

Bearbeitet von / Compiled by:

Bernd Freier<sup>1</sup>, Jörg Sellmann<sup>2</sup>, Jürgen Schwarz<sup>1</sup>, Marga Jahn<sup>1</sup>,  
Eckard Moll<sup>2</sup>, Volkmar Gutsche<sup>1</sup>, Wolfgang Zornbach<sup>3</sup>

Unter Mitwirkung von / In collaboration with:

Nicole Beyer<sup>1</sup>, Anita Herzer<sup>1</sup>, Stephanie Hinz<sup>1</sup>, Karen Kamrath<sup>1</sup>,  
Rene Schulz<sup>1</sup>, Ingo Schnabel<sup>1</sup>, Andreas Schober<sup>1</sup>,  
und der  
Pflanzenschutzdienste der Länder

# **Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresbericht 2010 Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2010**

Network of Reference Farms for Plant Protection  
Annual Report 2010  
Analysis of Results 2007 to 2010

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

<sup>1</sup> Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

<sup>2</sup> Zentrale DV-Gruppe, Kleinmachnow

<sup>3</sup> Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn



**Berichte aus dem Julius Kühn-Institut**

# 161

**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

Der Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat seit dem 1. Januar 2008 eine neue Struktur.

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), die Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) sowie zwei Institute der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wurden zum Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen zusammengeschlossen. Das Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) wurde aus der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft und aus Teilen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft errichtet.

The research branch of the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) has been reorganized. The former Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA) has been merged with other institutions. The newly established Julius Kühn-Institut (JKI), Federal Research Centre for Cultivated Plants, is working on plant protection, plant breeding, crop and soil science. The Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) was created from the German Federal Research Centre for Fisheries, the German Federal Research Centre for Forestry and Forest Products and part of the German Federal Agricultural Research Centre.

**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**

© Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, 2011

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. Grünewald, 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, Dr. C. von Kröcher,  
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. E. Moll  
Dr. B. Pallutt  
B. Schlage, A. Schober, M. Sellenriek, J. Sellmann, Dr. J. Schwarz, I. Schnabel  
C. Wagner

## **Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten**

N. Beyer, R. Brand, B. Burghardt, S. Hinz, K. Kamrath, F. Kluge, R. Komm, K. Pelzer, R.  
Schulz, C. Seidel, C. Ullrich,

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 .....	19
6.1.2.3 Winterraps .....	22
6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps .....	25
6.1.2.5 Weitere Kulturen.....	27
6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen .....	29
6.1.3.1 Übersicht .....	29
6.1.3.2 Vergleich der Intensität von Tankmischungen und Einzelmaßnahmen bei Herbiziden .....	30
6.1.3.3 Analyse der Teilflächenbehandlungen .....	30
6.1.4 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex .....	31
6.1.4.1 Schlaggröße .....	31
6.1.4.2 Betriebsgröße .....	31
6.1.4.3 Ackerzahl.....	33
6.1.4.5 Vorfrucht.....	37
6.1.4.5 Bodenbearbeitung .....	40
6.1.4.6 Aussattermin.....	44
6.1.4.7 Einfluss der Sorte .....	45
6.1.4.8 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfe .....	48
6.1.4.9 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen.....	48
6.1.5 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen .....	51
6.1.5.1 Winterweizen .....	52
6.1.5.2 Wintergerste .....	55
6.1.5.3 Winterraps .....	58
6.1.5.4 Weitere Kulturen.....	60
6.2 Freilandgemüsebau .....	62
6.2.1 Datengrundlage.....	62
6.2.2 Behandlungsindices .....	62
6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen .....	66
6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen .....	66
6.3 Obstbau .....	70
6.3.1 Datengrundlage.....	70
6.3.2 Behandlungsindices .....	70
6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen .....	72

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen .....	73
6.4 Weinbau.....	75
6.4.1 Datengrundlage.....	75
6.4.2 Behandlungsindices .....	75
6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen .....	76
6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen .....	76
6.5 Hopfenbau .....	77
6.5.1 Datengrundlage.....	77
6.5.2 Behandlungsindices .....	78
6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen .....	78
6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel- Anwendungen .....	79
7. Methodische Ansätze zur Ableitung des notwendigen Maßes.....	79
8. Zusammenfassung .....	81
9. Abstract .....	82
10. Danksagung .....	83
11. Literaturverzeichnis .....	83

## 1. Einleitung

Im Jahre 2008 wurde der **nationale Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln** 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 Jahre 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 und 2009 vor (Freier et al., 2008, Freier et al., 2009, Freier et al., 2010).

Im vorliegenden Jahresbericht 2010 zum Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz wurden die wesentlichen Ergebnisse der Datenerhebungen des Jahres 2010 im direkten Vergleich mit den Jahren 2007, 2008 und 2009 dargelegt. Der Bericht informiert außerdem über Ergebnisse besonderer Analysen, die aus den Daten der Jahre 2007 bis 2010 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. I, S. 971, 1527, 3512). 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, Beratung) 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 (je 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 - 2010 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. 12) im Jahre 2010.



**Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe im Ackerbau auf die Erhebungsregionen Ackerbau, bzw. die Großregionen N, O, S, W im Jahre 2010**

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

**Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau**

Land	ERA <sup>1</sup>	Anzahl Vergleichsbetriebe				Ansprechpartner
		2007	2008	2009	2010	
BB		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	Hr. Schröder
	1005	1	1	1	1	Fr. Pelzer, Fr. Hahn
	1006	3 (JKI:1)	3 (JKI:1)	3 (JKI:1)	2(JKI:1)	Fr. Pelzer, Fr. Hahn
BW		<b>3</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	1014	1	1	1	1	Hr. Münkel
	1015	-	2	2	2	Hr. Lindner, Hr. Weger
	1019	2	2	2	2	Fr. Sadedine, Fr. Hüsgen
BY		-	-	-	<b>10</b>	Hr. Maier
	1012	-	-	-	1	Hr. Ostermeier, Hr. Ernst
	1015	-	-	-	1	Hr. Wöppel
	1016	-	-	-	2	Hr. Proff, Hr. Pernpeintner
	1017	-	-	-	3	Hr. Thalhammer
	1018	-	-	-	2	Hr. Bachmann
	1019	-	-	-	1	Hr. Höpf
HE		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Hr. Lenz
	1010	3	3	3	3	
	1014	1	1	1	1	
MV		<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	Hr. Dr. Goltermann
	1002	7 (JKI:1)	7 (JKI:1)	5 (JKI:1)	5(JKI:1)	
	1005	2	2	4	4	Hr. Dr. Gebhardt
NI		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	Fr. Dr. von Kröcher
	1001	1	1	1	1	Hr. Dr. Bünte
	1003	1	1	1	1	Hr. Dr. Osmers
						Hr.Dr. Kuhlmann, Hr. Dr. Wendt,
	1004	3	3	3	3	Fr. Meißner
	1007	1 (JKI:1)	1 (JKI:1)	1 (JKI:1)	1(JKI:1)	Hr. Dr. Möller
NW		<b>20</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	Hr. Dr. Dissemond
	1003	5	5	9	5	
	1004	-	-	-	5	
	1007	4	-	-	-	
	1009	6	6	7	10	
	1010	5	14	11	8	
RP		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Hr. Dr. Jörg
	1013	2	2	2	2	Hr. Nöth
	1014	2	2	2	2	Hr. Nöth
SH		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	Hr. Dr. Gleser
	1001	3	3	3	3	Hr. Dr. Gleser, Hr. Dr. Petersen, Hr. Bode
SL						Hr. Dr. Brück
	1013	1	1	1	1	Hr. Schmidt

Land	ERA <sup>1</sup>	Anzahl Vergleichsbetriebe				Ansprechpartner
		2007	2008	2009	2010	
SN		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Fr. Thate
	1011	3 (JKI:3)	3 (JKI:3)	3 (JKI:3)	3 (JKI:3)	
	1012	1 (JKI:1)	1 (JKI:1)	1 (JKI:1)	1 (JKI:1)	
ST		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Fr. Hübner
	1005	1	1	1	1	
	1006	1	1	1	1	
	1008	2 (JKI:2)	2 (JKI:2)	2 (JKI:2)	2 (JKI:2)	
TH		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	Hr. Götz Hr. Dr. Hahn, Hr. Schwarzenau Fr. Krueger Hr. Dr. Hahn
	1008	3 (JKI:2)	3 (JKI:2)	3 (JKI:1)	3 (JKI:1)	
	1011	-	-	1 (JKI:1)	1 (JKI:1)	
	1012	1	1	1	1	

<sup>1</sup> Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) nach Roßberg et al. (2007) und Roßberg (2008)

**Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau**

Land	ERA <sup>1</sup>	Anzahl Vergleichsbetriebe				Ansprechpartner
		2007	2008	2009	2010	
<b>Weißkohl (Frischvermarktung)</b>						
BW			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	1014	-	-	1	1	
	1015	-	1	1	1	
NW		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	Hr. Dr. Dissemond
	1003	-	1	2		
	1009	1	1	1	1	
	1010	1	1	-	-	
	1014	1	-	-	-	
SH						Hr. Dr. Gleser Hr. Bode
	1001	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	-	
<b>Möhren (vorrangig Bundmöhren)</b>						
BB						Hr. Schröder Fr. Hebbe
	1006	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	-	
NI						Fr. Dr. von Kröcher Hr. Hoppe
	1005	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
NW		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	Hr. Dr. Dissemond
	1003	1	1	1	1	
	1009	1	1	2	2	
	1010	-	1	-	-	
	1014	1	-	-	-	

Land	ERA <sup>1</sup>	Anzahl Vergleichsbetriebe				Ansprechpartner
		2007	2008	2009	2010	
RP						Hr. Dr. Jörg
	1014	3	3	3	3	Hr. Dr. Krauthausen, Hr. Dr. Eichhorn
SH						Hr. Dr. Gleser
	1001	3	3	3	-	Hr. Bode
<b>Spargel</b>						
BB						Hr. Schröder
	1006	1	1	1	1	Fr. Hebbe
BW						Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	1014	1	1	1	1	Hr. Dr. Maier
HE						Hr. Lenz
	1014	1	1	1	1	Hr. Dr. Bibo
RP						Hr. Dr. Jörg
	1014	1	1	1	1	Hr. Dr. Krauthausen, Hr. Dr. Eichhorn
ST						Fr. Hübner
	1006	1	1	1	1	Hr. López
<b>Zwiebel</b>						
HE						Hr. Lenz
	1013	-	-	1	-	Hr. Dr. Bibo
	1014	1	1	-	-	Hr. Dr. Bibo
ST						Frau Hübner
	1008	-	2	2	2	Hr. López

<sup>1</sup> Erhebungsregionen Ackerbau nach Roßberg et al. (2007) und Roßberg (2008)

**Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel)**

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

<sup>1</sup> Anbaugebiete nach Roßberg (2007, schriftl. Mitteilung) und Roßberg (2009)

**Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau**

Land	Anbaugebiet (Nr.) <sup>1</sup>	Anzahl Vergleichsbetriebe				Ansprechpartner
		2007	2008	2009	2010	
BW		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	Fr. Hüsgen, Herr Dr. Kassemeyer
	Baden (10)	2	2	1	2	Hr. Bärmann
	Württemberg (11)	2	2	2	2	Dr. Harmuth
HE						Hr. Lenz
	Rheingau (04)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	Fr. Jung
RP		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	Hr. Dr. Jörg
	Mosel (03)	1	1	1	1	Hr. Dr. Louis, Hr. Ipach
	Nahe (05)	1	1	1	1	Hr. Dr. Louis, Hr. Ipach
	Rheinhessen (06)	1	1	1	1	Hr. Dr. Louis, Hr. Ipach
	Pfalz (07)	1	1	1	1	Hr. Dr. Louis, Hr. Ipach

<sup>1</sup> Anbaugebiete nach Deutscher Weinatlas (2002)

**Tab. 5: Vergleichsbetriebe im Hopfenbau**

Land	Anbaugebiet (Nr.) <sup>1</sup>	Anzahl Vergleichsbetriebe				Ansprechpartner
		2007	2008	2009	2010	
BW						Hr. Dr. Glas, Fr. Hüsgen
	Tettngau (02)	1	1	1	1	Hr. Dr. Moosherr
ST	Elbe-Saale (03)	1	1	1	1	Fr. Hübner
TH						Hr. Götz
	Elbe-Saale (04)	-	1	1	1	Fr. Werner

<sup>1</sup> 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 (alle Kulturen, 2007 bis 2010)

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 (alle Kulturen, 2007 bis 2010)

Die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge (%) wurde 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 (Winterweizen, 2007)

Die Analyse von Teilflächenbehandlungen erfolgte 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 durch die Pflanzenschutzdienste der Länder

f) Kostenanalyse der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben

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 drei 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.

Nach nunmehr 4 Jahren war es notwendig, den Wechselwirkungseffekt zwischen den Jahren und Pflanzenschutzmittel-Kategorien bzw. Großregionen in den Analysemodellen zu berücksichtigen. Gab es eine derartige Wechselwirkung nicht, d. h. dieser Einfluss war nicht signifikant, wurden die mittleren Behandlungsindices über die Jahre 2007 bis 2010 hinweg unter Berücksichtigung aller Daten gebildet. Ansonsten konnte deren Vergleich nur auf jeder Jahresstufe erfolgen.

## 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 2010 66, 73, 76 bzw. 86 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.

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).

**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 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen)**

Großregion	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
<b>2007</b>				
<b>DE</b>	<b>179 (1672)</b>	<b>110 (749)</b>	<b>137 (1031)</b>	<b>84 (731)</b>
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)
<b>2008</b>				
<b>DE</b>	<b>204 (2102)</b>	<b>154 (1207)</b>	<b>143 (1168)</b>	<b>97 (739)</b>
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)
<b>2009</b>				
<b>DE</b>	<b>226 (2189)</b>	<b>177 (1262)</b>	<b>154 (1340)</b>	<b>133 (874)</b>
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)
<b>2010</b>				
<b>DE</b>	<b>246 (2258)</b>	<b>198 (1377)</b>	<b>168 (1505)</b>	<b>165 (1007)</b>
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)

## 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 2010. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Abbildung 2 veranschaulicht in Form einer Box-Whisker-Plot-Darstellung die absolute Streuung der Behandlungsindices zwischen den Feldern und den Bereich, in dem 50 % der Werte liegen, in den Großregionen in den Jahren 2007 bis 2010.

Im Winterweizen betragen die mittleren Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien) in den Jahren 2007 **5,7**, 2008 **6,2**, 2009 **5,8** und 2010 **5,4**. Der Gesamt-Behandlungsindex im Jahre 2008 war gegenüber denen der Jahre 2007, 2009 und 2010 signifikant höher. Bei einem Vergleich der Großregionen fielen in allen vier Jahren die signifikant geringeren Gesamt-Behandlungsindices im Süden und Osten gegenüber jenen im Norden und im Westen (außer 2010) auf.

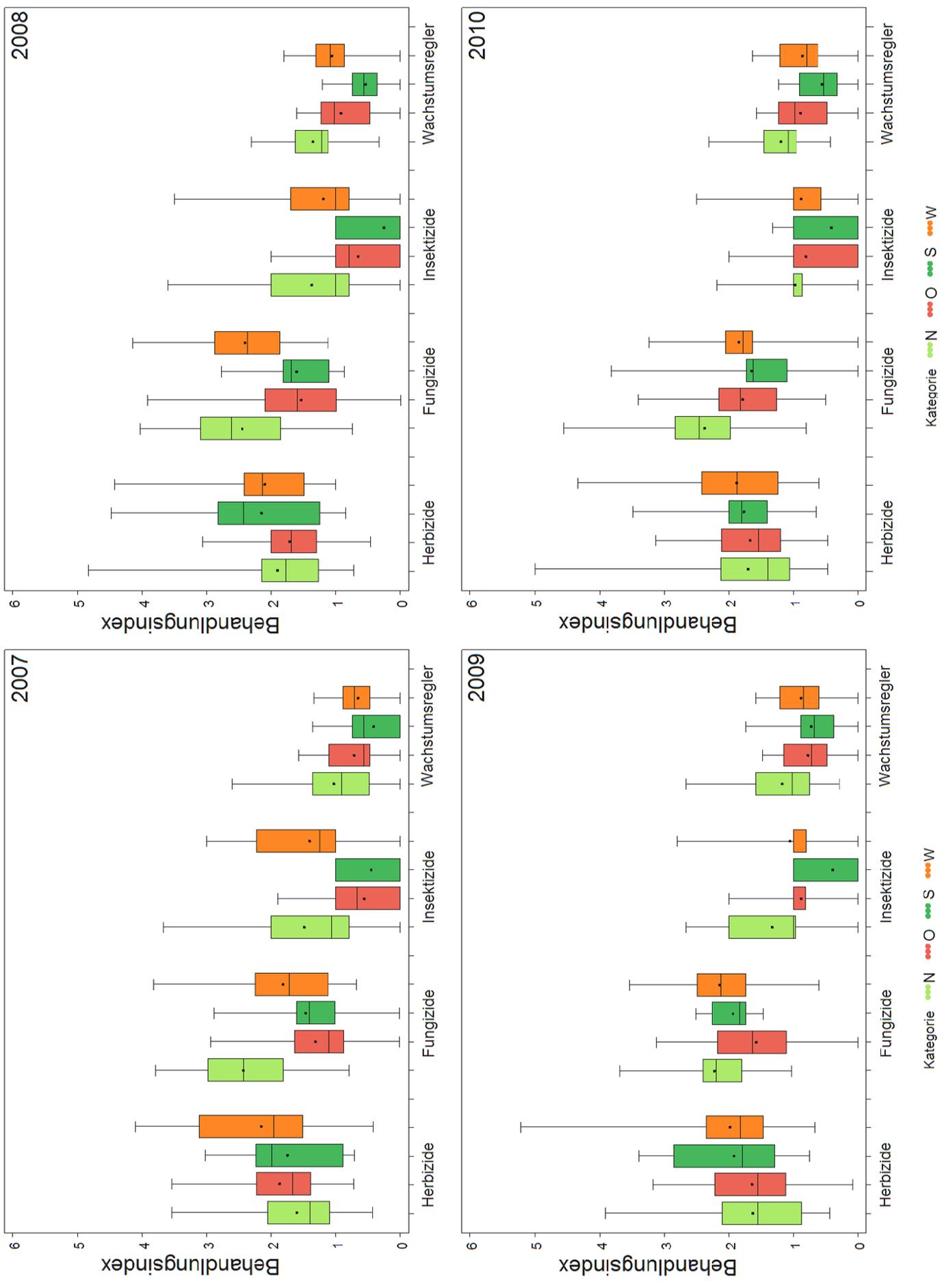
Zwischen den Großregionen waren in den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien und Jahren häufig signifikante Unterschiede zu verzeichnen. Der Süden hatte bei Insektiziden und Wachstumsreglern immer die geringsten Werte. Im Norden und z. T. im Westen waren die Behandlungsindices für Fungizide signifikant höher als die in den anderen Großregionen. In den einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien zeigten sich zumeist geringfügige, nicht signifikante Unterschiede zwischen den Jahren, lediglich bei den Fungizidanwendungen im Westen waren größere jahresspezifische Unterschiede zu verzeichnen.

