	18	6	125
	3,2 %	16,7 %	31,6 %	2,0 %	9,4 %
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	438	394	113	281	1226
notwendiges Maß	397	358	69	258	1082
Abweichungen vom notwendigen Maß	41	36	44	23	144
	9,4 %	9,1 %	38,9 %	8,2 %	11,7 %
Abweichungen vom notwendigen Maß	5,1 %	14,7 %	30,0 %	6,9 %	10,8 %
\bar{x} 2007-2012					

Die Anwendungen von **Insektiziden** gingen im Verlauf der 6 Jahre im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe von 0,9 im Jahr 2007, als ein besonders starkes Auftreten der Blattläuse als Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) verzeichnet wurde, auf 0,3 bis 0,6 BI in den letzten 4 Jahren zurück und lagen damit niedriger als in Winterweizen. Die Maßnahmen richteten sich nahezu ausnahmslos gegen die Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (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 2012 wurde allerdings häufig, d. h. bei ca. 30 % 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 26 informiert über die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps. In den Jahren 2007 bis 2012 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 6 Jahren berechneten Behandlungsindices, die von 5,4 im Jahr 2007 über 5,9, 6,4 und 6,4, 6,7 in den Folgejahren bis 6,9 im Jahr 2012 eine signifikante Zunahme zeigten, mit gewissen Abstrichen das notwendige Maß wider.

In Winterraps wurden **Herbizide** über die Jahre mit einer einheitlichen Intensität angewendet (ca. 1,7 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 sclerotium*) zwischen 2008 und 2012 mit ca. 0,9 BI auf einem konstanten Niveau lagen. Lediglich im Jahr 2007 war der Wert deutlich niedriger. Seinerzeit führten Unschärfen des Prognosemodells dazu, dass Bekämpfungen ausblieben, obwohl sie nötig waren. Ganz schwach deuteten sich etwas höhere Behandlungsindices in der Großregion Norden an. In der Blüte wurden bei den Fungizidanwendungen entsprechend der Empfehlungen deutlich höhere Dosierungen gewählt als in der Kategorie Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte, was die Anwender zum Teil mit dem größeren Vegetationsvolumen begründen. 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 6 Jahre ein einheitlicher Level von 1,0 BI ein, nur 2012 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. 12 % der Maßnahmen kritisch bewertet – eine ähnliche Rate wie bei den Fungizidanwendungen in der Blüte. Versuche der Länder belegten wiederholt, dass bei Herbstanwendungen von Fungiziden/Wachstumsreglern oft keine Wirtschaftlichkeit erreicht wurde (Anonymus, 2012).

Insektizide wurden in Winterraps in erwartungsgemäß hoher Intensität appliziert, allerdings mit einem kräftigen Zuwachs in den Jahren 2009 bis 2011. Zwischen den Großregionen zeigten sich insbesondere in den letzten Jahren Unterschiede, wobei die höchsten Anwendungen stets im Norden, 2012 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 in den Vergleichsbetrieben immer Insektizid-gebeizt gedrillt wurde. Außerdem gab es einige Hinweise, dass bei der Fungizidanwendung gegen Sklerotinia in der Blüte ein Insektizid gegen Schotenschädlinge vorsorglich zugesetzt wurde. Aber auch bei der Stängelrüssler- und Rapsglanzkäferbekämpfung wurden unnötige Maßnahmen konstatiert. Ein 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 auftraten und zudem zum Teil auch noch unerwartete Resistenzprobleme auftraten.

Tab. 26: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

		Herbizide	Fungizide in der Blüte	Insektizide	Wachstums- regler/ Fungizide bis zur Blüte	Σ
2007						
Anzahl Bewertungen		282	82	294	226	884
notwendiges Maß		268	79	228	200	775
Abweichungen	vom	14	3	66	26	109
notwendigen Maß		5,0 %	3,7 %	22,5 %	11,5 %	12,3 %
2008						
Anzahl Bewertungen		380	168	345	274	1167
notwendiges Maß		338	151	238	228	955
Abweichungen	vom	42	17	107	46	212
notwendigen Maß		11,1 %	10,1 %	31,0 %	16,8 %	18,2 %
2009						
Anzahl Bewertungen		393	169	437	335	1334
notwendiges Maß		355	148	366	297	1166
kritische Kommentare Hinweisen	mit auf	38	21	71	38	168
Reduktionspotentiale		9,7 %	12,4 %	16,2 %	11,3 %	12,6 %
2010						
Anzahl Bewertungen		430	195	499	377	1501
notwendiges Maß		409	175	410	347	1341
Abweichungen	vom	21	20	89	30	160
notwendigen Maß		4,9 %	10,3 %	17,8 %	7,9 %	10,7 %
2011						
Anzahl Bewertungen		429	198	510	299	1436
notwendiges Maß		413	181	453	262	1309
Abweichungen	vom	16	17	57	37	127
notwendigen Maß		3,7 %	8,6 %	11,2 %	12,4 %	8,8 %
2012						
Anzahl Bewertungen		466	125	496	471	1558
notwendiges Maß		448	97	392	407	1344
Abweichungen	vom	18	28	104	64	214
notwendigen Maß		3,9 %	22,4 %	21,0 %	13,6 %	13,7 %
Abweichungen notwendigen Maß	vom	5,3 %	11,3 %	19,1 %	12,2 %	12,6 %
̄ 2007-2012						

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 Zusammenhang. Eine gesicherte Interpretation dieser Ergebnisse fällt schwer.

Zwischen der **Betriebsgröße** und dem Behandlungsindex bestand nur bei Winterweizen ein schwacher, aber statistisch gesicherter negativer Zusammenhang. Da die großen Betriebe zumeist in der Großregion Osten liegen, könnte diese Tendenz teilweise aus den allgemein geringeren Fungizidanwendungen im Osten resultieren.

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 der Zusammenhang 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 zumindest bei Winterweizen und Wintergerste mit höherem Aufwand abgesichert zu werden.

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 beitrugen. 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 0,5 in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Grenzen, d. h. nicht alle pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt und wenn, dann oftmals mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

In Winterweizen ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation zwischen dem **Aussattermin** und der Anwendungsintensität von Herbiziden und Wachstumsreglern, zum Teil auch von Fungiziden, aber nicht bei Insektiziden.

Entgegen der Erwartung ließ sich bei der Analyse der in den Jahren 2007 und 2012 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 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.

6.1.7.4 Weitere Kulturen

Die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben ist Tabelle 27 zu entnehmen. Die Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Kartoffeln wurden durchweg als notwendiges Maß beurteilt. Auch die höheren Fungizidanwendungen im Jahre 2007 in Kartoffeln wurden von den zuständigen Beratern 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 1204 Bewertungen nur in den Jahren 2008 und 2011 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 mehr als 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 die im Vergleich zu den anderen Jahren höhere mittlere Behandlungsindices in den Jahren 2011 und 2012 auf, die durch Mehraufwendungen von Herbiziden infolge geringerer Bodenwirkung aufgrund von Trockenheit vor allem im Westen Deutschlands zustande kam. 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. 27: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
2007					
Anzahl Bewertungen	50	88	47	125	283
notwendiges Maß	50	88	47	123	262
Abweichungen vom	0	0	0	2	21
notwendigen Maß	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,60 %	7,40 %
2008					
Anzahl Bewertungen	133	143	50	118	276
notwendiges Maß	133	141	42	105	230
Abweichungen vom	0	2	8	13	46
notwendigen Maß	0,0 %	1,4 %	16,0 %	11,0 %	16,7 %
2009					
Anzahl Bewertungen	116	180	101	102	342
notwendiges Maß	116	180	90	93	303
Abweichungen vom	0	0	11	9	39
notwendigen Maß	0,0 %	0,0 %	10,9 %	8,8 %	11,4 %
2010					
Anzahl Bewertungen	145	292	98	62	364
notwendiges Maß	145	292	89	60	340
Abweichungen vom	0	0	9	2	24
notwendigen Maß	0,0 %	0,0 %	9,2 %	3,2 %	6,6 %
2011					
Anzahl Bewertungen	179	234	102	94	508
notwendiges Maß	179	225	89	87	462
Abweichungen vom	0	9	13	7	46
notwendigen Maß	0,0 %	3,5 %	12,7 %	7,4 %	9,0 %
2012					
Anzahl Bewertungen	131	267	159	230	529
notwendiges Maß	130	267	143	218	482
Abweichungen vom	1	0	16	12	47
notwendigen Maß	0,8 %	0,0 %	10,1 %	5,2 %	8,9 %

6.2 Freilandgemüsebau

6.2.1 Datengrundlage

Wie schon in Tabelle 2 dokumentiert, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2012 23, 27, 28, 17, 24 bzw. 27 Betriebe mit Freilandgemüse-Anbau beteiligt. Die Anzahl der Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die in die Auswertung einbezogen werden konnten, zeigt Tabelle 28. Leider standen im Jahr 2010 bei Weißkohl und 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. 28: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012 (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 (76)	25 (196)	14 (141)	6 (60)
2011	16 (177)	34 (303)	14 (121)	9 (141)
2012	16 (140)	27 (245)	13 (110)	9 (120)

6.2.2 Behandlungsindices

Tabelle 29 informiert über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) für Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012. 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 2012 bei **13,1, 9,2, 8,6, 8,6, 9,9** und **8,1**, 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 6 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. Abbildung 22 veranschaulicht die Ergebnisse dieser Analyse. Während sich die Herbizidanwendungen bei früher und später Aussaat nicht unterschieden, erkennt man eine leicht höhere Intensität der Fungizidanwendungen und eine um ca. 3,0 BI höhere Intensität der Insektizidspritzungen. Bei den Insektiziden war der Unterschied signifikant.

