

Bearbeitet von/ Compiled by:

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

Unter Mitwirkung von/ in collaboration with:

Anita Herzer¹, Birgit Schlage¹, Ute Müller-Ebendorf¹,
Andreas Schober¹

und der
Pflanzenschutzdienste der Länder

**Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz
Jahresbericht 2017
Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2017**

Network of reference farms for plant protection
Annual Report 2017
Analysis of Results of 2007 to 2017

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

¹Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

²Zentrale DV-Gruppe, Kleinmachnow



Berichte aus dem Julius Kühn-Institut

210

Kontaktadresse/ Contact

Silke Dachbrodt-Saaydeh

Julius Kühn-Institut (JKI) – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Institut für Strategien und Folgenabschätzung

Stahnsdorfer Damm 81

14532 Kleinmachnow

Telefon +49 (0) 033203 48-0

Telefax +49 (0) 033203 48-425

Wir unterstützen den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen.

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

Alle Ausgaben stehen kostenfrei im Internet zur Verfügung:

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

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

Herausgeber / Editor

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

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

ISSN 1866-590X

DOI 10.5073/20210309-134538



© Der Autor/ Die Autorin 2021.

Dieses Werk wird unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0) zur Verfügung gestellt (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).



© The Author(s) 2021.

This work is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).

This work is licensed under a Creative Commons – Attribution – ShareAlike – 4.0 license.

Danksagung

Das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz erhebt seit nunmehr 11 Jahren Daten und Informationen zur Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Diese Fülle an Informationen, Aus- und Bewertungen ist nahezu einmalig in Europa.

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

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	11
2	Der Indikator Behandlungsindex und das notwendige Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.....	11
3	Konzept	12
4	Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe	13
5	Anwendung der JKI-Schlagkartei, Aufbau einer Oracle-Datenbank und methodische Ansätze der Datenanalyse.....	17
6	Ergebnisse	20
6.1	Ackerbau.....	20
6.1.1	Datengrundlage	20
6.1.2	Behandlungsindices	22
6.1.2.1	Winterweizen.....	22
6.1.2.2	Wintergerste	28
6.1.2.3	Winterraps	34
6.1.2.4	Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	40
6.1.2.5	Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	43
6.1.2.6	Weitere Kulturen.....	47
6.1.3	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	50
6.1.4	Analyse der Teilflächenbehandlungen.....	50
6.1.5	Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex	51
6.1.5.1	Schlaggröße.....	51
6.1.5.2	Betriebsgröße.....	52
6.1.5.3	Ackerzahl.....	52
6.1.5.4	Ertrag.....	53
6.1.5.5	Vorfrucht.....	53
6.1.5.6	Bodenbearbeitung	55
6.1.5.7	Aussaattermin	56
6.1.5.8	Einfluss der Sorte	57
6.1.5.9	Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen	59
6.1.6	Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen	60
6.1.6.1	Winterweizen.....	60
6.1.6.2	Wintergerste	64

6.1.6.3	Winterraps	67
6.1.6.4	Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps	70
6.1.6.5	Weitere Kulturen.....	71
6.2	Freilandgemüsebau	74
6.2.1	Datengrundlage	74
6.2.2	Behandlungsindices	74
6.2.3	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	79
6.2.4	Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen	79
6.3	Obstbau	86
6.3.1	Datengrundlage	86
6.3.2	Behandlungsindices	86
6.3.3	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	90
6.3.4	Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen	90
6.4	Weinbau	94
6.4.1	Datengrundlage	94
6.4.2	Behandlungsindices	94
6.4.3	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	95
6.4.4	Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen	96
6.5	Hopfenbau	99
6.5.1	Datengrundlage	99
6.5.2	Behandlungsindices	99
6.5.3	Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen	100
6.5.4	Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen	100
7	Berechnung des Umweltrisikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben mittels SYNOPS	103
7.1	Methode	103
7.1.1	Datenbasis.....	103
7.1.2	Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung.....	104
7.1.3	Aggregation der Risikowerte je Applikationsmuster	106
7.1.4	Räumliche Aggregation der Risikowerte.....	107
7.2	Ergebnisse.....	107
7.2.1	Risikoindices für Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)	107
7.2.1.1	Akutes Risiko für aquatische Organismen	107
7.2.1.2	Chronisches Risiko für aquatische Organismen	108

Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden	111
7.2.2 Relative Risikotrends für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps.....	115
7.2.2.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen	116
7.2.2.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen	116
7.2.2.3 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden	117
7.2.3 Risikoindices für Tafelapfel und Wein	117
7.2.3.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen	117
7.2.3.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen	118
7.2.3.3 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden	122
7.2.4 Relative Risikotrends für Apfel und Wein	123
7.2.4.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen	123
7.2.4.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen	124
7.2.4.3 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden	124
7.3 Diskussion der Risikoanalyse	125
8 Zusammenfassung	127
9 Abstract	129
10 Literaturverzeichnis.....	131
11 Anlagen	134

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe in Deutschland im Jahr 2017 (links), die CEPI im Ackerbau (rechts)	14
Abb. 2: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017.....	26
Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Fungizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017.....	27
Abb. 4: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Fungizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017.....	32
Abb. 5: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017.....	33
Abb. 6: Anteil clomazonehaltiger (grau) und sonstiger Herbizide (farbig) an den Behandlungsindices im Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2012 bis 2017	35
Abb. 7: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017.....	38
Abb. 8: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017.....	39
Abb. 9: Behandlungsindices angegeben als Mittelwerte mit Standardabweichungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (unterschiedliche Balkenfarben von links nach rechts)	41
Abb. 10: Anteil Schläge mit Insektizidmaßnahmen im Herbst und Frühjahr/ Sommer im Winterraps in den Vergleichsbetrieben 2007 bis 2017	42
Abb. 11: Anteil Stoppel-/ Vorsaatbehandlungen, Vorerntebehandlungen und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	44
Abb. 12: Anteil Stoppel-/ Vorsaatbehandlungen, Vorerntebehandlungen und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindices der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	46
Abb. 13: Anteil Schläge mit resistenten, mäßig resistenten und anfälligen Sorten gegenüber den Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost und Ährenfusarium in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2017.....	58
Abb. 14: Anteil Schläge mit resistenten, mäßig resistenten und anfälligen Sorten gegenüber den Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Zwergrost und Rhynchosporium in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2017.....	59
Abb. 15: Box-Plots der berechneten akuten aquatischen Risikoindices der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.....	113
Abb. 16: Box-Plots der berechneten chronischen aquatischen Risikoindices der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90.	

Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.....	114
Abb. 17: Box-Plots der berechneten Risikoindices für Nichtzielarthropoden (NTA) der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.....	115
Abb. 18: Trend des Risikos basierend auf den 90. Perzentilen je Anbaukultur für aquatische Organismen chronisch (oben links), für aquatische Organismen akut (oben rechts) und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (unten) in Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)	116
Abb. 19: Box-Plots der berechneten akuten aquatischen Risikoindices der Kulturen Tafelapfel und Wein. Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.	120
Abb. 20: Box-Plots der berechneten chronischen aquatischen Risikoindices der Kulturen Tafelapfel und Wein.	121
Abb. 21: Box-Plots der berechneten Risikoindices für Nichtzielarthropoden (NTA) der Kulturen Tafelapfel und Wein.	122
Abb. 22: Trend des akuten (oben links) und chronischen (oben rechts) Risikos (90. Perzentile) für aquatische Organismen, und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (unten) im Apfelanbau und Weinbau	123

Tabellenverzeichnis:

Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau	15
Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau.....	16
Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel).....	16
Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau	17
Tab. 5: Vergleichsbetriebe im Hopfenbau.....	17
Tab. 6: Zuordnung der CEPI zu den Boden-Klima-Räumen im Ackerbau.....	18
Tab. 7: Zuordnung der Großregionen zu den Anbaugebieten Obstbau.....	18
Tab. 8: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Ackerbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen)	20
Tab. 9: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	22
Tab. 10: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen).....	24
Tab. 11: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)	25
Tab. 12: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	28
Tab. 13: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen).....	30
Tab. 14: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)	31
Tab. 15: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	34
Tab. 16: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide in der Blüte und Insektizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen).....	36
Tab. 17: Behandlungsindices für Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)	37
Tab. 18: Anzahl Schläge gepflügt/ pfluglos in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	45

Tab. 19: Anzahl der Schläge in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	47
Tab. 20: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen).....	48
Tab. 21: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)	49
Tab. 22: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	50
Tab. 23: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Anzahl Schläge, Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2017	54
Tab. 24: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex von Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps bei verschiedenen Vorfrüchten in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Anzahl Schläge (n), Mittelwerte (und Standardabweichungen) mit Angabe der Signifikanz für die Jahre 2007 bis 2017.....	56
Tab. 25: Einfluss des Aussattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017, Anzahl Schläge (n), Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)	57
Tab. 26: Einstufung der in den Vergleichsbetrieben angebauten Sorten mit breit wirksamer Resistenz gegen die Krankheiten Mehltau, Septoria-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium sowie der Resistenzmittelwert (RMW) nach Beschreibender Sortenliste 2017	58
Tab. 27: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	62
Tab. 28: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	65
Tab. 29: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	69
Tab. 30: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	72
Tab. 31: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen)	74
Tab. 32: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgut- bzw. Jungpflanzenbehandlungen) in Frischkohl in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	75
Tab. 33: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen) in Möhren in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	75

Tab. 34: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien ohne Rodentizide und Molluskizide) in Spargel in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	76
Tab. 35: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen) in Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	76
Tab. 36: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (einschl. Jungpflanzenbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)	77
Tab. 37: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgut-/ Jungpflanzenbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)	78
Tab. 38: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	79
Tab. 39: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Frischkohl in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	80
Tab. 40: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Bund- und Waschmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	82
Tab. 41: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	83
Tab. 42: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen ¹ (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide).....	86
Tab. 43: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide) im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	87
Tab. 44: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Wachstumsregler im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte und (Standardabweichungen)	88
Tab. 45: Behandlungsindices für Insektizide, Granuloseviren und Pheromone und Gesamt im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)	89
Tab. 46: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	90
Tab. 47: Bewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	91
Tab. 48: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten ¹ in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide)	94
Tab. 49: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide) im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	95
Tab. 50: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichung)	95

Tab. 51: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	96
Tab. 52: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017	96
Tab. 53: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Netz Vergleichsbetriebe im Hopfenbau in Deutschland (DE) und in den Anbaugebieten ¹ in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide)	99
Tab. 54: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide) im Hopfenbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017	99
Tab. 55: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)	100
Tab. 56: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.....	100
Tab. 57: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2017.....	101
Tab. 58: Risikoklassen der mit SYNOPS berechneten ETR-Werte	106
Tab. 59: 90. Perzentile des akuten aquatischen Risikos, des chronischen aquatischen Risikos und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA akut) basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, WR: Winterraps): mittleres Risiko - gelb, niedriges Risiko - hellgrün, sehr niedriges Risiko - dunkelgrün.....	109
Tab. 60: Anzahl der erfassten Applikationsmuster mit den Wirkstoffen Cypermethrin und alpha-Cypermethrin in den Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR).....	112
Tab. 61: 90. Perzentile des akuten und chronischen aquatischen Risikos und des akuten Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA akut) basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten: hohes Risiko – rot, mittleres Risiko - gelb, niedriges Risiko - hellgrün, sehr niedriges Risiko - dunkelgrün	119
Tab. 62: Wirkstoffanwendungen von Kupferoxychlorid und Kupferhydroxid im Obstanbau	124

Anlagenverzeichnis:

Anl. 1: Zuordnung der Boden-Klima-Räume zu den CEPI und Großregionen	134
Anl. 2: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler und Gesamt in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)	135
Anl. 3: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler und Gesamt in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)	136
Anl. 4: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler/Fungizide und Gesamt in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)	137
Anl. 5: Kriterien zur Bewertung des notwendigen Maßes	138
Anl. 6: Betriebsdatenblatt (Beispiel)	139
Anl. 7: Schlagkartei Wintergerste (Beispiel)	140

1 Einleitung

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

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

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

Bislang liegen zum Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz Jahresberichte für die Jahre 2007 bis 2016 vor (Freier et al., 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016; Dachbrodt-Saaydeh et al., 2018). Im vorliegenden Jahresbericht 2017 wurden die wesentlichen Ergebnisse der nunmehr 11-jährigen Datenerhebungen der Jahre 2007 bis 2017 dargelegt. Der Bericht informiert außerdem über Ergebnisse besonderer Analysen, die auf der Grundlage der 11-jährigen Daten durchgeführt wurden.

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

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

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

Bei der Berechnung des Behandlungsindexes ist zu beachten, dass die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels in der höchsten für das betreffende Anwendungsgebiet (Zielorganismus an der Kultur) zugelassenen Aufwandmenge mit 1,0 bewertet wird. Erfolgt eine Reduzierung der Aufwandmenge z. B. um die Hälfte, verringert sich der Behandlungsindex auf 0,5. Erfolgt die

Applikation nur auf einem Teil der betrachteten Fläche, z. B. auf 50 % der Fläche, verringert sich der Behandlungsindex ebenfalls auf 0,5. Entsprechend der Anzahl der Pflanzenschutzmittelanwendungen pro Anbaujahr werden die Werte addiert. Mittelt man diese Indices für eine gewählte Einheit (z. B. Deutschland, Erhebungsregion, Betrieb), lässt sich bei entsprechend hohen Stichprobenzahlen ein repräsentativer Behandlungsindex für diese Einheit berechnen.

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

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

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

3 Konzept

Das Ziel des Projektes Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz beinhaltet 2 Aspekte:

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

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

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

Bei der fachlichen Bewertung der Pflanzenschutzintensitäten geht es darum, jede einzelne Pflanzenschutzmaßnahme entsprechend der konkreten Situation im Hinblick auf das notwendige Maß einzuschätzen. Die mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder abgestimmten Bewertungskriterien finden sich in der Anl. 5.

Aus den Daten, den statistischen Analysen und den fachlichen Bewertungen zur Einhaltung des notwendigen Maßes kann retrospektiv die Größenordnung des notwendigen Maßes im jeweiligen Jahr abgeleitet und objektive Einflüsse (z. B. Witterung, Schaderregerauftreten, Kosten und Erlöse, Beratungsangebote) und subjektive Einflüsse (z. B. Kenntnisse, Risikoverhalten) auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen 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 im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz (nachfolgend „Vergleichsbetriebe“) erfolgen durch die Landeseinrichtungen des Pflanzenschutzes und das

Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow. Im Mittelpunkt stehen folgende Aufgaben:

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

Die teilnehmenden Betriebe und Pflanzenschutzdienste der Länder erhalten eine Aufwandsentschädigung. In folgenden Bereichen wurden Vergleichsbetriebe eingerichtet: Ackerbau (Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, teilweise auch andere Kulturen), Freilandgemüsebau (Frischkohl, Möhren, Spargel, Zwiebel), Obstbau (Tafelapfel), Weinbau und Hopfenbau.

4 Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe

Es wurden repräsentative Betriebe aller Produktionsrichtungen in einer möglichst gleichmäßigen Verteilung über Deutschland ausgewählt. Die bisherige Gebietsgliederung für den Ackerbau in Erhebungsregionen Ackerbau (ERA) und deren Zusammenfassung zu 4 Großregionen (Norden, Osten, Süden, Westen) in Anlehnung an Roßberg et al. (2007) wurde mit der Vegetationsperiode 2016/2017 durch die Cluster für die regionale Erhebung der Pflanzenschutzintensität (CEPI) im Ackerbau abgelöst (Dachbrodt-Saaydeh et al., 2019), Anl. 1. Hierzu erfolgte die Gruppierung der bestehenden Boden-Klima-Räume (BKR) ausschließlich anhand der Hauptfaktoren für die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Es wurde sichergestellt, dass in jedem Cluster eine ausreichend große Anzahl von Erhebungsbetrieben mit den Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps für die beabsichtigten statistischen Auswertungen zur Verfügung steht. Ferner wurde eine gleichmäßige Verteilung der Betriebe auf die Cluster erreicht.

In allen anderen Produktionsbereichen sollten alle wichtigen Anbaugebiete der betreffenden Kultur relativ repräsentativ vertreten sein. Abb. 1 (rechts) veranschaulicht die Cluster für die regionale Erhebung der Pflanzenschutzintensität (CEPI) im Ackerbau. Abb. 1 (links) veranschaulicht, ohne Angabe des genauen Standortes, die Verteilung aller Vergleichsbetriebe im Jahr 2017. Die Anl. 1 gibt einen Überblick über die Zuordnung der BKR zu den CEPI und Großregionen.

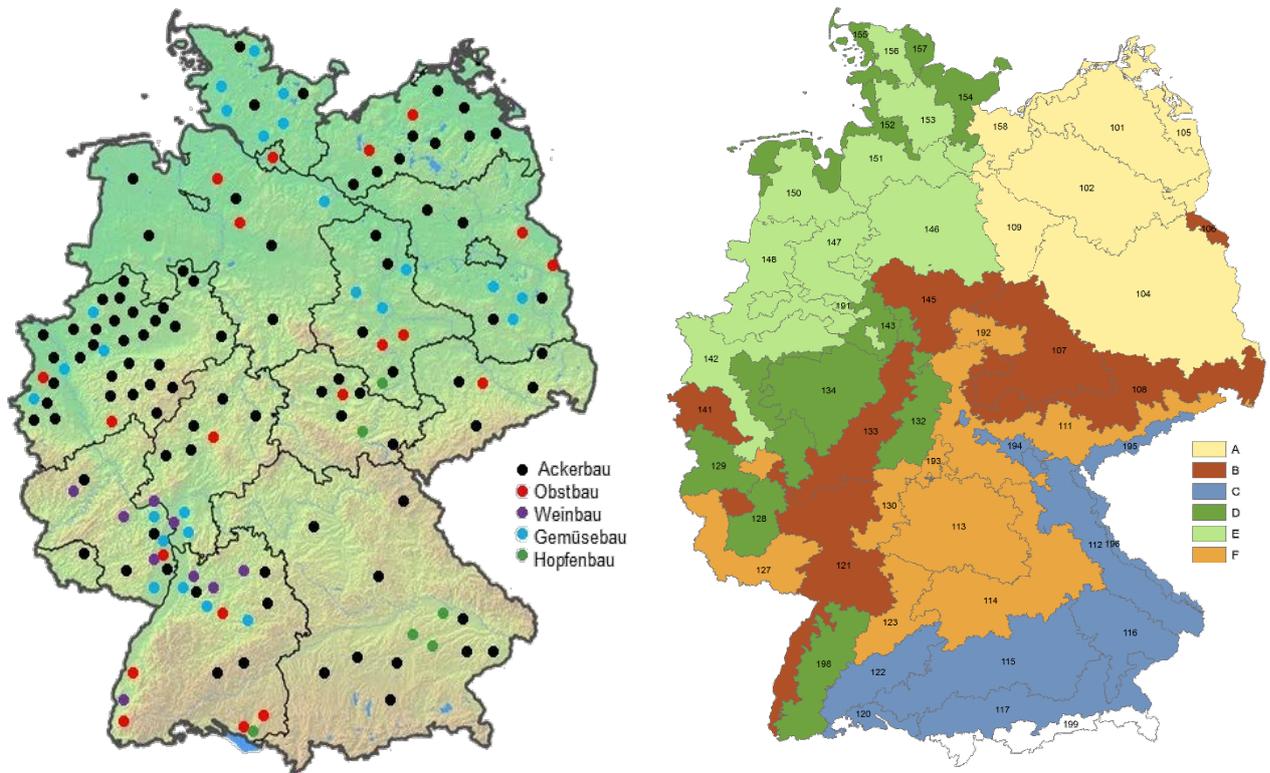


Abb. 1: Die Verteilung der Vergleichsbetriebe in Deutschland im Jahr 2017 (links), die CEPI im Ackerbau (rechts)

Die nachfolgenden Tab. 1 bis Tab. 5 informieren über die Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2017 in den Ländern.

Tab. 1: Vergleichsbetriebe im Ackerbau

Land	CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
		Anzahl Vergleichsbetriebe										
BB		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-
BW		3	5									
	B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	C	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	F	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
BY		-	-	-	10							
	C	-	-	-	7	7	7	7	7	7	7	7
	F	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3	3
HE		4	4	4	4	5						
	B	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
	D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MV		9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9
	A	9	9	9	9	9	9	9	9	8	9	9
NI		6	6	6	6	5	4	5	5	4	5	5
	B	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
	D	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
	E	4	4	4	4	3	2	3	3	3	4	4
NW		20	25	27	28	27	31	31	31	31	31	31
	B	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3
	D	9	12	12	10	10	11	10	11	11	10	9
	E	10	12	14	17	16	17	18	17	17	18	19
RP		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SH		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	D	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SL		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
	F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-
SN		4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	F	1	1	1	1	1	-	-	1	1	1	1
ST		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	A	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	B	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TH		4	4	5								
	B	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	F	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. 2: Vergleichsbetriebe im Freilandgemüsebau

Land	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl Vergleichsbetriebe											
Möhren (vorrangig Bundmöhren)											
BB	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
NI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NW	3	3	3	2	3	2	2	1	1	2	2
RP	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2
SH	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
Frischkohl (Weißkohl, Rotkohl, Spitzkohl, Wirsing)											
BW	-	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
NW	3	3	3	1	2	2	2	3	3	2	2
SH	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
Spargel											
BB	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
BW	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ST	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Zwiebeln											
HE	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1
ST	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Tab. 3: Vergleichsbetriebe im Obstbau (Tafelapfel)

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Anzahl Vergleichsbetriebe												
BB	Havel/ Spree/ Oder (08)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
BW	Bodensee/ Oberschwaben (01)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Rheingraben (02)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Neckar (03)	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HE	Südhessen (14)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HH	Niederelbe (06)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MV	Östliches Norddeutschland (07)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
NI	Niederelbe (06)	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
NW	Rheinland (11)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
RP	Rheinhessen/ Pfalz (04); Pfalz (04)	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
SN	Elbe/ Mulde (09)	-	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2
ST	Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TH	Mitteldeutsches Obstanbaugebiet (13)	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

¹ Anbaugebiete nach Roßberg (2009)

Tab. 4: Vergleichsbetriebe im Weinbau

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
		Anzahl Vergleichsbetriebe										
BW	Baden (02)	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
	Württemberg (13)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
HE	Rheingau (09)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
RP	Mosel (06)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nahe (07)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pfalz (08)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Rheinhessen (10)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

¹ Anbaugebiete nach Anonymus (1996)

Tab. 5: Vergleichsbetriebe im Hopfenbau

Land	Anbaugebiet (Nr.) ¹	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
		Anzahl Vergleichsbetriebe										
BW	Tettngau (02)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BY	Hallertau (05)	-	-	-	-	3	3	3	3	3	3	3
ST	Elbe-Saale (03)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TH	Elbe-Saale (04)	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

¹ Anbaugebiete nach eigener Festlegung

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

Die speziell für die Vergleichsbetriebe entwickelten Schlagkarteien (Anl. 6 und Anl. 7 zeigen Beispiele) wurden sowohl von den Bearbeitern der Länder als auch seitens des JKI auf Plausibilität geprüft und wenn nötig in Absprache mit den Ländern ergänzt bzw. korrigiert. Die laut Indikationszulassung maximal möglichen Aufwandmengen wurden für jede einzelne Maßnahme ergänzt.

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

Folgende Datenanalysen wurden durchgeführt:

a) Berechnung der Behandlungsindices in allen Kulturen

Die Behandlungsindices wurden für alle Pflanzenschutzmaßnahmen und Schläge und alle Pflanzenschutzmittelkategorien (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) berechnet und in unterschiedlichen Skalen zusammengefasst (Mittelwerte, Standardabweichungen). Die folgenden Übersichten geben einen Überblick über die regionale Zuordnung der Gebiete in denen sich Schläge des Netzes Vergleichsbetriebe befinden:

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

Im Ackerbau außerdem:

Cluster für die regionale Erhebung der Pflanzenschutzintensität im Ackerbau (alle Schläge in einem Cluster). Die Berechnungen erfolgten für die sechs Cluster: CEPI A, CEPI B, CEPI C, CEPI D, CEPI E, CEPI F (siehe Abb. 1, rechts, Anl. 1).

Tab. 6: Zuordnung der CEPI zu den Boden-Klima-Räumen im Ackerbau

CEPI	BKR
A	101, 102, 104, 105, 109, 158
B	106, 107, 108, 121, 133, 141, 145
C	112, 115, 116, 117, 120, 122, 194, 195, 196
D	128, 129, 132, 134, 143, 152, 154, 155, 157, 198
E	142, 146, 147, 148, 150, 151, 153, 156, 191
F	111, 113, 114, 123, 127, 130, 192, 193

Im Obstbau außerdem:

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

Tab. 7: Zuordnung der Großregionen zu den Anbaugebieten Obstbau

Großregion	Anbaugebiet
Norden	06, 07, 08
Mitte	09, 11, 13, 14
Süden	01, 02, 03, 04

Die Mittelwertberechnung erfolgte grundsätzlich über die Grundgesamtheit aller Maßnahmen in der Oracle-Datenbank. Da die Werte mit nur einer Kommastelle berechnet wurden, entstanden innerhalb der Tabellen zuweilen unerhebliche Abweichungen durch Rundungen. Geringfügige Abweichungen der Werte des vorliegenden Berichtes zu den Vorjahresberichten entstanden durch nachfolgende Fehlerbeseitigung.

b) Analyse der Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge in allen Kulturen

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

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

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

c) Analyse von Teilflächenbehandlungen im Ackerbau

d) Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex im Ackerbau

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

- Schlaggröße
- Betriebsgröße
- Ackerzahl

- Ertrag
 - Vorfrucht
 - Bodenbearbeitung
 - Aussattermin
 - Sorte
- e) Analyse der Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen in allen Kulturen durch die Pflanzenschutzdienste der Länder

Hinweise zu den statistischen Analysen:

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

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

6 Ergebnisse

6.1 Ackerbau

6.1.1 Datengrundlage

Wie aus der Die nachfolgenden Tab. 1 bis Tab. 5 informieren über die Anzahl und Verteilung der Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2017 in den Ländern.

Tab. 1 zu entnehmen ist, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz im Ackerbau in den Jahren 2007 bis 2017 66, 73, 76, 87, 86, 88, 89, 90, 88, 89 bzw. 90 Betriebe beteiligt. Die Anzahl der insgesamt ausgewerteten Schläge und Pflanzenschutzmittelanwendungen zeigt Tab. 8. Für die CEPI C und F (Großregion Süden) ist zu beachten, dass vor 2010 nur aus einem Teil der zu diesen Clustern gehörenden Erhebungsregionen Daten vorlagen.

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

Tab. 8: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Ackerbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen)

Jahr	CEPI	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
2007	DE	179 (1671)	110 (749)	137 (1031)	84 (731)
	A	41 (400)	26 (184)	42 (390)	7 (58)
	B	51 (449)	23 (132)	38 (246)	22 (249)
	C	3 (14)	1 (6)	1 (8)	2 (7)
	D	29 (277)	27 (181)	24 (140)	10 (90)
	E	43 (444)	21 (167)	20 (156)	43 (327)
	F	12 (87)	12 (79)	12 (91)	0 0
2008	DE	204 (2101)	154 (1207)	143 (1168)	97 (739)
	A	41 (430)	33 (291)	41 (412)	9 (66)
	B	51 (456)	40 (300)	35 (257)	18 (222)
	C	4 (29)	4 (23)	4 (36)	0 0
	D	37 (446)	33 (264)	30 (220)	10 (96)
	E	53 (572)	30 (242)	21 (143)	56 (311)
	F	18 (168)	14 (87)	12 (100)	4 (44)
2009	DE	226 (2189)	177 (1262)	154 (1340)	133 (872)
	A	42 (385)	32 (247)	41 (426)	7 (57)
	B	54 (497)	39 (257)	39 (328)	25 (226)
	C	6 (54)	6 (32)	6 (55)	0 0
	D	34 (365)	36 (281)	29 (200)	10 (99)
	E	73 (729)	50 (366)	27 (229)	86 (436)
	F	17 (159)	14 (79)	12 (102)	5 (54)
2010	DE	246 (2258)	198 (1377)	168 (1513)	165 (1007)
	A	42 (453)	35 (278)	41 (465)	4 (21)
	B	53 (471)	38 (284)	41 (353)	22 (219)
	C	24 (173)	20 (116)	14 (85)	20 (129)

Jahr	CEPI	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
	D	39 (408)	35 (262)	29 (235)	12 (105)
	E	62 (557)	47 (310)	25 (211)	99 (490)
	F	26 (196)	23 (127)	18 (164)	8 (43)
2011	DE	244 (2186)	186 (1318)	166 (1516)	176 (1220)
	A	40 (406)	34 (300)	42 (493)	6 (44)
	B	56 (431)	33 (236)	44 (386)	28 (282)
	C	25 (198)	20 (115)	9 (62)	18 (134)
	D	37 (356)	38 (296)	32 (263)	21 (175)
	E	60 (584)	41 (256)	20 (149)	93 (527)
	F	26 (211)	20 (115)	19 (163)	10 (58)
2012	DE	230 (2120)	167 (1256)	175 (1652)	225 (1500)
	A	40 (414)	29 (259)	42 (490)	13 (101)
	B	61 (522)	40 (283)	49 (427)	44 (424)
	C	26 (196)	19 (108)	16 (100)	15 (95)
	D	38 (399)	33 (277)	29 (256)	32 (269)
	E	47 (420)	32 (219)	26 (249)	102 (537)
	F	18 (169)	14 (110)	13 (130)	19 (74)
2013	DE	257 (2479)	178 (1254)	177 (1691)	210 (1453)
	A	41 (485)	27 (219)	42 (503)	11 (91)
	B	63 (556)	40 (283)	50 (468)	39 (387)
	C	26 (219)	23 (132)	17 (125)	12 (103)
	D	42 (412)	36 (248)	31 (263)	29 (244)
	E	63 (602)	38 (265)	21 (164)	106 (560)
	F	22 (205)	14 (107)	16 (168)	13 (68)
2014	DE	261 (2762)	199 (1488)	192 (1847)	182 (1451)
	A	40 (500)	30 (293)	42 (557)	13 (101)
	B	63 (603)	45 (293)	50 (463)	29 (391)
	C	27 (207)	24 (141)	18 (120)	12 (88)
	D	40 (452)	39 (311)	35 (267)	25 (234)
	E	66 (805)	40 (310)	29 (263)	94 (579)
	F	25 (195)	21 (140)	18 (177)	9 (58)
2015	DE	248 (2515)	199 (1486)	164 (1732)	209 (1482)
	A	37 (451)	28 (246)	39 (547)	11 (96)
	B	62 (562)	41 (296)	47 (458)	33 (366)
	C	27 (218)	24 (142)	15 (116)	15 (95)
	D	41 (483)	43 (347)	27 (243)	29 (246)
	E	53 (545)	43 (316)	20 (196)	108 (597)
	F	28 (256)	20 (139)	16 (172)	13 (82)
2016	DE	241 (2576)	189 (1451)	176 (1635)	214 (1574)
	A	43 (501)	34 (271)	45 (569)	10 (63)
	B	56 (527)	39 (304)	39 (337)	28 (364)
	C	24 (213)	21 (139)	14 (90)	21 (172)
	D	38 (466)	36 (291)	35 (266)	29 (273)
	E	58 (662)	39 (296)	27 (206)	118 (648)
	F	22 (207)	20 (150)	16 (167)	8 (54)
2017	DE	251 (2472)	190 (1502)	177 (1761)	217 (1526)
	A	46 (531)	32 (277)	47 (586)	13 (78)
	B	56 (477)	36 (295)	44 (434)	33 (403)

Jahr	CEPI	Winterweizen	Wintergerste	Winterraps	Sonstige
	C	27 (216)	18 (110)	15 (117)	21 (156)
	D	37 (416)	37 (316)	31 (257)	25 (214)
	E	63 (632)	46 (341)	25 (211)	114 (598)
	F	22 (200)	21 (163)	15 (156)	11 (77)
2007-2017	DE	2587 (25329)	1947 (14350)	1829 (16886)	1912 (13555)

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

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

6.1.2 Behandlungsindices

6.1.2.1 Winterweizen

Die Tab. 9 informiert über die Gesamt-Behandlungsindices im Winterweizen in den Jahren 2007 bis 2017 als Mittelwert aller Vergleichsbetriebe.

Tab. 9: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
5,7	6,2	5,8	5,4	5,6	5,6	6	6,4	6,1	6,5	6,1

Die Tab. 10 und Tab. 11 geben eine Übersicht über die berechneten Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in den einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien und Clustern im Winterweizen. Wie bereits erwähnt, sind geringfügige Rundungsdifferenzen vorhanden. Die Übersicht der Behandlungsindices für Winterweizen für die Jahre 2007 bis 2017 in den Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen in der Anl. 2 ermöglicht einen Vergleich mit der Behandlungsintensität in den CEPI. Die Box-Whisker-Plots (Abb. 2 und Abb. 3) veranschaulichen die Streuung der Behandlungsindices zwischen den Feldern und den Bereich, in dem 50 % der Werte liegen, beispielhaft bei den Herbiziden und Fungiziden in den CEPI in den Jahren 2007 bis 2017.

Bei einem Vergleich der CEPI fielen in den 11 Jahren die zumeist signifikant geringeren Gesamt-Behandlungsindices im CEPI C insbesondere gegenüber jenen in den CEPI D und E auf. Diese Unterschiede waren begründet in dem signifikant höheren Fungizid-, Insektizid- und Wachstumsregler-BI der CEPI D und E. Die Behandlungsintensitäten waren im Cluster C bis auf die Herbizide und Fungizide geringer als in den übrigen Clustern. Bei den Herbizid-BI ließ sich ein signifikanter Unterschied der CEPI A und E zu Clustern B, C und F feststellen. Die Fungizid-Behandlungsindices der CEPI D und E waren signifikant verschieden von den BI der anderen CEPI. Bei der Betrachtung der Insektizid-Behandlungsindices zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den CEPI C, D und E untereinander und gegenüber den CEPI A, B und F, die sich nicht signifikant unterschieden. Ähnlich differenziert waren die Ergebnisse für die Behandlungsintensität der Wachstumsregler. Hier unterschieden sich die CEPI B, C, E und F untereinander sowie gegenüber den CEPI A und D.

Untersucht man die Gesamt-Behandlungsindices im Winterweizen von 2007 bis 2017 ließ sich über alle Regionen keine abnehmende oder ansteigende Tendenz der Intensität der

Pflanzenschutzmittelanwendungen beobachten. Bei einem Vergleich der Cluster setzte sich der leicht ansteigende Trend in der Intensität der Fungizidanwendungen für Deutschland fort, bedingt durch signifikant steigende Trends in den Clustern D und E. Für die Intensität der Herbizidanwendungen war für Deutschland keine Tendenz, jedoch eine signifikant steigende Tendenz im Cluster A und hingegen ein signifikant abnehmender Trend in Cluster E festzustellen. Die Insektizidanwendungen wiesen in der Gesamtbetrachtung einen signifikant abnehmenden Trend auf, bedingt durch signifikante Tendenzen in den Clustern A und B. Die Intensität der Anwendung von Wachstumsreglern wies in den Clustern C, D und F einen signifikant zunehmenden Trend auf.

Die Fungizidanwendungen gingen im Jahr 2017 gegenüber dem Jahr 2016 mit Ausnahme von Cluster A in allen Clustern wieder leicht zurück. Die Cluster C, D und E wiesen die größten Behandlungsindices auf. Dabei unterschieden sich die BI des Cluster B signifikant von den Clustern D und E sowie Cluster A von Cluster E.

In der Kategorie der Herbizide war die Intensität der Behandlungen mit den Vorjahren 2015 und 2016 vergleichbar. Im Jahr 2017 wies CEPI E den signifikant geringsten Behandlungsindex im Vergleich zu den übrigen Clustern auf.

Gegenüber den Vorjahren 2015 und 2016 nahm die Intensität der Insektizid-Behandlungen in der Mehrzahl der Regionen ab. Der CEPI C unterschied sich mit den signifikant kleinsten BI und der CEPI F durch die signifikant größten BI von den übrigen Regionen.

Die Intensität der Anwendung von Wachstumsreglern änderte sich auch im Jahr 2017 nicht. Der Cluster D dominierte mit der signifikant höchsten Intensität.

Die hohen Standardabweichungen und großen Wertebereiche (siehe Box-Whisker-Plots) bei allen Pflanzenschutzmittelkategorien, aber vor allem bei Herbiziden und Fungiziden, in allen 11 Jahren verweisen auf große Wertevarianzen auch zwischen den Schlägen innerhalb der CEPI.

Tab. 10: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Herbizide																								
DE	1,9	(0,8)	2,0	(0,8)	1,8	(0,8)	1,8	(0,7)	2,0	(0,9)	1,9	(0,8)	1,9	(0,7)	1,8	(0,7)	1,9	(0,7)	1,9	(0,8)	1,9	(0,7)	1,9	(0,8)
A	1,5	(0,6)	1,5	(0,7)	1,5	(0,6)	1,6	(0,8)	1,8	(0,7)	1,7	(0,6)	2,0	(0,7)	1,9	(0,5)	1,9	(0,7)	2,1	(0,9)	2,3	(0,7)	1,8	(0,7)
B	2,1	(0,8)	1,8	(0,6)	1,7	(0,7)	1,8	(0,6)	1,8	(0,7)	2,0	(0,8)	1,9	(0,9)	1,9	(0,8)	1,9	(0,7)	1,9	(0,9)	2,0	(0,9)	1,9	(0,8)
C	2,2	(0,3)	2,5	(0,2)	2,6	(0,5)	1,6	(0,5)	2,2	(1,0)	1,7	(0,8)	1,7	(0,6)	1,9	(0,9)	2,0	(0,7)	2,3	(1,0)	2,1	(0,9)	2,0	(0,8)
D	1,7	(0,7)	2,5	(1,1)	2,2	(1,1)	2,0	(0,8)	2,1	(1,4)	2,2	(1,1)	1,9	(0,8)	1,9	(0,8)	2,0	(0,9)	1,9	(1,0)	2,0	(0,6)	2,0	(1,0)
E	2,1	(1,0)	1,9	(0,5)	1,8	(0,7)	1,6	(0,5)	1,9	(0,6)	1,8	(0,6)	1,9	(0,6)	1,6	(0,6)	1,9	(0,6)	1,4	(0,5)	1,6	(0,5)	1,8	(0,6)
F	1,8	(0,4)	2,3	(0,8)	2,0	(0,5)	2,2	(0,8)	2,2	(0,6)	1,9	(0,4)	2,3	(0,6)	1,9	(0,5)	2,1	(0,6)	1,9	(0,5)	1,9	(0,6)	2,1	(0,6)
Fungizide																								
DE	1,9	(0,8)	2,2	(0,8)	2,0	(0,6)	1,9	(0,7)	1,8	(0,7)	2,0	(0,7)	2,2	(0,7)	2,7	(0,9)	2,4	(0,8)	2,6	(0,9)	2,5	(0,9)	2,2	(0,8)
A	1,9	(0,9)	1,9	(0,9)	1,8	(0,8)	2,1	(0,7)	1,9	(0,7)	2,0	(0,8)	2,3	(0,8)	2,5	(1,0)	2,4	(1,0)	2,0	(1,0)	2,3	(1,1)	2,1	(0,9)
B	1,6	(0,7)	1,9	(0,8)	1,9	(0,7)	1,9	(0,5)	1,5	(0,7)	1,7	(0,6)	2,3	(0,7)	2,8	(1,0)	2,3	(0,6)	2,4	(0,7)	2,1	(0,7)	2,1	(0,8)
C	0,8	(0,7)	1,6	(0,1)	2,0	(0,2)	1,7	(0,7)	2,1	(0,9)	1,9	(0,9)	2,1	(0,9)	1,8	(0,8)	2,1	(0,6)	2,8	(0,6)	2,5	(0,8)	2,1	(0,8)
D	2,1	(0,5)	2,5	(0,5)	2,2	(0,3)	2,1	(0,5)	1,9	(0,6)	2,1	(0,3)	2,4	(0,5)	2,8	(0,8)	3,0	(0,8)	2,8	(0,8)	2,7	(0,8)	2,4	(0,7)
E	2,2	(0,9)	2,5	(0,6)	2,2	(0,6)	2,0	(0,6)	2,0	(0,5)	2,0	(0,6)	2,2	(0,5)	3,1	(0,7)	2,6	(0,7)	3,0	(0,8)	2,7	(0,9)	2,4	(0,8)
F	1,7	(0,8)	1,9	(0,6)	1,9	(0,5)	1,5	(0,8)	1,6	(0,5)	2,3	(0,6)	2,2	(0,7)	2,0	(0,8)	2,1	(0,8)	2,4	(0,9)	2,3	(0,7)	2,0	(0,7)
Insektizide																								
DE	1,2	(0,9)	1,0	(0,7)	1,0	(0,6)	0,8	(0,5)	1,0	(0,8)	0,9	(0,7)	0,8	(0,6)	0,8	(0,7)	0,7	(0,7)	1,0	(0,7)	0,6	(0,6)	0,9	(0,7)
A	1,1	(0,9)	1,1	(0,7)	0,8	(0,6)	0,9	(0,6)	0,7	(0,6)	0,7	(0,6)	1,0	(0,7)	0,7	(0,5)	0,6	(0,8)	0,8	(0,7)	0,5	(0,7)	0,8	(0,7)
B	1,0	(0,9)	0,7	(0,6)	1,0	(0,6)	0,9	(0,5)	0,9	(0,7)	0,8	(0,6)	0,6	(0,6)	0,7	(0,5)	0,6	(0,5)	0,8	(0,6)	0,5	(0,6)	0,8	(0,6)
C	0,3	(0,5)	0,0	(0,0)	0,0	(0,0)	0,4	(0,4)	0,6	(0,6)	0,6	(0,4)	0,5	(0,5)	0,4	(0,4)	0,4	(0,4)	0,4	(0,4)	0,3	(0,4)	0,4	(0,5)
D	1,3	(0,7)	1,5	(0,9)	1,2	(0,6)	1,0	(0,5)	1,2	(0,8)	1,5	(0,7)	0,9	(0,8)	1,1	(0,7)	1,1	(0,8)	1,5	(0,9)	0,8	(0,7)	1,2	(0,8)
E	1,6	(0,8)	1,2	(0,6)	1,2	(0,5)	0,8	(0,5)	1,5	(0,9)	0,8	(0,5)	0,9	(0,3)	1,2	(0,7)	0,6	(0,5)	1,1	(0,6)	0,7	(0,6)	1,1	(0,7)
F	0,6	(0,7)	0,8	(0,7)	0,8	(0,5)	0,5	(0,5)	0,6	(0,5)	1,0	(0,9)	0,7	(0,6)	0,6	(0,7)	0,7	(0,9)	1,0	(0,8)	1,0	(0,5)	0,7	(0,7)

Tab. 11: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)

CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Wachstumsregler																								
DE	0,8	(0,5)	1,1	(0,4)	0,9	(0,5)	0,9	(0,4)	0,8	(0,4)	0,9	(0,4)	1,0	(0,5)	1,1	(0,5)	1,1	(0,5)	1,1	(0,4)	1,1	(0,5)	1,0	(0,5)
A	0,9	(0,6)	1,2	(0,4)	0,9	(0,5)	1,0	(0,4)	1,0	(0,5)	1,1	(0,5)	1,1	(0,5)	1,2	(0,5)	1,1	(0,5)	1,0	(0,4)	1,1	(0,5)	1,0	(0,5)
B	0,8	(0,4)	1,0	(0,3)	1,0	(0,5)	1,0	(0,3)	0,7	(0,3)	0,8	(0,3)	1,0	(0,5)	0,9	(0,4)	1,0	(0,5)	1,0	(0,4)	1,0	(0,5)	0,9	(0,4)
C	0,0	(0,0)	0,1	(0,1)	0,3	(0,3)	0,5	(0,3)	0,5	(0,3)	0,7	(0,4)	0,8	(0,3)	0,7	(0,4)	0,7	(0,4)	0,7	(0,4)	0,8	(0,4)	0,6	(0,4)
D	0,9	(0,5)	1,3	(0,4)	1,2	(0,4)	1,1	(0,4)	1,0	(0,4)	1,0	(0,5)	1,2	(0,5)	1,3	(0,5)	1,4	(0,5)	1,4	(0,4)	1,3	(0,6)	1,2	(0,5)
E	0,8	(0,6)	1,1	(0,3)	0,9	(0,5)	0,9	(0,3)	0,7	(0,4)	0,9	(0,4)	1,0	(0,3)	1,3	(0,5)	1,2	(0,3)	1,1	(0,4)	1,2	(0,4)	1,0	(0,4)
F	0,4	(0,5)	0,7	(0,5)	0,8	(0,3)	0,6	(0,4)	0,6	(0,4)	0,8	(0,5)	0,8	(0,6)	0,6	(0,3)	1,0	(0,3)	1,0	(0,3)	0,9	(0,4)	0,7	(0,4)
Gesamt																								
DE	5,7	(2,1)	6,2	(1,9)	5,8	(1,6)	5,4	(1,6)	5,6	(1,7)	5,6	(1,7)	6,0	(1,7)	6,4	(1,9)	6,1	(1,7)	6,5	(1,8)	6,1	(1,8)	6,0	(1,8)
A	5,4	(2,2)	5,7	(2,1)	5,0	(1,8)	5,6	(1,9)	5,4	(1,9)	5,5	(1,8)	6,3	(2,0)	6,3	(1,9)	6,1	(2,2)	5,9	(1,8)	6,1	(2,1)	5,7	(2,0)
B	5,4	(2,3)	5,3	(1,6)	5,6	(1,6)	5,5	(1,4)	4,9	(1,5)	5,4	(1,5)	5,8	(1,7)	6,3	(1,5)	5,8	(1,7)	6,1	(1,6)	5,6	(1,9)	5,6	(1,7)
C	3,3	(0,8)	4,2	(0,1)	5,0	(1,1)	4,2	(1,3)	5,4	(1,2)	4,9	(1,6)	5,2	(2,0)	4,8	(1,8)	5,3	(1,1)	6,2	(1,2)	5,6	(1,4)	5,1	(1,5)
D	5,9	(1,4)	7,8	(1,9)	6,8	(1,7)	6,2	(1,6)	6,3	(2,1)	6,8	(1,7)	6,4	(1,5)	7,1	(1,6)	7,5	(1,7)	7,7	(1,9)	6,8	(1,8)	6,9	(1,8)
E	6,7	(1,9)	6,8	(1,4)	6,1	(1,3)	5,4	(1,2)	6,2	(1,3)	5,6	(1,6)	6,0	(1,5)	7,2	(1,7)	6,3	(1,3)	6,6	(1,7)	6,2	(1,7)	6,3	(1,6)
F	4,6	(2,1)	5,7	(1,5)	5,5	(1,2)	4,9	(1,8)	5,0	(1,4)	5,8	(1,6)	6,0	(1,4)	5,1	(1,9)	5,9	(1,5)	6,3	(1,9)	6,0	(1,5)	5,5	(1,7)

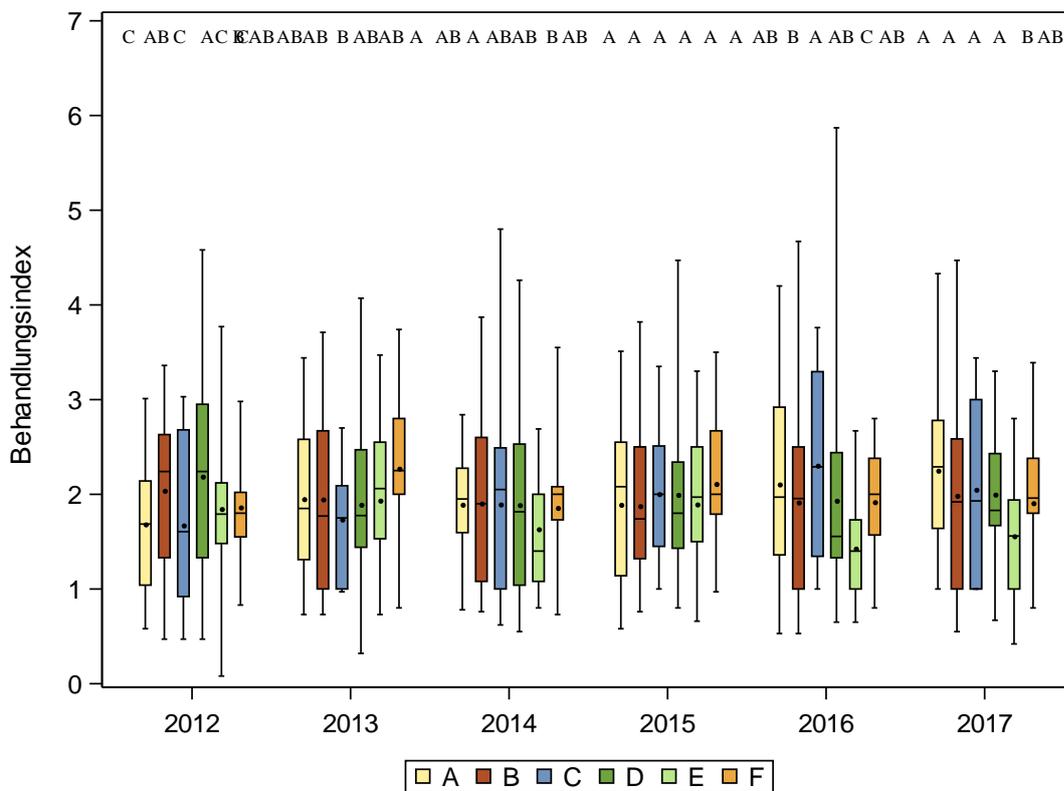
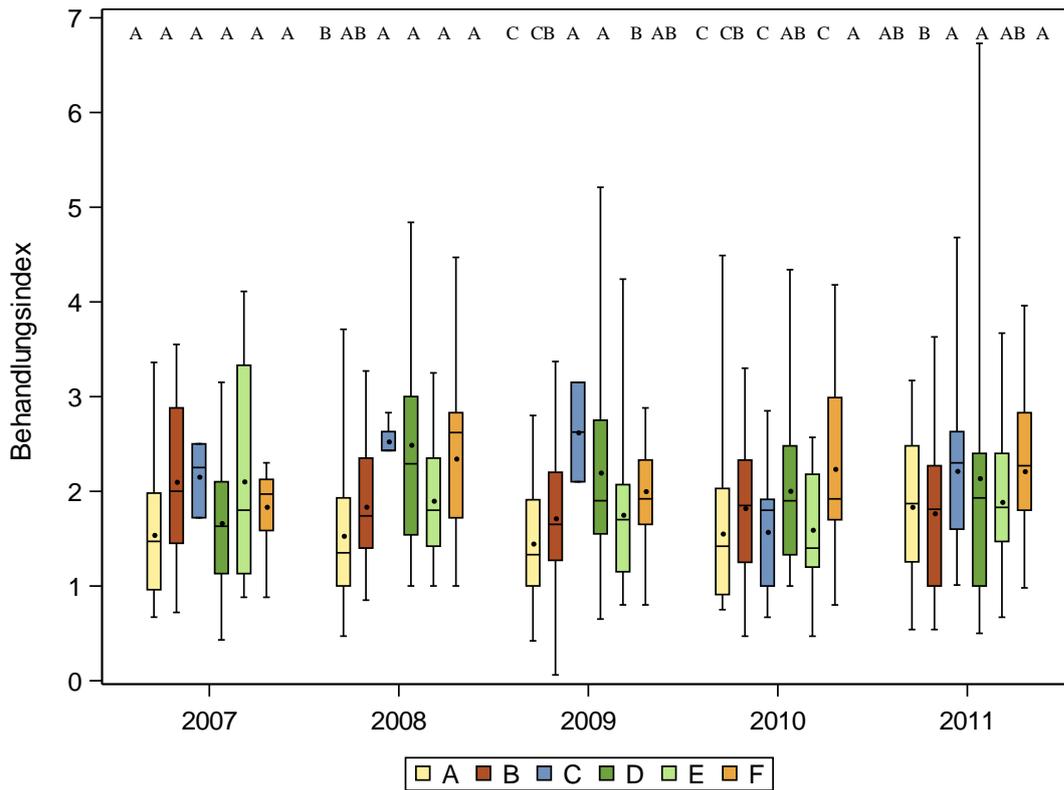