Die hohen Standardabweichungen und großen Wertebereiche (Whiskers) bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in allen vier 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 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen) und Signifikanzen**

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

Region	2007	p	2008	p	2009	p	2010	p	2007-2010
<b>Anzahl Schläge</b>									$\Sigma$
<b>DE</b>	<b>179</b>		<b>204</b>		<b>226</b>		<b>246</b>		<b>855</b>
N	60		60		63		68		251
O	41		41		44		47		173
S	15		23		25		47		110
W	63		80		94		84		321
<b>Herbizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,9 (0,8)</b>		<b>2,0 (0,8)</b>		<b>1,8 (0,8)</b>		<b>1,8 (0,8)</b>		<b>1,9 (0,8)</b>
N	1,6 (0,8)	a	1,9 (1,0)		1,6 (0,8)		1,7 (1,0)		1,7 (0,9)
O	1,9 (0,8)		1,7 (0,6)		1,6 (0,7)		1,7 (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 (0,8)
W	2,2 (0,9)	b	2,1 (0,7)		2,0 (0,8)		1,9 (0,8)		2,0 (0,8)
<b>Fungizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,9 (0,9)</b>		<b>2,2 (0,8)</b>		<b>2,0 (0,7)</b>		<b>1,9 (0,7)</b>		<b>2,0 (0,8)</b>
N	2,4 (0,8)	a	2,5 (0,8)	a	2,2 (0,6)	a	2,4 (0,7)	a	2,4 (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	1,6 (0,8)
S	1,5 (0,7)	b	1,6 (0,6)	b a	1,9 (0,3)	a	1,7 (0,8)	b	1,7 (0,7)
W	1,8 (0,7)	b b A	2,4 (0,7)	A b B	2,1 (0,6)	B b A B	1,8 (0,5)	b B B	2,1 (0,7)
<b>Insektizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,2 (0,9)</b>		<b>1,0 (0,8)</b>		<b>1,0 (0,6)</b>		<b>0,8 (0,6)</b>		<b>1,0 (0,7)</b>
N	1,5 (1,0)	a A	1,4 (0,7)	a	1,3 (0,7)	a	1,0 (0,6)	B	1,3 (0,8)
O	0,6 (0,6)	b a	0,7 (0,5)	b a	0,9 (0,5)	b	0,8 (0,5)		0,7 (0,5)
S	0,5 (0,5)	b a	0,3 (0,4)	b a	0,4 (0,5)	b a	0,4 (0,5)		0,4 (0,5)
W	1,4 (0,9)	A b	1,2 (0,8)	B b	1,1 (0,6)	B b	0,9 (0,6)	B	1,1 (0,7)
<b>Wachstumsregler</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>0,8 (0,6)</b>		<b>1,1 (0,5)</b>		<b>0,9 (0,5)</b>		<b>0,9 (0,5)</b>		<b>0,9 (0,5)</b>
N	1,0 (0,8)	a A	1,4 (0,5)	a B	1,2 (0,6)	a	1,2 (0,5)	a	1,2 (0,6)
O	0,7 (0,4)		0,9 (0,4)	b	0,8 (0,4)	b	0,9 (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	0,6 (0,4)
W	0,7 (0,4)	b A	1,1 (0,4)	b b A B	0,9 (0,4)	b B	0,9 (0,4)	b B b	0,9 (0,4)
<b>Gesamt</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>5,7 (2,1)</b>	<b>A</b>	<b>6,2 (1,9)</b>	<b>B</b>	<b>5,8 (1,7)</b>	<b>A</b>	<b>5,4 (1,7)</b>	<b>A</b>	<b>5,8 (1,9)</b>
N	6,6 (2,2)	a	7,1 (2,0)	a	6,4 (1,8)	a	6,3 (1,7)	a	6,6 (1,9)
O	4,5 (1,8)	b a	4,9 (1,5)	b a	4,9 (1,6)	b a	5,2 (1,6)	b	4,9 (1,6)
S	4,1 (1,5)	b	4,6 (1,4)	b a	5,0 (1,1)		4,4 (1,6)	b	4,5 (1,5)
W	6,1 (1,9)	b	6,8 (1,6)	A b	6,1 (1,5)	B b	5,5 (1,4)	b B	6,1 (1,6)



**Abb. 2: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Winterweizen in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2010**

### 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 Abbildung 3 zeigt die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die Großregionen und die Jahre 2007 bis 2010.

In der Wintergerste wurden in den Jahren 2007 bis 2010 im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe folgende Gesamt-Behandlungsindices festgestellt: **4,1**, **4,6**, **4,0** und **4,2**. Der im Vergleich zu den Werten der Jahre 2007, 2009 und 2010 signifikant höhere Behandlungsindex im Jahr 2008 resultierte aus relativ hohen Werten bei allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien außer den Wachstumsreglern. Die Großregionen Norden und Westen zeigten tendenziell die höchsten Behandlungsindices, wenngleich dies im Jahre 2010 nicht zutraf.

Betrachtet man 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. In den Jahren 2009 und 2010 fiel in allen vier Großregionen die geringe Anwendung von Insektiziden auf.

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 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 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen) und Signifikanzen**

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

Region	2007	p	2008	p	2009	p	2010	p	2007-2010
<b>Anzahl Schläge</b>									$\Sigma$
<b>DE</b>	<b>110</b>		<b>154</b>		<b>177</b>		<b>198</b>		<b>639</b>
N	37		43		44		56		180
O	24		41		40		38		143
S	7		12		14		37		70
W	42		58		79		67		246
<b>Herbizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,5 (0,6)</b>		<b>1,7 (0,8)</b>		<b>1,6 (0,7)</b>		<b>1,7 (0,8)</b>		<b>1,6 (0,7)</b>
N	1,4 (0,6)		1,6 (0,7)		1,5 (0,7)		1,7 (1,1)		1,6 (0,8)
O	1,6 (0,8)		1,5 (0,5)	a	1,5 (0,7)		1,7 (0,6)		1,6 (0,6)
S	1,9 (0,4)		1,8 (0,8)		1,5 (0,6)		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 (0,7)
<b>Fungizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,1 (0,5)</b>		<b>1,3 (0,4)</b>		<b>1,3 (0,4)</b>		<b>1,3 (0,4)</b>		<b>1,3 (0,4)</b>
N	1,3 (0,4)	a A	1,4 (0,3)	B	1,4 (0,4)	B	1,3 (0,3)		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 (0,6)
S	0,9 (0,2)	A	1,5 (0,3)	B	1,3 (0,3)		1,4 (0,4)	B	1,3 (0,4)
W	1,0 (0,4)	A	1,3 (0,4)	B	1,3 (0,3)	B	1,2 (0,4)		1,2 (0,4)
<b>Insektizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>0,9 (0,7)</b>		<b>0,7 (0,7)</b>		<b>0,3 (0,5)</b>		<b>0,3 (0,4)</b>		<b>0,5 (0,6)</b>
N	0,7 (0,8)		0,9 (0,6)	A	0,4 (0,5)	B	0,1 (0,3)		0,5 (0,6)
O	0,7 (0,6)		0,6 (0,7)		0,2 (0,4)		0,4 (0,5)		0,5 (0,6)
S	1,2 (0,7)	A	0,6 (0,6)		0,3 (0,5)		0,3 (0,5)	B	0,4 (0,6)
W	1,1 (0,7)	A	0,7 (0,7)	A	0,3 (0,4)	B B	0,3 (0,4)	B B	0,5 (0,6)
<b>Wachstumsregler</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>0,6 (0,4)</b>		<b>0,8 (0,4)</b>		<b>0,8 (0,5)</b>		<b>0,8 (0,5)</b>		<b>0,8 (0,4)</b>
N	0,8 (0,4)	a	1,0 (0,4)	a	1,1 (0,4)		0,9 (0,3)	a	1,0 (0,4)
O	0,6 (0,3)	A	0,7 (0,4)	b A	0,7 (0,4)		1,0 (0,4)	a B	0,8 (0,4)
S	0,2 (0,3)	b	0,4 (0,3)	b	0,3 (0,4)		0,4 (0,3)	b b a	0,4 (0,3)
W	0,6 (0,5)		0,7 (0,4)	b	0,8 (0,5)		0,7 (0,5)	b	0,7 (0,5)
<b>Gesamt</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>4,1 (1,2)</b>	<b>A</b>	<b>4,6 (1,4)</b>	<b>B</b>	<b>4,0 (1,2)</b>	<b>A</b>	<b>4,0 (1,2)</b>	<b>A</b>	<b>4,2 (1,3)</b>
N	4,2 (1,3)	A	5,0 (1,2)	a B	4,4 (1,3)	A	4,1 (1,3)	A	4,4 (1,3)
O	3,8 (1,3)		4,0 (1,4)	b a	3,7 (1,2)		4,4 (1,1)		4,0 (1,3)
S	4,2 (0,8)		4,3 (1,5)	A b	3,4 (0,4)	B	3,8 (0,8)		3,8 (1,0)
W	4,2 (1,2)		4,7 (1,4)	A	4,1 (1,1)	B	3,8 (1,1)	B	4,2 (1,3)

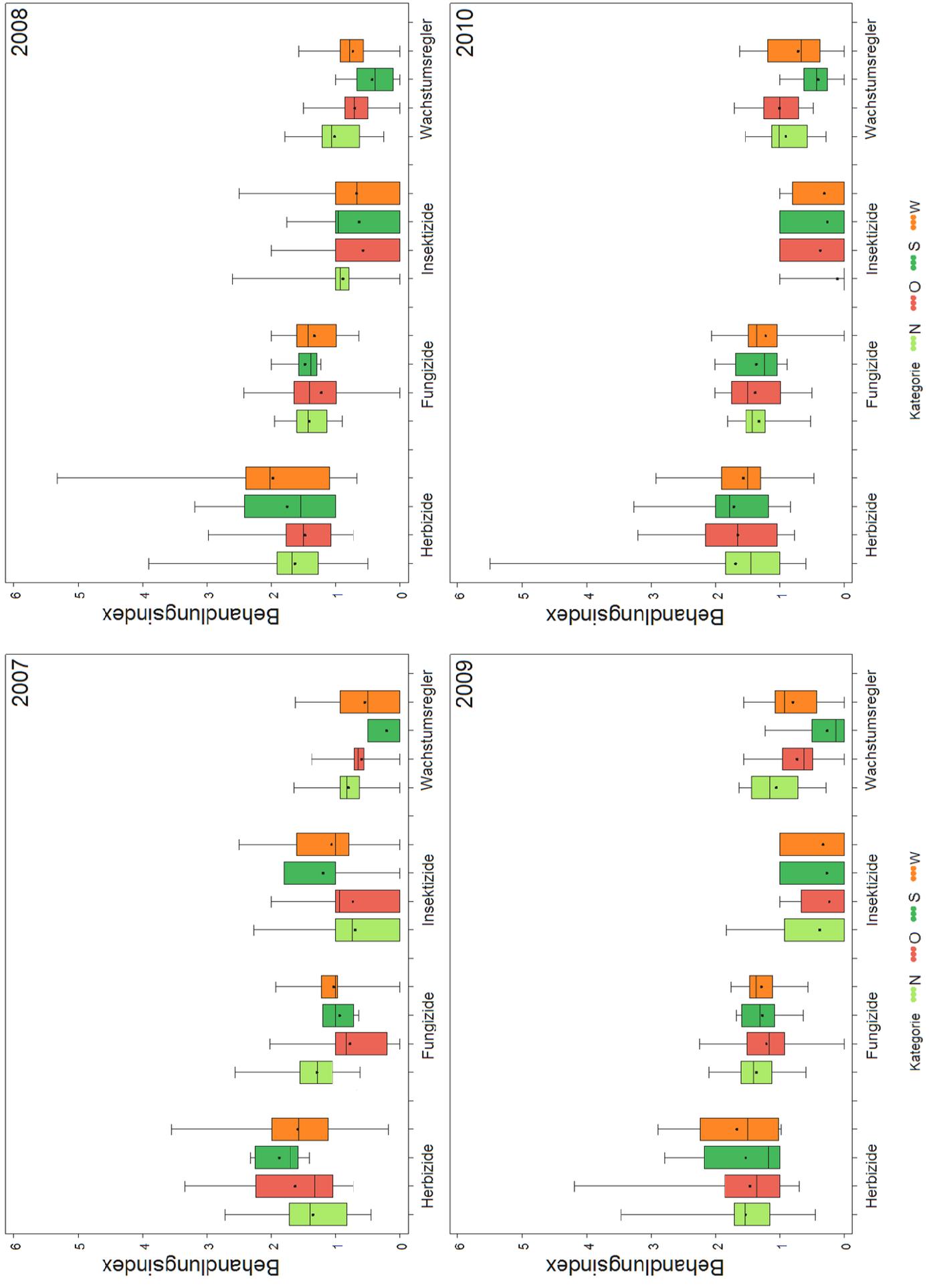


Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben in der Wintergerste in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2010

### 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 2010 sind Tabelle 9 zu entnehmen. Auch hier ist zu beachten, dass geringfügige Rundungsdifferenzen vorkommen. Abbildung 4 veranschaulicht die entsprechenden Box-Whisker-Plots für die einzelnen Großregionen und Jahre.

Im Winterraps lag die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Jahr 2007 mit einem Behandlungsindex von **5,4** signifikant niedriger als in den Jahren 2008 (**5,9**), 2009 (**6,4**) und 2010 (**6,4**). Die Behandlungsindices in den Jahren 2008 bis 2010 erwiesen sich als nicht signifikant verschieden. Die relativ hohen Werte in den Jahren 2009 und 2010 resultierten aus Mehranwendungen von Insektiziden (vor allem im Norden), die allerdings gegenüber den anderen Jahren nicht signifikant waren, und verhältnismäßig hohen Anwendungen von Fungiziden während der Blüte. Die Intensität der Herbizidanwendungen war in den vier Jahren sehr ähnlich.

*Bei Winterraps ist zu beachten, dass die Indikationen für Caramba und Folicur 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 Caramba vorrangig als Wachstumsregler und Folicur vorrangig als Fungizid verwendet wurde. Deshalb wurde für die statistischen Analysen eine **besondere Festlegung** getroffen:*

*Alle Anwendungen von Caramba und Folicur vor der Blüte (bis BBCH 59) werden als **Wachstumsregler/Fungizide** zusammengefasst und die Anwendungen während der Blüte als **Fungizide** geführt. Alle anderen Wachstumsregler-Anwendungen werden auch in Kategorie Wachstumsregler/Fungizide eingestuft.*

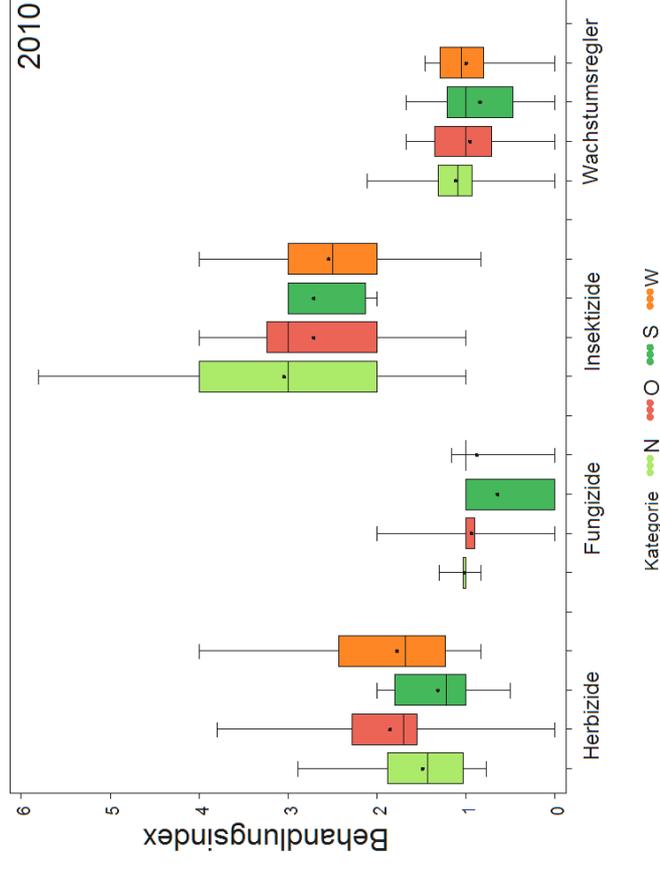
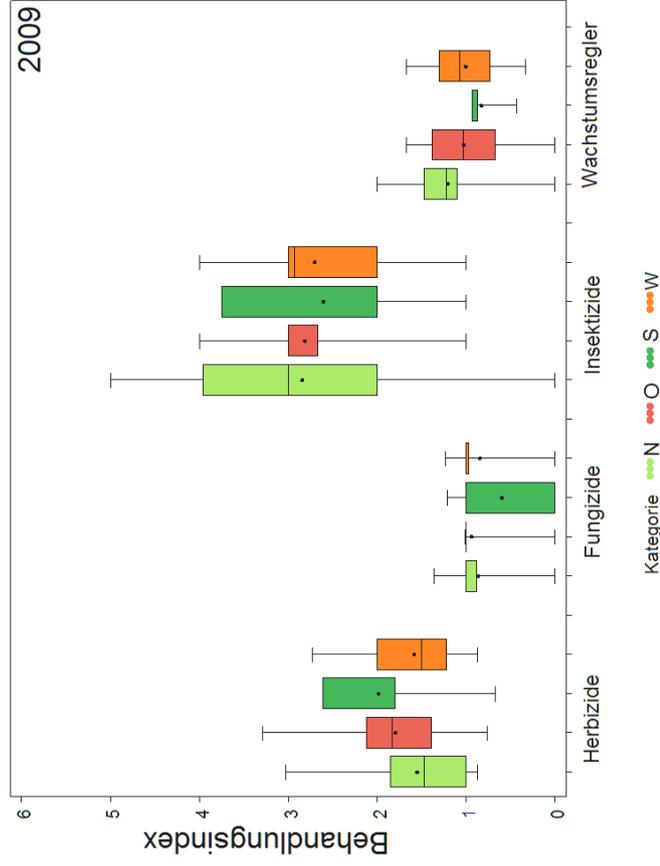
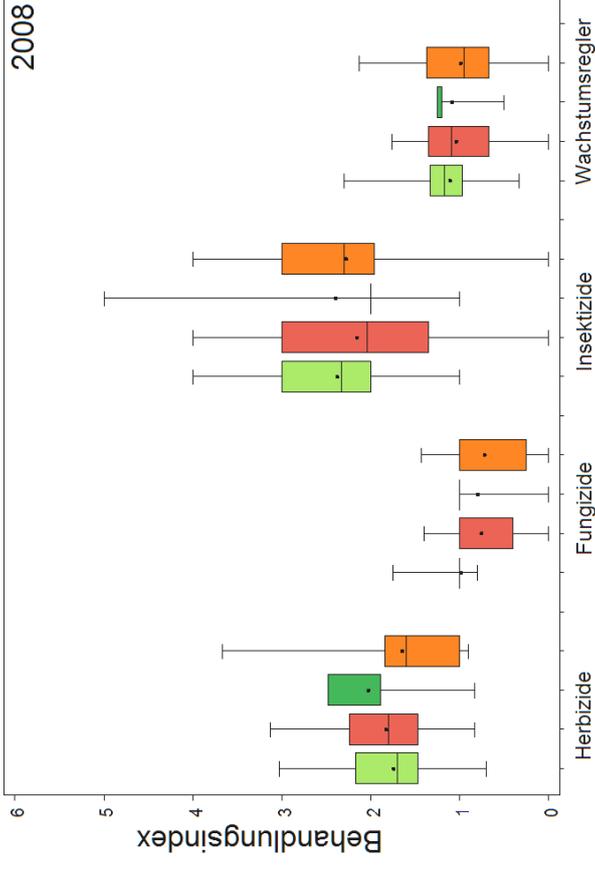
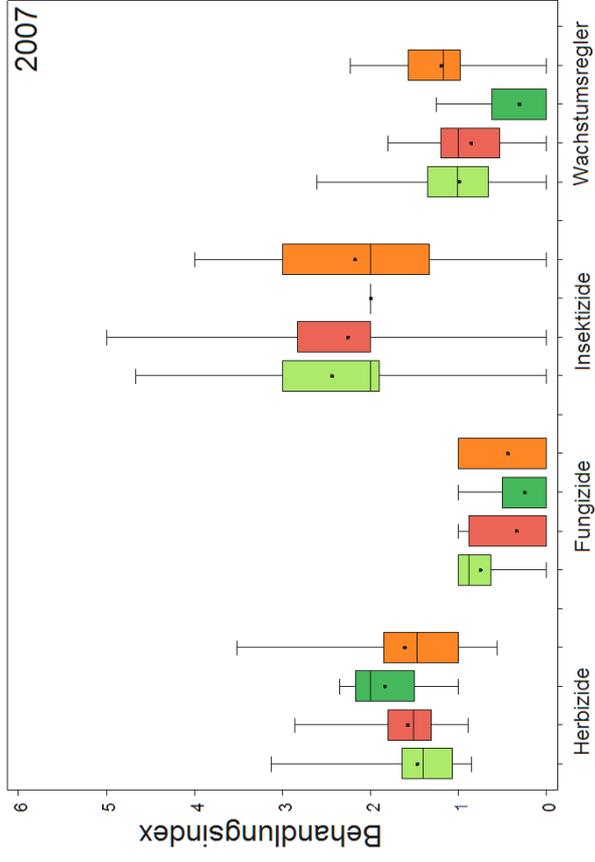
In allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien konnten zwischen den drei Großregionen Norden, Osten und Westen in allen vier Jahren keine gravierenden Unterschiede festgestellt werden. In der Summe aller Pflanzenschutzmittel und aller Jahre zeigte sich der höchste Behandlungsindex im Norden und der tiefste im Süden, wobei in der Großregion Süden die geringen Stichproben in den Jahren 2007 bis 2009 zu beachten sind (siehe Tabelle 9). Der Unterschied zwischen Norden und Süden war im Jahr 2010, als im Süden eine deutlich höhere Stichprobe vorlag, signifikant.

