

Bearbeitet von / Compiled by:

Bernd Freier¹, Jörg Sellmann², Jörn Strassemeyer¹, Jürgen Schwarz¹,
Bettina Klocke¹, Eckard Moll², Volkmar Gutsche¹, Wolfgang Zornbach³

Unter Mitwirkung von / In collaboration with:

Marga Jahn¹, Karen Kamrath¹, Lisa Schilling¹, Ingo Schnabel¹,
Andreas Schober¹, Christina Wagner¹,
und der
Pflanzenschutzdienste der Länder

Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2011 Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011

Network of reference farms for plant protection
Annual Report 2011
Analysis of Results of 2007 to 2011

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

¹Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

²Zentrale DV-Gruppe, Kleinmachnow

³Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn

Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

166



Kontaktadresse

Prof. 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)33203 48-0
Telefax +49 (0)33203 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-Institut 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-Institut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Braunschweig, Germany

Verlag

Eigenverlag

Vertrieb

Saphir Verlag, Gutsstraße 15, 38551 Ribbesbüttel
Telefon +49 (0)5374 6576
Telefax +49 (0)5374 6577

ISSN 1866-590X

DOI 10.5073/berjki.2012.166.000

© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2012

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. Bünte,
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, 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, S. Pelzer, L. Pernpeintner, Dr. G. Petersen, G. Piening, F. Pollert, 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,
J. Thalhammer, A. Thate, K. Theobald, Dr. H. Tischner, H. Tiedtke, Dr. A. Trapp, M. Trapp,
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.....	12
6. Ergebnisse	15
6.1 Ackerbau.....	15
6.1.1 Datengrundlage	15
6.1.2 Behandlungsindices	16
6.1.2.1 Winterweizen	16
6.1.2.2 Wintergerste	20
6.1.2.3 Winterraps	24
6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	28
6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen.....	32
6.1.3.1 Übersicht	32
6.1.3.2 Vergleich der Intensität von Tankmischungen und Einzelmaßnahmen bei 33 Herbiziden	33
6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen	33
6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex	34
6.1.5.1 Schlaggröße	34
6.1.5.2 Betriebsgröße	35
6.1.5.3 Ackerzahl.....	37
6.1.5.4 Ertrag.....	40
6.1.5.5 Vorfrucht.....	41
6.1.5.6 Bodenbearbeitung	43
6.1.5.7 Aussattermin.....	48
6.1.5.8 Einfluss der Sorte	49
6.1.5.9 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen	52
6.1.6 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen.....	52
6.1.7 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen.....	55
6.1.7.1 Winterweizen	56
6.1.7.2 Wintergerste	59
6.1.7.3 Winterraps	63
6.1.7.4 Weitere Kulturen.....	66
6.2 Freilandgemüsebau	68
6.2.1 Datengrundlage	68
6.2.2 Behandlungsindices	68
6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen.....	71
6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen.....	72
6.3 Obstbau	76
6.3.1 Datengrundlage	76
6.3.2 Behandlungsindices.....	77
6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen.....	78

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	79
6.4 Weinbau.....	81
6.4.1 Datengrundlage	81
6.4.2 Behandlungsindices	82
6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	83
6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	83
6.5 Hopfenbau	84
6.5.1 Datengrundlage	84
6.5.2 Behandlungsindices	85
6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	85
6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen	86
7. Berechnung des Risikopotentials der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Vergleichsbetrieben für den Naturhaushalt mittels SYNOPS	87
7.1 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung	87
7.1.1 Datengrundlage für SYNOPS-GIS	88
7.1.2 Berechnung des Risikopotentials je Anbaufläche	89
7.1.3 Aggregation der Risikowerte	90
7.2 Ergebnisse.....	91
7.2.1 Risikopotentiale der Feldkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps ..	91
7.2.2 Trend des aquatischen Risikos	95
7.3 Diskussion der Risikoanalyse	95
8. Methodische Ansätze zur Ableitung des notwendigen Maßes	98
9. Zusammenfassung	99
10. Abstract	100
11. Danksagung	101
12. Literaturverzeichnis	101

1. Einleitung

Im Jahre 2008 wurde der **nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP)** von Bund und Ländern beschlossen. Er stellt die Weiterentwicklung des Reduktionsprogramms chemischer Pflanzenschutz dar, das im Jahre 2004 vorgestellt wurde. Ziel des nationalen Aktionsplanes ist, die Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, weiter zu reduzieren. Insbesondere ist die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß zu begrenzen, damit unnötige Anwendungen dieser Pflanzenschutzmittel unterlassen und die Anwendung nichtchemischer Pflanzenschutzmaßnahmen vorangetrieben werden (Anonymus, 2008).

Der nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird gegenwärtig auf der Grundlage der neuen Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden überarbeitet.

Der nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln schließt im besonderen Maße die Anwendung von unterschiedlichen Indikatoren ein. Als Indikator für die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen dient der **Behandlungsindex**.

Ziel des im Jahr 2007 etablierten **Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz** ist es, jährliche Daten zur Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Kulturen und Regionen zu gewinnen und 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. Bislang liegen Jahresberichte für die Jahre 2007, 2008, 2009 und 2010 vor (Freier et al., 2008, 2009, 2010, 2011).

Im vorliegenden Jahresbericht 2011 zum Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz wurden die wesentlichen Ergebnisse der nunmehr 5-jährigen Datenerhebungen der Jahre 2007 bis 2011 dargelegt. Der Bericht informiert außerdem über Ergebnisse besonderer Analysen, die aus den 5-jährigen Daten gewonnen 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, 2008).*

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

Im Jahresbericht 2007 wurde das Konzept Vergleichsbetriebe ausführlich erläutert (Freier et al., 2008). Deshalb soll nachfolgend nur eine kurze Darstellung erfolgen.

Das Ziel des Netzes Vergleichsbetriebe 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 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,
- 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 2011 sowie die Ansprechpartner in den Ländern bzw. im JKI, wenn die Betriebe vom JKI betreut wurden. Alle am Projekt beteiligten Personen sind namentlich am Anfang des Jahresberichtes aufgeführt.

Im Ackerbau wurde eine gleichmäßige Verteilung der Vergleichsbetriebe auf die Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) nach Roßberg et al. (2007) und Roßberg (2008) 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 1 veranschaulicht die Verteilung der Vergleichsbetriebe im Ackerbau auf die Erhebungsregionen Ackerbau bzw. die Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen (siehe S. 13) im Jahr 2011.

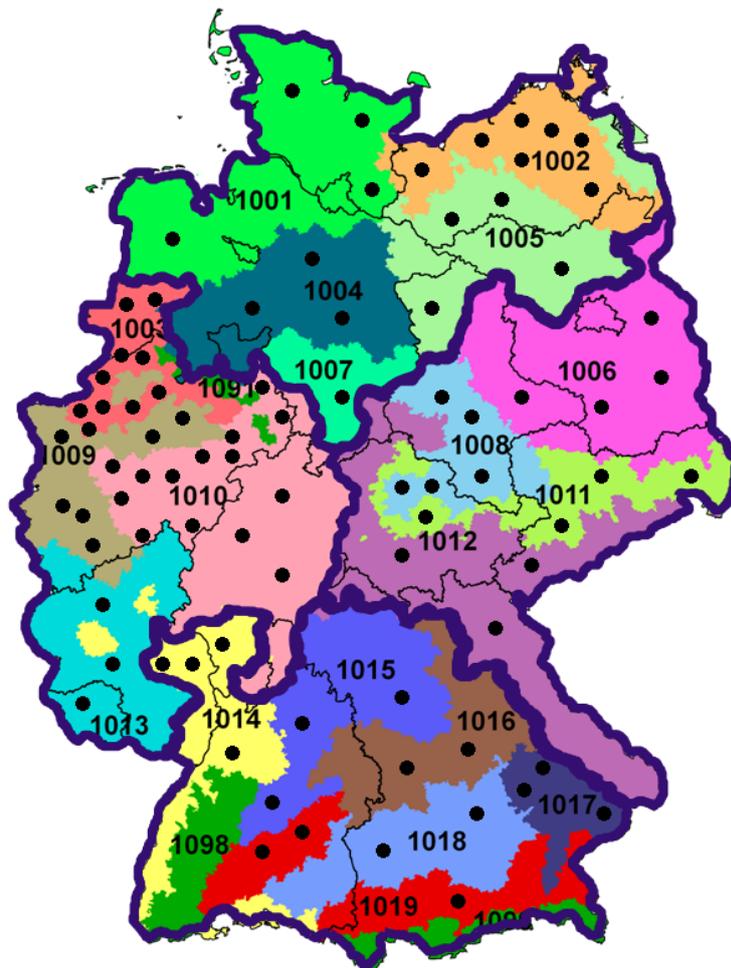


Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe im Ackerbau auf die Erhebungsregionen Ackerbau, bzw. die Großregionen N, O, S, W im Jahr 2011

Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg et al. (2007) und Roßberg (2008)

Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau

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

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

¹ Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) nach Roßberg et al. (2007) und Roßberg (2008)

Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau

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

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

¹ Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg et al. (2007) und Roßberg (2008)

Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel)

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

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

Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau

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

¹ Anbaugebiete nach Deutscher Weinatlas (2002)

Tab. 5: Vergleichsbetriebe im Hopfenbau

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

Die Analyse von Teilflächenbehandlungen erfolgte beispielhaft für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps nur für das Jahr 2007.

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 2011 66, 73, 76, 86 bzw. 85 Betriebe beteiligt. Die Anzahl der ausgewerteten Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen zeigt Tabelle 6. Bei der Großregion Süden ist zu beachten, dass vor 2010 nur aus einem Teil der zu dieser Großregion gehörenden Erhebungsregion Daten vorlagen.

Anwendungen von Rodentiziden, Molluskiziden und Saatgutbehandlungen wurden nicht berücksichtigt.

Tab. 6: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Ackerbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011 (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)
Σ 2007 - 2011	1096 (10371)	822 (5891)	765 (6538)	654 (4552)

Zur Spalte „Sonstige“ gehören folgende weitere Kulturen: Ackerfutter, Ackerbohne, Grassamen, Hafer, Kartoffeln, Lupine, Luzerne, Mais, Sommergerste, 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

Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die berechneten Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in Winterweizen und informiert über die signifikanten Unterschiede zwischen den Großregionen und den Jahren 2007 bis 2011. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Abbildungen 2 und 3 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 2011.

Im Winterweizen betragen die mittleren Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in den Jahren 2007 bis 2011 **5,7, 6,2, 5,8, 5,4** und **5,6**. Der Gesamt-Behandlungsindex im Jahr 2008 war gegenüber allen anderen Jahren signifikant höher. Bei einem Vergleich der Großregionen fielen in den 5 Jahren die zumeist signifikant geringeren Gesamt-Behandlungsindices im Süden und Osten gegenüber jenen im Norden und im Westen (außer 2010) 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. Lediglich bei den Fungizidanwendungen im Westen fielen größere jahresspezifische Unterschiede auf.

Die hohen Standardabweichungen und großen Wertebereiche (Whiskers) bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien, aber vor allem bei Herbiziden und Fungiziden, in allen 5 Jahren belegen die große Wertevarianz zwischen den Feldern sowohl innerhalb Deutschlands als auch innerhalb der Großregionen.

Tab. 7: Behandlungsindices in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011 (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	2007-2011
Herbizide						\bar{x}
DE	1,9 (0,8)	2,0 (0,8)	1,8 (0,8)	1,8 (0,8)	2,0 (0,9)	1,9 (0,8)
N	1,6 (0,8) a A	1,9 (1,0)	1,6 (0,8) A	1,7 (1,0)	2,0 (0,9) B	1,8 (0,9)
O	1,9 (0,8)	1,7 (0,6)	1,6 (0,7)	1,7 (0,7)	1,8 (0,7)	1,7 (0,7)
S	1,8 (0,8)	2,2 (0,9)	1,9 (0,8)	1,8 (0,6)	1,9 (0,6)	1,9 (0,7)
W	2,2 (0,9) b	2,1 (0,7)	2,0 (0,8)	1,9 (0,8)	2,0 (1,1)	2,0 (0,9)
Fungizide						\bar{x}
DE	1,9 (0,9)	2,2 (0,8)	2,0 (0,7)	1,9 (0,7)	1,8 (0,8)	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 (0,8) a 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	1,4 (0,6) b a	1,5 (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	1,7 (0,7)
W	1,8 (0,7) b b A	2,4 (0,7) A B	2,1 (0,6) b B	1,8 (0,5) b B A	1,8 (0,6) B B	2,0 (0,7)
Insektizide						\bar{x}
DE	1,2 (0,9)	1,0 (0,8)	1,0 (0,6)	0,8 (0,6)	1,1 (1,0)	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	1,3 (0,7)
O	0,6 (0,6) b a	0,7 (0,5) b a	0,9 (0,5) b	0,8 (0,5)	0,8 (1,5) a	0,8 (0,8)
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	0,8 (1,0) B	0,5 (0,7)
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	1,2 (0,8)
Wachstumsregler						\bar{x}
DE	0,8 (0,6)	1,1 (0,5)	0,9 (0,5)	0,9 (0,5)	0,8 (0,5)	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 (0,6) 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)
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 (0,4) b b	0,6 (0,4)
W	0,7 (0,4) b A	1,1 (0,4) b b B	0,9 (0,4) b	0,9 (0,4) b b B	0,7 (0,4) b B	0,8 (0,4)
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 (1,9)
N	6,6 (2,2) a	7,1 (2,0) a	6,4 (1,8) a	6,3 (1,7) a	6,4 (1,7) 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 (2,1) b	4,9 (1,8)
S	4,1 (1,5) b	4,6 (1,4) b a	5,0 (1,1)	4,4 (1,6) b	4,9 (1,3) b	4,6 (1,4)
W	6,1 (1,9) b	6,8 (1,6) b A	6,1 (1,5) b B	5,5 (1,4) b B	5,8 (1,7) b B	6,0 (1,7)

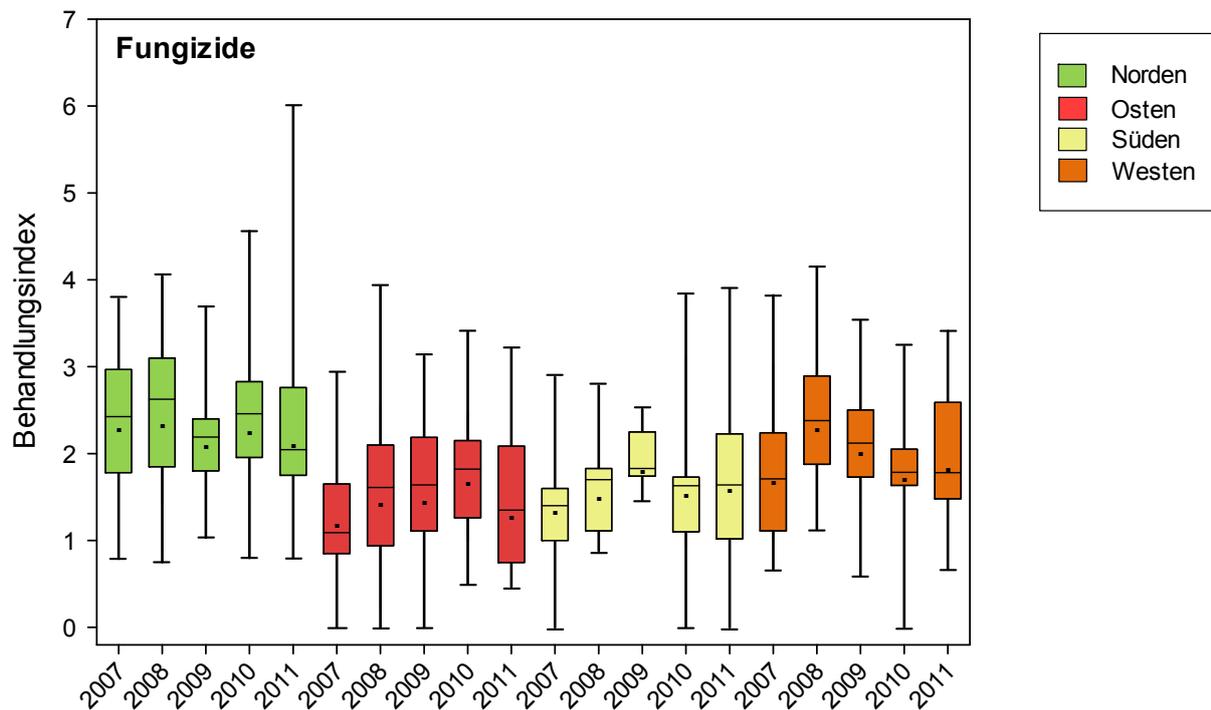
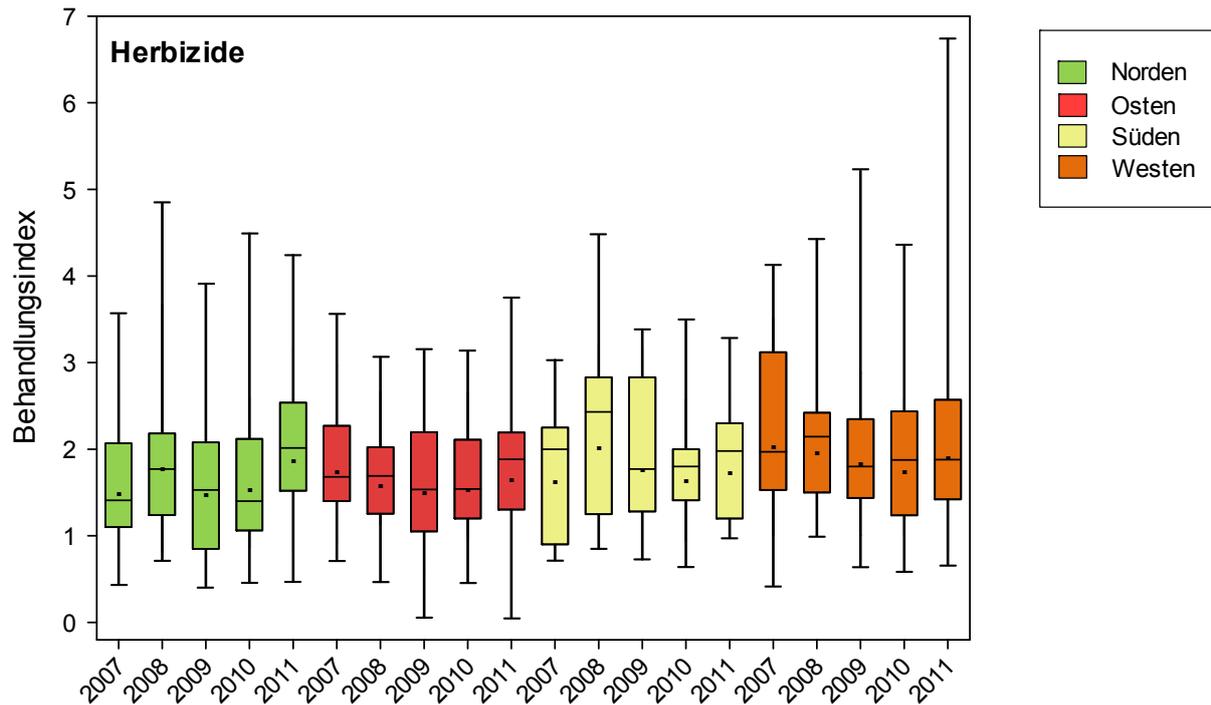


Abb. 2: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011

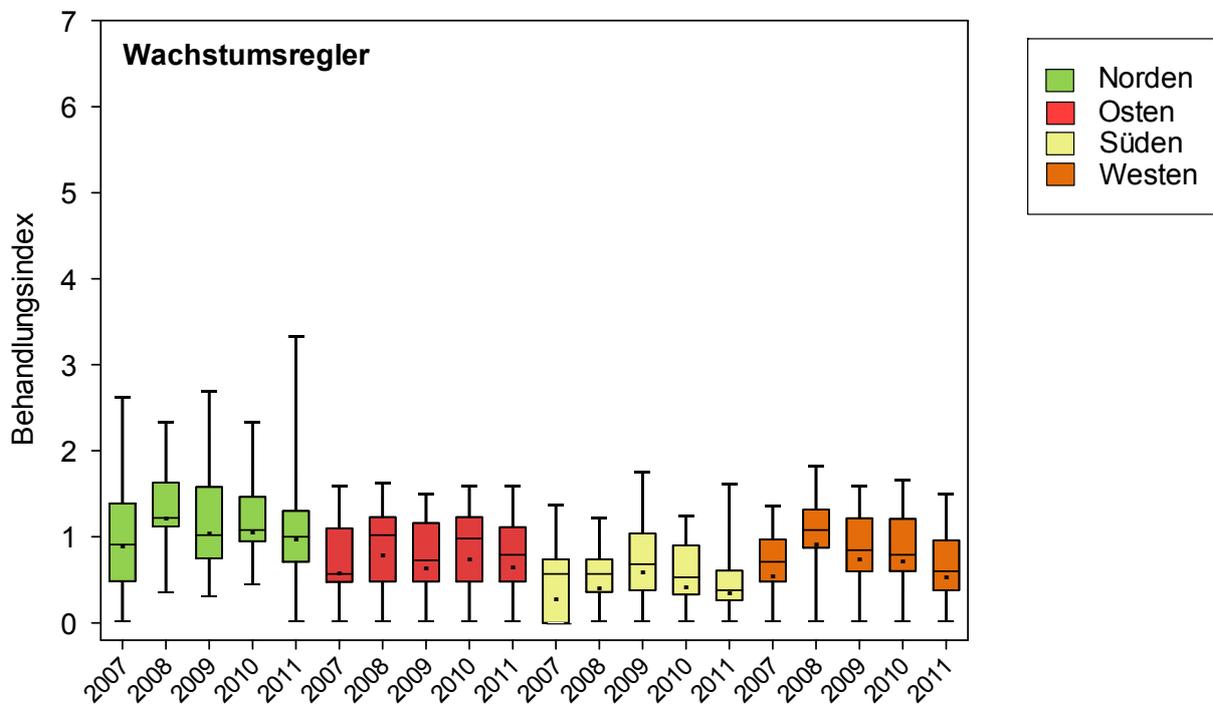
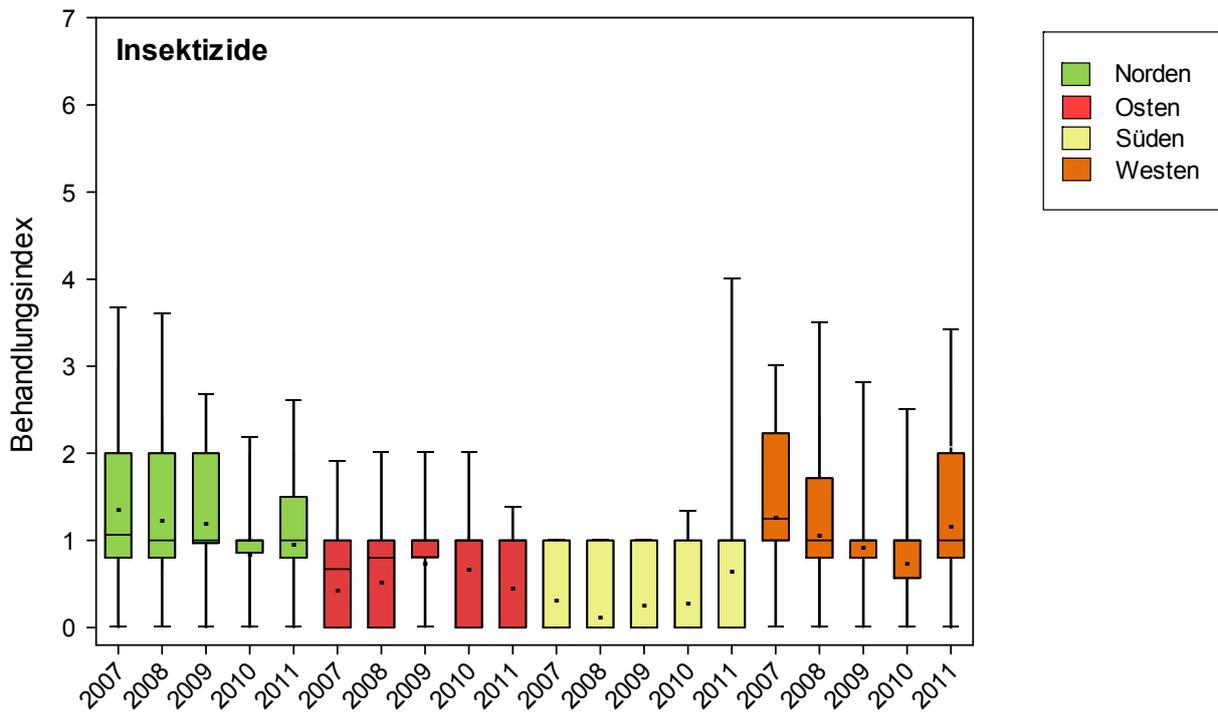


Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011

6.1.2.2 Wintergerste

Tabelle 8 informiert über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in Wintergerste und verweist auf die signifikanten Unterschiede zwischen den Großregionen und den Jahren 2007 bis 2010. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die Großregionen und die Jahre 2007 bis 2011.

In der Wintergerste wurden in den Jahren 2007 bis 2011 im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe folgende Gesamt-Behandlungsindices festgestellt: **4,1**, **4,6**, **4,0**, **4,0** und **4,1**. Der im Vergleich zu den Werten der Jahre 2007, 2009, 2010 und 2011 signifikant höhere Behandlungsindex im Jahr 2008 resultierte aus relativ hohen Werten bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien. 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 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.