Abb. 2: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Clustern innerhalb des jeweiligen Jahres

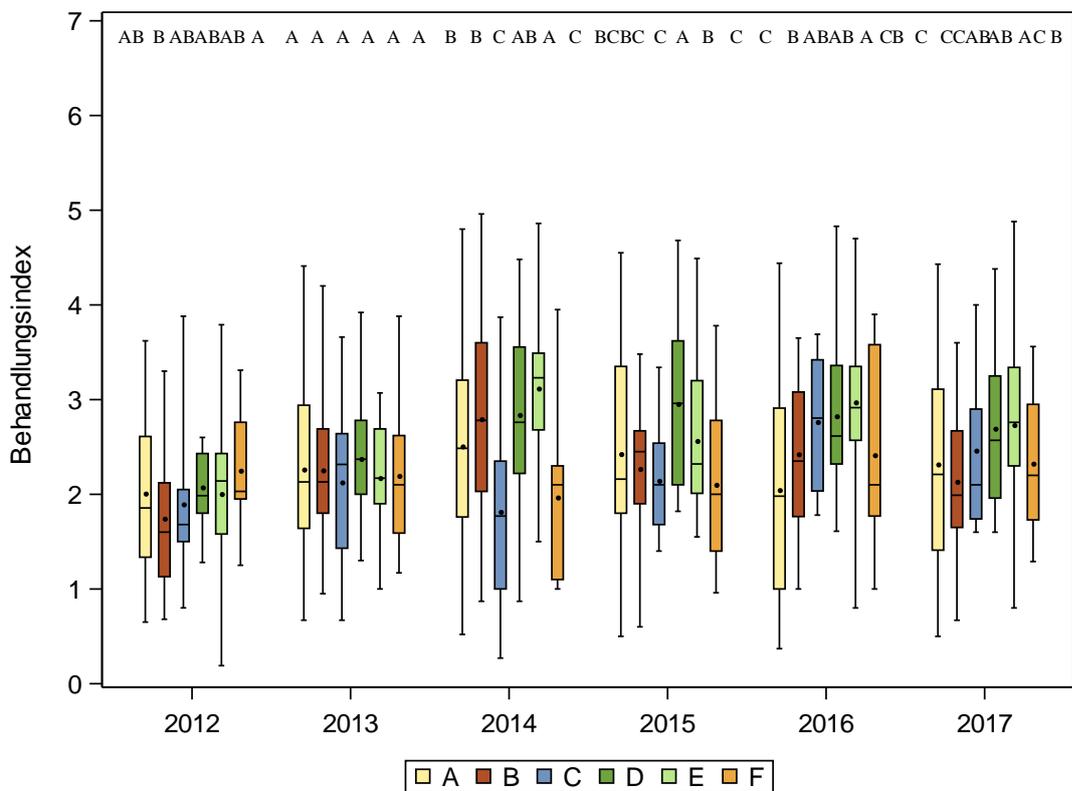
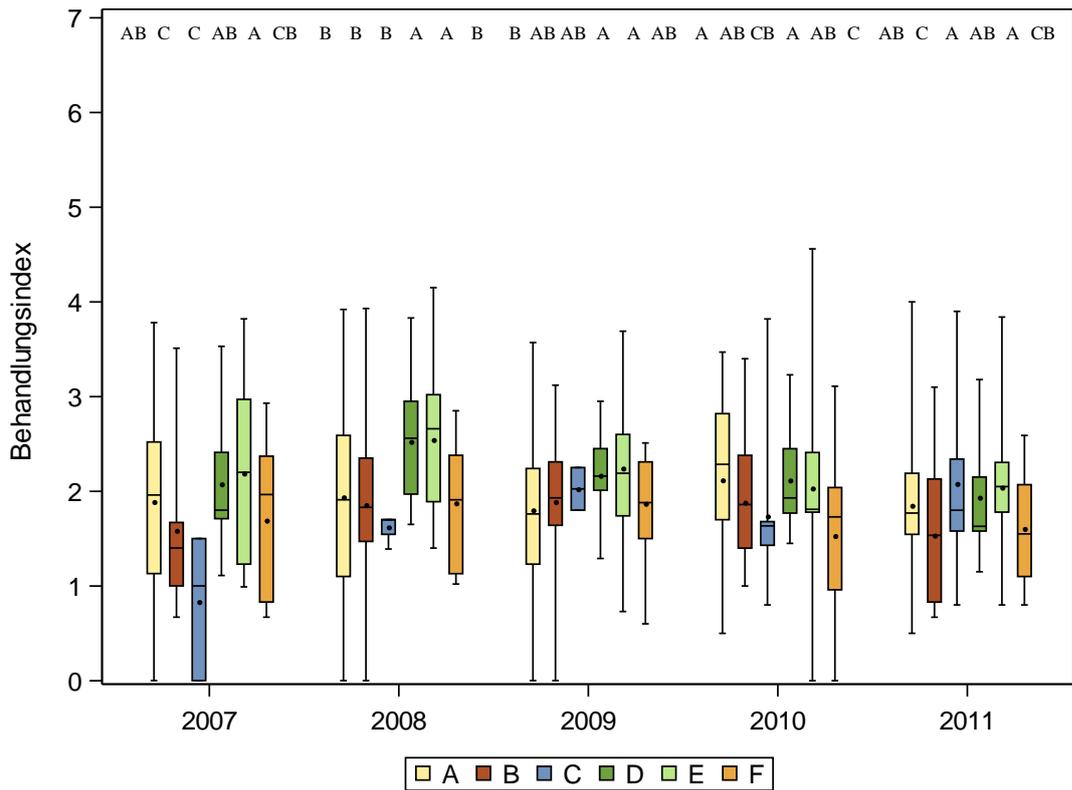


Abb. 3: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Fungizide im Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Clustern innerhalb des jeweiligen Jahres

6.1.2.2 Wintergerste

Die Gesamt-Behandlungsindices in den Jahren 2007 bis 2017 als Mittelwert aller Vergleichsbetriebe in der Wintergerste sind in Tab. 12 angegeben.

Tab. 12: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
4,1	4,6	4	4	4,1	4,6	4,4	4,3	4,6	4,7	4,9

Die geringfügig höheren Werte im Jahr 2017 resultierten aus höheren Werten vor allem bei den Herbiziden und Fungiziden.

Die Tab. 13 und Tab. 14 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) in den einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien und Clustern in Wintergerste in den Jahren 2007 bis 2017. Auch hier sind geringfügige Rundungsdifferenzen festzustellen. Die Übersicht der Behandlungsindices in Wintergerste für die Jahre 2007 bis 2017 in den Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen in der Anl. 3 ermöglicht einen Vergleich mit der Behandlungsintensität in den CEPI.

Über die 11 Untersuchungsjahre unterschied sich der Gesamt-Behandlungsindex der Cluster A und C signifikant, wenn auch nur geringfügig, von den übrigen Regionen. Die kleineren Gesamt-Behandlungsindices erklären sich im Cluster A aus den signifikant kleineren Herbizid- und Fungizid-BI und im Cluster C aus den signifikant geringeren Insektizid- und Wachstumsregleranwendungen.

Die Behandlungsindices der Herbizide in CEPI A unterschieden sich von allen anderen Clustern durch die signifikant kleinsten Werte und der CEPI E wies gegenüber den CEPI B, D und F ebenfalls signifikant niedrigere BI auf. Im Cluster A erwiesen sich die Behandlungsindices der Fungizide signifikant kleiner als in den übrigen Regionen, wobei sich die Cluster C, D und E nicht signifikant voneinander unterschieden, jedoch durch geringfügig höhere Intensitäten auffielen. Die Insektizid-Behandlungsindices waren im CEPI C signifikant am niedrigsten über den gesamten Untersuchungszeitraum. Bei den Wachstumsreglern waren signifikante Unterschiede des Cluster C, mit den geringsten Intensitäten, gegenüber allen Clustern zu verzeichnen. Die CEPI B, E und F unterschieden sich signifikant von Cluster A und D.

Bei der Untersuchung von Trends, die auf eine Zunahme oder Abnahme der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung hinweisen, konnte bei der Betrachtung des Gesamt-BI kein Trend in der Analyse für Deutschland festgestellt werden. Bei den Herbiziden trat lediglich im Cluster F eine signifikant steigende Tendenz auf. Die Intensität der Anwendung von Wachstumsreglern zeigte allein in CEPI C eine signifikant steigende Tendenz. Die Behandlungsindices der Insektizide wiesen keine signifikanten Tendenzen in der Betrachtung des Untersuchungszeitraumes auf. Hingegen ließen sich bei der Analyse der Trends für die Fungizid-BI sowohl für Deutschland insgesamt als auch für die Cluster C, D und E signifikant ansteigende Behandlungsintensitäten im Verlauf der 11 Jahre nachweisen.

Abb. 4 und Abb. 5 zeigen die entsprechenden Box-Whisker-Plots beispielhaft für die Kategorien Fungizide und Insektizide.

Betrachtet man die einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien im Jahr 2017, so unterschieden sich die Intensitäten bei den Herbiziden kaum. Die CEPI A, C und E unterschieden sich durch signifikant kleinere Behandlungsindices von den CEPI B, D und F.

Die Intensitäten bei den Fungiziden in den Clustern waren über die Jahre stets ähnlich. Der Cluster A wies über die Jahre die signifikant geringsten Behandlungsindices auf, so auch im Jahr 2017 mit signifikanten Unterschieden zu den übrigen Clustern. Der CEPI B wies geringfügig höhere Behandlungsindices als CEPI A auf und unterschied sich signifikant von den CEPI C, D und E. Der CEPI C wies den größten Fungizid-Behandlungsindex auf, für den signifikante Unterschiede zu den CEPI A, B und F festgestellt wurden.

Die Behandlungsindices der Insektizide im Jahr 2017 lagen insgesamt auf dem Vorjahresniveau. Obwohl die regionalen Unterschiede nicht sehr groß erscheinen, unterschied sich doch die Behandlungsintensität in CEPI C signifikant von den übrigen Clustern, außer Cluster E. Dabei wies CEPI C den kleinsten und CEPI F den größten Behandlungsindex auf.

Bei den Wachstumsreglern waren gegenüber den Vorjahren keine starken Änderungen zu verzeichnen. Im Jahr 2017 unterschied sich Cluster C mit den signifikant geringsten Intensitäten von allen Clustern. CEPI B, mit der größten Intensität, wies außerdem signifikante Unterschiede zu den CEPI A und D auf.

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

Tab. 13: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Herbizide												
DE	1,5 (0,6)	1,7 (0,7)	1,6 (0,6)	1,6 (0,6)	1,6 (0,6)	1,8 (0,6)	1,7 (0,6)	1,6 (0,6)	1,6 (0,6)	1,7 (0,7)	1,8 (0,7)	1,7 (0,6)
A	1,1 (0,4)	1,3 (0,5)	1,1 (0,4)	1,5 (0,9)	1,4 (0,6)	1,5 (0,5)	1,6 (0,6)	1,3 (0,5)	1,6 (0,6)	1,5 (0,5)	1,5 (0,6)	1,4 (0,6)
B	1,9 (0,6)	1,8 (0,6)	1,6 (0,6)	1,8 (0,6)	1,9 (0,7)	1,9 (0,6)	1,9 (0,6)	1,6 (0,5)	1,7 (0,6)	1,9 (0,7)	2,1 (0,7)	1,8 (0,6)
C	2,3 (0)	1,1 (0,2)	1,6 (0,6)	1,8 (0,7)	1,6 (0,7)	1,6 (0,8)	1,5 (0,6)	1,6 (1,0)	1,8 (0,6)	2,0 (1,1)	1,5 (0,5)	1,7 (0,8)
D	1,7 (0,6)	2,0 (0,9)	1,8 (0,7)	1,5 (0,5)	1,7 (0,7)	2,1 (0,7)	1,8 (0,7)	1,8 (0,4)	1,7 (0,6)	1,7 (0,6)	2,1 (0,7)	1,8 (0,7)
E	1,4 (0,6)	2,0 (0,8)	1,7 (0,5)	1,5 (0,3)	1,7 (0,5)	1,7 (0,4)	1,6 (0,5)	1,5 (0,4)	1,2 (0,3)	1,4 (0,3)	1,4 (0,4)	1,5 (0,5)
F	1,6 (0,6)	1,4 (0,6)	1,6 (0,7)	1,6 (0,6)	1,6 (0,5)	1,8 (0,6)	1,8 (0,5)	1,8 (0,7)	1,8 (0,7)	2,0 (0,8)	2,1 (0,8)	1,8 (0,7)
Fungizide												
DE	1,1 (0,4)	1,3 (0,4)	1,3 (0,3)	1,3 (0,3)	1,4 (0,3)	1,4 (0,3)	1,4 (0,4)	1,5 (0,4)	1,5 (0,4)	1,6 (0,5)	1,7 (0,4)	1,4 (0,4)
A	1,0 (0,6)	1,2 (0,5)	1,1 (0,3)	1,3 (0,3)	1,2 (0,3)	1,3 (0,4)	1,2 (0,4)	1,4 (0,4)	1,3 (0,3)	1,2 (0,5)	1,3 (0,4)	1,2 (0,4)
B	0,9 (0,3)	1,3 (0,4)	1,3 (0,4)	1,4 (0,3)	1,3 (0,4)	1,4 (0,4)	1,3 (0,3)	1,3 (0,3)	1,4 (0,4)	1,4 (0,3)	1,5 (0,3)	1,3 (0,4)
C	1,1 (0)	1,4 (0,2)	1,4 (0,2)	1,4 (0,3)	1,5 (0,3)	1,6 (0,3)	1,4 (0,5)	1,5 (0,4)	1,4 (0,5)	1,8 (0,4)	2,0 (0,2)	1,6 (0,4)
D	1,2 (0,2)	1,4 (0,2)	1,4 (0,2)	1,4 (0,3)	1,6 (0,2)	1,4 (0,2)	1,3 (0,4)	1,5 (0,4)	1,6 (0,3)	1,6 (0,3)	1,8 (0,3)	1,5 (0,3)
E	1,2 (0,2)	1,5 (0,3)	1,4 (0,3)	1,2 (0,3)	1,4 (0,3)	1,3 (0,2)	1,5 (0,3)	1,7 (0,3)	1,7 (0,3)	1,8 (0,4)	1,8 (0,3)	1,5 (0,4)
F	0,9 (0,7)	1,4 (0,6)	1,0 (0,4)	1,2 (0,4)	1,4 (0,3)	1,5 (0,3)	1,8 (0,5)	1,5 (0,4)	1,4 (0,4)	1,6 (0,6)	1,7 (0,5)	1,4 (0,5)
Insektizide												
DE	0,9 (0,7)	0,7 (0,6)	0,3 (0,4)	0,3 (0,4)	0,4 (0,5)	0,6 (0,6)	0,4 (0,5)	0,3 (0,5)	0,6 (0,5)	0,6 (0,5)	0,5 (0,6)	0,5 (0,6)
A	0,5 (0,6)	0,8 (0,5)	0,3 (0,4)	0,2 (0,3)	0,7 (0,8)	0,7 (0,6)	0,5 (0,7)	0,6 (0,6)	0,6 (0,6)	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)	0,6 (0,6)
B	0,8 (0,5)	0,6 (0,6)	0,1 (0,2)	0,4 (0,4)	0,1 (0,4)	0,4 (0,5)	0,3 (0,4)	0,2 (0,4)	0,6 (0,4)	0,9 (0,5)	0,6 (0,6)	0,4 (0,5)
C	0 (0)	0,3 (0,5)	0,5 (0,5)	0,1 (0,3)	0,1 (0,3)	0,3 (0,4)	0,3 (0,4)	0 (0,2)	0,3 (0,5)	0 (0,2)	0,2 (0,3)	0,2 (0,4)
D	0,7 (0,6)	0,6 (0,5)	0,5 (0,4)	0,3 (0,4)	0,4 (0,4)	1,0 (0,8)	0,4 (0,5)	0,5 (0,5)	0,6 (0,5)	0,5 (0,6)	0,7 (0,7)	0,5 (0,6)
E	1,5 (0,5)	0,9 (0,9)	0,4 (0,4)	0,2 (0,4)	0,3 (0,4)	0,6 (0,5)	0,4 (0,4)	0,3 (0,4)	0,7 (0,5)	0,5 (0,5)	0,3 (0,4)	0,5 (0,6)
F	1,4 (0,5)	0,7 (0,8)	0,1 (0,3)	0,3 (0,4)	0,6 (0,5)	0,8 (0,8)	0,7 (0,6)	0,2 (0,4)	0,5 (0,7)	0,6 (0,7)	0,8 (0,7)	0,6 (0,6)

Tab. 14: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)

CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Wachstumsregler												
DE	0,6 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)	0,8 (0,4)	0,9 (0,4)	0,9 (0,4)	0,9 (0,4)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	0,8 (0,4)
A	0,7 (0,2)	0,9 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,3)	0,7 (0,2)	0,8 (0,3)	0,9 (0,4)	1,0 (0,5)	0,9 (0,2)	0,8 (0,2)	0,9 (0,3)	0,8 (0,3)
B	0,6 (0,3)	0,7 (0,4)	0,9 (0,4)	1,0 (0,3)	0,9 (0,4)	0,7 (0,4)	1,0 (0,3)	0,9 (0,4)	1,1 (0,4)	1,0 (0,4)	1,1 (0,3)	0,9 (0,4)
C	0 (0)	0,1 (0,1)	0 (0)	0,4 (0,2)	0,5 (0,3)	0,5 (0,3)	0,7 (0,3)	0,6 (0,5)	0,5 (0,3)	0,6 (0,3)	0,6 (0,4)	0,5 (0,3)
D	0,6 (0,3)	0,8 (0,3)	1,0 (0,2)	0,9 (0,3)	0,8 (0,2)	0,9 (0,2)	1,1 (0,3)	1,0 (0,3)	1,1 (0,2)	1,1 (0,3)	0,9 (0,4)	0,9 (0,3)
E	0,8 (0,6)	0,8 (0,3)	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)	0,5 (0,4)	0,7 (0,4)	0,8 (0,4)	0,9 (0,4)	0,9 (0,3)	0,8 (0,3)	1,0 (0,3)	0,8 (0,4)
F	0,4 (0,2)	0,7 (0,4)	0,6 (0,4)	0,5 (0,5)	0,5 (0,4)	0,8 (0,4)	0,7 (0,4)	0,7 (0,4)	0,8 (0,2)	0,9 (0,3)	0,9 (0,4)	0,7 (0,4)
Gesamt												
DE	4,1 (1,2)	4,6 (1,4)	4,0 (1,1)	4,0 (1,0)	4,1 (1,0)	4,6 (1,3)	4,4 (1,1)	4,3 (1,0)	4,6 (1,1)	4,7 (1,2)	4,9 (1,2)	4,4 (1,2)
A	3,3 (0,9)	4,3 (1,4)	3,4 (0,8)	3,9 (1,1)	4,1 (0,9)	4,3 (1,1)	4,2 (1,3)	4,4 (1,1)	4,4 (1,3)	4,2 (1,2)	4,5 (1,1)	4,1 (1,2)
B	4,1 (0,9)	4,4 (1,2)	3,9 (1,0)	4,6 (0,9)	4,3 (0,9)	4,3 (1,4)	4,6 (1,0)	4,1 (0,9)	4,8 (1,1)	5,2 (1,1)	5,3 (1,3)	4,5 (1,1)
C	3,4 (0)	2,8 (1,1)	3,5 (0,3)	3,7 (1,0)	3,8 (0,9)	4,0 (1,1)	4,0 (1,0)	3,9 (1,0)	4,0 (1,2)	4,4 (1,1)	4,3 (0,7)	3,9 (1,0)
D	4,2 (1,2)	4,8 (1,3)	4,6 (1,1)	4,2 (1,0)	4,4 (1,0)	5,4 (1,6)	4,6 (1,3)	4,8 (1,1)	4,9 (1,2)	5,0 (1,0)	5,4 (1,3)	4,8 (1,2)
E	4,9 (1,2)	5,2 (1,4)	4,3 (1,1)	3,6 (1,0)	3,9 (1,0)	4,4 (1,1)	4,3 (1,0)	4,5 (0,7)	4,5 (0,7)	4,5 (0,9)	4,5 (0,8)	4,4 (1,1)
F	4,4 (1,3)	4,2 (1,2)	3,4 (1,3)	3,7 (1,0)	4,0 (1,1)	4,9 (1,1)	4,9 (1,1)	4,2 (1,1)	4,6 (1,0)	5,1 (1,5)	5,5 (1,1)	4,4 (1,3)

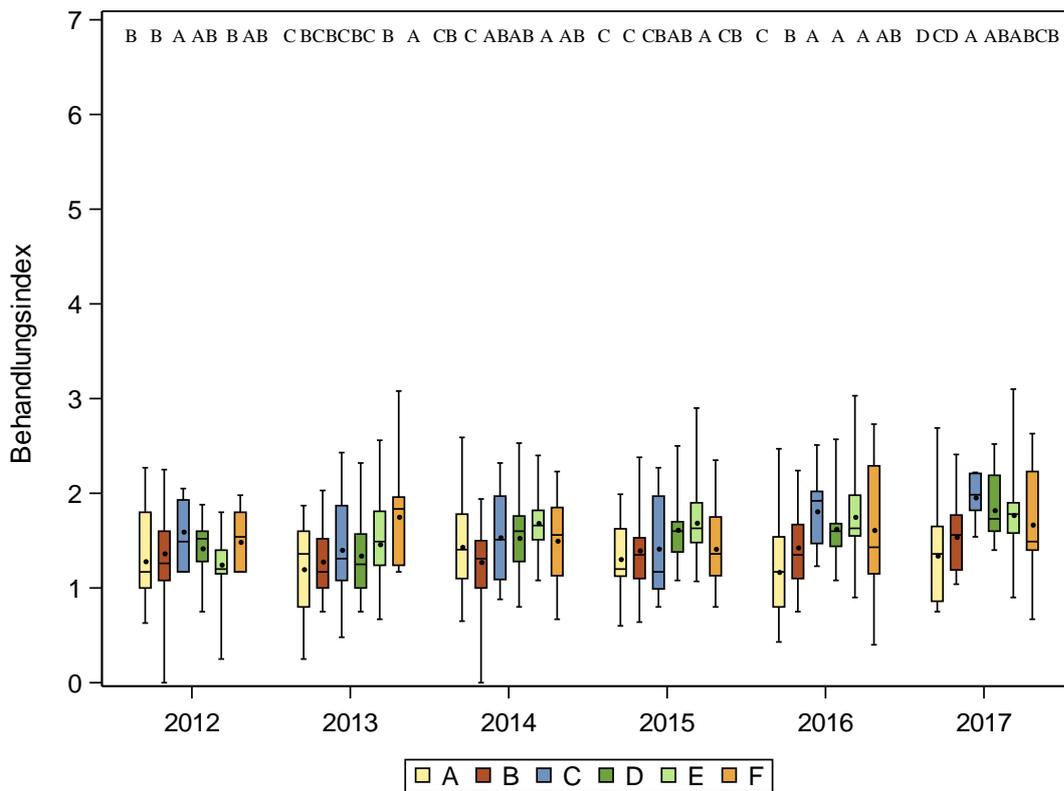
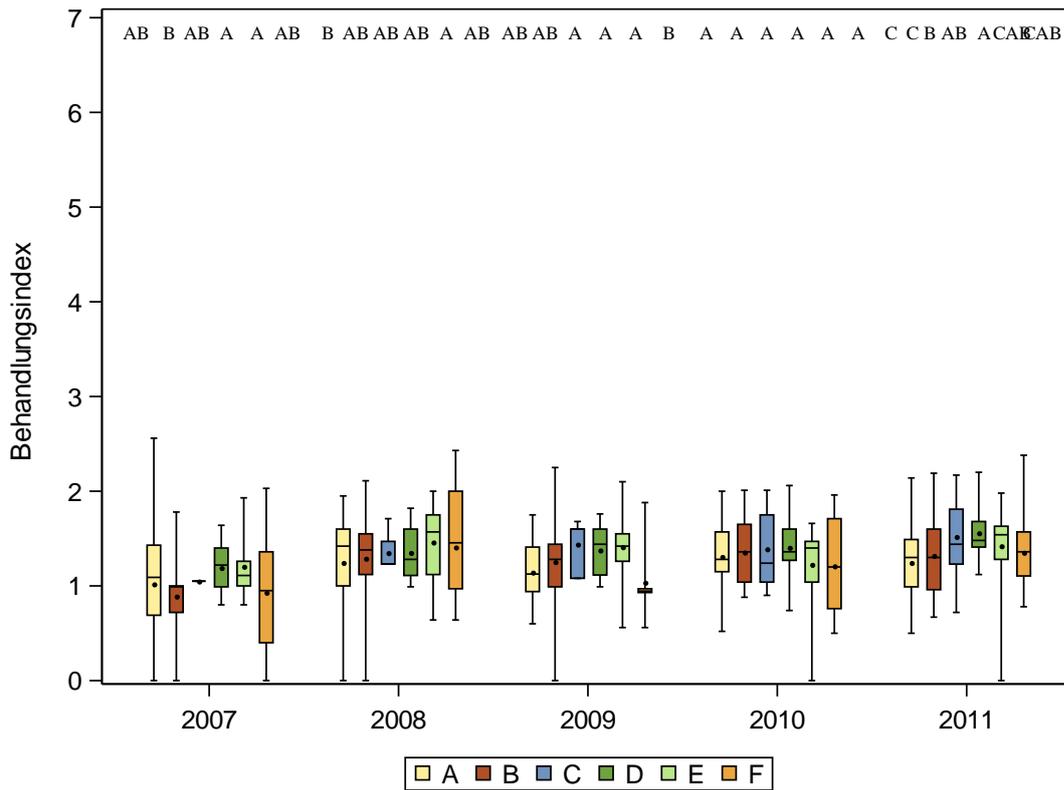


Abb. 4: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Fungizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Clustern innerhalb des jeweiligen Jahres

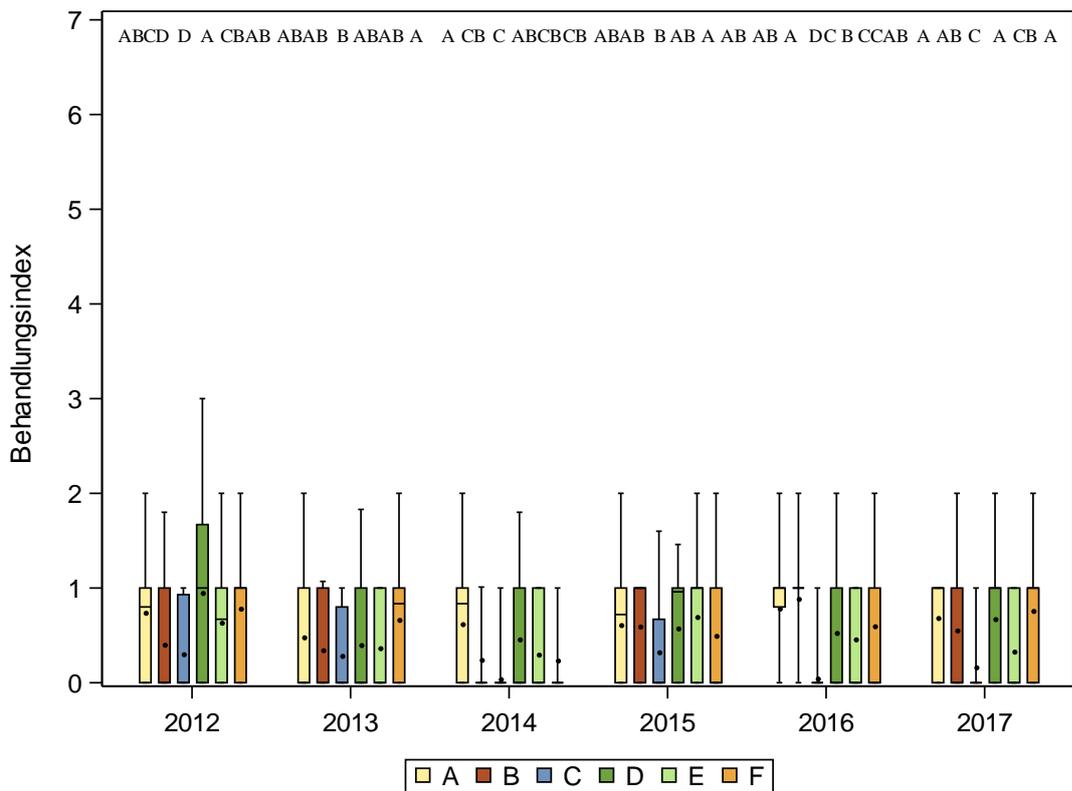
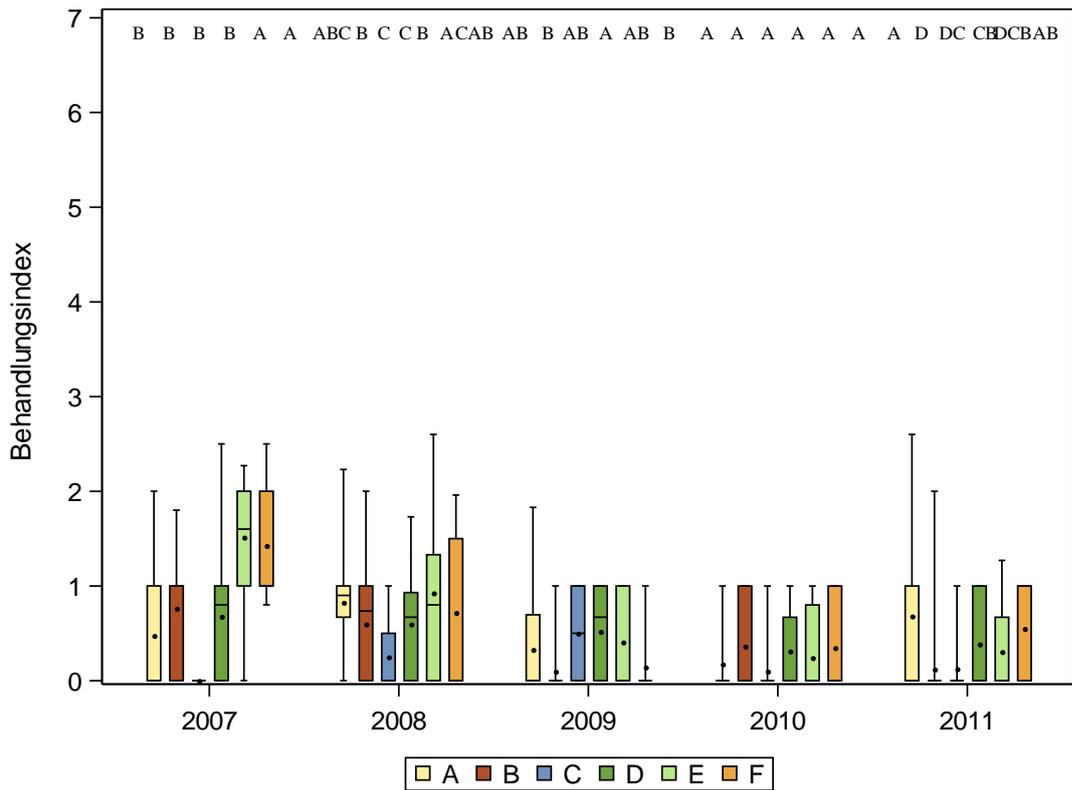


Abb. 5: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Clustern innerhalb des jeweiligen Jahres

6.1.2.3 Winterraps

Die mittleren Behandlungsindices aller Pflanzenschutzmittelkategorien in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 sind in Tab. 15 dargestellt.

Tab. 15: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
5,4	5,9	6,4	6,4	6,7	6,9	7	6,9	7,7	6,6	7,3

Die mittleren Behandlungsindices (und Standardabweichungen) in den einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien und Clustern für Winterraps in den Jahren 2007 bis 2017 sind den Tab. 16 und Tab. 17 zu entnehmen. Auch hier ist zu beachten, dass geringfügige Rundungsdifferenzen vorkommen. Abb. 7 und Abb. 8 veranschaulichen die entsprechenden Box-Whisker-Plots beispielhaft für die Insektizide und Wachstumsregler/ Fungizide. Die Übersicht der Behandlungsindices für Winterraps für die Jahre 2007 bis 2017 in den Großregionen Norden, Osten, Süden und Westen in der Anl. 4 ermöglicht einen Vergleich mit der Behandlungsintensität in den CEPI.

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

In allen Pflanzenschutzmittelkategorien konnten zwischen den Clustern A, B und F in den 11 Jahren ähnliche Behandlungsindices festgestellt werden. Im Cluster C lagen die Werte regelmäßig niedriger. Allerdings zeigten sich in den jeweiligen Pflanzenschutzmittelkategorien in den einzelnen Jahren auch Unterschiede zwischen den Clustern. Über die 11 Jahre wurden für die Anwendung der Herbizide ähnliche Intensitäten beobachtet. Wobei die CEPI B (mit den höchsten Behandlungsindices), D und E (mit den kleinsten Behandlungsindices) sowie die Cluster A, D und E sich signifikant unterschieden. Signifikant höhere Intensitäten der Insektizidanwendungen wiesen die CEPI A und F im Vergleich zu den anderen Clustern auf, die sich im Untersuchungszeitraum nicht signifikant unterschieden. Die Behandlungsindices der Fungizide unterschieden sich in der CEPI C signifikant mit den geringsten Werten von den übrigen Clustern und befanden sich über die Jahre insgesamt auf einem sehr ähnlichen Niveau. Die Anwendungen von Wachstumsreglern/ Fungiziden bis zur Blüte stiegen leicht seit 2012. Für diese Pflanzenschutzmittelkategorie wurden signifikante Unterschiede zwischen den CEPI A und C festgestellt. Insgesamt bestanden keine großen Unterschiede in der Behandlungsintensität zwischen den Jahren und Clustern.

Die höheren Gesamt-BI seit dem Jahr 2009 resultierten aus Mehranwendungen von Insektiziden besonders im Jahr 2015 und Herbiziden seit 2013. So fielen z. B. die hohen Werte bei den Herbiziden, u. a. hervorgerufen durch die Einschränkung der Anwendung von Clomazone und damit als Ersatz die Anwendung von verschiedenen Herbiziden in Kombination, auf (Abb. 6).

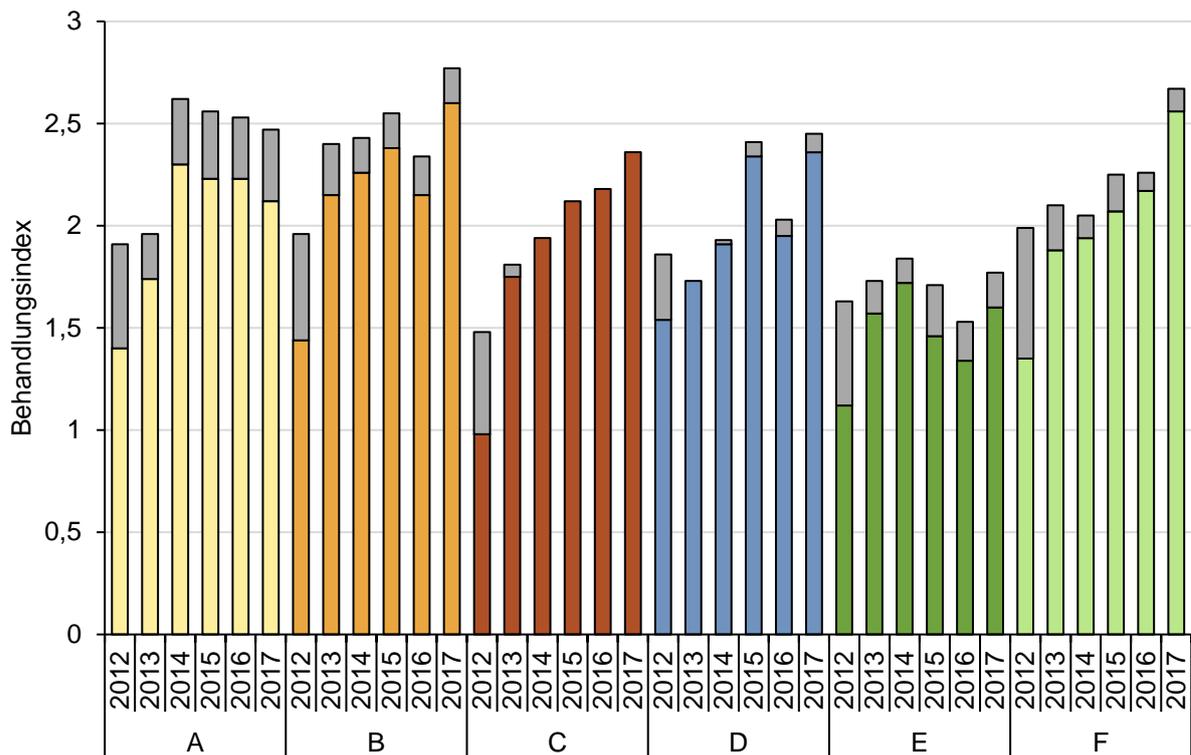


Abb. 6: Anteil clomazonehaltiger (grau) und sonstiger Herbizide (farbig) an den Behandlungsindices im Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2012 bis 2017

Die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen zeigte im Verlauf der 11 Jahre einen signifikant steigenden Trend, der gleichfalls für die Herbizide zu verzeichnen war. Die Behandlungsintensitäten der Herbizide in den Clustern A, B, D und F wiesen eine signifikant ansteigende Tendenz auf. Die Intensität der Anwendung der Wachstumsregler/ Fungizide zeigte in den CEPI B und F signifikant steigende Tendenzen. Trotz der schwankenden Intensitäten der Anwendungen der Insektizide ließen sich über den gesamten 11-Jahreszeitraum keine Tendenzen feststellen.

Auf Unterschiede der Behandlungsintensität zwischen den Clustern über die Jahre wurde bereits verwiesen.

Bei der Intensität der Anwendung der Herbizide wies auch im Jahr 2017 der Cluster E die signifikant geringste Behandlungsintensität auf. Die anderen Cluster unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Die Behandlungsindices der Wachstumsregler/ Fungizide unterschieden sich signifikant zwischen dem CEPI C (geringste BI), den CEPI A und B (mittlere BI) und dem CEPI E mit den größten Behandlungsindices. Die Intensitäten der Anwendung von Fungiziden bewegten sich auch im Jahr 2017 auf dem niedrigen Niveau der Vorjahre, hier waren signifikante Unterschiede zwischen Cluster C, mit den geringsten BI, und Cluster F, mit den höchsten Intensitäten festzustellen. Nach einem leichten Rückgang der Behandlungsintensität von Insektiziden im Jahr 2016 stieg der Insektizid-BI im Jahr 2017 wieder leicht an. Hier wiesen die CEPI D und E die signifikant kleinsten Intensitäten im Vergleich zu den CEPI A und F mit den höchsten Intensitäten auf.

Tab. 16: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide in der Blüte und Insektizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Herbizide												
DE	1,6 (0,5)	1,8 (0,6)	1,7 (0,5)	1,7 (0,6)	1,8 (0,6)	1,8 (0,6)	2,0 (0,7)	2,2 (0,8)	2,4 (0,9)	2,2 (0,8)	2,5 (0,9)	2,0 (0,8)
A	1,6 (0,4)	1,8 (0,5)	1,7 (0,5)	1,5 (0,4)	1,9 (0,6)	1,9 (0,7)	2,0 (0,6)	2,6 (0,7)	2,6 (0,9)	2,5 (1,0)	2,5 (0,8)	2,1 (0,8)
B	1,6 (0,4)	1,8 (0,6)	1,9 (0,6)	1,9 (0,6)	2,1 (0,7)	2,0 (0,7)	2,4 (0,8)	2,4 (0,9)	2,6 (0,9)	2,3 (0,8)	2,8 (1,0)	2,2 (0,8)
C	2,4 (0)	2,3 (0,2)	2,2 (0,4)	1,3 (0,5)	1,1 (0,5)	1,5 (0,7)	1,8 (0,7)	1,9 (0,6)	2,1 (0,8)	2,2 (1,0)	2,4 (1,2)	1,9 (0,8)
D	1,4 (0,3)	1,9 (0,7)	1,5 (0,5)	1,9 (0,7)	1,7 (0,5)	1,9 (0,7)	1,7 (0,7)	1,9 (0,8)	2,4 (1,2)	2,0 (0,4)	2,4 (0,8)	1,9 (0,7)
E	1,6 (1,0)	1,1 (0,2)	1,4 (0,4)	1,4 (0,6)	1,4 (0,6)	1,6 (0,4)	1,7 (0,6)	1,8 (0,6)	1,7 (0,5)	1,5 (0,5)	1,8 (0,5)	1,6 (0,6)
F	1,2 (0,3)	1,8 (0,8)	1,6 (0,5)	1,7 (0,5)	1,5 (0,4)	2,0 (0,5)	2,1 (0,5)	2,0 (0,5)	2,2 (0,7)	2,3 (0,5)	2,7 (0,4)	1,9 (0,6)
Fungizide¹												
DE	0,5 (0,4)	0,8 (0,3)	0,9 (0,2)	0,9 (0,3)	0,9 (0,2)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,2)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)
A	0,7 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,2)	1,0 (0)	1,0 (0,2)	1,1 (0,2)	0,9 (0,2)	0,9 (0,1)	0,9 (0,1)	0,8 (0,2)	0,9 (0,2)	0,9 (0,2)
B	0,4 (0,4)	0,6 (0,4)	0,9 (0,1)	1,0 (0,2)	0,9 (0,2)	0,9 (0,2)	0,9 (0,3)	0,9 (0,2)	0,9 (0,1)	1,0 (0)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)
C	1,0 (0)	1,0 (0)	0,5 (0,5)	0,4 (0,4)	0,9 (0,3)	0,6 (0,4)	0,6 (0,4)	0,4 (0,5)	0,6 (0,5)	0,6 (0,4)	0,6 (0,5)	0,6 (0,4)
D	0,5 (0,4)	1,0 (0,1)	0,9 (0,2)	0,9 (0,3)	1,0 (0,1)	1,0 (0)	1,0 (0)	0,9 (0,2)	1,0 (0)	0,8 (0,4)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)
E	0,5 (0,4)	0,7 (0,4)	0,9 (0,3)	0,9 (0,2)	0,8 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	1,0 (0,1)	1,0 (0,2)	0,9 (0,3)	0,8 (0,4)	0,8 (0,3)
F	0,5 (0,5)	0,7 (0,3)	0,8 (0,4)	1,0 (0)	0,8 (0,3)	0,9 (0,5)	0,9 (0,4)	0,9 (0,1)	0,8 (0,4)	1,0 (0)	1,0 (0,1)	0,9 (0,3)
Insektizide												
DE	2,3 (1,1)	2,3 (0,9)	2,8 (0,9)	2,8 (0,9)	3,1 (1,0)	2,8 (1,0)	2,9 (1,1)	2,6 (1,0)	3,2 (1,3)	2,4 (1,4)	2,8 (1,2)	2,7 (1,1)
A	2,5 (1,1)	2,4 (0,9)	2,9 (0,8)	3,3 (1,1)	4,1 (0,9)	2,8 (0,8)	3,3 (0,8)	3,2 (1,1)	3,5 (1,3)	3,7 (1,6)	3,3 (1,3)	3,2 (1,2)
B	2,2 (1,1)	2,0 (0,9)	2,7 (0,9)	2,8 (0,8)	2,8 (0,6)	2,6 (1,1)	2,8 (1,2)	2,3 (0,9)	3,0 (1,1)	2,0 (0,8)	3,0 (0,9)	2,6 (1,0)
C	2,0 (0)	2,8 (1,5)	2,9 (0,9)	2,4 (0,4)	2,9 (0,6)	2,1 (0,7)	2,6 (1,0)	1,9 (0,5)	2,6 (1,0)	1,5 (0,8)	2,4 (0,8)	2,3 (0,8)
D	1,7 (0,7)	2,2 (0,7)	2,1 (0,9)	2,2 (0,7)	2,5 (0,8)	3,0 (1,1)	2,3 (1,1)	2,4 (1,0)	3,0 (1,5)	1,7 (0,9)	2,3 (0,9)	2,3 (1,0)
E	2,6 (1,2)	2,4 (1,1)	3,4 (0,9)	2,7 (0,9)	2,6 (0,8)	3,0 (1,2)	2,2 (1,2)	2,2 (0,9)	3,0 (1,1)	1,8 (1,2)	1,8 (1,1)	2,5 (1,1)
F	2,7 (0,8)	2,7 (0,9)	2,8 (1,1)	3,3 (0,4)	3,4 (0,9)	3,9 (1,0)	3,9 (0,6)	3,6 (0,9)	3,9 (1,3)	3,1 (1,2)	3,5 (0,8)	3,4 (1,0)

¹ Fungizide in der Blüte

Tab. 17: Behandlungsindices für Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)

CEPI	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Wachstumsregler¹																								
DE	1,0	(0,5)	1,1	(0,5)	1,1	(0,4)	1,0	(0,4)	1,0	(0,4)	1,3	(0,6)	1,3	(0,5)	1,2	(0,4)	1,3	(0,5)	1,2	(0,5)	1,2	(0,5)	1,1	(0,5)
A	1,1	(0,5)	1,4	(0,4)	1,3	(0,4)	1,1	(0,4)	1,0	(0,4)	1,3	(0,4)	1,3	(0,4)	1,3	(0,4)	1,4	(0,3)	1,2	(0,3)	1,2	(0,5)	1,2	(0,4)
B	0,7	(0,4)	1,0	(0,5)	1,0	(0,5)	1,0	(0,5)	0,8	(0,4)	1,1	(0,6)	1,4	(0,6)	1,2	(0,5)	1,3	(0,5)	1,2	(0,7)	1,2	(0,6)	1,1	(0,6)
C	1,3	(0)	1,2	(0)	0,9	(0)	0,8	(0,4)	0,9	(0,5)	1,0	(0,4)	0,9	(0,4)	0,9	(0,4)	0,9	(0,3)	1,0	(0,5)	0,9	(0,5)	0,9	(0,4)
D	0,9	(0,5)	0,9	(0,3)	0,9	(0,4)	1,0	(0,3)	1,0	(0,3)	1,3	(0,5)	1,2	(0,4)	1,0	(0,4)	1,2	(0,4)	1,1	(0,4)	1,0	(0,4)	1,0	(0,4)
E	1,4	(0,5)	1,0	(0,4)	1,2	(0,2)	1,2	(0,2)	1,0	(0,3)	1,5	(0,7)	1,1	(0,3)	1,3	(0,4)	1,3	(0,5)	1,1	(0,6)	1,5	(0,5)	1,3	(0,4)
F	1,0	(0,6)	0,8	(0,3)	0,9	(0,2)	1,0	(0,5)	1,2	(0,6)	1,6	(0,8)	1,4	(0,7)	1,2	(0,3)	1,6	(0,4)	1,5	(0,2)	1,3	(0,4)	1,2	(0,5)
Gesamt																								
DE	5,4	(1,7)	5,9	(1,4)	6,4	(1,3)	6,4	(1,4)	6,7	(1,5)	6,9	(1,6)	7,0	(1,6)	6,9	(1,7)	7,7	(1,7)	6,6	(2,1)	7,3	(1,8)	6,7	(1,7)
A	5,9	(1,6)	6,6	(1,0)	6,7	(1,0)	6,9	(1,4)	7,9	(1,5)	7,1	(1,1)	7,5	(1,1)	8,1	(1,3)	8,4	(1,2)	8,3	(2,3)	7,9	(1,6)	7,4	(1,6)
B	4,9	(1,7)	5,4	(1,3)	6,5	(1,3)	6,6	(1,4)	6,6	(0,9)	6,6	(1,5)	7,5	(1,6)	6,9	(1,7)	7,7	(1,5)	6,6	(1,4)	7,9	(1,5)	6,7	(1,7)
C	6,6	(0)	7,3	(1,1)	6,5	(0,1)	4,9	(0,7)	5,7	(1,1)	5,2	(1,9)	5,9	(1,9)	5,2	(1,2)	6,2	(1,4)	5,3	(2,2)	6,2	(1,8)	5,7	(1,6)
D	4,6	(1,2)	5,9	(1,3)	5,4	(1,5)	5,9	(1,6)	6,1	(1,4)	7,2	(1,5)	6,4	(1,6)	6,2	(1,5)	7,6	(2,2)	5,6	(1,3)	6,7	(1,8)	6,1	(1,7)
E	6,0	(2,1)	5,3	(1,9)	6,8	(1,0)	6,3	(1,2)	5,9	(1,3)	7,0	(1,7)	5,9	(1,3)	6,4	(1,4)	6,9	(1,4)	5,3	(1,6)	5,9	(1,7)	6,2	(1,6)
F	5,4	(1,7)	6,0	(1,2)	6,0	(1,4)	7,0	(0,7)	6,9	(1,6)	8,3	(1,1)	8,2	(0,9)	7,7	(1,1)	8,6	(1,4)	7,8	(1,4)	8,5	(1,2)	7,4	(1,6)