Möhren

Bei Möhren (Bundmöhren und Waschmöhren) betragen die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011 **7,1, 5,5, 6,0, 5,1, 6,4** und **7,5**. Die höheren Werte im Jahr 2007 und 2012 ergaben sich aus Mehraufwendungen bei Fungiziden und Insektiziden (2007) bzw. Herbiziden (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 6 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), **7,8** (2009), **8,8** (2010) **7,6** (2011) und **7,3** (2012) errechnen, die in allen 6 Jahren durch die relativ hohen Fungizidanwendungen geprägt wurden. Wenngleich die mittlere Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Spargel in den 6 Jahren sehr 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 6 Jahren nicht erkennen. Die NEPTUN-Aufnahme im Spargel im Jahr 2009 führte mit 7,8 exakt zum gleichen Behandlungsindex wie 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** und **10,1**. Die Mittelwerte verweisen auf relativ hohe Schwankungen zwischen den Jahren. 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. 29: Behandlungsindices in Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007 - 2012
Herbizide							\bar{x}
Weißkohl	1,1 (0,6)	1,1 (0,8)	1,1 (0,9)	1,4 (0,9)	1,5 (0,9)	1,5 (1,0)	1,3 (0,8)
Möhren	2,6 (1,2)	2,6 (1,0)	2,8 (1,0)	2,3 (0,9)	2,7 (1,0)	2,8 (0,9)	2,7 (1,0)
Spargel	1,9 (0,8)	1,4 (1,0)	1,6 (0,8)	1,7 (0,9)	1,6 (1,0)	1,7 (0,7)	1,6 (0,8)
Zwiebeln	4,8 (1,9)	4,0 (0,8)	3,4 (1,2)	3,2 (0,3)	4,2 (1,2)	3,4 (1,5)	3,7 (1,2)
Fungizide							\bar{x}
Weißkohl	3,5 (1,3)	3,0 (1,5)	3,1 (2,2)	2,0 (1,5)	3,1 (1,7)	1,8 (0,8)	2,8 (1,6)
Möhren	2,8 (1,5)	2,3 (1,1)	2,3 (1,6)	1,6 (1,4)	2,5 (2,2)	2,8 (2,1)	2,4 (1,7)
Spargel	4,4 (1,5)	5,3 (2,4)	4,3 (2,6)	5,3 (3,1)	4,6 (2,6)	4,3 (1,8)	4,7 (2,4)
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)	4,0 (2,1)
Insektizide							\bar{x}
Weißkohl	8,4 (5,3)	5,1 (3,1)	4,4 (2,3)	5,2 (3,2)	5,3 (2,6)	4,8 (2,6)	5,5 (3,5)
Möhren	1,7 (1,4)	0,7 (1,1)	0,8 (1,0)	1,1 (1,5)	1,2 (1,4)	1,1 (1,5)	1,1 (1,3)
Spargel	1,7 (1,5)	1,8 (1)	1,3 (1,2)	1,7 (1,5)	1,4 (1,7)	1,3 (1,8)	1,5 (1,4)
Zwiebeln	4,7 (0,6)	1,4 (1,2)	1,7 (1,9)	1,0 (0,0)	1,2 (0,5)	1,3 (1,3)	1,6 (1,4)
Gesamt							\bar{x}
Weißkohl	13,0 (6,1)	9,2 (4,5)	8,6 (2,9)	8,6 (3,3)	9,9 (4,0)	8,1 (3,1)	9,6 (4,4)
Möhren	7,1 (2,6)	5,5 (1,8)	6,0 (2,2)	5,1 (2,5)	6,4 (2,8)	6,8 (3,0)	6,1 (2,5)
Spargel	7,9 (2,6)	8,4 (3,6)	7,8 (3,3)	8,8 (4,0)	7,6 (3,4)	7,3 (3,2)	7,8 (3,4)
Zwiebeln	16,1 (3,6)	9,1 (2,7)	8,9 (5,5)	6,4 (0,4)	9,9 (1,1)	9,2 (0,9)	9,3 (3,5)

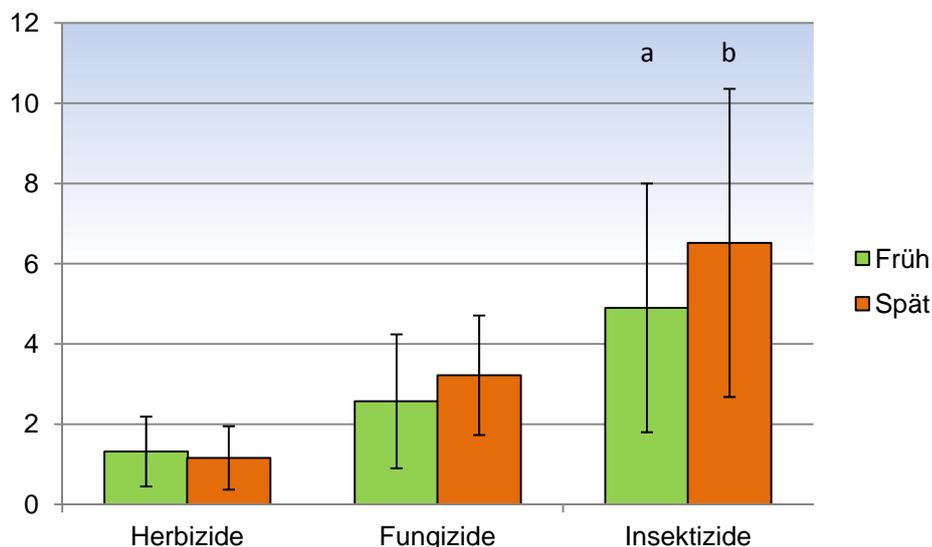


Abb. 22: Behandlungsindices bei Klassifizierung der Aussattermine in Früh (bis 14.05., n=53) und Spät (ab 15.05., n=33), in Weißkohl in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2012, Mittelwerte und Standardabweichungen

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Klassen

6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Tab. 30: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Kultur	Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Weißkohl	Herbizide	56 %	63 %	79 %	82 %	61 %	79 %
	Fungizide	96 %	94 %	98 %	100 %	95 %	96 %
	Insektizide	98 %	100 %	100 %	99 %	98 %	99 %
Möhren	Herbizide	63 %	61 %	60 %	59 %	54 %	52 %
	Fungizide	97 %	99 %	96 %	97 %	100 %	100 %
	Insektizide	100 %	100 %	100 %	100 %	98 %	98 %
Spargel	Herbizide	66 %	77 %	69 %	63 %	63 %	62 %
	Fungizide	87 %	95 %	98 %	98 %	97 %	96 %
	Insektizide	100 %	96 %	100 %	97 %	100 %	100 %
Zwiebeln	Herbizide	63 %	57 %	50 %	58 %	50 %	49 %
	Fungizide	95 %	100 %	99 %	100 %	100 %	100 %
	Insektizide	100 %	95 %	82 %	100 %	95 %	100 %

Die Betriebe haben Herbizide in allen 4 Gemüsekulturen in der Regel mit deutlich reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tabelle 30). Dagegen wurden Fungizide und Insektizide fast ausschließlich mit der zugelassenen Dosis appliziert. Zwischen den 6 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 (Bundmöhren 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 31, 32 und 33 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 feststellen, dass im Jahr 2007 eine deutlich höhere Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen zu verzeichnen war als in den Folgejahren und im Norden mehr Fungizide, im Süden jedoch mehr Insektizide verwendet wurden. Dies stand im Einklang mit einem 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 ist, dass Fungizide in deutlich höheren Dosierungen – im Durchschnitt mit 97 % der maximalen Aufwandmenge - appliziert wurden als 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. 26 % 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 beiden Jahren 2011 und 2012 von den Experten auffällig weniger kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale abgegeben, so dass in diesen beiden Jahren 91 % aller Maßnahmen positiv bestätigt wurden.

Tab. 31: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weißkohl (Frischvermarktung) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
2007				
Anzahl Bewertungen	27	52	121	200
notwendiges Maß	27	46	99	172
Abweichungen vom	0	6	22	28
notwendigen Maß	(0,0 %)	(11,5 %)	(18,2 %)	(14,0 %)
2008				
Anzahl Bewertungen	33	61	92	186
notwendiges Maß	30	53	76	159
Abweichungen vom	3	8	16	27
notwendigen Maß	(9,1 %)	(13,1 %)	(17,4 %)	(14,5 %)
2009				
Anzahl Bewertungen	18	43	60	121
notwendiges Maß	13	28	46	87
Abweichungen vom	5	15	14	34
notwendigen Maß	(27,8 %)	(34,9 %)	(23,3 %)	(28,1 %)
2010				
Anzahl Bewertungen	12	14	37	63
notwendiges Maß	9	12	29	50
Abweichungen vom	3	2	8	13
notwendigen Maß	(33,3 %)	(16,7 %)	(27,6 %)	(26,0 %)
2011				
Anzahl Bewertungen	38	53	86	177
notwendiges Maß	37	51	73	161
Abweichungen vom	1	2	13	16
notwendigen Maß	(2,6 %)	(3,9 %)	(15,1 %)	(9,0 %)
2012				
Anzahl Bewertungen	30	30	80	140
notwendiges Maß	27	30	71	128
Abweichungen vom	3	0	9	12
notwendigen Maß	(10,0 %)	(0,0 %)	(11,3 %)	(8,6 %)

Bei **Möhren** (Wasch- und Bundmöhren) 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), 93 % (2010), 96 % (2011) und 93 % (2012), von den Experten als notwendiges Maß bestätigt, wobei sich die meisten kritischen Äußerungen auf die Fungizidanwendungen, teilweise aber auch auf die Herbizid- und Insektizidanwendungen konzentrierten. 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. 32: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Wasch- und Bundmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
2007				
Anzahl Bewertungen	88	57	27	172
notwendiges Maß	79	39	25	143
Abweichungen vom	9	18	2	29
notwendigen Maß	(10,2 %)	(31,6 %)	(7,4 %)	(16,9 %)
2008				
Anzahl Bewertungen	142	77	22	241
notwendiges Maß	127	60	21	208
Abweichungen vom	15	17	1	33
notwendigen Maß	(10,6 %)	(22,1 %)	(4,6 %)	(13,7 %)
2009				
Anzahl Bewertungen	150	73	26	249
notwendiges Maß	147	54	23	224
Abweichungen vom	3	19	3	25
notwendigen Maß	(2,0 %)	(26,0 %)	(11,5 %)	(10,0 %)
2010				
Anzahl Bewertungen	109	46	28	183
notwendiges Maß	107	43	20	170
Abweichungen vom	2	3	8	13
notwendigen Maß	(1,8 %)	(6,5 %)	(28,6 %)	(7,1 %)
2011				
Anzahl Bewertungen	178	84	41	303
notwendiges Maß	171	83	38	292
Abweichungen vom	7	1	3	11
notwendigen Maß	(3,9 %)	(1,2 %)	(7,3 %)	(3,6 %)
2012				
Anzahl Bewertungen	160	85	35	280
notwendiges Maß	145	82	34	261
Abweichungen vom	15	3	1	19
notwendigen Maß	(9,4 %)	(3,5 %)	(2,9 %)	(6,8 %)

Die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf den **Spargelfeldern** unterschieden sich in den 6 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 5 Folgejahren fanden 97 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen die Zustimmung der Experten. Die wenigen kritischen Kommentare betrafen im Wesentlichen Fungizidanwendungen.