Tab. 8: Behandlungsindices in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011 (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	p	2009	2010	2011	2007-2011
Herbizide							\bar{x}
DE	1,5 (0,6)	1,7 (0,8)		1,6 (0,7)	1,7 (0,8)	1,7 (0,7)	1,6 (0,7)
N	1,4 (0,6)	1,6 (0,7)		1,5 (0,7)	1,7 (1,1)	1,4 (0,6) a	1,5 (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	1,6 (0,7)
S	1,9 (0,4)	1,8 (0,8)		1,5 (0,6)	1,7 (0,7)	1,7 (0,7)	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)	1,7 (0,7)
Fungizide							\bar{x}
DE	1,1 (0,5)	1,3 (0,4)		1,3 (0,4)	1,3 (0,4)	1,4 (0,4)	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)	1,5 (0,4) B	1,4 (0,3)
O	0,8 (0,6) b A	1,2 (0,6) B		1,2 (0,5)	1,4 (0,4) B	1,2 (0,5) B	1,2 (0,6)
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	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 (0,3) B	1,3 (0,4)
Insektizide							\bar{x}
DE	0,9 (0,7)	0,7 (0,7)		0,3 (0,5)	0,3 (0,4)	0,4 (0,5)	0,5 (0,6)
	0,7 (0,8) A	0,9 (0,6)		0,4 (0,5) B	0,1 (0,3) B	0,5 (0,7) B	0,5 (0,6)
N			A		B	B	B
O	0,7 (0,6)	0,6 (0,7)		0,2 (0,4)	0,4 (0,5)	0,3 (0,5)	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)
W	1,1 (0,7) A	0,7 (0,7) A		0,3 (0,4) B B	0,3 (0,4) B B	0,3 (0,4) B	0,5 (0,6)
Wachstumsregler							\bar{x}
DE	0,6 (0,4)	0,8 (0,4)		0,8 (0,5)	0,8 (0,5)	0,7 (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	0,9 (0,4) a	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)	0,8 (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	0,4 (0,3)
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 (0,5)
Gesamt							\bar{x}
DE	4,1 (1,2) A	4,6 (1,4) B		4,0 (1,2) A	4,0 (1,2) A	4,1 (1,1) A	4,1 (1,2)
N	4,2 (1,3) A	5,0 (1,2) a B		4,4 (1,3) A	4,1 (1,3) A	4,3 (1,0) a A	4,3 (1,2)
O	3,8 (1,3)	4,0 (1,4) b a		3,7 (1,2)	4,4 (1,1)	4,2 (1,3)	4,0 (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	3,9 (1,0)
W	4,2 (1,2)	4,7 (1,4) A		4,1 (1,1) B	3,8 (1,1) B	4,1 (1,0) B	4,2 (1,2)

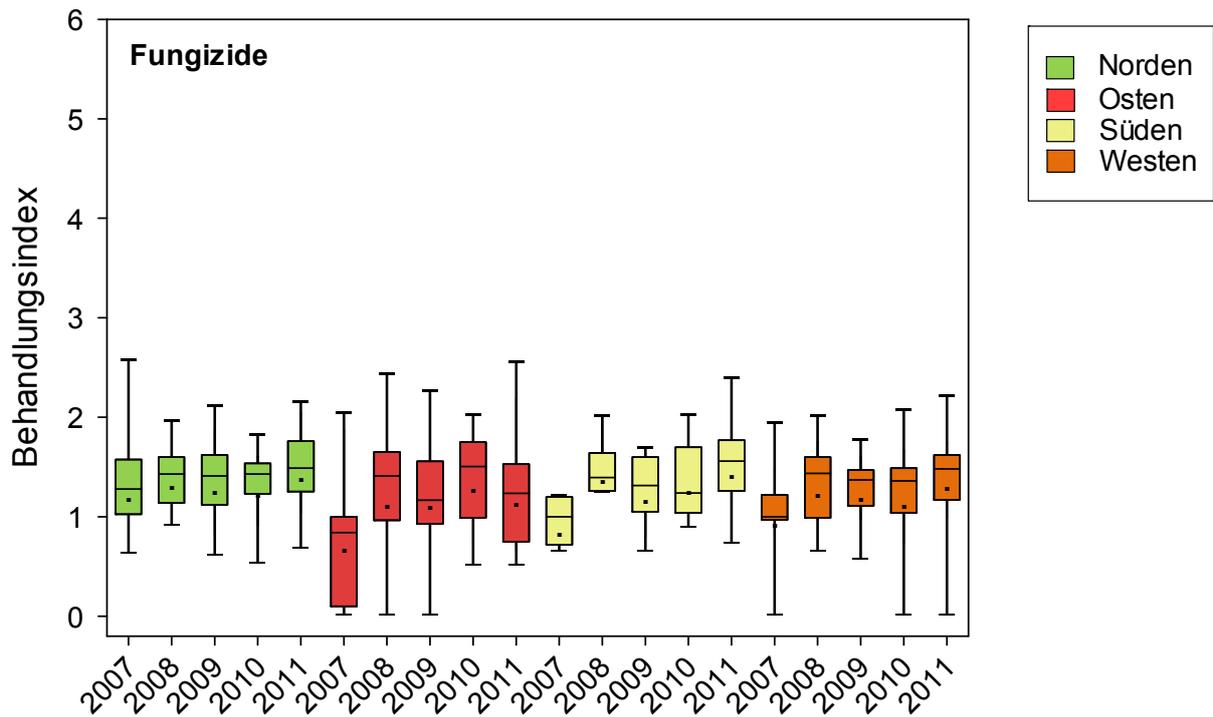
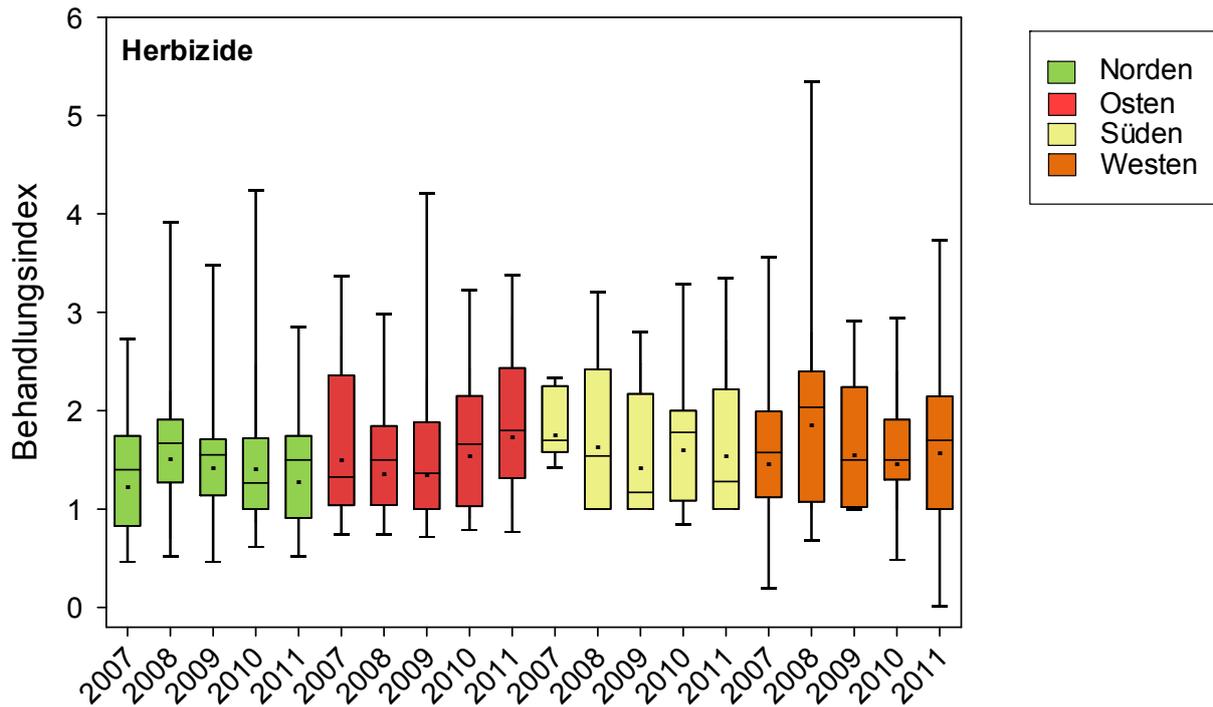


Abb. 4: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011

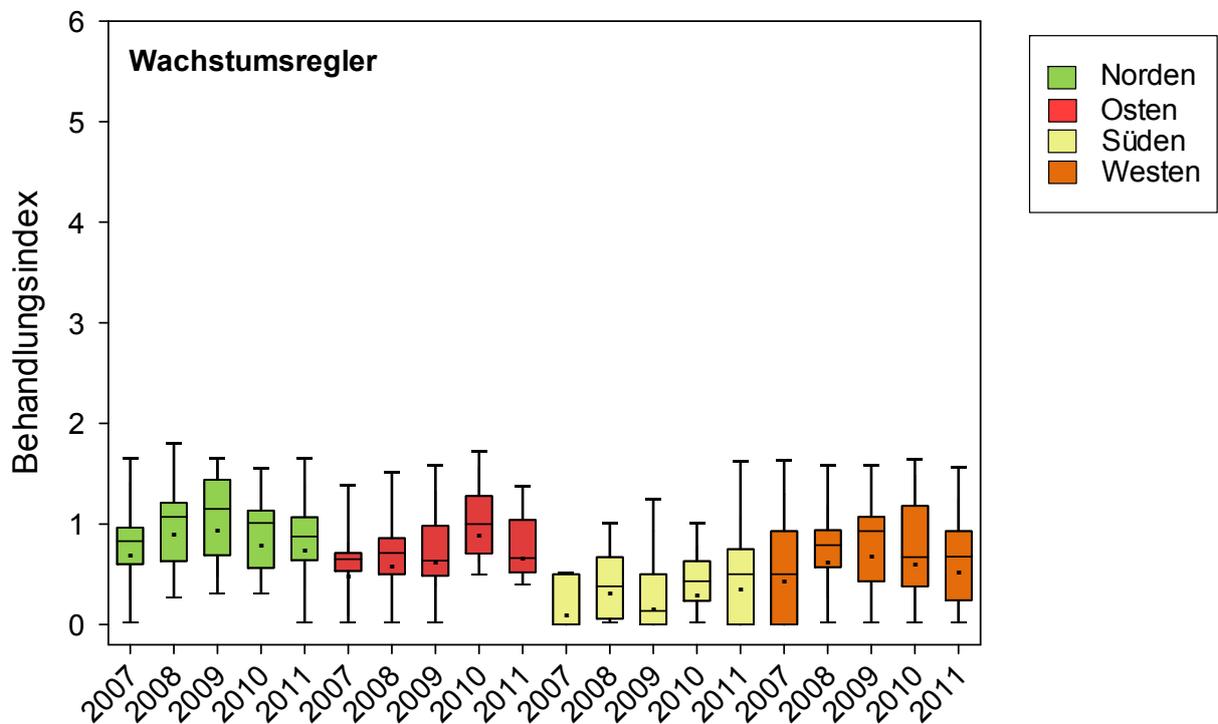
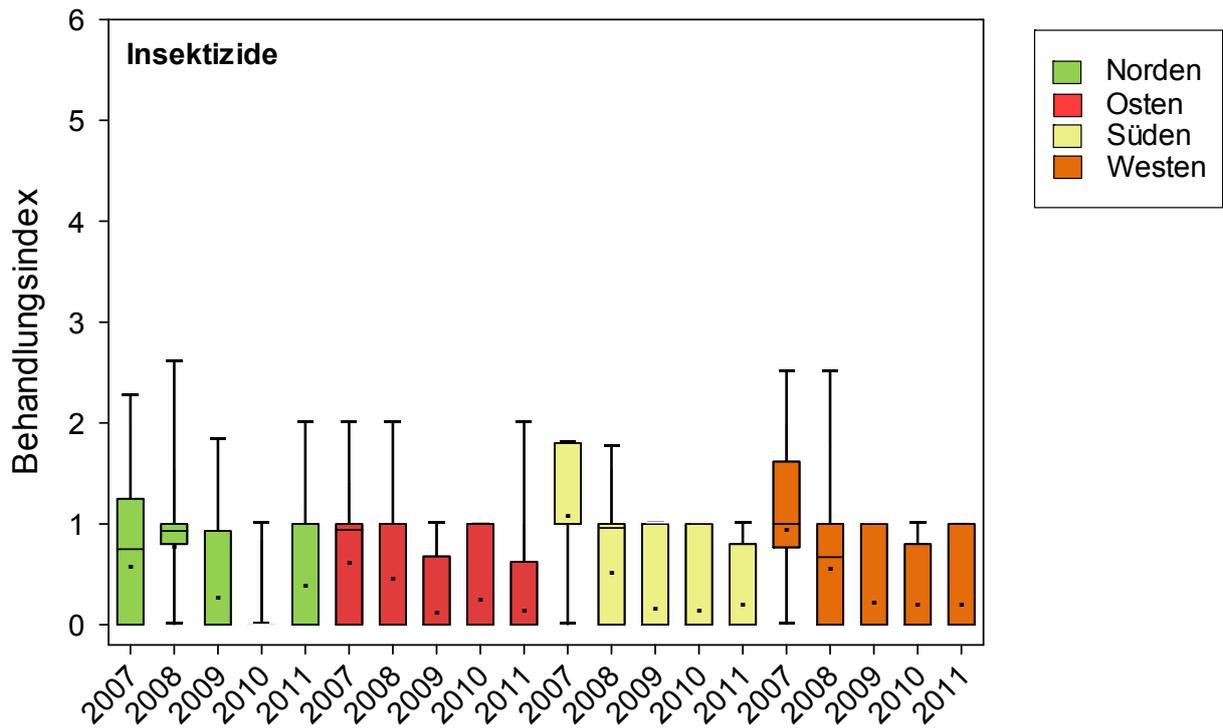


Abb. 5: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011

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 2011 sind Tabelle 9 zu entnehmen. Auch hier ist zu beachten, dass geringfügige Rundungsdifferenzen vorkommen. Abbildung 6 und 7 veranschaulichen die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die einzelnen Großregionen und Jahre.

In Winterraps stieg die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen von Jahr zu Jahr, 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**) und 2011 (**6,7**). Die Behandlungsindices in den Jahren 2008 bis 2010 erwiesen sich als nicht signifikant verschieden. Die relativ hohen Werte in den Jahren 2009, 2010 und vor allem im Jahr 2011 resultierten aus Mehranwendungen von Insektiziden (insbesondere im Norden), die gegenüber den anderen Jahren zum Teil signifikant waren, und verhältnismäßig hohen Anwendungen von Fungiziden während der Blüte. Die Intensität der Herbizidanwendungen war in den 5 Jahren sehr ähnlich.

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

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

In allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien konnten zwischen den 3 Großregionen Norden, Osten und Westen in allen 5 Jahren keine gravierenden 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 (siehe Tabelle 6). Der Unterschied zwischen Norden und Süden bzw. Westen war in den Jahren 2010 und 2011 signifikant.

Da in Winterraps die Anwendung von Insektiziden die größte Bedeutung hat, wurde diese Kategorie näher untersucht. Zunächst erfolgte eine Auswertung der Schlagdateien des Jahres 2009 nach Angaben zur insektiziden Beizung. Die Analyse ergab, dass in nahezu allen Fällen insektizid-gebeiztes Saatgut verwendet wurde (Freier und Brand, 2011). Besonderes Augenmerk verdiente die unterschiedliche Intensität der Insektizidanwendungen bei den einzelnen Zielorganismengruppen Herbstschädlinge, Stängelrüssler, Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler/-mücke. Tabelle 10 zeigt die Ergebnisse der Auswertung aller Insektizidanwendungen in den Jahren 2007 bis 2010, die eindeutig einer dieser vier Gruppen zugeordnet werden konnten. Die höchste Insektizidintensität galt den Rapsglanzkäfern.

Tab. 9: Behandlungsindices 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 2011 (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	2007-2011
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	1,7 (0,6)
N	1,5 (0,5) A	1,8 (0,6) B	1,6 (0,5)	1,5 (0,5) a	1,8 (0,5) B	1,6 (0,5)
O	1,6 (0,5)	1,8 (0,7)	1,8 (0,6)	1,9 (0,7) b	1,9 (0,9) a	1,8 (0,7)
S	1,8 (0,6)	2,0 (0,7)	2,0 (0,7)	1,3 (0,5) b	1,4 (0,5) b	1,6 (0,6)
W	1,6 (0,8)	1,7 (0,8)	1,6 (0,5)	1,8 (0,8) b	1,7 (0,7) 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	0,9 (0,3)	1,0 (0,4)	0,8 (0,4)
N	0,8 (0,3) a	1,0 (0,1) a	0,9 (0,3) A	1,0 (0,1) B	1,1 (0,3) B	1,0 (0,3)
O	0,3 (0,5) b	0,8 (0,4) b	0,9 (0,2) B	0,9 (0,3)	0,9 (0,5)	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)	0,7 (0,4)
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	0,8 (0,4)
Insektizide						
						\bar{x}
DE	2,3 (1,1) A	2,3 (1,0) A	2,8 (1,0) B	2,8 (0,9) B	3,1 (1,0) 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	3,6 (1,2) a	2,9 (1,2)
O	2,3 (1,2)	2,2 (1,0) A	2,8 (0,8) B	2,7 (0,8)	2,9 (0,8) b	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	2,7 (0,8)
W	2,2 (1,1)	2,3 (0,9)	2,7 (0,9)	2,5 (0,9) b	2,6 (0,9) b	2,5 (1,0)
Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte						
						\bar{x}
DE	1,0 (0,6)	1,1 (0,5) A	1,1 (0,4)	1,0 (0,5)	0,9 (0,5) 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)	1,1 (0,5)
O	0,9 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (0,5)	1,0 (0,5)	0,8 (0,5)	0,9 (0,5)
S	0,3 (0,6) b	1,1 (0,3)	0,8 (0,2)	0,8 (0,6)	0,8 (0,8)	0,8 (0,6)
W	1,2 (0,6) A	1,0 (0,5) B	1,0 (0,4) B	1,0 (0,3) B	1,0 (0,4) B	1,0 (0,4)
Gesamt						
						\bar{x}
DE	5,4 (1,8) A	5,9 (1,5) B	6,4 (1,3) B	6,4 (1,5) B	6,7 (1,5) B	6,2 (1,6)
N	5,7 (1,6) A	6,3 (1,3)	6,5 (1,5)	6,7 (1,3) a	7,4 (1,5) a	6,5 (1,5)
O	5,0 (1,8) A	5,8 (1,3)	6,6 (1,2) B	6,5 (1,5) B	6,5 (1,2) b	6,1 (1,5)
S	4,4 (1,5)	6,3 (2,5)	6,0 (1,3)	5,5 (1,0) b	6,1 (1,5) b	5,8 (1,5)
W	5,4 (2,0)	5,7 (1,6)	6,1 (1,3)	6,2 (1,7) b	6,2 (1,6) b	6,0 (1,7)

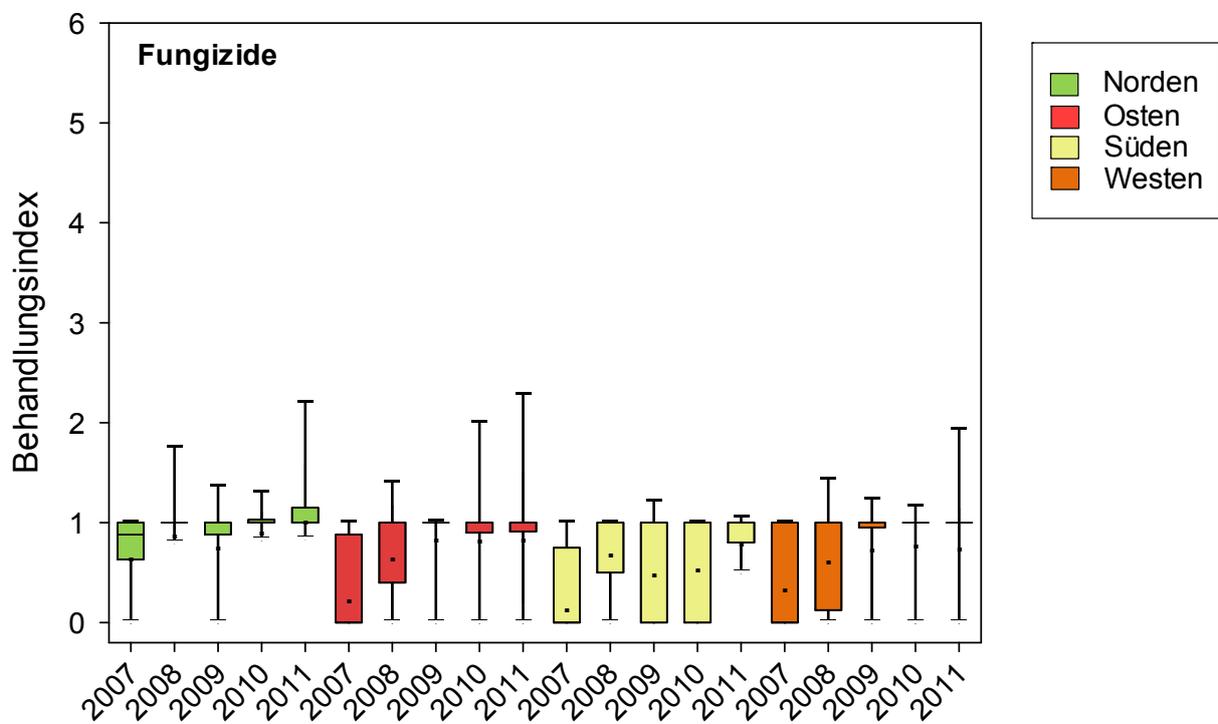
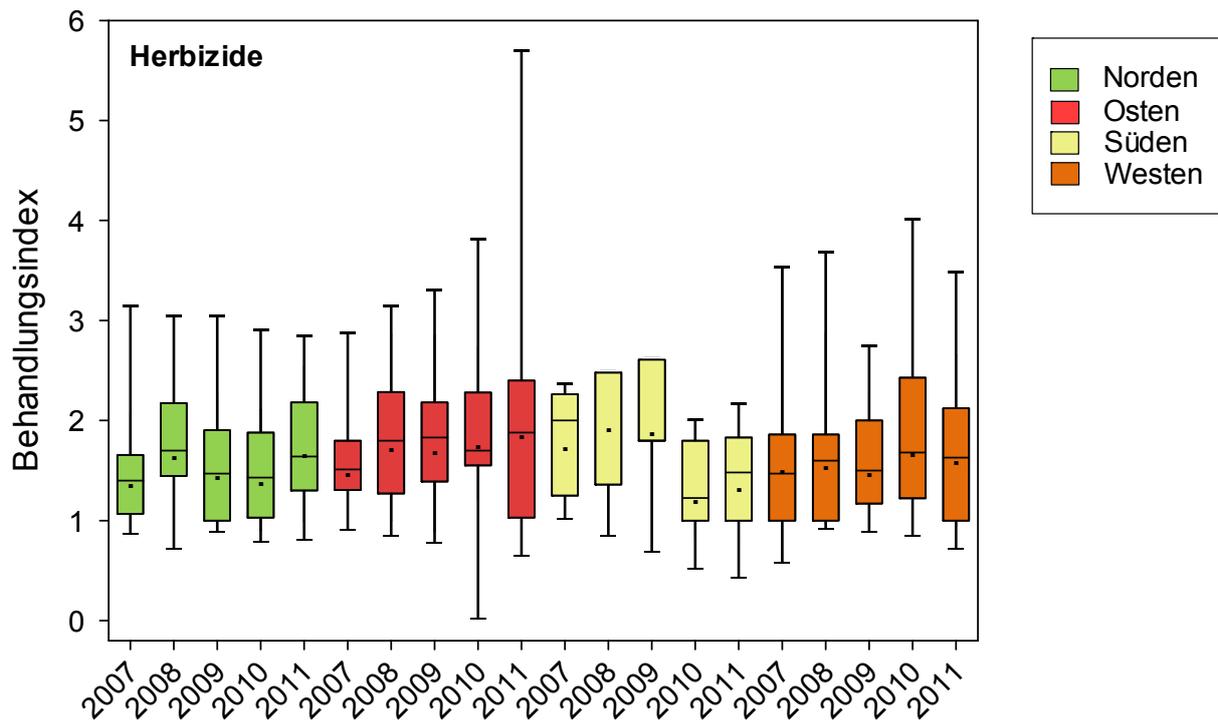


Abb. 6: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide und Fungizide in der Blüte in Wintererbsen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011