¹Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte

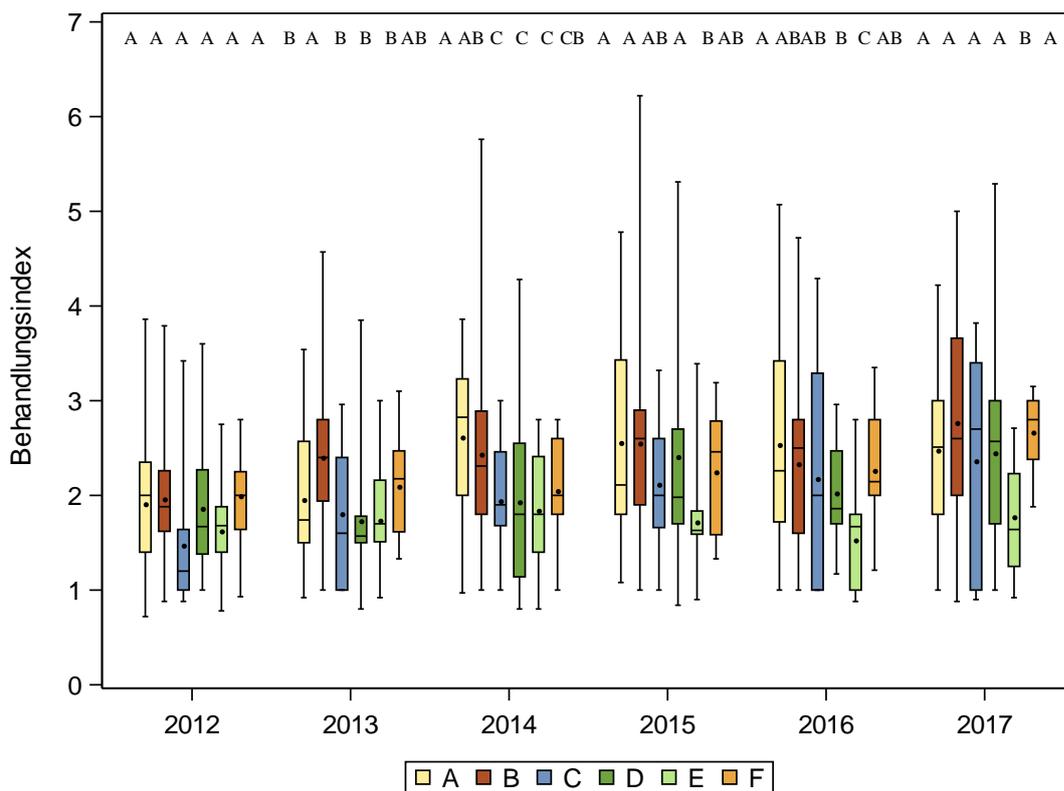
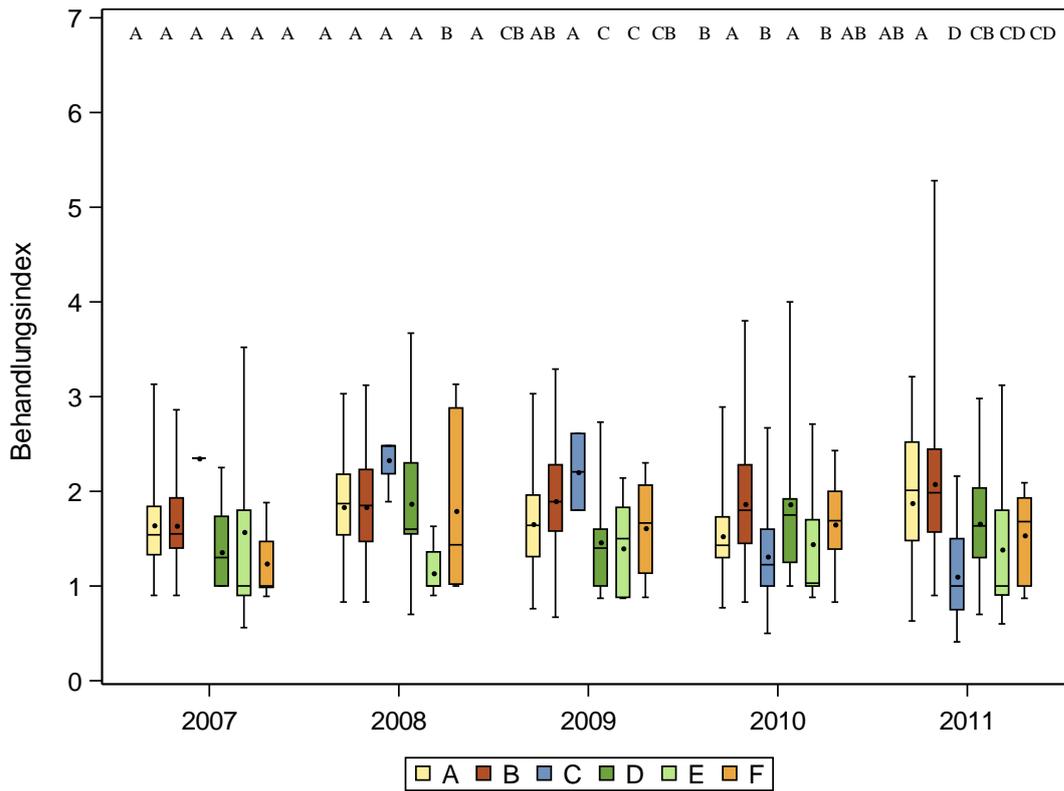


Abb. 7: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Herbizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Clustern innerhalb des jeweiligen Jahres

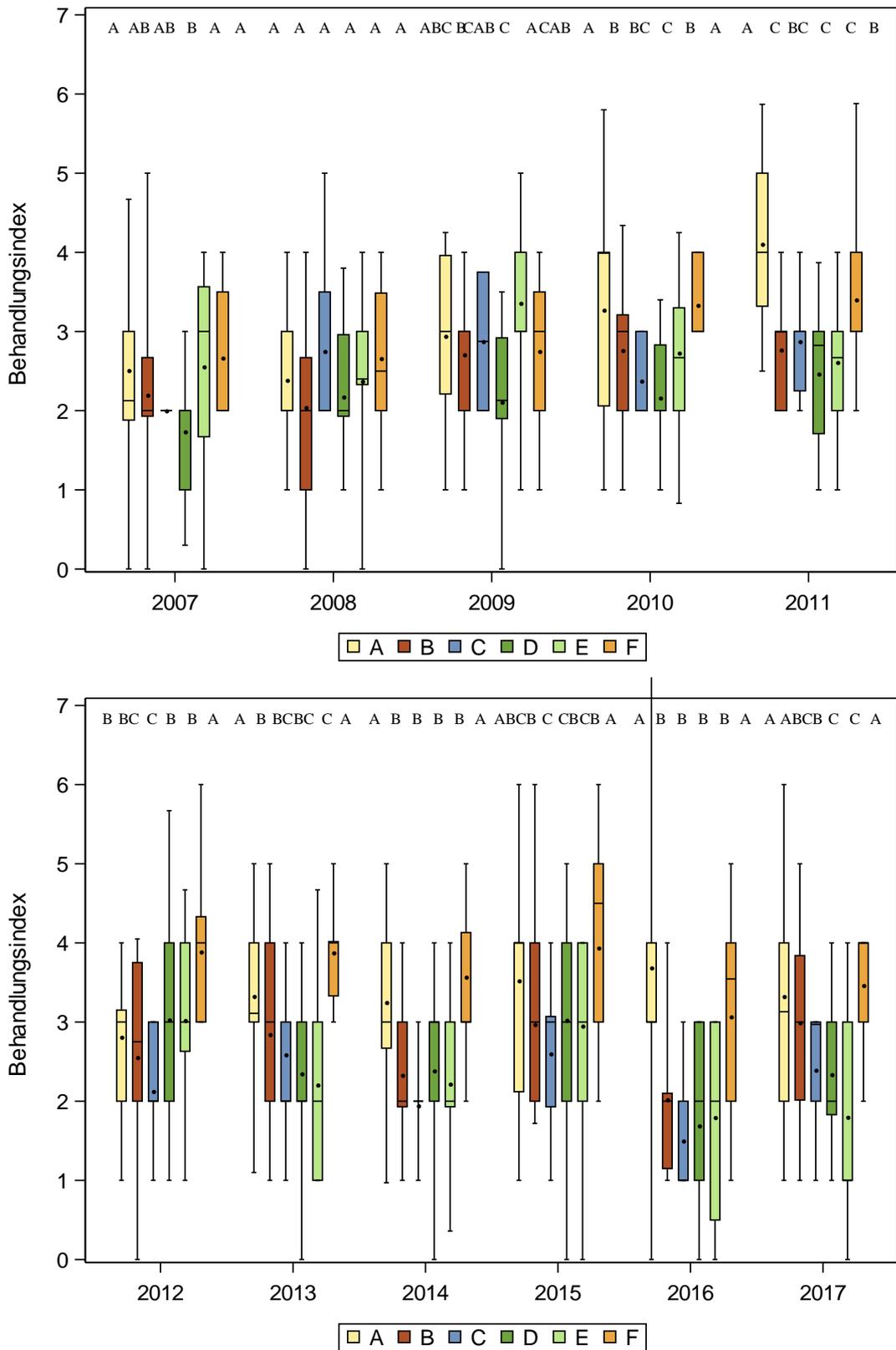


Abb. 8: Box-Whisker-Plots der Behandlungsindices für Insektizide in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den CEPI (A, B, C, D, E, F) in den Jahren 2007 bis 2017

Verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Clustern innerhalb des jeweiligen Jahres

6.1.2.4 Vergleich der Behandlungsindices zwischen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Abb. 9 veranschaulicht in der Zusammenfassung die mittleren Behandlungsindices für alle Pflanzenschutzmittelkategorien in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017.

Die Darstellung zeigt, dass die Anwendung von Herbiziden in Winterweizen und Wintergerste bei großer Streuung zwischen den einzelnen Feldern in den 11 Jahren mit einer ähnlich hohen Intensität erfolgte. Trends einer Zu- oder Abnahme über die Jahre ließen sich nicht feststellen. Lediglich bei Winterraps deutete sich seit 2011 ein Trend zu höheren Aufwendungen an. Über den gesamten Untersuchungszeitraum war für die Behandlungsindices der Herbizide in Winterraps ein signifikant ansteigender Trend zu verzeichnen.

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

In Winterweizen lag der Behandlungsindex für die Insektizide von 2012 bis 2015 etwas unter 1,0. Nach dem Anstieg auf den BI-Wert 1,0 im Jahr 2016, fiel er im Jahr 2017 wieder auf Werte, die mehrheitlich unter dem langjährigen Mittel lagen. Im gesamten Untersuchungszeitraum zeichnete sich als Tendenz eine signifikant abnehmende Intensität ab.

In der Wintergerste ging die Anwendungsintensität von 2007 bis 2010 leicht zurück und hielt sich bis 2014 auf relativ niedrigem Niveau. Im Jahr 2015 war aufgrund des starken Blattlausauftretens im Herbst ein Anstieg zu verzeichnen. Der Behandlungsindex blieb seitdem nahezu konstant und war bisher nicht als Trend feststellbar.

Insektizide wurden in Winterraps mit der höchsten Intensität im Vergleich zu allen anderen Pflanzenschutzmittelkategorien in den 3 Kulturen verwandt. Die meisten Maßnahmen erfolgten gegen Rapserrdfloh, Rapsglanzkäfer und Kohlschotenrüssler. Bei den Insektizidanwendungen in Winterraps war nach einem anfänglichen Anstieg seit dem Jahr 2009 bis zum Jahr 2014 eine relativ konstante Intensität der Anwendung von Insektiziden festzustellen. Mit dem Wegfall der neonicotinoidhaltigen Beizen zur Aussaat 2014 war im Jahr 2015 ein Anstieg der Insektizidanwendungen im Herbst und damit eine höhere Intensität zu verzeichnen (Abb. 10). Geprägt war dieser Anstieg durch die Zunahme der Herbstbehandlungen gegen den Rapserrdfloh. Ein Trend war in der Regressionsanalyse bisher nicht zu erkennen.

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

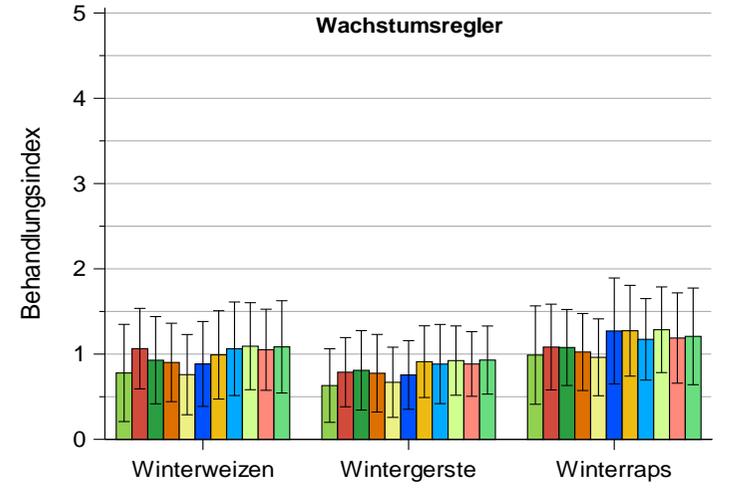
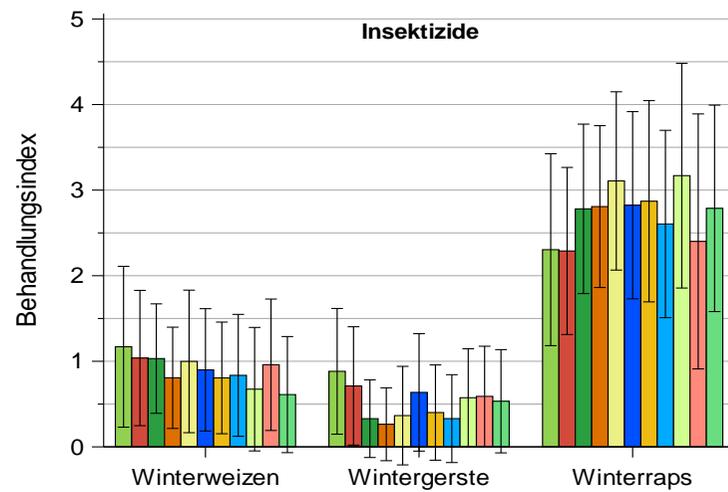
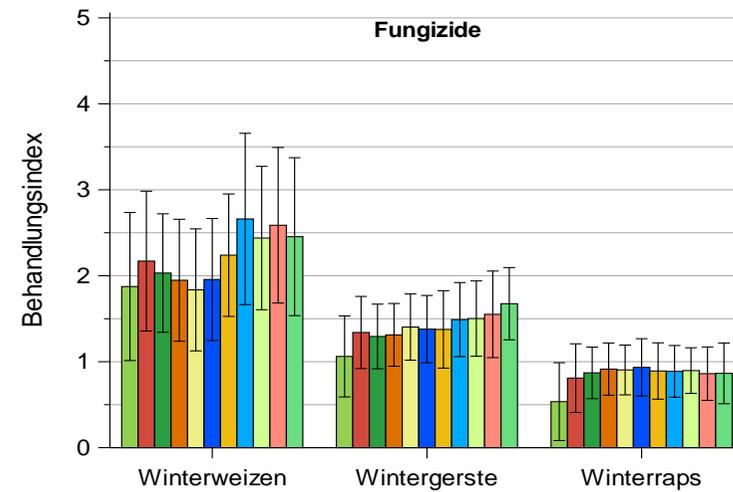
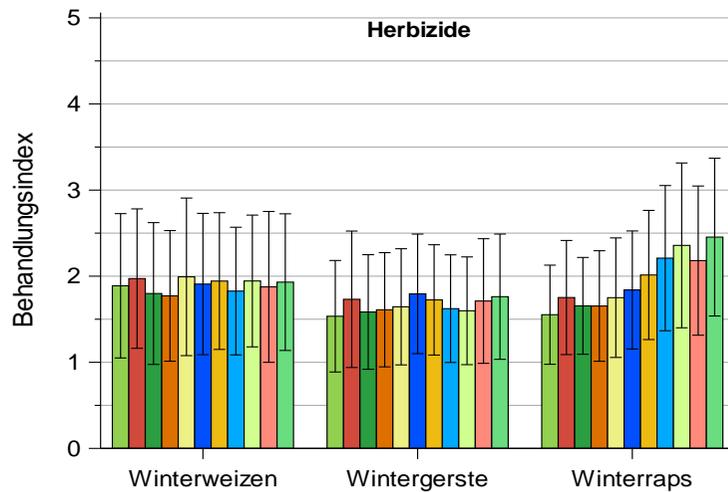


Abb. 9: Behandlungsindices angegeben als Mittelwerte mit Standardabweichungen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (unterschiedliche Balkenfarben von links nach rechts)

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

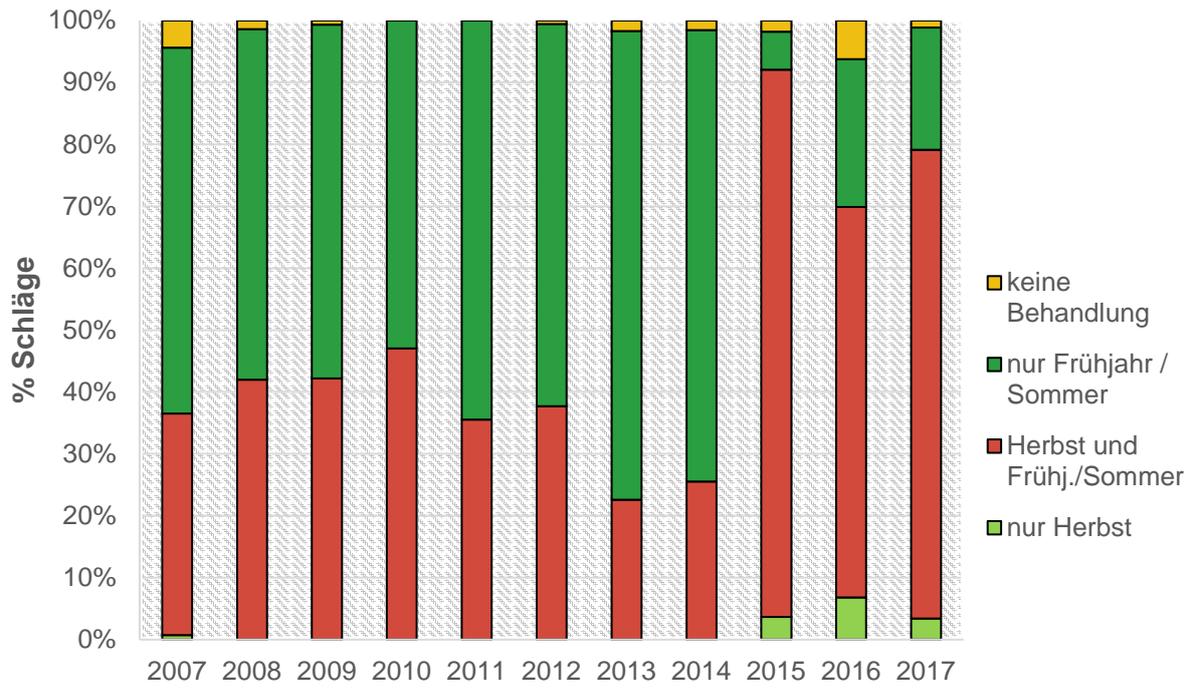


Abb. 10: Anteil Schläge mit Insektizidmaßnahmen im Herbst und Frühjahr/ Sommer im Winterraps in den Vergleichsbetrieben 2007 bis 2017

6.1.2.5 Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Es wurde auch die Anwendung von glyphosathaltigen Herbiziden vor der Kultur (Stoppel- und Vorsaatbehandlung) und als Vorerntebehandlung untersucht. Abb. 11 veranschaulicht, dass der Anteil glyphosathaltiger Herbizide am Gesamtbehandlungsindex der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben relativ gering war - im Durchschnitt der 11 Jahre im Winterweizen 8,5 %, in der Wintergerste 8,0 % und im Winterraps 3,4 %. Dies entsprach Behandlungsindices von 0,2 im Winterweizen sowie 0,1 in Wintergerste und Winterraps. Festzustellen ist auch, dass dabei die Anwendungen vor der Kultur überwiegen. Wenngleich zwischen den Jahren die Anteile etwas variierten, war eine Tendenz der Zunahme oder Abnahme nicht zu erkennen.

Da die Anwendung glyphosathaltiger Herbizide zumeist im Zusammenhang mit der Grundbodenbearbeitung, also gepflügt oder pfluglos, gesehen wird, wurde auch ein entsprechender Vergleich vorgenommen. Tab. 18 zeigt die Anzahl der Schläge mit den entsprechenden Verfahren der Grundbodenbearbeitung in den Ackerbaukulturen. Abb. 12 zeigt die Mittelwerte der Behandlungsindices der Herbizide auf den Winterweizen-, Wintergerste- und Winterrapsflächen, die mit dem Pflug und pfluglos bestellt wurden. Der Anteil glyphosathaltiger Herbizide (Anwendungen vor der Aussaat) wurde besonders hervorgehoben. Demnach waren bei Winterweizen ca. 0,2, bei Wintergerste 0,3 und Winterraps ca. 0,7 höhere Behandlungsindices in der Gruppe „pfluglos“ festzustellen. Diese Mehranwendungen konnten bei Winterweizen und Wintergerste eindeutig und bei Winterraps nur teilweise der zusätzlichen Anwendung glyphosathaltiger Herbizide zugeschrieben werden. Auch im Jahr 2017 war trotz der vermutlich witterungsbedingten Zunahme der Schläge mit pflugloser Bodenbearbeitung kein deutlicher Anstieg der Intensität der Vorsaatbehandlungen mit glyphosathaltigen Herbiziden zu verzeichnen.

Die Untersuchung von Glyphosatanwendungen als Vorerntebehandlungen zeigte, dass die Behandlungsindices dieser Anwendungen im Mittel der Jahre in allen Kulturen deutlich kleiner als 0,05 BI waren (Abb. 11).

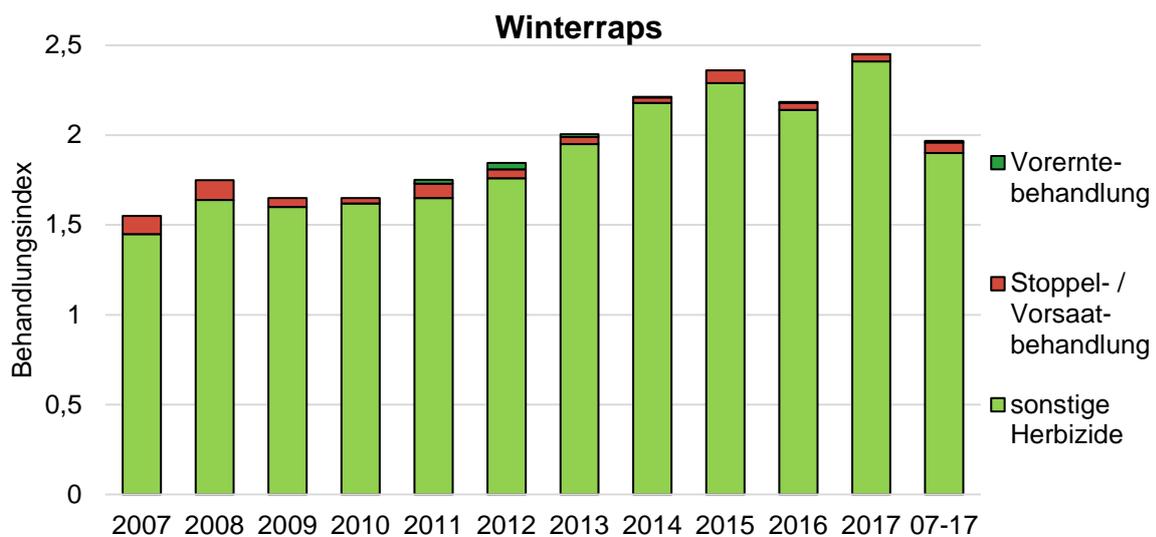
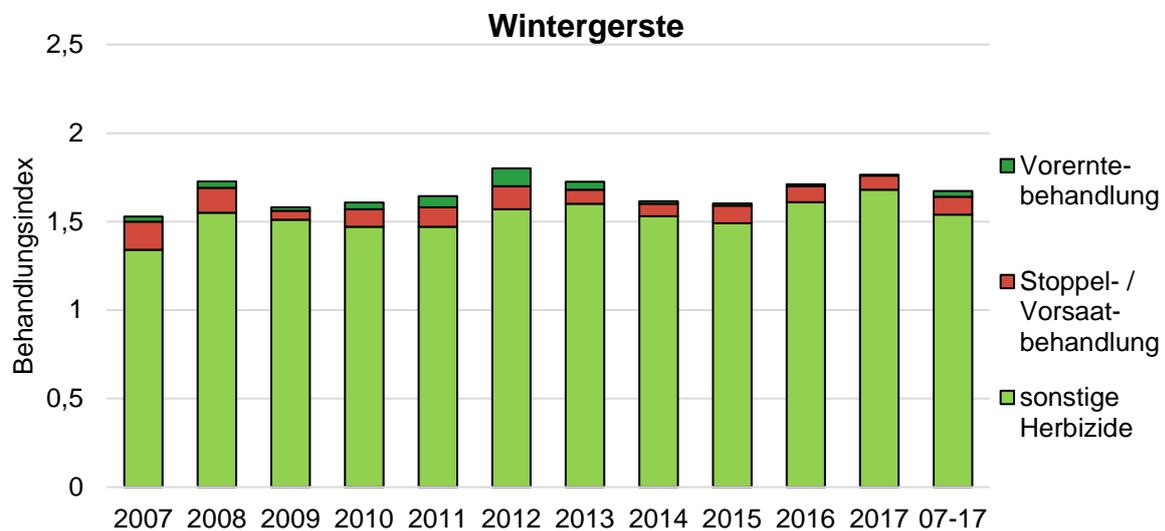
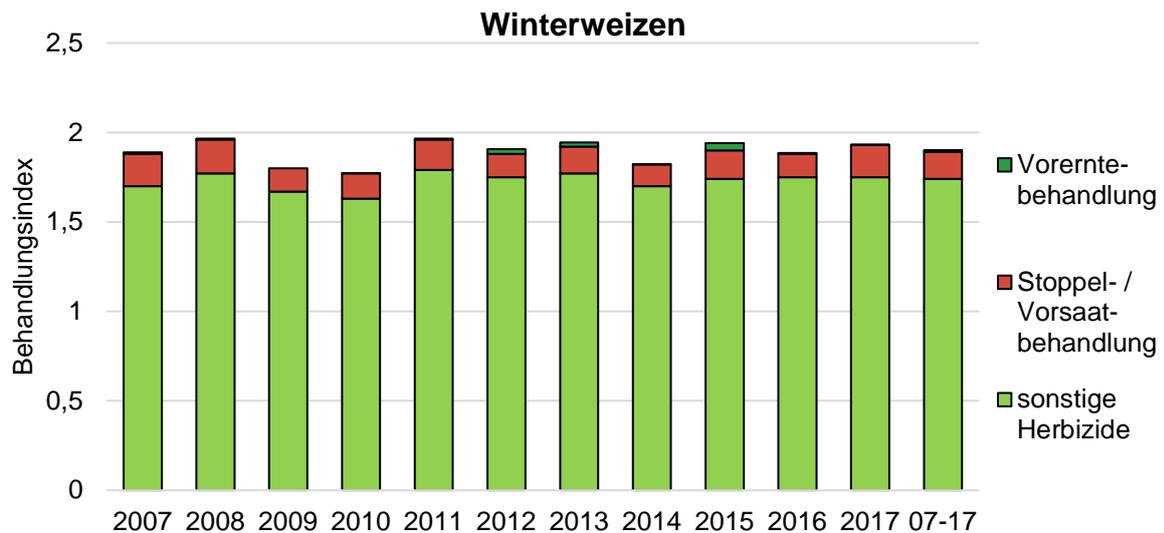


Abb. 11: Anteil Stoppel-/ Vorsaatsbehandlungen, Vorerntebehandlungen und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindizes der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Tab. 18: Anzahl Schläge gepflügt/ pfluglos in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Jahr	Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
	gepflügt	pfluglos	gepflügt	pfluglos	gepflügt	pfluglos
2007	78	101	73	37	81	56
2008	72	132	96	58	71	72
2009	96	130	119	58	83	71
2010	82	164	105	93	49	119
2011	98	146	140	46	65	101
2012	89	141	118	49	68	107
2013	104	153	128	50	76	101
2014	106	152	129	67	78	111
2015	103	145	130	69	65	99
2016	103	138	123	66	77	99
2017	97	154	119	71	68	109

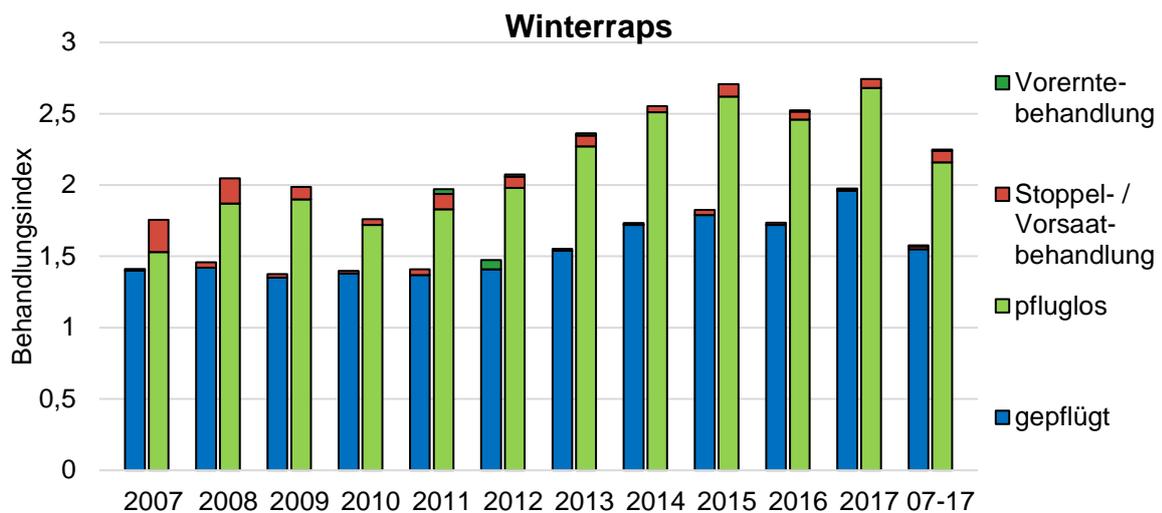
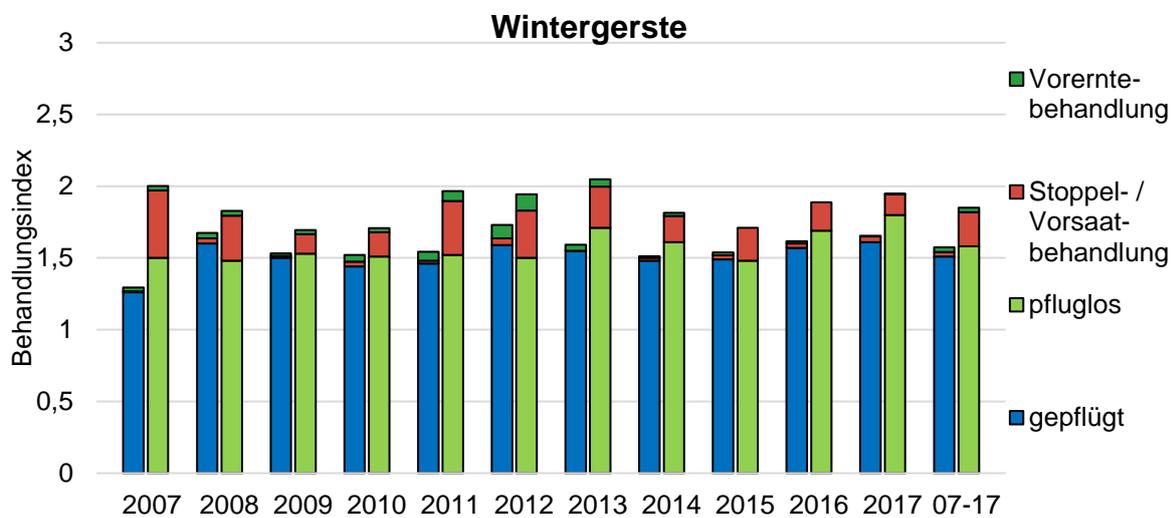
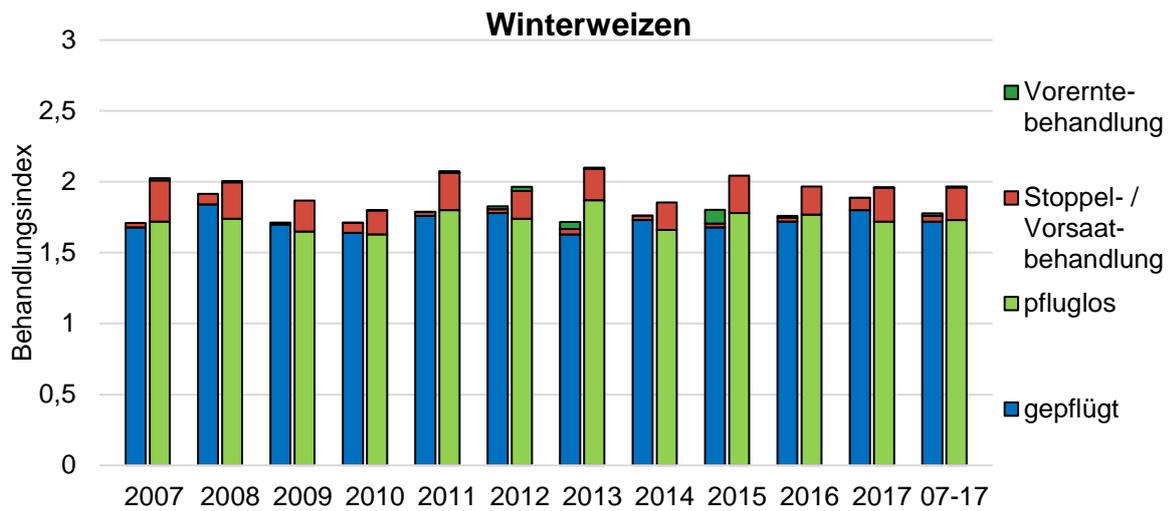


Abb. 12: Anteil Stoppel- / Vorsaatsbehandlungen, Vorerntebehandlungen und sonstiger Herbizide an den Behandlungsindizes der Herbizide in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

6.1.2.6 Weitere Kulturen

In das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz wurden weitere Kulturen einbezogen, vor allem wenn in den Betrieben nicht jeweils 3 Schläge Winterweizen, Wintergerste und Winterraps zur Verfügung standen oder in anderen Kulturen zusätzlich Daten erhoben und zur Verfügung gestellt werden konnten. Es wurden allerdings nur die Kulturen in die Auswertung einbezogen, für die Daten in allen 11 Jahren vorlagen. Dies betraf Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben. Tab. 19 zeigt die Datenbasis. Es sind die zum Teil geringen Stichproben zu beachten. Aus diesem Grunde wurde auch auf statistische Analysen signifikanter Unterschiede verzichtet.

Tab. 19: Anzahl der Schläge in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Kartoffeln	5	6	7	9	10	8	8	7	9	8	8	85
Mais	26	39	58	84	73	83	84	74	92	81	77	771
Triticale	8	7	17	15	19	24	35	35	38	42	41	281
Winterroggen	19	17	15	12	18	33	31	13	15	15	17	205
Zuckerrüben	24	24	29	34	40	41	40	43	42	46	51	414

Die Tab. 20 und Tab. 21 informieren über die berechneten Behandlungsindices. Erwartungsgemäß lagen die höchsten Behandlungsindices in **Kartoffeln**, wobei sich die Mittelwerte nach etwas höheren Werten in den Jahren 2007 und 2008 in der Folgezeit auf einen Behandlungsindex von 13 bis 15 einpegelten. Nachdem das Jahr 2016 witterungsbedingt mit einem Behandlungsindex von 19,6 auffiel, entsprach die Intensität der Behandlungen im Jahr 2017 wieder dem langjährigen Mittelwert. Diese Unterschiede wurden im Wesentlichen durch die Anwendung der Fungizide bestimmt.

Mais zeigte mit einem Behandlungsindex von 1,8 im Jahr 2017 die geringste Pflanzenschutzintensität – es wurden in dieser Kultur in den Vergleichsbetrieben ausschließlich Herbizide verwendet.

Bei **Triticale** lag die Behandlungsintensität ähnlich hoch wie in der Wintergerste und lag nur im Jahr 2014, hervorgerufen durch die Gelbrostkalamität, deutlich höher. In den folgenden Jahren, so auch im Jahr 2017, ging er kontinuierlich zurück. Die Intensität der Anwendungen der Fungizide 2017 blieb gegenüber dem Vorjahr konstant.

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

Die Pflanzenschutzintensität in **Zuckerrüben** wurde durch Herbizidanwendungen geprägt. Gegenüber den Vorjahren traten kaum Veränderungen auf.

Tab. 20: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Herbizide																								
Kartoffeln	1,9	(0,6)	2,5	(0,5)	2,2	(1,2)	2,4	(0,5)	2,9	(1,5)	2,8	(0,8)	2,2	(0,5)	2,4	(0,7)	2,1	(0,5)	2,8	(1,6)	2,8	(1,2)	2,5	(1,0)
Mais	1,8	(0,6)	2,5	(0,7)	1,9	(0,5)	2,0	(0,6)	2,2	(0,6)	2,0	(0,6)	1,9	(0,6)	2,2	(0,7)	2,1	(0,8)	1,9	(0,5)	1,8	(0,5)	2,0	(0,6)
Triticale	1,2	(0,5)	1,1	(0,4)	1,6	(0,7)	1,5	(0,5)	1,4	(0,5)	1,8	(1,0)	1,6	(0,8)	1,6	(0,7)	1,4	(0,5)	1,4	(0,6)	1,6	(0,7)	1,5	(0,7)
Winterroggen	1,6	(0,7)	1,5	(0,6)	1,2	(0,5)	1,2	(0,4)	1,2	(0,4)	1,2	(0,5)	1,4	(0,6)	1,6	(0,4)	1,4	(0,5)	1,5	(0,5)	1,2	(0,2)	1,4	(0,5)
Zuckerrüben	3,5	(1,2)	2,7	(0,8)	2,8	(0,8)	2,7	(0,9)	3,1	(1,1)	2,7	(0,7)	3,2	(1,1)	3,3	(1,0)	3,1	(0,7)	3,0	(0,9)	3,1	(0,7)	3,0	(0,9)
Fungizide																								
Kartoffeln	16,5	(2,7)	14,4	(1,8)	10,8	(3,0)	10,7	(2,7)	10,3	(3,6)	11,1	(5,0)	9,6	(3,7)	12,5	(8,3)	7,6	(4,4)	14,7	(5,4)	10,0	(4,1)	11,3	(4,7)
Mais	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
Triticale	1,6	(0,3)	1,5	(0,4)	1,3	(0,4)	1,5	(0,3)	1,3	(0,3)	1,4	(0,6)	1,5	(0,5)	2,4	(0,6)	2,0	(0,6)	1,9	(0,8)	1,9	(0,8)	1,7	(0,7)
Winterroggen	2,1	(0,8)	1,6	(0,5)	1,0	(0,5)	1,1	(0,4)	1,1	(0,3)	1,7	(0,5)	1,4	(0,6)	2,0	(0,5)	2,1	(0,5)	1,5	(0,9)	1,5	(0,6)	1,6	(0,7)
Zuckerrüben	1,4	(0,9)	1,2	(0,7)	1,2	(0,7)	1,1	(1,0)	1,3	(0,9)	1,6	(1,1)	1,4	(0,8)	1,5	(0,6)	1,2	(0,8)	1,7	(1,1)	1,6	(1,0)	1,4	(0,9)
Insektizide																								
Kartoffeln	1,9	(0,8)	0,2	(0,4)	0,4	(0,5)	0,4	(0,5)	0,9	(0,8)	0,9	(1,3)	1,4	(1,0)	0,6	(0,7)	0,6	(0,4)	0,8	(0,4)	0,8	(0,4)	0,8	(0,8)
Mais	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0,1)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0,1	(0,2)	0	(0,1)	0	(0)	0	(0)	0	(0,1)
Triticale	0,9	(0,7)	0,8	(0,7)	0,6	(0,6)	0,6	(0,6)	0,7	(0,5)	0,5	(0,7)	0,9	(0,8)	0,7	(0,7)	0,6	(0,5)	0,8	(0,5)	0,4	(0,4)	0,6	(0,6)
Winterroggen	0,6	(0,7)	0,6	(0,8)	0,5	(0,6)	0,2	(0,4)	0,2	(0,3)	0,4	(0,4)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,2	(0,4)	0,4	(0,5)
Zuckerrüben	0,1	(0,5)	0,2	(0,5)	0,2	(0,5)	0,4	(0,8)	0,3	(0,4)	0,3	(0,8)	0,3	(0,7)	0,4	(0,8)	0,7	(0,7)	0	(0)	0	(0)	0,3	(0,6)

Tab. 21: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen) in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Wachstumsregler																								
Kartoffeln	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0,2	(0,4)	0,3	(0,4)	0	(0)	0,4	(0,5)	0	(0)	0	(0)	0,4	(0,5)	0,4	(0,5)	0,2	(0,3)
Mais	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
Triticale	0,7	(0,4)	0,9	(0,3)	0,5	(0,3)	0,7	(0,2)	0,5	(0,2)	0,6	(0,3)	0,5	(0,2)	0,7	(0,2)	1,0	(0,3)	0,8	(0,4)	0,6	(0,4)	0,7	(0,3)
Winterroggen	0,5	(0,4)	0,8	(0,3)	0,8	(0,5)	0,6	(0,4)	0,5	(0,4)	0,9	(0,4)	1,0	(0,3)	1,3	(0,5)	1,0	(0,5)	1,2	(0,7)	1,0	(0,6)	0,9	(0,5)
Zuckerrüben	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
Gesamt																								
Kartoffeln	20,3	(2,4)	17,1	(1,9)	13,4	(3,6)	13,8	(3,1)	14,5	(4,3)	14,8	(4,9)	13,6	(5,0)	15,4	(7,6)	10,2	(5,2)	18,6	(7,7)	14,0	(6,1)	14,8	(5,4)
Mais	1,8	(0,6)	2,5	(0,7)	1,9	(0,5)	2,0	(0,6)	2,2	(0,6)	2,0	(0,6)	1,9	(0,6)	2,3	(0,7)	2,1	(0,8)	1,9	(0,5)	1,8	(0,5)	2,0	(0,6)
Triticale	4,4	(1,5)	4,4	(1,6)	4,0	(1,4)	4,3	(0,8)	3,8	(1,1)	4,3	(1,7)	4,4	(1,9)	5,3	(1,8)	5,0	(0,9)	4,9	(1,4)	4,5	(1,6)	4,6	(1,5)
Winterroggen	4,8	(1,3)	4,4	(1,4)	3,4	(1,7)	3,1	(1,0)	2,9	(0,9)	4,1	(1,0)	4,1	(1,2)	5,2	(0,7)	4,9	(1,0)	4,5	(1,3)	4,0	(1,1)	4,1	(1,3)
Zuckerrüben	5,0	(1,8)	4,1	(1,3)	4,2	(1,1)	4,2	(1,8)	4,7	(1,7)	4,6	(1,5)	5,0	(1,5)	5,2	(1,8)	5,0	(1,2)	4,7	(1,6)	4,7	(1,4)	4,7	(1,5)

6.1.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Tab. 22 informiert über die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben in den Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps und den unterschiedlichen Pflanzenschutzmittelkategorien in den Jahren 2007 bis 2017. Die stärksten Reduktionen der Dosierung wurden bei Wachstumsreglern festgestellt: im Durchschnitt aller 3 Kulturen um mehr als 50 %. Fungizide wurden in Winterweizen und Wintergerste um ca. 40 und 44 % reduziert verwendet. Bei den Fungizidanwendungen in Winterraps während der Blüte wurden die Aufwandmengen jedoch zu 80 bis 90 % ausgeschöpft. Bei den Herbiziden lagen die Reduzierungen zwischen 20 bis 30 %, bezogen auf die maximal zugelassenen Aufwandmengen. Es wurde auch die Reduzierung der Aufwandmengen bei den glyphosathaltigen Herbiziden betrachtet. In den Ackerbaukulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps betrug die Ausschöpfung der maximal möglichen Aufwandmenge im Durchschnitt der Jahre bei Vorsaatbehandlungen 61 %, 56 % und 53 % und bei Anwendungen zur Sikkation entsprechend 78 %, 70 % und 76 % in den genannten Kulturen. Die Werte zeigten keine besondere Streuung und auch keine Tendenzen über die Jahre.

Bei den Insektiziden hielt sich die Reduktion der Dosis in Grenzen. Die Abweichungen von den zugelassenen Aufwandmengen betrugen bei Getreide zumeist unter 10 %, bei Winterraps wurde in der Regel mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet.

Wie der Tab. 22 auch zu entnehmen ist, schwankten die Werte zwischen den Jahren unerheblich, d. h. die Dosierung der Pflanzenschutzmittel wurde in den 3 Kulturen im Durchschnitt aller Betriebe kaum durch die jahres- bzw. situationsspezifischen Bedingungen modifiziert.

Tab. 22: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Winterweizen												
Herbizide	67 %	70 %	68 %	69 %	77 %	70 %	75 %	71 %	73 %	73 %	75 %	72 %
Fungizide	58 %	60 %	57 %	57 %	56 %	62 %	63 %	61 %	61 %	59 %	62 %	60 %
Insektizide	87 %	89 %	91 %	92 %	91 %	92 %	90 %	89 %	96 %	89 %	95 %	91 %
Wachstumsregler	46 %	44 %	44 %	44 %	43 %	42 %	43 %	43 %	46 %	45 %	45 %	44 %
Wintergerste												
Herbizide	60 %	65 %	68 %	68 %	72 %	71 %	72 %	72 %	71 %	70 %	76 %	70 %
Fungizide	56 %	54 %	52 %	52 %	54 %	57 %	63 %	56 %	59 %	59 %	57 %	56 %
Insektizide	92 %	95 %	90 %	94 %	95 %	94 %	97 %	97 %	95 %	98 %	99 %	95 %
Wachstumsregler	50 %	47 %	47 %	49 %	44 %	44 %	49 %	46 %	51 %	48 %	47 %	47 %
Winterraps												
Herbizide	73 %	73 %	75 %	75 %	75 %	78 %	78 %	79 %	79 %	81 %	81 %	78 %
Fungizide¹	90 %	84 %	86 %	83 %	83 %	83 %	81 %	86 %	86 %	83 %	81 %	84 %
Insektizide	97 %	101 %	101 %	100 %	99 %	99 %	99 %	99 %	100 %	98 %	99 %	99 %
Wachstumsregler²	48 %	52 %	48 %	47 %	47 %	51 %	52 %	49 %	50 %	53 %	53 %	50 %

¹ Fungizide in der Blüte, ² Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte

6.1.4 Analyse der Teilflächenbehandlungen

Der Behandlungsindex stellt die Anzahl von Pflanzenschutzmittelanwendungen unter Berücksichtigung reduzierter Aufwandmengen und Teilflächenbehandlungen dar. Es gibt neben

„echten“ auch „unechte“ Teilflächenbehandlungen. Eine echte Teilflächenbehandlung liegt vor, wenn der Anwender eine Maßnahme bewusst auf eine Teilfläche begrenzt; eine unechte Teilflächenbehandlung, wenn eine Maßnahme abgebrochen und die verbleibende Restfläche später oder mit einem anderen Mittel behandelt wird (Freier et al., 2008).