Da im 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 (Brand, 2010, 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, die eindeutig einer dieser vier Gruppen zugeordnet werden konnten. Die höchste Insektizidintensität galt in den meisten Jahren den Stängelrüsslern und 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 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen) und Signifikanzen**

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ ) zwischen den Jahren (A und B) sowie zwischen den Großregionen innerhalb der Pflanzenschutzmittel Kategorien (a und b)

Region	2007	p	2008	p	2009	p	2010	p	2007-2010
<b>Anzahl Schläge</b>									$\Sigma$
<b>DE</b>	<b>137</b>		<b>143</b>		<b>154</b>		<b>168</b>		<b>602</b>
N	56		53		53		59		221
O	41		41		45		47		174
S	4		5		7		20		36
W	36		44		49		42		171
<b>Herbizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,6 (0,6)</b>		<b>1,8 (0,7)</b>		<b>1,7 (0,6)</b>		<b>1,6 (0,7)</b>		<b>1,7 (0,6)</b>
N	1,5 (0,5)	A	1,8 (0,6)	B A	1,6 (0,5)		1,5 (0,5)	a B	1,6 (0,5)
O	1,6 (0,5)		1,8 (0,7)		1,8 (0,6)		1,9 (0,7)	b a	1,8 (0,6)
S	1,8 (0,6)		2,0 (0,7)		2,0 (0,7)		1,3 (0,5)	b a	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>Fungizide in der Blüte</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>0,5 (0,5)</b>		<b>0,8 (0,4)</b>		<b>0,9 (0,3)</b>		<b>0,9 (0,3)</b>		<b>0,8 (0,4)</b>
N	0,8 (0,3)	a A	1,0 (0,1)	a B	0,9 (0,3)	A B	1,0 (0,1)	B B	0,9 (0,2)
O	0,3 (0,5)	b A	0,8 (0,4)	b B	0,9 (0,2)	B	0,9 (0,3)		0,8 (0,4)
S	0,3 (0,5)		0,8 (0,4)	b	0,6 (0,6)		0,7 (0,5)		0,6 (0,5)
W	0,4 (0,5)		0,7 (0,4)		0,8 (0,4)	B	0,9 (0,3)		0,7 (0,4)
<b>Insektizide</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>2,3 (1,1)</b>		<b>2,3 (1,0)</b>		<b>2,8 (1,0)</b>		<b>2,8 (0,9)</b>		<b>2,6 (1,0)</b>
N	2,4 (1,1)	A	2,4 (1,0)	A	2,8 (1,2)		3,0 (1,1)	a B	2,7 (1,1)
O	2,3 (1,2)		2,2 (1,0)	A	2,8 (0,8)	B	2,7 (0,8)		2,5 (1,0)
S	2,0 (0,0)		2,4 (1,5)		2,6 (1,1)		2,7 (0,5)		2,6 (0,8)
W	2,2 (1,1)		2,3 (0,9)		2,7 (0,9)		2,5 (0,9)	b	2,4 (1,0)
<b>Wachstumsregler/Fungizide bis zur Blüte</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>1,0 (0,6)</b>		<b>1,1 (0,5)</b>		<b>1,1 (0,4)</b>		<b>1,0 (0,5)</b>		<b>1,0 (0,5)</b>
N	1,0 (0,6)		1,1 (0,4)		1,2 (0,4)		1,1 (0,4)		1,1 (0,5)
O	0,9 (0,5)		1,0 (0,5)		1,0 (0,5)		1,0 (0,5)		1,0 (0,5)
S	0,3 (0,6)		1,1 (0,3)		0,8 (0,2)		0,8 (0,6)		0,8 (0,5)
W	1,2 (0,6)	A	1,0 (0,5)	B	1,0 (0,4)	B	1,0 (0,3)	B	1,0 (0,5)
<b>Gesamt</b>									$\bar{x}$
<b>DE</b>	<b>5,4 (1,8)</b>	<b>A</b>	<b>5,9 (1,5)</b>	<b>B</b>	<b>6,4 (1,3)</b>	<b>B</b>	<b>6,4 (1,5)</b>	<b>B</b>	<b>6,0 (1,6)</b>
N	5,7 (1,6)	A	6,3 (1,3)		6,5 (1,5)		6,7 (1,3)	a B	6,3 (1,5)
O	5,0 (1,8)	A	5,8 (1,3)		6,6 (1,2)	B	6,5 (1,5)	B	6,0 (1,6)
S	4,4 (1,5)		6,3 (2,5)		6,0 (1,3)		5,5 (1,0)	b	5,6 (1,4)
W	5,4 (2,0)		5,7 (1,6)		6,1 (1,3)		6,2 (1,7)	b	5,9 (1,7)



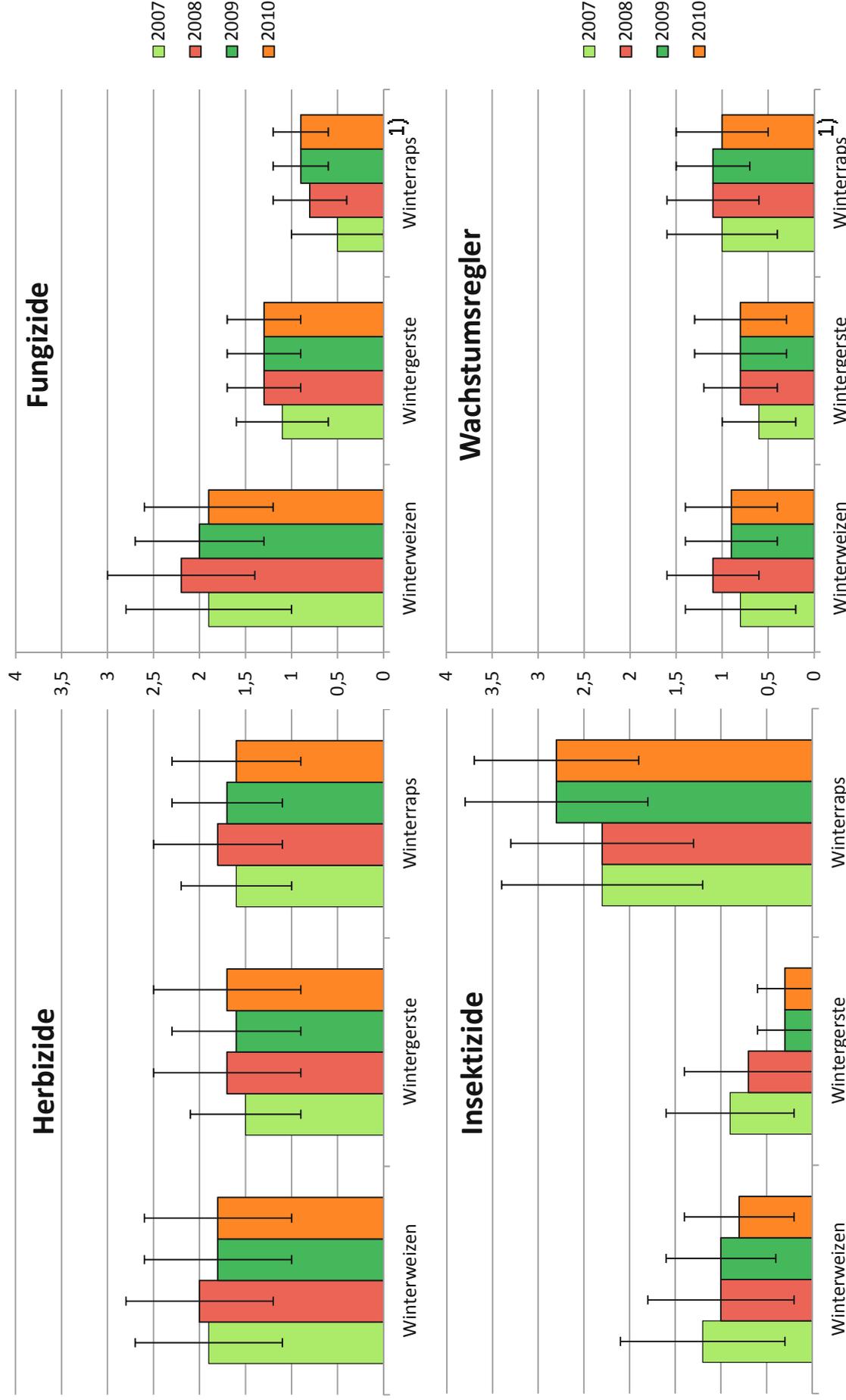
**Abb. 4: Behandlungsindices in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2010, Mittelwerte und Standardabweichungen (Fungizide: Fungizide in der Blüte, Wachstumsregler/Fungizide: bis zur Blüte)** 24

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

<b>Schaderreger</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
Herbstschädlinge	0,34	0,43	0,45	0,49
Stängelrüssler	0,60	0,38	0,41	0,57
Rapsglanzkäfer	0,88	0,71	1,09	0,98
Kohlschotenrüssler/-mücke	0,28	0,44	0,46	0,49

#### **6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps**

Abbildung 5 veranschaulicht in der Zusammenfassung die mittleren Behandlungsindices für alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010. Die Übersicht zeigt, dass die Anwendung von Herbiziden trotz großer Streuungen zwischen den Einzelfeldern in den drei Kulturen und vier Jahren mit einer ähnlich hohen Intensität erfolgte. Bei den Fungiziden fielen die hohen Intensitäten im Winterweizen auf, zwischen den Jahren hielten sich die Unterschiede jedoch in Grenzen. Insektizide wurden im Winterraps im Durchschnitt der Jahre mit einem mehr als doppelt so hohen Behandlungsindex appliziert wie in Winterweizen und Wintergerste. In den letzten beiden Jahren zeigte sich der Unterschied noch deutlicher. In der Wintergerste waren die Insektizidanwendungen in den Jahren 2009 und 2010 besonders gering. Wachstumsregler wurden in allen drei Kulturen relativ einheitlich mit einem Behandlungsindex von knapp 1,0 angewendet.



**Abb. 5: Behandlungsindices von Winterweizen, Wintergerste und Wintertraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010. Mittelwerte und Standardabweichungen**

<sup>1)</sup>Fungizide: ab BBCH 60, 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. Tabelle 11 zeigt die mittleren Behandlungsindices in den weiteren Kulturen, für die Daten in allen vier Jahren vorlagen. Dies betraf Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben. Es sind jedoch die zum Teil geringen Stichproben zu beachten. Aus diesem Grunde wurde auch auf statistische Analysen signifikanter Unterschiede verzichtet.

Erwartungsgemäß lagen die höchsten Behandlungsindices in Kartoffeln, wobei die Mittelwerte in den vier 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 stets nur Herbizide verwendet. Bei Triticale lag die Behandlungsintensität ähnlich hoch wie in der Wintergerste, und variierte kaum zwischen den Jahren. Winterroggen zeigte ein sehr ähnliches Niveau wie Triticale, wenngleich zwischen den Jahren größere Unterschiede, vor allem bei der Fungizidanwendung, vorkamen. Die Pflanzenschutzintensität in Zuckerrüben wurde durch Herbizidanwendungen geprägt, wobei, abgesehen von den höheren Herbizidanwendungen im Jahr 2007, kaum Jahresunterschiede festzustellen waren.

**Tab.11: Behandlungsindices in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (und Standardabweichungen)**

<b>Kultur</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2007-2010</b>
<b>Anzahl Schläge</b>					$\Sigma$
Kartoffeln	5	6	7	9	27
Mais	26	39	58	84	207
Triticale	8	7	17	15	47
Winterroggen	19	17	15	12	63
Zuckerrüben	24	24	29	34	111
<b>Herbizide</b>					$\bar{x}$
Kartoffeln	1,7 (0,5)	2,5 (0,5)	2,2 (1,2)	2,4 (0,6)	2,3 (0,8)
Mais	1,8 (0,7)	2,5 (0,7)	1,9 (0,6)	2,0 (0,7)	2,0 (0,7)
Triticale	1,2 (0,5)	1,1 (0,5)	1,6 (0,7)	1,5 (0,5)	1,4 (0,6)
Winterroggen	1,6 (0,8)	1,5 (0,7)	1,2 (0,5)	1,2 (0,4)	1,4 (0,6)
Zuckerrüben	3,5 (1,3)	2,7 (0,8)	2,8 (0,9)	2,6 (1,0)	2,9 (1,0)
<b>Fungizide</b>					$\bar{x}$
Kartoffeln	16,5 (2,8)	14,4 (1,8)	10,8 (3,1)	10,7 (2,7)	12,6 (3,5)
Mais	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)	1,4 (0,4)
Winterroggen	2,1 (0,9)	1,6 (0,6)	1,0 (0,6)	1,1 (0,5)	1,5 (0,8)
Zuckerrüben	1,4 (1,0)	1,2 (0,8)	1,2 (0,8)	1,1 (1,0)	1,2 (0,9)
<b>Insektizide</b>					$\bar{x}$
Kartoffeln	1,9 (0,9)	0,2 (0,4)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,6 (0,8)
Mais	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,1)	0,0 (0,1)
Triticale	0,9 (0,7)	0,8 (0,7)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,7 (0,6)
Winterroggen	0,6 (0,8)	0,6 (0,8)	0,5 (0,7)	0,2 (0,4)	0,5 (0,7)
Zuckerrüben	0,1 (0,5)	0,2 (0,5)	0,2 (0,5)	0,4 (0,8)	0,2 (0,6)
<b>Wachstumsregler</b>					$\bar{x}$
Kartoffeln	0,2 (0,4)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,2 (0,4)	0,1 (0,3)
Mais	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)
Triticale	0,7 (0,5)	0,9 (0,4)	0,5 (0,3)	0,7 (0,3)	0,7 (0,4)
Winterroggen	0,5 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,6)	0,6 (0,5)	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)
<b>Gesamt</b>					$\bar{x}$
Kartoffeln	20,3 (2,5)	17,1 (1,9)	13,4 (3,6)	13,8 (3,2)	15,6 (3,9)
Mais	1,8 (0,7)	2,5 (0,7)	1,9 (0,6)	2,0 (0,6)	2,0 (0,7)
Triticale	4,4 (1,6)	4,4 (1,6)	4,0 (1,4)	4,3 (0,9)	4,2 (1,3)
Winterroggen	4,8 (1,4)	4,4 (1,4)	3,5 (1,8)	3,1 (1,1)	4,1 (1,6)
Zuckerrüben	5,0 (1,8)	4,1 (1,4)	4,2 (1,2)	4,2 (1,9)	4,3 (1,6)

## 6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

### 6.1.3.1 Übersicht

Tabelle 12 informiert über die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben in den drei Hauptkulturen und den unterschiedlichen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den Jahren 2007 bis 2010. Die stärksten Reduktionen der Dosierung wurden bei Wachstumsreglern festgestellt: im Durchschnitt aller drei Kulturen um 50 %. Fungizide wurden in Winterweizen und Wintergerste mit 57 bis 60 % bzw. 52 bis 56 % der zugelassenen Aufwandmenge appliziert, die Dosen wurden also ebenfalls deutlich reduziert. Bei den Fungizidanwendungen im Winterraps während der Blüte wurden die Aufwandmengen jedoch zu 83 bis 90% ausgeschöpft. Bei den Herbiziden lagen die Reduzierungen im Getreide bei 30 bis 40 % und im Winterraps bei ca. 25 % der zugelassenen Aufwandmengen. Applikationen glyphosathaltiger Präparate vor der Aussaat wurden in der Tabelle 12 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. 12: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010**

Kultur	Kategorie	2007	2008	2009	2010
Winterweizen	Herbizide	67%	69%	68%	69%
	Fungizide	58%	60%	57%	57%
	Insektizide	87%	89%	91%	92%
	Wachstumsregler	46%	44%	44%	44%
Wintergerste	Herbizide	60%	65%	68%	70%
	Fungizide	56%	54%	52%	52%
	Insektizide	92%	95%	90%	94%
	Wachstumsregler	50%	47%	47%	49%
Winterraps	Herbizide	73%	74%	75%	75%
	Fungizide in der Blüte	90%	85%	85%	83%
	Insektizide	97%	101%	101%	100%
	Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte	48%	52%	48%	47%

### **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 Wirkungen, bewusst mit reduzierten Aufwandmengen gearbeitet wird. Deshalb wurden in einer besonderen Analyse die Dosierungen von Herbiziden in Tankmischungen mit denen in Einzelanwendungen im Jahre 2007 verglichen. Dabei wurden die Anwendungen mit glyphosathaltigen Mitteln und das Präparat POINTER SX (Durchwuchsraus-Bekämpfung in geringer Dosierung) nicht berücksichtigt.

Die Einzelanwendungen von Herbiziden überwogen im 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.

### **6.1.3.3 Analyse der Teilflächenbehandlungen**

Der Behandlungsindex stellt die Anzahl von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter Berücksichtigung reduzierter Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar. Auf der Grundlage der Daten des Jahres 2007 wurde näher analysiert, wie häufig Teilflächenbehandlungen durchgeführt werden. Einzelheiten sind dem Jahresbericht 2008 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz (Freier et al., 2009) zu entnehmen. An dieser Stelle soll nur auf die grundlegenden Erkenntnisse dieser Untersuchung verwiesen werden.

Bei den Herbiziden machte die Behandlung von Teilflächen in den drei Hauptkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps einen Anteil von etwa 9 % der gesamten Anwendungen aus. In den Kategorien Fungizide und Wachstumsregler waren dies jeweils nur 3 %, bei den Insektiziden 4 %. Die Differenzierung der Teilflächenbehandlungen nach Schlaggröße ließ einen leichten Trend hinsichtlich einer höheren Anzahl von Teilflächenbehandlungen bei größeren Schlagflächen erkennen.

Wichtig war die Analyse der Teilflächenanwendungen nach „echten“ und „unechten“ Teilflächenbehandlungen. Eine echte Teilflächenbehandlung liegt vor, wenn der Anwender eine Maßnahme bewusst auf eine Teilfläche begrenzt, eine unechte Teilflächenbehandlung, wenn eine Maßnahme abgebrochen wird und die verbleibende Restfläche später oder mit einem anderen Mittel behandelt wird. Nur jeweils etwa ein Drittel der Teilflächenbehandlungen konnte als „echte“ Teilflächenapplikationen identifiziert werden. Somit machten die „echten“ Teilflächenbehandlungen an allen Maßnahmen in den drei Hauptkulturen einen Anteil von 3 %, bei den Fungiziden von 1 % und bei den Insektiziden und Wachstumsreglern einen Anteil von jeweils 2 % aus. Das bedeutet: Bewusste Teilflächenapplikationen spielten in den Vergleichsbetrieben so gut wie keine Rolle.

## 6.1.4 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex

### 6.1.4.1 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).

Zunächst erfolgte auf der Grundlage der Daten der Jahre 2007 und 2008 aus dem Netz Vergleichsbetriebe ein Vergleich der mittleren Behandlungsindices in Schlaggrößenklassen, wobei die Klassen so gewählt wurden, dass innerhalb einer Klasse die Schläge annähernd gleich groß waren, die Summe der Flächen nahezu gleich waren und jede Klasse mindestens 4 Schläge enthielt. Statistisch wurden die Klassenmittelwerte mit dem Simulate-Verfahren zum multiplen Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass sich die Klassen hinsichtlich der mittleren Behandlungsindices kaum unterschieden und signifikante Unterschiede zwischen den Klassen nicht oft auftraten (Freier et al., 2010).

Außerdem erfolgten Korrelationsanalysen der Daten für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps unter Einbeziehung der Jahre 2007 bis 2010. Während für Winterweizen und Wintergerste kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Schlaggröße und dem Behandlungsindex nachgewiesen werden konnte, zeigte sich bei Winterraps eine schwache, aber signifikante positive Beziehung:

Winterweizen (2007-2010):  $R = 0,0095$ ,  $p = 0,7816$

Wintergerste (2007-2010):  $R = -0,0471$ ,  $p = 0,2337$

Winterraps (2007-2010):  $R = 0,08498$ ,  $p = 0,0371$

### 6.1.4.2 Betriebsgröße

Wie auch bei der Analyse des Einflusses der Schlaggröße, erfolgte zunächst für Winterweizen ein Vergleich der schlagbezogenen Behandlungsindices in einzelnen Klassen der Betriebsgröße auf der Basis der Daten von 2007 bis 2009. In jeder Klasse wurden ähnliche Betriebsgrößen zusammengefasst und der Mittelwert aus den dazugehörigen schlagbezogenen Behandlungsindices errechnet. Statistisch wurden die Klassenmittelwerte aufgrund der unterschiedlichen Stichprobenumfänge mit dem Simulate-Verfahren zum multiplen Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  miteinander verglichen. Abbildung 6 zeigt deutlich, dass

der mittlere Behandlungsindex bei Betrieben, die mehr als 1.000 ha bewirtschafteten, signifikant niedriger lag als in den anderen Gruppen.