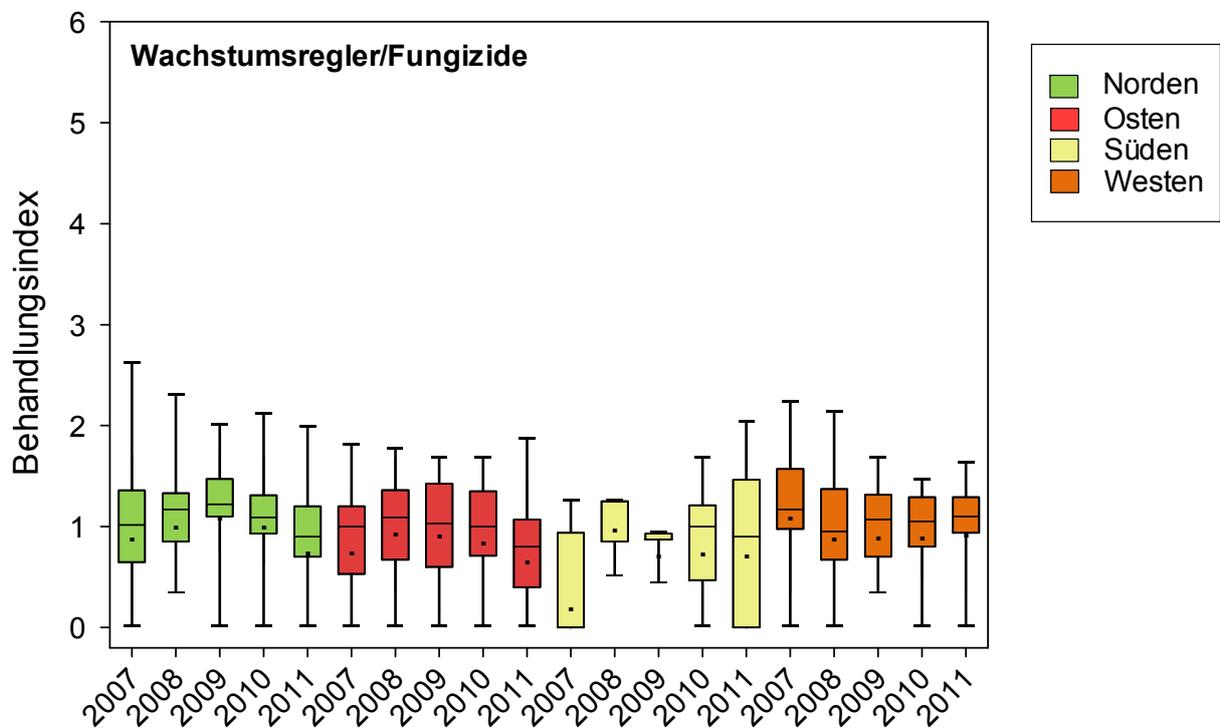
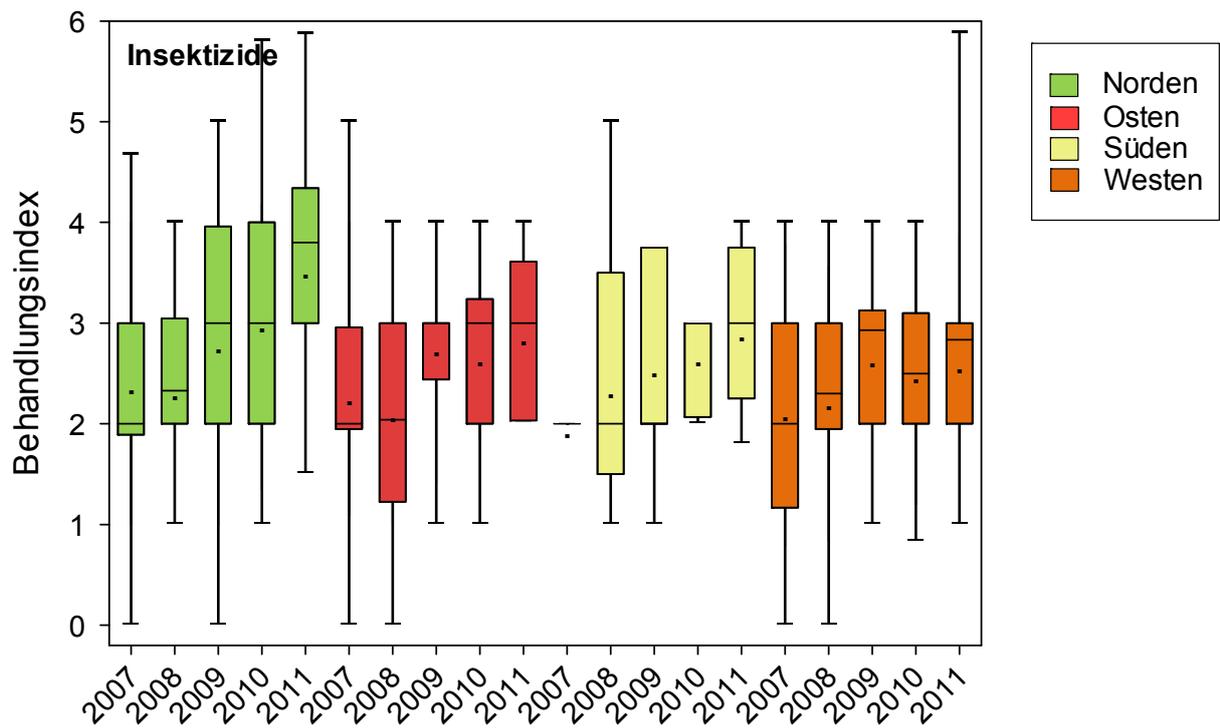


Abb. 7: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide und Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte in Winterrapen in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2011

Tab. 10: Behandlungsindices für verschiedene Schädlingsgruppen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010, Mittelwerte

Schaderreger	2007	2008	2009	2010	\bar{x} 2007-2010
Herbstschädlinge	0,34	0,43	0,45	0,49	0,43
Stängelrüssler	0,60	0,38	0,41	0,57	0,49
Rapsglanzkäfer	0,88	0,71	1,09	0,98	0,92
Kohlschotenrüssler/-mücke	0,28	0,44	0,46	0,49	0,42

6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Abbildung 8 veranschaulicht in der Zusammenfassung die mittleren Behandlungsindices für alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011. Die Übersicht zeigt, dass die Anwendung von Herbiziden trotz großer Streuungen zwischen den Einzelfeldern in den 3 Kulturen und 5 Jahren mit einer ähnlich hohen Intensität erfolgte. 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. 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 mit der Indikation Rapsglanzkäfer. Bei den Insektizidanwendungen in Winterraps ließ sich eine zunehmende Tendenz feststellen, sie betraf alle Schädlingsgruppen. Rückläufig war hingegen die Anwendung von Insektiziden in der Wintergerste. Wachstumsregler wurden in allen drei Kulturen relativ einheitlich mit einem Behandlungsindex von knapp 1,0 angewendet.

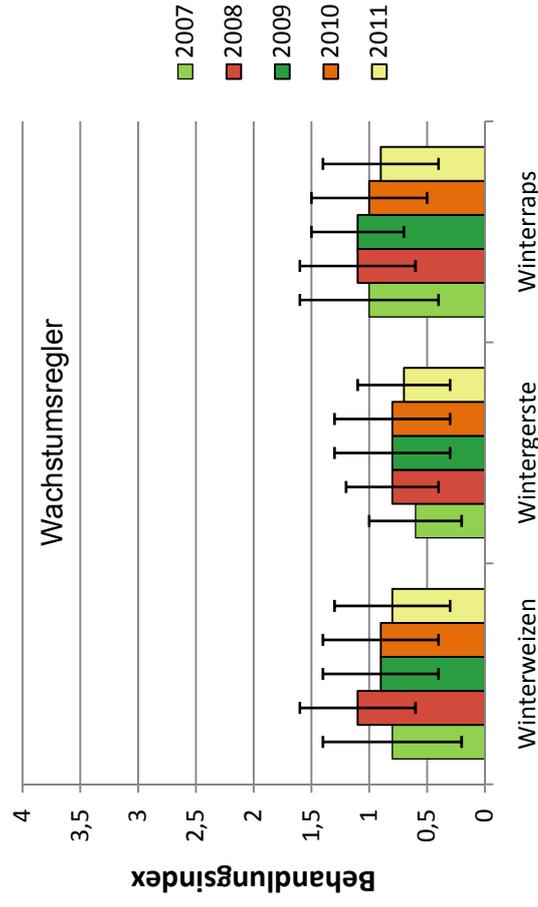
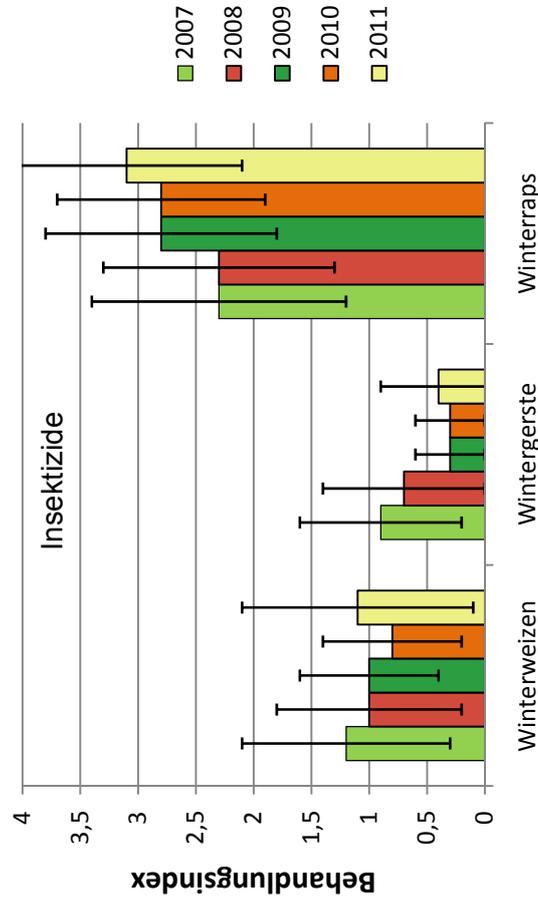
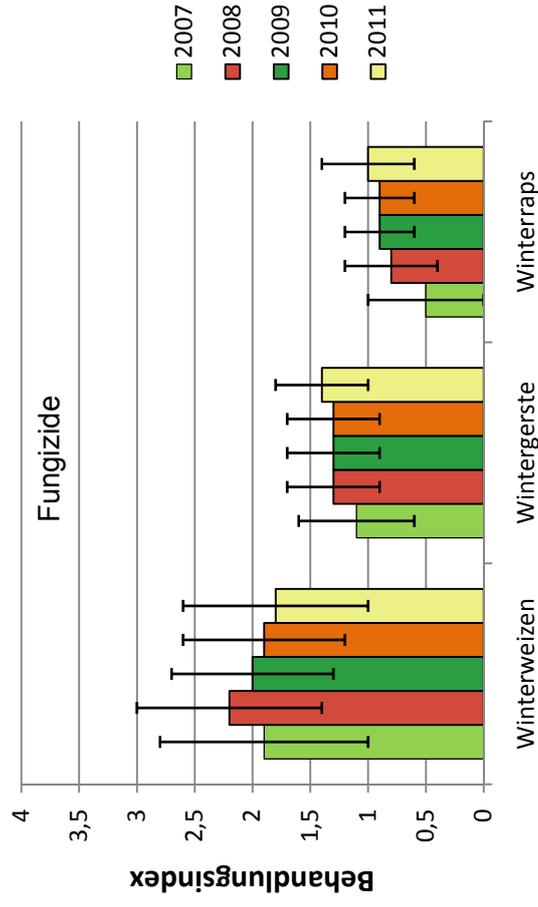
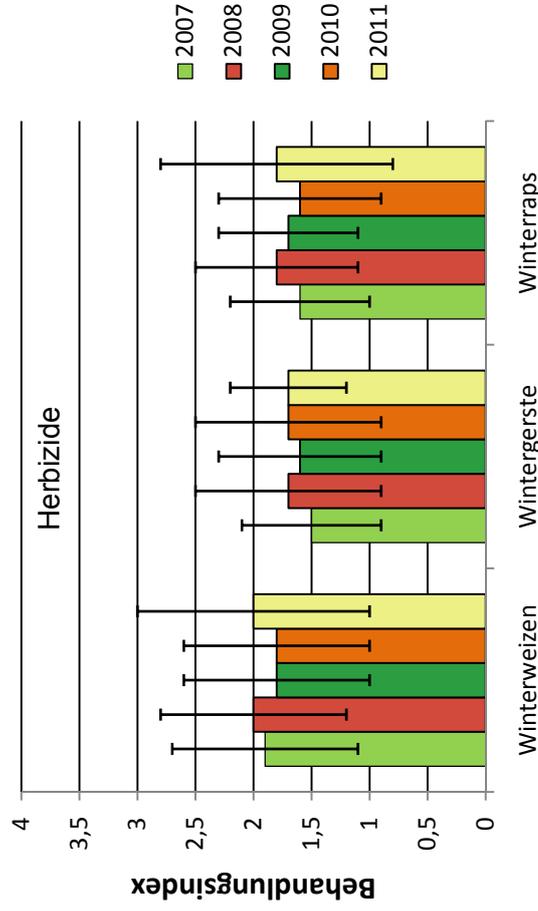


Abb. 8: Behandlungsindices in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011. Mittelwerte und Standardabweichungen

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

6.1.2.5 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 5 Jahren vorlagen. Dies betraf Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben. Tabelle 11 zeigt die Datenbasis. Es sind die zum Teil geringen Stichproben zu beachten. Aus diesem Grunde wurde auch auf statistische Analysen signifikanter Unterschiede verzichtet.

Tabelle 12 informiert über die berechneten Behandlungsindices: Erwartungsgemäß lagen die höchsten Behandlungsindices in **Kartoffeln**, wobei die Mittelwerte in den 5 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, abgesehen von den höheren Herbizidanwendungen im Jahr 2007, kaum Jahresunterschiede festzustellen waren.

Tab.11: Anzahl der Schläge in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	Summe
Kartoffeln	5	6	7	9	10	37
Mais	26	39	58	84	73	280
Triticale	8	7	17	15	19	66
Winterroggen	19	17	15	12	18	81
Zuckerrüben	24	24	29	34	39	150

Tab.12: Behandlungsindices in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2007-2011
Herbizide						\bar{x}
Kartoffeln	1,7 (0,5)	2,5 (0,5)	2,2 (1,2)	2,4 (0,6)	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)	2,1 (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 (0,6)
Winterroggen	1,6 (0,8)	1,5 (0,7)	1,2 (0,5)	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)	2,8 (1,1)
Fungizide						\bar{x}
Kartoffeln	16,5 (2,8)	14,4 (1,8)	10,8 (3,1)	10,7 (2,7)	10,3 (3,6)	12,0 (3,6)
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)
Triticale	1,6 (0,3)	1,5 (0,5)	1,3 (0,5)	1,5 (0,3)	1,3 (0,3)	1,4 (0,4)
Winterroggen	2,1 (0,9)	1,6 (0,6)	1,0 (0,6)	1,1 (0,5)	1,1 (0,3)	1,4 (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)
Insektizide						\bar{x}
Kartoffeln	1,9 (0,9)	0,2 (0,4)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,9 (0,9)	0,7 (0,8)
Mais	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,1)	0,0 (0,0)	0,0 (0,1)
Triticale	0,9 (0,7)	0,8 (0,7)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,7 (0,5)	0,7 (0,6)
Winterroggen	0,6 (0,8)	0,6 (0,8)	0,5 (0,7)	0,2 (0,4)	0,2 (0,4)	0,4 (0,7)
Zuckerrüben	0,1 (0,5)	0,2 (0,5)	0,2 (0,5)	0,4 (0,8)	0,3 (0,4)	0,2 (0,6)
Wachstumsregler						\bar{x}
Kartoffeln	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,3 (0,5)	0,2 (0,4)
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)
Triticale	0,7 (0,5)	0,9 (0,4)	0,5 (0,3)	0,7 (0,3)	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)	0,6 (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)
Gesamt						\bar{x}
Kartoffeln	20,3 (2,5)	17,1 (1,9)	13,4 (3,6)	13,8 (3,2)	14,6 (4,4)	15,4 (4,0)
Mais	1,8 (0,7)	2,5 (0,7)	1,9 (0,6)	2,0 (0,6)	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)	4,1 (1,3)
Winterroggen	4,8 (1,4)	4,4 (1,4)	3,5 (1,8)	3,1 (1,1)	2,9 (0,9)	3,8 (1,5)
Zuckerrüben	5,0 (1,8)	4,1 (1,4)	4,2 (1,2)	4,2 (1,9)	7,3 (2,3)	5,1 (2,2)

6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

6.1.3.1 Übersicht

Tabelle 13 informiert über die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben in den drei Hauptkulturen und den unterschiedlichen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den Jahren 2007 bis 2011. Die stärksten Reduktionen der Dosierung wurden bei Wachstumsreglern festgestellt: im Durchschnitt aller drei Kulturen um 50 %. Fungizide wurden in Winterweizen und Wintergerste mit knapp 60 % bzw. etwas über 50 % der zugelassenen Aufwandmenge appliziert, die Dosierungen wurden also ebenfalls deutlich reduziert. Bei den Fungizidanwendungen in Winterraps während der Blüte wurden die Aufwandmengen jedoch zu 80 bis 90 % ausgeschöpft. Bei den Herbiziden lagen die Reduzierungen im Getreide bei 24 bis 40 % und in Winterraps bei 25 % der zugelassenen Aufwandmengen. Applikationen glyphosathaltiger Präparate vor der Aussaat wurden in der Tabelle 13 berücksichtigt. Eine besondere Analyse zeigte, dass sie stets in Einzelanwendung, also nicht in Kombination mit anderen Mitteln, und mit reduzierten Aufwandmengen, im Durchschnitt mit 60 % der zugelassenen Aufwandmenge, ausgebracht wurden. Dagegen hielt sich die Reduktion der Dosis bei Insektiziden 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.

Tab. 13: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

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

Die Einzelanwendungen von Herbiziden überwogen in Winterraps mit 85 % und in den beiden Getreidearten mit 53 % aller Maßnahmen. 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 der Daten der Jahre 2007 bis 2011 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 14 informiert über die Häufigkeit der echten Teilflächenbehandlungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben im Mittel der Kulturen und der Jahre 2007 bis 2011.

Bei den Herbiziden war der Anteil von echten Teilflächenanwendungen mit ca. 5 % 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 – gut 2 % aller Maßnahmen. Auffällig waren auch hier der Zusammenhang: je größer die Felder desto öfter fanden Teilflächenapplikationen statt. In der Gruppe der Felder > 50 ha lag die Zahl immerhin bei 6 %. Wie auch schon bei den Fungizidanwendungen, entschieden sich die Betriebe bei der Anwendung der Wachstumsregler im Getreide und der Wachstumsregler/Fungizide in Winterraps selten für Teilflächenmaßnahmen. Selbst auf großen Feldern blieb der Anteil meistens unter 1 %.

Tab. 14: Anzahl und Anteil der echten Teilflächenbehandlungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

Kategorie	Behandelte Fläche	Schlagfläche < 20 ha	Schlagfläche < 50 ha	Schlagfläche > 50 ha	2007-2011 \bar{x}
Herbizide	Gesamt	4332	1151	862	6345
	Teilfläche	143	77	88	308
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		3,30 %	6,69 %	10,21 %	4,85 %
Fungizide	Gesamt	4442	1072	868	6382
	Teilfläche	16	16	11	43
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,36 %	1,49 %	1,27 %	0,67 %
Insektizide	Gesamt	2357	722	498	3577
	Teilfläche	20	30	31	81
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,85 %	4,16 %	6,22 %	2,26 %
Wachstumsregler	Gesamt	2386	627	435	3448
	Teilfläche	12	7	2	21
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,50 %	1,12 %	0,46 %	0,61 %
Wachstumsregler / Fungizide bis zur Blüte bei Winterraps	Gesamt	864	357	318	1539
	Teilfläche	0	2	1	3
Anteil der Teilflächenbehandlungen in %		0,00 %	0,56 %	0,31 %	0,19 %

6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex

6.1.5.1 Schlaggröße

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

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

Auf der Grundlage aller Daten der Jahre 2007 bis 2011 erfolgten entsprechende Korrelationsanalysen für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, die zu folgenden Ergebnissen führten:

Winterweizen (2007-2011): $R = 0,0238$, $p = 0,4310$

Wintergerste (2007-2011): $R = -0,0395$, $p = 0,2570$

Winterraps (2007-2011): $R = 0,1310$, $p = 0,00027$

Während für Winterweizen und Wintergerste kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Schlaggröße und dem Behandlungsindex nachgewiesen werden konnte, zeigte sich bei Winterraps eine leichte, aber signifikante positive Beziehung, d. h. je größer die Schläge, desto höher die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität.

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 5 Jahre überprüft. Die Analysen führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2011): $R = -0,0712$, $p = 0,021$

Wintergerste (2007-2011): $R = 0,0046$, $p = 0,898$

Winterraps (2007-2011): $R = 0,1050$, $p = 0,0046$

Die Daten zeigen, dass für Winterweizen ein signifikanter, aber sehr schwacher negativer und für Winterraps ein signifikanter, schwach positiver Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße vorlagen. Abbildung 9 veranschaulicht diese geringen Zusammenhänge. Bei der Auswertung der Einzeljahre konnten sich diese Zusammenhänge allerdings nicht in jedem Jahr bestätigen. Demgegenüber führten die Analysen für Wintergerste zu keinen statistisch gesicherten Zusammenhängen zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße.

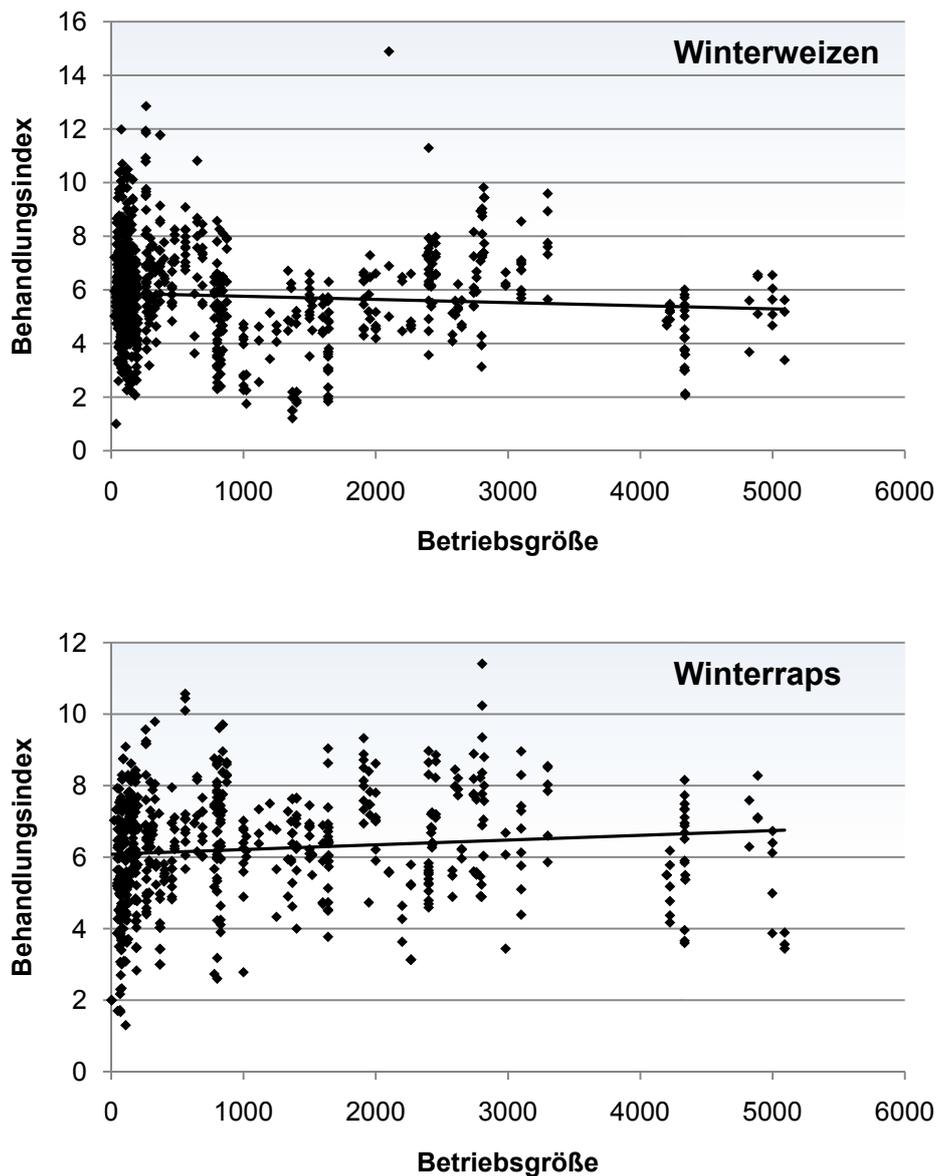


Abb. 9: Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex in Winterweizen und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2011

Zusätzlich erfolgte ein Vergleich der schlagbezogenen Behandlungsindices in einzelnen Wertklassen der Betriebsgröße auf der Basis des gesamten Wertepools. In jeder Klasse wurden ähnliche Betriebsgrößen zusammengefasst und der Mittelwert (inkl. Standardabweichung) aus den dazugehörigen schlagbezogenen Behandlungsindices errechnet. Statistisch wurden die Klassenmittelwerte auf Grund der unterschiedlichen Stichprobenumfänge mit dem Simulate-Verfahren zum multiplen Signifikanzniveau $p = 0,05$ miteinander verglichen. Abbildung 10 veranschaulicht die Ergebnisse. Zwischen den Klassen konnten teilweise signifikante Unterschiede festgestellt werden, wenngleich diese Auswertung zu keinen weiteren Erkenntnissen führte, inwieweit sich große und kleine Betriebe in der Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität unterscheiden.

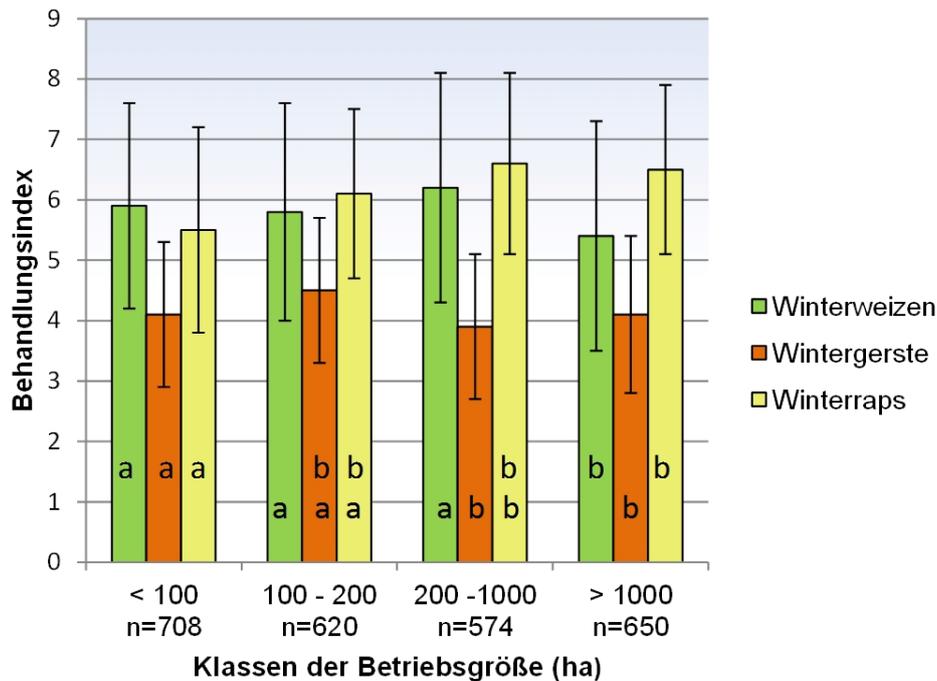


Abb. 10: Behandlungsindices für unterschiedlichen Klassen der Betriebsgröße in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2011, Mittelwerte und Standardabweichungen

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

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 wurde auf der Basis aller zur Verfügung stehenden Einzelwerte der Jahre 2007 bis 2011 mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Sie führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2011): $R = 0,1220$, $p = 0,0001$
 Wintergerste (2007-2011): $R = 0,2860$, $p = < 0,0001$
 Winterraps (2007-2011): $R = -0,1310$, $p = 0,0005$

Das heißt, für alle drei 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 Tendenz in Winterraps zeigte sich grundsätzlich auch in den einzelnen Pflanzenschutzkategorien – signifikant allerdings nur bei den Insektizidanwendungen. Abbildung 12 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 drei 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 11 zeigt die Ergebnisse für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps. Bei Winterweizen und Wintergerste nimmt der mittlere schlagbezogene Behandlungsindex in den 4 Klassen von 60 Bodenpunkten abwärts signifikant ab. Allerdings ist zu beachten, 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.