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

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

6.1.5 Analyse von Einflussfaktoren auf den Behandlungsindex

6.1.5.1 Schlaggröße

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

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

Auf der Grundlage des kompletten Datensatzes der Jahre 2007 bis 2017 erfolgten entsprechende Korrelationsanalysen (siehe nachfolgende Pearson'sche Korrelationskoeffizienten) für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, die zu folgenden Ergebnissen führten:

Winterweizen	(2007-2017): R = 0,0387	p = 0,0491
Wintergerste	(2007-2017): R = 0,0167	p = 0,4622
Winterraps	(2007-2017): R = 0,1503	p = <0,0001

Während für Wintergerste kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Schlaggröße und dem Behandlungsindex nachgewiesen werden konnte, zeigte sich bei Winterweizen (erstmal im Untersuchungszeitraum) und Winterraps eine signifikante positive Beziehung, d. h. je größer die Schläge, desto höher die Pflanzenschutzmittelanwendungsintensität. In der Untersuchung dieser

Zusammenhänge ließen sich in Winterraps diese positiv signifikanten Beziehungen gleichermaßen in der Einzelbetrachtung aller Pflanzenschutzmittelkategorien nachweisen. Insgesamt war der Zuwachs des Behandlungsindex sehr gering, sodass auf den Versuch einer detaillierten Interpretation der Tendenz verzichtet wurde.

6.1.5.2 Betriebsgröße

In ähnlicher Weise wie bei der Schlaggröße wurde der Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten auf der Grundlage der Daten der 11 Jahre überprüft. Die Analysen führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2017): $R = -0,0466$ $p = 0,0190$

Wintergerste (2007-2017): $R = -0,0038$ $p = 0,8679$

Winterraps (2007-2017): $R = 0,0734$ $p = 0,0019$

Die Daten zeigen, dass bei Winterweizen mit $p = 0,0190$ ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße vorlag, was darauf hindeutet, dass die Behandlungsintensität mit steigender Betriebsgröße abnimmt. Dieser Zusammenhang ließ sich bei der Analyse der Pflanzenschutzmittelkategorien für die Behandlungsindices der Fungizide in Winterweizen feststellen. Im Gegensatz dazu stellte sich bei Winterraps ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen Behandlungsindex und Betriebsgröße heraus, was eine Zunahme der Pflanzenschutzmittelanwendungsintensität (signifikant für Fungizide und Herbizide) bei größeren Betriebsflächen andeutet. Eine fachliche Interpretation dieser Ergebnisse fällt schwer.

6.1.5.3 Ackerzahl

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

Es wurden auf der Basis aller zur Verfügung stehenden Einzelwerte der Jahre 2007 bis 2017 mögliche Korrelationen mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Sie führten zu folgenden Ergebnissen:

Winterweizen (2007-2017): $R = 0,0631$ $p = 0,0016$

Wintergerste (2007-2017): $R = 0,2027$ $p < 0,0001$

Winterraps (2007-2017): $R = -0,1159$ $p < 0,0001$

Für alle 3 Kulturen wurden signifikante, aber schwache Zusammenhänge zwischen Ackerzahl und Behandlungsindex nachgewiesen. Die oben genannte Hypothese hat sich nur für die beiden Getreidekulturen, Winterweizen und Wintergerste sowohl für den Gesamtbehandlungsindex als auch für die Behandlungsindices aller Kategorien, bestätigt. Der Behandlungsindex nahm mit steigender Ackerzahl zu. Bei Winterraps nahm der Behandlungsindex mit ansteigender Ackerzahl jedoch signifikant ab. Diese abweichende Tendenz in Winterraps zeigte sich für die Anwendungen der

Insektizide sowie der Wachstumsregler/ Fungizide – signifikant allerdings nur bei den Insektizidanwendungen.

6.1.5.4 Ertrag

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

Auf der Grundlage des kompletten Datensatzes der Jahre 2007 bis 2017 wurden mögliche Zusammenhänge mit dem Pearson'schen Korrelationskoeffizienten geprüft. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Winterweizen	(2007-2017): R = 0,2505	p = <0,0001
Wintergerste	(2007-2017): R = 0,2355	p = <0,0001
Winterraps	(2007-2017): R = -0,0419	p = 0,0971

Ähnlich wie bei der Ackerzahl wurden für die Anwendungen der Fungizide und Insektizide in den beiden Getreidearten signifikante positive Zusammenhänge zwischen Ertrag und Behandlungsindex nachgewiesen. Der Behandlungsindex nahm mit steigendem Ertrag zu. Bei Winterraps ließ sich kein entsprechender Zusammenhang in der Gesamtbetrachtung feststellen. Es ließ sich jedoch ein positiv signifikanter Zusammenhang zwischen den Behandlungsintensitäten der Wachstumsregler und Fungizide bis zur Blüte nachweisen. Andererseits konnte die Tendenz eines negativen Zusammenhangs wie bei der Ackerzahl für die Herbizid-Behandlungsindices bestätigt werden.

6.1.5.5 Vorfrucht

Der Effekt der Vorfrucht wurde für jede Kultur und Pflanzenschutzmittelkategorie geprüft.

Tab. 23 zeigt die Ergebnisse im Mittel der Jahre 2007 bis 2017. Da Wintergetreide in der Regel die Vorfrucht von Winterraps ist, konzentrierte sich die Aufmerksamkeit insbesondere auf den Einfluss der unterschiedlichen Vorfrüchte auf die Pflanzenschutzmittelanwendungsintensität bei Winterweizen und Wintergerste. Gräser und Blattfrüchte/ Leguminosen traten in sehr geringem Umfang als Vorfrucht auf. In der Tab. 23 sind sie aus Gründen der Vollständigkeit dargestellt, aber es wurde auf eine Auswertung verzichtet. Es erfolgten keine statistischen Analysen.

Die Herbizidanwendungen waren in Winterweizen insbesondere nach Wintergetreide und Winterraps etwas höher als nach Hackfrüchten. Bei Wintergerste zeigten sich lediglich geringe Anwendungsintensitäten nach Hackfrüchten.

Die Fungizidanwendungen in Winterweizen und Wintergerste schienen nicht durch unterschiedliche Vorfrüchte beeinflusst worden zu sein.

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

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

Tab. 23: Einfluss der Vorfrucht auf den Behandlungsindex in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Anzahl Schläge, Mittelwerte (und Standardabweichungen) der Jahre 2007 bis 2017

Vorfrucht	Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
	Anzahl Schläge					
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	47		47		9	
Gräser ²	19		5		15	
Hackfrucht ³	922		104		4	
Sommergetreide	35		132		99	
Wintergetreide	438		1514		1689	
Winterraps	1105		137		1	
	Behandlungsindex					
	Herbizide					
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	1,7	(0,8)	1,6	(0,7)	1,8	(0,7)
Gräser ²	2,7	(0,8)	1,7	(0,6)	1,8	(0,7)
Hackfrucht ³	1,6	(0,7)	1,4	(0,5)	2,0	(0,8)
Sommergetreide	1,8	(0,7)	1,6	(0,6)	1,8	(0,7)
Wintergetreide	2	(0,7)	1,7	(0,6)	2,0	(0,8)
Winterraps	2,1	(0,8)	1,9	(0,7)	2,5	(0)
	Fungizide ⁴					
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	2	(1,0)	1,2	(0,6)	1	(0)
Gräser ²	1,9	(1,0)	1,3	(0,3)	0,9	(0,1)
Hackfrucht ³	2,2	(0,8)	1,4	(0,4)	1,1	(0)
Sommergetreide	2,2	(0,9)	1,4	(0,5)	0,9	(0,3)
Wintergetreide	2,3	(0,8)	1,4	(0,4)	0,9	(0,3)
Winterraps	2,2	(0,8)	1,4	(0,5)	0,7	(0)
	Insektizide					
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	0,8	(0,8)	0,4	(0,4)	2,3	(0,5)
Gräser ²	1,7	(0,7)	0,6	(0,8)	2,5	(0,8)
Hackfrucht ³	0,8	(0,7)	0,3	(0,4)	2,8	(0,5)
Sommergetreide	0,8	(0,7)	0,3	(0,5)	2,5	(1,0)
Wintergetreide	0,9	(0,7)	0,5	(0,6)	2,8	(1,1)
Winterraps	0,9	(0,7)	0,6	(0,5)	4,0	(0)
	Wachstumsregler ⁵					
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	0,9	(0,5)	0,9	(0,3)	1,5	(0,3)
Gräser ²	0,7	(0,3)	1,0	(0,4)	1,4	(0,4)
Hackfrucht ³	0,9	(0,4)	0,8	(0,4)	0,9	(0,6)
Sommergetreide	0,8	(0,6)	0,8	(0,3)	1,0	(0,5)
Wintergetreide	1,1	(0,5)	0,8	(0,4)	1,2	(0,5)
Winterraps	1,0	(0,5)	0,9	(0,3)	1,4	(0)

¹ Blattfrucht/ Leguminosen: Ackerfutter, Bohnen, Erbsen, Erdbeeren, Klee gras, Kohl, Lupinen, Luzerne, Mohn, Möhren, Öllein, Soja, Sommerraps, Sonnenblumen, Süßlupinen, Tabak; ² Gräser: Ackergras, Feldgras, Gras/Gräser, Grassamen/-vermehrung, Rotschwingel; ³ Hackfrucht: Kartoffeln, Mais, Rüben; ⁴ Fungizide in der Blüte;

⁵ Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte

Insgesamt blieb der Effekt der Vorfrucht auf den Behandlungsindex über die Jahre relativ konstant und unter den Erwartungen.

6.1.5.6 Bodenbearbeitung

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

Da Gräser in sehr geringem Umfang als Vorfrucht auftraten, wurde auf eine Auswertung in allen Kulturen verzichtet. Aus dem gleichen Grund wurde in Winterraps auf die Auswertung von Blattfrüchten/ Leguminosen sowie Hackfrüchten verzichtet.

Wie der Tab. 24 zu entnehmen ist, erhöhte sich der Behandlungsindex bei pfluglosem Anbau von **Winterweizen** im Durchschnitt aller Vorfruchtgruppen unwesentlich um 0,2, bei der Vorfrucht Winterraps signifikant um 0,3, aber nicht nach den anderen Vorfrüchten.

In der **Wintergerste** zeichnete sich ein etwas deutlicheres Bild ab: der mittlere Mehraufwand an Herbiziden bei pfluglos betrug 0,4 BI. Die größte Differenz (0,5) zwischen Pflug und pfluglos war nach Winterraps gegeben. Signifikante, wenn auch geringe, Unterschiede waren allerdings bei den Vorfrüchten außer bei Hackfrüchten und Sommergetreide gegeben. Keine bzw. geringste Unterschiede zeigten sich nach Blattfrüchten.

Bei **Winterraps** konnte für die Vorfruchtgruppe Wintergetreide eine hohe Stichprobe ausgewertet werden. Hier zeigte sich ein deutlicher, in der Summe der 11 Jahre signifikanter Zuwachs der Herbizidaufwendungen bei pfluglosem Anbau um ca. 0,7 BI. Bei der Vorfrucht Sommergetreide wurde ein ähnlicher Zuwachs des BI (0,6) sowie ebenfalls signifikanter Unterschied festgestellt, jedoch muss hier der geringe Stichprobenumfang berücksichtigt werden.

Tab. 24: Einfluss der Bodenbearbeitung auf den Behandlungsindex von Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste, Winterraps bei verschiedenen Vorfrüchten in den Vergleichsbetrieben in Deutschland, Anzahl Schläge (n), Mittelwerte (und Standardabweichungen) mit Angabe der Signifikanz für die Jahre 2007 bis 2017

Vorfrucht	gepflügt		pfluglos		Pr > t		
	n	BI	n	BI			
Winterweizen							
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	14	1,7	-0,87	33	1,7	-0,85	0,88678
Gräser ²	15	2,5	-0,84	4	3,6	0	0,00013
Hackfrucht ³	509	1,6	-0,68	413	1,6	-0,73	0,41496
Sommergetreide	6	1,5	-0,42	29	1,9	-0,8	0,08041
Wintergetreide	270	2	-0,78	167	2	-0,8	0,74377
Winterraps	207	1,8	-0,76	894	2,1	-0,84	<0,0001
Wintergerste							
Blattfrucht/ Leguminosen ¹	19	1,1	-0,47	28	1,9	-0,75	<0,0001
Gräser ²	2	1,6	-0,84	3	1,8	-0,74	0,77834
Hackfrucht ³	59	1,4	-0,54	45	1,4	-0,53	0,77544
Sommergetreide	67	1,4	-0,55	65	1,7	-0,64	0,00097
Wintergetreide	1093	1,6	-0,63	419	1,9	-0,76	<0,0001
Winterraps	37	1,5	-0,56	99	2	-0,7	<0,0001
Winterraps							
Sommergetreide	17	1,3	-0,47	82	1,9	-0,73	0,00022
Wintergetreide	745	1,6	-0,59	941	2,3	-0,83	<0,0001

¹ Blattfrucht/ Leguminosen: Ackerfutter, Bohnen, Erbsen, Erdbeeren, Klee gras, Kohl, Lupinen, Luzerne, Mohn, Möhren, Öllein, Soja, Sommerraps, Sonnenblumen, Süßlupinen, Tabak; ² Gräser: Ackergras, Feldgras, Gras/Gräser, Grassamen/-vermehrung, Rotschwingel; ³ Hackfrucht: Kartoffeln, Mais, Rüben

6.1.5.7 Aussaattermin

Der Zusammenhang zwischen Aussaattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen wurde für **Winterweizen** analysiert. Tab. 25 dokumentiert die Korrelationskoeffizienten mit den dazugehörigen Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Beziehung zwischen Aussaattermin (Nummer des jeweiligen Jahrestages) und Behandlungsindex. Dabei ergaben sich deutliche, oft signifikante Hinweise auf eine negative Korrelation, d. h. je früher der Aussaattermin desto höher der Behandlungsindex. Bei Herbiziden und Wachstumsreglern waren diese relativ schwachen Beziehungen jeweils in 9 bzw. 8 der 11 Jahre signifikant. Bei Fungiziden konnte in 5 der 11 Jahre eine signifikante schwach negative Korrelation zwischen dem Termin der Aussaat des Winterweizens und der Anwendungsintensität belegt werden. Die Insektizidanwendungen korrelierten nur in 3 Fällen mit dem Aussaattermin.

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Aussaattermin und Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen wurde ebenfalls für **Winterraps** durchgeführt. Auf die detaillierte Darstellung der Ergebnisse wurde aufgrund geringer signifikanter Zusammenhänge verzichtet. Für die Anwendungen der Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte wurde in 9 von 11 Jahren eine negative Korrelation zum Aussaattermin nachgewiesen, der jedoch nur in 3 Jahren signifikant war. Ähnliche Ergebnisse ließen sich für die Anwendungen der Herbizide konstatieren, die in 10 der 11

Untersuchungsjahre negativ mit der Behandlungsintensität korrelierten, sich aber nur in 3 Jahren als signifikant erwiesen.

Tab. 25: Einfluss des Aussattermins auf den Behandlungsindex in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017, Anzahl Schläge (n), Korrelationskoeffizienten (R) und Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)

Jahr	n		Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler
2007	179	R	-0,0513	-0,1892	-0,0178	-0,288
		p	0,4948	0,0112	0,8133	0,0001
2008	203	R	-0,0044	-0,0634	-0,1599	-0,1769
		p	0,9507	0,369	0,0227	0,0116
2009	226	R	-0,1673	-0,0069	0,0243	-0,2174
		p	0,0118	0,9176	0,7159	0,001
2010	246	R	-0,1463	-0,1655	-0,0982	-0,2137
		p	0,0217	0,0093	0,1245	0,0007
2011	244	R	-0,1848	-0,0901	0,0961	-0,2561
		p	0,0038	0,1607	0,1345	0,0001
2012	229	R	-0,2093	-0,0397	-0,0057	-0,0832
		p	0,0014	0,5496	0,9311	0,21
2013	257	R	-0,2488	-0,1328	-0,1509	-0,0639
		p	0,0001	0,0334	0,0155	0,3074
2014	260	R	-0,1826	0,037	0,0029	-0,2147
		p	0,0031	0,5531	0,9634	0,0005
2015	248	R	-0,2756	-0,1389	-0,0646	-0,2566
		p	0	0,0288	0,3108	0
2016	241	R	-0,3575	0,0858	-0,0473	0,0185
		p	0	0,1841	0,4644	0,7746
2017	251	R	-0,3734	-0,2109	-0,1439	-0,1982
		p	0	0,0008	0,0226	0,0016

6.1.5.8 Einfluss der Sorte

Winterweizen

Der Anbau resistenter Sorten ist ein wichtiger Baustein für den integrierten Pflanzenschutz und wird vor dem Hintergrund der abnehmenden Verfügbarkeit von Pflanzenschutzmitteln zukünftig einen höheren Stellenwert einnehmen.

Im aktuellen **Winterweizenassortiment** sind eine Vielzahl unterschiedlicher Resistenzgene gegen pilzliche Schaderreger wie z. B. Mehltau, Gelbrost, Braunrost, Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium eingelagert (Anonymus, 2019). 67 % bzw. 62 % der Sorten verfügen über eine gut wirksame Mehltau- und Gelbrostresistenz. Bei den Krankheiten Braunrost, Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium sind diese Werte mit 33 %, 9 % bzw. 20 % deutlich geringer.

Im Jahr 2017 wurden in den Vergleichsbetrieben insgesamt 46 Winterweizensorten auf 225 Schlägen angebaut. In Abb. 13 ist der Anteil Schläge dargestellt, auf denen Sorten mit gut wirksamer Resistenz, mäßiger Resistenz und hoher Anfälligkeit gegen die Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium angebaut wurden.

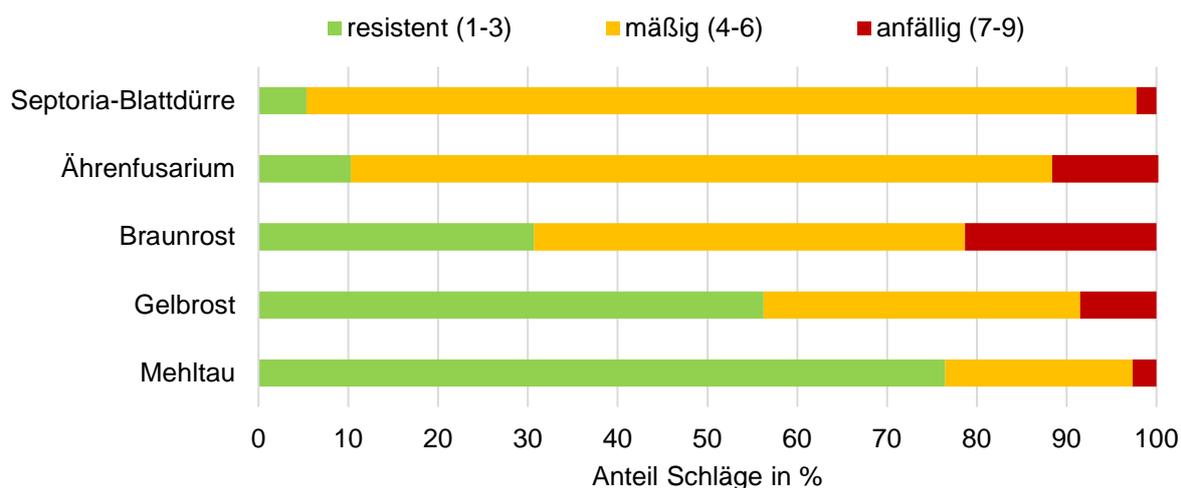


Abb. 13: Anteil Schläge mit resistenten, mäßig resistenten und anfälligen Sorten gegenüber den Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost und Ährenfusarium in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2017

Im Jahr 2007 wurden auf 59 % der Schläge Sorten mit einer gut wirksamen Mehлтаuresistenz (Note 1-3) angebaut. Dieser Anteil stieg über die Jahre stetig an und beträgt im Jahr 2017 76 %. Wie in den Vorjahren verfügen mit 5 % bzw. 10 % nur wenige Sorten über eine gute Resistenz gegenüber Septoria-Blattdürre und Ährenfusarium, die aufgrund des quantitativen Resistenzhintergrunds nur schwer in Sorten eingekreuzt werden kann. Der Anteil Schläge mit Sorten mit mäßiger Resistenz (Note 4-6) liegt bei diesen beiden Krankheiten bei 92 % bzw. 78 %. Die Widerstandsfähigkeit der angebauten Sorten gegenüber Gelbrost ist wie im Jahr 2016 als gut einzuschätzen. Während im Jahr 2007 gelbrostresistente Sorten auf lediglich 30 % der Schläge angebaut wurden, sind es im Jahr 2017 bereits 56 %. Auch im Jahr 2017 ist der Anteil Schläge, die mit stark braunrostanfälligen Sorten (Note 7-9) wie Tobak und Benchmark bestellt wurden, mit 21 % als zu hoch zu bewerten.

Braunrostresistente Sorten wurden auf 30 % der Schläge angebaut.

Der Anbauanteil an Sorten mit einem Resistenzmittelwert von 3 oder kleiner gegen die Krankheiten Septoria-Blattdürre, Mehltau, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium schwankte innerhalb der Untersuchungsjahre in den Vergleichsbetrieben zwischen 1 % (2008) und 14 % (2015). Im Jahr 2017 war der Anteil mit 3 % sehr gering, auf nur 6 Schlägen wurden die resistenten Sorten Chiron, Apian, Tabasco und Dichter angebaut (Tab. 26).

Tab. 26: Einstufung der in den Vergleichsbetrieben angebauten Sorten mit breit wirksamer Resistenz gegen die Krankheiten Mehltau, Septoria-Blattdürre, Gelbrost, Braunrost und Ährenfusarium sowie der Resistenzmittelwert (RMW) nach Beschreibender Sortenliste 2017

Sorte	Mehltau	Septoria	Gelbrost	Braunrost	Ährenfusarium	RMW
Tabasco	1	3	3	2	5	2,8
Chiron	2	3	2	3	3	2,6
Apian	2	3	2	3	4	2,8
Dichter	4	2	2	3	4	3

Zu beachten ist, dass ein Resistenzmittelwert von 3 oder kleiner nicht bedeutet, dass eine gut wirksame Resistenz gegen alle Krankheiten vorliegt. Dennoch weisen diese Sorten gegen mindestens drei der fünf wichtigsten Pathogene Resistenznoten von 1-3 auf. Die im Jahr 2017 neu zugelassene

Sorte Chiron wurde gegen alle fünf Krankheiten als resistent eingestuft und auf einem Schlag der Vergleichsbetriebe angebaut.

Wintergerste

Im aktuellen Sortenspektrum der **Wintergerste** sind unterschiedliche Resistenzgene gegen die Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Rhynchosporium und Zwergrost eingelagert (Anonymus 2019). Gut wirksame Resistenzen gegen Mehltau und Zwergrost sind in 36 % bzw. 23 % der Sorten eingekreuzt. Nur 3 % bzw. 7 % der Sorten weisen eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen Netzflecken bzw. Rhynchosporium auf.

In den Vergleichsbetrieben wurden im Jahr 2017 insgesamt 24 Sorten auf 147 Schlägen angebaut. Abb. 14 zeigt den Anteil Schläge, auf denen Sorten mit gut wirksamer Resistenz, mäßiger Resistenz und hoher Anfälligkeit gegen die wichtigsten pilzlichen Schaderreger angebaut wurden.

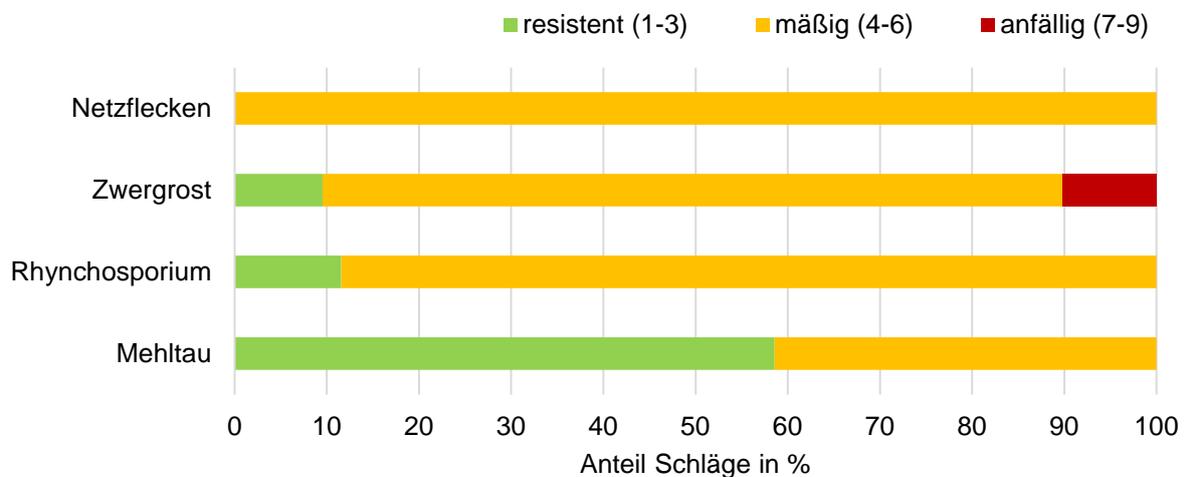


Abb. 14: Anteil Schläge mit resistenten, mäßig resistenten und anfälligen Sorten gegenüber den Krankheiten Mehltau, Netzflecken, Zwergrost und Rhynchosporium in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben im Jahr 2017

Während im Jahr 2016 auf nur 41 % der Schläge Sorten mit einer guten Mehлтаuresistenz mit Noten von 1-3 angebaut wurden, waren es im Jahr 2017 59 %. Der Anteil zwergrostresistenter Sorten verminderte sich über die Jahre von 46 % im Jahr 2007 auf nur noch 10 % im Jahr 2017. Als hoch anfällig können hier 10 % der angebauten Sorten eingestuft werden. Über eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Rhynchosporium verfügen 12 % der 2017 angebauten Sorten. Es wurde keine Sorte mit einer Resistenzausprägung von 1-3 gegen Netzflecken, eine der dominantesten Gerstenkrankheiten, angebaut, was auf das geringe Angebot dieser Sorten am Markt zurückzuführen ist.

6.1.5.9 Kosten der Pflanzenschutzmaßnahmen

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

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

6.1.6 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen

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 (Anl. 5). Neben kurzen Bewertungen, wie „notwendiges Maß“, „unnötige Maßnahme“ oder „Maßnahme zu früh“ wurden auch ausführliche fachliche Begründungen für die schlagspezifische Bewertung geliefert. Wie im Konzept des Netzes Vergleichsbetriebe vorgesehen, erfolgten die Bewertungen stets aus der Position des unmittelbaren Entscheidungszeitpunktes und unter Beachtung der realen Möglichkeiten des Praktikers in dieser Situation, also nicht retrospektiv auf der Basis des danach gewonnenen Wissens.

Abgesehen von einigen größeren Lücken im Jahr 2007 wurden nahezu alle Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Jahren 2008 bis 2017 im Hinblick auf das notwendige Maß beurteilt. In den Fällen, bei denen keine eindeutigen Hinweise auf Reduktionspotentiale vorlagen, wurde die Maßnahme als notwendiges Maß eingestuft. Zu beachten ist, dass die Fälle der Einstufung „kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotentiale“ nicht nur unnötige Maßnahmen, sondern auch ungenutzte mögliche Reduzierungen der Dosis (auch im Zusammenhang mit der Kritik an der Mittelwahl) sowie ebenfalls zu starke Reduzierungen einschließen. Im Rahmen der verbindlichen Umsetzung der acht allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes wurden die Bewertungskriterien für die Einhaltung des notwendigen Maßes angepasst. Die Kriterien wurden konkretisiert und neue Kriterien in die Bewertung aufgenommen. Dazu gehören: die Möglichkeit des Ersatzes eines Pflanzenschutzmittels durch eine alternative Maßnahme ebenso wie Beachtung der Sortenresistenz, des Resistenzmanagements bzw. des Wirkmechanismenwechsels. Bewusst durch die Anwender unterlassene Anwendungen und deren Ersatz durch mechanische oder andere physikalische Maßnahmen werden konkret erfragt.

6.1.6.1 Winterweizen

Der Gesamtbehandlungsindex in Winterweizen lag im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2017 bei 6,0. Zwischen den Jahren ließen sich nur moderate Unterschiede feststellen, ein Trend war nicht zu erkennen. Der Anteil der Maßnahmen, die dem notwendigen Maß entsprachen, lag in den Jahren 2007 bis 2017 bei 86 %, wobei sich die Kritiken im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes auf die Fungizid- und vor allem auf die Insektizidanwendungen konzentrierten (Tab. 27).

Die Intensität der Anwendung von **Herbiziden** war mit mittleren Behandlungsindices um 1,9 in den 11 Jahren sehr ähnlich. Die regionalen Unterschiede der mittleren Behandlungsindices der Herbizide hielten sich in Grenzen. Die Betriebe reduzierten die Aufwandmengen durch situationsbezogene Dosierung im Durchschnitt um ca. 30 %, im Jahr 2017 um 25 %. Die Reduzierung der Aufwandmengen war in Tankmischungen (etwa 65 % aller Maßnahmen) größer als bei Einzelanwendungen, wobei im Mittel der Jahre 2009 bis 2017 die mittlere Dosierung in Tankmischungen bei ca. 71 % der zugelassenen Aufwandmenge lag.

Die hohe Varianz der Herbizidintensität zwischen den Weizenfeldern ließ sich teilweise durch den Einfluss der Vorfrüchte und der (wendenden oder nichtwendenden) Bodenbearbeitung erklären. Zum anderen sorgten auch herbizidresistente Problemunkräuter, wie Ackerfuchsschwanz, für zusätzliche Herbizidanwendungen und somit hohe Behandlungsindices. Im Mittel der Jahre wurden

ca. 6 % aller Herbizidanwendungen im Hinblick auf das notwendige Maß kritisch bewertet. Eine Tendenz über die Jahre war nicht zu erkennen.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag in den Jahren 2007 bis 2013 mit einem Behandlungsindex von ca. 2,0 auf nahezu gleichem Niveau, stieg aber im Jahr 2014 auf 2,7 aufgrund der deutschlandweiten Gelbrostkalamitäten an. Im Jahr 2017 betrug der Behandlungsindex 2,5. Deutschlandweit trugen bei Septoria-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*) der Wirkungsverlust der Strobilurine und die abnehmende Sensitivität gegenüber einigen Azolen zu höheren Behandlungsintensitäten bei.

Auffällig waren die wenn auch geringfügig aber signifikant höheren Behandlungsindices in den Clustern D und E in der Mehrzahl der Jahre, aber insbesondere seit 2014. Als Grund dafür ist der Befallsdruck insbesondere durch die wichtigste Krankheit, Septoria-Blattdürre, in allen 11 Jahren zu nennen. Der starke Anstieg von Fungizidanwendungen seit dem Jahr 2014 in fast allen Clustern (außer CEPI C und F) war dem ungewöhnlich starken Auftreten von Gelbrost (*Puccinia striiformis*) geschuldet, das sich bis 2015 fortsetzte. Die Gelbrostinfektionen im Jahr 2016 verliefen moderater, jedoch trat Septoria-Blattdürre wieder stärker auf, so auch im Jahr 2017. In den Jahren 2015 und 2016 trat zudem die Halmbruchkrankheit (*Pseudocercospora herpotrichoides*) in höheren Befallsstärken auf. Die insgesamt gesehen große Streuung zwischen den Feldern erklärte sich aus dem unterschiedlichen lokalen Auftreten der Pathogene im Zusammenhang mit der Sortenwahl und den bereits genannten regionalen, vor allem witterungsbedingten Einflüssen auf den Krankheitsdruck sowie betriebsindividuellen Entscheidungsmustern.

Die Intensität der Fungizidanwendung beurteilten die Berater sowohl im Mittel der Jahre (87 %) als auch im Jahr 2017 mit 85 % aller Maßnahmen im Wesentlichen als angemessen. Die kritischen Kommentare bezogen sich insbesondere auf die Terminierung der Maßnahmen, das Resistenzmanagement, zu stark reduzierte Aufwandmengen als auch unnötige Maßnahmen. Diese Hinweise machten jeweils 20 % der kritischen Kommentare zu den Fungizidmaßnahmen aus. Die Terminierung von Maßnahmen gegen Septoria-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*) und den Rosten wurde explizit kritisiert. Besonders hervorzuheben sind die Hinweise auf die mangelnde Beachtung des Resistenzmanagements und unnötigen Maßnahmen bei der Kontrolle von Septoria-Blattdürre. Auch auf unnötige Maßnahmen gegen Mehltau (*Erysiphe graminis*) wurde hingewiesen. Die Einschätzung „zu stark reduzierte Aufwandmenge“ fand sich hauptsächlich für Mehltau und Ährenfusariosen in den Bewertungen der Experten. Damit spiegelt sich auch die in Fachkreisen unterschiedlich bewertete Reduzierung von Aufwandmengen sowie zunehmend die Bedeutung eines wirkungsvollen Resistenzmanagements wider.

Während die situationsbezogene Anpassung der Aufwandmengen ein wichtiges Element des integrierten Pflanzenschutzes darstellt, wird andererseits auf die Förderung einer möglichen Ausbildung von Resistenzen verwiesen. Im Mittel aller Fungizidanwendungen reduzierten die Betriebe die Dosis im Jahr 2017 um 38 %, im gesamten Untersuchungszeitraum um ca. 40 %.

Tab. 27: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
2007					
Anzahl Bewertungen	454	511	218	228	1411
notwendiges Maß	425	430	173	224	1252
Abweichungen vom notwendigen Maß	29	81	45	4	159
	6,4 %	15,9 %	20,6 %	1,8 %	11,3 %
2008					
Anzahl Bewertungen	609	749	246	496	2100
notwendiges Maß	569	623	153	457	1802
Abweichungen vom notwendigen Maß	40	126	93	39	298
	6,6 %	16,8 %	37,8 %	7,9 %	14,2 %
2009					
Anzahl Bewertungen	630	811	257	466	2164
notwendiges Maß	599	709	177	448	1933
Abweichungen vom notwendigen Maß	31	102	80	18	231
	4,9 %	12,6 %	31,1 %	3,9 %	10,7 %
2010					
Anzahl Bewertungen	674	848	219	495	2236
notwendiges Maß	646	757	132	459	1994
Abweichungen vom notwendigen Maß	28	91	87	36	242
	4,2 %	10,7 %	39,7 %	7,3 %	10,8 %
2011					
Anzahl Bewertungen	632	756	253	413	2054
notwendiges Maß	602	665	203	389	1859
Abweichungen vom notwendigen Maß	30	91	50	24	195
	4,7 %	12,0 %	19,8 %	5,8 %	9,5 %
2012					
Anzahl Bewertungen	655	746	228	491	2120
notwendiges Maß	597	667	171	471	1906
Abweichungen vom notwendigen Maß	58	79	57	20	214
	8,9 %	10,6 %	25,0 %	4,1 %	10,1 %
2013					
Anzahl Bewertungen	689	904	222	586	2401
notwendiges Maß	668	814	156	541	2179
Abweichungen vom notwendigen Maß	21	90	66	45	222
	3,0 %	10,0 %	29,7 %	7,7 %	9,2 %
2014					
Anzahl Bewertungen	709	1148	248	657	2762
notwendiges Maß	654	996	176	610	2436
Abweichungen vom notwendigen Maß	55	152	72	47	326
	7,8 %	13,2 %	29,0 %	7,2 %	11,8 %
2015					
Anzahl Bewertungen	717	1018	176	601	2512
notwendiges Maß	670	863	110	538	2181

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
Abweichungen vom notwendigen Maß	47	155	66	63	331
	6,6 %	15,2 %	37,5 %	10,5 %	13,2 %
2016					
Anzahl Bewertungen	662	1069	265	571	2567
notwendiges Maß	616	913	193	522	2244
Abweichungen vom notwendigen Maß	46	156	72	49	323
	6,9 %	14,6 %	27,2 %	8,6 %	12,6 %
2017					
Anzahl Bewertungen	701	997	162	609	2469
notwendiges Maß	648	845	77	569	2139
Abweichungen vom notwendigen Maß	53	152	85	40	330
	7,6 %	15,2 %	52,5 %	6,6 %	13,4 %

Die Anwendung von **Insektiziden** lag in den 11 Jahren bei einem Behandlungsindex um 0,9 mit leicht abnehmender Tendenz. In den Clustern D und E wurden signifikant mehr Insektizide ausgebracht als in den CEPI A, B und F. Der Cluster C fiel durch die signifikant kleinsten Behandlungsindices auf, die etwa der Hälfte der übrigen Cluster entsprachen. Dieses Grundmuster offenbarte sich in der Mehrzahl der Jahre. Im Jahr 2017 ließ sich hingegen eine Abnahme der Behandlungsintensität in allen Clustern außer CEPI F verzeichnen. Da in der Regel nur die Entscheidung „Bekämpfung“ oder „keine Bekämpfung“ zur Disposition stand und die Aufwandmengen so gut wie nie reduziert wurden, zeigte sich beim Behandlungsindex eine besonders große Streuung zwischen den einzelnen Feldern. Im Mittelpunkt stand die Bekämpfung der Getreideblattläuse als Saugschädlinge an den Infloreszenzen während der Blüte des Weizens. Blattläuse wurden auch bekämpft als Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV). In Einzelfällen waren Getreidehähnchen und Weizengallmücken Indikationen der Maßnahmen. Im Durchschnitt der Jahre wurden 32 % der Insektizidanwendungen kritisch bewertet. Im Jahr 2017 entsprach nach Ansicht der Experten die Intensität der Anwendung von Insektiziden lediglich in 47 % der Fälle dem notwendigen Maß. Es dominierten kritische Bewertungen der Berater zu Insektizidanwendungen gegen Getreideblattläuse als Direktschädlinge im Frühjahr (41 % unnötige Maßnahmen) sowie gegen Getreidehähnchen. Die überwiegende Anzahl von Insektiziden im Frühjahr wurde in Kombination mit Fungizidmaßnahmen angewendet. Gründe für den relativ hohen Anteil von Maßnahmen, die nicht dem notwendigen Maß entsprachen, könnten Unsicherheiten der Landwirte sein, sich gegen eine Maßnahme zu entscheiden ebenso wie die geringen Kosten von Insektizidanwendungen. Die nahezu durchgängige Anwendung voller Aufwandmengen entsprach der Beratung und fand die Zustimmung der Experten der Länder. Dennoch zeichnete sich über den Untersuchungszeitraum eine signifikant abnehmende Tendenz der Intensität der Insektizidbehandlungen ab.

Wachstumsregler wurden in den 11 Jahren mit einer relativ geringen und zwischen den Jahren wenig variierenden Intensität von ca. 1,0 BI angewendet, wobei die signifikant höchsten Werte immer im Cluster D zu verzeichnen waren. Die Aufwandmengen wurden stets deutlich reduziert, meistens um mehr als 50 %. Die verhältnismäßig geringe Streuung zwischen den Schlägen weist auf ein homogenes Verhalten der Betriebe hin. Im Hinblick auf das notwendige Maß gab es nur wenige kritische Bewertungen, im Durchschnitt aller Jahre mit 7 %. Die Kritik bezog sich insbesondere auf die Terminierung der Behandlungen bzw. auf gänzlich unnötige Maßnahmen.

6.1.6.2 Wintergerste

In Wintergerste betrug der Gesamtbehandlungsindex im Mittel der 11 Jahre 4,4 und lag damit deutlich unter dem Wert in Winterweizen. Die Varianz zwischen den Jahren blieb gering. Auch wenn die Werte seit 2015 leicht anstiegen, war im Hinblick auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung kein Trend über die Jahre erkennbar. Im Durchschnitt aller Pflanzenschutzmittelkategorien wurden in den Jahren 2007 bis 2017 85 % der Pflanzenschutzmaßnahmen als notwendiges Maß eingestuft (Tab. 28). Die meisten kritischen Anmerkungen betrafen wie schon beim Winterweizen die Insektizidmaßnahmen und teilweise die Fungizidanwendungen.

In den 11 Jahren wurden mit Behandlungsindices um 1,7 nahezu gleich hohe Intensitäten der **Herbizidanwendungen** registriert. Im Mittel der Jahre war die Behandlungsintensität im Cluster A signifikant kleiner als in den übrigen Clustern, die keine bemerkenswerten Unterschiede aufwiesen. Die Aufwandmengen wurden im Jahr 2017 um ca. 24 % und im Durchschnitt um knapp 1/3 reduziert. In Tankmischungen, die in den Jahren 2009 bis 2017 analysiert wurden und etwa 60 % aller Maßnahmen ausmachten, waren die Dosierungen um ca. 1/3 reduziert. Die Standardabweichungen der Behandlungsindices dokumentieren die schlagspezifischen Unterschiede, die vielseitige standortbezogene Ursachen haben können, wie z. B. Befahrbarkeit, Vorfrucht, Durchwuchs und Bodenbearbeitung.

Die Intensität der Anwendung von **Fungiziden** lag erwartungsgemäß im Vergleich zum Winterweizen deutlich niedriger – im Durchschnitt bei einem Behandlungsindex von 1,4. Zwischen den Jahren und auch zwischen den Clustern waren trotz großer Unterschiede im Witterungsverlauf im Frühjahr der einzelnen Jahre und in den Regionen nur geringe Unterschiede zu verzeichnen. Die in Winterweizen festgestellten höheren Fungizidaufwendungen in den Clustern D und E waren in der Wintergerste ab dem Jahr 2014 zu beobachten. In den Jahren 2016 und 2017 wies der CEPI C witterungsbedingt erhöhte BI auf.

Die über die Jahre in allen Clustern nahezu gleich hohen Fungizidaufwendungen in der Wintergerste resultierten aus der in der Regel notwendigen Bekämpfung von mindestens einer der Hauptkrankheiten – Netzflecken (*Pyrenophora teres*), Getreidemehltau (*Blumeria graminis*), Rhynchosporium-Blattflecken (*Rhynchosporium secalis*), Zwergrost (*Puccinia hordei*) und zunehmend von Ramularia (*Ramularia collo-cygni*) – im Verlauf der Vegetationsperiode. Regional wurde die Kontrolle von Netzflecken und Ramularia durch das Auftreten resistenter Populationen erschwert, was bei zusätzlichem Vorkommen von Zwergrost und Rhynchosporium die Ausnutzung aller Wirkstoffgruppen erforderte. Die angestrebte Beschränkung auf eine Behandlung wurde im Mittel der 11 Jahre tatsächlich nur auf ca. 30 % der Schläge sowie auf ca. 20 % der Schläge im Jahr 2017 verzeichnet.

Die Betriebe wendeten die Fungizide mit deutlich reduzierten Aufwandmengen an. Die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen war mit durchschnittlich 56 % sogar noch niedriger als in Winterweizen, im Jahr 2017 betrug die Ausschöpfung 57 %. Die Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder bewerteten die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen in den 11 Jahren recht unterschiedlich. So machten sie in einigen Jahren (2007, 2011 und 2012) nur bei ca. 7 %, aber in anderen Jahren, wie 2008 und 2009, bei mehr als 20 % der Fungizidmaßnahmen kritische Anmerkungen im Zusammenhang mit der Einhaltung des notwendigen Maßes. Im Jahr 2017 wurden fast 16 % aller Fungizidmaßnahmen kritisch bewertet. Die kritischen Bewertungen betrafen einerseits unnötige Maßnahmen und die mangelnde Ausschöpfung des Reduktionspotentials. Andererseits wurde auch die zu starke Reduzierung der Aufwandmengen, insbesondere bei Maßnahmen zur

Kontrolle von Netzflecken und Ramularia, kritisch bewertet. Im Verlauf der 11 Untersuchungsjahre weist die Intensität der Anwendung der Fungizide eine steigende Tendenz auf.

Tab. 28: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
2007					
Anzahl Bewertungen	221	173	84	114	592
notwendiges Maß	208	164	75	114	561
Abweichungen vom notwendigen Maß	13	9	9	0	31
	5,9 %	5,2 %	10,7 %	0,0 %	5,2 %
2008					
Anzahl Bewertungen	425	394	120	264	1203
notwendiges Maß	402	300	81	238	1021
Abweichungen vom notwendigen Maß	23	94	39	26	182
	5,4 %	23,9 %	32,5 %	9,8 %	15,1 %
2009					
Anzahl Bewertungen	430	442	67	293	1232
notwendiges Maß	410	347	48	255	1060
Abweichungen vom notwendigen Maß	20	95	19	38	172
	4,7 %	21,5 %	28,4 %	13,0 %	14,0 %
2010					
Anzahl Bewertungen	481	515	57	299	1352
notwendiges Maß	466	429	39	293	1227
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	86	18	6	125
	3,1 %	16,7 %	31,6 %	2,0 %	9,2 %
2011					
Anzahl Bewertungen	444	492	73	282	1291
notwendiges Maß	432	451	48	267	1198
Abweichungen vom notwendigen Maß	12	41	25	15	93
	2,7 %	8,3 %	34,2 %	5,3 %	7,2 %
2012					
Anzahl Bewertungen	445	409	116	286	1256
notwendiges Maß	401	372	72	263	1108
Abweichungen vom notwendigen Maß	44	37	44	23	148
	9,9 %	9,0 %	37,9 %	8,0 %	11,8 %
2013					
Anzahl Bewertungen	429	386	73	326	1214
notwendiges Maß	416	314	41	302	1073
Abweichungen vom notwendigen Maß	13	72	32	24	141
	3,0 %	18,7 %	43,8 %	7,4 %	11,6 %
2014					
Anzahl Bewertungen	481	547	68	392	1488
notwendiges Maß	452	484	47	376	1359
Abweichungen vom notwendigen Maß	29	63	21	16	129
	6,0 %	11,5 %	30,9 %	4,1 %	8,7 %
2015					

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
Anzahl Bewertungen	480	517	123	365	1485
notwendiges Maß	449	469	95	357	1370
Abweichungen vom notwendigen Maß	31	48	28	8	115
	6,5 %	9,3 %	22,8 %	2,2 %	7,7 %
2016					
Anzahl Bewertungen	480	501	119	339	1439
notwendiges Maß	453	431	79	322	1285
Abweichungen vom notwendigen Maß	27	70	40	17	154
	5,6 %	14,0 %	33,6 %	5,0 %	10,7 %
2017					
Anzahl Bewertungen	454	562	103	380	1499
notwendiges Maß	422	475	63	355	1315
Abweichungen vom notwendigen Maß	32	87	40	25	184
	7,0 %	15,5 %	38,8 %	6,6 %	12,3 %

Im Verlauf der 11 Jahre reichten die Anwendungen von **Insektiziden** im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe von 0,9 BI im Jahr 2007, als ein besonders starkes Auftreten der Blattläuse als Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) verzeichnet wurde, bis auf weniger als 0,5 BI in Jahren mit geringem Blattlausauftreten und lagen damit niedriger als in Winterweizen Insgesamt richteten sich die Maßnahmen nahezu ausnahmslos gegen die Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) im Herbst. Bedingt durch die regional milde Herbstwitterung 2016 kam es wiederum regional zu einem verstärkten Auftreten der Virusvektoren, was sich in einem nahezu gleichbleibenden BI von 0,5 im Jahr 2017 niederschlug. Im Frühjahr spielten Blattläuse als Saugschädlinge und andere Schädlinge in der Wintergerste kaum eine Rolle. Die Dosis wurde, wie von der Beratung empfohlen, selten reduziert. Die extrem hohe Streuung zwischen den Schlägen war Indiz für die wechselhaften schlagspezifischen Entscheidungen gegen oder für eine Bekämpfungsmaßnahme mit voller Aufwandmenge. Die Bewertungen der Länderexperten rechtfertigten zwar in der Mehrheit der Fälle die Entscheidungen der Landwirte als notwendiges Maß, allerdings wurde seit dem Jahr 2008 häufig, d. h. bei ca. einem Drittel der Insektizidanwendungen, auf unnötige Maßnahmen verwiesen, vor allem, wenn Behandlungen erfolgten, obwohl die Wintergerste nicht früh ausgesät wurde und der Blattlausbefall im Herbst deutlich unter dem Schwellenwert blieb. Es kann vermutet werden, dass einige Landwirte aufgrund der Blattlaus- bzw. Virusproblematik im Herbst 2007 und 2015 in den Folgejahren dazu neigten, mit vorbeugenden Maßnahmen mögliche Infektionen abzuwenden, die von den Experten zu einem Drittel als unnötige Maßnahmen eingeschätzt wurden und die kritischen Bewertungen dominierten. Ebenso entsprachen im Jahr 2017 nur zwei Drittel der Insektizidanwendungen dem notwendigen Maß.

Wie zu erwarten war, lag die Intensität der Anwendung von **Wachstumsreglern** etwas unter der in Winterweizen. Zwischen den Jahren gab es keine großen Schwankungen. Wie auch beim Winterweizen wurden die niedrigsten Intensitäten im Cluster C verzeichnet. In der Mehrzahl der Jahre wurden im Cluster B und D die höchsten Werte festgestellt. So waren im Jahr 2017 im CEPI B die größte und in CEPI C die geringste Behandlungsintensität zu verzeichnen. Allerdings offenbarten die Standardabweichungen beträchtliche und schlagspezifische Unterschiede. Im Durchschnitt wurden die Wachstumsregler mit halber Dosierung angewendet. Die Bewertungen lieferten relativ wenige Hinweise auf Nichteinhaltung des notwendigen Maßes.

6.1.6.3 Winterraps

Tab. 29 informiert über die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps. In den Jahren 2007 bis 2017 wurden im Durchschnitt 87 % aller Pflanzenschutzmittelanwendungen als notwendiges Maß eingestuft, wobei die große Mehrheit der kritischen Kommentare den Insektizidmaßnahmen galt. Obwohl die berechneten Gesamt-Behandlungsindices von 5,4 im Jahr 2007 in den Folgejahren bis 7,7 im Jahr 2015 einen Anstieg zeigten (Tab. 17), war dies nicht mit gleichsam zunehmenden kritischen Kommentaren im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes verbunden.