Tab. 33: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
2007				
Anzahl Bewertungen	5	14	2	21
notwendiges Maß	5	12	0	17
Abweichungen vom	0	2	2	4
notwendigen Maß	(0,0 %)	(14,3 %)	(100%) ¹	(19,0 %) ¹
2008				
Anzahl Bewertungen	23	72	24	119
notwendiges Maß	22	71	23	116
Abweichungen vom	1	1	1	3
notwendigen Maß	(4,3 %)	(1,4 %)	(4,2 %)	(2,5 %)
2009				
Anzahl Bewertungen	32	61	18	111
notwendiges Maß	30	61	18	109
Abweichungen vom	2	0	0	2
notwendigen Maß	(6,3 %)	(0,0 %)	(0,0 %)	(1,8 %)
2010				
Anzahl Bewertungen	38	76	25	139
notwendiges Maß	38	69	25	132
Abweichungen vom	0	7	0	7
notwendigen Maß	(0,0 %)	(9,2 %)	(0,0 %)	(5,0 %)
2011				
Anzahl Bewertungen	35	66	20	121
notwendiges Maß	35	62	19	116
Abweichungen vom	0	4	1	5
notwendigen Maß	(0,0 %)	(6,1 %)	(5,0 %)	(4,1 %)

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
2012				
Anzahl Bewertungen	35	58	17	110
notwendiges Maß	35	55	17	107
Abweichungen vom	0	3	0	3
notwendigen Maß	(0,0 %)	(5,2 %)	(0,0 %)	(2,2 %)

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

6.3 Obstbau

6.3.1 Datengrundlage

Tabelle 34 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, wie auch die Verwirrungstechnik mit Pheromonen, den Insektiziden zugeordnet. Rodentizide wurden wegen ungenauer Datenlage nicht ausgewertet.

Tab. 34: 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 2012 (ohne Rodentizide)

Anbaugebiet	2007	2008	2009	2010	2011	2012
DE	37 (1645)	53 (2091)	56 (2486)	56 (2591)	57 (2245)	54 (2562)
Norden	18 (796)	17 (698)	18 (776)	18 (776)	18 (672)	18 (792)
Mitte	7 (290)	21 (709)	23 (1003)	23 (970)	21 (790)	18 (766)
Süden	12 (559)	15 (684)	15 (707)	18 (845)	18 (783)	18 (1004)

6.3.2 Behandlungsindices

Bei der Berechnung der Behandlungsindices im Obstbau 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 2012 in der Summe aller chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen Behandlungsindices von **33,5**, **29,8**, **33,8**, **33,8**, **29,5** und **32,8** berechnet (Tabelle 35). 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 35 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 mittleren Behandlungsindices von 24,3 (2007), 22,5 (2008), 26,2 (2009), 26,2 (2010), 22,6 (2011) und 26,1 (2012) am höchsten. Die NEPTUN-Erhebung im Jahr 2007 führte zu einem etwas kleineren Wert (21,8) als der, der im selben Jahr in den Vergleichsbetrieben ermittelt wurde. 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 6 Jahren (DE gesamt: 7,8, 6,3, 6,6 6,0, 5,8 und 5,5) 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. 35: Behandlungsindices im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
Herbizide							\bar{x}
DE	1,1 (0,9)	0,6 (0,8)	0,9 (0,4)	0,9 (0,4)	1,0 (0,4)	1,0 (0,4)	0,9 (0,6)
Norden	0,8 (0,5)	0,7 (0,4)	0,8 (0,6)	0,6 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,4)
Mitte	0,7 (1,3)	0,3 (0,5)	1,0 (0,3)	1,1 (0,4)	1,0 (0,4)	1,0 (0,4)	0,8 (0,6)
Süden	1,6 (1,0)	1,1 (1,1)	0,8 (0,2)	1,0 (0,4)	1,2 (0,3)	1,3 (0,4)	1,2 (0,6)
Fungizide							\bar{x}
DE	24,3 (6,3)	22,5 (7,8)	26,2 (6,0)	26,2 (6,6)	22,6 (6,8)	26,1 (6,0)	24,8 (6,6)
Norden	26,4 (3,9)	24,6 (6,0)	26,6 (7,0)	28,0 (6,0)	24,5 (6,0)	29,7 (4,3)	26,0 (5,7)
Mitte	24,7 (5,6)	19,6 (8,8)	27,1 (4,5)	25,1 (5,1)	22,4 (4,9)	26,3 (4,6)	24,2 (5,5)
Süden	21,1 (8,3)	24,4 (7,1)	24,5 (9,6)	26,1 (8,8)	20,9 (6,3)	22,2 (6,8)	23,1 (7,3)
Insektizide/Akarizide¹							\bar{x}
DE	7,8 (2,9)	6,3 (3,4)	6,6 (3,5)	6,0 (2,3)	5,8 (3,0)	5,5 (1,7)	6,2 (3,0)
Norden	7,1 (1,9)	6,4 (1,9)	4,7 (1,0)	3,9 (1,5)	3,5 (1,5)	4,3 (0,8)	5,0 (1,4)
Mitte	9,7 (5,7)	6,4 (4,9)	8,3 (4,9)	7,2 (3,3)	7,2 (3,5)	5,6 (2,2)	7,1 (3,8)
Süden	7,9 (1,6)	6,0 (1,8)	6,7 (1,8)	7,0 (2,1)	6,5 (2,0)	6,6 (0,7)	6,8 (1,7)
Wachstumsregler							\bar{x}
DE	0,3 (0,5)	0,3 (0,6)	0,3 (0,5)	0,2 (0,4)	0,1 (0,3)	0,4 (0,7)	0,3 (0,5)
Norden	0,2 (0,4)	0,7 (0,9)	0,3 (0,4)	- (-)	0,1 (0,3)	- (-)	0,2 (0,3)
Mitte	- (-)	0,2 (0,3)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)	0,2 (0,3)	0,2 (0,4)	0,1 (0,2)
Süden	0,5 (0,6)	0,2 (0,4)	0,5 (0,6)	0,4 (0,7)	0,1 (0,3)	1,0 (1,1)	0,5 (0,6)

¹ einschließlich Pheromone

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
	Gesamt						\bar{x}
DE	33,5 (6,9)	29,8 (10,3)	33,8 (7,6)	33,8 (8,5)	29,5 (7,3)	32,8 (6,6)	32,2 (8,2)
Norden	34,5 (4,8)	32,3 (6,7)	32,3 (6,9)	32,6 (6,7)	28,8 (7,1)	34,8 (4,8)	31,9 (6,4)
Mitte	35,1 (6,9)	26,5 (12,6)	36,4 (8,3)	34,4 (7,8)	30,8 (7,2)	32,8 (6,6)	32,3 (7,9)
Süden	31,1 (9,1)	31,8 (9,3)	32,5 (7,6)	34,5 (11,1)	28,7 (7,8)	30,9 (7,7)	31,5 (8,6)

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 ca. um ein Viertel reduzierten Aufwandmengen gearbeitet (Tabelle 36). 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 2012 erreichte der Mittelwert schließlich bei 95 % der maximalen Aufwandmenge. Bei den Akariziden lagen die Aufwandmengen etwas höher, allerdings mit abnehmender Tendenz, allerdings im Jahr 2012 wieder deutlich höher. Kamen Pheromone zum Einsatz, wurde die vorgeschlagene Anzahl Dispenser pro ha zumindest in den letzten 4 Jahren strikt eingehalten. Die wenigen Wachstumsregleranwendungen erfolgten mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

Tab. 36: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Herbizide	86 %	68 %	70 %	72 %	79 %	72 %
Fungizide	88 %	90 %	88 %	88 %	82 %	89 %
Insektizide	63 %	67 %	73 %	74 %	91 %	95 %
Pheromone	52 %	80 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Akarizide	98 %	90 %	85 %	86 %	75 %	88 %
Wachstumsregler	50 %	70 %	62 %	61 %	44 %	44 %

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Tabelle 37 fasst die Ergebnisse der Bewertungen in den Jahren 2007 bis 2012 zusammen. Dabei fällt auf, dass in den 6 Jahren ein sehr hoher Anteil der Maßnahmen als notwendiges Maß eingestuft wurde. Die Fälle mit kritischen Kommentaren lagen in den Jahren 2007 bis 2012 nur bei 5,5 %, 5,4 %, 8,3 %, 4,7 %, 4,3 % und 6,1 %. 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. 37: Bewertung der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012 durch Experten der Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf das notwendige Maß

	Herbizide	Fungizide	Insektizide/ Akarizide ¹	Wachstums- regler	Σ
2007					
Anzahl Bewertungen	82	1010	443	18	1553
notwendiges Maß	82	952	415	18	1467
Abweichungen vom	0	58	28	0	86
notwendigen Maß	(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	0	77	34	0	111
notwendigen Maß	(0,0 %)	(5,5 %)	(6,7 %)	(0,0 %)	(5,4 %)
2009					
Anzahl Bewertungen	176	1698	530	20	2424
notwendiges Maß	175	1534	494	20	2223
Abweichungen vom	1	164	36	0	201
notwendigen Maß	(0,6 %)	(9,7 %)	(6,8 %)	(0,0 %)	(8,3 %)
2010					
Anzahl Bewertungen	194	1886	420	19	2519
notwendiges Maß	191	1793	398	19	2401
Abweichungen vom	3	93	22	0	118
notwendigen Maß	(1,6 %)	(4,9 %)	(5,2 %)	(0,0 %)	(4,7 %)
2011					
Anzahl Bewertungen	200	1571	307	15	2093
notwendiges Maß	200	1502	285	15	2002
Abweichungen vom	0	69	22	0	91
notwendigen Maß	(0,0 %)	(4,4 %)	(6,3 %)	(0,0 %)	(4,3 %)
2012					
Anzahl Bewertungen	258	1815	430	49	2552
notwendiges Maß	255	1698	394	49	2396
Abweichungen vom	3	117	36	0	156
notwendigen Maß	(1,2 %)	(6,4 %)	(8,4 %)	(0,0 %)	(6,1 %)

¹ einschließlich Pheromone

Herbizide wurden in den meisten Fällen 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 2012 gebietsweise unterschiedlich stark auftrat. Apfelschorf wurde in den Jahren 2007 bis 2011 828-mal, 953-mal, 1218-mal, 1200-mal, 1017-mal und 1212-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 protektive 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) und 464-mal (2012) 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.

Auffällig war, dass der mittlere Behandlungsindex bei der ersten PAPA-Erhebung im Jahr 2011 mit 33,1 (Roßberg, 2013) erheblich höher war als bei den Vergleichsbetrieben (27,4), 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 2012 282-mal, 286-mal, 257-mal, 240-mal, 139-mal bzw. 168-mal als Indikation genannt. Als zweitwichtigste Schädlingsgruppe, wenn auch mit deutlichem Abstand, stellten sich die Blattläuse heraus. In den Jahre 2007 bis 2012 galten 67, 106, 101, 124, 139 bzw. 124 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 im Jahr 2007 von Ullrich und Freier (2010) zeigte, dass mit 1287 € 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 1231 € und bei 2215 € pro ha. Dies lag am unterschiedlichen Schaderregerauftreten und an der unterschiedlichen Ertragserwartung, bedingt durch den Standort und das Alter der Ertragsanlagen.

6.4 Weinbau

6.4.1 Datengrundlage

Für das Netz Vergleichsbetriebe Weinbau standen in den Jahren 2007 bis 2012 jeweils 9 Betriebe mit 23, 27, 24 und von 2010 bis 2012 27 Anlagen bzw. Bewirtschaftungseinheiten zur Verfügung. Diese relativ geringe Grundgesamtheit erlaubt angesichts der Unterschiedlichkeit der Weinanbaugebiete in Deutschland nur begrenzte Aussagen. Tabelle 38 veranschaulicht die Datengrundlage im Weinbau.