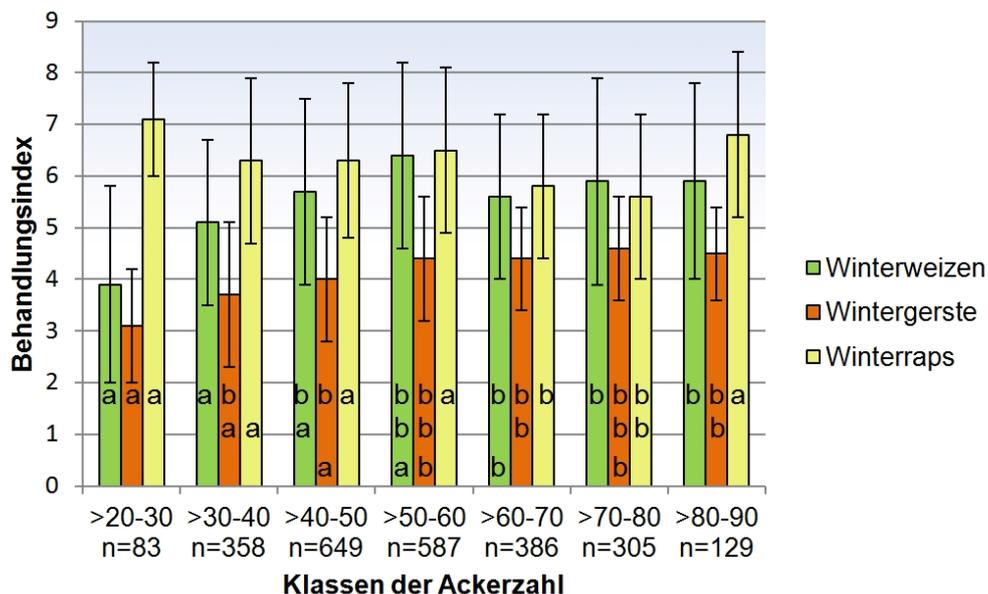


Abb. 11: Behandlungsindices für unterschiedliche Klassen der Ackerzahl in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2011, Mittelwerte und Standardabweichungen

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

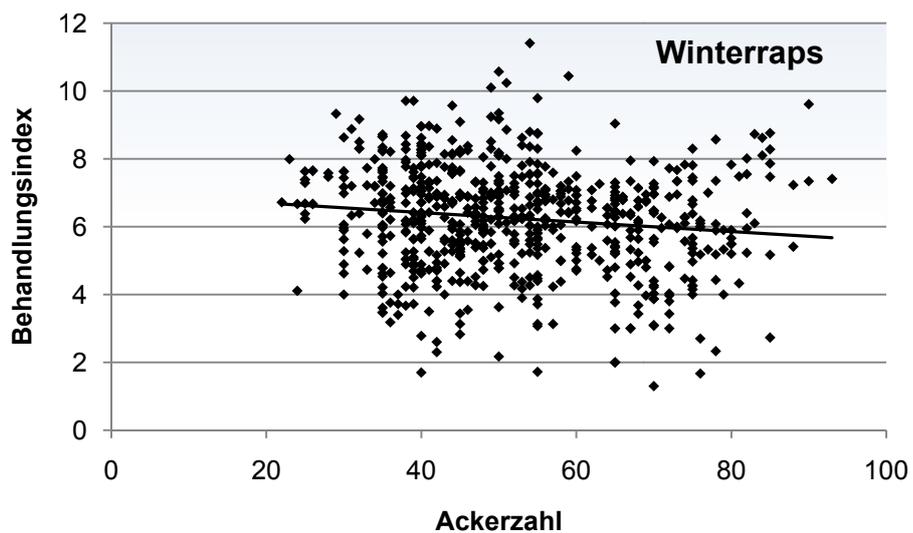
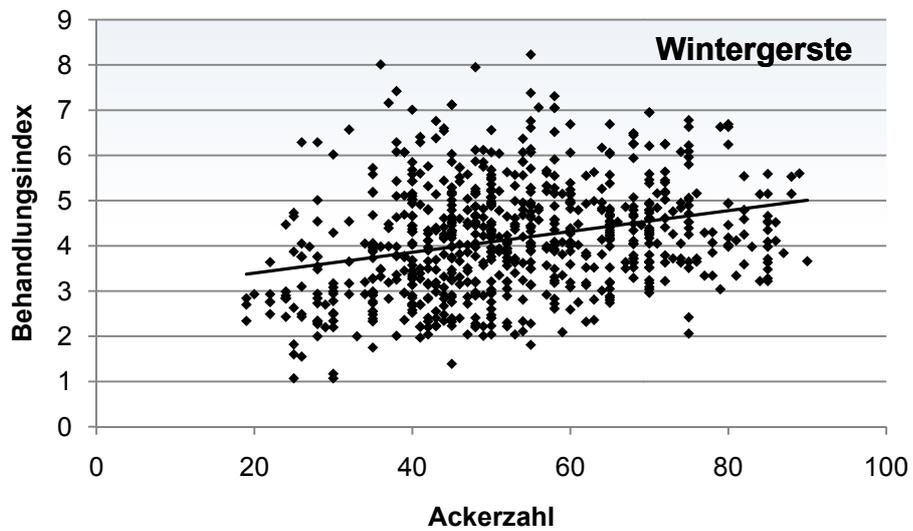
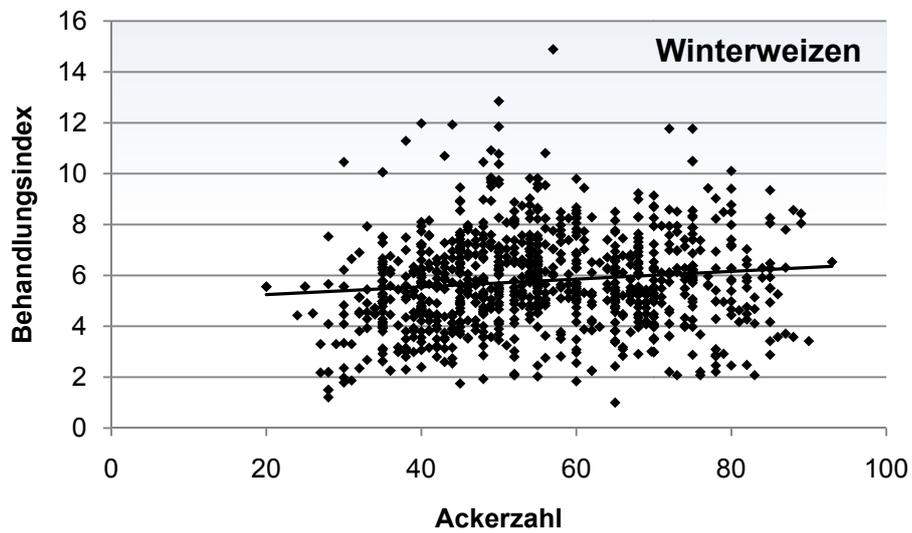


Abb. 12: Zusammenhang zwischen Ackerzahl und Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2011

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 2011 wurden mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Winterweizen (2007-2011): $R = 0,4210$, $p = <0,0001$

Wintergerste (2007-2011): $R = 0,30890$, $p = <0,0001$

Winterraps (2007-2011): $R = 0,0167$, $p = 0,706$

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.

Die Abbildungen 13 und 14 veranschaulichen die hoch signifikanten Zusammenhänge zwischen Ertrag und Gesamt-Behandlungsindex für Winterweizen und Wintergerste.

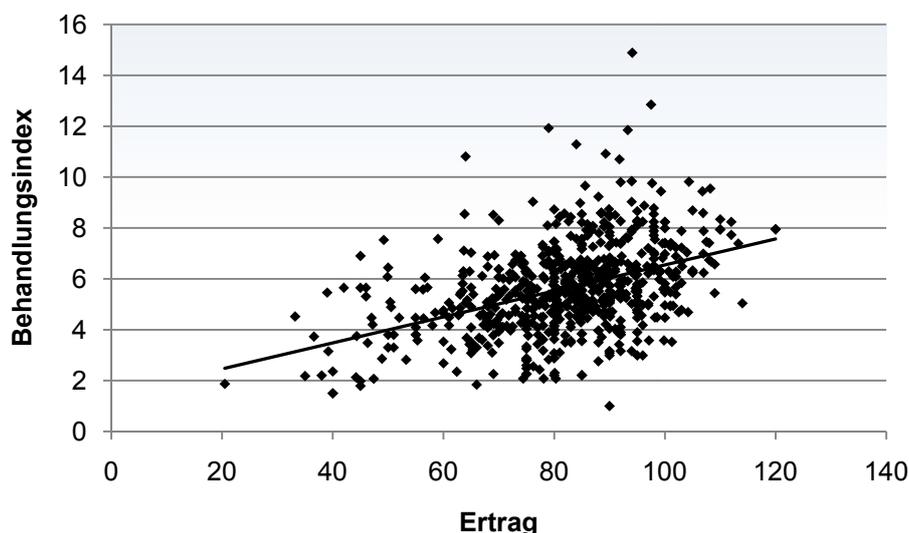


Abb. 13: Zusammenhang zwischen Ertrag und Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2011

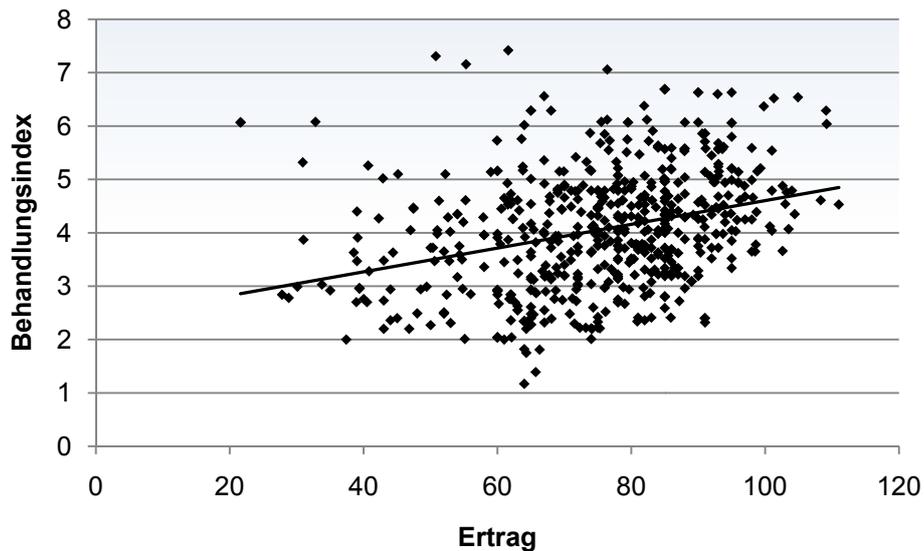


Abb. 14: Zusammenhang zwischen Ertrag und Behandlungsindex in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2011

6.1.5.5 Vorfrucht

Der Effekt der Vorfrucht wurde für jede Kultur und Pflanzenschutzmittel-Kategorie für jedes Jahr gesondert geprüft, Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse. Da bei Winterraps im Wesentlichen nur Wintergetreide als Vorfrucht vorkam, lohnte es sich nur bei Winterweizen und Wintergerste, den Einfluss der unterschiedlichen Vorfrüchte auf die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität zu analysieren.

Die Herbizidanwendungen waren in Winterweizen nach Wintergetreide, Sommergetreide und Winterraps höher als nach Blattfrüchten und insbesondere Mais, in einigen Fällen signifikant. Bei Wintergerste waren keine klaren Tendenzen erkennbar.

Die Fungizidanwendungen in Winterweizen schienen nicht durch unterschiedliche Vorfrüchte beeinflusst worden zu sein (der auffällig hohe Wert nach Sommergetreide 2010 beruht auf nur einem vorhandenen Feld). Bei Wintergerste fielen lediglich geringere Anwendungen von Fungiziden nach Mais im Jahre 2007 auf, gegenüber Sommergetreide sogar signifikant.

Die Insektizidanwendungen in Winterweizen standen in keiner Beziehung zu den unterschiedlichen Vorfruchtgruppen. Bei Wintergerste ließen sich in der Mehrheit der Jahre geringere, jedoch nicht signifikante Insektizidanwendungen nach Mais und Sommergetreide feststellen.

Wachstumsregler schienen in Winterweizen und Wintergerste unabhängig von der Vorfrucht angewendet worden zu sein, nur im Jahr 2007 ermittelten wir in Winterweizen signifikant höhere Behandlungsindices nach Wintergetreide im Vergleich zur Vorfrucht Mais. Außerdem unterschieden sich die Vorfrüchte Winterraps und Mais signifikant voneinander. Der hohe Wert bei Wintergerste nach Blattfrüchten im Jahr 2010 resultiert aus nur einem Feld.

Tab. 15: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011, Mittelwerte (und Standardabweichungen)

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

Kultur	Jahr	Vorfrucht					Blattfrüchte
		Wintergetreide	Sommergetreide	Winterraps	Mais		
Herbizide							
Winterweizen	2007	1,9 (0,6) a	2,2 (0,9)	2,0 (0,8) a	1,3 (0,4) b A	1,7 (0,9)	
	2008	2,2 (1,0) a	2,0 (0,7)	2,0 (0,8) a	1,5 (0,6) b	1,8 (0,7)	
	2009	2,0 (0,9) a	2,3 (1,2)	2,0 (0,9) a	1,4 (0,5) b	1,5 (0,7) b	
	2010	2,0 (0,8) a	1,8 (0,0)	1,8 (0,8) A	1,6 (0,5) b	1,6 (0,7)	
	2011	2,0 (0,7)	2,1 (0,2)	2,2 (1,0) a B	1,7 (0,7) b B	1,6 (0,7) b	
Wintergerste	2007	1,5 (0,6) A	1,6 (0,5)	1,8 (0,7)	1,4 (0,1)	0,7 (0,0) A	
	2008	1,8 (0,8) B	1,4 (0,4)	1,6 (0,5)	1,5 (0,6)	1,1 (0,4)	
	2009	1,6 (0,7)	1,3 (0,6)	1,5 (0,6)	1,0 (0,0) A	1,0 (0,5)	
	2010	1,6 (0,7)	1,8 (0,8)	1,5 (0,6)	1,6 (0,4) B	2,2 (0,0) B	
	2011	1,6 (0,7)	1,6 (0,7)	1,9 (0,8)	1,8 (0,6) B	1,1 (0,3)	
Winterraps	2007	1,6 (0,6) A	1,7 (0,3)	- (-)	- (-)	- (-)	
	2008	1,8 (0,7)	1,5 (0,3)	- (-)	- (-)	2,4 (1,0)	
	2009	1,7 (0,6)	1,8 (0,5)	- (-)	1,4 (0,0)	1,2 (0,4)	
	2010	1,7 (0,7)	1,6 (0,3)	- (-)	- (-)	- (-)	
	2011	1,8 (0,7) B	1,3 (0,6)	- (-)	- (-)	1,9 (-)	
Fungizide							
Winterweizen	2007	2,2 (0,9) A	1,7 (1,0)	1,9 (0,8) A	1,6 (0,6) A	1,9 (0,9)	
	2008	2,4 (0,7)	1,6 (0,1)	2,2 (0,7) B A	2,1 (0,9) B	2,0 (1,0)	
	2009	2,2 (0,7)	2,5 (0,7)	2,0 (0,7)	1,9 (0,5)	2,0 (0,7)	
	2010	1,9 (0,9)	3,4 (0,0)	2,1 (0,7) a	1,7 (0,5) b	1,9 (0,6)	
	2011	1,8 (0,8) B	2,5 (0,1)	1,8 (0,8) B	1,9 (0,6)	1,8 (0,9)	
Wintergerste	2007	1,1 (0,5) A	1,1 (0,2) a	1,1 (0,4)	0,7 (0,6) b A	- (-)	
	2008	1,4 (0,4) B	1,2 (0,2)	1,3 (0,5)	1,4 (0,3) B	0,9 (1,1)	
	2009	1,3 (0,4) B	1,2 (0,3)	1,0 (0,7)	1,2 (0,4)	1,0 (0,4)	
	2010	1,3 (0,4) B	1,3 (0,5)	1,4 (0,4)	1,4 (0,2) B	1,0 (0,0)	
	2011	1,4 (0,4) B	1,4 (0,4)	1,3 (0,5)	1,5 (0,2) B	1,0 (0,5)	
Winterraps	2007	0,6 (0,5) A	0,3 (0,4) A	- (-)	- (-)	- (-)	
	2008	0,8 (0,4) B A	1,0 (0,7)	- (-)	- (-)	1,0 (0,0)	
	2009	0,9 (0,3) B A	1,0 (0,2)	- (-)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	
	2010	0,9 (0,3) B	1,0 (0,5) B	- (-)	- (-)	- (-)	
	2011	1,0 (0,4) B B	1,0 (0,1) B	- (-)	- (-)	1,0 (0,0)	
Insektizide							
Winterweizen	2007	1,2 (1,0) A	0,9 (0,2)	1,1 (0,9) A	1,0 (0,8) A	1,3 (1,1) A	
	2008	1,1 (0,7)	0,7 (0,6)	1,1 (0,8)	0,8 (0,6)	1,0 (0,9)	
	2009	1,0 (0,6) B	1,2 (0,8)	1,0 (0,6) B	1,2 (0,6) B	1,0 (0,7) B	
	2010	0,9 (0,5)	0,8 (0,0)	0,9 (0,6) B	1,0 (0,3) B	1,1 (0,9)	
	2011	1,2 (1,0)	0,5 (0,7)	0,9 (0,9)	1,3 (1,5)	0,9 (0,8)	
Wintergerste	2007	1,0 (0,7) A	0,3 (0,7) A	0,9 (0,6)	0,0 (0,0) A	1,0 (0,0) A	
	2008	0,7 (0,7) A	0,3 (0,5)	0,8 (0,7)	0,8 (0,4) B A	0,2 (0,5) A B	
	2009	0,3 (0,5) B B	0,2 (0,4) B	0,2 (0,4)	0,0 (0,0) B	0,7 (0,6) B A	
	2010	0,9 (0,1) B B	0,1 (0,2)	0,9 (0,8)	1,0 (0,5)	0,8 (0,0) B B	
	2011	0,4 (0,6) B B	0,3 (0,5)	0,5 (0,5)	0,2 (0,3) B	0,0 (0,0) B B	

Vorfrucht							
Kultur	Jahr	Wintergetreide	Sommergetreide	Winterraps	Mais	Blattfrüchte	
Winterraps	2007	2,4 (1,1) A a	1,1 (0,9) b A	- (-)	- (-)	- (-)	
	2008	2,3 (1,0) A	1,9 (0,7)	- (-)	- (-)	3,0 (0,0)	
	2009	2,8 (1,0) B A	3,2 (0,4) B	- (-)	3,0 (0,0)	3,2 (0,3)	
	2010	2,8 (0,9) B A	2,7 (0,9) B	- (-)	- (-)	- (-)	
	2011	3,1 (1,0) B B	2,7 (0,7) B	- (-)	- (-)	2,0 (0,0)	
Wachstumsregler bzw. Wachstumsregler/Fungizide							
Winterweizen	2007	1,0 (0,6) a	0,3 (0,3)	0,9 (0,6) a	0,5 (0,4)A b	0,7 (0,5)	
	2008	1,3 (0,5) a A	1,1 (0,7)	1,1 (0,5) A	1,0 (0,3)BA b	0,9 (0,4) b	
	2009	1,0 (0,5)	1,0 (1,0)	1,0 (0,6)	0,8 (0,3)B	0,8 (0,4)	
	2010	1,1 (0,4)	0,6 (0,0)	0,9 (0,5)	0,8 (0,4)BB	0,8 (0,4)	
	2011	0,9 (0,4) B	0,9 (0,8)	0,8 (0,6) B	0,7 (0,4)	0,6 (0,6)	
Wintergerste	2007	0,6 (0,5) A	0,6 (0,2)	0,7 (0,1)	0,7 (0,1)	1,0 (0,5)	
	2008	0,8 (0,4) B	0,8 (0,1)	0,8 (0,4)	0,6 (0,1)	0,7 (0,4)	
	2009	0,9 (0,5) B A	0,6 (0,4)	0,6 (0,4)	0,4 (0,0)	0,4 (0,6)	
	2010	0,8 (0,5)	0,7 (0,3)	0,9 (0,4)	0,8 (0,3)	1,4 (0,0)	
	2011	0,7 (0,4) B	0,6 (0,4)	0,9 (0,4)	0,7 (0,6)	0,8 (0,1)	
Winterraps	2007	0,9 (0,5)	0,6 (0,4)	- (-)	- (-)	- (-)	
	2008	1,0 (0,4)	0,8 (0,6)	- (-)	- (-)	1,4 (0,1)	
	2009	1,0 (0,4)	1,1 (0,4)	- (-)	1,3 (0,0)	1,4 (0,1)	
	2010	1,1 (0,3) a	0,9 (0,4) b	- (-)	- (-)	- (-)	
	2011	0,9 (0,5)	0,5 (0,5)	- (-)	- (-)	1,1 (0,0)	

6.1.5.6 Bodenbearbeitung

Wie der Tabelle 16 zu entnehmen ist, hatte die Grundbodenbearbeitung einen Einfluss auf die Intensität der Herbizidanwendungen in allen 3 Kulturen, insbesondere bei Winterraps. Bei pfluglosem Anbau waren infolge der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide in den 5 Jahren und im Durchschnitt der Jahre fast immer höhere Behandlungsindices zu verzeichnen, wenngleich die Unterschiede - abgesehen von Winterraps nach Wintergetreide – nur selten signifikant waren (bei Anwendung des Simulate-Verfahrens). Abbildung 15 fasst die über die Jahre gemittelten Befunde zusammen. Bei **Winterweizen** erhöhte sich der Behandlungsindex bei pfluglosem Anbau im Durchschnitt aller Vorfruchtgruppen um 0,2, aber nicht nach Mais und Blattfrüchten. Bei **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, kein Unterschied zeigte sich nach Mais. Zur Vorfrucht Blattfrüchte lagen zu wenige Daten vor. Bei **Winterraps** konnte für die Vorfruchtgruppe Wintergetreide eine hohe Stichprobe ausgewertet werden. Hier zeigte sich ein deutlicher in der Summe der 5 Jahre hoch signifikanter Zuwachs der Herbizidaufwendungen bei pfluglosem Anbau (0,6 BI). Zu allen anderen Vorfrüchten lagen nur einzelne Daten vor.