Außerdem wurde der Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten auf der Grundlage der Daten aller vier Jahre überprüft. Die Analysen führten zu folgenden Ergebnissen:

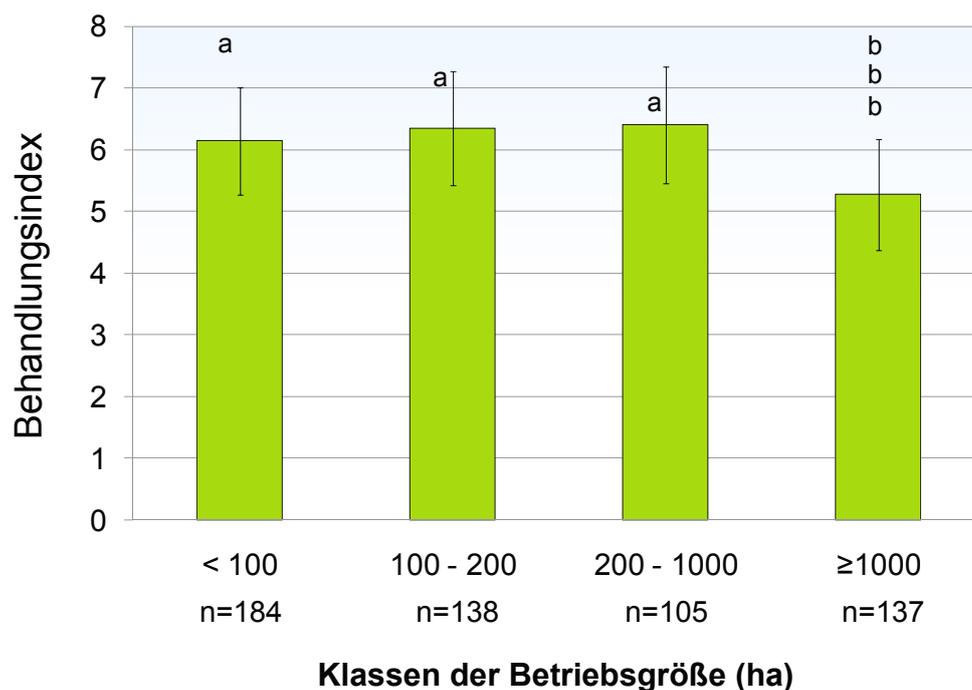
Winterweizen (2007-2010):  $R = -0,0839$ ,  $p = 0,0170$

Wintergerste (2007-2010):  $R = -0,0191$ ,  $p = 0,6368$

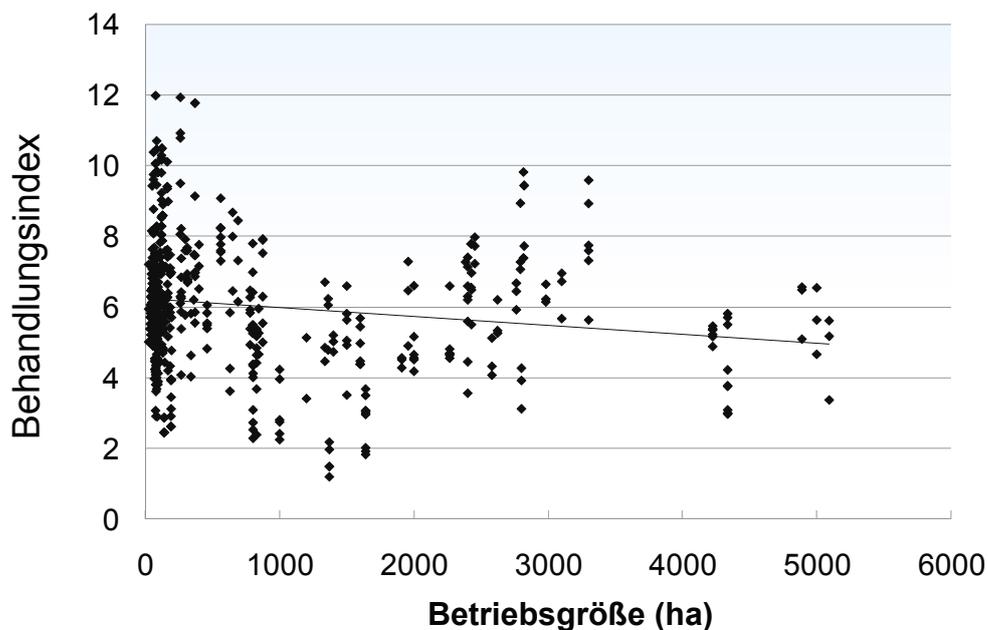
Winterraps (2007-2010):  $R = 0,0609$ ,  $p = 0,1473$

Die Daten zeigen, dass für Winterweizen ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße vorlag. Abbildung 7 veranschaulicht den Zusammenhang. Bei der Auswertung der Einzeljahre konnte sich dieser Zusammenhang allerdings nicht in jedem Jahr bestätigen.

Demgegenüber führten die Analysen für Wintergerste und Winterraps zu keinen statistisch gesicherten Zusammenhängen zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße.



**Abb. 6: Behandlungsindices für unterschiedlichen Klassen der Betriebsgröße in Winterweizen 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



**Abb. 7: Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2010**  
 $R = -0,0839$ ,  $p = 0,0170$

#### 6.1.4.3 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.

Zunächst erfolgte wie auch schon bei der Schlaggröße und Betriebsgröße ein Vergleich der schlagbezogenen Behandlungsindices in einzelnen Werteklassen der Ackerzahl. Hierfür wurden die Daten der Jahre 2007 bis 2010 verwendet. In jeder Klasse wurden 10 Ackerzahlen zusammengefasst und der Mittelwert aus den dazugehörigen Behandlungsindices errechnet. Statistisch wurden die Klassenmittelwerte aufgrund der unterschiedlichen Stichprobenumfänge mit dem Simulate-Verfahren zum multiplen Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$  miteinander verglichen. Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse für Winterweizen. In den vier Klassen von 60 Bodenpunkten abwärts nimmt der mittlere schlagbezogene Behandlungsindex 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.

Desweiteren wurde auf der Basis aller zur Verfügung stehenden Einzelwerte der Jahre 2007 bis 2010 mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Sie führten zu folgenden Ergebnissen:

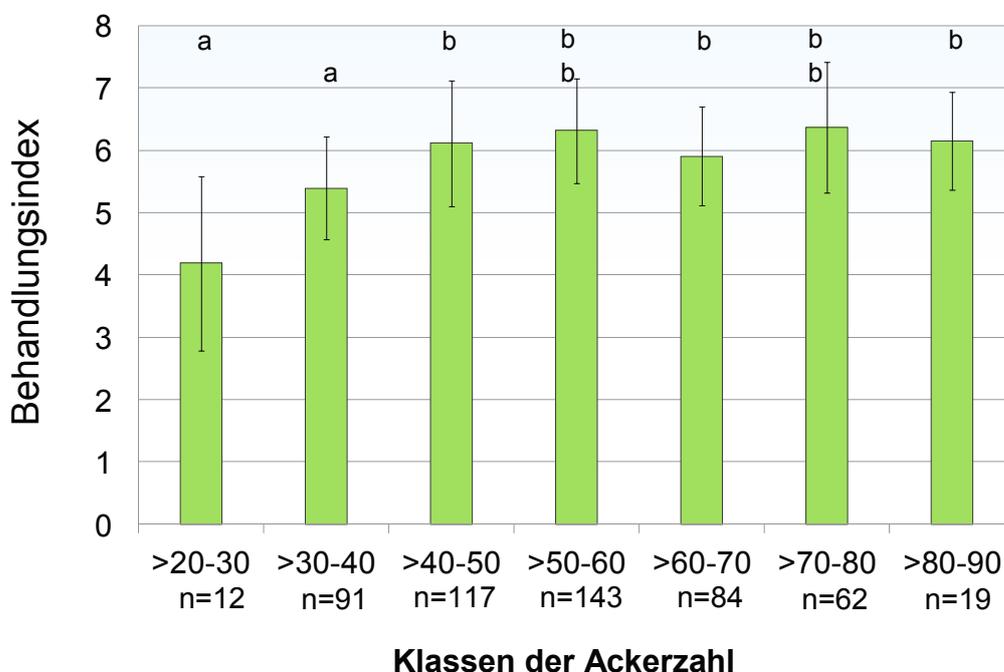
Winterweizen (2007-2010):  $R= 0,1368$ ,  $p = 0,0009$   
 Wintergerste (2007-2010):  $R= 0,28331$ ,  $p = <0,0001$   
 Winterraps (2007-2010):  $R= -0,10940$ ,  $p = 0,0108$

Das heißt, für alle drei Kulturen wurden signifikante 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.

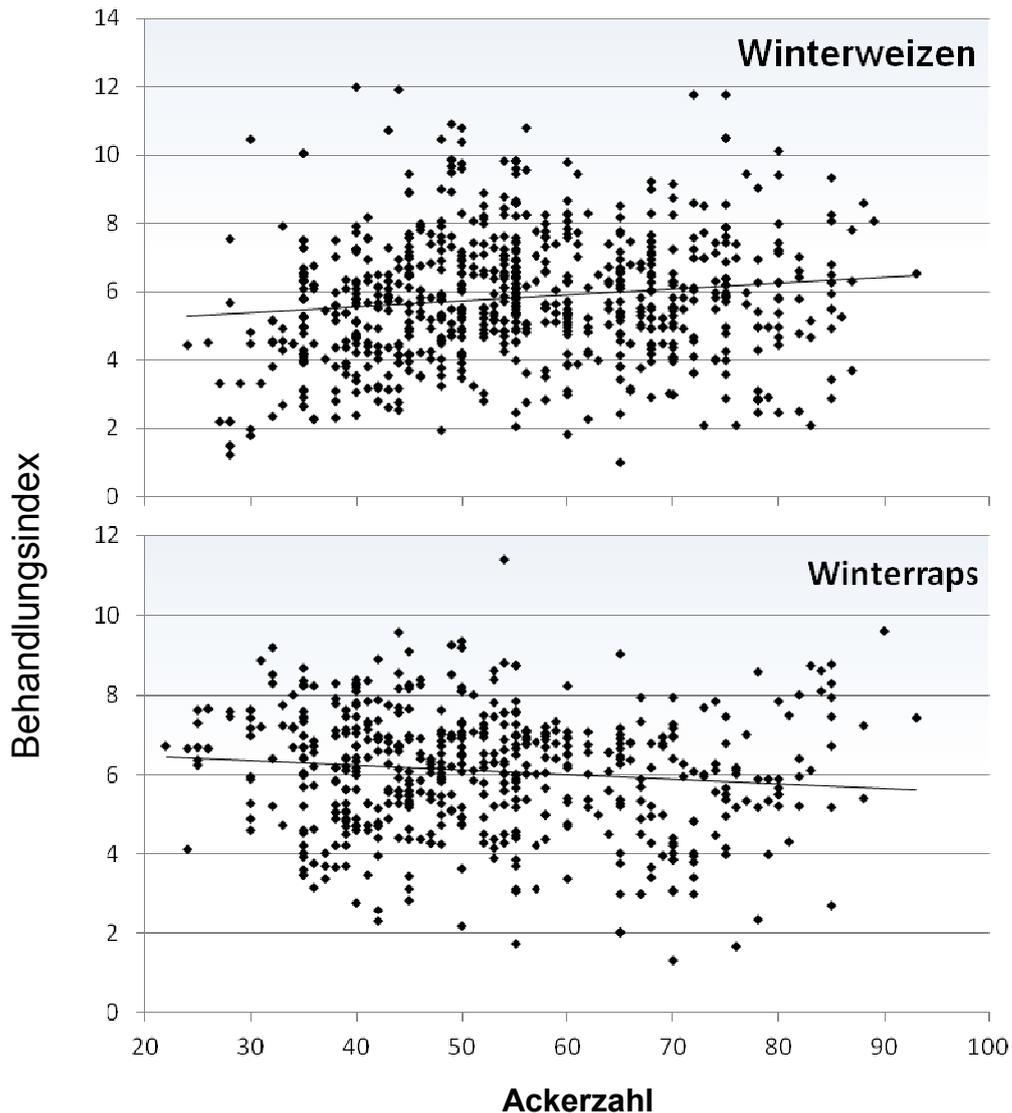
Abbildung 9 veranschaulicht die gegensätzlichen Tendenzen des Zusammenhangs zwischen Ackerzahl und Gesamt-Behandlungsindex für Winterweizen und Winterraps.

Bei Betrachtung der einzelnen Jahre bestätigte sich dieser Trend mit Signifikanz 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.



**Abb. 8: Behandlungsindices für unterschiedliche Klassen der Ackerzahl in Winterweizen 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



**Abb. 9: Zusammenhang zwischen Ackerzahl und Behandlungsindex in Winterweizen und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2010**

$R$  (Winterweizen) = 0,1368,  $p$  = 0,0009,  $R$  (Winterraps) = -0,10940,  $p$  = 0,0108.

#### 6.1.4.4 Ertrag

In ähnlicher Weise wie die Ackerzahl dürfte auch der Ertrag in einem Zusammenhang mit dem Behandlungsindex in den drei 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, das Ertragsniveau liegt, je 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 2010 wurden mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

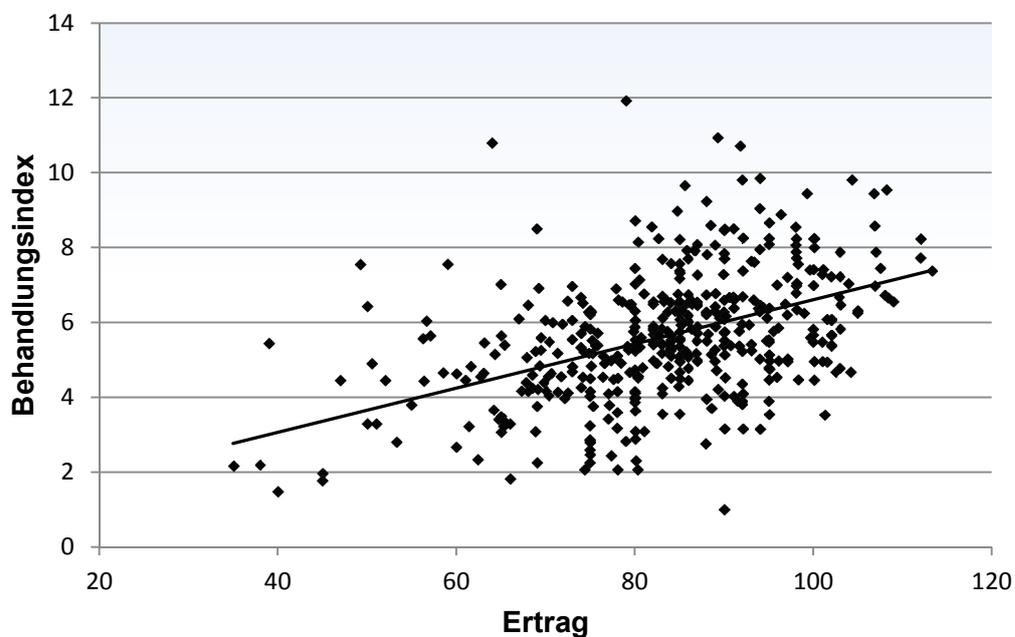
Winterweizen (2007-2010):  $R = 0,4474$ ,  $p = <0,0001$

Wintergerste (2007-2010):  $R = 0,3300$ ,  $p = <0,0001$

Winterraps (2007-2010):  $R = -0,0982$ ,  $p = 0,0677$

Das heißt, für die beiden Getreidearten wurden signifikante positive Zusammenhänge zwischen Ertrag und Behandlungsindex nachgewiesen. Der Behandlungsindex nahm mit steigendem Ertrag zu. Bei Winterraps deutete sich, wie schon beim Einflussfaktor Ackerzahl, ein negativer Zusammenhang an, wenngleich dieser mit  $p=0,0677$  nicht signifikant war.

Abbildung 10 veranschaulicht die Tendenz des Zusammenhangs zwischen Ertrag und Gesamt-Behandlungsindex beispielhaft für Winterweizen.



**Abb. 10: Zusammenhang zwischen Ertrag und Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland über die Jahre 2007 bis 2010**

$R$  (Winterweizen) =  $0,4474$ ,  $p = <0,0001$

#### **6.1.4.5 Vorfrucht**

Der Effekt der Vorfrucht wurde für jede Kultur und Pflanzenschutzmittel-Kategorie für jedes Jahr gesondert geprüft, Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse. Da bei Winterraps im Wesentlichen nur Wintergetreide als Vorfrucht vorkam, lohnt sich der Blick nur auf die unterschiedlichen Vorfruchtwirkungen auf die Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität bei Winterweizen und Wintergerste.

Die Herbizidanwendungen waren im Winterweizen nach Wintergetreide, Sommergetreide und Winterraps höher als nach Blattfrüchten und insbesondere Mais, in drei Fällen signifikant. Bei Wintergerste waren keine klaren Tendenzen erkennbar. Die Fungizidanwendungen in Winterweizen schienen nicht durch unterschiedliche Vorfrüchte beeinflusst worden zu sein (der 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 geringe, 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 Jahre 2007 ermittelten wir in Winterweizen signifikant höhere Behandlungsindices nach Wintergetreide im Vergleich zur Vorfrucht Mais. Der hohe Wert nach Blattfrüchten im Jahr 2010 resultiert aus nur einem Feld.

**Tab. 13: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010. Mittelwerte (und Standardabweichungen)**

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

Kultur	Jahr	Wintergetreide	Sommergetreide	Winterraps	Mais	Blattfrüchte
<b>Anzahl Schläge</b>						
Winterweizen	2007	31	3	72	24	30
	2008	41	3	97	29	31
	2009	42	5	92	40	42
	2010	42	1	113	43	46
Wintergerste	2007	86	6	6	3	2
	2008	121	8	16	5	4
	2009	146	14	10	4	2
	2010	157	16	13	11	1
Winterraps	2007	125	6	0	0	0
	2008	136	4	0	0	2
	2009	142	6	0	1	2
	2010	155	13	0	0	0
<b>Herbizide</b>						
Winterweizen	2007	1,9 (0,6) a	2,2 (0,9)	2,0 (0,8) a	1,3 (0,4) b	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 B	1,5 (0,7) b
	2010	2,0 (0,8)	1,8 (0)	1,8 (1,0)	1,6 (0,5)	1,6 (0,7)
Wintergerste	2007	1,5 (0,6) A	1,6 (0,5)	1,8 (0,7)	1,4 (0,1)	0,7 (0,0)
	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	0,7 (0,0)
	2010	1,7 (0,8)	1,8 (0,8)	1,5 (0,6)	1,6 (0,4) B	2,2 (0,0)
Winterraps	2007	1,6 (0,6)	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)	- (-)	- (-)	- (-)

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

### 6.1.4.5 Bodenbearbeitung

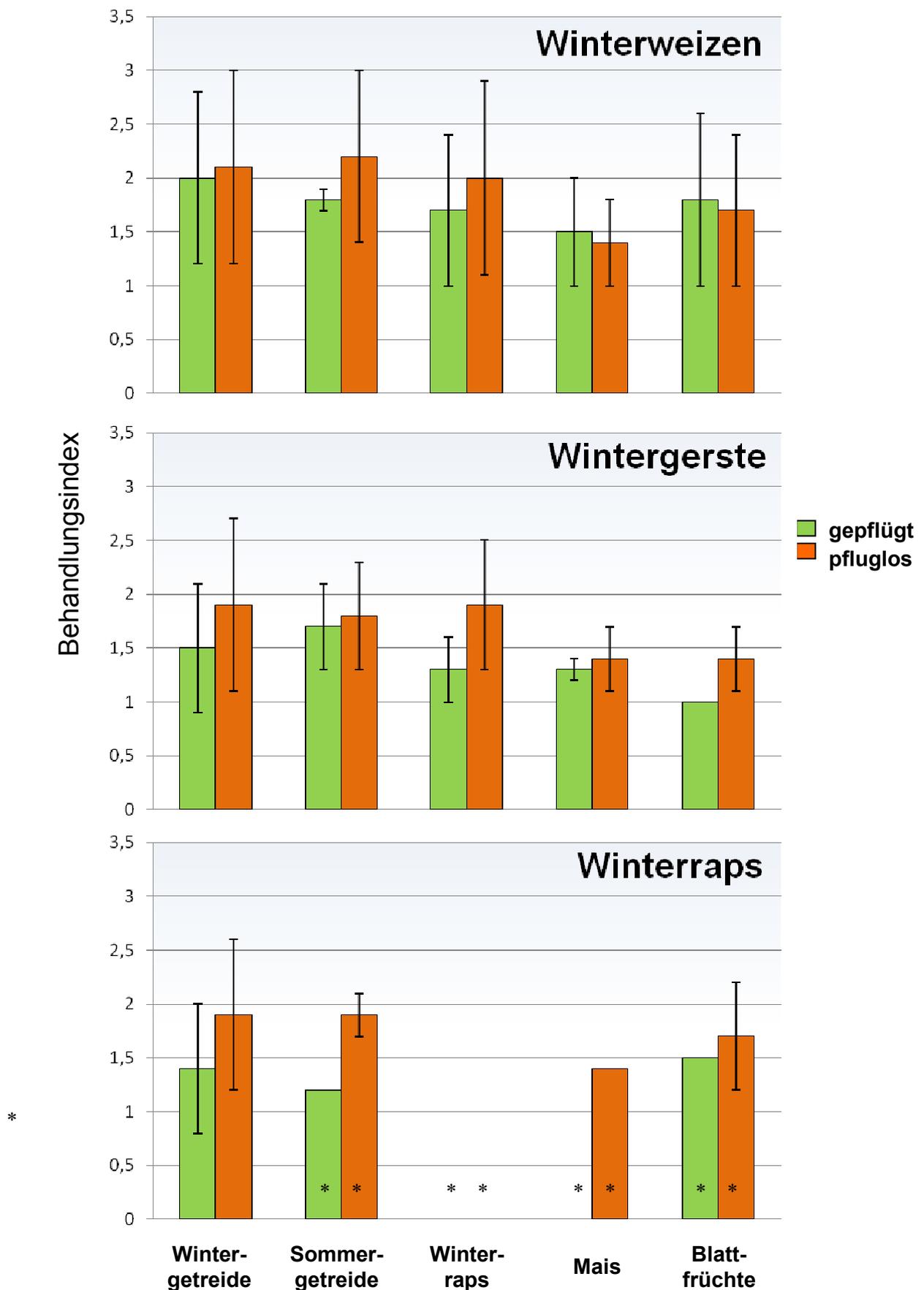
Wie der Tabelle 14 zu entnehmen ist, hatte die Grundbodenbearbeitung einen Einfluss auf die Intensität der Herbizidanwendungen in allen drei Kulturen, insbesondere bei Winterraps. Bei pfluglosem Anbau waren infolge der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide in den drei Jahren und im Durchschnitt der Jahre fast immer höhere Behandlungsindices zu verzeichnen, wenngleich die Unterschiede - abgesehen von Winterraps nach Wintergetreide - nur selten signifikant waren. Abbildung 12 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 0,3. Die größte Differenz zwischen Pflug und pfluglos war nach Winterraps gegeben und der geringste Unterschied 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 und in allen vier Jahren hoch signifikanter Zuwachs der Herbizidaufwendungen bei pfluglosem Anbau (0,4 BI). Zu allen anderen Vorfrüchten lagen nur einzelne Daten vor.