Tab. 38: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Rodentizide)

Anbaugebiet ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012
DE	23 (457)	27 (526)	24 (548)	27 (561)	27 (547)	27 (621)
3	3 (59)	3 (68)	3 (75)	3 (64)	3 (74)	3 (72)
4	3 (82)	3 (64)	3 (77)	3 (71)	3 (72)	3 (85)
5	3 (64)	3 (57)	3 (70)	3 (69)	3 (73)	3 (84)
6	3 (49)	3 (50)	3 (74)	3 (68)	3 (65)	3 (63)
7	3 (45)	3 (54)	3 (63)	3 (55)	3 (48)	3 (57)
10	6 (130)	6 (134)	3 (72)	6 (129)	6 (116)	6 (131)
11	2 (28)	6 (99)	6 (117)	6 (105)	6 (99)	6 (129)

¹ nach Deutscher Weinatlas (2002)

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 2012 für alle chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen bei **15,4, 16,3, 17,8, 16,1, 16,0** und **18,5** (Tabelle 39) 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 6 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. 39: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichung)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
Herbizide	0,3 (0,3)	0,2 (0,2)	0,3 (0,2)	0,2 (0,2)	0,3 (0,2)	0,3 (0,2)	0,3 (0,2)
Fungizide	14,0 (3,6)	14,7 (3,7)	16,0 (2,4)	14,8 (3,9)	14,3 (3,4)	16,8 (3,3)	15,1 (3,5)
Insektizide/ Akarizide ¹	1,0 (0,8)	1,2 (0,6)	1,4 (0,8)	1,2 (0,7)	1,4 (0,6)	1,4 (0,9)	1,3 (0,8)
Wachstums- regler	0,1 (0,2)	0,2 (0,4)	0,1 (0,3)	- (-)	- (-)	- (-)	0,1 (0,2)
Gesamt	15,4 (4,2)	16,3 (4,0)	17,8 (3,0)	16,1 (4,3)	16,0 (3,7)	18,5 (3,8)	16,8 (4,0)

¹ einschließlich Pheromone

6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Bei den Herbizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben wurde immer mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet (Tabelle 40), wobei sich die Anwendungen grundsätzlich auf die Unterstockstreifen konzentrierten. Im Vergleich zur Situation im Apfelanbau wurden die Fungizidaufwandmengen etwas stärker, jedoch mit 85 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 im Jahr 2012 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. 40: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Herbizide	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Fungizide	85 %	90 %	84 %	83 %	84 %	86 %
Insektizide	98 %	94 %	81 %	100 %	82 %	84 %
Pheromone	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Akarizide	71 %	81 %	87 %	91 %	67 %	100 %
Wachstumsregler	100 %	94 %	100 %	-	-	-

6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

In Tabelle 41 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. Dies lag daran, dass die Experten nur eine geringe Anzahl Bewertungen durchführten und sich dabei auf die Fälle mit positiver Bewertung konzentrierten.

Tab. 41: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2012

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Bewertungen	188	484	533	559	547	621
notwendiges Maß	187	462	524	545	525	591
Abweichungen vom	1	22	9	14	22	30
notwendigen Maß	(0,5 %)	(4,5 %)	(1,7 %)	(2,5 %)	(4,0 %)	(4,8 %)

Die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen wurde von den Pflanzenschutzdiensten zum Teil sehr genau erläutert. Das galt ganz besonders für die Bekämpfung des Echten Mehltaus der Rebe (*Uncinula necator*) (196, 222, 233, 237, 232 und 215 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2012) und der Reben-Peronospora (*Plasmopara viticula*) (143, 157, 158, 306, 205 und 212 Anwendungen). Weitere wichtige Indikationen waren die Graufäule (*Botrytis cinerea*) (35, 26, 26, 29, 30 und 26 Anwendungen) und Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) (26, 24, 18, 31, 32 und 7 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 lag erwartungsgemäß deutlich unter dem der Vergleichsbetriebe (18,5).

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 42). Im Jahr 2011 konnten erstmalig auch Betriebe aus dem Anbaugesbiet 5 Hallertau ausgewertet werden. Dadurch war auch dieses bayerische Anbaugesbiet in den Jahren 2011 und 2012 mit 9 von insgesamt 18 Anlagen repräsentativ vertreten.

Tab. 42: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Anbaugesbieten und in Deutschland (DE) in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Rodentizide)

Anbaugesbiet ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012
DE	6 (78)	17 (210)	14 (167)	10 (114)	18 (272)	18 (226)
2	3 (34)	3 (33)	3 (26)	3 (34)	3 (36)	3 (29)
3	3 (44)	3 (36)	3 (36)	3 (45)	3 (35)	3 (32)
4	0 (0)	11 (141)	8 (105)	4 (35)	3 (38)	3 (47)
5	-	-	-	-	9 (163)	9 (118)

¹ nach eigener Festlegung, siehe Tabelle 5

6.5.2 Behandlungsindices

Mit einem Behandlungsindex von **12,8, 8,7, 10,1, 9,4, 12,7** und **9,6** zählte Hopfen hinter Apfel und Wein noch zu den pflanzenschutzintensiven Kulturen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007 bis 2012. 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 und 6,8 sowie Insektiziden (einschließlich Akariziden) mit einem Behandlungsindex von 4,6, 2,9, 3,7, 2,4, 3,3 und 2,3 (Tabelle 43). Herbizide wurden in den Anlagen ein- bis 2-mal als Bandbehandlung (ca. 1/3 der Gesamtfläche) angewendet.

Tab. 43: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007 – 2012 \bar{x}
Herbizide	0,2 (0,2)	0,1 (0,1)	0,9 (0,7)	0,6 (0,5)	0,6 (0,5)	0,5 (0,4)	0,5 (0,5)
Fungizide	8,0 (1,2)	5,7 (1,5)	5,5 (0,9)	6,4 (2,7)	8,8 (3,1)	6,8 (1,1)	6,8 (2,3)
Insektizide/ Akarizide	4,6 (0,5)	2,9 (1,0)	3,7 (0,7)	2,4 (0,7)	3,3 (0,8)	2,3 (0,5)	3,1 (1,0)
Gesamt	12,8 (1,0)	8,7 (2,5)	10,1 (1,3)	9,4 (3,1)	12,7 (2,8)	9,6 (1,4)	10,4 (2,7)

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 44 auf die Gesamtfläche der Anlagen beziehen. Die anderen Pflanzenschutzmittel wurden in den Hopfenanlagen zumeist mit den zugelassenen bzw. leicht reduzierten Aufwandmengen appliziert. Bei der Insektiziden wurden im Jahr 2011 wiederholt Überdosierungen festgestellt (Tabelle 47).

Tab. 44: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2012

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Herbizide	36 % ¹	36 % ¹	47 % ¹	50 % ¹	38 % ¹	31 % ¹
Fungizide	98 %	70 %	87 %	85 %	85 %	79 %
Insektizide	100 %	98 %	100 %	88 %	105 %	100 %
Akarizide	83 %	95 %	100 %	92 %	99 %	91 %

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 45 dokumentieren die Ergebnisse der Bewertungen.

Die Experten stufte alle bewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (2007) bzw. 97 % (2008), 99 % (2009), 83 % (2010) 94 % (2011) und 88 % aller Maßnahmen als notwendiges Maß ein, wobei sich die kritischen Kommentare auf die Anwendung der Akarizide konzentrierten. Die gezielten Maßnahmen richteten sich gegen den Falschen

Mehltau des Hopfens (*Pseudoperonospora humuli*) (38, 115, 26, 55, 147 bzw. 87 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2011), den Echten Mehltau des Hopfens (*Spaerotheca humuli*) (11, 32, 32, 29, 43 bzw. 35 Anwendungen), die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) (12, 20, 26, 13, 20 bzw. 20 Anwendungen) und die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) (9, 20, 17, 10, 23 bzw. 25 Anwendungen).

Tab. 45: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2011

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Anzahl Bewertungen	47	207	167	114	249	201
notwendiges Maß	29	200	165	94	234	177
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	0	7	2	20	15	24
Reduktionspotentiale	(0,0 %)	(3,4 %)	(1,2 %)	(17,5 %)	(6,0 %)	(11,9 %)

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

Auf der Grundlage der vorliegenden Daten zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Vergleichsbetrieben wurde für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps das Risiko der angewendeten Pflanzenschutzmittel in den Jahren 2007 bis 2012 mit Hilfe des SYNOPS-Modells berechnet.

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 erhobenen Applikationsmuster der Vergleichsbetriebe mit der GIS-basierten Methode (SYNOPS-GIS) bewertet und die berechneten Risikoindizes auf nationaler Ebene aggregiert.

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 andere relevanter Strukturelemente in der Agrarlandschaft (Gewässer, Wege, Gehölze etc.) ermittelt werden. GIS-Prozeduren ermöglichen die Verknüpfung der digitalen Bodenkarte BÜK1000 (BRG, 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 23).

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 ausschließlich auf das chronische aquatische und terrestrische Risiko.

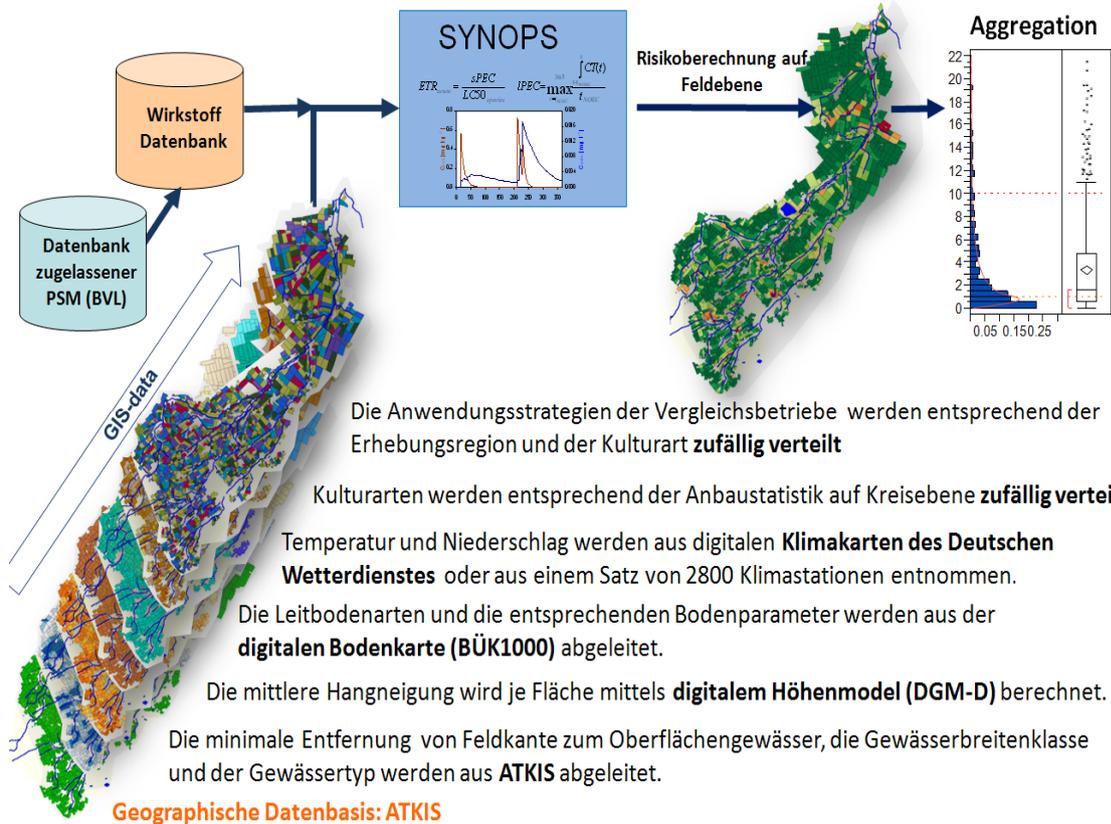


Abb. 23: Ablaufschema der GIS-basierten Risikoanalyse mit dem Indikator-Modell SYNOPSIS