Tab. 16: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex von Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps bei verschiedenen Vorfrüchten in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011, Mittelwerte (und Standardabweichungen)

Vorfrucht	Jahr	gepflügt		pfluglos		Überschreitungs- wahrscheinlich- keit (p)
		Schläge	BI	Schläge	BI	
Winterweizen						
Wintergetreide	2007	32	2,2 (0,9)	12	1,9 (0,6)	0,2712
	2008	19	1,8 (0,6)	9	2,5 (1,1)	0,1498
	2009	31	2,0 (0,9)	11	2,0 (0,9)	0,0946
	2010	21	2,0 (0,7)	21	2,0 (0,9)	0,5415
	2011	25	1,9 (0,7)	19	2,0 (0,7)	0,7575
	\bar{x}		125	2,0 (0,8)	71	2,1 (0,9)
Sommergetreide	2007	0	- (-)	3	2,2 (0,9)	*
	2008	0	- (-)	3	2,0 (0,7)	*
	2009	2	1,8 (0,1)	3	2,7 (1,6)	0,4191
	2010	0	- (-)	1	1,8 (0,0)	*
	2011	0	- (-)	0	- (-)	*
	\bar{x}		2	1,8 (0,1)	10	2,2 (0,8)
Winterraps	2007	21	1,7 (0,6)	51	2,0 (0,8)	0,1918
	2008	15	1,9 (1,1)	82	2,1 (0,7)	0,5902
	2009	14	1,6 (0,7)	78	2,1 (0,9)	0,7063
	2010	13	1,4 (0,4)	100	1,9 (1,0)	0,0040
	2011	22	1,8 (0,9)	83	2,4 (1,0)	0,4148
	\bar{x}		85	1,7 (0,7)	394	2,0 (0,9)
Mais	2007	19	1,3 (0,4)	5	1,2 (0,4)	0,3715
	2008	20	1,4 (0,4)	9	1,7 (0,8)	0,0874
	2009	33	1,5 (0,6)	7	1,2 (0,3)	0,2778
	2010	29	1,6 (0,5)	14	1,5 (0,5)	0,6147
	2011	36	1,8 (0,7)	14	1,4 (0,7)	0,8863
	\bar{x}		137	1,5 (0,5)	49	1,4 (0,5)
Blattfrüchte	2007	8	1,1 (0,6)	22	2,0 (0,9)	0,3431
	2008	5	2,2 (1,2)	26	1,7 (0,6)	0,7735
	2009	12	1,8 (0,6)	30	1,4 (0,7)	0,0476
	2010	18	1,7 (0,7)	28	1,6 (0,7)	0,2006
	2011	14	1,6 (0,9)	23	1,5 (0,6)	0,0127
	\bar{x}		56	1,7 (0,8)	127	1,6 (0,7)
Wintergerste						
Wintergetreide	2007	60	1,3 (0,6)	26	2,0 (0,6)	0,5585
	2008	86	1,7 (0,8)	35	2,0 (0,9)	0,2800

* zu geringe
Datenbasis

	2009	103	1,6 (0,6)	43	1,7 (0,7)	0,8342
	2010	85	1,5 (0,5)	72	1,8 (1,0)	0,8748
	2011	110	1,5 (0,6)	24	2,2 (0,8)	0,0003
	\bar{x}	414	1,5 (0,6)	200	1,9 (0,8)	0,1426
Sommergetreide	2007	4	1,7 (0,3)	4	1,7 (0,3)	0,6960
	2008	2	1,6 (0,0)	2	1,6 (0,0)	0,8545
	2009	5	1,8 (0,8)	5	1,8 (0,8)	0,0037
	2010	8	1,6 (0,9)	8	2,0 (0,8)	0,0206
	2011	8	1,2 (0,4)	3	2,4 (0,6)	0,0015
	\bar{x}	33	1,3 (0,6)	22	1,9 (0,5)	0,0010
Winterraps	2007	4	1,4 (0,3)	2	2,7 (0,0)	0,0281
	2008	2	1,4 (0,1)	14	1,7 (0,5)	0,6673
	2009	2	0,6 (0,2)	8	1,7 (0,5)	0,4383
	2010	5	1,6 (0,5)	8	1,5 (0,6)	0,6476
	2011	2	1,1 (0,1)	6	2,2 (0,8)	0,6279
	\bar{x}	15	1,2 (0,3)	38	2,0 (0,5)	0,5809
Mais	2007	2	1,4 (0,1)	1	1,5 (0,0)	0,0759
	2008	1	1,0 (0,0)	4	1,6 (0,6)	0,9815
	2009	3	1,0 (0,0)	1	0,9 (0,0)	<0,0001
	2010	7	1,7 (0,2)	4	1,5 (0,6)	0,5740
	2011	6	2,1 (0,5)	6	1,4 (0,5)	0,0358
	\bar{x}	19	1,4 (0,2)	16	1,4 (0,3)	0,5015
Blattfrüchte	2007	2	0,7 (0,0)	0	- (-)	*
	2008	1	1,5 (0,0)	3	1 (0,4)	0,5465
	2009	2	0,7 (0,0)	0	- (-)	*
	2010	0	- (-)	1	2,2 (0,0)	*
	2011	2	0,9 (0,3)	3	1,2 (0,3)	0,9940
	\bar{x}	6	0,9 (0,3)	3	1,2 (0,3)	0,9167
Winterraps						
Wintergetreide	2007	76	1,4 (0,5)	49	1,8 (0,7)	0,2190
	2008	70	1,5 (0,6)	66	2,1 (0,7)	0,3309
	2009	78	1,4 (0,5)	64	2,0 (0,5)	0,0413
	2010	45	1,4 (0,6)	109	1,8 (0,7)	0,0162
	2011	63	1,5 (0,5)	86	2,1 (0,8)	0,0542
	\bar{x}	325	1,4 (0,5)	367	2,0 (0,6)	0,0006
Sommergetreide	2007	1	1,5 (0,0)	5	1,7 (0,4)	0,8563
	2008	1	1,0 (0,0)	3	1,6 (0,1)	0,7531
	2009	1	0,9 (0,0)	5	2,0 (0,1)	0,2832

* zu geringe
Datenbasis

	2010	3	1,5 (0,0)	10	1,7 (0,3)	0,3604
	2011	0	- (-,-)	10	1,3 (0,6)	*
	\bar{x}	6	1,2 (0,0)	32	1,7 (0,3)	0,4716
Mais	2007	0	- (-)	0	- (-)	*
	2008	0	- (-)	0	- (-)	*
	2009	0	- (-)	1	1,4 (0,0)	*
	2010	0	- (-)	0	- (-)	*
	2011	0	- (-)	0	- (-)	*
	\bar{x}	0	- (-)	1	1,4 (0,0)	*
Blattfrüchte	2007	0	- (-)	0	- (-)	*
	2008	0	- (-)	2	2,4 (1,0)	*
	2009	1	1,5 (0,0)	1	0,9 (0,0)	*
	2010	0	- (-)	0	- (-)	*
	2011	0	- (-)	1	1,9 (0,0)	*
	\bar{x}	1	1,5 (0,0)	4	1,7 (0,3)	*

* zu geringe
Datenbasis

Neben den Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Herbizidanwendungen in den 3 Kulturen wurde auch ein Zusammenhang der Bodenbearbeitung mit den Insektizidanwendungen in Winterraps festgestellt. Die Analysen der Daten 2007 bis 2009 führten zu dem Ergebnis, dass bei pfluglosem Anbau von Winterraps signifikant weniger Insektizide im Herbst gegen den Rapserrdfloh appliziert wurden als beim Rapsanbau nach Pflügen (Freier et al., 2010).

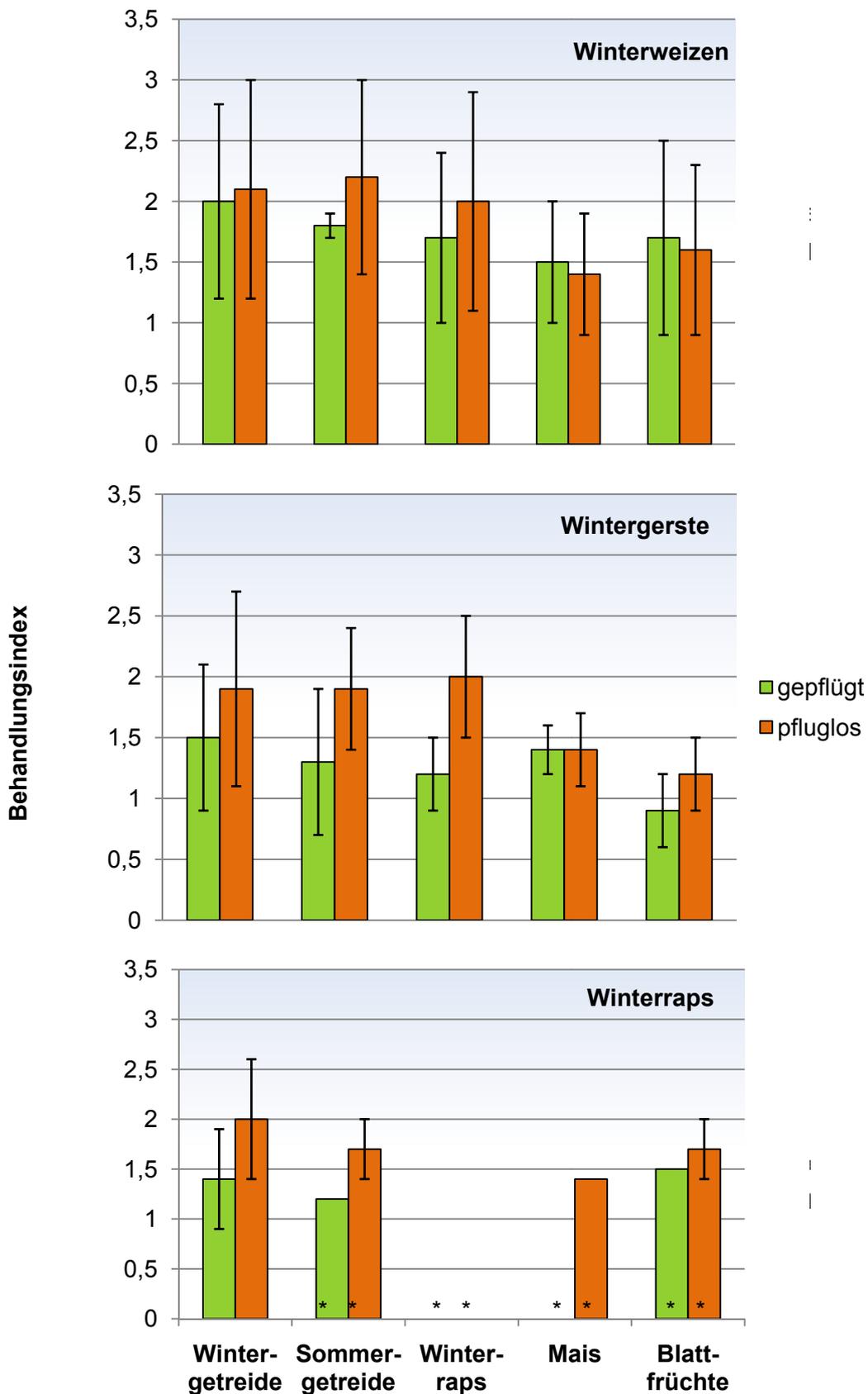


Abb. 15: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex von Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bei verschiedenen Vorfrüchten in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2011, Mittelwerte und Standardabweichungen, * keine repräsentativen Werte

6.1.5.7 Aussattermin

Der Zusammenhang zwischen Aussattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen wurde für Winterweizen analysiert. Tabelle 17 dokumentiert die Korrelationskoeffizienten mit den dazugehörigen Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Beziehung zwischen Aussattermin (Nummer des jeweiligen Jahrestages) und Behandlungsindex. Dabei ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation, d. h. je früher der Aussattermin desto höher der Behandlungsindex. Bei Herbiziden und Wachstumsreglern waren diese schwachen Beziehungen in 4 der 5 Jahre signifikant.

Tab. 17: Einfluss des Aussattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011, 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	244	R	- 0,1739	- 0,130	0,116	- 0,248
		p	0,00641	0,0419	0,0693	< 0,0001

Bei Fungiziden konnte in 2 der 5 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 Aussattermin.

Außerdem wurde auf der Grundlage der Daten von 2007 bis 2009 untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Aussattermin von Winterweizen und der Intensität der Insektizidanwendungen im Herbst existiert. Bei einer Klassifizierung der Aussattermine in drei Bereiche wurden in der frühen Aussaatgruppe signifikant weniger Insektizide im Herbst appliziert als bei der mittleren und späteren Aussaatgruppe (Abbildung 16).

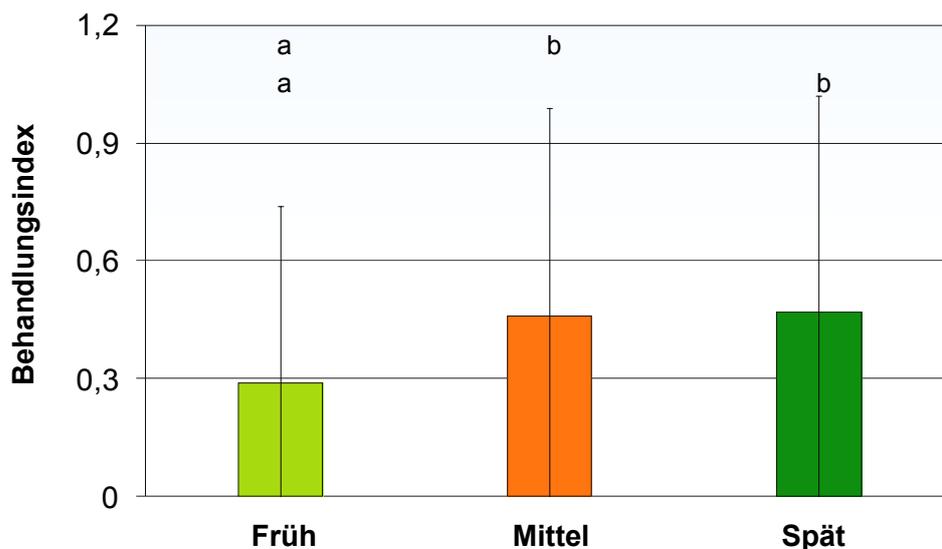


Abb. 16: Behandlungsindices der Insektizidanwendungen im Herbst bei Klassifizierung der Aussaattermine in Früh (06.08.-21.08., n=139), Mittel (22.08.-27.08., n=141) und Spät (28.08.-25.09., n=154), in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2009, Mittelwerte und Standardabweichungen

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

6.1.5.8 Einfluss der Sorte

Es wurde untersucht, ob die Resistenzeigenschaften der in den Vergleichsbetrieben verwendeten Winterweizen- und Wintergerstensorten gegenüber den wichtigsten Pilzkrankheiten Einfluss auf die Intensität der Fungizidanwendungen hatten. Es war anzunehmen: je höher die Resistenzwerte, d. h. anfälliger die Sorten, desto höher die Fungizidaufwendungen. Dazu wurde für jede der in den Vergleichsbetrieben verwendeten Sorten der Mittelwert der Resistenzwerte der 4 in der jeweiligen Erhebungsregion wichtigsten pilzlichen Schaderreger an Winterweizen berechnet. Die Resistenzwerte wurden der Beschreibenden Sortenliste des jeweiligen Jahres entnommen (Anonymus, 2009). Die wichtigsten 4 pilzlichen Schaderreger in den einzelnen Erhebungsregionen wurden von den Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder genannt. Die methodischen Einzelheiten sind bei Burghardt (2009) und Hinz (2011) zu entnehmen.

Die Untersuchung zum **Winterweizen** erfolgte auf der Grundlage der Daten von 2007 und 2008. Abbildung 17 zeigt, dass ein sehr großer Teil der angebauten Sorten einen relativ ähnlichen moderaten Resistenzwert, zwischen 4 und 5,5 aufwies. Das heißt, extrem anfällige oder sich durch eine besonders hohe Resistenz auszeichnende Winterweizensorten wurden selten angebaut. Wie der Tabelle 18 zu entnehmen ist, konnte bei den meisten Prüfungen der 2-jährigen Daten kein Zusammenhang zwischen dem Resistenzgrad der Sorte von Winterweizen und dem Behandlungsindex der Fungizide in den Vergleichsbetrieben nachgewiesen werden. Lediglich in der Region Westen zeigte sich im Jahr 2007 ein schwacher Zusammenhang entsprechend der Hypothese: je niedriger der Resistenzwert, desto niedriger die Fungizidanwendung.

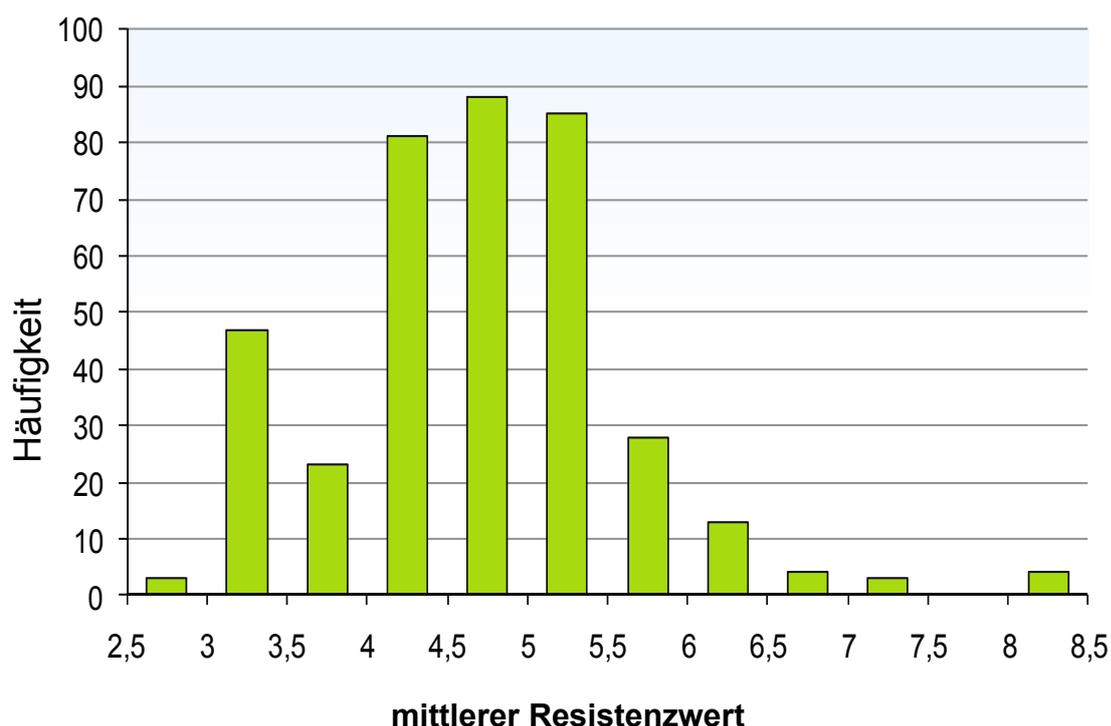


Abb. 17: Häufigkeit der Anwendung von Winterweizensorten mit bestimmten Resistenzwert gegenüber den 4 wichtigsten pilzlichen Schaderregern in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in der Summe der Jahre 2007 und 2008

Tab. 18: Einfluss des Resistenzwertes der Winterweizensorte auf den Behandlungsindex der Fungizide in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 und 2008, Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)

Region	Anzahl der Schläge	2007		2008		
		R	p	R	p	
Deutschland	174	0,03	0,6682	200	- 0,06	0,3675
Norden	52	0,2	0,1474	56	- 0,06	0,6626
Osten	43	- 0,07	0,6512	44	- 0,05	0,7568
Süden	5	0,61	0,2772	13	0,46	0,1097
Westen	74	0,23	0,0490	87	0,07	0,5547

Die Untersuchung zum Einfluss der Sortenresistenz gegenüber pilzlichen Schaderregern auf den Behandlungsindex der Fungizide in **Wintergerste** erfolgte mit den Daten von 2007 bis 2009. Abbildung 18 verdeutlicht, dass die meisten der in den Vergleichsbetrieben angebaute Wintergerstensorten einen guten bis mittleren Resistenzgrad im Bereich von 3,5 bis 5 aufwiesen. Hochanfällige Sorten wurden nicht verwendet. In Tabelle 19 wurden die

Ergebnisse der Korrelationsprüfungen zusammengefasst. Dabei zeigten sich in einigen Fällen statistisch gesicherte Zusammenhänge. Allerdings erwies sich nur der schwache Zusammenhang für das Jahr 2009 in der Großregion Westen im Sinne der oben erläuterten Hypothese, die anderen 3 festgestellten signifikanten Zusammenhänge zeigten ein genau umgekehrtes Bild: je besser die mittlere Resistenz der verwendeten Sorten war, desto höher lag der Behandlungsindex.

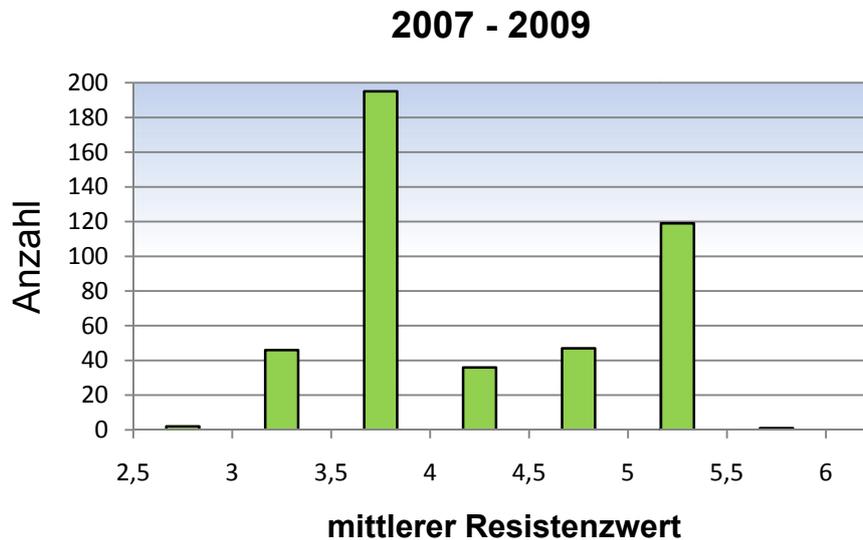


Abb. 18: Häufigkeit des Anbaus von Wintergerstensorten mit bestimmtem Resistenzwert gegenüber den vier wichtigsten pilzlichen Schaderregern in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in der Summe der Jahre 2007 bis 2009

Tab. 19: Einfluss des Resistenzwertes der Sorte von Wintergerste auf den Behandlungsindex der Fungizide in den Vergleichsbetrieben in Deutschland und den Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen in den Jahren 2007 bis 2009
Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)

Region	Jahr	Anzahl der Schläge	R	p
Deutschland	2007	109	-0,1940	0,0376
Norden	2007	38	0,0935	0,5765
Osten	2007	23	-0,2853	0,187
Süden	2007	7	-0,8214	0,0235
Westen	2007	41	0,0002	0,9988
Deutschland	2008	153	0,1104	0,1772
Norden	2008	42	0,2909	0,0616
Osten	2008	43	-0,0844	0,5905
Süden	2008	10	0,1762	0,6263
Westen	2008	58	0,2412	0,0681
Deutschland	2009	143	-0,0583	0,4330
Norden	2009	44	-0,0190	0,9024
Osten	2009	46	-0,3414	0,0217
Süden	2009	14	-0,4638	0,0948
Westen	2009	80	0,2510	0,0247

6.1.5.9 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen

Es wurde auch auf der Grundlage der Daten von 2007 die Anwendung von Entscheidungshilfen im Zusammenhang mit 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 zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in den Vergleichsbetrieben Pflanzenschutz wurden auch die Kosten der Anwendungen analysiert. Dabei fokussierten wir das Interesse auf 3 Parameter:

1. Kosten pro Pflanzenschutzmaßnahme. Sie enthalten den Preis des Pflanzenschutzmittels unter Berücksichtigung der verwendeten Dosis und die Überfahrtskosten pro ha.
2. Kosten für den Behandlungsindex = 1,0. Sie beinhalten den Preis einer Pflanzenschutzmittel-Anwendung mit der vollen Aufwandmenge und die Überfahrtskosten pro ha.
3. Gesamtkosten für die Pflanzenschutzmittel-Anwendung. Sie umfassen die Kosten aller Pflanzenschutzmittel-Anwendungen pro Anbaujahr einschließlich der Überfahrtskosten pro ha.

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 sind den Arbeiten von Beyer (2011) und Kamrath (2012) zu entnehmen.

Tabelle 20 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für Winterweizen. Demnach sind 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. 20: 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 21 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. 21: 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 19 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.

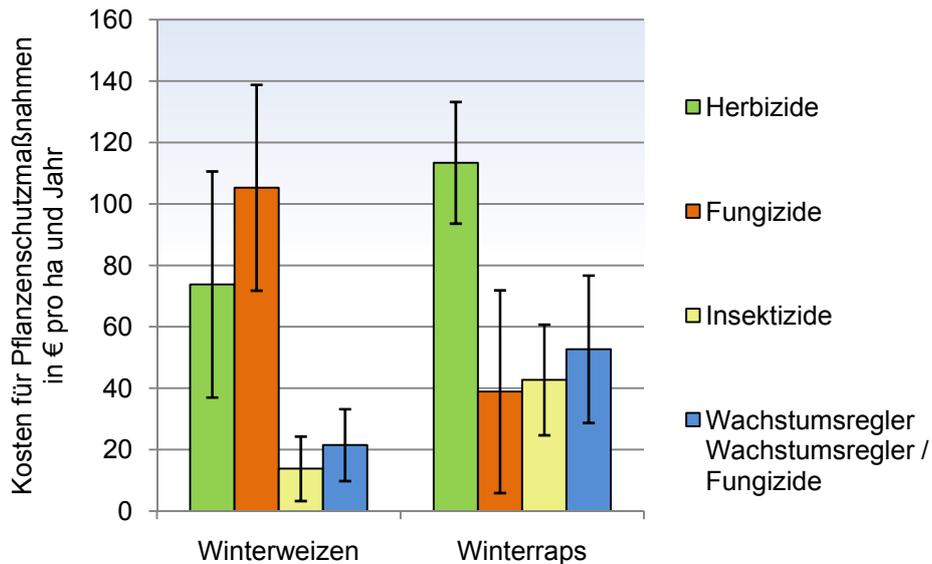


Abb. 19: Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Kategorien im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und Standardabweichungen

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 2011 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 2011 bei 5,7. Abgesehen von einem höheren Wert im Jahr 2008 lagen nur moderate Unterschiede zwischen den Jahren vor, ein Trend war nicht zu erkennen. Der Anteil der Maßnahmen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lag in den Jahren 2007 bis 2011 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 22).

Die Intensität der Anwendung von **Herbiziden** war mit mittleren Behandlungsindices um 1,9 in den 5 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. 5 % 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. 22: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
2007					
Anzahl Behandlungen	536	587	243	306	1672
Anzahl Bewertungen	454	512	218	228	1412
notwendiges Maß	425	431	173	224	1253
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	29	81	45	4	159
Reduktionspotentiale	(6,4 %)	(15,8 %)	(20,6%)	(1,8 %)	(11,3 %)
2008					
Anzahl Behandlungen	610	749	246	497	2102
Anzahl Bewertungen	610	749	246	496	2101
notwendiges Maß	569	623	153	457	1802
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	41	126	93	39	299
Reduktionspotentiale	(6,7 %)	(16,8 %)	(37,8 %)	(7,9 %)	(14,2 %)
2009					
Anzahl Behandlungen	634	814	258	483	2189
Anzahl Bewertungen	630	802	254	466	2152
notwendiges Maß	599	712	174	448	1933
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	31	90	80	18	219
Reduktionspotentiale	(4,9 %)	(11,2 %)	(31,5 %)	(3,7 %)	(10,2 %)

2010					
Anzahl Behandlungen	677	850	219	512	2258
Anzahl Bewertungen	674	848	219	495	2236
notwendiges Maß	646	757	132	459	1994
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	28	91	87	36	242
	(4,2 %)	(10,7 %)	(39,7 %)	(7,3 %)	(10,8 %)
2011					
Anzahl Behandlungen	657	798	270	436	2161
Anzahl Bewertungen	616	739	246	406	2007
notwendiges Maß	587	658	202	382	1829
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	29	81	44	24	178
	(4,4 %)	(10,2 %)	(16,3 %)	(5,5 %)	(8,2 %)

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 nur 4 bis 7 % aller Herbizidanwendungen im Hinblick auf das notwendige Maß kritisch bewertet.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag in den Jahren 2007 bis 2011 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 in allen Großregionen im Wesentlichen, daher bei ca. 87 % aller Maßnahmen, als angemessen. 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 5 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 Halmbrechkrankheit (*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 Unterschiede im Behandlungsindex zwischen den Großregionen waren im Jahr 2009 und 2010 (außer Norden) am geringsten. Die große Streuung zwischen den Feldern erklärt 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 5 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 5 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 Gerstengelverzweigungs-Virus (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. Gründe 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 5 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.