In Winterraps wurden **Herbizide** bis 2012 über die Jahre mit einer einheitlichen Intensität angewendet (ca. 1,7 BI). Im Mittel der Jahre des gesamten Untersuchungszeitraumes wies der Cluster B die höchsten Behandlungsintensitäten auf. Herbizide wurden im Durchschnitt um ca. 22 % reduziert angewendet und damit nicht so stark wie bei den beiden Getreidearten. Tankmischungen, in denen die Herbizide im Vergleich zu Einzelanwendungen um ca. ein Drittel reduziert wurden, machten im Untersuchungszeitraum etwas weniger als die Hälfte aller Herbizidanwendungen aus. Die Bewertung des notwendigen Maßes durch die Experten wies geringe Abweichungen im Bereich von 6 % im Mittel der Jahre und im Jahr 2017 auf. Davon betrafen im Jahr 2017 die kritischen Kommentare im Wesentlichen die zu frühe Terminierung der Maßnahmen im Herbst.

Die Bewertung der Anwendung von **Fungiziden** und Wachstumsreglern in Winterraps erwies sich als schwierig, denn aufgrund der zweiseitigen Indikationen einiger Präparate mussten Wachstumsregler und Fungizide, die im Herbst und vor der Blüte appliziert wurden, zusammengefasst und Fungizide ab Blühbeginn als weitere Kategorie definiert werden. Im Vergleich der Jahre zeigte sich, dass die Blütenbehandlungen gegen die Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) zwischen 2008 und 2017 mit ca. 0,9 BI auf einem konstanten Niveau lagen. Lediglich im Jahr 2007 war der Wert deutlich niedriger. Seinerzeit führten Unschärfen des Prognosemodells dazu, dass Behandlungen ausblieben, obwohl sie nötig gewesen wären. Im Jahr 2007 kam es zu Spätinfektionen mit zum Teil hohem Befall mit Weißstängeligkeit. Daher erfolgten sicherlich ab 2008 die Blütenbehandlungen zur Absicherung der Erträge als Standardmaßnahme. Im Mittel der Untersuchungsjahre ließen sich signifikant niedrigere Behandlungsindices im Cluster C feststellen. In der Blüte wurden bei den Fungizidanwendungen entsprechend der Indikation bzw. Empfehlungen der Pflanzenschutzdienste deutlich höhere Dosierungen gewählt als in der Kategorie Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte, was einerseits die Anwender zum Teil mit dem größeren Vegetationsvolumen begründeten und andererseits mit notwendigen höheren Aufwandmengen zur Kontrolle der pilzlichen Schaderreger zu erklären ist. Nachdem im Jahr 2007 kaum kritische Anmerkungen zu den Fungizidmaßnahmen erfolgten, verwiesen die Experten der Länder in den Folgejahren öfter auf unnötige Anwendungen. Im Jahr 2017 dominierten die kritischen Hinweise auf unnötige Maßnahmen, die auf Routinemaßnahmen schließen ließen. Die kritischen Einwände betrafen im Mittel der Jahre ca. 10 % der Maßnahmen bis zum Jahr 2014. Im Jahr 2017 stieg der Anteil der kritischen Kommentare auf 14 %.

In der Kategorie **Wachstumsregler/ Fungizide** stellte sich in den ersten Jahren ein relativ einheitlicher Level von ca. 1,0 BI ein, jedoch stiegen die Anwendungen in den Jahren 2012 bis 2017 auf ca. 1,2 BI. Der Cluster C unterschied sich mit signifikant geringeren Aufwendungen (bei deutlich geringerer Schlaganzahl). Die Mittel wurden im Herbst und Frühjahr etwa mit der halben Dosis appliziert. Im Hinblick auf das notwendige Maß wurden im Durchschnitt der Jahre ca. 15 % der Maßnahmen kritisch bewertet – eine ähnliche Rate wie bei den Fungizidanwendungen in der Blüte. Versuche der Länder belegten wiederholt, dass bei normalen Saatterminen sowohl bei Herbstanwendungen von Fungiziden/ Wachstumsreglern als auch im Frühjahr selten eine

Wirtschaftlichkeit erreicht wurde. In den kritischen Bewertungen 2017 mit 21 % überwogen dabei Hinweise auf unnötige Maßnahmen, im Herbst sowie im Frühjahr. Wiederholt gab es Hinweise auf zu stark reduzierte Aufwandmengen und die richtige Terminierung der Maßnahmen zur Förderung der Standfestigkeit im Herbst.

Insektizide wurden in Winterraps in erwartungsgemäß hoher Intensität appliziert, stetig zunehmend bis 2011. In den Folgejahren nahmen die Werte wieder leicht ab, mit Ausnahme der höheren Intensitäten in 2015. Im Vergleich zum Jahr 2016 nahm die Intensität der Insektizidanwendungen 2017 wiederum zu. Beim Vergleich der Behandlungsintensitäten der Cluster im gesamten Untersuchungszeitraum wiesen die CEPI A und F signifikant höhere Intensitäten auf als die übrigen Cluster. Im Jahr 2017 trat in den Clustern A und B ebenfalls der Schwarze Kohltriebrüssler auf, auf den es schon in den Vorjahren Hinweise aus dem CEPI D gab, die dort in diesem Jahr jedoch nicht bestätigt wurden. Insgesamt war ein moderates und im Vergleich zu den Vorjahren geringes Auftreten der Herbstschädlinge, insbesondere des Rapserrdflohs, zu verzeichnen.

Dennoch wurden die Schläge teilweise mehrfach im Herbst und im Frühjahr behandelt, was sich in fast allen Clustern mit einem Anstieg der Aufwendungen niederschlug.

Die Gründe dafür liegen möglicherweise in einer Zunahme des Auftretens der Kohlmotte, weitverbreiteten Herbstbehandlungen gegen den Rapserrdfloh, bedingt durch den Wegfall der neonicotinoidhaltigen Beizen sowie die zeitigen Maßnahmen gegen den Rapsglanzkäfer und weitere Behandlungen zur Kontrolle der Stängelrüssler und Schotenschädlinge. Überregional war ein erhöhtes Auftreten von Blattläusen im Herbst festzustellen. Die Maisblattlaus und die Grüne Pfirsichblattlaus gelten als Überträger des Wasserrübenvergilbungsvirus (TUUV). Im Herbst 2016 bestand für diese jedoch keine Bekämpfungsmöglichkeit. Insgesamt variierte das schlagspezifische Vorgehen in allen Regionen enorm. Die Varianz der Intensität der Insektizidanwendungen resultierte stets aus einer unterschiedlichen Anzahl der Maßnahmen und so gut wie nie aus der Reduktion der Aufwandmengen. Die Zurückhaltung, Insektizide mit reduzierten Aufwandmengen anzuwenden, korrespondierte mit den Empfehlungen der amtlichen Dienste, insbesondere in Winterraps die Dosis nicht zu reduzieren, um die Wirkung der Mittel voll auszunutzen und der Entwicklung von Resistenzen vorzubeugen. Die Bewertungen im Hinblick auf das notwendige Maß fielen differenziert aus. Es gab wiederholt Hinweise auf unnötige bzw. ungezielte Maßnahmen – im Durchschnitt der Jahre bei 20 % aller Insektizidanwendungen. Im Jahr 2017 wurden insbesondere Insektizidbehandlungen zur Kontrolle des Rapsglanzkäfers als unnötig bewertet. Im zunächst warmen frühen Frühjahr war eine hohe Aktivität zu erwarten, die sich jedoch durch die einsetzende kühle Witterung deutlich abschwächte und nur sehr regional bekämpfungswürdigen Befall verursachte. Ebenso gaben unnötige Behandlungen der Stängelrüssler sowie der Schotenschädlinge Anlass zu kritischen Bewertungen. Nach wie vor gab es Hinweise, dass bei der Fungizidanwendung gegen *Sclerotinia sclerotiorum* in der Blüte ein Insektizid gegen Schotenschädlinge vorsorglich zugesetzt wurde.

Tab. 29: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide¹	Insektizide	Wachstumsregler²	Gesamt
2007					
Anzahl Bewertungen	282	70	294	238	884
notwendiges Maß	268	69	228	210	775
Abweichungen vom notwendigen Maß	14	1	66	28	109
	5,0 %	1,4 %	22,4 %	11,8 %	12,3 %
2008					
Anzahl Bewertungen	380	142	345	300	1167
notwendiges Maß	338	132	240	247	957
Abweichungen vom notwendigen Maß	42	10	105	53	210
	11,1 %	7,0 %	30,4 %	17,7 %	18,0 %
2009					
Anzahl Bewertungen	393	158	437	346	1334
notwendiges Maß	355	139	366	306	1166
Abweichungen vom notwendigen Maß	38	19	71	40	168
	9,7 %	12,0 %	16,2 %	11,6 %	12,6 %
2010					
Anzahl Bewertungen	435	194	502	379	1510
notwendiges Maß	414	174	411	349	1348
Abweichungen vom notwendigen Maß	21	20	91	30	162
	4,8 %	10,3 %	18,1 %	7,9 %	10,7 %
2011					
Anzahl Bewertungen	442	184	527	341	1494
notwendiges Maß	425	167	464	301	1357
Abweichungen vom notwendigen Maß	17	17	63	40	137
	3,8 %	9,2 %	12,0 %	11,7 %	9,2 %
2012					
Anzahl Bewertungen	480	201	519	452	1652
notwendiges Maß	466	173	415	380	1434
Abweichungen vom notwendigen Maß	14	28	104	72	218
	2,9 %	13,9 %	20,0 %	15,9 %	13,2 %
2013					
Anzahl Bewertungen	509	194	517	420	1640
notwendiges Maß	475	180	406	347	1408
Abweichungen vom notwendigen Maß	34	14	111	73	232
	6,7 %	7,2 %	21,5 %	17,4 %	14,1 %
2014					
Anzahl Bewertungen	637	207	524	479	1847
notwendiges Maß	591	185	425	421	1622
Abweichungen vom notwendigen Maß	46	22	99	58	225
	7,2 %	10,6 %	18,9 %	12,1 %	12,2 %
2015					
Anzahl Bewertungen	579	178	536	436	1729
notwendiges Maß	546	166	408	373	1493

Bewertung	Herbizide	Fungizide ¹	Insektizide	Wachstumsregler ²	Gesamt
Abweichungen vom notwendigen Maß	33	12	128	63	236
	5,7 %	6,7 %	23,9 %	14,4 %	13,6 %
2016					
Anzahl Bewertungen	586	189	453	407	1635
notwendiges Maß	548	179	347	337	1411
Abweichungen vom notwendigen Maß	38	10	106	70	224
	6,5 %	5,3 %	23,4 %	17,2 %	13,7 %
2017					
Anzahl Bewertungen	625	206	518	407	1756
notwendiges Maß	586	178	398	321	1483
Abweichungen vom notwendigen Maß	39	28	120	86	273
	6,2 %	13,6 %	23,2 %	21,1 %	15,5 %

¹ Fungizide in der Blüte, ² Wachstumsregler/ Fungizide bis zur Blüte

6.1.6.4 Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität in Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

In speziellen statistischen Analysen konnten einige Einflussfaktoren auf die Behandlungsintensität identifiziert werden, wobei die Effekte oftmals durch ihren Einfluss auf den Schaderregerbefall zustande kamen. Auf die fachliche Interpretation dieser Ergebnisse wird verzichtet, weil die Vielzahl von Einflussgrößen auf die Behandlungsintensität mit dieser singulären Analyse nicht abgebildet wird.

Die Behandlungsindices in Winterweizen und in Winterraps zeigten einen positiv signifikanten Zusammenhang mit der **Schlaggröße**. Für Wintergerste bestand hingegen kein Zusammenhang. Eine fachliche Interpretation dieser Ergebnisse fällt schwer.

Zwischen **Betriebsgröße** und Behandlungsindex konnten für Winterweizen ein negativ signifikanter und für Winterraps ein positiv signifikanter Zusammenhang zwischen Betriebsgröße und Behandlungsindex identifiziert werden, die sich fachlich nicht interpretieren lassen. In Wintergerste bestand, ähnlich wie beim Prüffaktor Schlaggröße, kein statistisch gesicherter Zusammenhang.

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

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

Die **Vorfrucht** hatte einen unerwartet geringen Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung in den 3 Winterkulturen. Mehr Aufschluss im Hinblick auf die Rolle der Vorfrucht und der Fruchtfolge könnten erweiterte Analysen von Daten zu den jeweiligen

Vorvorfrüchten oder Fruchtfolgen liefern. Leider enthalten die Schlagkarteien der Vergleichsbetriebe keine derartigen Daten.

Die konservierende **Bodenbearbeitung** war in der Regel mit höherer Herbizidintensität verbunden. Insgesamt gesehen hielten sich die Mehraufwendungen von glyphosathaltigen Herbiziden in Winterweizen, Wintergerste mit BI = 0,2 bzw. 0,3 und Winterraps BI = 0,7 bei pfluglosem Anbau in Grenzen. Vor allem bei Winterraps wurde deutlich: nicht alle pfluglos bestellten Felder wurden mit glyphosathaltigen Herbiziden behandelt und wenn, dann überwiegend mit klar reduzierten Aufwandmengen.

In Winterweizen ergaben sich deutliche Hinweise auf eine negative Korrelation zwischen dem **Aussaattermin** und der Anwendungsintensität von Herbiziden und Wachstumsreglern in der Mehrzahl der Jahre, in 5 Jahren auch von Fungiziden, aber nur in 3 Jahren bei Insektiziden.

Entgegen der Erwartung ließ sich bei der Analyse der in den Jahren 2007 bis 2017 in den Vergleichsbetrieben angebauten Winterweizen- und Wintergerstensorten kein klarer Zusammenhang zwischen den **Resistenzeigenschaften der Sorten** gegenüber allen wichtigen pilzlichen Schaderregern und dem Behandlungsindex der Fungizide erkennen. Die angebauten Sorten wiesen mehrheitlich mäßige Resistenzwerte zwischen 4 und 6 im Durchschnitt der wichtigsten Krankheiten auf und ließen in dieser Gruppe keinen Einfluss auf die Behandlungsintensität erkennen. Für die Gruppe der resistenten Winterweizensorten schien im Jahr 2017 eine Anpassung der Fungizidmaßnahmen an diese Resistenzunterschiede aufzutreten.

6.1.6.5 Weitere Kulturen

Die Ergebnisse der Bewertungen der Pflanzenschutzmaßnahmen in den Kulturen Kartoffeln, Mais, Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben sind Tab. 30 zu entnehmen.

Die Pflanzenschutzmittelanwendungen in **Kartoffeln** wurden bis 2012 als notwendiges Maß beurteilt. Nur in den Jahren 2013 und 2015 lieferten die Experten einige kritische Kommentare, insbesondere zu einigen Anwendungen von Fungiziden. Die auffällig höheren Fungizidanwendungen in den Jahren 2007, 2014 und 2016 in Kartoffeln wurden als notwendiges Maß gewertet, weil im Cluster E sowie in den Jahren 2007, 2014 und 2016 im Cluster B auf Grund anhaltender Niederschläge und warmer Temperaturen eine Epidemie der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) auftrat und die Beratung zu entsprechend häufigen Fungizidmaßnahmen aufrief.

Im **Mais** gab es in den Bewertungen relativ wenige kritische Anmerkungen. Es wurden fast nur Herbizide appliziert und deren Anwendung unterliegt bewährten Strategien. Die Hinweise der Experten bezogen sich auf die dennoch mangelnde Ausschöpfung des Reduktionspotentials. Dagegen wurden in **Triticale, Winterroggen und Zuckerrüben** häufiger kritische Kommentare seitens der Experten der Länder geäußert, dennoch beurteilten sie im Durchschnitt ca. 92 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen als gezielt und angemessen. Die Bewertungen deuten darauf hin, dass für Triticale die Mittelwahl und das Resistenzmanagement bei den Fungizidmaßnahmen besser beachtet werden müssen. Ansonsten galten für Triticale und Winterroggen sehr ähnliche Pflanzenschutzintensitäten wie für Wintergerste.

Bei den Zuckerrüben nehmen die Probleme mit wärmeliebenden Spätkeimern zu und vor allem im Westen Deutschlands werden die mittleren Behandlungsindices der Herbizide durch die geringere Bodenwirkung aufgrund von Trockenheit bestimmt. In der Folge gab es kritische Hinweise zur Dosierung und Mittelwahl bei den Herbizidmaßnahmen. Die Experten wiesen ebenfalls auf Abweichungen von der richtigen Terminierung der Maßnahmen zur Kontrolle von *Cercospora* hin.

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

Tab. 30: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in weiteren Kulturen in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
2007					
Anzahl Bewertungen	50	88	47	125	283
notwendiges Maß	50	88	47	123	262
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	0	0	2	21
	0 %	0 %	0 %	1,6 %	7,4 %
2008					
Anzahl Bewertungen	133	143	50	118	276
notwendiges Maß	133	141	42	105	230
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	2	8	13	46
	0 %	1,4 %	16,0 %	11,0 %	16,7 %
2009					
Anzahl Bewertungen	116	180	101	100	342
notwendiges Maß	116	180	90	91	303
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	0	11	9	39
	0 %	0 %	10,9 %	9,0 %	11,4 %
2010					
Anzahl Bewertungen	145	291	98	62	364
notwendiges Maß	145	285	89	60	340
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	6	9	2	24
	0 %	2,1 %	9,2 %	3,2 %	6,6 %
2011					
Anzahl Bewertungen	179	234	102	94	522
notwendiges Maß	179	225	90	87	472
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	9	12	7	50
	0 %	3,8 %	11,8 %	7,4 %	9,6 %
2012					
Anzahl Bewertungen	133	272	165	242	529
notwendiges Maß	132	270	149	230	482
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	2	16	12	47
	0,8 %	0,7 %	9,7 %	5,0 %	8,9 %
2013					
Anzahl Bewertungen	118	280	242	209	527
notwendiges Maß	111	271	215	188	485
Abweichungen vom notwendigen Maß	7	9	27	21	42
	5,9 %	3,2 %	11,2 %	10,0 %	8,0 %
2014					
Anzahl Bewertungen	117	275	294	131	580
notwendiges Maß	117	258	284	123	535
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	17	10	8	45
	0 %	6,2 %	3,4 %	6,1 %	7,8 %
2015					
Anzahl Bewertungen	112	308	306	131	550

Bewertung	Kartoffeln	Mais	Triticale	Winterroggen	Zuckerrüben
notwendiges Maß	109	300	285	129	519
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	8	21	2	31
	2,7 %	2,6 %	6,9 %	1,5 %	5,6 %
2016					
Anzahl Bewertungen	167	259	320	112	574
notwendiges Maß	167	253	301	103	535
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	6	19	9	39
	0 %	2,3 %	5,9 %	8,0 %	6,8 %
2017					
Anzahl Bewertungen	126	220	300	115	632
notwendiges Maß	126	206	250	102	588
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	14	50	13	44
	0 %	6,4 %	16,7 %	11,3 %	7,0 %

6.2 Freilandgemüsebau

6.2.1 Datengrundlage

Wie schon in Tab. 2 dokumentiert, haben sich am Netz Vergleichsbetriebe in den Jahren 2007 bis 2017 22, 27, 28, 20, 27, 26, 25, 26, 24, 25 bzw. 25 Betriebe mit Freilandgemüse-Anbau beteiligt. Die Anzahl der Schläge und Pflanzenschutzmittelanwendungen, die in die Auswertung einbezogen werden konnten, zeigt Tab. 31. Leider standen im Jahr 2010 bei Frischkohl und im Jahr 2007 und 2010 bei Zwiebeln deutlich weniger Schläge als in den anderen Jahren für die Auswertung zur Verfügung. Die Anwendung von Rodentiziden, Molluskiziden und Saatgutbehandlungen bzw. Behandlungen der Jungpflanzen in Anzuchtbetrieben bei Frischkohl wurden nicht berücksichtigt. Aufgrund der geringen Stichprobengrößen wurde auf eine regionale Zuordnung der Betriebe verzichtet.

Tab. 31: Anzahl der Schläge (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Feldgemüsebau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen)

Jahr	Frischkohl		Möhren		Spargel		Zwiebeln	
2007	14	(200)	28	(249)	12	(114)	3	(58)
2008	19	(186)	33	(241)	13	(119)	9	(116)
2009	14	(125)	31	(249)	14	(111)	9	(122)
2010	7	(63)	26	(197)	14	(139)	6	(58)
2011	16	(177)	34	(303)	14	(121)	9	(141)
2012	16	(140)	30	(280)	13	(110)	9	(123)
2013	13	(119)	24	(199)	14	(115)	8	(109)
2014	14	(120)	20	(212)	17	(138)	7	(99)
2015	22	(226)	20	(189)	17	(164)	9	(141)
2016	19	(199)	26	(217)	17	(146)	9	(150)
2017	18	(197)	26	(246)	17	(165)	9	(156)
2007-2017	172	(1752)	298	(2582)	162	(1442)	87	(1273)

6.2.2 Behandlungsindices

In den Tab. 32 bis Tab. 35 sind die Gesamt-Behandlungsindices der einzelnen Kulturen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 dargestellt. Wie bereits erwähnt, wurde aufgrund des begrenzten Stichprobenumfangs auf regionale Auswertungen und Interpretationen weitgehend verzichtet. Die Datensätze zu Frischkohl und Möhren wurden im Rahmen einer Detailstudie der Jahre 2007 bis 2014 regional mit der Zuordnung zu den Großregionen (Norden, Osten, Süden und Westen) interpretiert.

Frischkohl

Die Behandlungsindices in Frischkohl (Weißkohl, Rotkohl, Spitzkohl und Wirsing) für alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Durchschnitt in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017 sind in Tab. 32 dargestellt. Die höheren Pflanzenschutzmittelanwendungsintensitäten im Jahr 2007 wurden insbesondere durch Insektizidanwendungen, die den Hauptteil der Pflanzenschutzmittelanwendungen ausmachten, bestimmt. Eine Tendenz zu einer höheren oder niedrigeren Behandlungsintensität über die 11 Jahre war nicht festzustellen.

Tab. 32: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgut- bzw. Jungpflanzenbehandlungen) in Frischkohl in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
13,1	9,2	8,6	8,6	9,9	8,1	8,4	7,7	9,8	10	10,1

Da von Experten vermutet wurde, dass im Kohlanbau im Norden mehr Fungizide und weniger Insektizide als im Süden verwendet werden, wurden die Standorte der Jahre 2007 bis 2009 in zwei Gruppen eingeteilt: Norden und Westen/ Süden. Die Ergebnisse wurden im Jahresbericht 2010 aufgezeigt (Freier et al., 2011). Sie bestätigen die oben geäußerte Vermutung, insbesondere bei den Insektizidanwendungen. Außerdem wurde geprüft, ob der Pflanztermin Einfluss auf die Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung in den Jahren 2007-2014 hatte. Während sich die Herbizidanwendungen bei früher und später Pflanzung nicht signifikant unterschieden, stellte sich bei frühen Kohlsätzen eine im Vergleich zu späten Pflanzungen signifikant höhere Intensität der Fungizidanwendungen heraus (Paap, 2017). Zudem war eine um ca. 3,0 BI signifikant höhere Intensität der Insektizidspritzungen bei späten Kohlsätzen zu beobachten.

Möhren

Die mittleren Behandlungsindices bei Möhren (Bund- und Waschmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017 sind in Tab. 33 zusammengefasst. Die höheren Werte in den Jahren 2007, 2012, 2014, 2015 und 2017 ergaben sich aus Mehraufwendungen bei Herbiziden (2012, 2014, 2015 und 2017), Fungiziden (2007, 2012 und 2014) bzw. Insektiziden (2007, 2014 und 2015) im Vergleich zu den anderen Jahren. Auffällig waren die in der Summe relativ hohen Aufwendungen für Herbizide, obwohl stark reduzierte Aufwandmengen für die einzelnen Maßnahmen verwendet werden. Bei einem Vergleich von Bund- und Waschmöhren in den Jahren 2007 bis 2010 zeigte sich, dass mehr Herbizide und Fungizide bei Waschmöhren, aber deutlich mehr Insektizide bei Bundmöhren angewendet wurden (Schulz, 2011). Untersuchungen der Daten (2007 bis 2014) hinsichtlich des Einflusses des Aussaattermins auf die Gesamt-Behandlungsintensität sowie der Fungizide ergaben, dass frühe Möhrenkulturen signifikant geringere Behandlungsindices aufwiesen als mittlere und späte Aussaaten (Paap, 2017).

Im Verlauf der 11 Jahre zeichnete sich kein Trend zu einer höheren oder niedrigeren Anwendungsintensität der Pflanzenschutzmittel ab.

Tab. 33: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen) in Möhren in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
7,1	5,5	6	5,1	6,4	6,8	5,5	7,4	6,8	5,6	6,7

Spargel

Die Ergebnisse der Behandlungsindices für Spargel in den Vergleichsbetrieben sind in Tab. 34 dargestellt und waren in allen 11 Jahren durch die relativ hohen Fungizidanwendungen geprägt. So auch im Jahr 2017, in dem sich eine Zunahme der Intensität der Fungizidbehandlungen feststellen ließ. Wenngleich die mittlere Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen im Spargel in den 11 Jahren ähnlich war, verwiesen die Standardabweichungen doch auf große Unterschiede zwischen den Feldern. Eine bestimmte Tendenz der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen ließ sich im Verlauf der 11 Jahre jedoch nicht erkennen.

Tab. 34: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien ohne Rodentizide und Molluskizide) in Spargel in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
7,9	8,4	7,1	8,8	7,6	7,3	6,8	7,1	8,3	7,2	8,6

Zwiebeln

Für die Analyse der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen in Zwiebeln standen, wie Tab. 31 zu entnehmen ist, über die Jahre sehr unterschiedliche Anzahlen von Betrieben und Flächen zur Verfügung, sodass bei dieser Datenlage ein Jahresvergleich nur bedingt vorgenommen werden konnte. Die mittleren Behandlungsindices sind in Tab. 35 dargestellt. Die Mittelwerte verwiesen auf ähnliche Intensitäten, abgesehen von dem hohen Wert im Jahr 2007 und vom auffällig niedrigen Wert im Jahr 2010. Der hohe Wert im Jahr 2007 ergab sich in erster Linie aus den Anwendungen der Insektizide und Fungizide in einem Betrieb. Der erhöhte Behandlungsindex im Jahr 2016 ließ sich auf eine geringfügig höhere Intensität in der Anwendung der Herbizide und einen deutlich höheren Fungizidbehandlungsindex zurückführen. Im Jahr 2017 nahmen beide Behandlungsindices leicht ab. Tendenzen der Behandlungsintensität innerhalb der 11 Jahre waren nicht auszumachen.

Tab. 35: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgutbehandlungen) in Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
16,1	9,1	8,9	6,4	9,9	9,2	9	11,2	10,9	12,9	12,6

Die Tab. 36 und Tab. 37 informieren über die Behandlungsindices (Mittelwerte und Standardabweichungen) für Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017. Wegen der begrenzten Stichprobengrößen erfolgte keine Prüfung signifikanter Unterschiede zwischen Regionen oder Jahren.

Tab. 36: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide und Insektizide in Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (einschl. Jungpflanzenbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Herbizide																								
Frischkohl	1,1	(0,6)	1	(0,7)	1	(0,8)	1	(0,8)	2	(0,8)	2	(0,9)	1	(0,8)	1	(0,7)	1	(1,0)	1	(0,5)	2	(1,4)	1,2	(0,9)
Bundmöhren	2,6	(1,1)	3	(0,9)	3	(1,0)	2	(0,8)	3	(0,9)	3	(0,8)	2	(0,9)	3	(1,2)	3	(1,0)	2	(0,7)	3	(0,9)	2,7	(0,9)
Spargel	1,9	(0,8)	1,4	(0,9)	1,6	(0,7)	1,7	(0,8)	1,6	(0,9)	1,7	(0,6)	1,5	(0,7)	1,4	(0,5)	2,0	(0,8)	1,8	(0,7)	1,8	(0,8)	1,7	(0,8)
Zwiebeln	4,8	(1,8)	4,0	(0,8)	3,4	(1,2)	3,2	(0,3)	4,2	(1,1)	3,4	(1,5)	2,9	(0,7)	4,1	(0,9)	4,9	(0,8)	5,4	(0,9)	5,2	(1,2)	4,1	(1,3)
Fungizide																								
Frischkohl	3,5	(1,3)	3,0	(1,4)	3,1	(2,2)	2,0	(1,5)	3,1	(1,7)	1,8	(0,8)	2,3	(1,6)	1,9	(1,5)	2,8	(1,1)	2,9	(1,1)	3,2	(0,8)	2,8	(1,4)
Bundmöhren	2,8	(1,4)	2,3	(1,1)	2,3	(1,5)	1,6	(1,4)	2,5	(2,2)	2,8	(2,0)	2,0	(1,4)	2,7	(1,3)	2,4	(1,1)	2,3	(1,5)	2,2	(1,9)	2,3	(1,6)
Spargel	4,4	(1,5)	5,3	(2,4)	4,3	(2,6)	5,3	(3,0)	4,6	(2,5)	4,3	(1,7)	4,1	(2,0)	4,4	(1,4)	4,7	(2,1)	3,9	(2,3)	5,1	(2,2)	4,6	(2,2)
Zwiebeln	6,6	(1,6)	3,7	(1,6)	3,9	(2,8)	2,2	(0,4)	4,3	(1,7)	4,3	(2,0)	4,9	(1,7)	5,4	(2,0)	4,7	(1,2)	6,4	(1,3)	5,7	(2,4)	4,7	(2,0)
Insektizide																								
Frischkohl	8,4	(5,3)	5,1	(3,0)	4,4	(2,3)	5,2	(3,1)	5,3	(2,5)	4,8	(2,6)	4,8	(2,3)	4,4	(2,6)	6,0	(3,1)	6,2	(3,1)	5,3	(3,6)	5,5	(3,2)
Bundmöhren	1,7	(1,4)	0,7	(1,0)	0,8	(0,9)	1,1	(1,4)	1,2	(1,3)	1,1	(1,4)	1,1	(1,0)	2,0	(1,9)	1,6	(1,2)	1,0	(1,0)	1,2	(1,4)	1,2	(1,3)
Spargel	1,7	(1,4)	1,8	(1,0)	1,3	(1,2)	1,7	(1,4)	1,4	(1,6)	1,3	(1,7)	1,1	(1,2)	1,4	(1,2)	1,5	(1,3)	1,5	(1,2)	1,6	(1,1)	1,5	(1,3)
Zwiebeln	4,7	(0,5)	1,4	(1,2)	1,7	(1,8)	1,0	(0)	1,2	(0,4)	1,3	(1,3)	1,0	(0,9)	1,3	(0,7)	1,3	(1,3)	1,0	(0,8)	1,3	(1,3)	1,4	(1,2)

Tab. 37: Behandlungsindices für Wachstumsregler und Gesamt in Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide, Molluskizide und Saatgut-/ Jungpflanzenbehandlungen), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Kultur	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Wachstumsregler																								
Frischkohl	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)												
Bundmöhren	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)												
Spargel	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)												
Zwiebeln	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0,2	(0,2)	0,1	(0,2)	0,3	(0,3)												
Gesamt																								
Frischkohl	13,1	(6,0)	9,2	(4,5)	8,6	(2,8)	8,6	(3,2)	9,9	(4,0)	8,1	(3,1)	8,4	(3,0)	7,7	(4,1)	9,8	(3,2)	10,0	(3,6)	10,1	(3,5)	9,5	(3,9)
Bundmöhren	7,1	(2,5)	5,5	(1,8)	6,0	(2,1)	5,1	(2,5)	6,4	(2,7)	6,8	(2,9)	5,5	(2,6)	7,4	(3,0)	6,8	(1,8)	5,6	(2,3)	6,7	(2,7)	6,2	(2,5)
Spargel	7,9	(2,5)	8,4	(3,6)	7,1	(3,6)	8,8	(3,9)	7,6	(3,3)	7,3	(3,2)	6,8	(3,2)	7,1	(2,4)	8,3	(3,1)	7,2	(3,3)	8,6	(2,9)	7,7	(3,2)
Zwiebeln	16,1	(3,5)	9,1	(2,6)	8,9	(5,5)	6,4	(0,3)	9,9	(1,1)	9,2	(0,9)	9,0	(1,1)	11,2	(1,0)	10,9	(1,9)	12,9	(1,2)	12,6	(1,9)	10,3	(3,0)

6.2.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Betriebe haben Herbizide in allen 4 Gemüsekulturen in der Regel mit um etwa 40 % reduzierten Aufwandmengen angewendet (Tab. 38). Auffällig waren die verhältnismäßig hohen Aufwandmengen in Zwiebeln im Jahr 2016 sowie in Frischkohl in den Jahren 2012, 2015 und 2016. Dagegen wurden Fungizide und Insektizide sowie Wachstumsregler (Anwendung nur in einigen Jahren in Zwiebeln) fast ausschließlich mit der zugelassenen Dosis appliziert. Durch die geringe Stichprobenzahl im Gemüsebau werden auch die seltenen geringfügigen Überdosierungen in der Auswertung abgebildet. Zwischen den 11 Jahren konnten in den einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien keine besonderen Tendenzen festgestellt werden. Bei den Herbizidanwendungen waren lediglich die schwankenden Dosierungen im Frischkohl und, wie schon angedeutet, die hohen Werte in einzelnen Jahren auffällig.

Tab. 38: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Feldgemüsebau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Frischkohl												
Herbizide	56 %	63 %	79 %	82 %	61 %	79 %	65 %	64 %	77 %	71 %	64 %	68 %
Fungizide	96 %	94 %	98 %	100 %	95 %	96 %	98 %	98 %	99 %	96 %	100 %	97 %
Insektizide	98 %	106 %	100 %	99 %	98 %	99 %	100 %	99 %	99 %	100 %	100 %	100 %
Möhren												
Herbizide	63 %	61 %	60 %	59 %	54 %	52 %	47 %	49 %	53 %	49 %	55 %	55 %
Fungizide	97 %	99 %	96 %	97 %	102 %	100 %	99 %	98 %	94 %	95 %	95 %	98 %
Insektizide	103 %	101 %	100 %	100 %	98 %	98 %	96 %	96 %	97 %	94 %	110 %	99 %
Spargel												
Herbizide	66 %	77 %	69 %	63 %	63 %	62 %	53 %	61 %	65 %	59 %	63 %	63 %
Fungizide	87 %	95 %	98 %	98 %	97 %	96 %	100 %	98 %	96 %	99 %	99 %	97 %
Insektizide	100 %	96 %	100 %	97 %	100 %	100 %	98 %	100 %	97 %	95 %	100 %	98 %
Zwiebeln												
Herbizide	63 %	57 %	50 %	58 %	50 %	49 %	46 %	66 %	55 %	70 %	61 %	56 %
Fungizide	95 %	100 %	99 %	100 %	100 %	100 %	97 %	98 %	100 %	98 %	101 %	99 %
Insektizide	100 %	95 %	82 %	100 %	95 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	96 %
Wachstumsregler	-	-	-	-	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	-	100 %	100 %

6.2.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen

Während im Jahr 2007 für Frischkohl alle Bewertungen, für Möhren (Bund- und Waschmöhren) und Spargel nur teilweise und für Zwiebeln gar keine Bewertungen vorlagen, wurden ab dem Jahr 2008 nahezu alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen durch die Spezialisten der Pflanzenschutzdienste der Länder im Hinblick auf das notwendige Maß kommentiert und bewertet. Die Bewertungen erfolgten stets aus der Position des unmittelbaren Entscheidungszeitpunktes und unter Beachtung der realen Möglichkeiten des Praktikers und nicht retrospektiv auf der Basis des danach gewonnenen Wissens. In den nachfolgenden Tab. 39 und Tab. 40 wurden die Ergebnisse der Bewertungen in Frischkohl, Möhren und Spargel zusammengestellt. Wegen der geringen Datenbasis in Zwiebeln wurden die Ergebnisse der Bewertungen nur zusammenfassend dargelegt.

Für **Frischkohl** ließ sich festhalten, dass sich im Mittel des Erhebungszeitraumes die Fungizidanwendungen regional geringfügig und die Herbizidanwendungen kaum unterschieden. In

den nördlichen Anbaugebieten war der Behandlungsindex der Fungizide im Vergleich zu den Anbaugebieten im Westen und Süden etwas höher. Hingegen war in diesen Regionen die Intensität der Anwendungen der Insektizide im Vergleich zum Norden höher. Dies stand im Einklang mit einem oft klimatisch bedingten stärkeren Auftreten von pilzlichen Schaderregern im Norden und einem stärkeren Auftreten von Schädlingen im Westen.

Auf eine regionale Interpretation für das Jahr 2017 wurde aufgrund der geringen Stichprobengröße verzichtet.

Im Vergleich der Pflanztermine wiesen frühe Sätze höhere Intensitäten der Fungizidanwendungen und späte Kohlsätze höhere Intensitäten von Insektizidanwendungen auf. Die große Streuung zwischen den Feldern ließ auf ein situationsbezogenes Handeln der Betriebe schließen. Situationsbezogen wurden auch die Aufwandmengen der Herbizide reduziert. Auffällig war, dass bis auf die Herbizide alle Pflanzenschutzmittel nahezu mit den vollen Aufwandmengen (im Durchschnitt mit 98 % der maximalen Aufwandmenge) appliziert wurden und damit die Ausschöpfung der Aufwandmengen auch für Fungizide deutlich höher lag als in den untersuchten Ackerbaukulturen.

In den beiden ersten Jahren bescheinigten die Experten der Länder bei ca. 86 % der Fälle die Einhaltung des notwendigen Maßes. Allerdings wurden in den Jahren 2009 und 2010 in 28 % bzw. 21 % aller Bewertungen kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale geäußert, obwohl in diesen Jahren der Behandlungsindex am geringsten war. Im Vergleich zu den Vorjahren wurden in den Jahren 2011 bis 2014 von den Experten immer weniger kritische Kommentare mit Hinweisen auf Reduktionspotenziale abgegeben, wobei in diesen 4 Jahren im Mittel 93 % aller Maßnahmen positiv bestätigt wurden. In den Jahren 2015 und 2016 fielen insbesondere die kritischen Kommentare zu den Insektizidmaßnahmen auf und wiesen auf eine mögliche Nutzung von Kulturschutznetzen hin, die einen guten Schutz gegen beißende und saugende Schädlinge ermöglichen. Im Jahr 2017 kritisierten die Experten die Anwendungen der Herbizide, dabei besonders die mangelnde Ausschöpfung des Reduktionspotentials und der Anwendung mechanischer Verfahren. Bei den Insektizidanwendungen wurde mehrheitlich das Resistenzmanagement als kritisch ausgewiesen.

Tab. 39: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Frischkohl in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
2007					
Anzahl Bewertungen	27	52	121	200	1411
notwendiges Maß	27	46	99	172	1252
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	6	22	28	159
	0 %	11,5 %	18,2 %	14,0 %	11,3 %
2008					
Anzahl Bewertungen	33	61	92	186	2100
notwendiges Maß	30	53	76	159	1802
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	8	16	27	298
	9,1 %	13,1 %	17,4 %	14,5 %	14,2 %
2009					
Anzahl Bewertungen	18	43	60	121	2164
notwendiges Maß	13	28	46	87	1933
Abweichungen vom notwendigen Maß	5	15	14	34	231
	27,8 %	34,9 %	23,3 %	28,1 %	10,7 %

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
2010					
Anzahl Bewertungen	12	14	36	62	2236
notwendiges Maß	9	12	28	49	1994
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	2	8	13	242
	25,0 %	14,3 %	22,2 %	21,0 %	10,8 %
2011					
Anzahl Bewertungen	38	53	86	177	2054
notwendiges Maß	37	51	73	161	1859
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	2	13	16	195
	2,6 %	3,8 %	15,1 %	9,0 %	9,5 %
2012					
Anzahl Bewertungen	30	29	80	139	2120
notwendiges Maß	27	29	71	127	1906
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	0	9	12	214
	10,0 %	0 %	11,3 %	8,6 %	10,1 %
2013					
Anzahl Bewertungen	25	31	63	119	2401
notwendiges Maß	24	26	60	110	2179
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	5	3	9	222
	4,0 %	16,1 %	4,8 %	7,6 %	9,2 %
2014					
Anzahl Bewertungen	30	28	62	120	2762
notwendiges Maß	30	26	57	113	2436
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	2	5	7	326
	0 %	7,1 %	8,1 %	5,8 %	11,8 %
2015					
Anzahl Bewertungen	32	62	132	226	2512
notwendiges Maß	32	61	88	181	2181
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	1	44	45	331
	0 %	1,6 %	33,3 %	19,9 %	13,2 %
2016					
Anzahl Bewertungen	25	57	117	199	2567
notwendiges Maß	25	48	69	142	2244
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	9	48	57	323
	0 %	15,8 %	41,0 %	28,6 %	12,6 %
2017					
Anzahl Bewertungen	43	58	96	197	2469
notwendiges Maß	33	54	81	168	2139
Abweichungen vom notwendigen Maß	10	4	15	29	330
	23,3 %	6,9 %	15,6 %	14,7 %	13,4 %

Bei **Möhren** (Bund- und Waschmöhren) herrschte die niedrigste Intensität von Pflanzenschutzmittelanwendungen unter den 4 Gemüsekulturen vor. Herbizide wurden mit stark reduzierten Aufwandmengen appliziert. Im Jahr 2017 wurden im Vergleich zum Jahr 2016 im Osten und im Westen deutlich mehr Herbizidanwendungen vorgenommen. Dagegen fanden die Anwendungen von Fungiziden und Insektiziden mit nahezu der vollen Aufwandmenge statt. Die

Jahresunterschiede und die Streuungen innerhalb eines Jahres widerspiegeln eher geringe schlagspezifische Unterschiede bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Dabei wurde die große Mehrheit der Maßnahmen von den Experten als notwendiges Maß bestätigt, wobei die kritischen Äußerungen alle Pflanzenschutzmittelkategorien einschlossen. Im Jahr 2017 wurden weniger Herbizid- und Insektizidanwendungen kritisch beurteilt. Bei den Anwendungen der Fungizide wurde auf sowohl zu spät durchgeführte Maßnahmen, eine ungünstige Mittelwahl als auch unnötige Maßnahmen hingewiesen.

Tab. 40: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in Möhren (Bund- und Waschmöhren) in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Gesamt
2007				
Anzahl Bewertungen	88	57	27	172
notwendiges Maß	79	39	25	143
Abweichungen vom notwendigen Maß	9	18	2	29
	10,2 %	31,6 %	7,4 %	16,9 %
2008				
Anzahl Bewertungen	142	77	22	241
notwendiges Maß	127	60	21	208
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	17	1	33
	10,6 %	22,1 %	4,5 %	13,7 %
2009				
Anzahl Bewertungen	150	73	26	249
notwendiges Maß	147	54	23	224
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	19	3	25
	2,0 %	26,0 %	11,5 %	10,0 %
2010				
Anzahl Bewertungen	116	46	29	191
notwendiges Maß	115	42	22	179
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	4	7	12
	0,9 %	8,7 %	24,1 %	6,3 %
2011				
Anzahl Bewertungen	177	83	38	298
notwendiges Maß	170	82	35	287
Abweichungen vom notwendigen Maß	7	1	3	11
	4,0 %	1,2 %	7,9 %	3,7 %
2012				
Anzahl Bewertungen	160	85	35	280
notwendiges Maß	145	82	35	262
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	3	0	18
	9,4 %	3,5 %	0 %	6,4 %
2013				
Anzahl Bewertungen	123	48	28	199
notwendiges Maß	112	45	22	179
Abweichungen vom notwendigen Maß	11	3	6	20
	8,9 %	6,3 %	21,4 %	10,1 %
2014				

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Gesamt
Anzahl Bewertungen	115	56	41	212
notwendiges Maß	110	53	32	195
Abweichungen vom notwendigen Maß	5	3	9	17
	4,3 %	5,4 %	22,0 %	8,0 %
2015				
Anzahl Bewertungen	105	51	33	189
notwendiges Maß	105	49	17	171
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	2	16	18
	0 %	3,9 %	48,5 %	9,5 %
2016				
Anzahl Bewertungen	128	62	27	217
notwendiges Maß	115	55	17	187
Abweichungen vom notwendigen Maß	13	7	10	30
	10,2 %	11,3 %	37,0 %	13,8 %
2017				
Anzahl Bewertungen	157	60	29	246
notwendiges Maß	148	50	23	221
Abweichungen vom notwendigen Maß	9	10	6	25
	5,7 %	16,7 %	20,7 %	10,2 %

Die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auf den **Spargelfeldern** unterschieden sich in den 11 Jahren nur geringfügig, zwischen den einzelnen Feldern jedoch deutlich. Dies entsprach nach den Bewertungen der Experten weitestgehend den spezifischen Situationen und somit dem notwendigen Maß. Da im Jahr 2007 nur ein geringer Teil der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den 6 Spargelbetrieben bewertet wurde, bedeuteten die lediglich 4 kritisierten Maßnahmen schon 19 % aller Maßnahmen. Diese Zahl ist deshalb vorsichtig zu interpretieren. Während in den 6 Folgejahren 97 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen die Zustimmung der Experten fanden, lag der Anteil kritischer Kommentare im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes seit dem Jahr 2014 höher. Die kritischen Kommentare betrafen im Wesentlichen Fungizidanwendungen mit Hinweisen auf die Mittelwahl sowie auch auf unnötige Maßnahmen.

Tab. 41: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Spargel in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Gesamt
2007¹				
Anzahl Bewertungen	88	57	27	172
notwendiges Maß	79	39	25	143
Abweichungen vom notwendigen Maß	9	18	2	29
	10,2 %	31,6 %	7,4 %	16,9 %
2008				
Anzahl Bewertungen	142	77	22	241
notwendiges Maß	127	60	21	208
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	17	1	33
	10,6 %	22,1 %	4,5 %	13,7 %
2009				
Anzahl Bewertungen	150	73	26	249
notwendiges Maß	147	54	23	224

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Gesamt
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	19	3	25
	2,0 %	26,0 %	11,5 %	10,0 %
2010				
Anzahl Bewertungen	116	46	29	191
notwendiges Maß	115	42	22	179
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	4	7	12
	0,9 %	8,7 %	24,1 %	6,3 %
2011				
Anzahl Bewertungen	177	83	38	298
notwendiges Maß	170	82	35	287
Abweichungen vom notwendigen Maß	7	1	3	11
	4,0 %	1,2 %	7,9 %	3,7 %
2012				
Anzahl Bewertungen	160	85	35	280
notwendiges Maß	145	82	35	262
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	3	0	18
	9,4 %	3,5 %	0 %	6,4 %
2013				
Anzahl Bewertungen	123	48	28	199
notwendiges Maß	112	45	22	179
Abweichungen vom notwendigen Maß	11	3	6	20
	8,9 %	6,3 %	21,4 %	10,1 %
2014				
Anzahl Bewertungen	115	56	41	212
notwendiges Maß	110	53	32	195
Abweichungen vom notwendigen Maß	5	3	9	17
	4,3 %	5,4 %	22,0 %	8,0 %
2015				
Anzahl Bewertungen	105	51	33	189
notwendiges Maß	105	49	17	171
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	2	16	18
	0 %	3,9 %	48,5 %	9,5 %
2016				
Anzahl Bewertungen	128	62	27	217
notwendiges Maß	115	55	17	187
Abweichungen vom notwendigen Maß	13	7	10	30
	10,2 %	11,3 %	37,0 %	13,8 %
2017				
Anzahl Bewertungen	157	60	29	246
notwendiges Maß	148	50	23	221
Abweichungen vom notwendigen Maß	9	10	6	25
	5,7 %	16,7 %	20,7 %	10,2 %

¹ keine repräsentativen Werte

Besonders zurückhaltend sind, aufgrund der geringen Stichproben, die Daten der **Zwiebeln** produzierenden Betriebe zu bewerten. Während für 2007 noch keine Bewertungen vorlagen, ergab

das Votum der Experten im Jahr 2008 nahezu bei allen Maßnahmen Zustimmung. Dies betraf auch die deutliche Reduzierung der Herbizid-Aufwandmengen und die Anwendung der weitestgehend maximalen Aufwandmengen bei Fungiziden und Insektiziden. Im Jahr 2009 wurden mehr kritische Anmerkungen, insbesondere zu den Herbizid- und Fungizidanwendungen, registriert. Dagegen entsprachen in den Jahren 2010 bis 2017 nahezu alle Herbizid- und Insektizidmaßnahmen dem notwendigen Maß. Allerdings wiesen die Experten im Jahr 2010 auf mehrere unnötige Fungizidanwendungen hin, in den Jahren seit 2011 wurden jedoch alle Fungizidmaßnahmen als notwendiges Maß bewertet.

6.3 Obstbau

6.3.1 Datengrundlage

Tab. 42 informiert über die Anzahl der Apfelanlagen und die ausgewerteten Pflanzenschutzmittelanwendungen in Deutschland und in den 3 definierten Großregionen Norden, Mitte und Süden (siehe Kap. 4 Großregionen Obstbau). Neben Insektiziden wurden auch Akarizide gegen die Obstbauspinnmilbe (*Tetranychus ulmi*) und die Rostmilbe (*Aculus schlechtendali*) angewendet. Diese wurden bei den Analysen der Pflanzenschutzmittelanwendungsintensität nicht gesondert betrachtet, sondern den Insektiziden zugeordnet. Rodentizide wurden wegen ungenauer Datenlage nicht ausgewertet.

Tab. 42: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen¹ (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide)

Großregion	DE		Norden		Mitte		Süden	
2007	37	(1647)	18	(795)	7	(290)	12	(562)
2008	53	(2094)	17	(698)	21	(709)	15	(687)
2009	56	(2490)	18	(774)	23	(1003)	15	(713)
2010	59	(2612)	18	(776)	23	(970)	18	(866)
2011	57	(2247)	18	(663)	21	(793)	18	(791)
2012	60	(2562)	18	(786)	24	(957)	18	(819)
2013	60	(2430)	18	(694)	24	(943)	18	(793)
2014	59	(2465)	19	(819)	22	(859)	18	(787)
2015	68	(2449)	25	(863)	25	(894)	18	(692)
2016	60	(2305)	21	(774)	21	(777)	18	(754)
2017	63	(2396)	21	(825)	24	(947)	18	(624)
2007-2017	632	(25697)	211	(8467)	235	(9142)	186	(8088)

¹ vgl. Tab. 3

6.3.2 Behandlungsindices

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

- Die Streifenbehandlungen mit Herbiziden gelten als Teilflächenbehandlungen, in der Regel auf einem Drittel der Gesamtfläche. Die Dosierung bezieht sich auf die behandelte Teilfläche. Eine **Ausnahme** bilden Pflanzenschutzmittel, die explizit für eine Reihenbehandlung zugelassen sind. Hier wird nur die behandelte Fläche (i. d. R. zwischen den Reihen) als Gesamtfläche betrachtet.
- Für die Berechnungen der Insektizidanwendungen werden chemisch-synthetische sowie für den ökologischen Landbau zugelassene Präparate und Akarizide berücksichtigt.
- Granuloseviren ebenso wie biotechnische Maßnahmen (Pheromonanwendungen) werden separat dargestellt. Dabei wurde für Pheromonanwendungen (Verwirrungsmethode) definiert, dass stets die maximal zugelassene und empfohlene Aufwandmenge (Anzahl Dispenser/ha) einen Behandlungsindex von 1,0 darstellt.