**Tab. 14: 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 2010. Mittelwerte (und Standardabweichungen)**

Vorfrucht	Jahr	gepflügt		pfluglos		Überschreitungs- wahrscheinlich- keit (p)
		Schläge	BI	Schläge	BI	
<b>Winterweizen</b>						
Wintergetreide	2007	32	2,2 (0,9)	12	1,9 (0,6)	0,9996
	2008	19	1,8 (0,6)	9	2,5 (1,1)	0,9792
	2009	31	2,0 (0,9)	11	2,0 (0,9)	1,0000
	2010	21	2,0 (0,7)	21	2,0 (0,9)	0,1753
	$\bar{x}$	103	2,0 (0,8)	53	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)	0,9305
	2010	0	- (-)	1	1,8 (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)	0,7631
	2008	15	1,9 (1,1)	82	2,1 (0,7)	0,9989
	2009	14	1,6 (0,7)	78	2,1 (0,9)	0,6164
	2010	13	1,4 (0,4)	100	1,9 (1,0)	<b>0,0070</b>
	$\bar{x}$	63	1,7(0,7)	311	2,0 (0,9)	
Mais	2007	19	1,3 (0,4)	5	1,2 (0,4)	1,0000
	2008	20	1,4 (0,4)	9	1,7 (0,8)	0,9933
	2009	33	1,5 (0,6)	7	1,2 (0,3)	0,9914
	2010	29	1,6 (0,5)	14	1,5 (0,5)	0,6220

Vorfrucht	Jahr	gepflügt		pfluglos		Überschreitungs- wahrscheinlich- keit (p)
		Schläge	BI	Schläge	BI	
	$\bar{x}$	101	1,5 (0,5)	35	1,4 (0,4)	
Blattfrüchte	2007	8	1,1 (0,6)	22	2,0 (0,9)	0,1278
	2008	5	2,2 (1,2)	26	1,7 (0,6)	0,9627
	2009	12	1,8 (0,6)	30	1,4 (0,7)	0,7570
	2010	18	1,7 (0,7)	28	1,6 (0,7)	0,5363
	$\bar{x}$	43	1,7 (0,8)	106	1,7 (0,7)	
<b>Wintergerste</b>						
Wintergetreide	2007	60	1,3 (0,6)	26	2,0 (0,6)	<b>&lt; 0,0001</b>
	2008	86	1,7 (0,8)	35	2,0 (0,9)	0,6362
	2009	103	1,6 (0,6)	43	1,7 (0,7)	0,9978
	2010	85	1,5 (0,5)	72	1,8 (1,0)	<b>&lt; 0,0001</b>
	$\bar{x}$	334	1,5 (0,6)	176	1,9 (0,8)	
Sommergetreide	2007	4	1,7 (0,3)	4	1,7 (0,3)	0,9418
	2008	2	1,6 (0,0)	2	1,6 (0,0)	1,0000
	2009	5	1,8 (0,8)	5	1,8 (0,8)	0,5721
	2010	8	1,6 (0,9)	8	2,0 (0,8)	0,8331
	$\bar{x}$	19	1,7 (0,5)	19	1,8 (0,5)	
Winterraps	2007	4	1,4 (0,3)	2	2,7 (0,0)	0,1522
	2008	2	1,4 (0,1)	14	1,7 (0,5)	1,0000
	2009	2	0,6 (0,2)	8	1,7 (0,5)	0,3128
	2010	5	1,6 (0,5)	8	1,5 (0,6)	0,6534
	$\bar{x}$	13	1,3 (0,3)	32	1,9 (0,6)	
Mais	2007	2	1,4 (0,1)	1	1,5 (0,0)	1,0000
	2008	1	1,0 (0,0)	4	1,6 (0,6)	0,9993
	2009	3	1,0 (0,0)	1	0,9 (0,0)	1,0000
	2010	7	1,7 (0,2)	4	1,5 (0,6)	<b>0,0150</b>
	$\bar{x}$	13	1,3 (0,1)	10	1,4 (0,3)	
Blattfrüchte	2007	2	0,7 (0,0)	0	- (-)	
	2008	1	1,5 (0,0)	3	1 (0,4)	0,9998
	2009	2	0,7 (0,0)	0	- (-)	
	2010	0	- (-)	1	2,2 (0,0)	
	$\bar{x}$	5	1,0 (0,0)	4	1,6 (0,2)	
<b>Winterraps</b>						
Wintergetreide	2007	76	1,4 (0,5)	49	1,8 (0,7)	<b>0,0066</b>
	2008	70	1,5 (0,6)	66	2,1 (0,7)	<b>&lt; 0,0001</b>
	2009	78	1,4 (0,5)	64	2,0 (0,5)	<b>&lt; 0,0001</b>
	2010	45	1,4 (0,6)	109	1,8 (0,7)	0,1461
	$\bar{x}$	269	1,4 (0,6)	285	1,9 (0,7)	
Sommergetreide	2007	1	1,5 (0,0)	5	1,7 (0,4)	0,9749

Vorfrucht	Jahr	gepflügt		pfluglos		Überschreitungs- wahrscheinlich- keit (p)
		Schläge	BI	Schläge	BI	
	2008	1	1,0 (0,0)	3	1,6 (0,1)	0,8958
	2009	1	0,9 (0,0)	5	2,0 (0,1)	0,3048
	2010	3	1,5 (0,0)	10	1,7 (0,3)	<b>&lt; 0,0001</b>
	$\bar{x}$	6	1,2 (0,0)	23	1,8 (0,2)	
Mais	2007	0	- (-)	0	- (-)	
	2008	0	- (-)	0	- (-)	
	2009	0	- (-)	1	1,4 (0,0)	
	2010	0	- (-)	0	- (-)	
	$\bar{x}$	0	- (-)	1	1,4 (0,0)	
Blattfrüchte	2007	0	- (-)	0	- (-)	
	2008	0	- (-)	2	2,4 (1)	
	2009	1	1,5 (0,0)	1	0,9 (0,0)	0,9645
	2010	0	- (-)	0	- (-)	
	$\bar{x}$	1	1,5 (0,0)	1	1,7 (0,5)	0,7664



**Abb. 11: 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 2010. Mittelwerte und Standardabweichungen. \* Keine repräsentativen Werte**

Neben den Auswirkungen der Bodenbearbeitung auf die Herbizidanwendungen in den drei Kulturen wurde auch ein Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Insektizidanwendungen im Winterraps nachgewiesen. Die Analysen der Daten 2007 bis 2009 zeigten, 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).

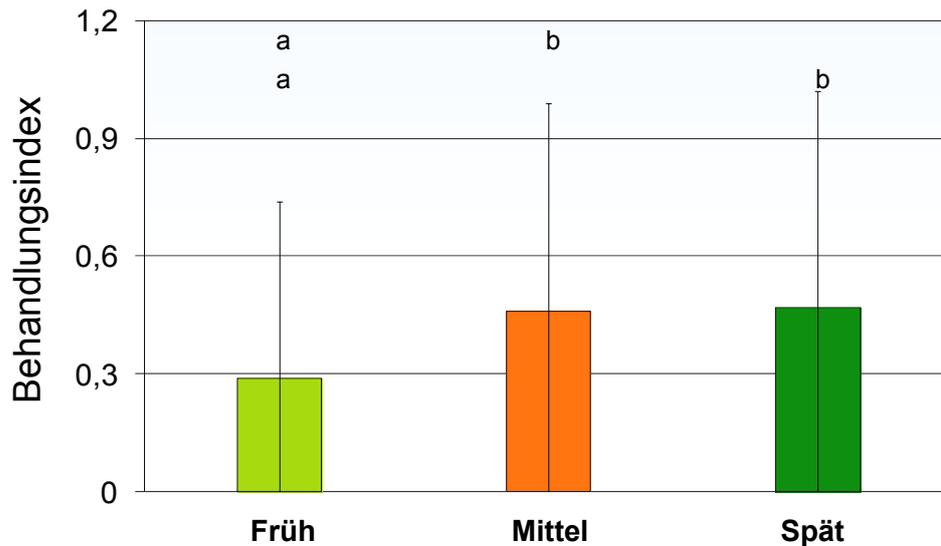
#### 6.1.4.6 Aussaattermin

Der Zusammenhang zwischen Aussaattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen wurde für Winterweizen analysiert. Tabelle 15 dokumentiert die Korrelationskoeffizienten mit den dazugehörigen Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Beziehung zwischen Aussaattermin (Nummer des jeweiligen Jahrestages) und Behandlungsindex. Dabei ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation, d. h. je früher der Aussaattermin desto höher der Behandlungsindex. Bei Herbiziden und Wachstumsreglern waren diese Beziehungen in drei der vier Jahre signifikant.

**Tab. 15: Einfluss des Aussaattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010, Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)**

Jahr	Anzahl Schläge		Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler
2007	179	R	- 0,18	- 0,06	- 0,02	- 0,29
		p	<b>0,0139</b>	0,4164	0,8133	<b>&lt; 0,0001</b>
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	<b>0,0118</b>	0,7159	0,9181	<b>0,0010</b>
2010	246	R	- 0,13532	- 0,16545	- 0,09821	- 0,21367
		p	<b>0,0339</b>	<b>0,0093</b>	0,1245	<b>0,0007</b>

Außerdem wurde auf der Grundlage der Daten von 2007 bis 2009 untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Aussaattermin von Winterraps und der Intensität der Insektizidanwendungen im Herbst existiert. Bei einer Klassifizierung der Aussaattermine in drei Bereiche wurden in der frühen Aussaatgruppe signifikant weniger Insektizide im Herbst appliziert als bei der mittleren und späteren Aussaatgruppe (Abbildung 12).



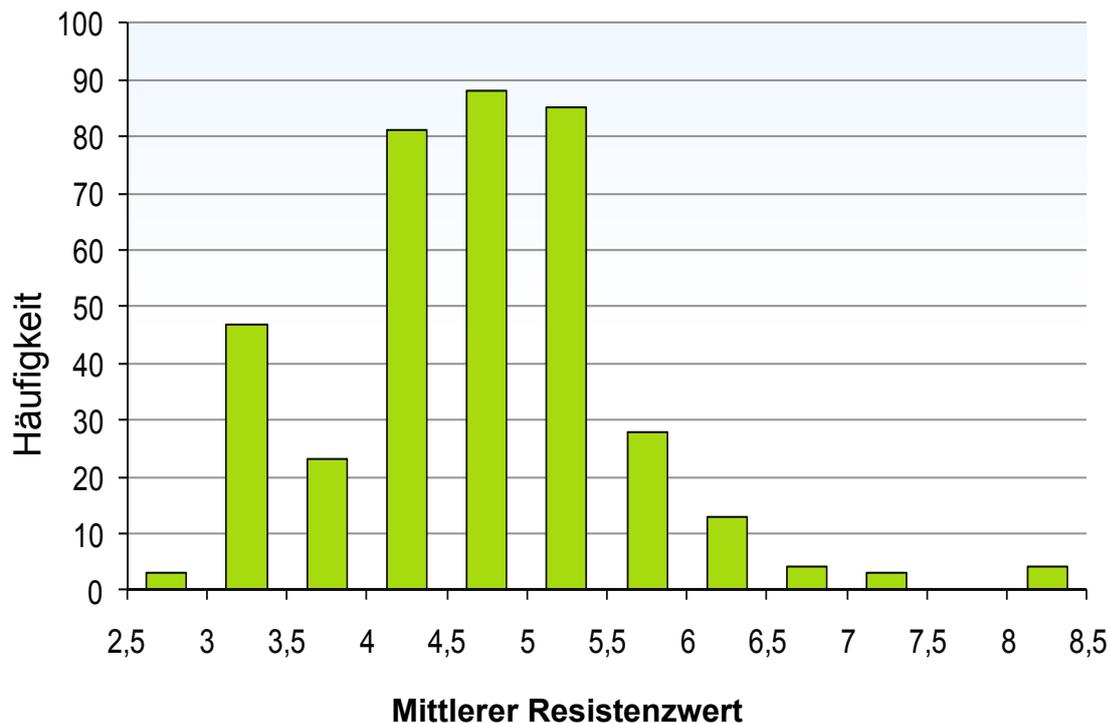
**Abb. 12: Behandlungsindices der Insektizidanwendungen im Herbst bei Klassifizierung der Aussaattermine in Früh (06.08.-21.08., n=139), Mittel (22.08.-27.08., n=141) und Spät (28.08.-25.09., n=154), in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland unter Einbeziehung der Daten der Jahre 2007 bis 2009, Mittelwerte und Standardabweichungen**

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

#### 6.1.4.7 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 vier in der jeweiligen Erhebungsregion wichtigsten pilzlichen Schaderreger an Winterweizen berechnet. Die Resistenzwerte wurden den Beschreibenden Sortenlisten des jeweiligen Jahres entnommen. Die wichtigsten vier 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 13 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 16 zu entnehmen ist, konnte bei den meisten Prüfungen der zweijährigen 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 bestätigte sich im Jahr 2007 die Hypothese: je niedriger der Resistenzwert, desto niedriger die Fungizidanwendung.



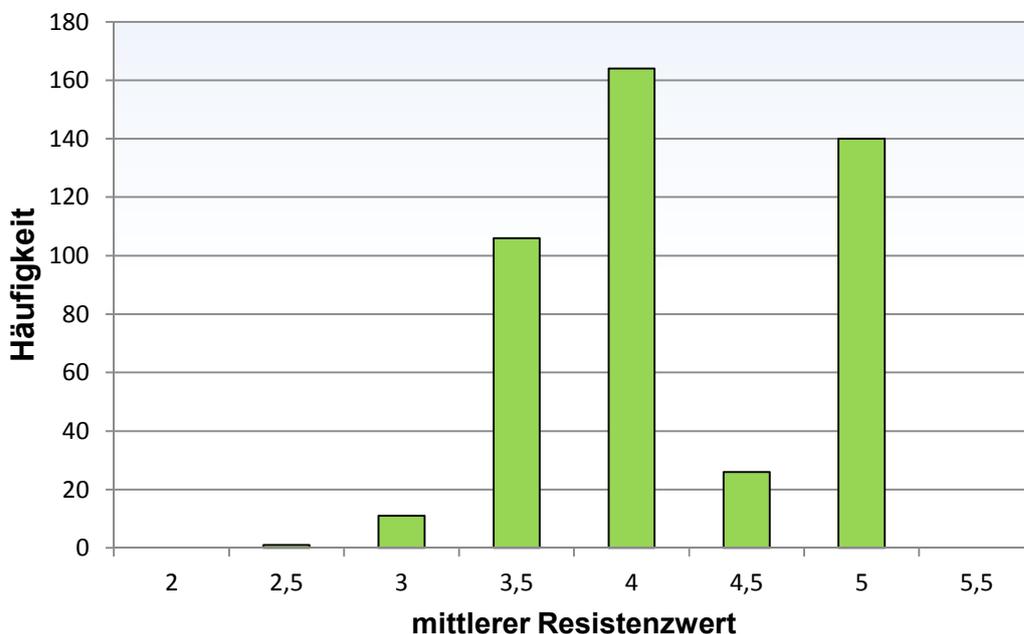
**Abb. 13: Häufigkeit der Anwendung von Winterweizensorten mit bestimmten Resistenzwert gegenüber den vier wichtigsten pilzlichen Schaderregern in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in der Summe der Jahre 2007 und 2008**

**Tab. 16: 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	<b>0,0490</b>	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 14 verdeutlicht, dass die meisten der in den Vergleichsbetrieben angebauten Wintergerstensorten einen guten bis mittleren Resistenzgrad aufwiesen. Hochanfällige Sorten wurden nicht verwendet. In Tabelle 17 wurden die Ergebnisse der Korrelationsprüfungen zusammengefasst. Dabei zeigten sich in einigen Fällen statistisch gesicherte Zusammenhänge. Allerdings erwies sich nur der Zusammenhang für das Jahr

2009 in der Großregion Westen im Sinne der oben erläuterten Hypothese, die anderen drei festgestellten signifikanten Zusammenhänge zeigten ein genau umgekehrtes Bild: je besser die mittlere Resistenz der verwendeten Sorten war, desto höher lag der Behandlungsindex.



**Abb. 14: 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. 17: 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	<b>0,0376</b>
Norden	2007	38	0,0935	0,5765
Osten	2007	23	-0,2853	0,187
Süden	2007	7	-0,8214	<b>0,0235</b>
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	<b>0,0217</b>
Süden	2009	14	-0,4638	0,0948
Westen	2009	80	0,2510	<b>0,0247</b>

#### **6.1.4.8 Einfluss der verwendeten Entscheidungshilfen**

Schließlich wurde auf der Grundlage der Daten von 2007 auch die Anwendung von Entscheidungshilfen im Zusammenhang mit der Anwendungsintensität der einzelnen Pflanzenschutzmittel-Kategorien in den drei 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 vier 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.

Es 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.

#### **6.1.4.9 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 drei 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. 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 typischen Gebindegrößen erstellt. Außerdem wurden Überfahrtskosten in Höhe von 10 € pro ha angenommen, die bei Einzelmaßnahmen voll und bei 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 (2011) zu entnehmen.

Tabelle 18 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für Winterweizen. Demnach sind Herbizid- und Fungizidmaßnahmen, sowohl bezogen auf die Einzelmaßnahme und auf den Behandlungsindex = 1 als auch im Hinblick auf die Gesamtkosten pro ha, am teuersten, Insektizid- und Wachstumsregler-Anwendungen dagegen relativ preisgünstig. 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 ca. 215 € pro ha und Jahr ausgegeben.

**Tab.18: 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
<b>Kosten pro Maßnahme pro ha in €</b>					$\Sigma$
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)
<b>Kosten für Behandlungsindex=1,0 pro ha in €</b>					$\bar{x}$
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)
<b>Gesamtkosten pro ha und Anbaujahr in €</b>					$\bar{x}$
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)

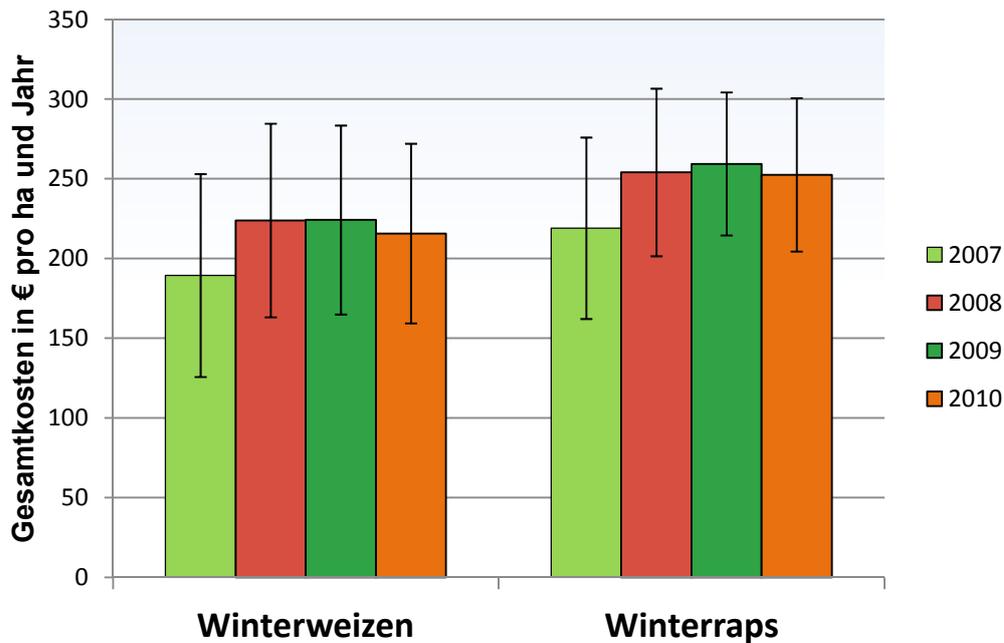
Tabelle 19 informiert über die Kosten der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben im Winterraps. Im Hinblick auf die Kosten pro Pflanzenschutzmaßnahme zeichnete sich ein ähnliches Bild wie beim Winterweizen ab: Herbizide und Fungizide (ab Blüte) sind pro Maßnahme am teuersten und 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.

Abbildung 15 veranschaulicht die unterschiedlichen Gesamtkosten für die Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen und Winterraps in den vier Jahren. Man erkennt, abgesehen von den etwas geringeren Kosten im Jahre 2007, zwischen den Jahren keine nennenswerten Unterschiede.