Einflussfaktoren:

Entgegen einiger Annahmen stand der Behandlungsindex in Winterweizen in keinem Zusammenhang mit der **Schlaggröße**.

Zwischen der **Betriebsgröße** und dem Behandlungsindex bestand ein schwacher, aber statistisch gesicherter negativer Zusammenhang. Bei der Klassifizierung der Betriebsgrößen zeigten sich in den Betrieben mit > 1.000 ha signifikant geringere Behandlungsindices als in den anderen Klassen. Da die großen Betriebe zumeist in der Großregion Osten liegen, könnte diese Tendenz teilweise aus den allgemein geringeren Behandlungsindices der Fungizide im Osten resultieren.

Der Vergleich der **Ackerzahl** der Weizenfelder mit dem Behandlungsindex ergab eine schwache, aber hoch signifikante positive Korrelation. In Winterweizenfeldern mit weniger als 40 Bodenpunkten war eine signifikant geringere Pflanzenschutzintensität zu erkennen. Im Hinblick auf die Behandlungsnotwendigkeit konnte dafür keine Begründung gefunden werden. An guten Standorten scheinen die zu erwartenden höheren Erträge mit höherem Aufwand abgesichert zu werden.

Zwischen dem **Ertrag** und dem Behandlungsindex bestand ein hoch signifikanter positiver Zusammenhang. Es ist zu vermuten, dass insbesondere die Ertragserwartung eine Rolle spielte. Dennoch stellt sich die Frage, ob die höheren Intensitäten der Pflanzenschutzmittel-

Anwendung auch zu höheren Erträgen beitragen. Dies ist allerdings aus den vorliegenden Daten nicht zu entnehmen und nur durch Versuche zu ermitteln.

Die **Vorfrucht** hatte einen relativ geringen Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung in Winterweizen. Auffällig war nur die signifikant geringe Herbizidintensität nach Blattfrüchten, insbesondere Mais, im Vergleich zu den Vorfrüchten Getreide und Winterraps.

Die konservierende **Bodenbearbeitung** war bei den Vorfrüchten Wintergetreide und Winterraps stets mit höherer Herbizidintensität verbunden, bei den Vorfrüchten Mais und Blattfrüchten zeigten sich hingegen keine Unterschiede. Die gegensätzlichen Effekte der Vorfrucht Blattfrüchte könnten sich aus der Vielfalt der Gruppe Blattfrüchte erklären, zu der z. B. Erbse, Kartoffeln, Sonnenblume, Tabak und Zuckerrüben zählten. Insgesamt gesehen hielten sich die Mehraufwendungen von glyphosathaltigen Herbiziden mit BI = 0,2 in Grenzen, d. h. nicht alle pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt und wenn, dann oftmals mit stark 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.

Entgegen der Erwartung ließ sich bei der Analyse der in den Jahren 2007 und 2008 in den Vergleichsbetrieben angebauten Winterweizensorten kein wahrer 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** machte deutlich, dass ein erfreulich hoher Anteil, ca. 70 %, der Pflanzenschutzmaßnahmen auf der Grundlage von Feldbegehungen und Befallseinschätzungen (ca. 30 %) und Feldbonituren mit Schwellenwertabgleich (ca. 40 %) erfolgten. Ein Zusammenhang mit der Höhe des Behandlungsindex konnte aber nicht festgestellt werden.

6.1.7.2 Wintergerste

In Wintergerste lag der Gesamt-Behandlungsindex im Mittel der 5 Jahre bei 4,1 und damit deutlich unter dem Wert in Winterweizen. Die Varianz zwischen den Jahren blieb gering, auch war kein Trend erkennbar. Im Durchschnitt aller Pflanzenschutzmittel-Kategorien wurden in den Jahren 2007 bis 2011 90 % der Pflanzenschutzmaßnahmen als notwendiges Maß eingestuft (Tabelle 23). Die meisten kritischen Anmerkungen betrafen wie schon beim Winterweizen die Insektizidmaßnahmen und teilweise die Fungizidanwendungen.

In den 5 Jahren wurden mit Behandlungsindices um 1,6 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 5 % aller Maßnahmen aus und blieben damit ohne Auswirkungen auf den Behandlungsindex. Die

Standardabweichungen dokumentieren die schlagspezifischen Unterschiede, die vielseitige standortbezogene Ursachen haben könnten, 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 und 2011 nur bei ca. 5%, 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. 23: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
2007					
Anzahl Behandlungen	288	211	106	144	749
Anzahl Bewertungen	221	173	84	114	592
notwendiges Maß	208	164	75	114	561
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	13	9	9	0	31
	(5,9 %)	(5,2 %)	(10,7 %)	(0,0 %)	(5,2 %)
2008					
Anzahl Behandlungen	426	394	120	267	1207
Anzahl Bewertungen	425	394	120	264	1203
notwendiges Maß	402	300	81	238	1021
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	23	94	39	26	182
	(5,4 %)	(23,9 %)	(32,5 %)	(9,9 %)	(15,1 %)
2009					
Anzahl Behandlungen	432	451	67	312	1262
Anzahl Bewertungen	430	442	67	293	1232
notwendiges Maß	410	347	48	255	1060
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	20	95	19	38	172
	(4,7 %)	(21,5 %)	(28,4 %)	(13,0 %)	(14,0 %)
2010					
Anzahl Behandlungen	484	463	57	320	1334
Anzahl Bewertungen	466	515	57	299	1324
notwendiges Maß	463	429	39	293	1227
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	15	86	18	6	125
	(3,2 %)	(16,7 %)	(31,6 %)	(2,0 %)	(9,4 %)
2011					
Anzahl Behandlungen	452	487	76	283	1298
Anzahl Bewertungen	434	472	73	271	1250
notwendiges Maß	422	440	48	259	1169
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	12	32	25	12	81
	(2,7 %)	(6,8 %)	(32,9 %)	(4,2 %)	(6,2 %)

Die Anwendungen von **Insektiziden** gingen im Verlauf der 5 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 0,4 BI in den letzten 3 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 in der Mehrheit der Fälle die Entscheidungen der Landwirte als notwendiges Maß, wenngleich in den Jahren 2008 bis 2011 häufig, d. h. bei ca. 30 % der Insektizidanwendungen, auf unnötige Maßnahmen verwiesen wurde, wenn z. B. 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.

Einflussfaktoren:

Zwischen der **Schlaggröße** und **Betriebsgröße** einerseits und dem Behandlungsindex in der Wintergerste andererseits bestanden keine Zusammenhänge. Der Vergleich der **Ackerzahl** der Wintergerstenfelder mit dem Behandlungsindex ergab eine schwache, aber hoch signifikante positive Korrelation. Wie auch bei Winterweizen ließ sich dies nicht mit dem Schaderregerauftreten begründen. An guten Standorten scheinen auch in der Gerste die erwarteten höheren Erträge mit höherem Aufwand im Pflanzenschutz abgesichert zu werden. Deutlich war auch der statistisch hoch signifikante Zusammenhang zwischen **Ertrag** und Behandlungsindex in der Wintergerste. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten kann jedoch nicht belegt werden, dass hohe Behandlungsindices hohe Erträge bewirkten.

Die **Vorfrucht** hatte einen relativ geringen Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung in der Wintergerste. Dabei ist zu bedenken, dass Winterweizen die weitaus überwiegende Vorfrucht darstellte.

Bodenbearbeitung: Beim pfluglosen Anbau von Wintergerste nach Getreide war der Mehraufwand an Herbiziden im Vergleich zum Anbau nach wendender Bodenbearbeitung deutlicher als beim Winterweizen. Die Mehraufwendungen von glyphosathaltigen Herbiziden lagen bei 0,4 BI, d. h. die Mehrheit der pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt, da oft mit stark reduzierten Aufwandmengen gearbeitet wurde.

Ähnlich wie bei Winterweizen, ließ sich in einer speziellen Analyse der in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2009 angebauten Wintergerstensorten kein Zusammenhang zwischen dem **Resistenzgrad der Sorte** und dem Behandlungsindex der Fungizide feststellen. Da die verwendeten Sorten im Durchschnitt der 4 wichtigsten Krankheiten zumeist gute bis mittlere Resistenzwerte zwischen 3,5 und 5,0 aufwiesen, kann davon ausgegangen werden, dass in den Vergleichsbetrieben keine Anpassung der Fungizidmaßnahmen an diese geringen Resistenzunterschiede erfolgte.

Wie auch in Winterweizen ergab die Auswertung der benutzten **Entscheidungshilfen** einen hohen Anteil (ca. 74 %) von Pflanzenschutzmaßnahmen, die auf der Grundlage von Feldbegehungen (ca. 34 %) und Feldbonituren (ca. 40 %) erfolgten. Ein Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung ließ sich nicht ermitteln.

6.1.7.3 Winterraps

Tabelle 24 informiert über die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps. In den Jahren 2007 bis 2011 wurden im Durchschnitt 88 % aller Pflanzenschutzmittel-Anwendungen als notwendiges Maß eingestuft, wobei die große Mehrheit der kritischen Kommentare den Insektizidmaßnahmen in den Jahren 2007 bis 2011 galt. Somit spiegeln die in den 5 Jahren berechneten Behandlungsindices, die von 5,4 im Jahr 2007 über 5,9, 6,4 und 6,4 in den Folgejahren bis 6,9 im Jahr 2011 eine signifikante Zunahme zeigen, 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 Blütenbehandlung gegen die Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotium*) auf Grund der im Jahr 2007 erfahrenen Unschärfen des Prognosemodells und der damit in Verbindung stehenden teilweise verpassten notwendigen Bekämpfungen in den Folgejahren höher lag. 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 begründeten. Teilflächenapplikationen fanden nicht statt. Nachdem im Jahr 2007 kaum kritische Anmerkungen zu den Fungizidmaßnahmen erfolgten, verwiesen die Experten der Länder in den Folgejahren öfter auf unnötige Anwendungen, die teilweise mit den bereits oben angedeuteten Unsicherheiten bei der Befallsbewertung in Verbindung standen.

In der Kategorie **Wachstumsregler/Fungizide** stellte sich über die 5 Jahre ein einheitlicher Level von 1,0 BI ein. Großregionale Unterschiede traten nicht auf. 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 - ähnlich viele Fälle wie bei den Fungizidanwendungen in der

Blüte in den Jahren 2009 bis 2011. Versuche der Länder belegten wiederholt, dass bei Herbstanwendungen von Fungiziden/Wachstumsreglern oft keine Wirtschaftlichkeit erreicht wurde (Anonymus, 2012).

Tab. 24: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

	Herbizide	Fungizide in der Blüte	Insektizide	Wachstums- regler/ Fungizide bis zur Blüte	Σ
2007					
Anzahl Behandlungen	323	100	335	273	1031
Anzahl Bewertungen	282	82	294	226	884
notwendiges Maß	268	79	228	200	775
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	14	3	66	26	109
Reduktionspotentiale	(5,0 %)	(3,70 %)	(22,5 %)	(11,5 %)	(12,3 %)
2008					
Anzahl Behandlungen	381	168	345	274	1168
Anzahl Bewertungen	380	168	345	274	1167
notwendiges Maß	338	151	238	228	955
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	42	17	107	46	212
Reduktionspotentiale	(11,1 %)	(10,1 %)	(31,0 %)	(16,8 %)	(18,2 %)
2009					
Anzahl Behandlungen	394	170	438	338	1340
Anzahl Bewertungen	393	169	437	335	1334
notwendiges Maß	355	148	366	297	1166
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	38	21	71	38	168
Reduktionspotentiale	(9,7 %)	(12,4 %)	(16,0 %)	(11,3 %)	(12,6 %)
2010					
Anzahl Behandlungen	434	195	499	377	1505
Anzahl Bewertungen	430	195	499	377	1501
notwendiges Maß	409	175	410	347	1341
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	21	20	89	30	160
Reduktionspotentiale	(4,9 %)	(10,3 %)	(17,8 %)	(7,9 %)	(10,7 %)
2011					
Anzahl Behandlungen	443	204	526	310	1483
Anzahl Bewertungen	429	198	510	299	1436
notwendiges Maß	413	181	453	262	1309
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	16	17	57	37	127
Reduktionspotentiale	(3,6 %)	(8,3 %)	(10,8 %)	(11,9 %)	(8,6 %)

Insektizide wurden in Winterraps in erwartungsgemäß hoher Intensität appliziert, allerdings mit einem kräftigen Zuwachs in den Jahren 2009, 2010 und vor allem 2011. Zwischen den Großregionen zeigten sich insbesondere in den letzten Jahren Unterschiede, wobei die höchsten Anwendungen stets im Norden 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 Rapserdflohbekämpfungen, obwohl die Bekämpfungsschwelle nicht überschritten und der Raps in den Vergleichsbetrieben immer insektizidgebeizt 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, da alle relevanten Schädlinge besonders stark auftraten und zudem unerwartete Resistenzprobleme auftraten.

Einflussfaktoren:

Bei Winterraps stellte sich ein schwacher, aber signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der **Schlaggröße** und dem Behandlungsindex heraus, der sich sachlich nicht erklären lässt. Hierzu bestanden im Vorfeld der Analysen kontroverse Meinungen. Einerseits könnten große Felder prophylaktische Maßnahmen und kleine Felder ein flexibleres und situationsbezogenes Handeln fördern, andererseits ist das finanzielle Volumen einer Pflanzenschutzmaßnahme auf großen Feldern erheblich, so dass besonders große Zurückhaltung bei Pflanzenschutzmittel-Anwendungen angenommen wurde.

Zwischen der **Betriebsgröße** und dem Behandlungsindex in Winterraps bestand ein ähnlicher positiver Zusammenhang wie bei der Schlaggröße, der auch adäquat kommentiert werden kann.

Im Gegensatz zu den beiden Getreidearten nahm der Behandlungsindex in Winterraps mit zunehmender **Bodengüte** ab. Diese völlig unerwartete signifikante Korrelation lässt sich nicht eindeutig klären. Es könnte sein, dass die Praktiker das Kompensationsvermögen der Rapspflanzen auf guten Boden bei ihren Bekämpfungsentscheidungen berücksichtigen.

Der bei Winterweizen und Wintergerste festgestellte hoch signifikante positive Zusammenhang zwischen **Ertrag** und Behandlungsindex bestätigte sich bei Winterraps nicht.

Da in der Regel nur Wintergetreide als **Vorfrucht** für Winterraps diente, konnte der Einfluss der Vorfrucht auf die Anwendungsintensität von Pflanzenschutzmitteln in Winterraps nicht exakt belegt werden.

Bodenbearbeitung: Im Vergleich zu den beiden Getreidearten war der pfluglose Rapsanbau nach Getreide in den 5 Jahren mit der deutlichsten Erhöhung der Herbizidanwendungsintensität von +0,6 BI verbunden. Auf nahezu allen pfluglos bestellten Flächen wurden vor der Aussaat glyphosat-haltige Herbizide ausgebracht. Außerdem wurde

ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex der Insektizide im Herbst nachgewiesen. Bei pfluglosem Anbau von Winterraps wurden signifikant weniger Insektizide im Herbst angewendet als auf gepflügten Flächen. Es gibt Hinweise, dass bei pfluglosem Anbau die Eiablage des Rapserrdflchs durch die Stoppeln der Vorfrucht ungünstig beeinflusst wird und die Gegenspieler des Rapserrdflchs besser zur Wirkung gelangen (Schierbaum-Schickler und Ulber, 2003).

Wie die Analyse im Jahre 2007 verdeutlicht, hatte der **Aussaattermin** keinen Einfluss auf den Behandlungsindex für Herbizide (Freier et al., 2008). Allerdings wurde ein Zusammenhang zwischen dem Aussaattermin (eingeteilt in 3 Klassen) und dem Insektizideinsatz im Herbst gefunden. Der signifikant niedrige Behandlungsindex bei Fröhsaaten lässt sich u. a. dadurch erklären, dass die Landwirte das schnelle Wachstum des früh gedrillten Rapses, der dann nicht mehr so stark vom Rapserrdflch befallen wird, in ihre Entscheidungen einbezogen (Valantin-Morison et al., 2007).

Wie bei Winterweizen und Winterraps belegte die Auswertung der von den Betrieben verwendeten **Entscheidungshilfen** einen hohen Anteil von Pflanzenschutzmaßnahmen, die auf der Grundlage von Feldbegehungen (ca. 40 %) und Gelbschalenfängen bzw. Feldbonituren mit Schwellenwertabgleich (ca. ein Drittel) erfolgten. Ein Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung ließ sich allerdings nicht ermitteln.

6.1.7.4 Weitere Kulturen

Die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben ist Tabelle 25 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 937 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.

Bezüglich der Zuckerrüben fiel der im Vergleich zu allen anderen Jahren höhere mittlere Behandlungsindex im Jahr 2011 auf, der durch Mehraufwendungen von Herbiziden infolge Trockenheit und der damit verbundenen geringeren Bodenwirkung 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 et al., 2010a).

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

Tab. 25: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
2007					
Anzahl Bewertungen	50	88	47	125	283
notwendiges Maß	50	88	47	123	262
kritische Kommentare	0	0	0	2	21
mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	(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
kritische Kommentare	0	2	8	13	46
mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	(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
kritische Kommentare	0	0	11	9	39
mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	(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
kritische Kommentare	0	0	9	2	24
mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	(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
kritische Kommentare	0	9	13	7	46
mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	(0,0 %)	(3,5 %)	(12,7 %)	(7,4 %)	(9,0 %)

6.2 Freilandgemüsebau

6.2.1 Datengrundlage

Wie schon in Tabelle 2 dokumentiert, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2011 23, 27, 28, 17 bzw. 24 Betriebe mit Freilandgemüse-Anbau beteiligt. Die Anzahl der Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die in die Auswertung einbezogen werden konnten, zeigt Tabelle 26. Leider standen im Jahr 2010 bei Weißkohl, Möhren 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. 26: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011 (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)

6.2.2 Behandlungsindices

Tabelle 27 informiert über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) für Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011. Wegen der begrenzten Stichprobengrößen wurde auf die Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen Regionen oder Jahren verzichtet.

Weißkohl

Im Weißkohl (Frischvermarktung) lagen die Behandlungsindices für alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Durchschnitt in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011 bei **13,1, 9,2, 8,6, 8,6** und **9,9**, wobei die höhere Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität im Jahr 2007 insbesondere durch die Insektizidanwendungen, die den Hauptteil der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ausmachten, bestimmt wurde. 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 20 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) betrug die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011 **7,1, 5,5, 6,0, 5,1** und **6,4**. Der höhere Wert im Jahr 2007 ergab sich aus Mehraufwendungen bei Fungiziden und Insektiziden im Vergleich zu den Folgejahren. Auffällig waren die 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). Die NEPTUN-Erhebung im Jahr 2009 ergab einen sehr hohen Behandlungsindex, 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) und **7,6** (2011) errechnen, die in allen 5 Jahren durch die relativ hohen Fungizidanwendungen geprägt wurden. Wenngleich die mittlere Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Spargel in den 5 Jahren sehr ähnlich war, verweisen die Standardabweichungen auf große Unterschiede bei der Pflanzenschutzmittel-Anwendung zwischen den Feldern. 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 und 2011 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** und **9,9**. Der hohe Wert im Jahr 2007 ergab sich in erster Linie aus den zahlreichen Anwendungen der Insektizide und Fungizide in einem Betrieb. 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. 27: Behandlungsindices in Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

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

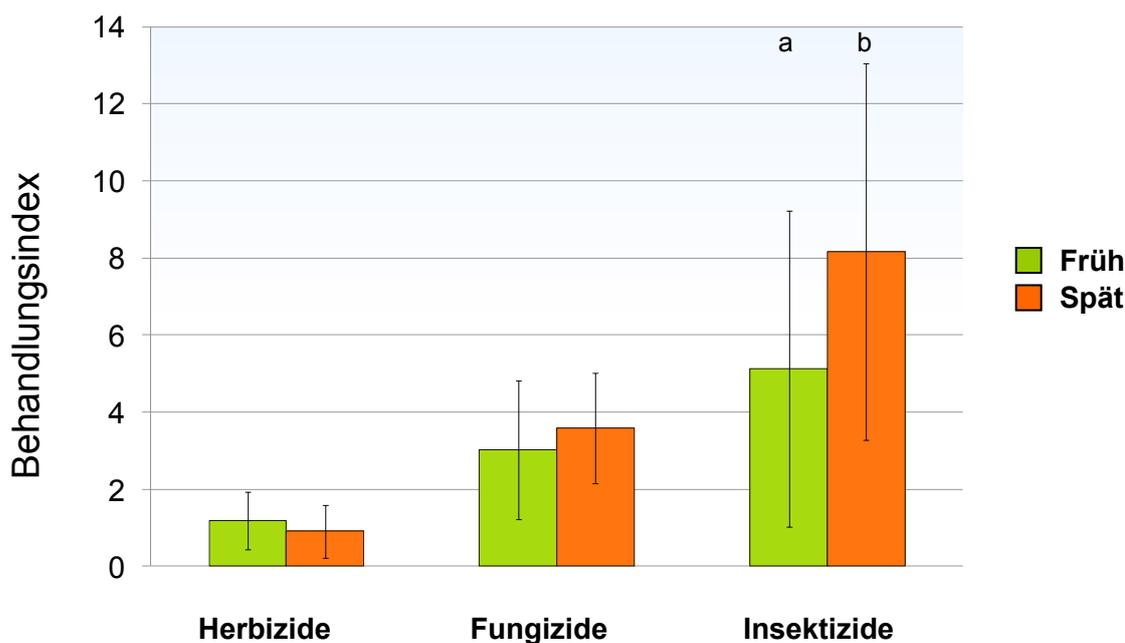


Abb. 20: Behandlungsindizes bei Klassifizierung der Aussattermine in Früh (bis 14.05., n=28) und Spät (ab 15.05., n=25), in Weißkohl in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2009, Mittelwerte und Standardabweichungen
 Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Klassen

6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Tab. 28: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

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

Die Betriebe haben Herbizide in allen 4 Gemüsekulturen in der Regel mit deutlich reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tabelle 28). Dagegen wurden Fungizide und Insektizide fast ausschließlich mit der zugelassenen Dosis appliziert. Zwischen den drei Jahren konnten keine gravierenden Unterschiede festgestellt werden. Auffällig waren lediglich die stark 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 29, 30 und 31 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 im letzten Jahr von den Experten weniger kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale abgegeben.

Tab. 29: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weißkohl (Frischvermarktung) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

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

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, daher 83 % (2007), 86 % (2008), 90 % (2009), 93 % (2010) und 96 % (2011) von den Experten als notwendiges Maß bestätigt, wobei sich die meisten kritischen Äußerungen auf die Fungizidanwendungen und im Jahr

2010 auch auf die Insektizidanwendungen konzentrierten. Die festgestellten höheren Aufwendungen an Insektiziden bei Bundmöhren im Vergleich zu Waschmöhren erklären sich aus dem Ziel, die Ware mit optisch sauberem, insektenfreien Grün an den Handel zu liefern.

Tab. 30: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Wasch- und Bundmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

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

Die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf den **Spargelfeldern** unterschieden sich in den 5 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 5 Spargelbetrieben bewertet wurde, bedeuteten diese lediglich 4 kritisierten Maßnahmen schon 19 % aller Maßnahmen. Diese Zahl ist deshalb vorsichtig zu interpretieren. In den 4 Folgejahren fanden 97 % aller

Pflanzenschutzmaßnahmen die Zustimmung der Experten. Die wenigen kritischen Kommentare betrafen im Wesentlichen Fungizidanwendungen.

Tab. 31: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
2007				
Anzahl Behandlungen	34	60	20	114
Anzahl Bewertungen	5	14	2	21
notwendiges Maß	5	12	0	17
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0 (0,0 %)	2 (14,3 %)	2 (100%) ¹	4 (19,0 %) ¹
2008				
Anzahl Behandlungen	23	72	24	119
Anzahl Bewertungen	23	72	24	119
notwendiges Maß	22	71	23	116
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	1 (4,3 %)	1 (1,4 %)	1 (4,2 %)	3 (2,5 %)
2009				
Anzahl Behandlungen	32	61	18	111
Anzahl Bewertungen	32	61	18	111
notwendiges Maß	30	61	18	109
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	2 (6,3 %)	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2 (1,8 %)
2010				
Anzahl Behandlungen	38	76	25	139
Anzahl Bewertungen	38	76	25	139
notwendiges Maß	38	69	25	132
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0 (0,0 %)	7 (9,2 %)	0 (0,0 %)	7 (5,0 %)
2011				
Anzahl Behandlungen	35	66	20	121
Anzahl Bewertungen	35	66	20	121
notwendiges Maß	35	62	19	116
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0 (0,0 %)	4 (6,1 %)	1 (5,3 %)	5 (4,1 %)

¹ keine repräsentativen Werte

Besonders zurückhaltend sind, aufgrund der geringen Stichproben, die Daten der **Zwiebeln** produzierenden Betriebe zu bewerten. Während für 2007 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, im Jahr 2011 wurden jedoch alle Insektizidmaßnahmen als notwendiges Maß bewertet.