Die Behandlungsindices im Durchschnitt aller Vergleichsbetriebe der Jahre 2007 bis 2017 sind in der Tab. 43 sowie für die Pflanzenschutzmittelkategorien in der Tab. 44 und Tab. 45 dargestellt. Die Gesamt-Behandlungsindices und die Behandlungsindices der Herbizide weichen aufgrund der

geänderten Berücksichtigung der explizit nur für Reihenbehandlungen zugelassenen Herbizide von den Werten der Vorjahre ab.

Tab. 43: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide) im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
33,4	29,9	34	34,6	30,5	34	33,1	34,7	30,5	32,4	31,5

Herbizidanwendungen fanden entweder ganzflächig (ca. 4 % aller Herbizidanwendungen) oder nur in den Baumstreifen (ca. 96 % aller Maßnahmen) statt. In einigen Fällen (ca. 5 %) wurden die Unkräuter in den Baumreihen mechanisch kontrolliert. Somit spiegeln die in Tab. 44 aufgeführten Behandlungsindices sowohl die Anzahl der Herbizidmaßnahmen, in der Regel 2 bzw. 3 Anwendungen, als auch die Dosierung und die real behandelte Fläche im Vergleich zur Gesamtfläche der Anlage wieder.

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

Erwartungsgemäß war die Intensität der Fungizidanwendungen mit einem mittleren Behandlungsindex von 24,9 (2007 bis 2017) mit Abstand am höchsten. Die Intensitäten der Fungizidanwendungen streuten zwischen den Betrieben erheblich. Der Unterschied zwischen den 3 Großregionen – die höchsten Behandlungsindices traten oft im Norden auf – hielt sich jedoch in Grenzen.

Der Behandlungsindex für Insektizide betrug im Mittel der Jahre 5,2. In einer speziellen Analyse der Daten von 2007 stellte Ullrich (2009) fest, dass der Anteil biologischer/ biotechnischer Bekämpfungsmaßnahmen an den Insektizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben immerhin 37 % betrug. Im Jahr 2017 lag der Anteil dieser Maßnahmen bei ca. 15 %. Die jahresspezifischen und großregionalen Unterschiede der Insektizidanwendungen hielten sich in Grenzen. Tendenziell erfolgten in der Mitte und im Süden mehr Maßnahmen gegen Schädlinge als im Norden.

Tab. 44: Behandlungsindizes für Herbizide, Fungizide und Wachstumsregler im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2017, Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Herbizide																								
DE	1,0	(0,9)	1	(0,7)	1	(0,4)	2	(1,1)	2	(1,0)	2	(1,2)	2	(1,0)	2	(0,9)	2	(1,2)	2	(1,0)	1	(0,7)	1,5	(1,0)
M	0,6	(1,1)	0	(0,4)	1	(0,3)	2	(1,2)	2	(1,0)	2	(1,1)	2	(0,7)	2	(0,8)	2	(1,1)	2	(0,6)	1	(0,7)	1,6	(1,0)
N	0,8	(0,4)	0,7	(0,4)	0,8	(0,6)	0,9	(0,7)	1,0	(0,7)	1,0	(0,6)	0,8	(0,6)	0,9	(0,5)	0,6	(0,5)	1,1	(0,8)	1,1	(0,8)	0,9	(0,6)
S	1,6	(1,0)	1,1	(1,0)	0,8	(0,1)	2,2	(1,0)	2,5	(0,7)	2,7	(1,2)	2,1	(1,2)	2,1	(0,7)	2,6	(1,2)	2,3	(1,2)	1,4	(0,7)	2,0	(1,1)
Fungizide																								
DE	24,4	(6,1)	22,6	(7,6)	26,2	(5,9)	26,5	(6,6)	22,5	(5,7)	26,0	(5,9)	25,3	(6,4)	26,6	(5,9)	23,8	(5,2)	25,1	(5,5)	24,8	(7,0)	24,9	(6,3)
M	24,7	(5,0)	19,6	(8,7)	27,0	(4,3)	25,9	(5,1)	22,5	(4,6)	26,1	(4,6)	25,0	(5,1)	25,7	(3,9)	24,2	(3,8)	26,0	(3,4)	26,0	(3,8)	24,9	(5,2)
N	26,4	(3,8)	24,6	(5,9)	26,6	(6,9)	28,0	(5,9)	24,3	(6,0)	29,7	(4,3)	27,5	(7,2)	29,4	(6,8)	25,2	(6,1)	24,5	(7,5)	28,3	(8,2)	26,7	(6,5)
S	21,1	(8,2)	24,5	(6,8)	24,5	(6,9)	25,7	(8,7)	20,8	(6,3)	22,1	(6,5)	23,6	(6,8)	24,7	(6,1)	21,2	(4,8)	24,6	(4,7)	19,1	(5,5)	22,9	(6,7)
Wachstumsregler																								
DE	0,2	(0,4)	0,3	(0,6)	0,2	(0,4)	0,1	(0,4)	0,1	(0,2)	0,4	(0,7)	0,5	(0,8)	0,7	(0,8)	0,4	(0,5)	0,8	(1,0)	0,9	(0,9)	0,4	(0,7)
M	0	(0)	0,2	(0,3)	0,1	(0,1)	0,1	(0,2)	0,2	(0,2)	0,3	(0,4)	0,2	(0,3)	0,7	(0,4)	0,2	(0,3)	0,4	(0,5)	1,0	(0,8)	0,3	(0,5)
N	0,2	(0,3)	0,7	(0,8)	0,3	(0,4)	0	(0)	0,1	(0,3)	0,1	(0,1)	0,2	(0,3)	0,6	(0,8)	0,5	(0,6)	1,2	(1,2)	1,0	(1,1)	0,5	(0,8)
S	0,5	(0,6)	0,2	(0,3)	0,5	(0,6)	0,4	(0,6)	0,1	(0,3)	1,0	(1,1)	1,2	(1,3)	1,0	(1,2)	0,5	(0,5)	0,6	(1,0)	0,8	(0,8)	0,6	(0,9)

Tab. 45: Behandlungsindices für Insektizide, Granuloseviren und Pheromone und Gesamt im Obstbau (Tafelapfel) in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (Norden, Mitte, Süden) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
Insektizide																								
DE	6,9	(2,8)	6	(2,7)	6	(2,9)	6	(2,6)	6	(2,9)	5	(1,7)	5	(2,4)	5	(2,2)	5	(2,4)	4	(1,6)	4	(1,6)	5,2	(2,4)
M	8,6	(5,4)	6	(3,4)	8	(3,5)	7	(3,0)	7	(3,3)	6	(2,1)	6	(2,6)	6	(2,0)	5	(3,1)	5	(1,8)	5	(1,8)	6	(2,9)
N	6,2	(1,9)	5,4	(2,3)	4,4	(0,8)	3,9	(1,5)	3,6	(1,8)	4,2	(0,9)	3,3	(1,1)	3,4	(1,4)	2,7	(0,7)	3,4	(1,4)	3,7	(1,3)	4,0	(1,7)
S	7,0	(1,4)	5,2	(2,0)	5,5	(2,2)	6,3	(2,0)	5,8	(2,1)	6,3	(0,8)	5,8	(2,1)	6,7	(1,6)	5,5	(1,2)	5,2	(1,0)	4,0	(1,1)	5,7	(1,8)
Granuloseviren																								
DE	0,8	(1,0)	0,7	(1,3)	0,5	(1,0)	0,3	(0,4)	0,2	(0,4)	0,2	(0,3)	0,3	(0,6)	0,4	(0,8)	0,2	(0,3)	0,4	(0,6)	0,2	(0,3)	0,4	(0,7)
M	0,3	(0,4)	0,5	(1,7)	0,5	(1,3)	0,1	(0,2)	0	(0,1)	0	(0)	0,4	(0,8)	0,8	(1,3)	0,1	(0,1)	0,3	(0,6)	0,2	(0,3)	0,3	(0,8)
N	0,9	(1,3)	1,0	(1,1)	0,2	(0,4)	0,2	(0,3)	0,1	(0,1)	0,1	(0,2)	0,1	(0,3)	0	(0)	0,1	(0,3)	0,3	(0,7)	0	(0)	0,3	(0,6)
S	0,8	(0,5)	0,6	(0,3)	0,9	(0,7)	0,6	(0,5)	0,6	(0,6)	0,5	(0,3)	0,5	(0,4)	0,3	(0,4)	0,5	(0,2)	0,5	(0,5)	0,4	(0,4)	0,5	(0,5)
Pheromone																								
DE	0,1	(0,3)	0,2	(0,3)	0,2	(0,3)	0,2	(0,3)	0,2	(0,3)	0,2	(0,3)	0,2	(0,3)	0,2	(0,4)	0,2	(0,3)	0,2	(0,3)	0,1	(0,2)	0,2	(0,3)
M	0	(0)	0,1	(0,3)	0,1	(0,3)	0,1	(0,3)	0,1	(0,3)	0,1	(0,3)	0,1	(0,3)	0,2	(0,3)	0,1	(0,3)	0	(0)	0	(0,2)	0,1	(0,3)
N	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0,2)	0	(0)
S	0,4	(0,4)	0,4	(0,4)	0,5	(0,5)	0,4	(0,5)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,5	(0,6)	0,4	(0,5)	0,5	(0,5)	0,2	(0,3)	0,4	(0,4)
Gesamt																								
DE	33,4	(6,9)	29,9	(10,2)	34,0	(7,6)	34,6	(8,5)	30,5	(7,3)	34,0	(6,6)	33,1	(7,2)	34,7	(6,4)	30,5	(6,0)	32,4	(6,5)	31,5	(8,2)	32,6	(7,6)
M	34,2	(6,7)	26,5	(12,6)	36,3	(7,8)	35,2	(7,7)	32,0	(7,0)	34,2	(6,5)	33,9	(6,5)	34,8	(5,6)	31,7	(5,6)	33,1	(4,5)	33,6	(5,6)	33,2	(7,4)
N	34,5	(4,7)	32,3	(6,6)	32,3	(6,9)	32,9	(6,3)	29,1	(7,1)	35,1	(4,8)	31,7	(6,6)	34,2	(6,9)	29,2	(6,8)	30,6	(8,1)	34,1	(9,4)	32,3	(7,1)
S	31,3	(9,6)	32,0	(9,2)	32,7	(7,8)	35,6	(11,1)	30,1	(8,1)	32,7	(8,1)	33,4	(8,7)	35,2	(7,1)	30,7	(5,3)	33,8	(6,5)	25,7	(7,2)	32,1	(8,4)

6.3.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Betriebe wendeten Herbizide in den Apfelanlagen, wie schon erwähnt, meistens nur in den Baumstreifen, d. h. auf ca. einem Drittel der Anlagenfläche, an. Auf den Applikationsflächen wurde mit um durchschnittlich 13 % reduzierten Aufwandmengen gearbeitet (Tab. 46). Bei den Fungiziden wurde die Dosierung kaum reduziert, im Durchschnitt lag die Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmenge bei 90 %. Insektizide (ohne Pheromonanwendungen, Akarizide und Granuloseviren) wurden tendenziell mit nahezu vollen Aufwandmengen appliziert. Bei den Akariziden lagen die Aufwandmengen in den ersten Jahren etwas höher, ab 2009 allerdings niedriger als die Aufwandmengen bei den Insektiziden. Die vorgeschlagene Anzahl Dispenser für Pheromone pro ha wurde in der Mehrheit der Jahre strikt eingehalten. Die wenigen Wachstumsregleranwendungen erfolgten mit deutlich reduzierten Aufwandmengen.

Tab. 46: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Herbizide	86 %	68 %	83 %	89 %	88 %	82 %	87 %	92 %	91 %	91 %	91 %	87 %
Fungizide	88 %	90 %	89 %	89 %	86 %	89 %	91 %	92 %	93 %	93 %	92 %	90 %
Insektizide	90 %	89 %	92 %	94 %	94 %	95 %	98 %	98 %	98 %	97 %	92 %	94 %
Akarizide	94 %	90 %	85 %	89 %	84 %	88 %	92 %	85 %	93 %	96 %	89 %	89 %
Granuloseviren	19 %	25 %	23 %	19 %	15 %	14 %	29 %	39 %	30 %	40 %	30 %	24 %
Pheromone	73 %	86 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	95 %	97 %
Wachstumsregler	50 %	70 %	76 %	76 %	75 %	54 %	54 %	76 %	62 %	63 %	64 %	64 %

6.3.4 Zusammenfassende Bewertungen der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen

Tab. 47 fasst die Ergebnisse der Bewertungen in den Jahren 2007 bis 2017 zusammen. Dabei fällt auf, dass in den 11 Jahren ein sehr hoher Anteil der Maßnahmen als notwendiges Maß eingestuft wurde. Die Fälle mit kritischen Kommentaren lagen in den Jahren 2007 bis 2017 bei nur ca. 6 %. Die Anwendung von Pheromonen entsprach vollständig und von Granuloseviren in der Mehrzahl der Jahre der Zustimmung der Experten, weshalb auf die Darstellung in Tabelle 47 verzichtet wurde. Die Zahlen belegen, dass die Apfelbaubetriebe, die in der Regel nach Richtlinien der kontrollierten integrierten Produktion arbeiten und entsprechend beraten werden, die Pflanzenschutzmaßnahmen gezielt und maßvoll durchführten. Diese Einschätzung betraf alle Pflanzenschutzmittelkategorien.

Tab. 47: Bewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben im Obstbau (Tafelapfel) in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide¹	Wachstumsregler	Gesamt²
2007					
Anzahl Bewertungen	82	1010	445	18	1555
notwendiges Maß	82	952	417	18	1469
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	58	28	0	86
	0 %	5,7 %	6,3 %	0 %	5,5 %
2008					
Anzahl Bewertungen	79	1412	513	46	2050
notwendiges Maß	79	1335	479	46	1939
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	77	34	0	111
	0 %	5,5 %	6,6 %	0 %	5,4 %
2009					
Anzahl Bewertungen	171	1695	533	20	2419
notwendiges Maß	170	1531	497	20	2218
Abweichungen vom notwendigen Maß	1	164	36	0	201
	0,6 %	9,7 %	6,8 %	0 %	8,3 %
2010					
Anzahl Bewertungen	200	1875	502	16	2593
notwendiges Maß	197	1789	472	16	2474
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	86	30	0	119
	1,5 %	4,6 %	6,0 %	0 %	4,6 %
2011					
Anzahl Bewertungen	173	1562	451	13	2199
notwendiges Maß	173	1473	428	13	2087
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	89	23	0	112
	0 %	5,7 %	5,1 %	0 %	5,1 %
2012					
Anzahl Bewertungen	258	1812	436	56	2562
notwendiges Maß	255	1701	397	56	2409
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	111	39	0	153
	1,2 %	6,1 %	8,9 %	0 %	6,0 %
2013					
Anzahl Bewertungen	204	1737	410	79	2430
notwendiges Maß	204	1632	403	79	2318
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	105	7	0	112
	0 %	6,0 %	1,7 %	0 %	4,6 %
2014					
Anzahl Bewertungen	200	1772	407	82	2461
notwendiges Maß	189	1660	388	77	2314
Abweichungen vom notwendigen Maß	11	112	19	5	147
	5,5 %	6,3 %	4,7 %	6,1 %	6,0 %
2015					
Anzahl Bewertungen	195	1784	392	60	2431
notwendiges Maß	191	1672	378	53	2294

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide ¹	Wachstumsregler	Gesamt ²
Abweichungen vom notwendigen Maß	4	112	14	7	137
	2,1 %	6,3 %	3,6 %	11,7 %	5,6 %
2016					
Anzahl Bewertungen	195	1675	346	84	2300
notwendiges Maß	189	1545	318	75	2127
Abweichungen vom notwendigen Maß	6	130	28	9	173
	3,1 %	7,8 %	8,1 %	10,7 %	7,5 %
2017					
Anzahl Bewertungen	179	1771	348	98	2396
notwendiges Maß	170	1649	325	89	2233
Abweichungen vom notwendigen Maß	9	122	23	9	163
	5,0 %	6,9 %	6,6 %	9,2 %	6,8 %

¹ Insektizide und Akarizide, ² einschließlich Granuloseviren und Pheromone

Herbizide wurden fast immer nur in den Baumstreifen angewendet, d. h. auf ca. 33 % der Gesamtfläche, und dort zumeist mit der vollen Aufwandmenge. Dabei handelte es sich im Jahr 2017 bei einem Drittel der Maßnahmen um glyphosathaltige Herbizide. Bei gelegentlichen Tankmischungen wurde oft der zweite Mischungspartner mit reduzierter Aufwandmenge angewendet. Der Apfel gehört neben Wein zu den wenigen Kulturen, in denen regelmäßig gezielte Teilflächenapplikationen der Herbizide stattfinden. Die Maßnahmen erfolgten in der Regel 2- bzw. 3-mal im Verlauf der Vegetation. Diese relativ geringe und mehrheitlich auf die Baumstreifen reduzierte Anwendung von Herbiziden entsprach nach Ansicht der Experten der Pflanzenschutzdienste im Wesentlichen dem notwendigen Maß.

Die hohe Intensität der Fungizidanwendungen konzentrierte sich auf den Apfelschorf (*Venturia inaequalis*), der in den Jahren 2007 bis 2014 gebietsweise unterschiedlich stark auftrat. So wurde Apfelschorf in den Jahren 2007 bis 2014 durchschnittlich 1102-mal als Indikation (2017: 1165) genannt. Auch im Jahr 2017 wurden die Fungizidanwendungen durch Apfelschorf bestimmt und machten ca. 65 % der durchgeführten Maßnahmen aus. Die allgemein hohen Fungizidanwendungen erklärten sich auch aus der Minderwirkung einiger Fungizide. Aufgrund der verstärkten Resistenzbildung bei Anilinopyrimidinen und Azolen wurden verstärkt protektiv wirkende Fungizide angewendet. Diese vorbeugende Strategie erforderte in einigen Regionen nach mehrmaligen Starkniederschlägen umgehende Wiederholungsbehandlungen. Regional, vor allem in stärker kontinental geprägten Anbaugebieten Ostdeutschlands, entwickelte sich der Apfelmehltau (*Podosphaera leucotricha*) zum Problemschadpilz, worauf die Betriebe u. a. mit erhöhter Anwendung von Netzschwefel-Präparaten reagierten. Insgesamt betrug im Jahr 2017 der Anteil der Fungizidmaßnahmen mit der Indikation Apfelmehltau ca. 25 %.

Bei der Untersuchung von Trends des Gesamtbehandlungsindex sowie der Intensitäten in der Anwendung der Herbizide und Fungizide ließen sich keine Tendenzen feststellen.

Die meisten Fungizidmaßnahmen waren nach Meinung der Experten gerechtfertigt. Die Rate der Abweichungen vom notwendigen Maß lag bei den Fungiziden stets unter 10 %. In mehreren Fällen verwiesen sie jedoch auf unnötige oder zeitlich falsch platzierte Maßnahmen gegen den Apfelschorf, insbesondere im Jahr 2009. Im Jahr 2017 wiesen die kritischen Einschätzungen auf die Mittelwahl, den Behandlungszeitpunkt und unnötige Maßnahmen insbesondere gegen Schorf hin.

In den Apfelanlagen wurden besonders häufig Maßnahmen gegen den Apfelwickler (*Cydia pomonella*) vorgenommen, ca. die Hälfte der Insektizidanwendungen in den Jahren 2007 bis 2017

entfielen auf diesen Schädling. Als zweitwichtigste Schädlingsgruppe stellten sich die Blattläuse heraus. Wie auch im Ackerbau wurden die Insektizide mit nahezu vollen Aufwandmengen angewendet. Durch die gesonderte Auswertung der Ausschöpfung der Aufwandmengen bei Granulosevirus-Präparaten wird deutlich, dass diese oftmals bewusst mit stark reduzierten Aufwandmengen (z. B. 1/10 der zugelassenen Aufwandmenge) bei gleichzeitig häufiger Anwendung appliziert wurden. Die Insektizid- und Akarizidanwendungen inklusive der Strategie häufiger, aber reduzierter Anwendungen von Granulosevirus-Präparaten fanden die Zustimmung der bewertenden Experten. Sie formulierten nur in seltenen Fällen kritische Einwände im Hinblick auf das notwendige Maß. Die Anwendung der Insektizide weist über die Jahre 2007 bis 2017 eine signifikant abnehmende Tendenz auf.

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

6.4 Weinbau

6.4.1 Datengrundlage

Für das Netz Vergleichsbetriebe Weinbau standen 23, 27, 24 in den Jahren 2007 bis 2009 und von 2010 bis 2013 insgesamt 27, von 2014 bis 2016 jeweils 26 und im Jahr 2017 insgesamt 25 Anlagen bzw. Bewirtschaftungseinheiten zur Verfügung. Diese verteilten sich auf jeweils 9 Betriebe. Diese relativ geringe Grundgesamtheit erlaubt angesichts der Unterschiedlichkeit der Weinanbaugebiete in Deutschland nur eine begrenzte Interpretation der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Tab. 48 veranschaulicht die Datengrundlage im Weinbau.

Tab. 48: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Weinbau im Netz Vergleichsbetriebe in Deutschland (DE) und den Anbaugebieten¹ in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide)

Anbaugebiete	DE	2	6	7	8	9	10	13
2007	23 (464)	6 (130)	3 (62)	3 (64)	3 (45)	3 (82)	3 (52)	2 (29)
2008	27 (521)	6 (134)	3 (68)	3 (57)	3 (54)	3 (64)	3 (50)	6 (94)
2009	24 (548)	3 (72)	3 (75)	3 (70)	3 (63)	3 (77)	3 (74)	6 (117)
2010	27 (561)	6 (129)	3 (67)	3 (69)	3 (55)	3 (71)	3 (68)	6 (102)
2011	27 (550)	6 (122)	3 (69)	3 (67)	3 (48)	3 (72)	3 (65)	6 (107)
2012	27 (621)	6 (131)	3 (72)	3 (84)	3 (57)	3 (85)	3 (63)	6 (129)
2013	27 (591)	6 (150)	3 (70)	3 (75)	3 (57)	3 (70)	3 (64)	6 (105)
2014	26 (635)	6 (141)	3 (80)	3 (83)	3 (71)	3 (99)	3 (75)	5 (86)
2015	26 (594)	6 (144)	3 (81)	3 (78)	3 (63)	3 (88)	3 (60)	5 (80)
2016	26 (706)	6 (186)	3 (83)	3 (85)	3 (69)	3 (100)	3 (75)	5 (108)
2017	25 (569)	6 (150)	3 (73)	3 (72)	3 (55)	3 (83)	3 (64)	4 (72)
2007-2017	285 (6360)	63 (1489)	33 (800)	33 (804)	33 (637)	33 (891)	33 (710)	57 (1029)

¹ vgl. Tab. 4

6.4.2 Behandlungsindices

Die mittleren Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben Weinbau in den Jahren 2007 bis 2017 sind in Tab. 49 sowie in Tab. 50 für die Pflanzenschutzmittelkategorien dargestellt und lagen auf einem ähnlichen Niveau. Im Vergleich zu den vorherigen Jahresberichten treten geringfügige Abweichungen der Gesamtbehandlungsindices, hauptsächlich der Herbizid-Behandlungsindices auf. Diese sind auf Änderungen in der Berechnungsgrundlage für die Pflanzenschutzmittel, die ausschließlich für eine Reihenbehandlung zugelassen sind, zurückzuführen (siehe Kapitel 6.3.2). Für die Berechnungen der Insektizidanwendungen wurden chemisch-synthetische sowie für den ökologischen Landbau zugelassene Präparate und Akarizide berücksichtigt. Biotechnische Maßnahmen (Pheromonanwendungen) werden separat ausgewiesen.

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

Tab. 49: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide) im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
15,6	16,3	18,4	15,9	15,9	18,2	17,1	19,3	18,8	23,1	18,4

Die Behandlungsintensität wurde maßgeblich durch die Anwendung der Fungizide bestimmt. Die relativ hohen Werte in den Jahren 2014 und 2016 ergaben sich aus Mehraufwendungen von Fungiziden und Insektiziden in den Jahren 2014 und 2015. Bei den Herbiziden resultierten die niedrigen Behandlungsindices im Weinbau aus entweder einer oder zwei Maßnahmen mit voller oder kaum reduzierter Aufwandmenge bei gleichzeitiger Begrenzung auf Teilflächen (Bestandesreihen), was einem Flächenanteil von ca. 25 % entsprach. Die Anwendung von Insektiziden und Wachstumsreglern erfolgte nicht in jedem Jahr auf allen Flächen und war insgesamt gering. Dies hing unter anderem damit zusammen, dass bei den Insektiziden ein hoher Anteil der Maßnahmen unter Verwendung der Verwirrungsmethode mit Pheromonen erfolgte und Wachstumsregler nur bei bestimmten Sorten angewendet werden durften. Im gesamten Untersuchungszeitraum ließen sich keine Trends einer Zu- oder Abnahme der Behandlungsintensitäten nachweisen.

Tab. 50: Behandlungsindices im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide), Mittelwerte und (Standardabweichung)

	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Pheromone	Wachstumsregler	Gesamt
2007	0,3 (0,2)	14 (3,6)	1 (0,7)	1 (0,4)	0 (0,2)	16 (4,1)
2008	0,2 (0,2)	15 (3,6)	0 (0,8)	1 (0,4)	0 (0,4)	16 (4,0)
2009	0,3 (0,2)	17 (2,1)	1 (0,9)	1 (0,3)	0 (0,3)	18 (2,6)
2010	0,4 (0,3)	14 (3,3)	1 (0,8)	1 (0,4)	0 (0,0)	16 (3,8)
2011	0,4 (0,3)	14 (3,1)	0 (0,6)	1 (0,4)	0 (0,0)	16 (3,4)
2012	0,4 (0,3)	17 (3,3)	1 (0,7)	1 (0,4)	0 (0,0)	18 (3,6)
2013	0,5 (0,3)	15 (2,8)	0 (0,8)	1 (0,4)	0 (0,0)	17 (2,9)
2014	0,6 (0,5)	17 (2,9)	1 (1,4)	1 (0,4)	0 (0,1)	19 (3,8)
2015	0,6 (0,4)	16 (3,2)	2 (2,0)	1 (0,0)	0 (0,2)	19 (4,2)
2016	0,5 (0,3)	21 (4,3)	0 (1,0)	1 (0,2)	0 (0,1)	23 (4,4)
2017	0,4 (0,3)	16,9 (2,8)	0,1 (0,3)	0,9 (0,2)	0,1 (0,2)	18,4 (3,0)
2007-2017	0,4 (0,3)	16,0 (3,7)	0,6 (1,0)	0,8 (0,3)	0,1 (0,2)	17,9 (4,1)

6.4.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Bei den Herbizidanwendungen in den Vergleichsbetrieben wurde in den Jahren 2012 bis 2016 annähernd mit der vollen Aufwandmenge gearbeitet (Tab. 51), wobei sich die Anwendungen grundsätzlich auf die Unterstockstreifen bezogen. Im Vergleich zur Situation im Apfelanbau wurden die Fungizidaufwandmengen etwas stärker, jedoch mit 80 bis 90 % der zugelassenen Dosis maßvoll reduziert. Die Insektizide wurden in der Regel in der maximal möglichen Dosis angewendet. Der Wert des Jahres 2015 ergab sich mehrheitlich aus der Anwendung voller Aufwandmengen sowie geringfügigen Überdosierungen. Bei den Akariziden wurde die Aufwandmenge auch nur leicht reduziert, wenngleich die Raten in den einzelnen Jahren zwischen einem Drittel (2007) und weniger als 10 % in den Jahren 2012, 2013 und 2015 variierten. Die Verwirrungsmethode mittels Pheromonen erfolgte in der Regel exakt nach den Vorgaben der Zulassung, d. h. die Dispenser wurden in der empfohlenen Stückzahl ausgebracht. Wurden Wachstumsregler angewendet, dann mit der vollen oder nahezu vollen Aufwandmenge.

Tab. 51: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Herbizide	63 % ¹	67 % ¹	72 % ¹	86 %	92 %	98 %	96 %	93 %	100 %	97 %	0,9 %	87 %
Fungizide	77 %	78 %	87 %	82 %	85 %	87 %	85 %	85 %	86 %	90 %	0,9 %	85 %
Insektizide	98 %	94 %	87 %	100 %	93 %	99 %	100 %	89 %	103 %	100 %	1,0 %	96 %
Pheromone	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	1,0 %	100 %
Akarizide	0,7 %	81 %	84 %	86 %	92 %	96 %	94 %	88 %	94 %	83 %	-	88 %
Wachstumsregler	100 %	94 %	100 %	-	-	-	-	100 %	100 %	100 %	1,0 %	98 %

¹Angaben bezogen auf gesamte Anlagenfläche

6.4.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen

In Tab. 52 wurden die Bewertungen für alle Pflanzenschutzmittelkategorien zusammengefasst. Bei fast allen Bewertungen bestätigten die Spezialisten die Korrektheit der Pflanzenschutzmaßnahmen und die Einhaltung des notwendigen Maßes. Im Jahr 2007 fiel der hohe Anteil von Positivbewertungen auf (nur eine Negativbewertung). Dies lag daran, dass die Experten nur eine geringe Anzahl Bewertungen durchführten und sich dabei auf die Fälle mit positiver Bewertung konzentrierten.

Insgesamt gesehen hielten sich die kritischen Kommentare zum notwendigen Maß in Grenzen (5 % aller Pflanzenschutzmaßnahmen), da im Weinbau die Pflanzenschutz- und Anbauberatung zum integrierten Pflanzenschutz bzw. kontrollierten integrierten Anbau seit Jahren fest etabliert ist. In den Jahren 2014 und 2015 gab es jedoch verstärkt kritische Anmerkungen zur Anwendungen der Herbizide und teilweise auch zur Anwendung der Insektizide (2014), wengleich die Behandlungsindices in diesen Pflanzenschutzmittelkategorien nur geringfügig über den Werten der Vorjahre lagen. So erschien auch der Anstieg des Insektizidbehandlungsindex im Jahr 2015 nicht in den kritischen Kommentaren, ebenso wie die den niederschlagsreichen Witterungsbedingungen geschuldeten höheren Behandlungsintensitäten der Fungizide im Jahr 2016. Im Jahr 2017 stieg die Zahl der kritischen Bewertungen der Fungizidanwendungen gegenüber dem Vorjahr leicht an. Obwohl der Fungizidbehandlungsindex wieder auf den langjährigen Mittelwert absank gaben die Experten Hinweise auf unnötige Maßnahmen, die Mittelwahl, das Resistenzmanagement, und Überdosierungen. Allerdings ist bei der Interpretation der Aussagen immer die verhältnismäßig kleine Datenbasis zu beachten.

Tab. 52: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen im Weinbau in den Vergleichsbetrieben in den Jahren 2007 bis 2017

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
2007					
Anzahl Bewertungen	19	160	16	0	195
notwendiges Maß	19	159	16	0	194
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	1	0	0	1
	0 %	0,6 %	0 %	0 %	0,5 %
2008					
Anzahl Bewertungen	29	421	23	7	480
notwendiges Maß	25	406	23	5	459

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
Abweichungen vom notwendigen Maß	4	15	0	2	21
	13,8 %	3,6 %	0 %	28,6 %	4,4 %
2009					
Anzahl Bewertungen	40	463	27	3	533
notwendiges Maß	37	457	27	3	524
Abweichungen vom notwendigen Maß	3	6	0	0	9
	7,5 %	1,3 %	0 %	0 %	1,7 %
2010					
Anzahl Bewertungen	36	482	37	0	555
notwendiges Maß	36	470	37	0	543
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	12	0	0	12
	0 %	2,5 %	0 %	0 %	2,2 %
2011					
Anzahl Bewertungen	23	464	29	0	516
notwendiges Maß	23	444	27	0	494
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	20	2	0	22
	0 %	4,3 %	6,9 %	0 %	4,3 %
2012					
Anzahl Bewertungen	41	531	34	0	606
notwendiges Maß	39	506	32	0	577
Abweichungen vom notwendigen Maß	2	25	2	0	29
	4,9 %	4,7 %	5,9 %	0 %	4,8 %
2013					
Anzahl Bewertungen	45	505	33	0	583
notwendiges Maß	45	492	33	0	570
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	13	0	0	13
	0 %	2,6 %	0 %	0 %	2,2 %
2014					
Anzahl Bewertungen	53	534	47	1	635
notwendiges Maß	38	499	41	1	579
Abweichungen vom notwendigen Maß	15	35	6	0	56
	28,3 %	6,6 %	12,8 %	0 %	8,8 %
2015					
Anzahl Bewertungen	39	481	69	2	591
notwendiges Maß	29	457	66	2	554
Abweichungen vom notwendigen Maß	10	24	3	0	37
	25,6 %	5,0 %	4,3 %	0 %	6,3 %
2016					
Anzahl Bewertungen	47	617	37	1	702
notwendiges Maß	43	565	37	1	646
Abweichungen vom notwendigen Maß	4	52	0	0	56
	8,5 %	8,4 %	0 %	0 %	8,0 %
2017					
Anzahl Bewertungen	41	498	28	2	569
notwendiges Maß	37	433	28	2	500
Abweichungen vom notwendigen Maß	4	65	0	0	69

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Wachstumsregler	Gesamt
notwendigen Maß	9,8 %	13,1 %	0 %	0 %	12,1 %

Die Notwendigkeit der Fungizidanwendungen wurde von den Pflanzenschutzdiensten zum Teil sehr genau erläutert. Die Maßnahmen richteten sich im Wesentlichen gegen den Echten und Falschen Mehltau mit jeweils der Hälfte der Fungizidmaßnahmen. Für die Bekämpfung des Echten Mehltaus der Rebe (*Erysiphe necator*) fanden 230 Anwendungen im Mittel der Jahre 2007 bis 2017 statt. Die Anwendungen reichten von 167 (2007) bis maximal 297 (2016) Anwendungen. Die Reben-Peronospora (*Plasmopara viticola*) wurde im Mittel der Jahre 214-mal als Indikation benannt mit 144 Nennungen im Jahr 2007 und 306 Nennungen im Jahr 2010. Weitere wichtige Indikationen waren die Graufäule (*Botrytis cinera*) und Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii*).

6.5 Hopfenbau

6.5.1 Datengrundlage

In den ersten 4 Jahren des Netzes Vergleichsbetriebe standen lediglich zwei (2007) bzw. drei (2008 bis 2010) Betriebe mit insgesamt 6, 17, 14 bzw. 10 Anlagen als Datenbasis für die Analyse der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen zur Verfügung (Tab. 53). Im Jahr 2011 konnten erstmalig auch Betriebe aus dem Anbaugebiet 5 (Hallertau) ausgewertet werden. Damit war auch dieses bayerische Anbaugebiet seit dem Jahr 2011 mit 9 von insgesamt 18 Anlagen repräsentativ vertreten.

Tab. 53: Anzahl der Anlagen (und Pflanzenschutzmittelanwendungen) im Netz Vergleichsbetriebe im Hopfenbau in Deutschland (DE) und in den Anbaugebieten¹ in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide)

Anbaugebiete	DE	2	3	4	5
2007	6 (78)	3 (34)	3 (44)	-	-
2008	17 (210)	3 (33)	3 (36)	11 (141)	-
2009	14 (167)	3 (26)	3 (36)	8 (105)	-
2010	10 (114)	3 (34)	3 (45)	4 (35)	-
2011	18 (272)	3 (36)	3 (35)	3 (38)	9 (163)
2012	18 (226)	3 (29)	3 (32)	3 (47)	9 (118)
2013	18 (203)	3 (29)	3 (28)	3 (26)	9 (120)
2014	18 (234)	3 (28)	3 (26)	3 (31)	9 (149)
2015	18 (182)	3 (29)	3 (28)	3 (33)	9 (92)
2016	18 (250)	3 (30)	3 (36)	3 (33)	9 (151)
2017	18 (240)	3 (31)	3 (42)	3 (33)	9 (134)
2007-2017	173 (2176)	33 (339)	33 (388)	44 (522)	63 (927)

¹ vgl. Tab. 5

6.5.2 Behandlungsindices

Der Hopfen, als Dauerkultur, zählte neben Tafelapfel und Wein zu den pflanzenschutzintensiven Kulturen im Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz in den Jahren 2007 bis 2017. Die Behandlungsindices in der Tab. 54 zeigen jahresspezifische witterungsabhängige Unterschiede, ein Trend war allerdings nicht zu erkennen. Im Vergleich zu den vorherigen Jahresberichten treten Abweichungen der Gesamtbehandlungsindices und der Herbizid-Behandlungsindices auf. Diese sind auf Änderungen in der Berechnungsgrundlage für die Herbizide, die ausschließlich für eine Reihenbehandlung zugelassen sind, zurückzuführen (siehe Kapitel 6.3.2).

Tab. 54: Gesamt-Behandlungsindices (alle Pflanzenschutzmittelkategorien, ohne Rodentizide) im Hopfenbau in den Vergleichsbetrieben in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
12,7	8,7	10,1	9,9	13,6	10,4	8,9	10,4	8,2	11	10,9

Im Mittelpunkt stand die Anwendung von Fungiziden sowie Insektiziden, einschließlich Akariziden (Tab. 55). Herbizide wurden in den Anlagen ein- bis zweimal als Bandbehandlung, auf ca. 1/3 der Gesamtfläche, angewendet.

Tab. 55: Behandlungsindices in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Rodentizide), Mittelwerte (und Standardabweichungen)

	Herbizide		Fungizide		Insektizide ¹		Gesamt	
2007	0,2	(0,1)	8	(1,2)	5	(0,5)	13	(0,9)
2008	0,1	(0,1)	6	(1,5)	3	(1,0)	9	(2,4)
2009	0,9	(0,6)	6	(0,9)	4	(0,6)	10	(1,2)
2010	0,9	(0,6)	6	(2,7)	3	(0,7)	10	(3,1)
2011	1,4	(0,9)	9	(3,1)	3	(0,7)	14	(3,0)
2012	1,4	(1,1)	7	(1,0)	2	(0,5)	10	(1,9)
2013	1,0	(0,7)	6	(1,6)	2	(0,5)	9	(1,5)
2014	0,8	(0,4)	7	(2,2)	3	(0,4)	10	(2,5)
2015	0,5	(0,4)	5	(1,1)	3	(0,6)	8	(1,2)
2016	0,6	(0,4)	8	(1,8)	3	(0,8)	11	(2,3)
2017	0,8	(0,5)	7,3	(1,5)	2,8	(0,6)	10,9	(2,1)
2007-2017	0,8	(0,7)	6,6	(2,1)	2,9	(0,8)	10,3	(2,6)

¹ einschließlich Akarizide

6.5.3 Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen

Die Herbizide wurden in den Hopfenanlagen als Teilflächenbehandlung in der Regel mit der vollen Aufwandmenge auf der Applikationsfläche verwendet, jedoch war dies leider aus den Schlagkarteien in den ersten Jahren nicht ablesbar, sodass sich die Werte bis 2009 in Tab. 56 auf die Gesamtfläche der Anlagen beziehen. Ab dem Jahr 2010 wurden die Herbizidanwendungen, mehrheitlich Anwendungen zum Hopfenputzen, als Teilflächenbehandlung, d. h. mit der entsprechenden realen Aufwandmenge auf der Applikationsfläche ausgewertet. Die anderen Pflanzenschutzmittel wurden in den Hopfenanlagen zumeist mit den zugelassenen bzw. leicht reduzierten Aufwandmengen appliziert. Bei den Insektiziden wurden in einigen Jahren wiederholt leichte Überdosierungen festgestellt (Tab. 56), welche von den Experten mit Wirkungsverlusten der Mittel begründet wurden. Die Aufwandmengen der Akarizide wurden in den letzten beiden Jahren um ca. 25 % reduziert.

Tab. 56: Ausschöpfung der zugelassenen Aufwandmengen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in Deutschland in den Jahren 2007 bis 2017

Kategorie	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
Herbizide	36 % ¹	36 % ¹	47 % ¹	80 %	95 %	94 %	86 %	86 %	84 %	59 %	59 %	75 %
Fungizide	98 %	70 %	87 %	88 %	85 %	78 %	71 %	75 %	78 %	78 %	85 %	80 %
Insektizide	117 %	98 %	101 %	102 %	105 %	100 %	100 %	102 %	100 %	100 %	100 %	102 %
Akarizide	83 %	95 %	100 %	92 %	99 %	91 %	101 %	100 %	93 %	77 %	73 %	91 %

¹ Angaben bezogen auf gesamte Anlagenfläche

6.5.4 Zusammenfassende Bewertung der Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen

Nahezu alle chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen wurden von den beteiligten Experten der Pflanzenschutzdienste der Länder bewertet. Die Zahlen in Tab. 57 dokumentieren die Ergebnisse der Bewertungen.

Die Experten stuften alle bewerteten Pflanzenschutzmittelanwendungen im Mittel der Jahre 2007 bis 2017 mit 93,3 % als überwiegend maßvoll ein. Wobei in den letzten Jahren die kritischen

Kommentare ausschließlich Fungizide und Insektizide betrafen. Auffällig war, dass sich die kritischen Hinweise im Hinblick auf die Einhaltung des notwendigen Maßes auf einzelne Jahre konzentrierten: 2010, 2012 und 2015 mit ca. 10 – 20 % bei den Fungizidanwendungen und ca. 11 – 30 % in den Jahren 2010 bis 2012 sowie 2014 bis 2016 bei den Insektiziden.

Die gezielten Maßnahmen (2007 bis 2017) richteten sich im Wesentlichen gegen den Falschen Mehltau des Hopfens (*Pseudoperonospora humuli*) mit ca. 72 % der Anwendungen und den Echten Mehltau des Hopfens (*Spaerotheca humuli*), der im Mittel der Jahre mit ca. 28 % der Maßnahmen, bekämpft wurde. Die Kontrolle der tierischen Hauptschaderreger umfasste Anwendungen gegen die Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli*) mit ca. 30 % der Maßnahmen und ca. 40 % der Maßnahmen gegen die Gemeine Spinnmilbe (*Tetranychus urticae*) im Mittel der Jahre 2007 bis 2017. Das Jahr 2017 war aufgrund der trocken-heißen Witterung durch ein verhältnismäßig geringes Auftreten pilzlicher Schaderreger aber gleichzeitig durch vermehrten Befall mit der gemeinen Spinnmilbe gekennzeichnet.

Tab. 57: Bewertung der chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen in den Vergleichsbetrieben im Hopfenbau in den Jahren 2007 bis 2017

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

Bewertung	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Gesamt
2013				
Anzahl Bewertungen	21	139	43	203
notwendiges Maß	21	133	43	197
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	6	0	6
	0 %	4,3 %	0 %	3,0 %
2014				
Anzahl Bewertungen	16	172	46	234
notwendiges Maß	16	161	36	213
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	11	10	21
	0 %	6,4 %	21,7 %	9,0 %
2015				
Anzahl Bewertungen	11	118	53	182
notwendiges Maß	11	107	47	165
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	11	6	17
	0 %	9,3 %	11,3 %	9,3 %
2016				
Anzahl Bewertungen	19	178	53	250
notwendiges Maß	19	168	47	234
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	10	6	16
	0 %	5,6 %	11,3 %	6,4 %
2017				
Anzahl Bewertungen	25	159	56	240
notwendiges Maß	25	149	56	230
Abweichungen vom notwendigen Maß	0	10	0	10
	0 %	6,3 %	0 %	4,2 %

7 Berechnung des Umweltrisikos der Pflanzenschutzmittelanwendungen in den Vergleichsbetrieben mittels SYNOPS

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

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

7.1 Methode

7.1.1 Datenbasis

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

Aus ATKIS können die Lage und Nachbarschaften landwirtschaftlich genutzter Flächen zu Nichtzielflächen und anderen relevanten Strukturelementen in der Agrarlandschaft (Gewässer, Wege, Gehölze etc.) ermittelt werden. Zusätzliche GIS-Prozeduren ermöglichen es, die digitale Bodenkarte BÜK1000N (BGR, 1996) für die Beschreibung der Bodenparameter sowie das digitale Geländemodell DGM-10 (BKG, 2016) für die Beschreibung des Reliefs der Landschaft mit den ATKIS-Daten zu verknüpfen. Im Ergebnis werden feldbezogene Bodenparameter und die Hangneigungen der einzelnen Flächen abgeleitet, wobei die Hangneigung auf einen Maximalwert von 20 % begrenzt wurde. Die angebauten Ackerkulturen werden entsprechend der Anbau-Statistiken auf Ebene der Landkreise (DeSTATIS, 2017) zufällig auf die einzelnen Flächenstücke verteilt. Die Information über die Lage der Raumkulturen (Obst, Wein) ist in ATKIS enthalten. Der verwendete Klimadatensatz, bestehend aus den Daten von ca. 280 Klimastationen und 2800 Niederschlagsstationen des Deutschen Wetterdienstes, wird ebenfalls über GIS-Prozeduren regionalisiert. Mit der beschriebenen

Datengrundlage kann SYNOPSIS für alle ca. 1,5 Millionen landwirtschaftlich genutzten Flächenstücke in Deutschland das akute und chronische Risiko analysieren.

7.1.2 Methode der GIS-basierten Risikoabschätzung

Die Risikoanalysen werden basierend auf den Angaben der Vergleichsbetriebe durchgeführt. Dabei werden die erhobenen Applikationsmuster den Modellflächen über eine Zufallsverteilung innerhalb der entsprechenden CEPI-Region zugeordnet, für die schlagspezifische Feld- und Umweltparameter zur Verfügung stehen (vgl. 7.1.1). SYNOPSIS-GIS berechnet damit flächenspezifische Risikowerte für die Pflanzenschutzmittelapplikationen in den drei Hauptkulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps. Die Information bezüglich der Wirkstoffgehalte und Anwendungsaufgaben der angewandten Pflanzenschutzmittel wurden der Pflanzenschutzmitteldatenbank des BVL entnommen (BVL, 2016).

Die Methoden zur Berechnung des Umweltrisikos mit SYNOPSIS wurden in Strassemeyer et al. (2017) und Dachbrodt-Saaydeh et al. (2018) ausführlich dargestellt. Hier werden die wesentlichen Berechnungsmethoden zusammengefasst.

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

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

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

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

Gleichung 1:

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

Gleichung 2:

$$PECT_{WA.P90} = \underset{1 \leq t \leq 365}{P90} PECT_{WA}(t) \text{ wobei } PECT_{WA}(t) = \frac{\int_{t-7}^t PEC(t)}{7}$$

Zur Beschreibung der akuten und chronischen Toxizität werden LC_{50} bzw. EC_{50} und *NOEC* der einzelnen Wirkstoffe verwendet. Für die verschiedenen Referenzorganismen (*RO*) werden aus den Expositions- und Toxizitätswerten ein akutes Risiko ($ETRA_{(RO,W)}$, Gleichung 3) und ein chronisches

Risiko ($ETRC_{(RO,W)}$, Gleichung 4) berechnet. Akute Risikoindices werden mit einem Sicherheitsfaktor von 10 multipliziert. Dadurch ist eine vergleichbare Kategorisierung der akuten und chronischen Risikos möglich (vgl. Tab. 58).

Gleichung 3:

$$ETR_{A(RO,W)} = \frac{PEC_{P90}}{L/EC50_{(RO,W)}} * 10$$

Gleichung 4:

$$ETRC_{(RO,W)} = \frac{PECTWA_{P90}}{NOEC_{(RO,W)}}$$

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

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

Gleichung 5:

$$ETR_{A(RO)} = P90 \sum_{1 \leq i \leq n} \frac{PEC(t, W_i)}{L/EC50_{(RO, W_i)}}$$

Gleichung 6:

$$ETRC_{(RO)} = P90 \sum_{1 \leq i \leq n} \frac{PECTWA(t, W_i)}{NOEC_{(RO, W_i)}}$$

Wobei n die Anzahl der auf derselben Fläche angewendeten Wirkstoffe repräsentiert.

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

Gleichung 7:

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

Gleichung 8:

$$ETR_{C(aqu)} = \max(ETR_{C(da)}, ETR_{C(fi)}, ETR_{C(ch)})$$

Im Vergleich zu der Risikoanalyse der Erhebung 2007-2016 wurde die Berechnung des chronisch aquatischen Risikos dahingehend geändert, dass hierfür die chronischen Toxizitätswerte für Algen und Lemna ($NOEC_{al}$ und $NOEC_{le}$) nicht berücksichtigt wurden. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass in der PPDB nur wenige Werte vorliegen, da diese in der Zulassung nur selten erhoben werden.

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

Gleichung 9:

$$ETR_{A(aqu)} = \max(ETR_{A(re)}, ETR_{A(co)}) \text{ Gleichung 2}$$

Gleichung 10:

$$ETR_{C(aqu)} = \max(ETR_{C(re)}, ETR_{C(co)}) \text{ Gleichung 3}$$

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

Gleichung 11:

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

Alle Berechnungen wurden mit SYNOPSIS-GIS für die Anbaujahre 2007 bis 2017 mit der Annahme durchgeführt, dass die Abstandsauflagen zu Gewässern und terrestrischen Kleinstrukturen wie auch die Run-Off-Auflagen eingehalten wurden.