7.1.2 Berechnung des Risikos je Anbaufläche

Beim chronischen Risiko wird die berechnete Exposition ($IPEC = \text{long-term predicted environmental concentration}$) dem Toxizitätswert $NOEC$ ($\text{no effect concentration}$) einzelner Referenzorganismen gegenübergestellt. Die Exposition ($IPEC$) berechnet sich aus dem gewichteten Mittelwert der Tageskonzentrationen ($CT(d)$) über einen Zeitraum von 21 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“ ($ETRC$) als Maximum aller Werte über die gesamte Vegetationsperiode wie folgt berechnet:

$$ETRC_{c(R.Organismus)} = \max_{d=1}^{365} \sum_{i=1}^i \frac{IPEC_{(d,Wirkstoff_i)}}{NOEC_{(R.Organismus,Wirkstoff_i)}} \quad \text{wobei} \quad IPEC_{(d)} = \frac{\int_{d-21}^d CT_{(d)}}{21}$$

Diese Berechnung wird für alle betrachteten Referenzorganismen eines Umweltkompartiments durchgeführt. Für aquatische Ökosysteme werden die Organismen Algen, Wasserlinse (*Lemna*), Wasserflöhe (*Daphnie*), Fische und Sedimentorganismen (*Chironomus*) berücksichtigt. Terrestrische Ökosysteme werden durch den Regenwurm und

die Honigbiene repräsentiert. Die aggregierten Risikowerte für beide Ökosysteme ergeben sich aus den Maxima der Einzelwerte:

$$ETR_{C(aquatisch)} = \max(ETR_{C(Alge)}, ETR_{C(Fisch)}, ETR_{C(Daphnie)}, ETR_{C(Lemna)}, ETR_{C(Chironomos)})$$

$$ETR_{C(terrestrisch)} = \max(ETR_{C(Regenwurm)}, ETR_{C(Biene)})$$

Die so berechneten Risikoindizes können entsprechend Tabelle 46 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 Gewässerrandstreifen berücksichtigt.

Tab. 46: Risikoklassen der mit SYNOPS berechneten ETR Werte

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

7.1.3 Aggregation der Risikowerte

Entsprechend den unterschiedlichen Umweltbedingungen der einzelnen landwirtschaftlichen Flächen berechnet SYNOPS-GIS eine Bandbreite an Risikoindizes für jedes Applikationsmuster. Die so berechneten Risikoindizes werden in einer Geo-Datenbank gespeichert und im ersten Schritt 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 der Applikationsmuster und eine detaillierte Analyse der Muster mit hohen Risikoindizes möglich. In Abbildung 24 sind die Verteilungen der aquatischen Risikoindizes für drei Applikationsmuster mit unterschiedlich hohem Risiko exemplarisch dargestellt.

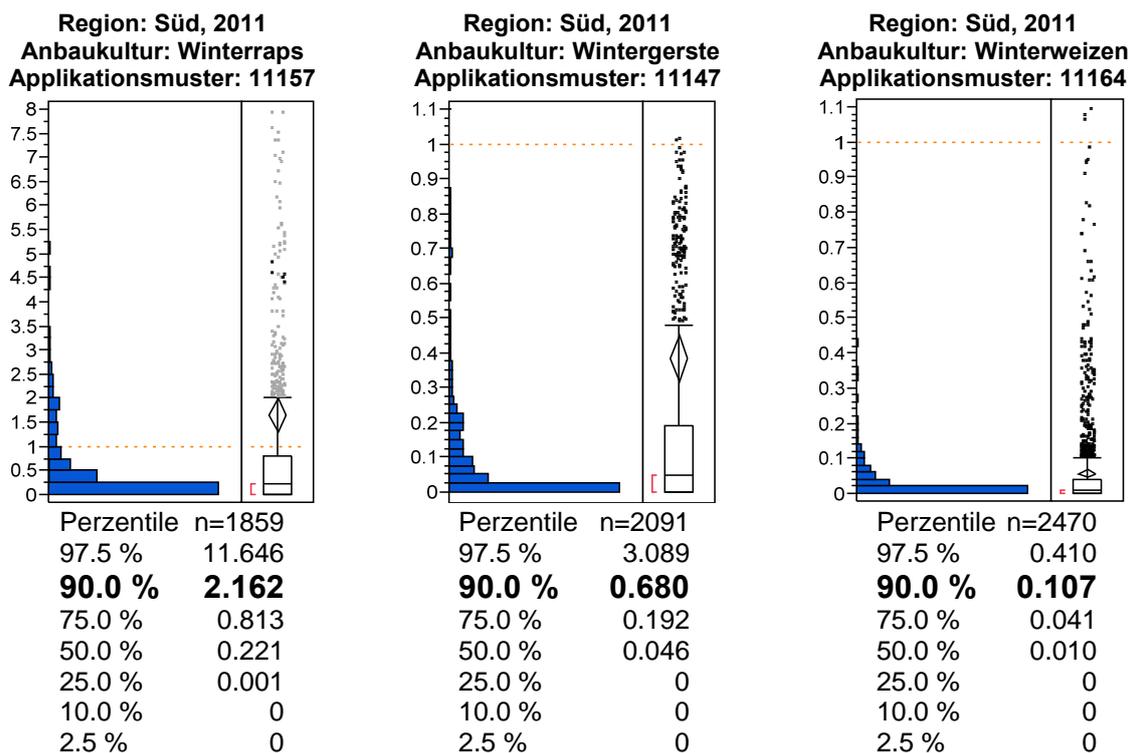


Abb. 24: Verteilung und berechnete Perzentile der aquatischen Risikowerte einzelner Applikationsmuster für Winterraps, Wintergerste und Winterweizen (n = Anzahl der Berechnungen je Applikationsmuster)

Im nächsten Aggregationsschritt werden die erhobenen Applikationsmuster für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps auf nationaler Ebene zusammengefasst, indem je Kultur der Median aus allen worst-case-Risikowerten berechnet wird. Da im ersten Aggregationsschritt auf Ebene der einzelnen Applikationsmuster das 90. Perzentil ($p_1=0.1$) betrachtet wird, entspricht der Median auf nationaler Ebene ($p_2=0.5$) insgesamt dem 95. Perzentil aller berechneten Risikoindizes einer Anbaukultur ($p_{\text{total}}=p_1 \cdot p_2=0.1 \cdot 0.5=0.05 \rightarrow 95\%$). Diese Risikoaggregation wird auf jährlicher Basis für die oben genannten Kulturen durchgeführt und als zeitlicher Trend für den Erhebungszeitraum dargestellt (2007 bis 2011). Um diesen Schritt zu veranschaulichen, wurden für den Winterweizen die Häufigkeitsverteilungen der aquatischen Risikoindizes basierend auf den worst-case-Szenarien (90. Perzentil der einzelnen Applikationsmuster) dargestellt (Abbildung 25). Die gleiche Aggregationsmethode kann auch für das 90. Perzentil der worst-case-Risikowerte berechnet werden, wobei dies dann dem 99. Perzentils aller BRD-weit berechneten Risikowerte entspricht ($p_{\text{total}}=p_1 \cdot p_2=0.1 \cdot 0.1=0.01 \rightarrow 99\%$).

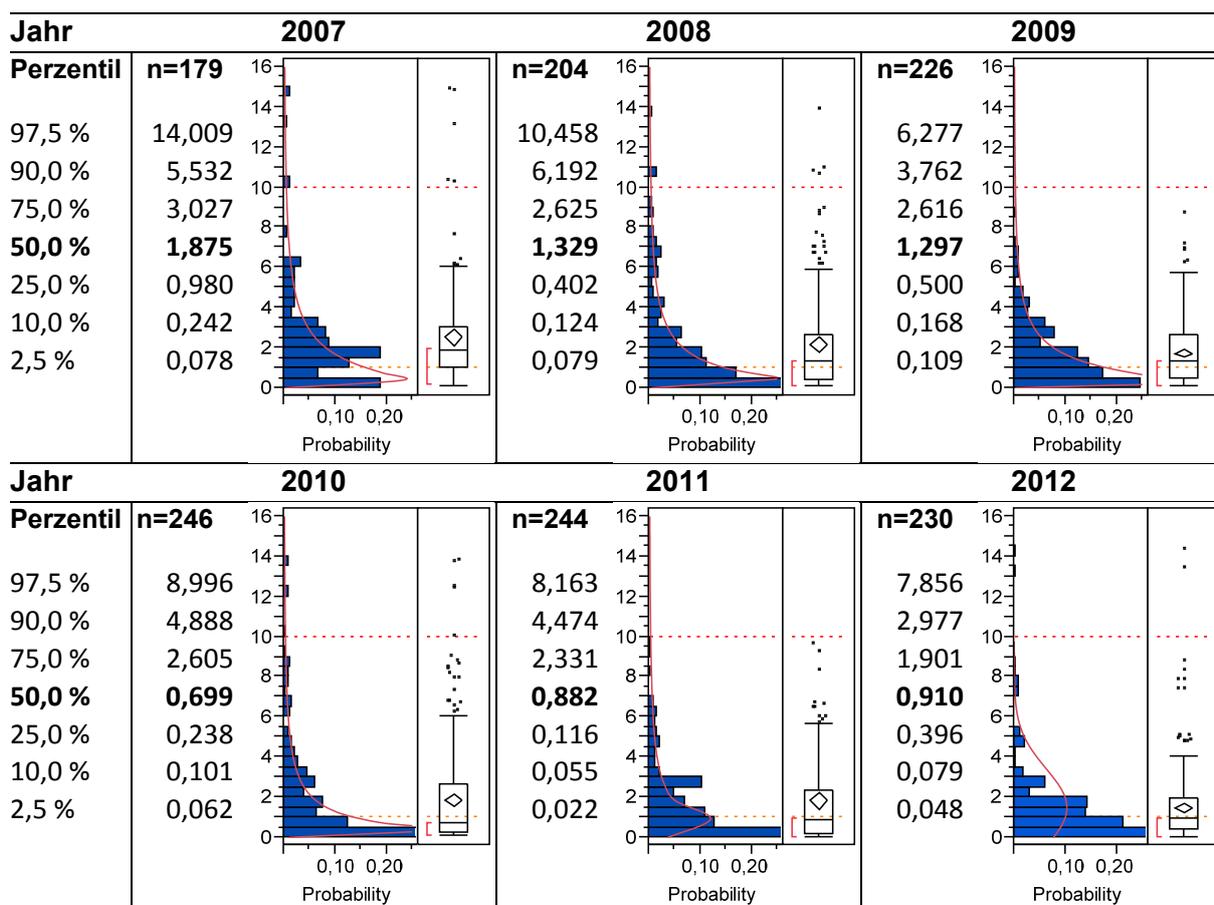


Abb. 25: Verteilung der 90. Perzentil-Werte des aquatischen Risikos, der für Winterweizen erhobenen Applikationsmuster im gesamten Bundesgebiet (n = Anzahl der Applikationsmuster)