6.3 Obstbau

6.3.1 Datengrundlage

Tabelle 32 informiert über die Anzahl der Apfelanlagen und die ausgewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Deutschland und in den 3 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 statistischen 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. 32: 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 2011 (ohne Rodentizide)

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

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 2011 in der Summe aller chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen Behandlungsindices von **33,3**, **29,9**, **33,8**, **33,2** und **27,4** berechnet (Tabelle 33). 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.

Herbizidanwendungen fanden ganzflächig (ca. 25 % aller Herbizidanwendungen), nur in den Baumstreifen (ca. 75 % aller Maßnahmen) oder in einigen Fällen auch gar nicht statt. Somit spiegeln die in Tabelle 33 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 24,4 (2007), 22,6 (2008), 26,0 (2009), 26,3 (2010) und 21,6 (2011) 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 Großregionen – die höchsten Behandlungsindices traten oft im Norden auf - hielt sich jedoch in Grenzen.

Bei der Betrachtung der Behandlungsindices für Insektizide/Akarizide in den 5 Jahren (DE gesamt: 7,7, 6,3, 6,7 6,0 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. 33: Behandlungsindices im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2011 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2007-2011
Herbizide						\bar{x}
DE	1,0 (0,9)	0,6 (0,8)	0,9 (0,4)	0,9 (0,5)	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)	0,7 (0,5)
Mitte	0,6 (1,2)	0,3 (0,5)	1,0 (0,4)	1,0 (0,5)	1,1 (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)	1,1 (0,6)
Fungizide						\bar{x}
DE	24,4 (6,2)	22,6 (7,7)	26,0 (6,0)	26,2 (6,6)	21,6 (6,1)	24,1 (6,5)
Norden	26,4 (3,9)	24,6 (6,0)	26,3 (7,0)	28,0 (6,0)	21,2 (7,2)	25,3 (6,0)
Mitte	24,7 (5,1)	19,6 (8,8)	26,9 (4,5)	25,1 (5,1)	22,5 (4,7)	23,8 (5,6)
Süden	21,1 (8,3)	24,5 (6,9)	24,2 (6,5)	25,8 (8,7)	20,8 (6,4)	23,3 (7,4)
Insektizide/Akarizide¹						\bar{x}
DE	7,7 (2,9)	6,3 (3,4)	6,7 (3,4)	6,0 (2,3)	5,5 (3,0)	6,5 (3,0)
Norden	7,1 (1,9)	6,4 (1,9)	4,7 (1,0)	3,9 (1,5)	3,3 (1,5)	5,0 (1,6)
Mitte	8,9 (5,7)	6,4 (4,9)	8,2 (4,5)	6,8 (2,1)	6,9 (3,5)	7,4 (4,1)
Süden	7,9 (1,6)	6,0 (1,7)	6,7 (1,8)	7,0 (2,0)	6,7 (2,1)	6,9 (1,8)
Wachstumsregler						\bar{x}
DE	0,2 (0,5)	0,3 (0,6)	0,2 (0,4)	0,1 (0,4)	0,1 (0,2)	0,2 (0,4)
Norden	0,2 (0,4)	0,7 (0,9)	0,3 (0,4)	- (-)	- (-)	0,2 (0,4)
Mitte	0,0 (0,0)	0,2 (0,3)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)	0,1 (0,2)
Süden	0,5 (0,6)	0,2 (0,3)	0,5 (0,6)	0,4 (0,7)	0,1 (0,3)	0,3 (0,5)
Gesamt						\bar{x}
DE	33,3 (6,8)	29,9 (10,2)	33,8 (7,6)	33,2 (7,9)	27,4 (7,9)	31,8 (8,1)
Norden	34,5 (4,8)	32,3 (6,7)	32,0 (7,0)	32,6 (6,7)	25,3 (8,3)	31,3 (6,7)
Mitte	34,2 (6,8)	26,5 (12,6)	36,2 (8,0)	32,9 (6,2)	30,7 (7,1)	32,1 (8,1)
Süden	31,1 (9,1)	31,8 (8,9)	32,3 (7,2)	34,1 (10,9)	28,8 (7,8)	31,6 (8,8)

¹ einschließlich Pheromone

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 34). Bei den Fungiziden wurde die Dosierung kaum reduziert, im Durchschnitt lag die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge knapp unter 90 %. Insektizide (ohne Pheromonanwendungen) wurden mit um 10 bis 30 % reduzierten Aufwandmengen appliziert, wobei sich im Verlauf der 5 Jahre ein Trend zu höheren Aufwandmengen zeigte. Bei den Akariziden lagen die Aufwandmengen etwas höher, allerdings mit abnehmender Tendenz.

Kamen Pheromone zum Einsatz, wurde die vorgeschlagene Anzahl Dispenser pro ha zumindest in den letzten 3 Jahren strikt eingehalten. Die wenigen Wachstumsregleranwendungen erfolgten mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

Tab. 34: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

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

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Tabelle 35 zeigt die Ergebnisse der Bewertungen in den Jahren 2007 bis 2011. Dabei fällt auf, dass in den 5 Jahren ein sehr hoher Anteil der Maßnahmen als notwendiges Maß eingestuft wurde. Die Fälle mit kritischen Kommentaren im Hinblick auf das notwendige Maß lagen in den Jahren 2007 bis 2011 nur bei 5,5 %, 5,4 %, 8,3 %, 4,7 % und 4,3 %. 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. 35: Bewertung der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011 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
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0 (0,0 %)	58 (5,7 %)	28 (6,3 %)	0 (0,0 %)	86 (5,5 %)
2008					
Anzahl Bewertungen	79	1412	510	46	2047
notwendiges Maß	79	1335	476	46	1936
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0 (0,0 %)	77 (5,5 %)	34 (6,7 %)	0 (0,0 %)	111 (5,4 %)

2009					
Anzahl Bewertungen	176	1698	530	20	2424
notwendiges Maß	175	1534	494	20	2223
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	1 (0,6 %)	164 (9,7 %)	36 (6,8 %)	0 (0,0 %)	201 (8,3 %)
2010					
Anzahl Bewertungen	194	1886	420	19	2519
notwendiges Maß	191	1793	398	19	2401
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	3 (1,6 %)	93 (4,9 %)	22 (5,2 %)	0 (0,0 %)	118 (4,7 %)
2011					
Anzahl Bewertungen	1571	200	307	15	2093
notwendiges Maß	1502	200	285	15	2002
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	69 (4,4 %)	0 (0,0 %)	22 (6,3 %)	0 (0,0%)	91 (4,3 %)

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. Damit gehört der Apfel 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 2011 gebietsweise unterschiedlich stark auftrat. Apfelschorf wurde in den Jahren 2007 bis 2011 828-mal, 953-mal, 1218-mal, 1200-mal und 1017-mal als Indikation genannt. Demnach war der Befallsdruck im Jahr 2011 etwas geringer. 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) und 489-mal (2011) 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.

Insektizide wurden in den Apfelanlagen besonders häufig gegen den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) angewendet, der Schädling wurde in den Jahren 2007 bis 2011 282-mal, 286-mal, 257-mal, 240-mal und 139-mal als Indikation genannt. Als zweitwichtigste Schädlingsgruppe stellten sich die Blattläuse heraus. In den Jahre 2007 bis 2011 galten 67, 106, 101, 124 und 139 Insektizidanwendungen diesen Saugschädlingen. Bemerkenswert waren die im Vergleich zum Ackerbau deutlich reduzierten Aufwandmengen der Insektizide. Diese standen jedoch vor allem im Zusammenhang mit der Anwendung von Granulosevirus-Präparaten, die einen Anteil von 36 % 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 Strategie häufiger, aber reduzierter Anwendungen von Granulosevirus-Präparaten sowie die anderen Insektizid- und Akarizidanwendungen fanden die Zustimmung der bewertenden Experten. Sie formulierten nur in einigen 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 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 2011 jeweils 9 Betriebe mit 23, 27, 24 und 27 Anlagen bzw. Bewirtschaftungseinheiten zur Verfügung. Diese relativ geringe Grundgesamtheit erlaubt angesichts der Unterschiedlichkeit der Weinanbaugebiete in Deutschland nur begrenzte Aussagen. Tabelle 36 veranschaulicht die Datengrundlage im Weinbau.

Tab. 36: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten in den Jahren 2007 bis 2011 (ohne Rodentizide)

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

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 2011 für alle chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen bei **15,3**, **16,4**, **17,8**, **16,1** und **16,0** (Tabelle 37) 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 5 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. 37: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichung)

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

¹ einschließlich Pheromone

6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Bei den Herbizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben wurde so gut wie immer mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet (Tabelle 38), 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 um 10 % bis ein Drittel reduziert. 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. 38: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

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

6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

In Tabelle 39 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. 39: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2011

	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Behandlungen	457	526	548	560	547
Anzahl Bewertungen	188	484	533	559	547
notwendiges Maß	187	462	524	545	525
kritische Kommentare	1	22	9	14	22
mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	(0,5 %)	(4,5 %)	(1,7 %)	(2,5 %)	(4,0 %)

Die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen wurde von den Pflanzenschutzdiensten zum Teil sehr genau erläutert. Das galt ganz besonders für die Bekämpfung des Echten Mehlttaus der Rebe (*Uncinula necator*) (196, 222, 233, 237 und 232 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2011) und der Reben-Peronospora (*Plasmopara viticola*) (143, 157, 158, 306 und 205 Anwendungen). Weitere wichtige Indikationen waren die Graufäule (*Botrytis cinerea*) (35, 26, 26, 29 und 30 Anwendungen) und Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) (26, 24, 18, 31 und 32 Anwendungen).

Im Jahr 2009 erfolgte im Weinbau eine NEPTUN-Analyse (Roßberg, 2019b), 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.

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

Tab. 40: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Anbaugebieten und in Deutschland (DE) in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide)

Anbaugebiet ¹	2007	2008	2009	2010	2011
DE	6 (78)	17 (210)	14 (167)	10 (114)	18 (275)
2	3 (34)	3 (33)	3 (26)	3 (34)	3 (36)
3	3 (44)	3 (36)	3 (36)	3 (45)	3 (35)
4	0 (0)	11 (141)	8 (105)	4 (35)	3 (38)
5	-	-	-	-	9 (163)

¹ nach eigener Festlegung, siehe Tabelle 5

6.5.2 Behandlungsindices

Mit einem Behandlungsindex von **12,8, 8,7, 10,1, 9,4** und **12,7** zählte Hopfen hinter Apfel und Wein noch zu den pflanzenschutzintensiven Kulturen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007 bis 2011. Im Mittelpunkt stand die Anwendung von Fungiziden mit Behandlungsindices von 8,0, 5,7, 5,5, 6,4 und 8,8 sowie Insektiziden (einschließlich Akariziden) mit einem Behandlungsindex von 4,6, 2,9, 3,7, 2,4 und 3,3 (Tabelle 41). Herbizide wurden in den Anlagen ein bis 2-mal als Bandbehandlung (ca. 1/3 der Gesamtfläche) angewendet.

Tab. 41: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)

	2007	2008	2009	2010	2011	2007 - 2011
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)
Fungizide	8,0 (1,2)	5,7 (1,5)	5,5 (0,9)	6,4 (2,7)	8,8 (3,1)	6,9 (1,9)
Insektizide/ Akarizide	4,6 (0,5)	2,9 (1,0)	3,7 (0,7)	2,4 (0,7)	3,3 (0,8)	3,4 (0,7)
Gesamt	12,8 (1,0)	8,7 (2,5)	10,1 (1,3)	9,4 (3,1)	12,7 (2,8)	10,8 (1,0)

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 42 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 42).

Tab. 42: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2011

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

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 43 dokumentieren die Ergebnisse der Bewertungen.

Die Experten stufte alle bewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (2007) bzw. 97 % (2008), 99 % (2009), 83 % (2010) und 94 % (2011) 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 bzw. 147 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2011), den Echten Mehltau des Hopfens (*Spaerotheca humuli*) (11, 32, 32, 29 bzw. 43 Anwendungen), die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) (12, 20, 26, 13 bzw. 20 Anwendungen) und die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) (9, 20, 17, 10 bzw. 23 Anwendungen).

Tab. 43: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2011

	2007	2008	2009	2010	2011
Anzahl Behandlungen	78	210	167	114	249
Anzahl Bewertungen	47	207	167	114	249
notwendiges Maß	29	200	165	94	234
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0	7	2	20	15
	(0,0 %)	(3,4 %)	(1,2 %)	(17,5%)	(6,0 %)

7. Berechnung des Risikopotentials der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln 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 Risikopotential der angewendeten Pflanzenschutzmittel in den Jahren 2007 bis 2011 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 Risikopotentiale 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 Risikopotentiale auf nationaler Ebene aggregiert.

7.1.1 Datengrundlage für SYNOPSIS-GIS

Die Datengrundlage für SYNOPSIS-GIS basiert auf dem Amtlichen Topografisch-Karthografischen 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 21).

Mit der beschriebenen Datengrundlage kann SYNOPSIS für alle ca. 1,5 Millionen landwirtschaftlich genutzten Flächenstücke in Deutschland das akute und chronische Risikopotential analysieren. Dabei werden die Risikopotentiale 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 Risikopotential.

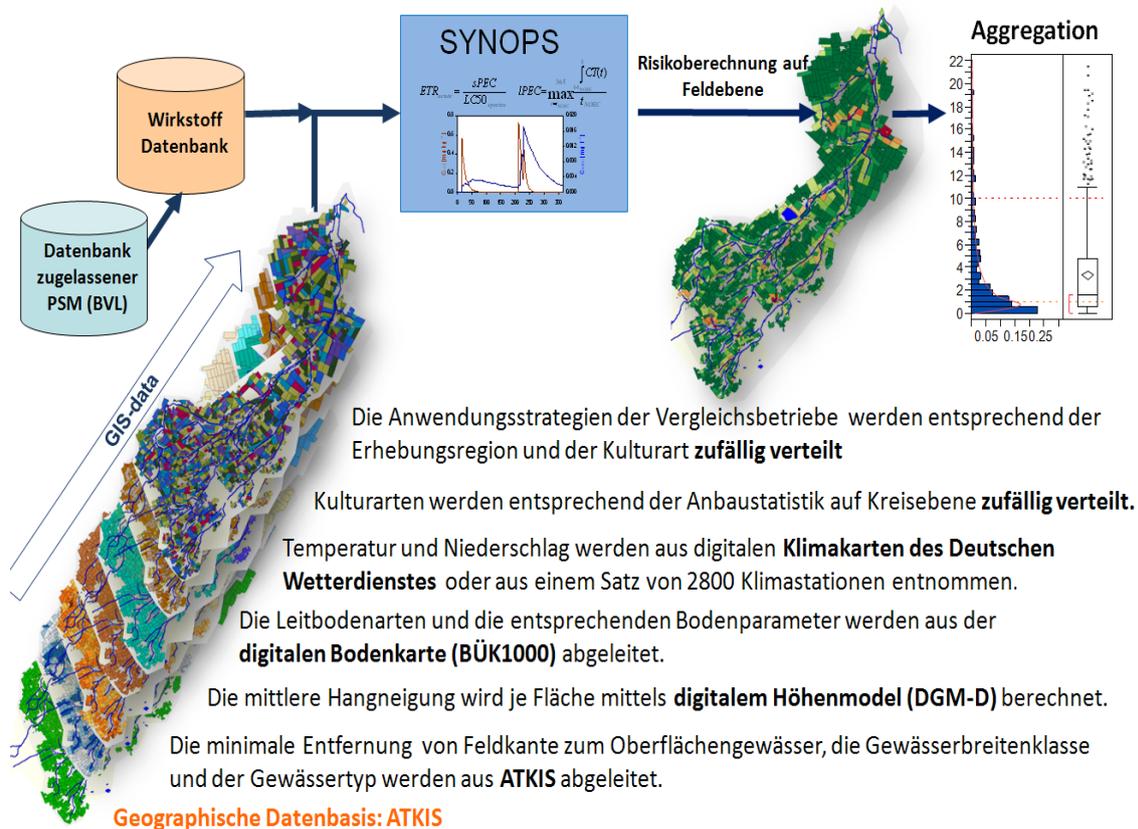


Abb. 21: Ablaufschema der GIS-basierten Risikoanalyse mit dem Indikator-Modell SYNOPSIS

7.1.2 Berechnung des Risikopotentials je Anbaufläche

Beim chronischen Risiko wird die berechnete Exposition (*IPEC* = *long-term predicted environmental concentration*) dem Toxizitätswert *NOEC* (*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 Risikopotentials 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:

$$ETR_{c(R.Organismus)} = \max_{d=1}^{365} \sum_{i=1}^i \frac{IPEC_{(d,Wirkstoff_i)}}{NOEC_{(R.Organismus,Wirkstoff_i)}} \quad \text{wobei} \quad IPEC_{(d)} = \frac{\int_0^d CT_{(d)}}{21}$$

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 Risikopotentiale können entsprechend Tabelle 44 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 Risikopotentiale ohne diese Auflagen zu berechnen. In der hier durchgeführten Analyse wurden die Auflagen für alle Applikationen berücksichtigt.

Tab. 44: 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 SYNOPSIS-GIS eine Bandbreite an Risikopotentialen für jedes Applikationsmuster. Die so berechneten Risikopotentiale 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 Risikopotentialen möglich. In Abbildung 22 sind die Verteilungen der aquatischen Risikopotentiale für drei Applikationsmuster mit unterschiedlich hohem Risiko exemplarisch dargestellt.

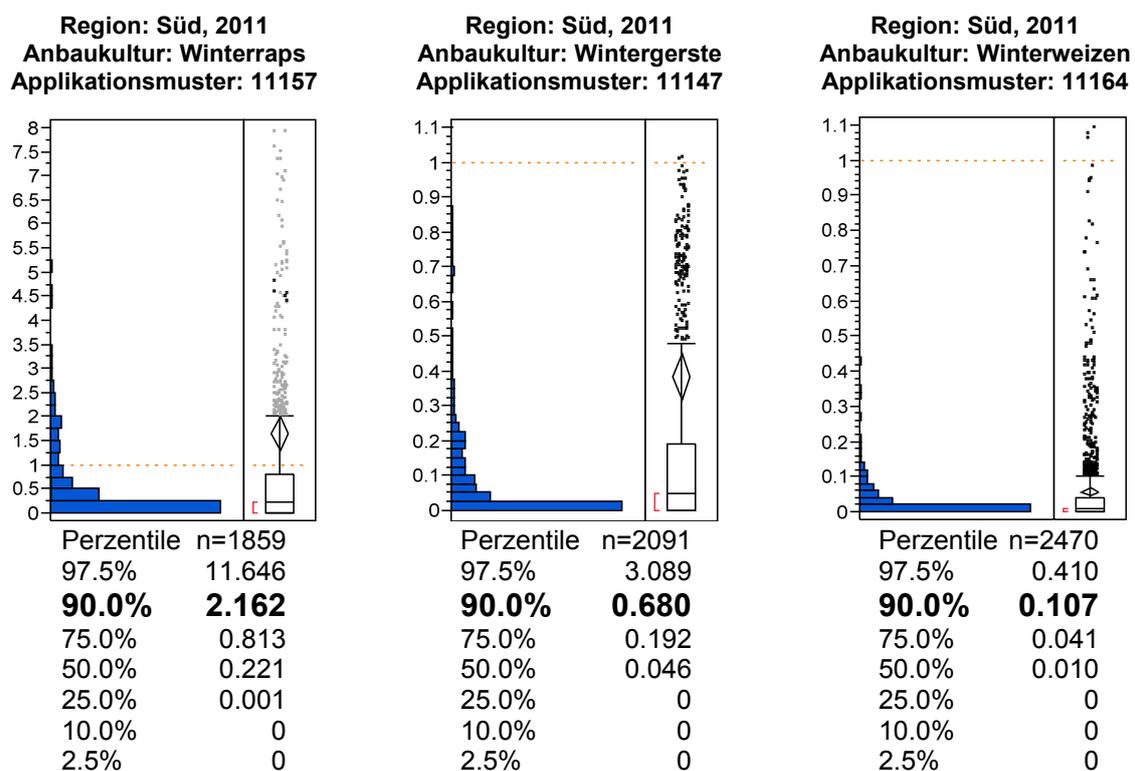


Abb. 22: Verteilung und berechnete Perzentile der aquatischen Risikowerte einzelner Applikationsmusters für Winterraps, Wintergerste und Winterweizen (n = Anzahl der Berechnungen je Applikationsmuster)

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 Risikopotentiale 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 Risikopotentiale basierend auf den worst-case-Szenarien (90. Perzentil der einzelnen Applikationsmuster) dargestellt (Abbildung 23).

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 ($p_{\text{total}}=p_1 \cdot p_2=0.1 \cdot 0.1=0.01 \rightarrow 99\%$).

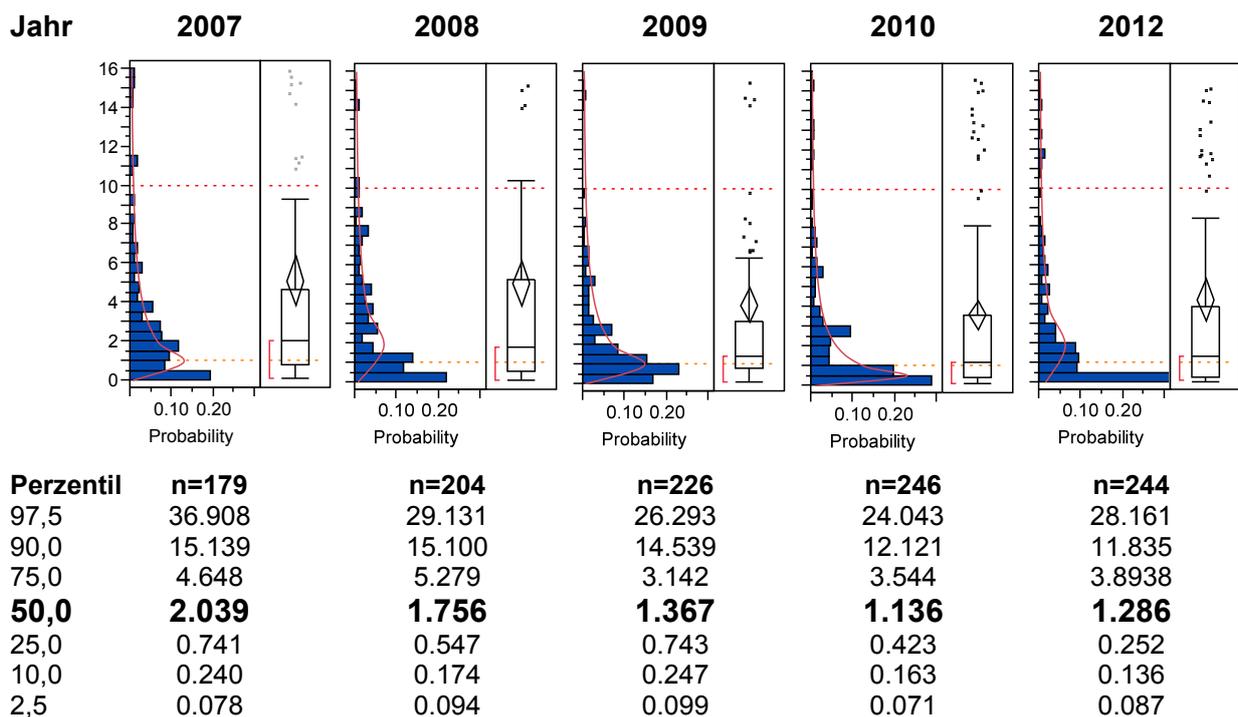


Abb. 23: Verteilung der 90. Perzentil-Werte des aquatischen Risikos, der für Winterweizen erhobenen Applikationsmuster im gesamten Bundesgebiet (n = Anzahl der Applikationsmuster)

7.2 Ergebnisse

7.2.1 Risikopotentiale der Feldkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Die unter realistischen worst-case-Bedingungen berechneten terrestrischen Risikopotentiale 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 in der unteren Hälfte der niedrigen Risikokategorie mit Werten von $ETR < 0,5$ (Tabelle 45). In Abbildung 24 (D,E,F) sind die worst-case-Szenarien des terrestrischen Risikos als Box-Plots zusammenfassend dargestellt.

Den höchsten Anteil am terrestrischen Risiko hatten die Herbizid-Anwendungen. Die durch Fungizid- und Insektizid-Anwendungen verursachten terrestrischen Risikowerte ergaben als Median einen Wert von annähernd Null und liegen als 90. Perzentil Werte durchweg in der

sehr niedrigen Risikoklasse mit $ETR < 0,1$. Aufgrund der niedrigen terrestrischen Risikopotentiale kann über den Erhebungszeitraum von 2007 bis 2011 kein eindeutiger Risiko-Trend 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 terrestrische 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. 45: Median und 90. Perzentil des terrestrischen Risikopotentials, 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	0,095	0,066	0,068	0,022	0,011	0,003	0,015	0,002
2008	WW	204	0,1	0,058	0,086	0,009	0,011	0,002	0,027	0,003
2009	WW	226	0,093	0,071	0,074	0,019	0,013	0,001	0,035	0,003
2010	WW	246	0,104	0,07	0,081	0,023	0,014	0,001	0,041	0,002
2011	WW	244	0,102	0,062	0,07	0,014	0,015	0,004	0,055	0,002
2007	WG	110	0,134	0,09	0,092	0,034	0,013	0	0,087	0,003
2008	WG	154	0,146	0,103	0,146	0,042	0,01	0	0,072	0,003
2009	WG	177	0,145	0,098	0,145	0,064	0	0	0,058	0,002
2010	WG	198	0,132	0,088	0,126	0,042	0	0	0,074	0,002
2011	WG	186	0,12	0,076	0,101	0,042	0,004	0	0,042	0,002
2007	WR	137	0,165	0,051	0,085	0,013	0,018	0,009	0,044	0,004
2008	WR	143	0,166	0,071	0,165	0,016	0,014	0,009	0,062	0,004
2009	WR	154	0,185	0,158	0,166	0,019	0,03	0,011	0,065	0,007
2010	WR	168	0,18	0,148	0,171	0,018	0,041	0,012	0,078	0,008
2011	WR	166	0,167	0,098	0,161	0,013	0,045	0,03	0,095	0,007

Die aquatischen Risikopotentiale lagen deutlich höher als die terrestrischen und wurden in Abbildung 24 (A, B, C) und Tabelle 46 zusammengefasst. Dabei zeigte Winterraps die höchsten Mediane des aquatischen Risikos mit ETR von 4,1 bis 8,9. Diese Werte entsprechen der Kategorie des mittleren Risikopotentials. 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 von 1,11 bis 2,75 im unteren Bereich der Kategorie mittleres Risiko.