**Tab. 19: 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
<b>Kosten pro Maßnahme pro ha in €</b>					$\Sigma$
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)
<b>Kosten für Behandlungsindex=1,0 pro ha in €</b>					$\bar{x}$
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)
<b>Gesamtkosten pro ha und Anbaujahr in €</b>					$\bar{x}$
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)



**Abb. 15: Kosten für Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte und Standardabweichungen**

### 6.1.5 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.

In den meisten (2007) bzw. nahezu allen (2008 bis 2010) Fällen war es möglich, die Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Hinblick auf notwendiges Maß zu beurteilen. 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 Maßnahme einschließen.

### 6.1.5.1 Winterweizen

Der Gesamt-Behandlungsindex im Winterweizen lag im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2010 bei 5,8. Bei nur moderaten Unterschieden zwischen den vier Jahren war ein Trend nicht zu erkennen. Der Anteil der Maßnahmen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lag in den Jahren 2007 bis 2010 bei 89 %, 86 %, 90 % und 89 %, wobei sich die Kritiken im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes auf die Fungizid- und vor allem Insektizidanwendungen konzentrierten (Tabelle 20).

Die Intensität der Anwendung von **Herbiziden** war mit mittleren Behandlungsindices um 1,9 in den vier 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. 1/3. Die Anwendung reduzierter Dosierungen war in Tankmischungen (46 % aller Maßnahmen) deutlich größer als bei Einzelanwendungen, d. h. die mittlere Dosierung lag bei Tankmischungen bei ca. 50 % der zugelassenen Aufwandmenge. Teilflächenbehandlungen machten nur ca. 3 % aller Herbizidanwendungen aus und hatten somit keinen entscheidenden Einfluss auf den Behandlungsindex.

**Tab. 20: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
<b>2007</b>					
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 Reduktionspotentiale	29 (6,4 %)	81 (15,8 %)	45 (20,6 %)	4 (1,8 %)	159 (11,3 %)
<b>2008</b>					
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 Reduktionspotentiale	41 (6,7 %)	126 (16,8 %)	93 (37,8 %)	39 (7,9 %)	299 (14,2 %)
<b>2009</b>					
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 Reduktionspotentiale	31 (4,9 %)	90 (11,2 %)	80 (31,5 %)	18 (3,7 %)	219 (10,2 %)

<b>2010</b>					
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 %)

Die hohe Varianz der Herbizidintensität zwischen den Weizenfeldern ließ sich teilweise durch den Einfluss der Vorfrüchte und der (wendenden oder nichtwendenden) Bodenbearbeitung erklären. Nur 4 bis 7 % aller Herbizidanwendungen wurden im Hinblick auf das notwendige Maß kritisch bewertet.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag in den Jahren 2007 bis 2010 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 selten durchgeführt (1 % aller Anwendungen) und wirkten sich nicht auf den Behandlungsindex aus. Die Intensität der Fungizidanwendung beurteilten die Berater in allen Großregionen im Wesentlichen, d. h. bei ca. 85 % aller Maßnahmen, als angemessen. Besonders auffällig war der hohe mittlere Behandlungsindex in der Großregion Norden in allen Jahren und im Westen außer im Jahr 2010. Als Gründe dafür sind der Befallsdruck insbesondere durch die wichtigste Krankheit, Septoria-Blattdürre (*septoria tritici*), in allen vier Jahren sowie das starke Auftreten von Braunrost (*Puccinia triticina*) und *Fusarium* spp. (anhaltende Niederschläge im Infektionszeitraum) im Jahre 2007 zu nennen. Im Jahre 2008 wurde zudem ein Starkbefall für die Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*) prognostiziert, der in gefährdeten Regionen zeitige Behandlungen und damit Folgebehandlungen verursachte. Die Jahre 2009 und 2010 waren auf Grund der Witterungsbedingungen durch ein insgesamt moderates Krankheitsauftreten gekennzeichnet, die 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 drei Jahren bei einem Behandlungsindex um 1,0. Im Norden und Westen wurden zumeist signifikant mehr Insektizide ausgebracht als im Osten und Süden. Dieses Grundmuster offenbarte sich in allen drei 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, zeigte sich beim Behandlungsindex für Insektizide eine besonders große Streuung zwischen den einzelnen Feldern. Die Aufwandmengen wurden so gut wie nie reduziert und Teilflächenanwendungen 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 Gerstengelbverzwergungsvirus (BYDV) oder als Saugschädlinge an den Infloreszenzen im Juni. 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, d. h. 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 vier Jahren mit einer relativ geringen 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 unterschiedlicher Annahmen (siehe Abschnitt 6.1.4.1) 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. Dies konnte statistisch aber nicht belegt werden.

Der Vergleich der **Ackerzahl** der Weizenfelder mit dem Behandlungsindex ergab eine schwache, aber statistisch gesicherte 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 hochsignifikanter 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 im Winterweizen. Auffällig war nur die signifikant geringe Herbizidintensität nach 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.

Im Winterweizen ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation zwischen dem **Aussattermin** und der Anwendungsintensität von Herbiziden und Wachstumsreglern. Entgegen der Erwartung ließ sich kein wahrer Zusammenhang zwischen dem **Resistenzgrad der angebauten Winterweizensorte** und dem Behandlungsindex der Fungizide erkennen. Da die Sorten mehrheitlich moderate mittlere Resistenzwerte zwischen 4 und 5,5 im Durchschnitt der wichtigsten Krankheiten aufwiesen, erscheint 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.

### 6.1.5.2 Wintergerste

In Wintergerste lag der Gesamt-Behandlungsindex im Mittel der vier Jahre bei 4,2. Die Varianz zwischen den Jahren blieb gering, auch war kein Trend erkennbar. Im Durchschnitt aller Pflanzenschutzmittel-Kategorien wurden in den Jahren 2007 bis 2010 95 %, 85 %, 86 % und 91 % der Pflanzenschutzmaßnahmen als notwendiges Maß eingestuft (Tabelle 21). Die meisten kritischen Anmerkungen betrafen wie schon beim Winterweizen die Insektizidmaßnahmen und teilweise die Fungizidanwendungen.

**Tab. 21: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstums- regler	Σ
<b>2007</b>					
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	13	9	9	0	31
Reduktionspotentiale	(5,9 %)	(5,2 %)	(10,7 %)	(0,0 %)	(5,2 %)
<b>2008</b>					
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	23	94	39	26	182
Reduktionspotentiale	(5,4 %)	(23,9 %)	(32,5 %)	(9,9 %)	(15,1 %)
<b>2009</b>					
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	20	95	19	38	172
Reduktionspotentiale	(4,7 %)	(21,5 %)	(28,4 %)	(13,0 %)	(14,0 %)

**2010**

Anzahl Behandlungen	484	463	57	320	1324
Anzahl Bewertungen	463	515	57	299	1334
notwendiges Maß	466	429	39	293	1227
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	15 (3,2 %)	86 (16,7 %)	18 (31,6 %)	6 (2,0 %)	125 (9,4 %)

In den vier Jahren wurden mit Behandlungsindices um 1,6 nahezu gleich hohe mittlere Intensitäten der **Herbizid**anwendungen registriert. Bemerkenswerte Unterschiede zwischen den Großregionen waren nicht zu erkennen. Die Aufwandmengen wurden um rund 1/3 reduziert. In Tankmischungen (46 % aller Maßnahmen) waren die Dosierungen um ca. 1/4 niedriger als bei den Soloanwendungen. Teilflächenapplikationen von Herbiziden machten nur 3 % aller Maßnahmen aus und blieben damit ohne Auswirkungen auf den Behandlungsindex. Die Standardabweichungen dokumentieren die schlagspezifischen Unterschiede, die vielseitige standortbezogene Ursachen haben konnten.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag erwartungsgemäß im Vergleich zum Winterweizen um ca. 1,3 niedriger. Zwischen den Jahren und auch zwischen den Großregionen waren nur geringe Unterschiede zu verzeichnen, d. h. 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 53 % sogar noch niedriger als im Winterweizen. Teilflächenmaßnahmen spielten mit ca. 1 % aller Anwendungen keine Rolle. Die Experten der Landespflanzenschutzdienste machten im Jahre 2007 lediglich bei ca 5% und in den Jahren 2008 bis 2010 bei ca. 20 % der Fungizidmaßnahmen kritische Anmerkungen im Zusammenhang mit der Einhaltung des notwendigen Maßes. 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 Anwendungen von **Insektiziden** gingen im Verlauf der vier Jahre im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe von 0,9 auf 0,7 und 0,3 BI zurück und lagen damit niedriger als im Winterweizen. Sie richteten sich nahezu ausnahmslos gegen die Vektoren des Gerstengelbverzwergungsvirus (BYDV) im Herbst. 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 Regel die Entscheidungen der Landwirte als notwendiges Maß, wengleich vor allem in den Jahren 2008 bis häufig (bei ca. 30 % der Insektizidanwendungen) auf unnötige Maßnahmen verwiesen wurde, z. B. wenn der Blattlausbefall im Herbst deutlich unter dem Schwellenwert blieb und zudem insektizid-beiztes Saatgut verwendet wurde. Es kann vermutet werden, dass einige Landwirte

aufgrund der Blattlaus- bzw. Virusproblematik im Herbst 2007 dazu neigten, eine vorbeugende Maßnahme durchzuführen.

Wie zu erwarten war, lag die Intensität der Anwendung von **Wachstumsreglern** etwas unter der im 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 (< 2 %). 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 die erwarteten höheren Erträge mit höherem Aufwand 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 verursachten.

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. Dennoch hielten sich die Mehraufwendungen von glyphosathaltigen Herbiziden mit BI = 0,3 in Grenzen, d. h. nur ein Teil der pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden und wenn dann oft mit stark reduzierten Aufwandmengen behandelt.

Ähnlich wie bei Winterweizen, ließ sich kein klarer Zusammenhang zwischen dem **Resistenzgrad der angebauten Wintergerstensorte** und dem Behandlungsindex der Fungizide feststellen. Da die verwendeten Sorten im Durchschnitt der vier 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 erfolgten.

Wie auch im Winterweizen ergab die Auswertung der benutzten **Entscheidungshilfen** einen hohen Anteil (ca. 70 %) 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.

### 6.1.5.3 Winterraps

Tabelle 22 informiert über die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps. In den Jahren 2007 bis 2010 wurden 88 %, 82 %, 87 % und 89 % aller Pflanzenschutzmittel-Anwendungen als notwendiges Maß eingestuft, wobei die große Mehrheit der kritischen Kommentare den Insektizidmaßnahmen galt. Somit widerspiegeln die in den vier Jahren berechneten Behandlungsindices von 5,4, 5,9, 6,4 und 6,4 weitestgehend das notwendige Maß.

**Tab. 22: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Herbizide	Fungizide in der Blüte	Insektizide	Wachstums- regler/ Fungizide bis zur Blüte	Σ
<b>2007</b>					
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 %)
<b>2008</b>					
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 %)
<b>2009</b>					
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 %)
<b>2010</b>					
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 %)

Im Winterraps wurden **Herbizide** über die Jahre einheitlich angewendet. Erwähnenswerte Unterschiede zwischen den Großregionen waren nicht zu erkennen. Herbizide wurden im Durchschnitt um  $\frac{1}{4}$  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. Teilflächenbehandlungen von Herbiziden waren unbedeutend (3 %).

Die Bewertung der Anwendung von **Fungiziden** und Wachstumsreglern im Raps 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 auf Grund der im Jahre 2007 erfahrenen Unschärfen des Prognosemodells und der damit in Verbindung stehenden verpassten notwendigen Bekämpfungen in den drei 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 erfolgten nicht. Nachdem im Jahre 2007 kaum kritische Anmerkungen zu den Fungizidmaßnahmen erfolgten, verwiesen die Experten der Länder in den beiden Folgejahren öfter auf unnötige Anwendungen, was teilweise mit den bereits oben angedeuteten Unsicherheiten bei der Befallsbewertung in Verbindung stand.

In der Kategorie **Wachstumsregler/Fungizide** stellte sich über die vier Jahre ein einheitlicher Level von 1,0 BI ein. Großregionale Unterschiede traten nicht auf. Die Mittel wurden ca. 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 2008 bis 2010. Versuche der Länder belegten wiederholt, dass bei Herbestanwendungen von Fungiziden/Wachstumsreglern oft keine Wirtschaftlichkeit erreicht wurde (Anonymus, 2011).

**Insektizide** wurden im Winterraps in erwartungsgemäß hoher Intensität appliziert, allerdings mit einem kräftigen Zuwachs in den Jahren 2009 und 2010. Zwischen den Großregionen zeigten sich, mit Ausnahme der etwas höheren Anwendungen im Norden, keine nennenswerten Unterschiede. 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 im 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 22 % aller Insektizidanwendungen. Im Herbst erfolgten einige Rapserrdflohbekämpfungen, obwohl die Bekämpfungsschwelle nicht überschritten und der Raps in den Vergleichsbetrieben immer insektizid-gebeizt gedrillt wurde. Außerdem gab es einige Hinweise, dass bei der Fungizidanwendung gegen Sklerotinia in der Blüte ein Insektizid gegen Schotenschädlinge vorsorglich zugesetzt wurde. Aber auch bei der Stängelrüssler- und Rapsglanzkäferbekämpfung wurden unnötige Maßnahmen konstatiert.

#### 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 bestand demgegenüber kein Zusammenhang.

Im Gegensatz zu den beiden Getreidearten nahm der Behandlungsindex im 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 positive Zusammenhang zwischen **Ertrag** und Behandlungsindex bestätigte sich bei Winterraps nicht.

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

**Bodenbearbeitung:** Im Vergleich zu den Getreidearten war der pfluglose Rapsanbau nach Getreide in den vier Jahren mit der deutlichsten Erhöhung (+ 0,4 BI) der Herbizidanwendungsintensität verbunden. 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 Rapserrdflohs durch die Stoppeln der Vorfrucht ungünstig beeinflusst wird und die Gegenspieler des Rapserrdflohs 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 Rapserrdfloh befallen wird, in ihre Entscheidungen einbeziehen (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.

#### 6.1.5.4 Weitere Kulturen

Die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben ist Tabelle 23 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 Krautfäule

(*Phytophthora infestans*) auftrat und die Beratung zu entsprechend häufigen Fungizidmaßnahmen aufrief (Brendler und Scheid, 2007).

Im Mais gab es in den 703 Bewertungen nur zwei kritische Anmerkungen. Im Mais wurden nur Herbizide appliziert und deren Anwendung unterliegt bewährten Strategien. Dagegen wurden in Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben vor allem in den Jahren 2008 und 2009 zahlreiche kritische Kommentare seitens der Experten der Länder festgestellt, 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 lassen sich die vorliegenden Befunde zur Pflanzenschutzmittel-Anwendungsintensität im Jahre 2009 mit den Ergebnissen der NEPTUN-Erhebung im selben Jahr vergleichen. Die Behandlungsindices der Herbizide und Fungizide waren im Durchschnitt der Vergleichsbetriebe geringer als in der NEPTUN-Auswertung: 2,8 gegenüber 2,3 und 1,2 gegenüber 0,8 (Roßberg et al., 2010).

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

**Tab. 23: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
<b>2007</b>					
Anzahl Behandlungen	121	97	53	157	292
Anzahl Bewertungen	50	88	47	125	283
notwendiges Maß	50	88	47	123	262
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	0	0	0	2	21
Reduktionspotentiale	(0,00 %)	(0,00 %)	(0,00 %)	(1,60 %)	(7,40 %)
<b>2008</b>					
Anzahl Behandlungen	133	143	50	118	276
Anzahl Bewertungen	133	143	50	118	276
notwendiges Maß	133	141	42	105	230
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	0	2	8	13	46
Reduktionspotentiale	(0,00 %)	(1,40 %)	(16,00 %)	(11,00 %)	(16,70 %)
<b>2009</b>					
Anzahl Behandlungen	116	180	101	102	342
Anzahl Bewertungen	116	180	101	102	342
notwendiges Maß	116	180	90	93	303
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	0	0	11	9	39
Reduktionspotentiale	(0,00 %)	(0,00 %)	(10,90 %)	(8,80 %)	(11,40 %)
<b>2010</b>					
Anzahl Behandlungen	145	292	98	62	370
Anzahl Bewertungen	145	292	98	62	364
notwendiges Maß	145	292	89	60	340
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	0	0	9	2	24
Reduktionspotentiale	(0,0 %)	(0,0 %)	(9,2 %)	(3,2 %)	(6,6 %)

## 6.2 Freilandgemüsebau

### 6.2.1 Datengrundlage

Wie schon in Tabelle 2 dokumentiert, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe im Jahr 2007 23, im Jahr 2008 27, im Jahr 2009 28 und im Jahr 2010 17 Betriebe mit Freilandgemüse-Anbau beteiligt. Die Anzahl der Schläge und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die in die Auswertung einbezogen werden konnten, zeigt Tabelle 24. Leider standen im Jahr 2010 bei Weißkohl, Möhren und Zwiebeln deutlich weniger Schläge als in den Vorjahren für die Auswertung zur Verfügung. Die Anwendung von Rodentiziden, Molluskiziden und Saatgutbehandlungen bzw. Behandlungen der Jungpflanzen in Anzuchtsbetrieben 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. 24: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen)**

	<b>Weißkohl</b>	<b>Möhren</b>	<b>Spargel</b>	<b>Zwiebeln</b>
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)

### 6.2.2 Behandlungsindices

Tabelle 25 informiert über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) für Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010. 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 2010 bei **13,1**, **9,2**, **8,6** und **8,6**, 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 (8,6) (Roßberg, 2010).

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 zeigt Tabelle 26. Sie bestätigen die Vermutung, insbesondere bei den Insektizidanwendungen. Außerdem wurde auf Grundlage der gleichen Datenbasis geprüft, ob der Aussaattermin

Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendung hatte. Abbildung 16 veranschaulicht die Ergebnisse dieser Analyse. Während sich die Herbizidanwendungen bei früher und später Aussaat nicht unterschieden, erkennt man eine leicht höhere Intensität der Fungizidanwendungen und eine um ca. 3,0 BI höhere Intensität der Insektizidspritzungen. Bei den Insektiziden war der Unterschied signifikant.

### **Möhren**

Bei Möhren (Bundmöhren und Waschmöhren) betragen die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010 **7,1**, **5,5**, **6,0** und **5,1**. 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 und bei den Vergleichsbetrieben im Jahr 2009 (Roßberg, 2010)

### **Spargel**

Für Spargel ließen sich in den Vergleichsbetrieben Behandlungsindices von **7,9** (2007), **8,4** (2008), **7,8** (2009) und **8,8** (2010) errechnen, die in allen vier Jahren durch die relativ hohen Fungizidanwendungen geprägt wurden. Wenngleich die mittlere Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen im Spargel in den vier 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, 2010).

### **Zwiebeln**

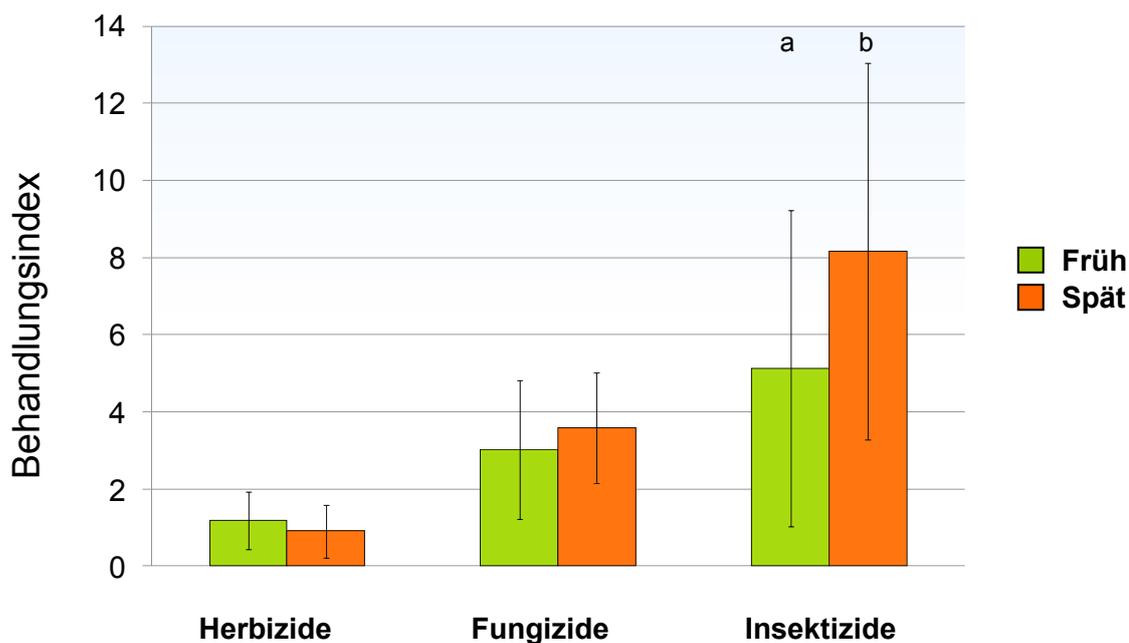
Für die Analyse der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Zwiebeln standen im Jahre 2007 nur Daten von drei Flächen eines Betriebes, in den Jahren 2008 und 2009 von neun Feldern dreier Betriebe und im Jahr 2010 lediglich sechs Flächen von zwei Betrieben zur Verfügung, so dass bei dieser 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** und **6,4**. Der hohe Wert im Jahre 2007 ergab sich in erster Linie aus den hohen Anwendungen der Insektizide und Fungizide in einem Betrieb. Bei der NEPTUN-Auswertung im Jahre 2009 lag der Gesamt-Behandlungsindex mit 11,1 höher als in den Vergleichsbetrieben (Roßberg, 2010), wobei hier die kleine Stichprobe zu beachten ist.