7.2 Ergebnisse

7.2.1 Risikoindizes der Feldkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Die unter realistischen worst-case-Bedingungen berechneten terrestrischen Risikoindizes der einzelnen Applikationsmuster waren insgesamt sehr niedrig. Die Median-Werte der drei Anbaukulturen lagen überwiegend in der sehr niedrigen Risikokategorie mit Werten von $ETR < 0,1$ und die P90-Werte immer im unteren Bereich der niedrigen Risikokategorie mit Werten von $ETR < 0,19$ (Tabelle 47). In Abbildung 26 (D,E,F) sind die worst-case-Szenarien des terrestrischen Risikos als Box-Plots zusammenfassend dargestellt.

Den größten Anteil am terrestrischen Risiko hatten bei allen drei Anbaukulturen die Herbizid- und Insektizid-Anwendungen. Die durch Fungizid-Anwendungen verursachten Mediane der terrestrischen Risikowerte ($ETR < 0,007$) und die 90. Perzentile ($ETR < 0,05$) waren stets sehr niedrig und. Beim Winterweizen tragen sowohl die Herbizid-Anwendungen als auch die Insektizid-Anwendungen zum Risiko bei. Vor allem die 90. Perzentil-Werte der Insektizid-Anwendungen liegen beim Winterweizen mit $ETR > 0,1$ höher als das Risiko das durch Herbizid-Anwendungen verursacht wird. Bei der Wintergerste wird das Risiko durch die Herbizid-Anwendungen, beim Raps dagegen durch die Insektizid-Anwendungen

dominiert. Die Aufgrund der niedrigen terrestrischen Risikoindizes kann über den Erhebungszeitraum von 2007 bis 2012 für die Kulturen Winterweizen und Wintergerste kein eindeutiger Risiko-Trend beobachtet werden (Abbildung 27 (A)). Beim Winterraps dagegen konnte ein leichter Anstieg des Risikos von der sehr niedrigen Kategorie in 2007 (ETR=0,034) hin zur niedrigen Kategorie in 2012 (ETR=0,122) beobachtet werden.

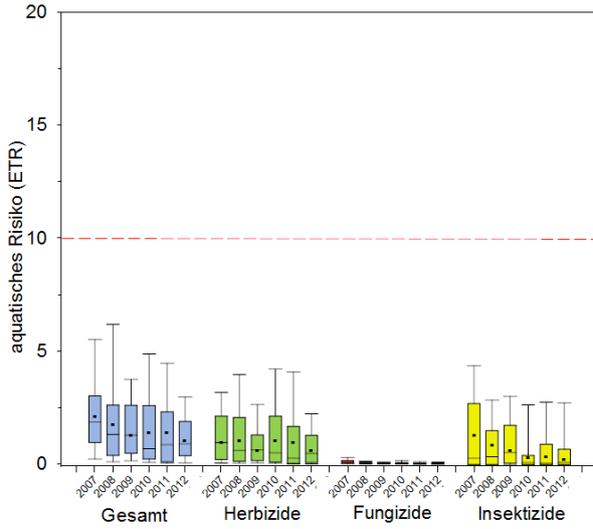
Neben dem Median und 90. Perzentil wurden beim terrestrischen Risiko auch die Maximalwerte betrachtet. Die Anbaukultur Wintergerste wies das Applikationsmuster mit dem höchsten Einzelwert auf, wobei das terrestrisches Risiko 0,752 betrug. Im Winterweizen lag der Maximalwert nur geringfügig niedriger mit ETR=0,738 und im Winterraps betrug er ETR=0,382. Demnach erreichten selbst die Maximalwerte der worst-case-Szenarien der einzelnen Applikationsmuster in keinem Fall den mittleren oder hohen Risikobereich.

Bei der Betrachtung terrestrischen Risikowerte sollte vor allem für die Kultur Winterraps angemerkt werden, dass SYNOPSIS kein in-crop-Risiko für die Honigbiene berechnet, sondern nur die Saumbiotope als Nicht-Zielflächen berücksichtigt. Für den Referenzorganismus Biene ist dies sicherlich kein worst-case-Szenario.

Tab. 47: Median und 90. Perzentil des terrestrischen Risikos, basierend auf den worst-case-Szenarien der einzelnen Applikationsmuster (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, WR: Winterraps)

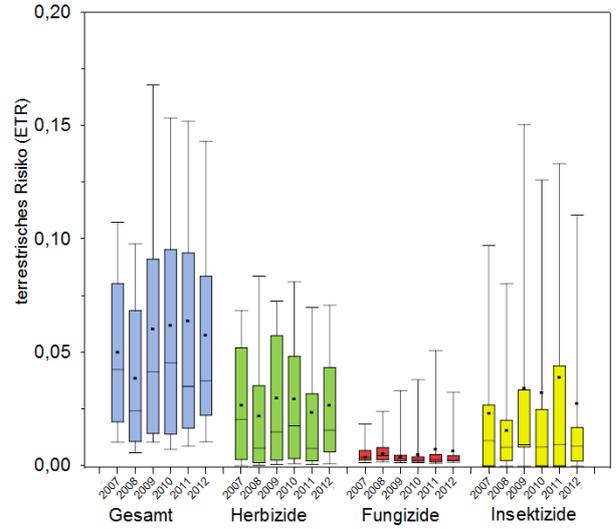
Jahr	Kultur	Anzahl	Alle PSM		Herbizide		Insektizide		Fungizide	
			P90	P50	P90	P50	P90	P50	P90	P50
2007	WW	179	0,106	0,043	0,068	0,021	0,091	0,009	0,018	0,004
2008	WW	204	0,096	0,024	0,079	0,008	0,08	0,008	0,024	0,005
2009	WW	226	0,167	0,042	0,072	0,015	0,149	0,009	0,033	0,003
2010	WW	246	0,151	0,045	0,08	0,018	0,125	0,008	0,036	0,003
2011	WW	244	0,151	0,035	0,069	0,008	0,133	0,009	0,048	0,003
2012	WW	230	0,143	0,038	0,069	0,016	0,109	0,009	0,031	0,003
2007	WG	110	0,109	0,056	0,092	0,034	0,023	0,002	0,038	0,003
2008	WG	154	0,146	0,062	0,146	0,042	0,027	0,001	0,038	0,003
2009	WG	177	0,147	0,066	0,145	0,064	0,003	0	0,029	0,003
2010	WG	198	0,125	0,051	0,125	0,042	0,001	0	0,041	0,003
2011	WG	186	0,12	0,058	0,1	0,038	0,019	0	0,028	0,002
2012	WG	167	0,125	0,067	0,114	0,055	0,018	0	0,041	0,002
2007	WR	137	0,181	0,034	0,063	0,006	0,076	0,032	0,021	0,002
2008	WR	143	0,173	0,053	0,153	0,006	0,095	0,044	0,03	0,003
2009	WR	154	0,164	0,085	0,151	0,007	0,144	0,047	0,032	0,006
2010	WR	168	0,189	0,11	0,152	0,006	0,185	0,066	0,041	0,007
2011	WR	166	0,187	0,136	0,139	0,006	0,184	0,133	0,037	0,007
2012	WR	174	0,190	0,122	0,142	0,01	0,17	0,103	0,034	0,006