Winterweizen

A

D

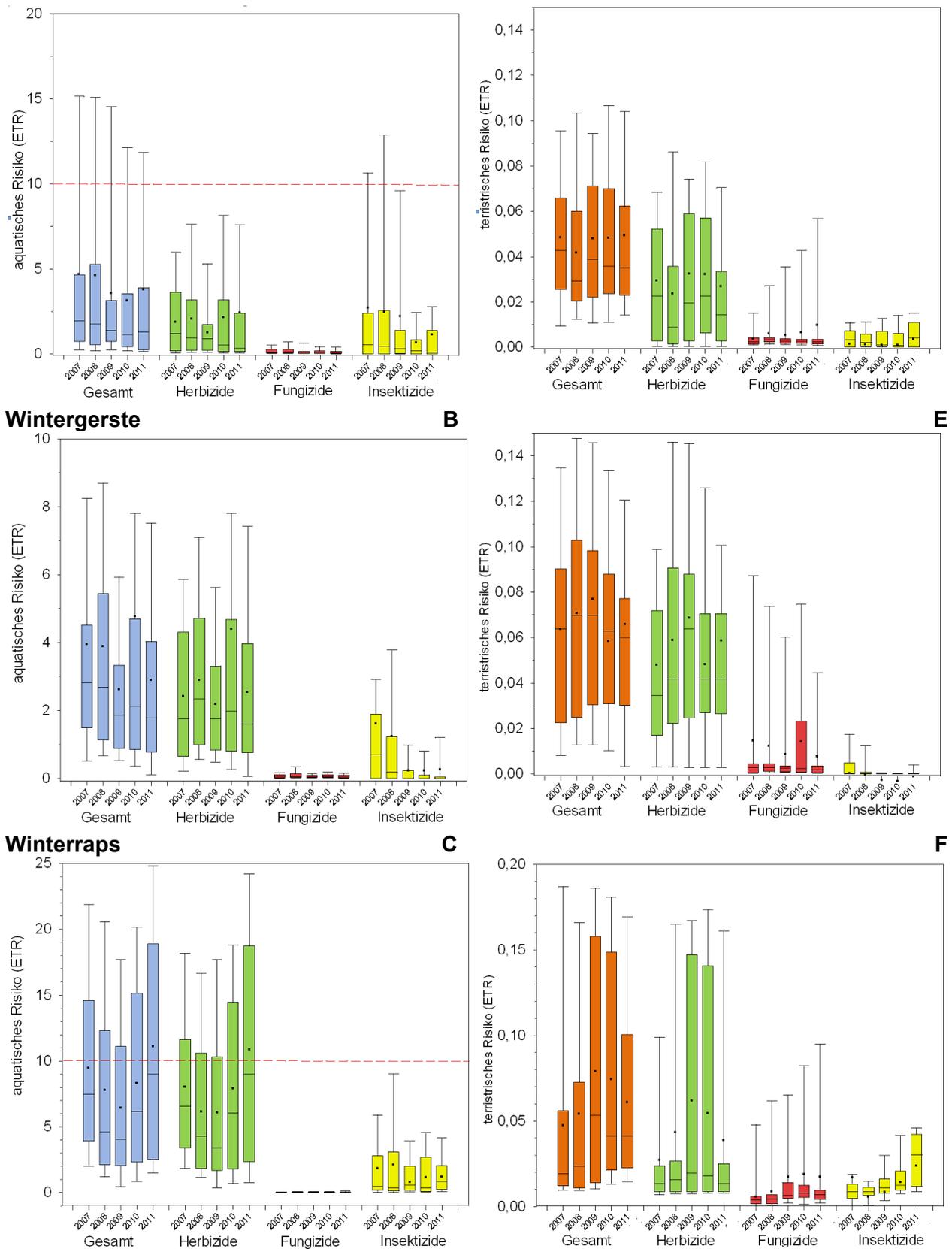


Abb. 24: Box-Plots der terrestrischen Risikopotentiale basierend auf den worst-case-Szenarien der einzelnen Applikationsmuster von 2007 bis 2011, für Winterweizen, Wintergerste und Wintertraps. A,B,C: aquatisches Risiko, E,D,F: terrestrisches Risiko

In Abbildung 24 ist deutlich zu erkennen, dass die Fungizid-Applikationen in allen 3 Kulturen keine wesentlichen Auswirkungen auf das aquatische Risikopotential haben. Die höchsten Mediane des aquatischen Risikos durch Fungizide wurden in Winterweizen im Jahr 2008 mit ETR von 0,11 erreicht. In allen anderen Jahren lagen die Risikowerte unter ETR<1 und waren damit der niedrigen Risikokategorie zuzuordnen. Bei Wintergerste und Winterraps lagen die Mediane der Fungizid-Anwendungen überwiegend in der sehr niedrigen Risikoklasse mit ETR<0,1.

Die Herbizid-Anwendungen hatten dagegen den höchsten Anteil am Gesamt-Risiko der 3 Anbaukulturen. Die Mediane der Herbizid-Anwendungen in Winterweizen lagen im Jahr 2007 mit einem ETR= 1,27 noch im mittleren Risikobereich, nahmen bis 2011 jedoch stetig bis zu einem ETR= 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 1,78 und 2,34. Die höchsten Risikowerte durch Herbizid-Anwendungen traten in Winterraps auf und schwankten zwischen ETR von 3,48 bis 8,99. Hier nahmen die Medianwerte bis zum Jahr 2009 um etwa 50 % ab und dann in den Jahren 2010 und 2011 wieder erheblich zu.

Die Mediane der Insektizid-Anwendungen lagen in Wintergerste am niedrigsten, wobei eine deutliche Abnahme des Risikopotentials von ETR= 0,66 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=0,55 im Jahr 2007 bis zu einem Risikowert von ETR=0,09 im Jahr 2011. Die Risikowerte der Insektizid-Anwendungen in Winterraps lagen wie bei Winterweizen in der niedrigen Risikokategorie und schwankten zwischen 0,46 und 0,84 ohne eine zeitlichen Trend zu zeigen.

Tab. 46: Median und 90. Perzentil des aquatischen Risikopotentials, 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	14,806	2,04	5,744	1,274	10,231	0,546	0,517	0,092
2008	WW	204	14,736	1,756	7,306	0,945	12,815	0,446	0,699	0,111
2009	WW	226	14,351	1,599	5,238	0,887	8,352	0,457	0,606	0,095
2010	WW	246	11,831	1,136	8,026	0,517	2,408	0,174	0,39	0,078
2011	WW	244	11,751	1,286	7,394	0,343	2,779	0,089	0,386	0,058
2007	WG	110	7,98	2,755	5,602	1,795	2,905	0,656	0,158	0,032
2008	WG	154	8,23	2,684	6,773	2,338	3,466	0,182	0,32	0,053
2009	WG	177	6,13	1,849	5,578	1,781	1,105	0	0,132	0,048
2010	WG	198	7,688	2,126	7,632	1,977	0,776	0	0,182	0,045
2011	WG	186	7,453	1,777	7,252	1,593	1,083	0	0,143	0,042
2007	WR	137	20,323	7,312	17,313	6,401	5,823	0,464	0,05	0,016
2008	WR	143	20,233	4,589	15,905	4,215	7,806	0,374	0,071	0,011
2009	WR	154	17,065	4,142	17,065	3,448	3,891	0,679	0,07	0,023
2010	WR	168	19,714	6,157	18,606	6,023	4,374	0,361	0,071	0,025
2011	WR	166	24,232	8,994	24,026	8,99	4,097	0,835	0,094	0,023

7.2.2 Trend des aquatischen Risikos

Um den zeitlichen Verlauf des aquatischen Gesamt-Risikopotentials der 3 Anbaukulturen vergleichend darzustellen, wurde in Abbildung 25 der Median der worst-case-Risikopotentiale als relativer Wert dargestellt. Jeder Jahreswert einer Anbaukultur wurde durch den Mittelwert des gesamten Erhebungszeitraums dividiert. Der Wert 1 in Abbildung 25 entsprach dem Mittelwert des Erhebungszeitraums. Auf der Y-Achse ist die relative Veränderung der Jahreswerte dargestellt.

Aus Abbildung 25 ist ersichtlich, dass der Risikowert des aquatischen Risikopotentials in Winterweizen im Zeitraum von 2007 bis 2011 um 48% und in Wintergerste um 43% abgenommen hat. In Winterraps war von 2007 bis 2009 eine Abnahme um 50% zu beobachten. Allerdings nahm der aquatische Risikowert im Rapsanbau dann in den Jahren 2010 und 2011 wieder um 78 % zu. Über den gesamten Zeitraum von 2007 bis 2011 konnte im Rapsanbau eine Zunahme des aquatischen Risikopotenzials von 27 % festgestellt werden.

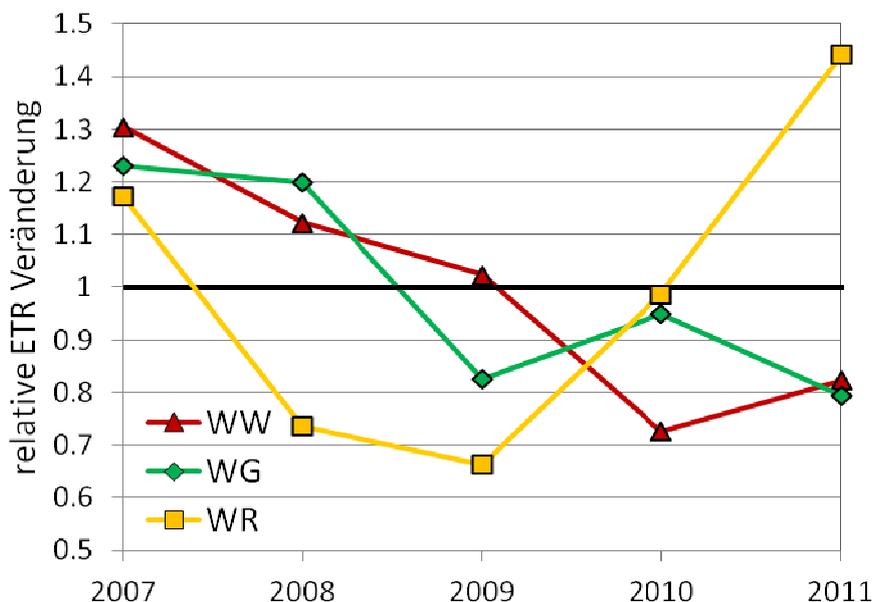


Abb. 25: Trend des aquatischen Risikopotentials in Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

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 eine Kultur auf einer Fläche mit sehr großer Hangneigung verteilt 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 Risikopotentialen führen. Bei einer Rechnung ohne Auflagen würde dies eine Anwendung von Applikationsmustern für gewässerferne Flächen in Gewässernähe stärker auf das Risikopotential auswirken.

Die Analyse der Einzelergebnisse mit hohem Risikopotential 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 47 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 48 gegeben.

Tab. 47: Wirkstoffe, die am selben Tag mehrfach appliziert wurden

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.

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

Tab. 48: 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 Risikopotentialen 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 Risikopotentiale überwiegend durch den Einsatz von Herbiziden bestimmt wurden. Aus diesem Grund wurden die mit SYNOPSIS durchgeführten Einzelfeldrechnungen dahingehend genauer analysiert.

Für Winterraps konnte festgestellt werden, dass mehr als 60% der feldbasierten Risikoberechnungen mit einem aquatischen Risikopotential > 1 durch den Wirkstoff Metazachlor verursacht wurde. Ein Grund hierfür sind die sehr niedrigen Toxizitätswerte des Wirkstoffs für die Wasserlinse (Lemna: EC50=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 das aquatische Risikopotential. Es bleibt zu prüfen, ob die in der Wirkstoffdatenbank für angegeben Toxizitätswerte für Lenma realistisch sind.

Das aquatische Gesamtrisikopotential von Winterraps wurde deshalb sehr stark durch den Einsatz von Metazachlor beeinflusst. Die in Tabelle 46 aufgeführten Mediane der worst-case -Risikowerte für Winterraps korrelierten sehr gut mit der Einsatzhäufigkeit von Metazachlor in Gewässernähe (r2=0,64). Daraus lässt sich schließen, dass der Risikotrend für Winterraps in Abbildung 25 maßgeblich durch den Einsatz von Metazachlor bestimmt wird.

Insgesamt gesehen ist die Reduktion des aquatischen Risikopotentials in Winterweizen und Wintergerste von 43% und 48% Prozent in den Jahren 2007 bis 2011 ein sehr gutes Ergebnis.

8. Methodische Ansätze zur Ableitung des notwendigen Maßes

Ziel des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz ist es, auf der Grundlage der statistischen Daten und der Bewertungen der Experten der Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes eine Orientierung für das notwendige Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in wichtigen Kulturen und in den einzelnen Jahren zu geben. Bei genügend großen Stichproben, wie im Ackerbau gegeben, lassen sich entsprechende Aussagen für einzelne Erhebungsregionen ableiten. Die Erkenntnisse können natürlich immer nur retrospektiv gewonnen werden und sind demzufolge **für rückwirkende kritische Analysen des Pflanzenschutzes oder als Orientierungshilfen für zukünftige Maßnahmen** zu verwenden.

Das **notwendige Maß** bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist eine dynamische Größe. Es hängt von vielen Faktoren ab und kann von Feld zu Feld, innerhalb einer Region und von Jahr zu Jahr variieren. Deshalb sollte es als Korridor eines Behandlungsindex in einer Kultur in einem Jahr und in einer definierten Region verstanden werden.

Nachfolgend wird ein einfacher statistischer Ansatz auf der Grundlage der Daten und fachlichen Bewertungen aus den Vergleichsbetrieben in Verbindung mit den Standardabweichungen am Beispiel der Behandlungsindices der **Fungizide** im **Winterweizen** in der Großregion **Westen** gezeigt:

Korridor der Standardabweichung (siehe Tabelle 7):

2007: 1,1 – 2,5

2008: 1,7 – 3,1

2009: 1,5 – 2,7

2010: 1,3 – 2,3

2011: 1,2 – 2,4

Bei Reduktionspotentialen von 9 %, 10 %, 8 %, 11 % und 10 % (siehe Tabelle 22) ergeben sich folgende **Korridore des notwendigen Maßes**:

2007: **1,0 – 2,3**

2008: **1,5 – 2,9**

2009: **1,4 – 2,5**

2010: **1,2 – 2,2**

2011: **1,1 – 2,3**

Entsprechende Korridore des notwendigen Maßes können für die 3 Ackerbaukulturen in allen 4 Großregionen definiert werden. In den anderen Kulturen müsste noch geprüft werden, welche Abstraktionsebene sinnvoll wäre. In jedem Fall ist eine hinreichend große Stichprobe notwendig.

Es sei nochmals darauf verwiesen, dass ein auf diese Weise berechneter Korridor des notwendigen Maßes lediglich eine Orientierungshilfe darstellt und so auch zu interpretieren ist. Der Korridor des notwendigen Maßes fungiert im Sinne einer Konvention zur Beschreibung eines Bereiches der angemessenen Intensität von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in einer bestimmten Region. Das bedeutet, dass Intensitäten von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unterhalb oder oberhalb dieses Korridors nicht automatisch jenseits des notwendigen Maßes liegen. Im Einzelfall können sie durchaus dem notwendigen Maß entsprechen. Dies zeigen auch einige Einzelbewertungen durch die Experten der Länder.

9. Zusammenfassung

Das Netz von Vergleichsbetrieben ist ein gemeinsames Projekt des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, der Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes und des Julius Kühn-Instituts. Es wurde 2007 etabliert und ist Bestandteil des nationalen Aktionsplans zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Ziel ist die jährliche Erfassung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Hauptkulturen und anderer pflanzenschutzrelevanter Informationen in repräsentativen Betrieben. Es werden Behandlungsindices (BI) berechnet und alle Maßnahmen fachlich durch Experten der Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes bewertet.

Von 2007 bis 2011 wurden insgesamt 45.000 Datensätze zusammengetragen und ausgewertet. Im Jahr 2011 wurden im Ackerbau die Pflanzenschutzmaßnahmen in 85 Betrieben mit insgesamt 762 Feldern (vorrangig Winterweizen, Wintergerste und Winterraps) analysiert – außerdem im Freilandgemüsebau in 24 Betrieben mit 73 Feldern (Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln), im Obstbau (Tafelapfel) in 16 Betrieben mit 57 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.

In den Vergleichsbetrieben Ackerbau wurden in den Jahren 2007 bis 2011 z. B. folgende mittlere BI berechnet: für Winterweizen - 5,7, 6,2, 5,8, 5,4 und 5,6, für Wintergerste - 4,1, 4,6, 4,0, 4,0 und 4,1, sowie für Winterraps - 5,4, 5,9, 6,4, 6,4 und 6,7.

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 5 Jahre um 30 %, 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 5 Jahre in Winterweizen bei 89 %, in Wintergerste bei 90 %, in Winterraps bei 87 %, im Freilandgemüsebau bei 88 %, im Obstbau (Tafelapfel) bei 94 %, im Weinbau bei 97 % und bei im Hopfenbau bei 94 %. 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 SYNOPS zeigten eine Abnahme des Risikopotentials für Winterweizen um 48% und für Wintergerste um 43% bezogen auf den Mittelwert des Versuchszeitraums. 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.

10. Abstract

The Reference Farms Network, a joint project of the Federal Ministry for Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV), 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 2011, 45,000 data sets were investigated. In 2011, pesticide treatments in 762 fields (mainly winter wheat, winter barley and winter oilseed rape) on 85 arable cropping farms, 73 fields on 24 vegetable producing farms (cabbage, carrots, asparagus or onion), 57 apple orchards on 16 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 2011, respectively:

Winter wheat – 5.7, 6.2, 5.8, 5.4 and 5.6, winter barley – 4.1, 4.6, 4.0, 4.0 and 4.1, winter oilseed rape – 5.4, 5.9, 6.4, 6.4 and 6.7.

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 30 % (herbicides), 42 % (fungicides) and 56 % (growth regulators), calculated as the mean across all 5 years. In contrast, insecticides were used at the full authorized dose. Only about 3 % of all treatment measures in arable cropping were partial field treatments.

The evaluations of treatments regarding necessary minimum by plant protection services professionals showed that specific regional pest occurrence-related conditions influenced pesticide use. The actual percentage pesticide treatment relative to the necessary minimum was 89 % in winter wheat, 90 % in winter barley, 87 % in winter oilseed rape, 88% in field vegetables, 94% in apples, 97% in viticulture, and 94% in hops (means of the 5 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-SYNOPS showed a decrease of the risk potential for winter wheat by 48% and for winter barley by 43% related to the average risk of experimental period. The aquatic risk values for winter rape followed no clear trend risk.

The Reference Farms Network data yield important conclusions regarding integrated plant protection.

11. 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, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die finanzielle Unterstützung des Projektes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz.

12. 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.
- 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
- BKG (2005): DGM-Deutschland / Digitales Geländemodell Bundesrepublik Deutschland 25 x 25, <http://www.bkg.bund.de/>
- Brand, R.; 2010: Untersuchungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Winterraps auf der Grundlage des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung von Insektiziden. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1-96
- Brendler, F.; Scheid, L., 2007: Pflanzenschutz-Rückblick 2007 aus west-, ost-, nord- und süddeutscher Sicht. Kartoffelbau 58, 480-493.
- Bürger, J.; de Mol, F.; Gerowitt, B., 2008: The „necessary extent“ of pesticide use – thoughts about a key term in German pesticide policy. Crop Protection 27, 343-351.
- Burghardt, B., 2009: Untersuchungen zum Einfluss der Sorte auf die Intensität der Fungizidanwendungen im Winterweizen auf der Grundlage von Daten des Netzes Vergleichsbetriebe. B.Sc.-Arbeit, HU Halle, 1-59.
- 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 – Jahresbericht. Berichte JKI 144, 1-53.
- Freier, B.; Pallutt, B.; Jahn, M.; Sellmann, J.; Gutsche, V.; Zornbach, W.; 2009: Netz Vergleichsbetriebe – Jahresbericht. Berichte JKI 149, 1-64.

- Freier, B.; Sellmann, J.; Schwarz, J.; Jahn, M.; Moll, E.; Gutsche, V.; Zornbach, W.; 2010: Netz Vergleichsbetriebe – Jahresbericht. Berichte JKI 156, 1-83.
- 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 Pflanzenschutzdienstes 59, 155-161.
- Sattler, C.; Kächele, H.; Verch, G., 2007: Assessing the intensity of pesticide use in agriculture. Agric. Ecosyst. Environ. 119, 299-304.
- 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:	13	Jahr:	2011
Bundesland:	NN	Betriebs-Nr.:	
Ansprechpartner Land	Herr Mustermann		
Adresse:	Musterstraße 32, Musterhausen		
Telefonnummer:	0000/0000000		
email:			
Gesamtgröße der bewirtschafteten Fläche des Betriebes:	331,3		
Teilnahme an regionalen Programmen, z. B. Vertragsanbau:	nein		
Informationen zur Vermarktung der Hauptkulturen			

Anlage 2: Schlagkartei Winterweizen (Beispiel)

Schlagkartei Ackerbau											
ERA	Schlagname	Musterschlag	Kultur	Winterweizen	Aussaat - Datum	Erntejahr	2011				
Land	Schlagfläche (ha)	6,18	Vorrucht	Winterraps	Sorte	Ertrag [dt/ha]*	63				
Betriebs-Nr.	Ackerzahl	57	Zwischenfrucht	--	Beizmittel	Betriebsfläche Kultur (ha)	193,5				
Schlag-Nr.	11A13NNWW12										
			Bodenbearbeitung	Pflug							
Maßnahme Landwirt											
Schadorganismus	BBCH	Datum	PSM	TM/EM/ Packt ⁴¹	Aufwand-menge	l/ha, kg/ha	behandelte Fläche (ha)	Entscheidungsgrundlage ⁴²	Bemerkung Landwirt	Bewertung durch das Land (insbesondere im Hinblick auf das "notwendige Maß")	sonstige Bemerkungen
1	Alomy, Kamille + Dikotyle	20.11.	relon Top	TM	2.0000	l/ha	6,18	Erfahrung		notwendiges Maß	Wirkung ausreichend
2	Ehrenpreis, sonstige Unkräuter	20.11.	tomp Aqua	TM	2.0000	l/ha	6,18	Erfahrung		notwendiges Maß	gute Wirkung, Ausnahme Raps u. Klette
3	Ausfallraps	11.04.	ointer SX	TM	0.0250	kg/ha	6,18	Erfahrung, Bonitur		notwendiges Maß	Phyosanitärer Effekt, da enge Rapsfruchtfolge
4	Klette	11.04.	tarane 180	TM	0.5000	l/ha	6,18	Bonitur		notwendiges Maß	
5	Wachstumsregler	11.04.	ycocel 720	TM	0.5000	l/ha	6,18	Erfahrung	Ertragsabsicherung	notwendiges Maß	kurze, standfeste Sorte; hohes N-Niveau
6	Halbbruch, Mehltau	02.05.	apalo	TM	1.0000	l/ha	6,18	Erfahrung, Bonitur		notwendiges Maß	etwas Mehltau
7	Halbbruch, Septoria	02.05.	hampion	TM	0.5000	l/ha	6,18	Erfahrung, ISJP		notwendiges Maß	hoher Weizenanteil, Prognose
8	Mehltau, Septoria tr., Braunrost	18.05.	iamant	TM	0.6250	l/ha	6,18	Erfahrung, Routine		fraglich	Blattkrankheiten schwach
9	Septoria tr.	18.05.	ravo 500	TM	0.7500	l/ha	6,18	Erfahrung, Routine		fraglich	Blattkrankheiten schwach
10	Blattläuse	18.05.	ecis flüssig	TM	0.3000	l/ha	6,18	Routine		nicht erforderlich	BKS nicht erreicht; zu früh

⁴⁰ optional kann auch der durchschnittliche Ertrag der Kultur im Betrieb angegeben werden (bitte kennzeichnen);

⁴¹ TM = Tankmischung EM=Einzelmaßnahme;

⁴² z. B. Befallsenschätzung, Bonitur, Wamdiensmehlung, Prognosemodell (z. B. proPlant, ISJP), Erfahrungswert, Routine, Beratung

„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 143, 2008: Datensichtung, Unterstützung bei der Problemanalyse, erste Schritte einer Datenanalyse. Eckard Moll, Thomas Stauber, 66 S.
- Heft 144, 2008: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2007. Bearbeitet von: Bernd Freier, Bernhard Pallutt, Marga Jahn, Jörg Sellmann, Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach, 53 S.
- Heft 145, 2008: NEPTUN 2007 – Zuckerrüben. Dietmar Roßberg, Erwin Ladewig, Pavel Lukashyk, 44 S.
- Heft 146, 2009: Chronik zum 75jährigen Jubiläum des Instituts für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland. Bärbel Schöber-Butin, 47 S.
- 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 Vassel, 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 Fachgesprächs vom 5. Mai 2010 in Bonn-Roleber. Bearbeitet von: Johannes Hallmann, Johannes Keßler, Rita Grosch, Michaela Schlathölder, 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, 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.