**Tab. 25: Behandlungsindices in Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)**

Kultur	2007	2008	2009	2010	2007 – 2010
<b>Anzahl Schläge</b>					$\Sigma$
Weißkohl	14	19	14	7	54
Möhren	28	33	31	26	118
Spargel	12	13	14	14	53
Zwiebeln	3	9	9	6	27
<b>Herbizide</b>					$\bar{x}$
Weißkohl	1,1 (0,6)	1,1 (0,8)	1,1 (0,9)	1,4 (0,9)	1,1 (0,8)
Möhren	2,6 (1,2)	2,6 (1,0)	2,8 (1,0)	2,3 (0,9)	2,6 (1,0)
Spargel	1,9 (0,8)	1,4 (1,0)	1,6 (0,8)	1,7 (0,9)	1,6 (0,9)
Zwiebeln	4,8 (1,9)	4,0 (0,8)	3,4 (1,2)	3,2 (0,3)	3,7 (1,1)
<b>Fungizide</b>					$\bar{x}$
Weißkohl	3,5 (1,3)	3,0 (1,5)	3,1 (2,2)	2,0 (1,5)	3,0 (1,7)
Möhren	2,8 (1,5)	2,3 (1,1)	2,3 (1,6)	1,6 (1,4)	2,2 (1,4)
Spargel	4,4 (1,5)	5,3 (2,4)	4,3 (2,6)	5,3 (3,1)	4,8 (2,5)
Zwiebeln	6,6 (1,6)	3,7 (1,6)	3,9 (2,8)	2,2 (0,4)	3,7 (2,2)
<b>Insektizide</b>					$\bar{x}$
Weißkohl	8,4 (5,3)	5,1 (3,1)	4,4 (2,3)	5,2 (3,2)	5,8 (3,9)
Möhren	1,7 (1,4)	0,7 (1,1)	0,8 (1,0)	1,1 (1,5)	1,1 (1,3)
Spargel	1,7 (1,5)	1,8 (1)	1,3 (1,2)	1,7 (1,5)	1,6 (1,3)
Zwiebeln	4,7 (0,6)	1,4 (1,2)	1,7 (1,9)	1,0 (0,0)	1,8 (1,7)
<b>Gesamt</b>					$\bar{x}$
Weißkohl	13,1 (6,1)	9,2 (4,5)	8,6 (2,9)	8,6 (3,3)	10,0 (4,8)
Möhren	7,1 (2,6)	5,5 (1,8)	6,0 (2,2)	5,1 (2,5)	5,9 (2,3)
Spargel	7,9 (2,6)	8,4 (3,6)	7,8 (3,3)	8,8 (4,0)	8,1 (3,5)
Zwiebeln	16,1 (3,6)	9,1 (2,7)	8,9 (5,5)	6,4 (0,4)	9,2 (4,5)

**Tab. 26: Behandlungsindices in Weißkohl in den Vergleichsbetrieben in den Großregionen (Norden, Westen/Süden) in den Jahren 2007 bis 2009 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (und Standardabweichungen)**

Großregion	2007	2008	2009	2007 - 2009
<b>Anlagen</b>				
Norden	7	7	7	21
Westen/Süden	7	12	7	26
<b>Herbizide</b>				
Norden	1,4 (0,7)	1,2 (0,5)	1,3 (0,7)	1,3 (0,6)
Westen/Süden	0,8 (0,4)	1,0 (0,9)	0,9 (1,0)	0,9 (0,8)
<b>Fungizide</b>				
Norden	3,1 (1,4)	3,9 (0,6)	5,0 (0,9)	4,0 (1,3)
Westen/Süden	3,9 (1,2)	2,5 (1,5)	1,1 (1,1)	2,5 (1,7)
<b>Insektizide</b>				
Norden	6,3 (2,1)	4,1 (1,8)	3,4 (1,4)	4,6 (2,1)
Westen/Süden	10,6 (6,8)	5,7 (3,6)	5,3 (2,8)	6,9 (4,9)



**Abb. 16: Behandlungsindices 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

Die Betriebe haben Herbizide in allen vier Gemüsekulturen in der Regel mit deutlich reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tabelle 27). 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 zunehmenden Dosierungen bei den Herbizidanwendungen im Weißkohl.

**Tab. 27: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010**

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

### 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 28, 29 und 30 wurden die Ergebnisse der Bewertungen in Weißkohl, Möhren und Spargel zusammengestellt. Wegen der geringen Datenbasis in Zwiebeln wurden die Ergebnisse der Bewertungen nur zusammenfassend im Text genannt.

Zusammenfassend lässt sich für **Weißkohl** (Frischvermarktung) 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. 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.

**Tab. 28: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weißkohl (Frischvermarktung) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
<b>2007</b>				
Anzahl Behandlungen	27	52	121	200
Anzahl Bewertungen	27	52	121	200
notwendiges Maß	27	46	99	172
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	0	6	22	28
	0,00 %	11,5 %	18,2 %	14,0 %
<b>2008</b>				
Anzahl Behandlungen	33	61	92	186
Anzahl Bewertungen	33	61	92	186
notwendiges Maß	30	53	76	159
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	3	8	16	27
	9,1 %	13,1 %	17,4 %	14,5 %
<b>2009</b>				
Anzahl Behandlungen	20	44	61	125
Anzahl Bewertungen	18	43	60	121
notwendiges Maß	13	28	46	87
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	5	15	14	34
	27,8 %	34,9 %	23,3 %	28,1 %
<b>2010</b>				
Anzahl Behandlungen	12	14	39	65
Anzahl Bewertungen	12	14	37	63
notwendiges Maß	9	12	29	50
kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale	3	2	8	13
	33,3 %	16,7 %	27,6 %	26,0 %

**Tab. 29: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Wasch- und Bundmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
<b>2007</b>				
Anzahl Behandlungen	123	80	46	249
Anzahl Bewertungen	88	57	27	172
notwendiges Maß	79	39	25	143
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	9	18	2	29
Reduktionspotentiale	(10,2 %)	(31,6 %)	(7,4 %)	(16,9 %)
<b>2008</b>				
Anzahl Behandlungen	142	77	22	241
Anzahl Bewertungen	142	77	22	241
notwendiges Maß	127	60	21	208
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	15	17	1	33
Reduktionspotentiale	(10,6 %)	(22,1 %)	(4,6 %)	(13,7 %)
<b>2009</b>				
Anzahl Behandlungen	150	73	26	249
Anzahl Bewertungen	150	73	26	249
notwendiges Maß	147	54	23	224
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	3	19	3	25
Reduktionspotentiale	(2,0 %)	(26,0 %)	(11,5 %)	(10,0 %)
<b>2010</b>				
Anzahl Behandlungen	122	46	29	197
Anzahl Bewertungen	109	46	28	183
notwendiges Maß	107	43	20	170
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	1	3	8	12
Reduktionspotentiale	(1,0 %)	(6,5 %)	(28,6 %)	(7,1 %)

Bei **Möhren** (Wasch- und Bundmöhren) herrschte die niedrigste Intensität von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter den vier Gemüsekulturen vor. Die im Gegensatz zu den hier vorliegenden Daten auffällig hohen Behandlungsindices in der NEPTUN-Erhebung im Jahr 2009 sind nicht erklärbar (Roßberg, 2010). Herbizide wurden mit stark reduzierten Aufwandmengen appliziert. 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-Anwendungen, d. h. 83 % (2007), 86 % (2008), 90 % (2009) und 93 % (2010), 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, insektenfreiem Grün an den Handel zu liefern.

**Tab. 30: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Σ
<b>2007</b>				
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%) <sup>1</sup>	4 (19,0 %) <sup>1</sup>
<b>2008</b>				
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 %)
<b>2009</b>				
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 %)
<b>2010</b>				
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 %)

<sup>1</sup> Keine repräsentativen Werte

Die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf den **Spargelfeldern** unterschieden sich in den vier Jahren nur geringfügig, zwischen den 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 fünf Spargelbetrieben bewertet wurde, bedeuteten diese lediglich vier kritisierten Maßnahmen schon 19 %. Diese Zahl ist deshalb vorsichtig zu interpretieren. In den drei Folgejahren fanden 98 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen die Zustimmung der Experten. Die wenigen kritischen Kommentare betrafen Fungizidanwendungen.

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 Jahre 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 jedoch mehr kritische Anmerkungen, insbesondere zu den Herbizid- und Fungizidanwendungen, registriert. Dagegen entsprachen im Jahr 2010 nahezu alle Herbizid- und Fungizidmaßnahmen dem notwendigen Maß. Allerdings wurde im Jahr 2010 ein hoher Anteil der Insektizidanwendungen von den Experten kritisiert.

## 6.3 Obstbau

### 6.3.1 Datengrundlage

Tabelle 31 informiert über die Anzahl der Apfelanlagen und der ausgewerteten Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in Deutschland und in den drei Erhebungsregionen Norden, Mitte und Süden. Neben Insektiziden wurden auch Akarizide gegen die Obstbauspinnmilbe und die Rostmilbe angewendet. Diese wurden bei den statistischen Analysen nicht gesondert betrachtet, sondern zur Vereinfachung, wie auch die Verwirrungstechnik mit Pheromonen, den Insektiziden zugeordnet. Rodentizide wurden wegen ungenauer Datenlage nicht ausgewertet.

**Tab. 31: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Tafelapfel im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide)**

Anbaugebiet	2007	2008	2009	2010
DE	37 (1645)	53 (2091)	56 (2486)	56 (2855)
Norden	18 (796)	17 (698)	18 (776)	18 (716)
Mitte	7 (290)	21 (709)	23 (1003)	17 ( 478)
Süden	12 (559)	15 (684)	15 (707)	18 ( 670)

### 6.3.2 Behandlungsindices

Bei der Berechnung der Behandlungsindices im Obstbau sind zunächst drei 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 2010 in der Summe aller chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen Behandlungsindices von **33,3**, **29,9**, **33,8** und **33,2** berechnet. Im Jahr 2007 erfolgte im Ap-

felanbau auch eine NEPTUN-Aufnahme (Roßberg, 2008). Der dort ermittelte Gesamtbehandlungsindex von 29,9 (ohne Wachstumsregler) korrespondiert gut mit dem Mittelwert der Vergleichsbetriebe im Jahr 2007. Im Vergleich zum ersten Jahresbericht 2007 zeigt die Tabelle 32 in allen Pflanzenschutzmittel-Kategorien etwas abweichende Werte für 2007, die sich aus Präzisierungen der Berechnungsgrundlagen ergaben, z. B. genauere Einbeziehung der Kronenhöhe.

**Tab. 32: Behandlungsindices im Tafelapfel in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (Standardabweichungen)**

Region	2007	2008	2009	2010	2007-2010
<b>Anzahl Anlagen</b>					$\Sigma$
DE	37	53	56	59	205
Norden	18	17	18	18	71
Mitte	7	21	23	23	74
Süden	12	15	15	18	60
<b>Herbizide</b>					$\bar{x}$
DE	1,0 (0,9)	0,6 (0,8)	0,9 (0,6)	0,7 (0,5)	0,8 (0,7)
Norden	0,8 (0,5)	0,7 (0,4)	0,9 (0,9)	0,6 (0,4)	0,7 (0,5)
Mitte	0,6 (1,2)	0,3 (0,5)	1,0 (0,4)	1,0 (0,5)	0,8 (0,6)
Süden	1,6 (1,0)	1,1 (1,1)	0,7 (0,4)	0,6 (0,6)	0,9 (0,9)
<b>Fungizide</b>					$\bar{x}$
DE	24,4 (6,2)	22,6 (7,7)	26,0 (5,9)	26,3 (6,6)	24,9 (6,8)
Norden	26,4 (3,9)	24,6 (6,0)	26,3 (7,0)	28,3 (6,1)	26,3 (5,9)
Mitte	24,7 (5,1)	19,6 (8,8)	26,9 (4,5)	25,2 (5,0)	24,1 (6,4)
Süden	21,1 (8,3)	24,5 (6,9)	24,4 (6,4)	25,8 (8,7)	24,1 (7,7)
<b>Insektizide/Akarizide<sup>1</sup></b>					$\bar{x}$
DE	7,7 (2,9)	6,3 (3,4)	6,7 (3,4)	6,0 (2,3)	6,6 (3,1)
Norden	7,1 (1,9)	6,4 (1,9)	4,7 (1,0)	3,9 (1,5)	5,5 (2,0)
Mitte	8,9 (5,7)	6,4 (4,9)	8,2 (4,5)	6,8 (2,1)	7,3 (4,2)
Süden	7,9 (1,6)	6,0 (1,7)	6,7 (1,8)	7,0 (2,0)	6,9 (1,9)
<b>Wachstumsregler</b>					$\bar{x}$
DE	0,2 (0,5)	0,3 (0,6)	0,2 (0,4)	0,1 (0,4)	0,2 (0,5)
Norden	0,2 (0,4)	0,7 (0,9)	0,3 (0,4)	- (-)	0,3 (0,6)
Mitte	0,0 (0,0)	0,2 (0,3)	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)	0,4 (0,6)
<b>Gesamt</b>					$\bar{x}$
DE	33,3 (6,8)	29,9 (10,2)	33,8 (7,7)	33,2 (8,0)	32,5 (8,5)
Norden	34,5 (4,8)	32,3 (6,7)	32,1 (7,0)	32,8 (6,8)	32,9 (6,3)
Mitte	34,2 (6,8)	26,5 (12,6)	36,2 (8,0)	33,1 (6,1)	32,3 (9,6)
Süden	31,1 (9,1)	31,8 (8,9)	32,3 (7,3)	33,7 (11,2)	32,3 (9,2)

<sup>1</sup> einschließlich Pheromone

Herbizidanwendungen fanden ganzflächig (ca. 25 % aller Herbizidanwendungen), nur in den Baumstreifen (ca. 75 %) oder in einigen Fällen auch gar nicht statt. Somit spiegeln die in Tabelle 32 aufgeführten Behandlungsindices sowohl die Anzahl der Herbizidmaßnahmen als auch die Dosierung und die real behandelte Fläche im Vergleich zur Gesamtfläche der Anlage wider. Wachstumsregler wurden 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) am höchsten (NEPTUN 2007: 21,8). Die Intensitäten der Fungizidanwendungen streuten zwischen den Betrieben erheblich. Der Unterschied zwischen den Großregionen – die höchsten Behandlungsindices waren immer im Norden - hielt sich jedoch in Grenzen.

Bei der Betrachtung der Behandlungsindices für Insektizide/Akarizide in den drei Jahren (BI (DE gesamt): 7,7, 6,3, 6,7 und 6,0) 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.

### 6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Betriebe wendeten die Herbizide in den Apfelanlagen, wie schon erwähnt, entweder ganzflächig oder nur in den Baumstreifen, d. h. auf ca. ein Drittel der Anlagenfläche, an. Auf den Applikationsflächen wurde mit ca. um ein Drittel reduzierten Aufwandmengen bearbeitet (Tabelle 33). Bei den Fungiziden wurde die Dosierung kaum reduziert, im Durchschnitt lag die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge bei knapp unter 90 %. Dagegen wurden Insektizide in größerem Maße mit reduzierten Aufwandmengen appliziert, im Durchschnitt um 30 %. Hierbei wurden die Pheromonanwendungen, bei denen die vorgeschlagenen Anzahl Dispenser pro ha selten reduziert wurde, nicht berücksichtigt. Die wenigen Wachstumsregleranwendungen erfolgten mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

**Tab. 33: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010**

Kategorie	2007	2008	2009	2010
Herbizide	86%	68%	69%	68%
Fungizide	88%	90%	88%	88%
Insektizide	63%	67%	73%	74%
Pheromone	52%	80%	100%	100%
Akarizide	98%	90%	85%	86%
Wachstumsregler	50%	70%	62%	61%

### 6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Tabelle 34 zeigt die Ergebnisse der Bewertungen in den Jahren 2007 bis 2010. Dabei fällt auf, dass in den vier Jahren ein sehr hoher Anteil der Maßnahmen als notwendiges Maß eingestuft wurde. Die Fälle mit kritischen Kommentaren im Hinblick auf das notwendige Maß lagen nur bei 5,5 % (2007), 5,4 % (2008), 8,3 % und 4,7 %. Die Zahlen belegen, dass die Apfelbaubetriebe, die in der Regel nach Richtlinien der kontrollierten-integrierten Produktion arbeiten, die Pflanzenschutzmaßnahmen gezielt und maßvoll durchführten. Diese Einschätzung betraf alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien.

**Tab. 34: Bewertung der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 durch Experten der Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf das notwendige Maß**

	Herbizide	Fungizide	Insektizide/ Akarizide <sup>1</sup>	Wachstums- regler	Σ
<b>2007</b>					
Anzahl Behandlungen	91	1079	454	21	1645
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 %)
<b>2008</b>					
Anzahl Behandlungen	107	1427	511	46	2091
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 %)
<b>2009</b>					
Anzahl Behandlungen	187	1741	532	26	2486
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 %)
<b>2010</b>					
Anzahl Behandlungen	194	1886	420	19	2519
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	118 (4,7 %)

<sup>1</sup> einschließlich Pheromone

Die relativ geringe, 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 2010 gebietsweise unterschiedlich stark auftrat. Apfelschorf wurde in den Jahren 2007 bis 2010 828 mal, 953 mal, 1218 mal und 1200 mal als Indikation genannt. Die allgemein hohen Fungizidanwendungen erklären sich auch aus der Minderwirkung einiger Fungizide. Aufgrund der verstärkten Resistenzbildung bei Anilinopyrimidinen und Azolen wurden verstärkt protektive Fungizide angewendet. Diese vorbeugende Strategie erforderte in einigen Regionen nach mehrmaligen Starkniederschlägen umgehende Wiederholungsbehandlungen. Regional, vor allem in stärker kontinental geprägten Anbaugebieten Ostdeutschlands, entwickelte sich der Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) zum Problemschadpilz, worauf die Betriebe u. a. mit erhöhter Anwendung von Netzschwefel-Präparaten reagierten. Apfelmehltau wurde immerhin 364 mal (2007), 365 mal (2008), 541 mal (2009) und 342 mal (2010) 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 Jahre 2009.

Insektizide wurden in den Apfelanlagen besonders häufig gegen den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) angewendet, er wurde 282 mal (2007), 286 mal (2008), 257 mal (2009) und 240 mal (2010) als Indikation genannt. Bemerkenswert waren die oft deutlich reduzierten Aufwandmengen der Insektizide, die jedoch vor allem im Zusammenhang mit der Anwendung von Granulosevirus-Präparaten standen. Diese machten 36 % aller Maßnahmen der Kategorie Insektizide/Akarizide aus. 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, die nur in einigen wenigen Fällen kritische Einwände im Hinblick auf das notwendige Maß formulieren.

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 noch je nach Tankmischung und bei Einzelanwendung unterschiedlich hohe Überfahrtskosten anfallen, erhöht sich der Aufwand pro ha noch, 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 2010 neun Betriebe mit 23, 27, 24 bzw. 27 Anlagen bzw. Bewirtschaftungseinheiten zur Verfügung. Diese relativ geringe Grundgesamtheit erlaubt angesichts der Unterschiedlichkeit der Weinanbaugebiete in Deutschland nur begrenzte Aussagen. Tabelle 35 veranschaulicht die Datengrundlage im Weinbau.

**Tab. 35: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide)**

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

<sup>1</sup> 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 2010 für alle chemischen und biologischen/biotechnischen Pflanzenschutzmaßnahmen bei **15,3**, **16,5**, **17,8** und **14,8** (Tabelle 36). 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 vier Jahren. Bei den Herbiziden ergaben sich die niedrigen Behandlungsindices im Weinbau aus oftmals nur einer Maßnahme mit reduzierten Aufwandmengen und gleichzeitig Teilflächenbehandlungen in den Bestandesreihen. Die Anwendung von Insektiziden und Wachstumsreglern erfolgte nicht auf allen Flächen und war insgesamt gering. Dies hing unter anderem damit zusammen, dass Wachstumsregler nur bei bestimmten Sorten angewendet werden dürfen und bei den Insektiziden ein hoher Anteil der Maßnahmen durch die Verwirrungsmethode mit Pheromonen erfolgte.