Winterweizen



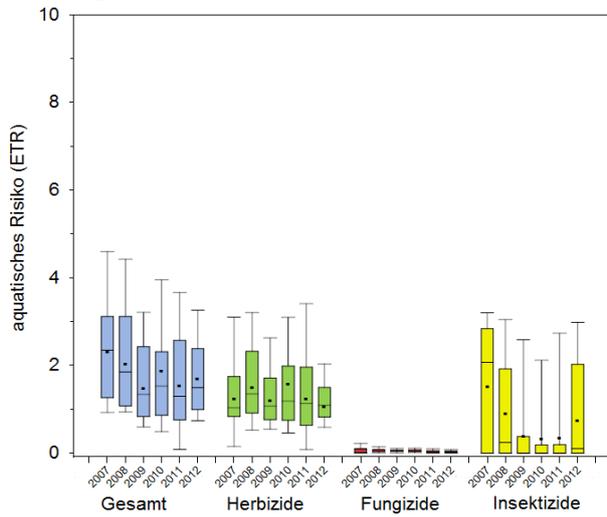
A

Winterweizen



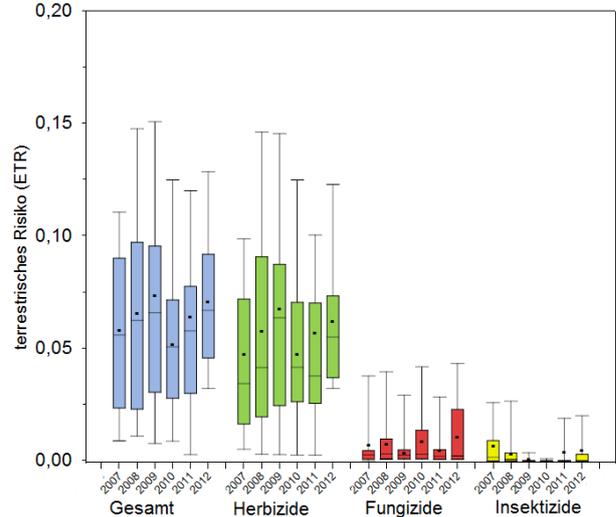
D

Wintergerste



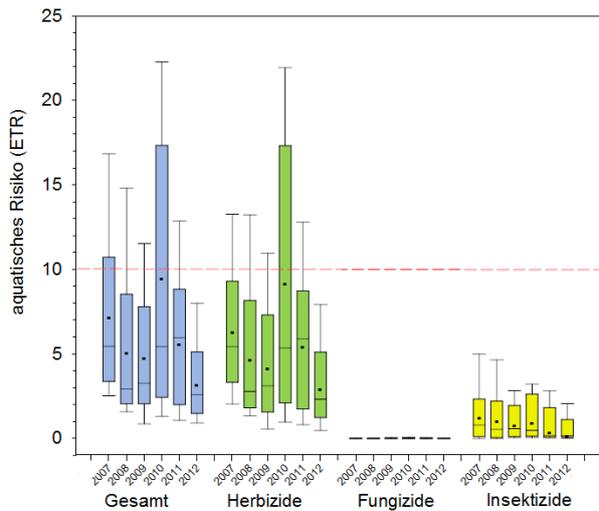
B

Wintergerste



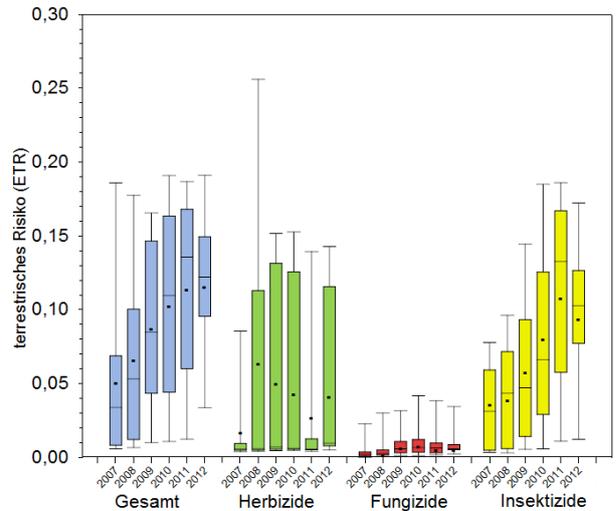
E

Winterraps



C

Winterraps



F

Abb. 26: Box-Plots der terrestrischen Risikoindizes basierend auf den worst-case-Szenarien der einzelnen Applikationsmuster von 2007 bis 2012, für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps. A,B,C: aquatisches Risiko, D,E,F: terrestrisches Risiko

Die aquatischen Risikoindizes lagen deutlich höher als die terrestrischen und wurden in Abbildung 26 (A, B, C) und Tabelle 48 zusammengefasst. Dabei zeigte Winterraps die höchsten Mediane des aquatischen Risikos mit ETR von 2,5 bis 5,4. Diese Werte entsprechen der Kategorie des mittleren Risikos. Die Mediane der beiden Anbaukulturen Winterweizen und Wintergerste waren im Vergleich zu Winterraps etwas niedriger. Die Risikowerte beider Anbaukulturen lagen in der gleichen Größenordnung und variierten im unteren Bereich der Kategorie ‚mittleres Risiko‘ von 0,88 bis 1,87 beim Winterweizen und von 1,29 bis 2,34 bei der Wintergerste.

In Abbildung 26 ist deutlich zu erkennen, dass die Fungizid-Applikationen in allen 3 Kulturen keine wesentlichen Auswirkungen auf das aquatische Risiko haben. Die höchsten Mediane des aquatischen Risikos durch Fungizide wurden in Winterweizen im Jahr 2007 mit einem ETR von 0,1 erreicht. In allen anderen Jahren lagen die Risikoindizes unter $ETR < 0,1$ und waren damit der sehr niedrigen Risikokategorie zuzuordnen.

Die Herbizid-Anwendungen hatten dagegen den höchsten Anteil am Gesamt-Risiko der 3 Anbaukulturen. Die Mediane der Herbizid-Anwendungen in Winterweizen lagen in der niedrigen Risikokategorie mit einem $ETR = 0,97$ in 2000 und nahmen bis 2012 auf einen ETR von 0,34 ab. Dagegen zeigten die Mediane der Herbizid-Anwendungen in Wintergerste keinen eindeutigen Abwärtstrend wie in Winterweizen und variierten im unteren Bereich der mittleren Risikokategorie zwischen 1,374 und 1,033. Die höchsten Risikowerte durch Herbizid-Anwendungen traten in Winterraps auf und schwankten zwischen ETR von 2,330 bis 5,902. Hier nahmen die Medianwerte von 2008 bis 2011 um etwa 50 % zu und dann in den Jahren 2012 wieder erheblich ab.

Die Mediane der Insektizid-Anwendungen lagen in Wintergerste am niedrigsten, wobei eine deutliche Abnahme des Risikos von $ETR = 2,068$ im Jahr 2007 bis in den sehr niedrigen Risikobereich mit $ETR < 0,001$ zu beobachten war. Dieser Risikotrend der Insektizid-Anwendungen zeigte sich auch in Winterweizen mit einer Abnahme der Medianwerte von $ETR = 0,537$ im Jahr 2009 bis zu einem Risikowert von $ETR = 0,09$ im Jahr 2012. Die Risikowerte der Insektizid-Anwendungen in Winterraps lagen wie bei Winterweizen in der niedrigen Risikokategorie und zeigten ebenfalls einen abnehmenden Trend mit einem ETR von 0,812 in 2007 hin zu einem ETR von 0,198 in 2012.

Tab. 48: Median und 90. Perzentil des aquatischen Risikos, basierend auf den worst-case-Szenarien der einzelnen Applikationsmuster (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, WR: Winterraps)

Jahr	Kultur	Anzahl	Alle PSM		Herbizide		Insektizide		Fungizide	
			P90	P50	P90	P50	P90	P50	P90	P50
2007	WW	179	5,457	1,875	3,149	0,978	4,275	0,286	0,309	0,100
2008	WW	204	6,088	1,329	3,901	0,635	2,844	0,343	0,132	0,065
2009	WW	226	3,751	1,297	2,602	0,654	2,947	0,537	0,113	0,062
2010	WW	246	4,83	0,7	4,214	0,522	2,586	0,083	0,175	0,057
2011	WW	244	4,27	0,882	3,915	0,281	2,748	0,056	0,123	0,042
2012	WW	230	2,945	0,91	2,212	0,495	2,71	0,094	0,104	0,043
2007	WG	110	4,42	2,347	2,752	1,033	3,148	2,068	0,21	0,075
2008	WG	154	4,319	1,853	3,155	1,347	3,031	0,245	0,139	0,051
2009	WG	177	3,179	1,337	2,6	1,071	2,584	0	0,104	0,053
2010	WG	198	3,922	1,526	2,995	1,184	2,078	0	0,107	0,048
2011	WG	186	3,591	1,296	3,371	1,131	2,722	0	0,09	0,03
2012	WG	167	3,189	1,492	2,021	1,092	2,981	0,1	0,079	0,029
2007	Raps	137	15,74	5,459	13,099	5,433	4,093	0,812	0,05	0,017
2008	Raps	143	14,738	2,932	13,072	2,793	4,058	0,557	0,041	0,013
2009	Raps	154	11,476	3,283	10,818	3,133	2,832	0,6	0,061	0,027
2010	Raps	168	21,946	5,441	21,714	5,368	3,165	0,495	0,079	0,036
2011	Raps	166	12,458	5,975	12,457	5,902	2,827	0,198	0,061	0,023
2012	Raps	174	7,938	2,594	7,917	2,33	2,057	0,177	0,048	0,02

7.2.2 Trend des aquatischen und terrestrischen Risikos

Um den zeitlichen Verlauf des Gesamt-Risikos der 3 Anbaukulturen vergleichend darzustellen, wurde in Abbildung 27 der Median der worst-case-Risikoindizes als relativer Wert dargestellt. Jeder Jahreswert einer Anbaukultur wurde durch den Mittelwert des gesamten Erhebungszeitraums dividiert. Der Wert 1 in Abbildung 27 entsprach dem Mittelwert des Erhebungszeitraums. Auf der Y-Achse ist die relative Veränderung der Jahreswerte dargestellt.

Aus Abbildung 27 ist ersichtlich, dass der aquatische Risikoindex in Winterweizen im Zeitraum von 2007 bis 2012 um ca. 25,2 % und in Wintergerste um 10,8 % bezogen auf den gesamten Zeitraum abgenommen hat. Bezogen auf das Startjahr in 2007 ist die Abnahme mit 79 % für Winterweizen und 51 % für Wintergerste deutlich größer. In Winterraps war von 2007 bis 2008 eine Abnahme von 43,8 % zu beobachten. Allerdings nahm der aquatische Risikowert im Rapsanbau dann in den Jahren 2010 und 2011 wieder auf einen Wert von +29 % zu um im 2012 wieder erheblich abzunehmen. Über den gesamten Zeitraum von 2007 bis 2011 konnte im Rapsanbau eine Abnahme des aquatischen Risikopotenzials von 43 % festgestellt werden. Bezogen auf das Jahr 2007 beträgt die Abnahme 62 %.

Der terrestrische Risikoindex für Winterweizen und Wintergerste folgt keinem eindeutigen zeitlichen Trend. Dagegen nimmt bei Raps der relative Risikoindex über den Zeitraum 2007-2012 auf einen Wert von > 40 % zu. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die absoluten Risikowerte für Raps im niedrigen Bereich liegen.

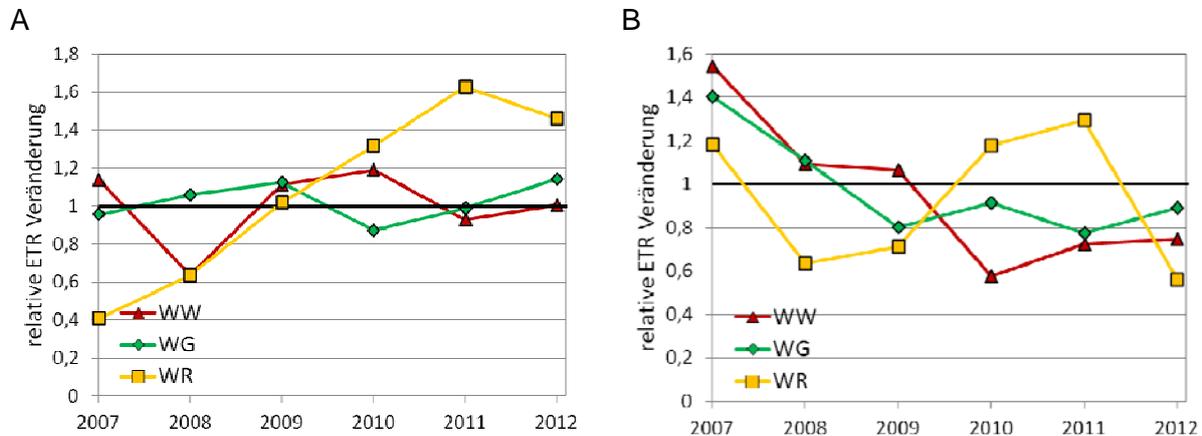


Abb. 27: Trend des terrestrischen (A) und aquatischen Risikos (B) in Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

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 aber auch zu extrem ungünstigen Konstellationen kommen. Es ist unrealistisch anzunehmen, dass Kulturen wie Getreide und Raps auf Fläche mit sehr großer Hangneigung (z.B. 20 %) angebaut wird. 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 jedes einzelne 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.

Die Analyse der Einzelergebnisse mit hohem Risiko ergab, dass es in einigen Fällen zu Doppelanwendungen des gleichen Wirkstoffs am selben Tag kam. In diesen Fällen wurden in Tankmischungen verschiedene Pflanzenschutzmittel mit dem gleichen Wirkstoff eingesetzt. Dies führte in den Maximalwerten zu Aufwandmengen die der doppelten Regelaufwandmenge entsprachen. Um dies zu verdeutlichen, wird in Tabelle 49 ein sogenannter Wirkstoffindex für einzelne Wirkstoffe je Applikationsdatum berechnet (WI(d)). Der WI(d) stellt die Anzahl von Wirkstoff-Anwendungen auf einer betrieblichen Flächen am

selben Tag unter Berücksichtigung von reduzierten Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar, wobei der gleiche Wirkstoff aus unterschiedlichen Pflanzenschutzmitteln zusammengefasst wird. Ein Rechenbeispiel wird in Tabelle 50 gegeben.

Tab. 49: Wirkstoffe, die am selben Tag mehrfach appliziert wurden

Wirkstoff	WI(d)			n Anteil	Mittelliste, aus der Kombinationen vorkamen				
	min	\bar{x}	max		PSM 1	PSM 2	PSM 3	PSM 4	PSM 5
Winterweizen									
F Prothioconazol	1,03	1,10	1,80	103 9,4 %	Proline	Fandango	Input Classic	Prosaro	Aviator Xpro
F Epoxiconazol	1,00	1,17	1,73	40 3,6 %	Juwel Top	Osiris	Opus Top	Champion	Diamant
F Fenpropimorph	1,00	1,13	1,33	7 0,6 %	Juwel Top	Corbel	Opus Top	Diamant	
H Iodosulfuron	1,10	1,72	2,07	37 3,4 %	Husar OD	Atlantis WG	Husar	Hoestar Super	
H Flufenacet	1,03	1,51	1,88	51 4,6 %	Cadou SC	Herold	Malibu	Bacara Forte	Cadou
H Isoproturon	1,10	1,54	1,38	18 1,5 %	Azur	Arelon Top	Fenikan		
Wintergerste									
F Prothioconazol	1,03	1,11	1,6	123 14,9 %	Fandango	Input Classic	Aviator Xpro		
F Epoxiconazol	1,06	1,11	1,24	27 3,3 %	Diamant	Champion			
H Flufenacet	1,01	1,51	2,29	57 6,9 %	Cadou SC	Herold	Malibu	Bacara Forte	Cadou
H Isoproturon	1,07	1,16	1,27	25 3,0 %	Arelon flüssig	Fenikan	Arelon Top		

PSM: Pflanzenschutzmittel F: Fungizid, H: Herbizid
n: Anzahl der Applikationsmuster, bei der eine Mehrfachanwendung am selben Tag vorkommt. Der Anteil bezieht sich auf die im Zeitraum von 2007 bis 2011 erhobenen Applikationsmuster (Winterweizen: 1099, Wintergerste: 825), WI(d): Wirkstoffindex. Die Reihenfolge der Mittel sagt nichts über die Anwendungshäufigkeit der Mittel aus

Tab. 50: Fiktives Rechenbeispiel für den WI(d)

PSM	Wirkstoff	Datum	Wirkstoff- anteil	Regel- aufwandmenge		applizierte Menge		behandelte Fläche	WI
				PSM	Wirkstoff	PSM	Wirkstoff		
Fandango	Prothioconazol	01.04.	100 g/l	1,5 l/ha (Mehltau)	150	1 l/ha	100 g	0,8 ha	0,53
Input Classic	Prothioconazol	01.04.	160 g/l	1,25 l/ha (Braunrost)	200	1 l/ha	160 g	1,0 ha	0,80
Summe = WI(d)									1,33

PSM: Pflanzenschutzmittel

Solche Anwendungen können in Kombination mit ungünstigen Umweltbedingungen zu hohen Risikoindizes führen. Für Winterweizen und Wintergerste war dies fast immer der Fall, wenn in Gewässernähe eine Mehrfachanwendung von Flufenacet erfolgte

Es fällt auf, dass in allen 3 Anbaukulturen die aquatischen Risikoindizes überwiegend durch den Einsatz von Herbiziden bestimmt wurden. Aus diesem Grund wurden die mit SYNOPS durchgeführten Einzelfeldrechnungen dahingehend genauer analysiert.

Für Winterraps konnte festgestellt werden, dass mehr als 60 % der feldbasierten Risikoberechnungen mit einem aquatischen Risikoindex > 1 durch den Wirkstoff Metazachlor verursacht wurde. Ein Grund hierfür sind die sehr niedrigen Toxizitätswerte des Wirkstoffs für die Wasserlinse (Lemna: $EC_{50}=0,0047$ mg/l und $NOEC= 0,00063$ mg/l). Trotz der angegebenen Abstandsauflage verursachte die Anwendung von Metazachlor häufig mittlere oder hohe Risikowerte für den Referenzorganismus Wasserlinse, und damit auch für den aquatischen Risikoindex. Es bleibt zu prüfen, ob die in der Wirkstoffdatenbank für angegeben Toxizitätswerte für Lemna realistisch sind.

Das aquatische Gesamt-Risiko von Winterraps wurde deshalb sehr stark durch den Einsatz von Metazachlor beeinflusst. Die in Tabelle 48 aufgeführten Mediane der worst-case - Risikowerte für Winterraps korrelierten sehr gut mit der Einsatzhäufigkeit von Metazachlor in Gewässernähe ($r^2=0,64$). Daraus lässt sich schließen, dass der Risikotrend für Winterraps in Abbildung 27 maßgeblich durch den Einsatz von Metazachlor bestimmt wird. Insgesamt gesehen ist die Reduktion des aquatischen Risikos bezogen auf den Gesamtzeitraum (2007-2012) im Winterweizen von 25 %, in der Wintergerste von 11 % und im Winterraps von 43 % Prozent ein sehr gutes Ergebnis. Bezogen auf das Startjahr in 2007 fällt diese Risikoreduktion noch deutlicher aus, mit Werten von 79 % für den Winterweizen , 51 % für die Wintergerste und 62 % für den Winterraps.

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 (NAP). Ziel ist die jährliche Erfassung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Hauptkulturen und anderer pflanzenschutzrelevanter Informationen in repräsentativen Betrieben und die Bewertung aller Maßnahmen durch Experten der Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes.

Von 2007 bis 2012 wurden insgesamt ca. 55.000 Datensätze zusammengetragen und ausgewertet. Im Jahr 2012 wurden im Ackerbau die Pflanzenschutzmaßnahmen in 88 Betrieben mit insgesamt 797 Feldern (vorrangig Winterweizen, Wintergerste und Winterraps) analysiert – außerdem im Freilandgemüsebau in 26 Betrieben mit 68 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 Jahren 2007 bis 2012 z. B. folgende BI berechnet: für Winterweizen 5,7, für Wintergerste 4,2, und für Winterraps 6,3. Die Unterschiede zwischen den Jahren erwiesen sich auch bei Betrachtung der einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien als moderat und selten signifikant. 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 6 Jahre um 29 %, 42 % 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 Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lagen im Durchschnitt der 6 Jahre in Winterweizen bei 89 %, in Wintergerste bei 90 %, in Winterraps bei 87 %, im Freilandgemüsebau bei 82 %, im Obstbau (Tafelapfel) bei 94 %, im Weinbau bei 96 % und im Hopfenbau bei 92 %. 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, Aussaattermin, Resistenzeigenschaften der Sorte und genutzte Entscheidungshilfen. Außerdem wurden die Kosten der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ermittelt. Berechnungen des aquatischen Risikopotentials der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Vergleichsbetrieben mit dem Indikator-Modell SYNOPSIS zeigten eine deutliche Abnahme des Risikopotentials für Winterweizen und Wintergerste bezogen auf den Mittelwert des Erhebungszeitraumes 2007 bis 2012. Die aquatischen Risikowerte für Winterraps folgten keinem eindeutigen Risikotrend.

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 (BMEL), 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 2012, 55,000 data sets were investigated. In 2012, pesticide treatments in 797 fields (mainly winter wheat, winter barley and winter oilseed rape) on 88 arable cropping farms, 68 fields on 26 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 2012: winter wheat – 5.7, winter barley – 4.2, winter oilseed rape – 6.3.

The differences between the mean TFI scores of the years were relatively low and mostly not significant, 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), 42 % (fungicides) and 56 % (growth regulators), calculated as the mean across all 6 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, 88 % in winter oilseed rape, 82 % in field vegetables, 94 % in apples, 96 % in viticulture, and 92 % in hops (means of the 6 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 showed a decrease of the risk potential for winter wheat and winter barley related to the average risk of experimental period. The aquatic risk values for winter rape followed no clear trend.

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. 2002: ATKIS Amtliches Topographisch - Kartographisches Informationssystem, Objektartenkatalog Basis-DLM, Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen, <http://www.atkis.de>
- Anonymus, 2008: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-32.
- Anonymus, 2009: Beschreibende Sortenliste 2009. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Bundessortenamt Hannover 1- 273.
- 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.
- 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.bgr.bund.de/cln_092/nn_325378/DE/Themen/Boden/Produkte/Karten/BKG_2005_DGM_Deutschland_Digitales_Gelaendemodell_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.
- Deutscher Weinatlas; 2002: CD-ROM, Directmedia Publishing GmbH Berlin.
- 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
- 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.: 2012: Analyse der Kosten für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Winterweizen und Winterraps auf der Grundlage des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, 2007 – 2010. M.Sc.-Arbeit, HU Berlin.
- 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.; 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 Rapserrdflohbefall 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.

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 147, 2009: NEPTUN 2007 – Obstbau. Dietmar Roßberg, 71 S.
- Heft 148, 2009: 21st International Conference on Virus and other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops. July 5 – 10, 2009, Neustadt, Germany, 92 S.
- Heft 149, 2009: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2008. Bearbeitet von: Bernd Freier, Bernhard Pallutt, Marga Jahn, Jörg Sellmann, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, Eckard Moll, 64 S.
- Heft 150, 2009: NEPTUN 2008 – Hopfen. Dietmar Roßberg, 17 S.
- Heft 151, 2010: NEPTUN 2009 – Weinbau. Dietmar Roßberg, 19 S.
- Heft 152, 2010: NEPTUN 2009 – Zuckerrübe. Dietmar Roßberg, Eike-Hennig Vasel, Erwin Ladewig, 45 S.
- 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 Fachgespräches vom 5. Mai 2010 in Bonn-Roleber. Bearbeitet von: Johannes Hallmann, Johannes Keßler, Rita Grosch, Michaela Schlathöler, 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.