**Tab. 36: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (Standardabweichungen)**

	2007	2008	2009	2010	2007 - 2010
Anzahl Anlagen	23	27	24	27	101
Herbizide	0,3 (0,3)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)
Fungizide	14,0 (3,6)	14,9 (3,5)	16,0 (2,4)	13,5 (3,0)	14,5 (3,3)
Insektizide/ Akarizide <sup>1</sup>	1,0 (0,8)	1,2 (0,6)	1,4 (0,8)	1,1 (0,5)	1,2 (0,7)
Wachstumsregler	0,1 (0,2)	0,2 (0,4)	0,1 (0,3)	- (-)	0,1 (0,3)
Gesamt	15,3 (4,2)	16,5 (3,9)	17,8 (3,0)	14,8 (3,4)	16,0 (3,8)

<sup>1</sup> einschließlich Pheromone

### 6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Bei den relativ wenigen Herbizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben wurde fast immer mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet (Tabelle 37), wobei sich die Anwendungen grundsätzlich auf die Unterstockstreifen konzentrierten. Im Vergleich zur Situation im Apfelanbau wurden die Fungizidaufwandmengen etwas mehr, jedoch absolut gesehen mit einer Ausschöpfung der zugelassenen Dosis von 77 % bis 90 % 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 13 bis 29% reduziert. Bei einer besonderen Betrachtung der Pheromonanwendung zeigte sich, dass die Dispenser in der Regel nach den Vorgaben der Zulassung ausgebracht wurden.

**Tab. 37: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010**

Kategorie	2007	2008	2009	2010
Herbizide	100 %	100 %	100 %	100 %
Fungizide	85 %	90 %	84 %	77 %
Insektizide	98 %	94 %	81 %	81 %
Pheromone	100 %	100 %	100 %	100 %
Akarizide	71 %	81 %	87 %	85 %
Wachstumsregler	100 %	94 %	100 %	-

### 6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

In Tabelle 38 wurden die Bewertungen für alle Pflanzenschutzmittel-Kategorien zusammengefasst. Bei fast allen Bewertungen bestätigten die Spezialisten die Korrektheit der Pflanzenschutzmaßnahmen und die Einhaltung des notwendigen Maßes. Im Jahre 2007 ist der extrem hohe Anteil von Positivbewertungen auf die geringe Anzahl Bewertungen insgesamt zurückzuführen, die sich auf die positiven Bewertungen konzentrierten.

**Tab. 38: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2010**

	2007	2008	2009	2010
Anzahl Behandlungen	457	526	548	560
Anzahl Bewertungen	188	484	533	559
notwendiges Maß	187	462	524	545
Bewertung fehlt	269	42	15	1
kritische Kommentare mit Hinweisen auf	1	22	9	14
Reduktionspotentiale	0,5 %	4,5 %	1,7 %	2,5 %

Die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen wurde von den Pflanzenschutzdiensten zum Teil sehr genau erläutert. Das galt ganz besonders für die Bekämpfung des Echten Mehltaus der Rebe (*Uncinula necator*) (196, 222, 233 und 237 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2010) und der Reben-Peronospora (*Plasmopara viticola*) (143, 157, 158 und 306 Anwendungen). Weitere wichtige Indikationen waren die Graufäule (*Botrytis cinerea*) (35, 26, 26 und 29 Anwendungen) und Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*) (26, 24, 18 und 31 Anwendungen).

Im Jahr 2003 erfolgte im Weinbau eine NEPTUN-Analyse (Roßberg, 2004), so dass es sich anbot, die Ergebnisse dieser Erhebung mit den Zahlen der Vergleichsbetriebe zu vergleichen. Die Abweichungen sind moderat. Die mittleren Behandlungsindices für Fungizide von 14,0, 14,9, 16,0 und 13,5 (2007 - 2010) lagen etwas höher als jener der NEPTUN-Analyse im Jahr 2003 (12,4). Allerdings waren ein direkter Jahresvergleich nicht möglich und die Stichproben der Vergleichsbetriebe im Weinbau sehr gering.

## 6.5 Hopfenbau

### 6.5.1 Datengrundlage

In den ersten drei Jahren des Netzes Vergleichsbetriebe standen lediglich zwei (2007) bzw. drei (2008 bis 2010) Betriebe mit insgesamt sechs, 17, 14 bzw. 10 Anlagen als Datenbasis für die Analyse der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen zur Verfügung (Tabelle 39). Diese Datenbasis entspricht nicht den Zielvorstellungen für eine repräsentative Auswertung des Hopfenanbaues in Deutschland und ist somit für Verallgemeinerungen unzureichend.

**Tab. 39: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittel-Anwendungen) in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Anbaugebieten und in Deutschland (DE) in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide)**

Anbaugebiet <sup>1</sup>	2007	2008	2009	2010
DE	6 (78)	17 (210)	14 (167)	10 (114)
2	3 (34)	3 (33)	3 (26)	3 (34)
3	3 (44)	3 (36)	3 (36)	3 (45)
4	0 (0)	11 (141)	8 (105)	4 (35)

<sup>1</sup> nach eigener Festlegung, siehe Tabelle 5

## 6.5.2 Behandlungsindices

Mit einem Behandlungsindex von **12,8, 8,7, 10,1** und **9,4** zählte Hopfen weit hinter Apfel und Wein noch zu den pflanzenschutzintensiven Kulturen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007 bis 2010. Im Mittelpunkt stand die Anwendung von Fungiziden mit Behandlungsindices von 8,0, 5,7, 5,5 und 6,4 sowie Insektiziden (einschließlich Akariziden) mit einem Behandlungsindex von 4,6, 2,9, 3,7 bzw. 2,4 (Tabelle 40). Herbizide wurden nicht in allen Anlagen angewendet.

**Tab. 40: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)**

	2007	2008	2009	2010	2007 - 2010
Anzahl Anlagen	6	17	14	10	47
Herbizide	0,2 (0,2)	0,1 (0,1)	0,9 (0,7)	0,6 (0,5)	0,4 (0,6)
Fungizide	8,0 (1,2)	5,7 (1,5)	5,5 (0,9)	6,4 (2,7)	6,1 (1,8)
Insektizide/Akarizide	4,6 (0,5)	2,9 (1,0)	3,7 (0,7)	2,4 (0,7)	3,3 (1,1)
Gesamt	12,8 (1,0)	8,7 (2,5)	10,1 (1,3)	9,4 (3,1)	9,8 (2,5)

## 6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Wie schon erwähnt, wurden Herbizide nicht in allen Anlagen verwendet, und wenn, dann mit deutlich reduzierten Aufwandmengen. Die anderen Pflanzenschutzmittel wurden in den Hopfenanlagen zumeist mit den zugelassenen bzw. leicht reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tabelle 41).

**Tab. 41: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2010**

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

## 6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen

Nahezu alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen wurden von den beteiligten Experten der Landespflanzenschutzdienste bewertet. Die nachfolgenden Zahlen in Tabelle 42 dokumentieren die Ergebnisse der Bewertungen.

Die Experten bewerteten alle Pflanzenschutzmittel-Anwendungen (2007) bzw. 97 % (2008), 99 % (2009) und 83 % (2010) aller Maßnahmen als notwendiges Maß, wobei sich die zahlreicheren kritischen Kommentare im Jahr 2010 wie in den Vorjahren auf die Anwendung der Akarizide konzentrierten. Die gezielten Maßnahmen richteten sich gegen den Falschen Mehltau des Hopfens (*Pseudoperonospora humuli*) (38, 115, 26 bzw. 55 Anwendungen in den Jahren 2007 bis 2010), die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) (12, 20, 26 bzw. 13 Anwendungen), den Echten Mehltau des Hopfens (*Spaerotheca humuli*) (11, 32, 32 bzw. 29 Anwendungen) und die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) (9, 20, 17 bzw. 10 Anwendungen).

**Tab. 42: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2010**

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

## 7. Methodische Ansätze zur Ableitung des notwendigen Maßes

Ziel des Netzes Vergleichsbetriebe 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** (siehe Definition S. 4) bei der Anwendung von Herbiziden, Fungiziden, Insektiziden oder Wachstumsreglern ist eine dynamische Größe. Es hängt von vielen Faktoren ab und kann sich selbst innerhalb einer Region von Feld zu Feld bzw. von Jahr zu Jahr unterscheiden. 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

Bei Reduktionspotentialen von 9 % (2007), 10 % (2008), 8 % (2009) und 11 % (2010)

**Korridore des notwendigen Maßes:**

2007: **1,0 – 2,3**

2008: **1,5 – 2,9**

2009: **1,4 – 2,5.**

2010: **1,2 – 2,2.**

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

An dieser Stelle 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 auch dem notwendigen Maß entsprechen. Dies zeigen auch einige positive Einzelbewertungen bei Behandlungsindices oberhalb dieser Korridore der Standardabweichung durch die Experten der Länder.

## 8. Zusammenfassung

Das Netz von Vergleichsbetrieben ist ein gemeinsames Projekt des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), 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 2010 wurden insgesamt 35.000 Datensätze zusammengetragen und ausgewertet. Im Ackerbau wurden z. B. im Jahr 2010 die Pflanzenschutzmaßnahmen in 86 Betrieben mit insgesamt 766 Feldern (vorrangig Winterweizen, Wintergerste, Winterraps) analysiert - im Freilandgemüsebau in 20 Betrieben mit 53 Feldern (Weißkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln), im Obstbau (Tafelapfel) in 20 Betrieben mit 59 Anlagen und im Weinbau in 9 Betrieben mit 27 Bewirtschaftungseinheiten. Außerdem wurden noch die Pflanzenschutzmaßnahmen in zwei Hopfenanbau-Betrieben mit insgesamt 10 (2010) Anlagen ausgewertet. 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 2010 folgende mittlere BI berechnet: Winterweizen - 1,9, 2,0, 1,8, 1,8 (Herbizide), 1,9, 2,2, 2,0, 1,9 (Fungizide), 1,2, 1,0, 1,0, 0,8 (Insektizide) und 0,8, 1,1, 0,9, 0,9 (Wachstumsregler), Wintergerste - 1,5, 1,7, 1,6, 1,7 (Herbizide), 1,1, 1,3, 1,3, 1,3 (Fungizide), 0,9, 0,7, 0,3, 0,3 (Insektizide) und 0,6, 0,8, 0,8, 0,8 (Wachstumsregler), Winterraps - 1,6, 1,8, 1,7, 1,6 (Herbizide), 0,5, 0,8, 0,9, 0,9 (Fungizide in der Blüte), 1,0, 1,1, 1,1, 1,0 (Wachstumsregler/Fungizide bis Blüte) und 2,3, 2,3, 2,8, 2,8 (Insektizide).

Die Unterschiede zwischen den Jahren erwiesen sich als moderat und selten signifikant. Trends waren nicht zu erkennen. 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. im Winterweizen im Mittel der vier Jahre um 32 %, 42 % bzw. 55 %. Bei Insektiziden wurde die maximal mögliche Aufwandmenge selten reduziert. Echte Teilflächenapplikationen machten im Ackerbau nur ca. 2 % 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 Pflanzenschutzmittel-Anwendungen bestimmten und die Maßnahmen überwiegend gezielt und maßvoll erfolgten. Der Anteil der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lagen im Durchschnitt der vier Jahre bei 88 % in Winterweizen, bei 89 % in Wintergerste, bei 86 % in Winterraps, bei 89 % im Freilandgemüsebau, bei 94 % im Obstbau (Tafelapfel), bei 98 % im Weinbau und bei 98 % im Hopfenbau. Einsparungspotentiale zeigten sich zum Beispiel bei Insektizidanwendungen in den drei Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps.

Einflussfaktoren auf die BI wurden insbesondere für die Ackerbaukulturen analysiert: Schlaggröße und Betriebsgröße, Ackerzahl, Ertrag, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Aussattermin, Resistenzeigenschaften der Sorte, benutzte Entscheidungshilfen. Außerdem wurden die Kosten der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen ermittelt.

Die Ergebnisse aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz liefern wichtige Schlussfolgerungen für die Beratung zum integrierten Pflanzenschutz.

## 9. 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 2010, 35,000 data sets were analyzed. Pesticide treatments analyzed in 2010 included those in 766 fields on 86 arable cropping farms (mainly winter wheat, winter barley and winter oilseed rape), 53 fields on 20 vegetable producing farms (cabbage, carrots, asparagus or onion), 59 apple orchards on 20 fruit farms, 27 vineyards on 9 viticulture farms, and 10 hop yards on 3 hop farms. All data and assessments were checked for plausibility and entered in an Oracle database.

Mean TFI scores calculated for 2007 to 2010, respectively:

Winter wheat. Herbicides: 1.9, 2.0, 1.8, 1.8; Fungicides: 1.9, 2.2, 2.0, 1.9, Insecticides: 1.2, 1.0, 1.0, 0.8; Growth regulators: 0.8, 1.1, 0.9, 0.9.

Winter barley. Herbicides: 1.5, 1.7, 1.6, 1.7; Fungicides: 1.1, 1.3, 1.3, 1.3; Insecticides: 0.9, 0.7, 0.3, 0.3; Growth regulators: 0.6, 0.8, 0.8, 0.8.

Winter oilseed rape. Herbicides: 1.6, 1.8, 1.7, 1.6; Fungicides/ growth regulators up to flowering: 1.0, 1.1, 1.1, 1.0; Fungicides during flowering: 0.5, 0.8, 0.9, 0.9; Insecticides: 2.3, 2.3, 2.8, 2.8.

No tendencies were observed during the four years. The differences between the mean TFI scores between the years were relatively low and mostly not significant. However, 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. In winter wheat, doses were reduced by 32% (herbicides), 42% (fungicides) and 55% (growth regulators), calculated as the mean across all four years. In contrast, insecticides were used at the full authorized dose. Only about 2% of all treatment measures in arable cropping were partial field treatments.

Our analysis of evaluations 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 88% in winter wheat, 89% in winter barley, 86% in winter oilseed rape, 89% in field vegetables, 94% in apples, 98% in viticulture, and 98% in hops (means of the four years). The results showed 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 calculated.

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

## 10. Danksagung

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

## 11. Literaturverzeichnis

- Anonymus, 2008: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-32.
- Anonymus, 2011: Arbeitstagung Projektgruppe Raps der DPG. 22.02.-23.02.11, Braunschweig.
- 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.
- 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.
- 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.: 2011: 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.; 2009: NEPTUN 2007 – Obstbau. Berichte JKI 147, 1-71.
- Roßberg, D., 2010: NEPTUN 2009 – Gemüsebau. Berichte JKI 153, 1-72.
- 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.
- Roßberg, D., 2010: Neptun 2009 – Zuckerrübe. Berichte JKI 152, 1-45.
- 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.
- 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:	1005	Jahr:	2008
Bundesland:	NN	Betriebs Nr.:	08A05NN1
Ansprechpartner Land	Herr Mustermann		
Adresse:	Musterstr. 12, Musterhausen		
Telefonnummer:	000/000000		
email:			
Gesamtgröße der bewirtschafteten Fläche des Betriebes:	234 ha		
Teilnahme an regionalen Programmen, z. B. Vertragsanbau:	kein		
Informationen zur Vermarktung der Hauptkulturen:	Keine besondere Vermarktung		

## Anlage 2: Schlagkartei Winterweizen (Beispiel)

Schlagkartei Ackerbau										
ERA	1005	Schlagname	Muster-schlag	Kultur	WW	Aussaatdatum	10.10.07	Erntejahr	2008	
Land	NN	Schlagfläche (ha)	52,3	Vorfrucht	Winterraps	Sorte	Dekan	Ertrag [dt/ha]*	94	
Betriebs-Nr.	08A05NN1	Ackerzahl	70	Zwischenfrucht	-	Beizmittel	EFA	Betriebsfläche Kultur (ha)	156,4	
Schlag-Nr.	08A05NNWW11	Bodenbearbeitung								
		gepflügt								
Maßnahme Landwirt										
Schadorganismus	BBCH	Datum	PSM	TM/ EM *1	Aufwand-menge	l/ha, kg/ha	behandelte Fläche (ha)	Entscheidungs- grundlage*2	Bemer- kung Landwirt	sonstige Bemerkungen
Unkräuter	0	28.08.	Roundup UltraMax	EM	1,50	l/ha	52,3	Vorsaat-behandlung		notwendiges Maß
Unkräuter	11	21.10.	Herold	TM	0,20	kg/ha	52,3	Erfahrungswert		notwendiges Maß
Unkräuter	11	21.10.	Cadou	TM	0,07	kg/ha	52,3	Erfahrungswert		notwendiges Maß
Mehltau	30	29.03.	Flexity	TM	0,25	l/ha	52,3	Erfahrungswert		Maßnahme zu früh
Halmbruchkrankheit	30	29.03.	Input	TM	0,40	l/ha	52,3	Warndienst		notwendiges Maß
Unkräuter	30	29.03.	Primus	TM	0,07	l/ha	52,3	Bonitur		notwendiges Maß
Standfestigkeit	30	29.03.	CCC 720	TM	1,50	l/ha	52,3	sortenangepasst		notwendiges Maß
Blattkrankheiten	47	13.05.	Input	EM	0,5	l/ha	52,3	Bonitur, Warndienst		notwendiges Maß
Blatt- und Ährenkrankheiten	65	1.06.	Input	EM	0,45	l/ha	52,3	Bonitur, Warndienst		Mittelwahl nicht optimal und zu stark reduziert
Braunrost	69	18.06.	Folicur	TM	0,60	l/ha	52,3	Bonitur, Warndienst		notwendiges Maß
Blattläuse	69	18.06.	Primor Granulat	TM	0,30	kg/ha	52,3	vorbeugend		unnötige Maßnahme

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

\*1 TM= Tankmischung/ EM=Einzelmaßnahme;

\*2 z.B. Befallseinschätzung, Bonitur, Warndienstmeldung, Prognosemodell (z. B. proPlant, ISIP), 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 150, 2009: NEPTUN 2008 – Hopfen.  
Dr. Dietmar Roßberg, 17 S.
- Heft 145, 2008: NEPTUN 2007 – Zuckerrüben.  
Dr. Dietmar Roßberg, Dr. Erwin Ladewig, Dr. Pavel Lukashyk, 44 S.
- Heft 146, 2009: Chronik zum 75jährigen Jubiläum des Instituts für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland.  
Dr. Bärbel Schöber-Butin, 47 S.
- Heft 147, 2009: NEPTUN 2007 – Obstbau.  
Dr. 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 Prof. Dr. Bernd Freier, Dr. Bernhard Pallutt, Dr. Marga Jahn, Jörg Sellmann,  
Dr. Volkmar Gutsche, Dr. Wolfgang Zornbach, Dr. Eckard Moll, 64 S.
- Heft 150, 2009: NEPTUN 2008 – Hopfen.  
Dr. Dietmar Roßberg, 17 S.
- Heft 151, 2010: NEPTUN 2009 – Weinbau.  
Dr. Dietmar Roßberg, 19 S.
- Heft 152, 2010: NEPTUN 2009 – Zuckerrübe.  
Dietmar Roßberg, Eike-Hennig Vasel, Erwin Ladewig, 45 S.
- Heft 153, 2010: NEPTUN 2009 – Gemüsebau.  
Dietmar Roßberg, 72 S.
- Heft 154, 2010: Bewertung der Resistenz von Getreidesortimenten : Planung und Auswertung der Versuche mit  
Hilfe der SAS-Anwendung RESI 2 ; Assessment of resistance in cereal cultivars, Design and analysis  
of experiments using the SAS-application RESI 2.  
Eckard Moll, Kerstin Flath and Ines Tessenow, 109 S.
- Heft 155, 2010: Biofumigation als Pflanzenschutzverfahren: Chancen und Grenzen Beiträge des Fachgesprächs  
vom 5. Mai 2010 in Bonn-Roleber / Biofumigation for plant disease control: chances and limitations  
Proceedings of the workshop held on May 5th, 2010 in Bonn-Roleber. Bearbeitet von /  
Compiled by: Johannes Hallmann, Johannes Keßler, Rita Grosch, Michaela Schlathölter, Florian Rau,  
Wolfgang Schütze, Matthias Daub, 102 S.
- Heft 156, 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2009 / Network of Reference Farms for  
Plant Protection - Annual Report 2009, Analysis of Results 2007 – 2009. Bearbeitet von /  
Compiled by: Bernd Freier, Jörg Sellmann, Jürgen Schwarz, Marga Jahn, Eckard Moll,  
Volkmar Gutsche, Wolfgang Zornbach.  
Unter Mitwirkung von / In collaboration with: Anita Herzer, Merle Sellenriek, Rene Brand, Benita  
Burghardt, Christiane Seidel, Florian Kluge, Ute Müller, Christina Wagner, Christoph Hoffmann und  
der Pflanzenschutzdienste der Länder, 83 S.
- Heft 157, 2010: Drittes Nachwuchswissenschaftlerforum 2010; 23.-25. November in Quedlinburg - Abstracts -
- Heft 158, 2010: 14. Fachgespräch: „Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau - Probleme und Lösungsansätze“ ;  
Phosphonate, Berlin-Dahlem 09. November 2010.  
Stefan Kühne, Britta Friedrich, 35 S.
- Heft 159, 2011: Handbuch - Berechnung der Stickstoff-Bilanz für die Landwirtschaft in Deutschland,  
Jahre 1990 - 2008.  
Martin Bach, Frauke Godlinski, Jörg-Michael Greef, 35 S.
- Heft 160, 2011: Die Version 2 von FELD\_VA II und Bemerkungen zur Serienanalyse : Version 2 of FELD\_VA II and  
remarks on analysis of series of experiments.  
Eckard Moll, 35 S.