Die berechneten ETR-Werte (Exposure-Toxicity-Ratio) für Organismen in Oberflächengewässern, Nichtzielarthropoden (NTA) im Saum und für Bodenorganismen werden entsprechend Tab. 58 in vier Risikoklassen eingeteilt.

Tab. 58: Risikoklassen der mit SYNOPSIS berechneten ETR-Werte

Risikoklassen	Wertebereiche	Farbliche Darstellung
sehr niedriges Risiko	$ETR < 0,1$	
niedriges Risiko	$0,1 < ETR < 1$	
mittleres Risiko	$1 < ETR < 10$	
hohes Risiko	$ETR > 10$	

7.1.3 Aggregation der Risikowerte je Applikationsmuster

Entsprechend der flächenspezifischen Umweltbedingungen berechnet SYNOPSIS-GIS eine Bandbreite an Risikopotentialen für jedes Applikationsmuster. Diese werden in einer räumlichen Datenbank gespeichert und aggregiert, indem für jede Anwendungsstrategie, die zuvor zufällig innerhalb des entsprechenden Clusters verteilt wurde, das 90. Perzentil ermittelt wird. Diesem 90. Perzentil-Wert liegt eine bestimmte Kombination an Umweltbedingungen und Bodeneigenschaften zugrunde, die

als realistisches worst-case-Szenario betrachtet werden kann. Jedes einzelne Applikationsmuster hat demnach sein spezifisches realistisches worst-case-Szenario. Basierend auf dieser Auswertung sind ein Ranking und eine Bewertung einzelner Applikationsmuster möglich. Muster mit hohen Risikopotentialen können im Hinblick auf eine mögliche Risikominderung analysiert werden.

7.1.4 Räumliche Aggregation der Risikowerte

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

7.2 Ergebnisse

7.2.1 Risikoindices für Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

Für die räumliche Aggregation der Risikowerte auf Deutschland-Ebene und für die Analyse der Risikotrends wurden die 90. Perzentile für die Jahre 2007 bis 2017 aus allen deutschlandweit berechneten Risikoindices ermittelt. Diese Werte sind in Tab. 59 zusammengefasst. Im Vergleich zur Risikoanalyse des letzten Berichts (Dachbrodt-Saaydeh et al., 2018) wurden für das chronische aquatische Risiko nicht mehr die Referenzorganismen Algen und Lemna betrachtet. Die beiden Referenzorganismen werden jetzt nur noch beim akuten aquatischen Risiko berücksichtigt. Aus diesem Grund wird in diesem Bericht zusätzlich das akute Risiko dargestellt, um den Effekt der Herbizide auf diese Referenzorganismen zu erfassen. Auf die Darstellung der Risikoindices für Bodenorganismen wird hier verzichtet, da sie ausschließlich im niedrigen bis sehr niedrigen Risikobereich lagen.

7.2.1.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen

Die akuten aquatischen Risikoindices lagen bei Winterweizen (WW) und Wintergerste (WG) im Bereich des *mittleren Risikos* und waren insgesamt höher als die chronischen aquatischen Risikoindices und die terrestrischen Risikoindices. Beim Winterraps (WR) lagen die akuten aquatischen Risikoindices überwiegend im *mittleren Risikobereich* und in den Jahren 2008, 2011 und 2014 im *hohen Risikobereich* und waren ebenfalls deutlich höher als die chronischen aquatischen Risikoindices, allerdings lagen sie in der gleichen Risikoklasse wie die Indices der NTA (Abb. 15 und Tab. 58). Dabei zeigte Winterraps über die Jahre die größte Variabilität der 90. Perzentile des aquatischen Risikos mit ETR von 5,53 bis 11,96. Die aquatischen Risikoindices von Winterweizen (ETR: 2,907 bis 4,931) waren im Vergleich zur Wintergerste (ETR: 5,18 bis 9,30) und Winterraps etwas niedriger. Insgesamt konnte keine einheitliche zeitliche Entwicklung der akuten aquatischen Risikowerte über die Erhebungsjahre beobachtet werden.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Fungizid-Applikationen in allen drei Kulturen nur geringe Auswirkungen auf das akute aquatische Risiko hatten. Die Risikoindices lagen in allen Jahren unter dem Wert von $ETR < 0,1$ und waren damit der Risikokategorie *sehr niedrig* zuzuordnen. Die akuten aquatischen Risikoindices der Insektizidanwendungen lagen bei Winterweizen und Wintergerste ebenfalls in der *sehr niedrigen* Risikokategorie und im Winterraps in der *niedrigen Risikokategorie*. In allen drei Kulturen hatten die Insektizidanwendungen nur einen geringen Anteil am akuten aquatischen Risiko. Die Herbizidanwendungen hatten dagegen in allen drei Kulturen den dominierenden Anteil am akuten Risiko. Die Risikoindices der Herbizidanwendungen lagen durchweg in der *mittleren Risikokategorie*.

7.2.1.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Die chronischen aquatischen Risikoindices lagen insgesamt im *sehr niedrigen* (Winterweizen) und *niedrigen* (Wintergerste und Winterraps) Risikobereich (Abb. 16 und Tab. 58). Dies unterscheidet sich wesentlich von der Risikoanalyse in Dachbrodt-Saaydeh et al. (2018), da in der vorliegenden Analyse Algen und höhere Wasserpflanzen für das chronische Risiko nicht mehr berücksichtigt wurden. D. h. die Herbizidanwendungen haben für diesen Risikoindex einen geringeren Einfluss als in der Risikoanalyse in Dachbrodt-Saaydeh et al. (2018). Wie beim akuten aquatischen Risiko zeigte Winterraps über die Jahre die größte Variabilität mit ETR von 0,243 bis 0,534. Diese Werte entsprechen der Kategorie *niedriges Risiko* und lagen etwas über den Indices für Wintergerste (ETR: 0,059 bis 0,382). Die Risikowerte beim Winterweizen lagen dagegen im Bereich der Kategorie *sehr niedriges Risiko* von 0,033 bis 0,082.

Wie beim akuten aquatischen Risiko hatten die Fungizid-Applikationen in allen drei Kulturen nur geringe Auswirkungen auf das chronische aquatische Risiko. Die Risikoindices lagen in allen Jahren unter dem Wert von $ETR < 0,1$ und waren damit der Risikokategorie *sehr niedrig* zuzuordnen. Auch die Risikoindices der Insektizidanwendungen lagen für Winterweizen und Wintergerste mit $ETR < 0,1$ überwiegend im *sehr niedrigen Risikobereich*. Nur in den Jahren 2007, 2008 und 2016 wurden in der Wintergerste Risikoindices in der *niedrigen Risikokategorie* ermittelt. Die Risikoindices der Insektizidanwendungen lagen beim Winterraps etwas höher in der *niedrigen Risikokategorie*. Die Herbizidanwendungen konnten in allen drei Kulturen ebenfalls im *sehr niedrigen Risikobereich* eingeordnet werden. Nur in den Jahren 2008, 2011, 2013, 2014 und 2015 wurden im Winterraps chronische aquatische Risikoindices im unteren Bereich der *niedrigen Risikokategorie* ermittelt ($ETR < 0,168$).

Tab. 59: 90. Perzentile des akuten aquatischen Risikos, des chronischen aquatischen Risikos und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA akut) basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten (WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, WR: Winterraps): mittleres Risiko - gelb, niedriges Risiko - hellgrün, sehr niedriges Risiko - dunkelgrün

KULTUR	Anzahl	akut aquatisch				chronisch aquatisch				NTA akut				
		Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	
WW	355065	179	3,47	3,418	0,044	0,004	0,07	0,013	0,004	0,042	0,12	0,002	0,011	0,114
WW	355065	204	4,32	4,302	0,035	0,003	0,05	0,012	0,003	0,025	0,13	0,001	0,014	0,117
WW	355065	226	4,18	4,164	0,036	0	0,04	0,017	0,003	0,011	0,11	0,004	0,013	0,096
WW	414419	246	4,51	4,493	0,036	0	0,03	0,018	0,003	0,009	0,15	0,004	0,018	0,128
WW	414419	244	2,91	2,883	0,028	0,001	0,04	0,008	0,005	0,022	0,18	0	0,02	0,163
WW	414419	230	3,58	3,557	0,031	0,001	0,04	0,011	0,007	0,019	0,18	0,002	0,027	0,161
WW	414419	257	3,34	3,317	0,046	0	0,04	0,014	0,01	0,013	0,12	0,003	0,032	0,1
WW	414419	261	2,99	2,949	0,053	0	0,04	0,008	0,012	0,018	0,13	0,003	0,036	0,099
WW	414419	248	3,79	3,779	0,039	0	0,04	0,012	0,008	0,011	5,57	0,005	0,035	4,24
WW	414419	241	4,93	4,911	0,049	0,004	0,08	0,019	0,012	0,037	0,23	0,005	0,035	0,184
WW	414419	251	3,97	3,954	0,058	0	0,04	0,011	0,01	0,014	0,13	0,003	0,031	0,102
WG	199422	110	5,12	5,106	0,012	0,031	0,38	0,053	0,004	0,32	0,09	0,007	0,012	0,089
WG	199422	154	8,64	8,636	0,008	0,018	0,22	0,047	0,003	0,134	0,09	0,006	0,012	0,088
WG	199422	177	6,02	6,012	0,007	0,002	0,13	0,041	0,003	0,043	0,09	0,007	0,012	0,08
WG	250355	198	9,3	9,298	0,007	0,002	0,16	0,041	0,003	0,039	0,07	0,006	0,015	0,067
WG	250355	186	7,02	7,009	0,006	0,001	0,06	0,031	0,004	0,006	0,05	0,006	0,012	0,05
WG	250355	167	6,07	6,051	0,008	0,009	0,16	0,031	0,005	0,09	0,1	0,006	0,023	0,088
WG	250355	178	8,09	8,066	0,017	0,006	0,16	0,046	0,007	0,045	0,08	0,006	0,028	0,069
WG	250355	199	5,11	5,107	0,012	0,001	0,06	0,02	0,006	0,014	0,07	0,005	0,023	0,062
WG	250355	199	5,65	5,62	0,005	0,01	0,12	0,02	0,004	0,073	3,08	0,006	0,025	3,081
WG	250355	189	8,4	8,391	0,012	0,023	0,24	0,037	0,005	0,168	0,17	0,007	0,023	0,164
WG	250355	190	7,08	7,061	0,018	0,008	0,15	0,028	0,006	0,096	0,14	0,007	0,028	0,13
WR	163148	137	5,93	5,924	0,019	0,232	0,36	0,088	0,031	0,204	7,5	0,145	0,02	7,481

KULTUR	Anzahl	akut aquatisch				chronisch aquatisch				NTA akut				
		Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	
WR	163148	143	10,9	10,88	0,023	0,232	0,45	0,142	0,034	0,202	8,37	0,22	0,021	8,344
WR	163148	154	6,62	6,615	0,038	0,204	0,42	0,073	0,038	0,283	6,8	0,196	0,686	6,785
WR	148892	168	6,64	6,632	0,047	0,233	0,53	0,092	0,043	0,353	6,25	0,167	0,017	6,233
WR	148892	166	12	11,96	0,044	0,232	0,36	0,168	0,039	0,113	6,99	0,266	0,012	6,966
WR	148892	175	5,53	5,499	0,035	0,232	0,24	0,063	0,033	0,114	7,72	0,142	0,014	7,698
WR	148892	177	7,62	7,6	0,065	0,235	0,29	0,105	0,057	0,114	6,36	0,162	0,013	6,351
WR	148892	192	10,7	10,64	0,042	0,233	0,26	0,148	0,034	0,09	7,85	0,169	0,013	7,814
WR	148892	164	7,31	7,292	0,035	0,232	0,38	0,107	0,039	0,197	10,2	0,161	0,015	10,19
WR	148892	176	6,61	6,559	0,042	0,036	0,35	0,096	0,04	0,143	7,36	0,219	0,012	7,32
WR	148891	177	5,98	5,96	0,044	0,082	0,35	0,087	0,04	0,156	5,93	0,128	0,014	5,903

Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die akuten Risikoindices für die Nichtzielarthropoden (Abb. 17 und Tab. 58) lagen für Winterweizen überwiegend im *niedrigen Risikobereich* (ETR: 0,124-0,229, Ausnahme in 2015: ETR=5,566), für Wintergerste im *sehr niedrigen Risikobereich* (ETR: 0,074-0,094, Ausnahmen in 2015-17: ETR=3,083-0,139) und für Winterraps im mittleren Risikobereich (ETR: 6,253-8,367, Ausnahme in 2015: ETR=10,235).

Die Fungizidanwendungen und Herbizidanwendungen hatten in allen drei Kulturen nur eine geringe Auswirkung auf die Risikoindices der Nichtzielarthropoden. Der Risikoindex für Herbizidanwendungen lag für WW und WG stets im *niedrigen Risikobereich* mit $ETR < 0,077$ und für WR im *niedrigen Risikobereich* mit $ETR < 0,226$. Auch die Risikoindices für Fungizidanwendungen lagen für die Nichtzielarthropoden in allen drei Kulturen in der *sehr niedrigen Risikokategorie* mit $ETR < 0,036$ (Ausnahme WR in 2009: $ETR=0,686$). Die Insektizidanwendungen der analysierten Applikationsmuster verursachten in allen drei Kulturen den überwiegenden Anteil am Gesamtrisiko für Nichtzielarthropoden. Dabei ist auffällig, dass im Jahr 2015 ein erheblicher Anstieg des Risikos durch Insektizidanwendungen in allen drei Kulturen zu beobachten war. Dieser Anstieg beruhte auf einer erheblichen Zunahme der Cypermethrin- und alpha-Cypermethrin-Anwendungen in den drei Kulturen (Tab. 60). Diese Anwendungen lassen sich einerseits auf die Zunahme der Bekämpfung tierischer Schaderreger im Winterraps im Herbst nach dem Wegfall der neonicotinoiden Beizen und andererseits durch die vermehrte Kontrolle von Blattläusen als Virusvektoren und Saugschädlinge in den Wintergetreiden erklären. In den darauffolgenden Jahren 2016 und 2017 nahm das Risiko für Nichtzielarthropoden bis 2017 wieder ab. Diese Risikoreduktion kann mit einer Abnahme der Anzahl der Applikationsmuster mit den beiden Wirkstoffen in allen drei Kulturen gut erklärt werden.

Tab. 60: Anzahl der erfassten Applikationsmuster mit den Wirkstoffen Cypermethrin und alpha-Cypermethrin in den Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

Jahr	Kultur	Wirkstoff	Aufwandmenge [g/ha]	Anzahl Applikationsmuster mit Cypermethrin	Wirkstoff	Aufwandmenge [g/ha]	Anzahl der Applikationsmuster mit alpha-Cypermethrin	Summe
2013	WW	Cypermethrin	25	5	alpha-Cypermethrin	12	14	19
2014	WW	Cypermethrin	25	4	alpha-Cypermethrin	12	18	22
2015	WW	Cypermethrin	25	13	alpha-Cypermethrin	12,5	28	41
2016	WW	Cypermethrin	25	9	alpha-Cypermethrin	10	15	24
2017	WW	Cypermethrin	25	10	alpha-Cypermethrin	10	2	12
2013	WG	Cypermethrin		0	alpha-Cypermethrin	10	2	2
2014	WG	Cypermethrin		0	alpha-Cypermethrin		0	0
2015	WG	Cypermethrin	25	9	alpha-Cypermethrin		0	9
2016	WG	Cypermethrin	25	10	alpha-Cypermethrin	12	14	24
2017	WG	Cypermethrin	25	9	alpha-Cypermethrin	10	11	20
2013	WR	Cypermethrin	25	1	alpha-Cypermethrin	10	56	57
2014	WR	Cypermethrin	25	4	alpha-Cypermethrin	12,5	65	69
2015	WR	Cypermethrin	25	16	alpha-Cypermethrin	11	80	96
2016	WR	Cypermethrin	25	14	alpha-Cypermethrin	10	53	67
2017	WR	Cypermethrin	25	15	alpha-Cypermethrin	10	13	28

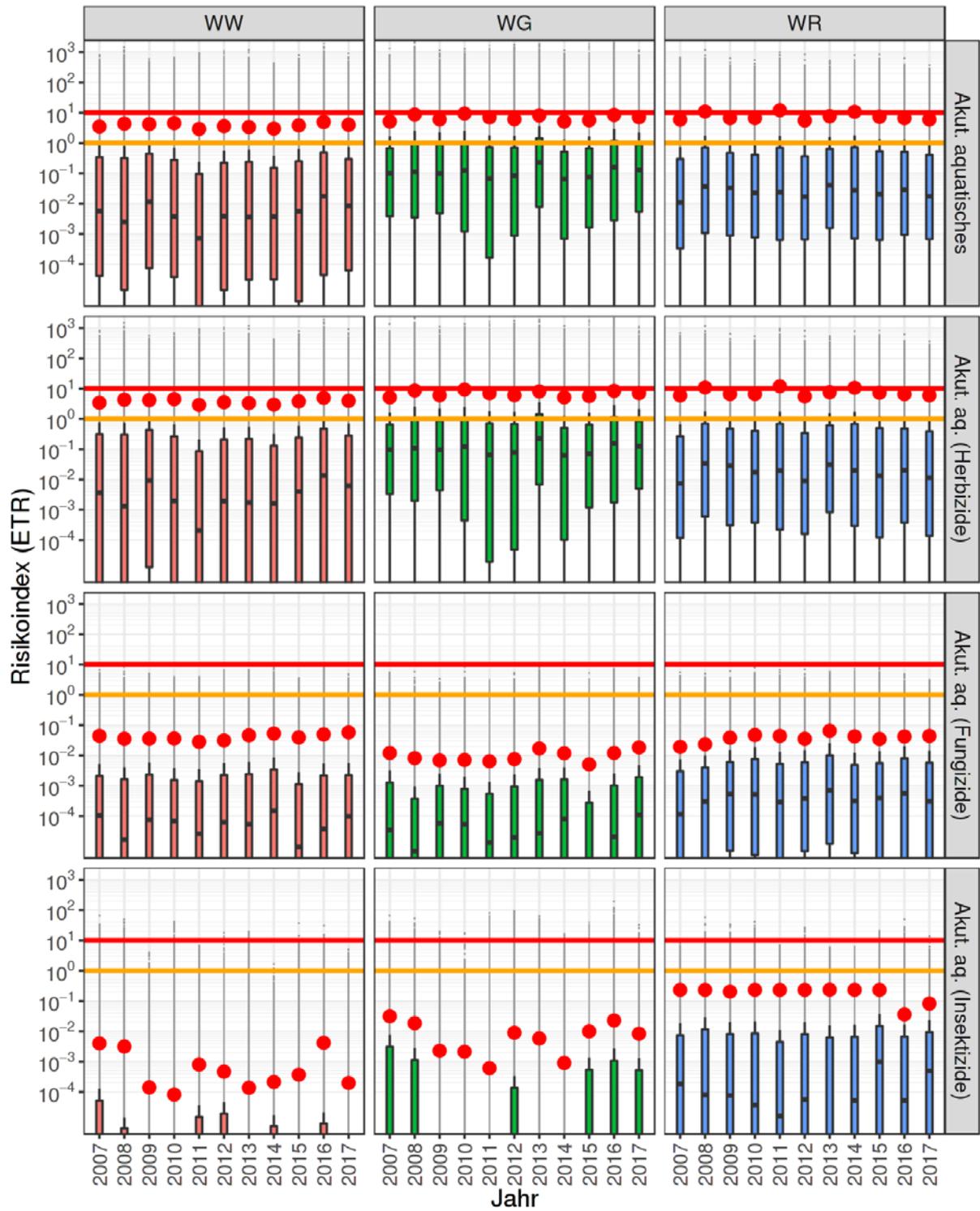


Abb. 15: Box-Plots der berechneten akuten aquatischen Risikoindizes der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

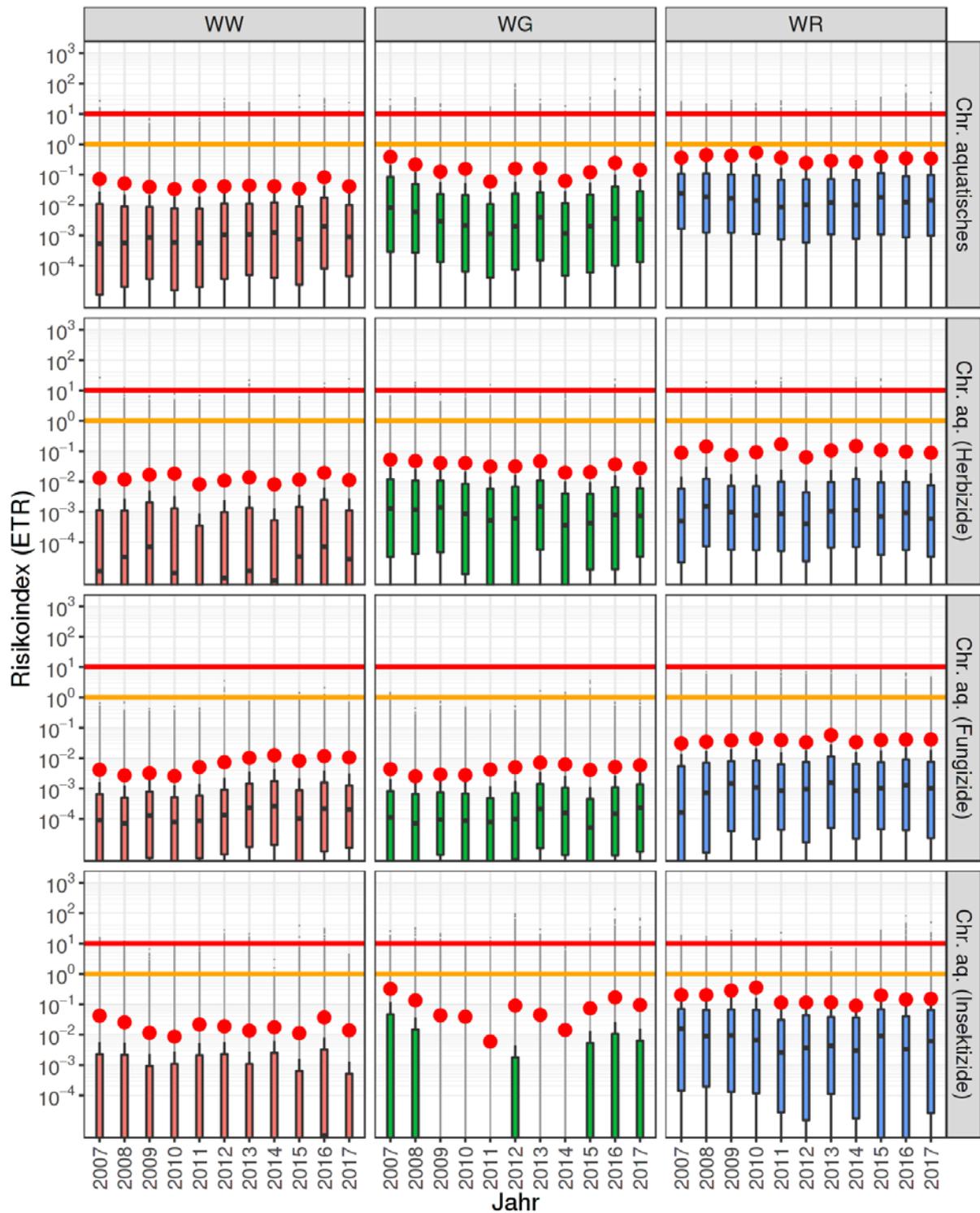


Abb. 16: Box-Plots der berechneten chronischen aquatischen Risikoindizes der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

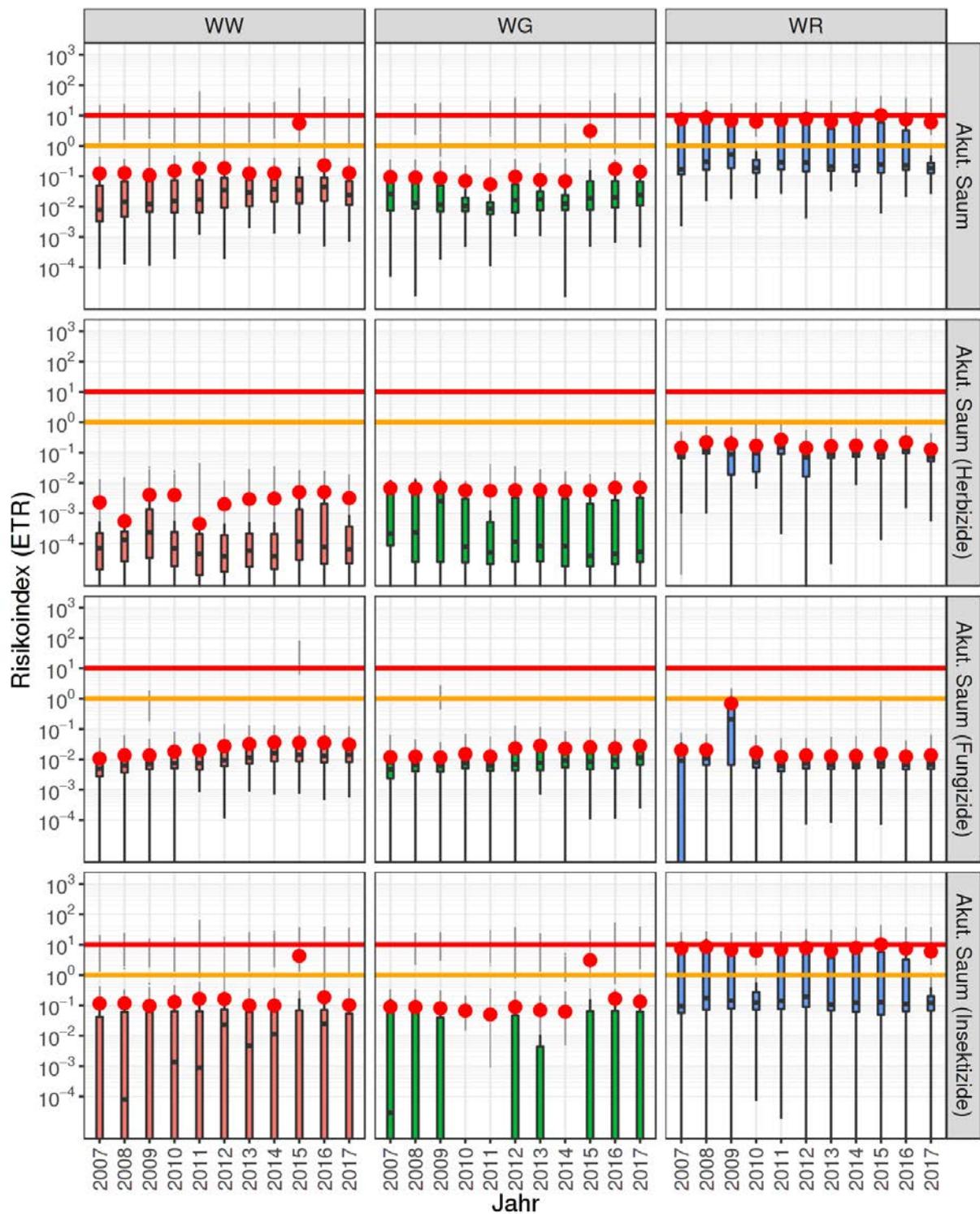


Abb. 17: Box-Plots der berechneten Risikoindices für Nichtzielarthropoden (NTA) der Kulturen Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR). Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

7.2.2 Relative Risikotrends für Winterweizen, Wintergerste und Winterraps

Um den zeitlichen Verlauf des Gesamtrisikos der drei Kulturen vergleichend wiederzugeben, werden in Abb. 18 die 90. Perzentile der Risikoindices als relativer Wert dargestellt. Jeder Jahreswert einer Kultur wird durch den Mittelwert des gesamten Erhebungszeitraums (2007 bis 2017) dividiert. Der

Referenzwert entspricht demnach dem Mittelwert des Erhebungszeitraums. Auf der Ordinate ist die relative Veränderung der Jahreswerte dargestellt.

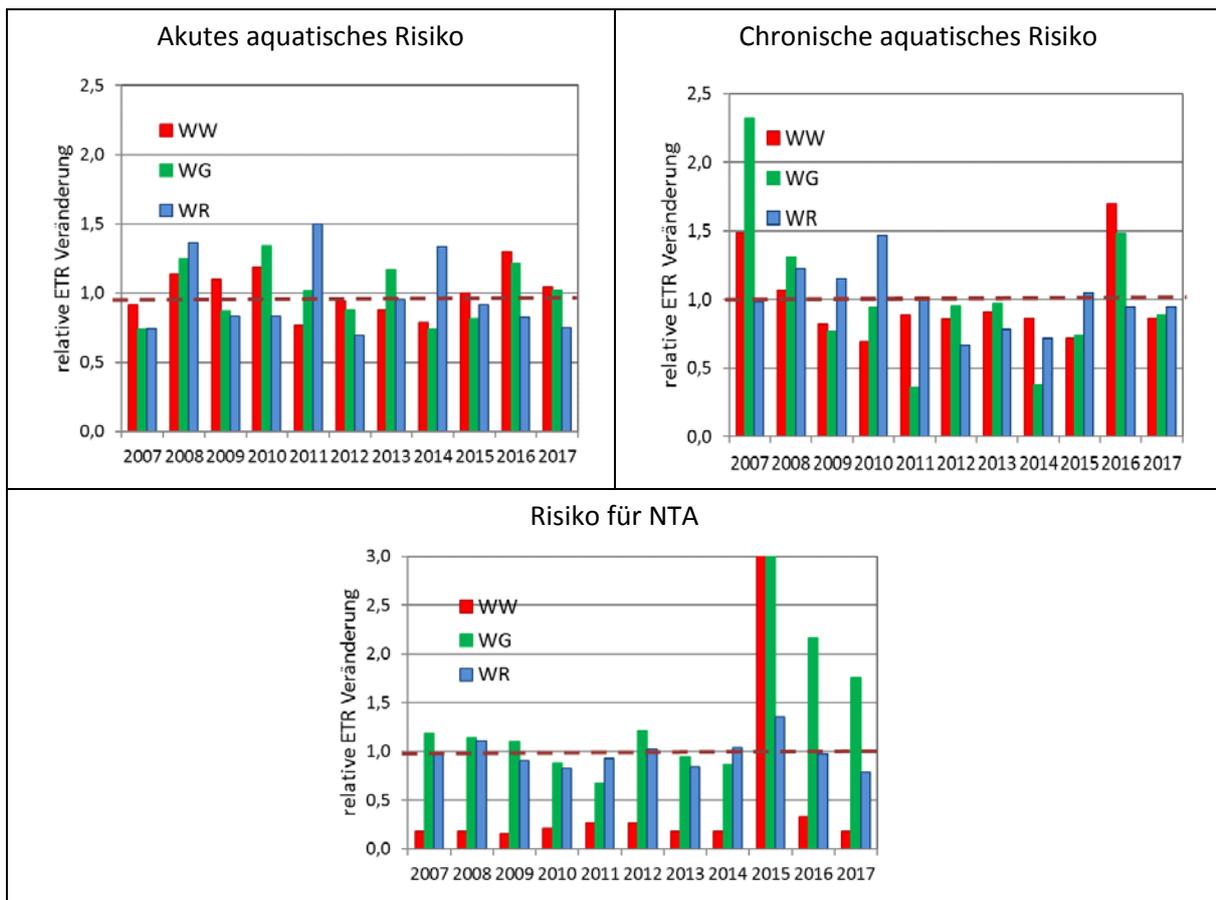


Abb. 18: Trend des Risikos basierend auf den 90. Perzentilen je Anbaukultur für aquatische Organismen chronisch (oben links), für aquatische Organismen akut (oben rechts) und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (unten) in Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (WR)

7.2.2.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen

Aus Abb. 18 ist ersichtlich, dass das akute aquatische Risiko bezogen auf den Gesamtzeitraum nur im Winterraps um 23 % abnahm. In beiden Getreidekulturen konnte keine Risikoreduktion (WW: + 5 % bzw. WG: + 3 %) von 2007 bis 2017 beobachtet werden. Insgesamt konnte jedoch kein eindeutiger Trend für das akute aquatische Risiko beobachtet werden, da die Risikowerte im Bereich von + 50 % und - 30 % über die Jahre schwanken.

7.2.2.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Auch das chronische Risiko zeigte keinen eindeutigen Trend für die drei Ackerbaukulturen. Da sich die Risikowerte des chronischen Risikos durchweg im *sehr niedrigen* (WW) und *niedrigen* (WG und WR) Risikobereich lagen, fanden die zeitlichen Veränderungen auch nur in diesen niedrigen Bereichen statt. Die Werte schwankten über die Jahre um + 50 % bis - 65 % je nach Jahr und Kultur. 2017 lag die relative Abnahme bei 13 % für den Winterweizen, bei 12 % für die Wintergerste und bei 6 % für den Winterraps.

7.2.2.3 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die Risikoindices für Nichtzielarthropoden im Saum zeigen in Abb. 18 für WR und WG einen relativ konstanten Wert mit Schwankungen um den Basiswert von + 2 % bis - 18 % bis zum Jahr 2014. Im Jahr 2015 kommt es bezogen auf den Mittelwert des Risikos der Untersuchungsjahre in allen drei Kulturen zu einem sehr starken Anstieg des Risikos für Nichtzielarthropoden um das 8-fache im Winterweizen, das 18-fache in der Wintergerste und 35 % im Winterraps. Wie oben beschrieben wird dieser Anstieg durch eine erhebliche Zunahme der Cypermethrin und alpha-Cypermethrin Anwendungen in den drei Kulturen verursacht.

Der Anstieg des akuten Risikos für Nichtzielorganismen ab 2013 kann mit der Zulassung von Cypermethrin begründet werden. Cypermethrin und alpha-Cypermethrin wurde zwar nur in wenigen Applikationsmustern angewandt, verursachten jedoch aufgrund der niedrigen LR₅₀ Werte für *Typhlodromus pyri* (0,0029 g/ha bzw. 0,0019 g/ha) stets hohe Risikoindices. Deswegen hatten die wenigen Cypermethrin-Applikationen starke Auswirkungen auf das 90. Perzentil, aber nur geringe Auswirkungen auf das 75. Perzentil und den Median.

7.2.3 Risikoindices für Tafelapfel und Wein

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Risikobewertung der Anwendungsmuster für Tafelapfel und Wein vorgestellt. Grundsätzlich sind bei der Interpretation der Ergebnisse die deutlich kleineren Anlagenzahlen, für Tafelapfel ca. 56 Anlagen und im Weinbau ca. 26 Anlagen, im Vergleich zu den Ackerbaukulturen zu beachten.

7.2.3.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen

Die akuten aquatischen Risikoindices der Applikationsmuster zeigten unterschiedliche Risikolevel und Risikotrends in den Kulturen Tafelapfel und Wein (Tab. 61 und Abb. 18). Über den Analysezeitraum von 2007 bis 2017 lagen die akuten aquatischen Risikoindices im Weinbau überwiegend im *niedrigen Risikobereich* ($0,167 < \text{ETR} < 1,470$). Ausnahmen hiervon sind die Jahre 2012 (4,675) und 2014 (12,717) und 2017 (2,107) mit ETR-Werten, die im *mittleren* und *hohen Risikobereich* lagen. Die akuten aquatischen Risikoindices im Obstbau lagen dagegen in allen Jahren im *mittleren Risikobereich*.

In Tab. 61 bzw. Abb. 19 (rechte Spalte) ist ersichtlich, dass die Fungizid-Applikationen im Apfelanbau den wesentlichen Anteil des Gesamtrisikos der Anwendungsmuster verursachten. Im Vergleich zu den Fungizidanwendungen leisteten die Herbizid- und Insektizidanwendungen nur einen geringen Beitrag zum akuten aquatischen Risiko. Die Risikoindices der Herbizid- und Insektizidanwendungen waren in allen Jahren unter dem Wert von $\text{ETR} < 0,264$ und sind damit der *niedrigen* und *sehr niedrigen* Risikokategorie zuzuordnen.

Auch im Weinbau dominierten, mit Ausnahme von 2014 und 2012 die Fungizid-Applikationen das Gesamtrisiko der Applikationsmuster. Allerdings lagen die Werte im Weinbau deutlich niedriger als im Apfelanbau im *niedrigen Risikobereich*. Die Risikoindices der Insektizidanwendungen waren in allen Jahren unter dem Wert von $\text{ETR} < 0,001$ und sind damit der *sehr niedrigen Risikokategorie* zuzuordnen. Die Risikoindices der Herbizidanwendungen lagen in allen Jahren unter dem Wert von 0,863 im *niedrigen bis sehr niedrigen Risikobereich*, mit Ausnahme der Herbizidanwendungen im Jahr 2014 ($\text{ETR}=10,381$). Dieser Anstieg beruhte auf einer erhöhten Anzahl von Flazasulfuron-Anwendungen in 2014 gegenüber den Vorjahren (+ 200 %). Auch war der Anteil der erfassten Applikationsmuster mit Flazasulfuron-Anwendungen mit 30 % deutlich höher als in 2013 (9 %) und 2015 (6 %). Flazasulfuron weist für Algen und Wasserlinse sehr niedrige EC₅₀-Werte (0,04 µg) auf und

kann somit bereits durch geringe Stoffeinträge hohe Risikowerte für Algen und Lemna verursachen.

Die erhöhten Risikoindices durch Fungizide wurden überwiegend durch die beiden Wirkstoffe Kupferoxychlorid und Schwefel verursacht, die aufgrund ihrer niedrigen NOEC-Werte für Algen (Kupferoxychlorid: $LC_{50}=0,009$ mg/l) und Fische (Schwefel: $NOEC=0,075$ mg/l) ein hohes aquatisches Risiko auslösen.

7.2.3.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Die chronischen aquatischen Risikoindices sind in den in den Kulturen Tafelapfel und Wein (Tab. 61 und Abb. 20) deutlich niedriger als die des akuten aquatischen Risikos. Über den Analysezeitraum von 2007 bis 2017 lagen die aquatischen Risikoindices im Weinbau überwiegend im *niedrigen Risikobereich* ($0,06 < ETR < 0,273$). Die aquatischen Risikoindices im Obstbau zeigten dagegen einen deutlich abnehmenden Trend über die Jahre. In den ersten vier Jahren des Analysezeitraums wurden im Apfelanbau *hohe Risikoindices* ($ETR > 10,687$), in den beiden darauffolgenden *mittlere Risikoindices* ($4,978 < ETR > 2,956$) und in den letzten Jahren *niedrige ETR* (< 1) beobachtet.

In Tab. 61 und Abb. 20 (rechte Spalte) ist ersichtlich, dass sowohl die Insektizid-Applikationen als auch die Fungizid-Applikationen im Apfelanbau zu ähnlichen Anteilen das Gesamtrisiko der Anwendungsmuster verursachten. Bis auf die ersten drei Jahre liegen die Risikoindices der Insektizidanwendungen im *niedrigen Risikobereich*. Die *hohen Risikoindices* der Jahre 2007 bis 2009 wurden unter anderem durch die Summe der Risikoindices aller Insektizidanwendungen getriggert: Dabei war Fenoxycarb 2007 (20778 Anwendungen), 2008 (17266 Anwendungen) und 2009 (17149 Anwendungen) der Wirkstoff mit den *höchsten Risikoindices*. In den folgenden Jahren wurde Fenoxycarb weniger angewandt.

Die Fungizidanwendungen lagen dagegen auf konstantem Niveau im *niedrigen Risikobereich* mit Werten von $ETR < 0,498$. Die Herbizidanwendungen leisten keinen Beitrag zum chronischen aquatischen Risiko. Die Risikoindices der Herbizidanwendungen waren in allen Jahren unter dem Wert von $ETR < 0,005$ und sind damit der *sehr niedrigen Risikokategorie* zuzuordnen.

Im Weinbau lagen die Indices des chronisch aquatischen Risikos durchweg im *niedrigen Risikobereich* ($ETR < 0,273$). Die Herbizid-, Insektizid- und Fungizidanwendungen lagen einzeln betrachtet sogar durchweg im *sehr niedrigen Risikobereich*.

Tab. 61: 90. Perzentile des akuten und chronischen aquatischen Risikos und des akuten Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA akut) basierend auf den deutschlandweit berechneten Einzelwerten: hohes Risiko – rot, mittleres Risiko - gelb, niedriges Risiko - hellgrün, sehr niedriges Risiko - dunkelgrün

JAHR	KULTUR	Anzahl	akut aquatisch				chronisch aquatisch				NTA akut				
			Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	Alle PSM	Herbizide	Fungizide	Insektizide	
2007	Apfel	14016	37	5,245	0,046	4,713	0,264	10,68	0,003	0,498	9,875	0,967	0,002	0,478	0,749
2008	Apfel	14016	53	2,02	0,006	2,016	0,187	4,978	0,001	0,209	4,19	0,997	0,002	0,538	0,676
2009	Apfel	14016	56	3,968	0,011	3,86	0,177	2,956	0	0,388	2,438	1,036	0	0,521	0,953
2010	Apfel	14016	59	5,125	0,069	5,043	0,206	0,85	0,003	0,346	0,189	1,265	0,01	0,635	1,189
2011	Apfel	14016	57	5,926	0,054	5,257	0,207	0,755	0,002	0,517	0,282	0,65	0,01	0,501	0,315
2012	Apfel	14016	60	6,396	0,179	5,304	0,22	1,062	0,004	0,482	0,309	0,893	0,009	0,634	0,304
2013	Apfel	14016	60	4,045	0,046	3,379	0,233	0,835	0,003	0,336	0,254	1,224	0,01	0,683	0,975
2014	Apfel	14016	59	3,883	0,032	3,622	0,211	0,98	0,001	0,366	0,329	0,645	0,009	0,38	0,373
2015	Apfel	14016	68	5,819	0,036	5,513	0,22	0,713	0,004	0,467	0,322	0,812	0,011	0,417	0,367
2016	Apfel	14016	60	2,053	0,117	1,324	0,156	0,466	0,002	0,238	0,155	0,575	0,01	0,384	0,276
2017	Apfel	14016	60	3,741	0,057	3,44	0,246	0,489	0,002	0,344	0,144	0,501	0,009	0,334	0,338
2007	Wein	54471	23	0,723	0,002	0,283	0	0,273	0,002	0,132	0	0,163	0,001	0,124	0,11
2008	Wein	54471	23	0,124	0	0,124	0	0,096	0	0,045	0	0,143	0	0,093	0,098
2009	Wein	54471	27	0,676	0,002	0,225	0	0,155	0,001	0,084	0	0,162	0	0,113	0,108
2010	Wein	54471	24	0,76	0,001	0,207	0	0,08	0,001	0,042	0	0,149	0	0,101	0,098
2011	Wein	54471	27	0,732	0,008	0,117	0	0,126	0	0,051	0	0,157	0,001	0,101	0,111
2012	Wein	54471	27	4,675	0,863	0,28	0	0,118	0,001	0,062	0	0,172	0,001	0,125	0,095
2013	Wein	54471	27	0,95	0,003	0,249	0	0,127	0,001	0,07	0	0,169	0,001	0,121	0,101
2014	Wein	54471	27	12,72	10,38	0,268	0	0,14	0,001	0,086	0	0,29	0	0,149	0,219
2015	Wein	54471	26	0,969	0,08	0,069	0	0,06	0	0,04	0	0,181	0	0,164	0,074
2016	Wein	54471	26	0,142	0	0,141	0	0,155	0,001	0,083	0	0,189	0,001	0,141	0,001
2017	Wein	54471	26	2,107	0,349	0,201	0	0,125	0	0,063	0	0,179	0,001	0,179	0,001

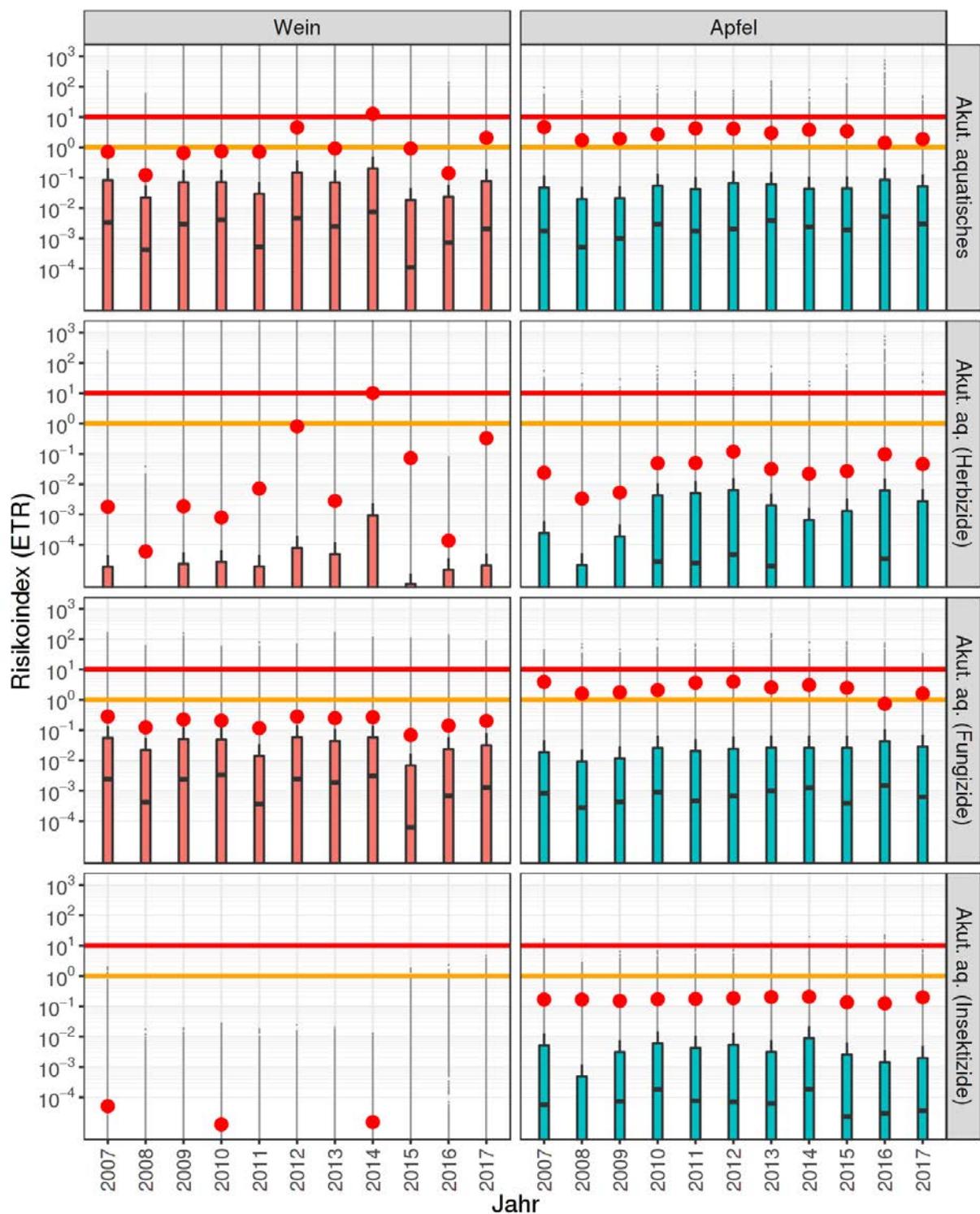


Abb. 19: Box-Plots der berechneten akuten aquatischen Risikoindices der Kulturen Tafelapfel und Wein. Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

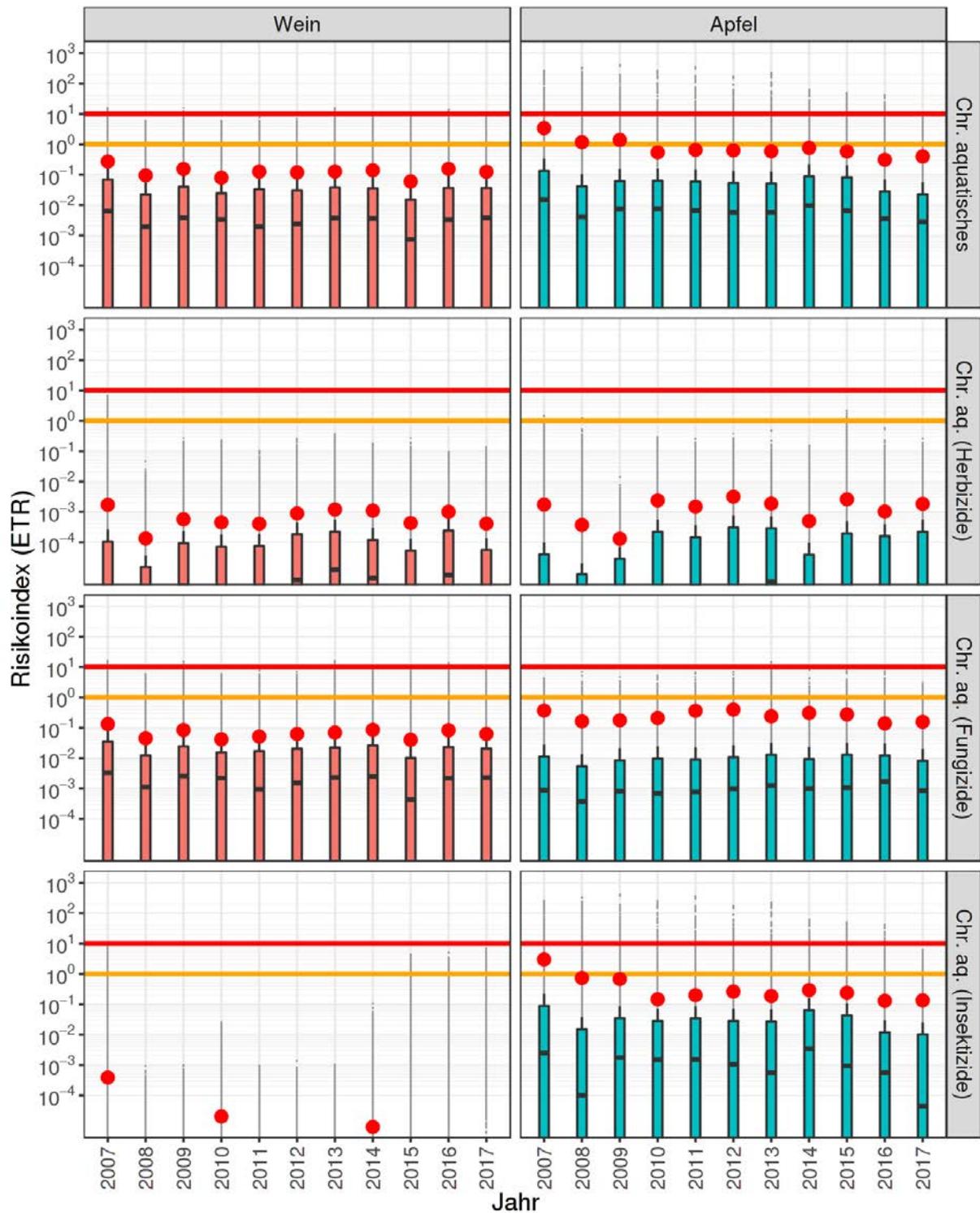


Abb. 20: Box-Plots der berechneten chronischen aquatischen Risikoindizes der Kulturen Tafelapfel und Wein.

Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindizes wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

7.2.3.3 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die akuten Risikoindices für die Nichtzielarthropoden (Tab. 61 und Abb. 21) liegen für beide Kulturen überwiegend im *niedrigen Risikobereich*. Ausnahmen sind hier die Jahre 2009, 2010 und 2013 im Apfelanbau mit ETR im *mittleren Risikobereich* (ETR < 1,265).

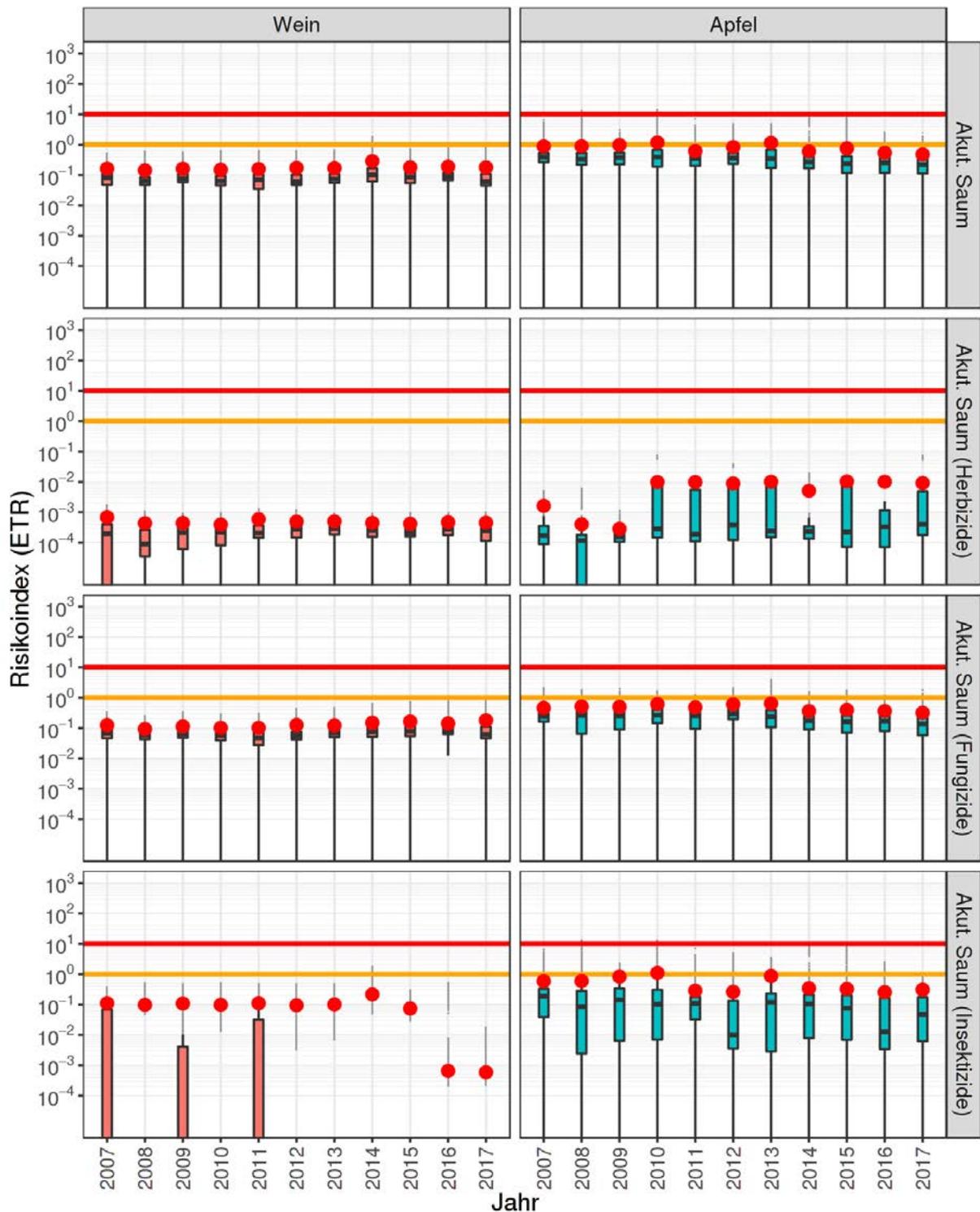


Abb. 21: Box-Plots der berechneten Risikoindices für Nichtzielarthropoden (NTA) der Kulturen Tafelapfel und Wein.

Die roten Punkte geben die 90. Perzentile der Risikoindices wieder und die roten und orangenen Linien stellen die Grenzwerte für hohes und mittleres Risiko dar.

Im Apfelanbau waren die akuten Risikoindizes für die Nichtzielarthropoden ($0,501 < \text{ETR} < 1,265$) signifikant höher als im Weinbau ($0,1431 < \text{ETR} < 0,290$).

Auch bei den Nichtzielarthropoden tragen die Insektizid- und Fungizidanwendungen in beiden Kulturen zu ähnlichen Anteilen zum Gesamtrisiko der Applikationsmuster bei. Alle Insektizid- und Fungizidanwendungen lagen im *niedrigen Risikobereich* mit Ausnahme der Insektizidanwendungen im Apfelanbau 2010. Die Herbizidanwendungen hatten dagegen keine Auswirkungen auf das Gesamtrisiko. Die Risikoindizes für Herbizide lagen durchweg im *sehr niedrigen Risikobereich* mit $\text{ETR} < 0,011$.

7.2.4 Relative Risikotrends für Apfel und Wein

Um den zeitlichen Verlauf des Gesamtrisikos darzustellen, werden in Abb. 22 die 90. Perzentile der Risikoindizes als relativer Wert dargestellt (vgl. 7.1.4).

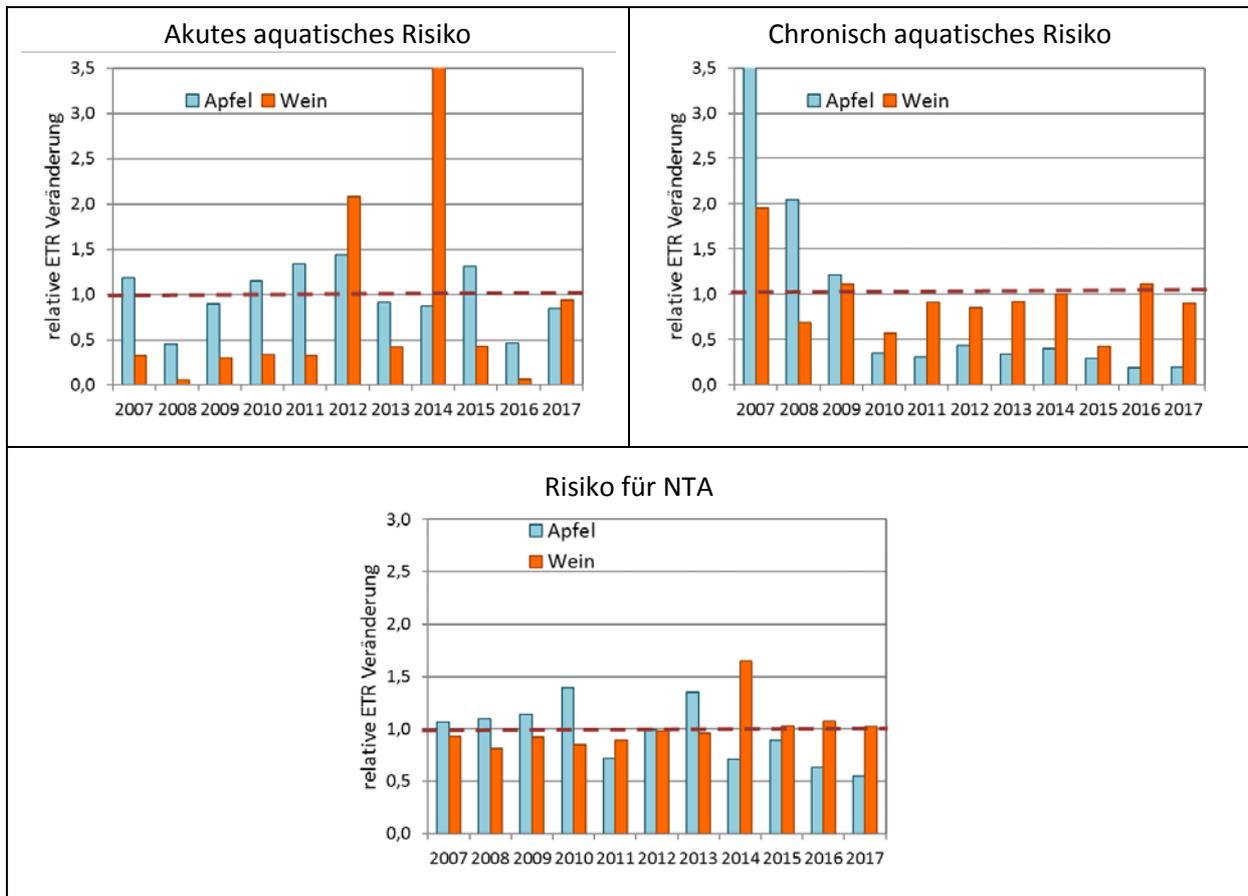


Abb. 22: Trend des akuten (oben links) und chronischen (oben rechts) Risikos (90. Perzentile) für aquatische Organismen, und des Risikos für Nichtzielarthropoden (NTA) (unten) im Apfelanbau und Weinbau

7.2.4.1 Akutes Risiko für aquatische Organismen

Aus Abb. 22 ist ersichtlich, dass das akute aquatische Risiko bezogen auf den Gesamtzeitraum im Obstanbau (- 15 %) und Weinbau (-6 %) von 2007 bis 2017 abnahm. Unter anderem wurde diese Abnahme durch den Wechsel vom Wirkstoff Kupferoxychlorid zu Kupferhydroxid verursacht, der deutlich günstigere Toxizitätswerte für aquatische Organismen aufweist. Aufgrund der hohen Anzahl der Kupferanwendungen wirkte sich die günstigere Toxizität auf das 90. Perzentil der Risikoindizes aus. In Tab. 62 wird dargestellt, dass die Anwendungen von Kupferoxychlorid über die Jahre abnahmen und die von Kupferhydroxid zunahmen.

Tab. 62: Wirkstoffanwendungen von Kupferoxychlorid und Kupferhydroxid im Obstanbau

Wirkstoff	Jahr	Anzahl		Anzahl		
		Anzahl Flächen gesamt	Flächen mit Wirkst. Anwend.	Anzahl Appl.muster gesamt	Appl.muster mit Wirkst Anwend.	Anzahl der Applikationen
Kupferoxychlorid	2007	14016	12509	37	35	17913
Kupferhydroxid	2007	14016	733	37	1	1466
Kupferoxychlorid	2008	14016	10801	53	46	20061
Kupferhydroxid	2008	14016	0	53	0	0
Kupferoxychlorid	2009	14016	9118	56	42	13318
Kupferhydroxid	2009	14016	2304	56	9	2440
Kupferoxychlorid	2010	14016	10772	59	49	16826
Kupferhydroxid	2010	14016	3479	59	12	4697
Kupferoxychlorid	2011	14016	8181	57	42	15545
Kupferhydroxid	2011	14016	4941	57	16	5349
Kupferoxychlorid	2012	14016	10393	60	45	14313
Kupferhydroxid	2012	14016	1747	60	18	3435
Kupferoxychlorid	2013	14016	5851	60	25	6274
Kupferhydroxid	2013	14016	6308	60	35	10636
Kupferoxychlorid	2014	14016	431	59	4	431
Kupferhydroxid	2014	14016	11657	59	44	18742
Kupferoxychlorid	2015	14016	255	68	3	255
Kupferhydroxid	2015	14016	8741	68	40	15829
Kupferoxychlorid	2016	14016	327	60	3	654
Kupferhydroxid	2016	14016	11137	60	51	17510
Kupferoxychlorid	2017	14016	0	63	0	0
Kupferhydroxid	2017	14016	12647	63	60	19527

7.2.4.2 Chronisches Risiko für aquatische Organismen

Das chronisch aquatische Risiko nimmt bezogen auf den Gesamtzeitraum im Obstanbau um 78 % und Weinbau um 6 % ab. Auch hier verursachte der Wechsel vom Wirkstoff Kupferoxychlorid zu Kupferhydroxid anteilig die Risikoreduktion. Allerdings wurde dies beim Apfelanbau stark überlagert, durch die *hohen Risikoindices* des Insektizids Fenoxycarb in 2007-2009. Die sehr starke Risikoreduktion im Apfelanbau erklärt sich dadurch, dass von 2007-2009 der chronische aquatische Risikowert durch Fenoxycarb um das 4 bis 10-fache erhöht war.

7.2.4.3 Akutes Risiko für Nichtzielarthropoden

Die 90. Perzentile der Risikoindices für Nichtzielorganismen lagen im Apfelanbau von 2007 bis 2013 auf einem ETR-Wert um 1,1 (13 - 38 % über dem Referenzwert) und nahmen dann ab 2014 bis 2017 auf - 94 % im Vergleich zum Referenzwert ab. Diese Abnahme wurde, wie beim aquatischen Risiko, überwiegend durch den Wechsel von Kupferoxychlorid zu Kupferhydroxid verursacht.

Im Weinbau konnte kein eindeutiger Trend der Risikoindices für Nichtzielorganismen beobachtet werden. Der relative Risikowert lag von 2007 bis 2012 zwischen 3 - 20 % unter dem Referenzwert, um dann 2014 auf einen relativen Risikoindex von 163 % anzusteigen. Von 2015 bis 2017 fiel der

relative Risikoindex wiederum auf einen Wert um den Referenzwert. Der Anstieg 2014 wurde durch die einmalige Anwendung von Spinosad in 9 % der erfassten Applikationsmuster verursacht.

7.3 Diskussion der Risikoanalyse

Die Ergebnisse der Risikoanalyse zeigen, dass in den drei Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterraps das akute aquatische Risiko überwiegend durch die Anwendung von Herbiziden verursacht wurde. Die Herbizid Anwendungen fanden meist in Phasen mit geringem Interzeptionspotential der Kulturen statt. In Kombination mit starken Regenereignissen und einer starken Hangneigung kann dies zu hohen Einträgen durch Abschwemmung in die Oberflächengewässer führen. Das belegen auch die in Abb. 15, Abb. 16 und Abb. 17 dargestellten Boxplots mit Einzelwerten im *sehr hohen Risikobereich* (z.B. ETR >100). Diese hohen Risikoindices wurden durch eine ungünstige Kombination der angewandten Pflanzenschutzmittel und den spezifischen Umweltbedingungen verursacht. Die gezielte Anwendung von Minderungsmaßnahmen auf solchen Flächen würde das Risiko effizient reduzieren.

Die statistischen Auswertungen der einzelnen Applikationsmuster belegen aber auch, dass einige Anwendungsmuster unter worst-case-Bedingungen deutlich höhere Risikoindices aufwiesen als der überwiegende Anteil der Anwendungsmuster. Da die Applikationsmuster unter vergleichbaren (worst-case) Umweltbedingungen ausgewertet werden, kann man ausschließen, dass die Ausreißer auf ungünstige Umweltbedingungen zurückzuführen waren. Demnach ist die Ursache für das erhöhte Umweltrisiko auf die Auswahl der angewandten Pflanzenschutzmittel bzw. Wirkstoffe zurückzuführen. Eine Identifikation solcher Anwendungsmuster und die Umgestaltung dieser Anwendungsmuster hin zu einem niedrigen Risikolevel durch ein alternatives Pflanzenschutzmittel ist ein möglicher Ansatzpunkt für eine deutschlandweite Risikoreduktion. Ein praxistauglicher Weg, um bei der Gestaltung von Anwendungsmustern auch das Umweltrisiko einzubeziehen, zeigt das Projekt H₂OT-Spot Manager NRW (Claus-Krupp et al., 2016). Hier wurde eine Web-Anwendung basierend auf SYNOPS als Analyse- und Beratungswerkzeug zur Eintragsvermeidung von Pflanzenschutzmitteln in Gewässer entwickelt und für die zielgerichtete risikomindernde Pflanzenschutzberatung eingesetzt.

Die hier vorgestellte Risikoanalyse basiert auf einer zufälligen räumlichen Verteilung der Ackerbaukulturen und der erhobenen Applikationsmuster. In den beiden Raumkulturen wurden nur die Applikationsmuster zufällig verteilt, da die Information über die Lage von Weinbau- und Obstbauflächen in ATKIS enthalten ist. Durch diese zufällige Verteilung wird gewährleistet, dass die einzelnen Applikationsmuster mit einer großen Bandbreite realer Umweltbedingungen berechnet werden. Dabei kann es auch zu extrem ungünstigen Konstellationen kommen. Es ist unrealistisch anzunehmen, dass Kulturen wie Getreide und Raps auf Flächen mit sehr großer Hangneigung (z. B. 20 %) angebaut werden. In Kombination mit großen Regenereignissen würde dies zu unrealistisch hohen Run-off-Einträgen führen. Eine einfache Lösung, um solche Ausreißer aus der Bewertung auszuschließen, ist die hier vorgeschlagene Berechnung der 90. Perzentile für die deutschlandweite Analyse bzw. der Bewertung der einzelnen Applikationsmuster. Auch ist darauf hinzuweisen, dass bei einer zufälligen und von den Umweltbedingungen unabhängigen Verteilung der Applikationsmuster möglicherweise Anwendungsstrategien auf Flächen in Gewässernähe verteilt werden, die explizit für gewässerferne Anwendungen vorgesehen waren. Da mit SYNOPS aber auch die zulassungsrelevanten Auflagen für Drift und Run-off berücksichtigt werden, sollte dies nicht zu erhöhten Risikoindices führen. Bei einer Rechnung ohne die Berücksichtigung von Auflagen würden sich Applikationsmuster für gewässerferne Flächen in Gewässernähe stärker auf das Risiko auswirken.

In einer räumlich zeitlichen Betrachtung entspricht das gesamte 90. Perzentil einer Zielvariablen, die aus einer Kombination der räumlichen und der zeitlichen Komponente der Gesamtverteilung

besteht. In der vorliegenden Auswertung wird das 90. Perzentil sowohl für die zeitliche Aggregation der Risikowerte (Gleichung 1 und 2) als auch für die räumliche Aggregation berechnet. In Bezug auf die täglichen Risikowerte innerhalb eines Raumes, in unserem Fall ganz Deutschland, bedeutet dies, dass die Kombination aus zeitlich und räumlich aggregierten Tageswerte des Risikos aller Pflanzenschutzmittelanwendungen nicht dem 90. Perzentil sondern eher dem 97. Perzentil entsprechen. Bach et al. (2017) schlagen vor, für die räumliche und zeitliche Aggregation jeweils das 80. Perzentil zu betrachten, um in der Gesamtbetrachtung das 90. Perzentil für die zeitlich-räumliche Aggregation zu erreichen. Eine Anwendung dieses Ansatzes würde die zeitlich-räumlich aggregierten Risikowerte reduzieren.

Da in dieser Untersuchung das 90. Perzentil als räumlicher Risikowert dargestellt wird, kann es zu einer Erhöhung des räumlichen Risikopotentials kommen, wenn in mehr als 10 % der Applikationsmuster ein Wirkstoff angewendet wird, der sehr toxisch ist und damit tendenziell einen hohen Risikoindex auslöst. Da die Applikationsmuster durch eine zufällige Gleichverteilung den Flächen zugewiesen werden, wird im genannten Fall auch die Wirkstoffanwendung mit dem potentiell hohen Risiko auf mehr als 10 % der Flächen verteilt. In der räumlichen Analyse wirkt sich dies dann auf das 90. Perzentil aus. Wird der Wirkstoff in weniger als 10 % der Applikationsmuster, bzw. weniger als 10 % der Flächen angewendet, hat dies nur geringen Einfluss auf das 90. Perzentil, da diese Risikoindices in den oberen 10 % also über dem 90. Perzentil liegen. Dies erklärt in einigen Fällen die Spitzen der relativen Risikotrends in den einzelnen Jahren.

8 Zusammenfassung

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

Der vorliegende Jahresbericht stellt die Ergebnisse der Auswertungen der Daten von 2007 bis 2017 vor. Es wurden insgesamt 118.217 Datensätze zusammengetragen und ausgewertet. Im Jahr 2017 wurden im Ackerbau die Pflanzenschutzmaßnahmen in 90 Betrieben mit insgesamt 835 Feldern (vorrangig Winterweizen, Wintergerste und Winterraps) analysiert – außerdem im Freilandgemüsebau in 25 Betrieben mit 70 Feldern (Frischkohl, Möhren, Spargel und Zwiebeln), im Obstbau (Tafelapfel) in 21 Betrieben mit 63 Anlagen, im Weinbau in 9 Betrieben mit 25 Bewirtschaftungseinheiten und in 6 Hopfenbau-Betrieben mit insgesamt 18 Anlagen. Die Daten und Expertenbewertungen wurden nach einer Plausibilitätsprüfung in einer Oracle-Datenbank abgelegt und statistisch analysiert. Zur Erfassung der Behandlungsintensität wurden die Behandlungsindices (BI) ermittelt.

In den Vergleichsbetrieben Ackerbau wurden im Durchschnitt der Jahre 2007 bis 2017 folgende Behandlungsindices berechnet: für Winterweizen 6,0, für Wintergerste 4,4, und für Winterraps 6,7. Die Unterschiede zwischen den Jahren erwiesen sich auch bei Betrachtung der einzelnen Pflanzenschutzmittelkategorien als moderat. Trends waren zumeist nicht zu erkennen. Lediglich bei Winterraps stieg der Behandlungsindex leicht an. Zwischen den Regionen und vor allem zwischen den Feldern innerhalb der Regionen konnten im Hinblick auf die BI jedoch erhebliche Unterschiede festgestellt werden. Besonders im Ackerbau wurden Herbizide, Fungizide und Wachstumsregler mit reduzierten Aufwandmengen angewendet, z. B. in Winterweizen im Mittel der 11 Jahre um 28 %, 40 % bzw. 56 %. Bei Insektiziden wurde die maximal mögliche Aufwandmenge selten reduziert.

Die Analyse der fachlichen Bewertungen durch die Pflanzenschutzdienste im Hinblick auf das notwendige Maß zeigte, dass insbesondere regionale Besonderheiten des Schaderregerauftretens die Pflanzenschutzintensität bestimmten und die Maßnahmen überwiegend gezielt und maßvoll erfolgten. Der Anteil der Pflanzenschutzmittelanwendungen, der dem notwendigen Maß entsprach, lag im Durchschnitt der 11 Jahre in Winterweizen bei 88 %, in Wintergerste bei 90 %, in Winterraps bei 87 %, im Freilandgemüsebau bei 90 %, im Obstbau (Tafelapfel) bei 94 %, im Weinbau bei ca. 95 % und im Hopfenbau bei ca. 93 %. Einsparungspotentiale zeigten sich zum Beispiel bei Insektizidanwendungen in den drei Ackerbaukulturen, insbesondere Winterweizen, und Wintergerste, aber nach wie vor auch in Winterraps.

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

Die Analysen des Umweltrisikos der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit dem Indikator-Modell SYNOPSIS-GIS zeigten, dass das akute aquatische Risiko in den drei Ackerbaukulturen, Winterweizen, Wintergerste und Winterraps, überwiegend durch die Anwendung von Herbiziden verursacht wurde. Die chronischen aquatischen Risikoindices lagen für alle Pflanzenschutzmittelkategorien insgesamt im sehr niedrigen (Winterweizen) und niedrigen (Wintergerste und Winterraps) Risikobereich. Die akuten Risikoindices für die Nichtzielarthropoden

lagen für Wintergerste im sehr niedrigen Risikobereich, für Winterweizen überwiegend im niedrigen Risikobereich und für Winterraps im mittleren Risikobereich. Hier verursachten die Insektizidanwendungen der analysierten Applikationsmuster in allen drei Kulturen den überwiegenden Anteil am Gesamtrisiko.

Die Bewertung des akut aquatischen Risikos der Anwendungsmuster für Tafelapfel und Wein wiesen über den Analysezeitraum im Weinbau überwiegend Risikoindices im niedrigen Risikobereich aus, dagegen lagen die Risikoindices im Apfelanbau in allen Jahren im mittleren Risikobereich. Im Apfelanbau sowie im Weinbau verursachten die Fungizid-Applikationen den wesentlichen Anteil des Gesamtrisikos der Anwendungsmuster, wobei die Werte im Weinbau deutlich niedriger als im Apfelanbau im niedrigen Risikobereich lagen. Die Risikoindices der Insektizidanwendungen waren in beiden Kulturen in allen Jahren der sehr niedrigen Risikokategorie zuzuordnen. Die chronischen aquatischen Risikoindices waren in den in den Kulturen Tafelapfel und Wein deutlich niedriger als die des akuten aquatischen Risikos, im Weinbau überwiegend im niedrigen Risikobereich. Die aquatischen Risikoindices im Obstbau zeigten einen deutlich abnehmenden Trend über die Jahre von zunächst hohen zu niedrigen Risikoindices in den letzten Jahren. Dabei verursachten im Apfelanbau die Insektizid-Applikationen als auch die Fungizid-Applikationen zu ähnlichen Anteilen das Gesamtrisiko der Anwendungsmuster. Im Weinbau lagen die Indices des chronisch aquatischen Risikos in der Einzelbetrachtung der Herbizid-, Insektizid- und Fungizidanwendungen alle im sehr niedrigen und in der Gesamtbetrachtung im niedrigen Risikobereich. Insgesamt nahmen das akute aquatische sowie das chronische Risiko für aquatische Organismen bezogen auf den Gesamtzeitraum im Obstanbau und Weinbau ab. Die akuten Risikoindices für die Nichtzielarthropoden liegen für beide Kulturen überwiegend im niedrigen Risikobereich. Auch hier tragen die Insektizid- und Fungizidanwendungen in beiden Kulturen zu ähnlichen Anteilen zum Gesamtrisiko der Applikationsmuster bei. Die Herbizidanwendungen hatten dagegen keine Auswirkungen auf das Gesamtrisiko.

Die jährlich schwankenden Werte der Risikoindices beruhen auf der Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel unter ungünstigen Umweltbedingungen, in denen bestimmte Wirkstoffe erhöhte Risiken verursachten.

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

9 Abstract

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

This report presents the results of data analyses of the years 2007 to 2017. Overall, 118.217 data sets were collected and analysed. In 2017, pesticide treatments in 835 fields (mainly winter wheat, winter barley and winter oilseed rape) on 90 arable cropping farms, 70 fields on 25 vegetable producing farms (cabbage, carrots, asparagus or onion), 63 apple orchards on 21 fruit growing farms, 25 vineyards on 9 viticulture farms, and 18 hop yards on 6 hop farms were analysed. All data and assessments were checked for plausibility and entered in an Oracle database for further processing and statistical analyses.

The following mean TFI were calculated for 2007 to 2017: winter wheat – 6.0, winter barley – 4.4, winter oilseed rape – 6.7. The annual differences between the mean TFI were relatively low, for both overall and individual pesticide groups. Mostly, no trends were observed in winter wheat and winter barley but the TFI slightly increased in winter oilseed rape. However, there were remarkable TFI differences between regions and, particularly, between individual fields. Reduced doses of herbicides, fungicides and growth regulators were generally used, especially in arable crops. For example, in winter wheat, doses were reduced by 28 % (herbicides), 40 % (fungicides) and 56 % (growth regulators), calculated as the mean of the 11 years. In contrast, insecticides were used at the full authorised dose.

The evaluation of treatments regarding the necessary minimum by the plant protection services experts showed that especially regional, mainly climatic, conditions for pest and disease occurrence influenced pesticide use. The experts judged the overall pesticide use as specifically targeted and reasonable. Altogether, pesticide uses complied with the necessary minimum in 88 % in winter wheat, 90 % in winter barley, 87 % in winter oilseed rape, 90 % in field vegetables, 94 % in apples, 95 % in viticulture, and 93 % in hops (means of the 11 years). However, the assessments indicated reduction potentials, especially for insecticide use in cereals but also winter oilseed rape.

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

The assessments of the environmental risk of pesticide use with the indicator model SYNOPS-GIS showed that the potential acute aquatic risk in the arable crops, winter wheat, winter barley and winter oilseed rape, was mainly caused by the use of herbicides. The chronic aquatic risk indices were very low for winter wheat and low for winter barley and winter oilseed rape. The acute risk for non-target arthropods were very low in winter barley, low in winter wheat and medium for winter oilseed rape. Here, the use of insecticides in the analysed application schemes had the largest share on the total risk.

The evaluation of the acute aquatic risk of the application schemes in apple orchards and vineyards showed mainly low risks in vineyards, but medium risks in apple orchards during the entire assessment period. Fungicide use caused the main share of the total risk both, in apple orchards and vineyards, but the risk indices were lower on medium level in vineyards compared to apple orchards. The risks arising from insecticide use in those perennial crops were very low in all years. The chronic

aquatic risk was in both crops lower than the acute risk indices, in vineyards mainly on low level. In apple orchards, the acute and chronic aquatic risk indices showed a considerable decreasing trend from high to low risks over the years. The insecticide and fungicide application schemes both contributed to similar extent to the total risk. The risk indices in vineyards were very low for herbicide, insecticide and fungicide use individually and on low level in total. Over the years, the acute and chronic aquatic risks decreased in apple orchards and vineyards.

The acute risk indices for non-target arthropods in apple orchards and vineyards were in the low risk category. Similar to the aquatic risks insecticide and fungicide use contributed mainly to the total risk. Herbicide use did not cause changes in the total risk.

The annual change of the risks are caused by the use of specific pesticides and particular active substances under unfavourable environmental conditions resulting in higher risks.

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

10 Literaturverzeichnis

- AdV, 2008: Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok), ATKIS-Katalogwerke; ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM; Version 6.0. Stand: 11.04.2008 - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV).
- AdV, 2015: Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok); Erläuterungen zum ATKIS® Basis-DLM; Version 6.0.1; Stand: 25.08.2015 - Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV).
- Anonymus, 1996: Bundesanzeiger. Bundesministerium der Justiz 95 a, 23.05.1996, 1-37
- Anonymus, 2008: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-32.
- Anonymus, 2012: Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen, i. d. F. der Bekanntmachung vom 6. Februar 2012, BGBl. I, S. 148, 1281, zuletzt geändert durch Artikel 3 Absatz 84 des Gesetzes vom 18. Juli 2016. BGBl. I, S. 1666.
- Anonymus, 2013: Nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. BMELV Bonn, 1-75.
- Anonymus, 2019: Beschreibende Sortenliste 2019. Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte. Bundessortenamt Hannover.
- Bach, M., Diesner, M., Großmann, D., Guerniche, D., Hommen U., Klein, M., Kubiak, R., Müller, A., Preuss, T. G., Priegnitz, J., Reichenberger, S., Thomas, K., Trapp, M., 2017: Pesticide exposure assessment for surface waters in the EU. Part 2: Determination of statistically based run-off and drainage scenarios for Germany. Pest Management Science, 73, 852-861.
- BGR, 1996: Digitale Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland. BGR - Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- BKG, 2016: Digitales Basis-Landschaftsmodell (AAA Modellierung). Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG).
- Bürger, J., de Mol, F., Gerowitt, B., 2008: The „necessary extent“ of pesticide use – thoughts about a key term in German pesticide policy. Crop Protection 27, 343-351.
- BVL, 2016: Online-Datenbank Pflanzenschutzmittel, https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/01_OnlineDatenbank/psm_onlineDB_node.html.
- Claus-Krupp, A., Böhmer, J., Tecklenburg, J., Dominic, A.R., Golla, B., Strassemeyer, J., 2016: H2Ot-Spot Manager NRW - eine Analyse und Beratungswerkzeug für den Einsatz in der konkreten Gewässerschutzberatung. Proceedings of the Deutsche Pflanzenschutztagung: 20. - 23. September, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 2016, Halle.
- Dachbrodt-Saaydeh, S., Sellmann, J., Strassemeyer, J., Schwarz, J., Klocke, B., Krengel, S., Kehlenbeck, H., 2018: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Zwei-Jahresberichte 2015 und 2016 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2016. Berichte JKI 194, 1-129.
- Dachbrodt-Saaydeh, S., Sellmann, J., Roßberg, D., 2019: Cluster zur regionalen Erhebung und Analyse der Pflanzenschutzintensität (CEPI) im Ackerbau. Journal für Kulturpflanzen, 71 (10), 264–270.

- DeSTATIS, 2017: Anbauflächen nach Hauptfruchtarten:
www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/Tabellen/AckerlandHauptfruchtgruppenFruchtarten.html
- EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2009: Verordnung (EG) Nr. 1185/2009 über Statistiken zu Pestiziden.
 Amtsblatt der Europäischen Union L 324/1.
- Ferguson, A., Evans, N., 2010: Reducing pesticide inputs in winter cropping systems in the UK. WCCS, Case Study, Guide Number 3, 1-8.
- Freier, B., Pallutt, B., Jahn, M., Sellmann, J., Gutsche, V., Zornbach, W., 2008: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2007. Berichte JKI 144, 1-53.
- Freier, B., Pallutt, B., Jahn, M., Sellmann, J., Gutsche, V., Zornbach, W., 2009: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2008. Berichte JKI 149, 1-64.
- Freier, B., Sellmann, J., Schwarz, J., Jahn, M., Moll, E., Gutsche, V., Zornbach, W., 2010: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2009. Berichte JKI 156, 1-83.
- Freier, B., Sellmann, J., Schwarz, J., Jahn, M., Moll, E., Gutsche, V., Zornbach, W., 2011: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2010. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007-2010. Berichte JKI 161, 1-86.
- Freier, B., Sellmann, J., Schwarz, J., Klocke, B., Moll, E., Gutsche, V., Zornbach, W., 2012: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2011. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2011 Berichte JKI 166, 1-104.
- Freier, B., Sellmann, J., Schwarz, J., Klocke, B., Moll, E., Gutsche, V., Zornbach, W., 2013: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2012. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2012 Berichte JKI 172, 1-111.
- Freier, B., Sellmann, J., Strassemeyer, J., Schwarz, J., Klocke, B., Kehlenbeck, H., Zornbach, W., 2015: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz – Jahresbericht 2013. Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2013 Berichte JKI 178, 1-103.
- Freier, B., Sellmann, J., Strassemeyer, J., Schwarz, J., Klocke, B., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kehlenbeck, H., Zornbach, W., 2016: Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz - Jahresbericht 2014 - Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2014. Berichte JKI 182. 1-107.
- Gutsche, V., Strassemeyer, J., 2007: SYNOPSIS - ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln. Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes 59, 197-210.
- Kamrath, K., Freier, B., Beyer, N., 2012: Analyse der Kosten für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Winterweizen und Winterraps auf der Grundlage des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz 2007 bis 2010. J. Kulturpflanzen 64, 416-420.
- Kudsk, P., 1989: Experiences with reduced herbicide doses in Denmark and the development of the concept of factor-adjusted doses. Proceed. Brighton Crop Protection Conference, Weeds, 545-554.
- Lewis, K.A., Tzilivakis, J., Warner, D.J., Green, A., 2016: An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment 22, 1050-1064.

- Paap, M., 2017: Untersuchungen zur Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendungen in Möhre und Frischkohl – Analyse der Daten aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz und Schlussfolgerungen für das Projekt Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz. M. Sc.-Arbeit, HU Berlin.
- Roßberg, D., 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., 2009: NEPTUN 2007 – Obstbau. Berichte JKI 147, 1-71.
- Sattler, C., Kächele, H., Verch, G., 2007: Assessing the intensity of pesticide use in agriculture. Agric. Ecosyst. Environ. 119, 299-304.
- Schulz, R., 2011: Auswertung einer deutschlandweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Möhrenanbau. B. Sc.-Arbeit, Beuth HS Berlin, 1-37.
- Strassemeyer & Gutsche 2010: The approach of the German pesticide risk indicator SYNOPSIS in frame of the National Action Plan for Sustainable Use of pesticides. OECD Workshop on Agri-Environmental Indicators, Leysin, Switzerland.
<http://www.oecd.org/dataoecd/32/16/44806454.pdf>.
- Strassemeyer, J., Daehmlow, D., Dominic, A.R., Lorenz, S., Golla, B., 2017: SYNOPSIS-WEB, an online tool for environmental risk assessment to evaluate pesticide strategies on field level. Crop Protection.
- Ullrich, C., 2009: Auswertung einer deutschlandweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Obstbaubetrieben. B. Sc.-Arbeit, HU Berlin, 1-51.
- Ullrich, C., Freier, B., 2010: Auswertung einer bundesweiten Studie zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Obstbaubetrieben. Julius-Kühn-Archiv 424, 61-64.

11 Anlagen

Anl. 1: Zuordnung der Boden-Klima-Räume zu den CEPI und Großregionen

BKR	CEPI	REGION
101	A	N
102	A	N
104	A	O
105	A	N
106	B	O
107	B	O
108	B	O
109	A	N
111	F	O
112	C	O
113	F	S
114	F	S
115	C	S
116	C	S
117	C	S
121	B	S
122	C	S
123	F	S
127	F	W
128	D	W
132	D	W
133	B	W
134	D	W
141	B	W
142	E	W
143	D	W
145	B	N
146	E	N
147	E	N
148	E	W
150	E	N
152	D	N
153	E	N
157	D	N
158	A	N

Anl. 2: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler und Gesamt in Winterweizen in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017
H	DE	1,9 (0,8)	2 (0,8)	1,8 (0,8)	1,8 (0,7)	2 (0,9)	1,9 (0,8)	1,9 (0,7)	1,8 (0,7)	1,9 (0,8)	1,9 (0,7)	1,9 (0,8)
	N	1,6 (0,7)	2 (1,0)	1,7 (0,7)	1,7 (0,8)	2 (0,8)	1,9 (0,7)	1,9 (0,8)	1,8 (0,6)	2 (0,7)	2 (0,8)	2,2 (0,7)
	O	1,9 (0,7)	1,7 (0,5)	1,6 (0,7)	1,7 (0,7)	2 (0,7)	2,1 (0,7)	1,9 (0,7)	2,1 (0,7)	2,2 (0,8)	2,1 (0,9)	2,1 (0,7)
	S	1,8 (0,7)	2,2 (0,9)	1,9 (0,8)	1,8 (0,6)	1,9 (0,8)	1,6 (0,7)	1,9 (0,7)	1,7 (0,8)	1,8 (0,6)	2 (0,8)	1,9 (0,8)
	W	2,2 (0,9)	2,1 (0,6)	1,9 (0,8)	1,9 (0,7)	2 (1,0)	2 (0,9)	2 (0,7)	1,8 (0,7)	1,9 (0,7)	1,6 (0,8)	1,7 (0,7)
F	DE	1,9 (0,8)	2,2 (0,8)	2 (0,6)	1,9 (0,7)	1,8 (0,7)	2 (0,7)	2,2 (0,7)	2,7 (0,9)	2,4 (0,8)	2,6 (0,9)	2,5 (0,9)
	N	2,5 (0,7)	2,4 (0,7)	2,2 (0,6)	2,5 (0,6)	2,2 (0,6)	2,2 (0,7)	2,4 (0,7)	2,8 (1,0)	2,9 (0,9)	2,6 (1,1)	2,9 (1,1)
	O	1,3 (0,7)	1,6 (0,8)	1,6 (0,8)	1,8 (0,5)	1,5 (0,6)	1,6 (0,6)	2,2 (0,7)	2,4 (0,8)	2,1 (0,6)	2 (0,7)	1,8 (0,6)
	S	1,5 (0,6)	1,6 (0,5)	1,9 (0,3)	1,7 (0,8)	1,7 (0,8)	1,9 (0,7)	2,1 (0,8)	1,9 (0,8)	2,2 (0,7)	2,6 (0,7)	2,2 (0,8)
	W	1,8 (0,7)	2,5 (0,6)	2,2 (0,5)	1,8 (0,5)	1,8 (0,5)	2 (0,6)	2,2 (0,5)	3 (0,8)	2,5 (0,7)	2,8 (0,7)	2,5 (0,6)
I	DE	1,2 (0,9)	1 (0,7)	1 (0,6)	0,8 (0,5)	1 (0,8)	0,9 (0,7)	0,8 (0,6)	0,8 (0,7)	0,7 (0,7)	1 (0,7)	0,6 (0,6)
	N	1,4 (1,0)	1,4 (0,7)	1,2 (0,6)	0,9 (0,6)	1 (0,7)	1 (0,7)	1,1 (0,7)	0,8 (0,6)	0,7 (0,8)	1 (0,7)	0,7 (0,8)
	O	0,6 (0,5)	0,7 (0,5)	0,9 (0,4)	0,8 (0,5)	0,6 (0,5)	0,7 (0,5)	0,6 (0,6)	0,6 (0,5)	0,6 (0,5)	0,7 (0,5)	0,5 (0,7)
	S	0,5 (0,5)	0,3 (0,4)	0,4 (0,5)	0,4 (0,5)	0,6 (0,7)	0,6 (0,6)	0,5 (0,4)	0,5 (0,5)	0,4 (0,6)	0,6 (0,6)	0,4 (0,6)
	W	1,5 (0,8)	1,2 (0,7)	1,1 (0,6)	0,9 (0,5)	1,4 (0,9)	1,1 (0,6)	0,9 (0,5)	1,1 (0,7)	0,8 (0,7)	1,2 (0,7)	0,7 (0,5)
W	DE	0,8 (0,5)	1,1 (0,4)	0,9 (0,5)	0,9 (0,4)	0,8 (0,4)	0,9 (0,4)	1 (0,5)	1,1 (0,5)	1,1 (0,5)	1,1 (0,4)	1 (0,5)
	N	1,1 (0,7)	1,4 (0,5)	1,2 (0,6)	1,2 (0,4)	1,1 (0,5)	1,2 (0,6)	1,3 (0,6)	1,4 (0,5)	1,5 (0,5)	1,3 (0,5)	1,5 (0,5)
	O	0,7 (0,4)	0,9 (0,4)	0,8 (0,4)	0,9 (0,4)	0,8 (0,4)	0,8 (0,3)	1 (0,4)	0,9 (0,3)	0,9 (0,4)	0,9 (0,3)	0,9 (0,5)
	S	0,4 (0,4)	0,5 (0,3)	0,7 (0,5)	0,6 (0,3)	0,5 (0,3)	0,7 (0,4)	0,7 (0,5)	0,7 (0,4)	0,7 (0,5)	0,7 (0,4)	0,7 (0,4)
	W	0,6 (0,3)	1,1 (0,3)	0,9 (0,3)	0,9 (0,3)	0,7 (0,3)	0,9 (0,4)	0,9 (0,3)	1,2 (0,5)	1,2 (0,3)	1,1 (0,3)	1,1 (0,4)
BI	DE	5,7 (2,1)	6,2 (1,9)	5,8 (1,6)	5,4 (1,6)	5,6 (1,7)	5,6 (1,7)	6 (1,7)	6,4 (1,9)	6,1 (1,7)	6,5 (1,8)	6 (1,8)
	N	6,6 (2,2)	7,1 (2,0)	6,4 (1,9)	6,2 (1,7)	6,3 (1,7)	6,2 (2,0)	6,8 (1,8)	6,9 (2,0)	7,1 (2,0)	7 (2,1)	7,3 (2,0)
	O	4,5 (1,8)	4,9 (1,4)	4,9 (1,6)	5,2 (1,6)	4,9 (1,5)	5,1 (1,4)	5,6 (1,8)	5,9 (1,5)	5,9 (1,6)	5,8 (1,6)	5,4 (2,0)
	S	4,1 (1,4)	4,6 (1,4)	5 (1,1)	4,4 (1,6)	4,8 (1,4)	4,8 (1,5)	5,2 (1,8)	4,7 (1,6)	5,1 (1,4)	5,9 (1,4)	5,3 (1,6)
	W	6,1 (1,8)	6,8 (1,4)	6,1 (1,4)	5,5 (1,3)	5,9 (1,6)	6 (1,5)	6 (1,4)	7,1 (1,6)	6,3 (1,5)	6,8 (1,7)	5,9 (1,3)

Anl. 3: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler und Gesamt in Wintergerste in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2007-2017												
H	DE	1,5	(0,6)	1,7	(0,7)	1,6	(0,6)	1,6	(0,6)	1,6	(0,6)	1,8	(0,6)	1,7	(0,6)	1,6	(0,6)	1,6	(0,6)	1,7	(0,7)	1,8	(0,7)	1,7	(0,6)
	N	1,4	(0,5)	1,6	(0,6)	1,5	(0,6)	1,5	(0,8)	1,4	(0,6)	1,7	(0,6)	1,5	(0,5)	1,5	(0,4)	1,5	(0,5)	1,6	(0,5)	1,6	(0,6)	1,5	(0,6)
	O	1,6	(0,7)	1,5	(0,5)	1,5	(0,6)	1,7	(0,5)	1,9	(0,7)	1,9	(0,6)	2	(0,5)	1,7	(0,6)	1,9	(0,7)	1,9	(0,8)	2,2	(0,7)	1,8	(0,7)
	S	1,9	(0,3)	1,8	(0,7)	1,5	(0,6)	1,7	(0,7)	1,7	(0,7)	1,6	(0,7)	1,6	(0,6)	1,7	(0,8)	1,7	(0,5)	2	(0,9)	1,7	(0,6)	1,7	(0,7)
	W	1,6	(0,6)	2	(0,9)	1,7	(0,6)	1,6	(0,5)	1,7	(0,6)	1,9	(0,6)	1,8	(0,6)	1,6	(0,4)	1,4	(0,5)	1,6	(0,5)	1,7	(0,7)	1,7	(0,6)
F	DE	1,1	(0,4)	1,3	(0,4)	1,3	(0,3)	1,3	(0,3)	1,4	(0,3)	1,4	(0,3)	1,4	(0,4)	1,5	(0,4)	1,5	(0,4)	1,6	(0,5)	1,7	(0,4)	1,4	(0,4)
	N	1,3	(0,3)	1,4	(0,3)	1,4	(0,3)	1,3	(0,2)	1,4	(0,3)	1,4	(0,3)	1,4	(0,4)	1,5	(0,4)	1,6	(0,4)	1,5	(0,5)	1,7	(0,4)	1,5	(0,4)
	O	0,8	(0,6)	1,2	(0,5)	1,2	(0,5)	1,4	(0,4)	1,2	(0,4)	1,4	(0,4)	1,3	(0,5)	1,3	(0,4)	1,3	(0,4)	1,2	(0,4)	1,3	(0,3)	1,3	(0,4)
	S	0,9	(0,2)	1,5	(0,2)	1,3	(0,3)	1,4	(0,3)	1,5	(0,3)	1,5	(0,3)	1,4	(0,5)	1,4	(0,4)	1,4	(0,4)	1,8	(0,5)	2	(0,3)	1,5	(0,4)
	W	1	(0,3)	1,3	(0,3)	1,3	(0,2)	1,2	(0,3)	1,4	(0,3)	1,3	(0,3)	1,4	(0,3)	1,6	(0,3)	1,6	(0,3)	1,6	(0,3)	1,7	(0,3)	1,4	(0,3)
I	DE	0,9	(0,7)	0,7	(0,6)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,4	(0,5)	0,6	(0,6)	0,4	(0,5)	0,3	(0,5)	0,6	(0,5)	0,6	(0,5)	0,5	(0,6)	0,5	(0,6)
	N	0,7	(0,7)	0,9	(0,6)	0,4	(0,5)	0,1	(0,2)	0,6	(0,8)	0,7	(0,5)	0,2	(0,5)	0,4	(0,6)	0,6	(0,6)	0,6	(0,5)	0,4	(0,4)	0,5	(0,6)
	O	0,7	(0,5)	0,6	(0,6)	0,2	(0,4)	0,4	(0,4)	0,3	(0,4)	0,5	(0,5)	0,6	(0,5)	0,3	(0,4)	0,6	(0,4)	0,9	(0,5)	0,8	(0,5)	0,5	(0,5)
	S	1,2	(0,6)	0,6	(0,6)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,4	(0,4)	0,4	(0,5)	0,2	(0,4)	0,5	(0,6)	0,4	(0,6)	0,5	(0,6)	0,4	(0,5)
	W	1,1	(0,7)	0,7	(0,7)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,3	(0,4)	0,8	(0,8)	0,4	(0,5)	0,4	(0,5)	0,6	(0,5)	0,6	(0,5)	0,5	(0,6)	0,5	(0,6)
W	DE	0,6	(0,4)	0,8	(0,4)	0,8	(0,4)	0,8	(0,4)	0,7	(0,4)	0,8	(0,4)	0,9	(0,4)	0,9	(0,4)	0,9	(0,4)	0,9	(0,3)	0,9	(0,3)	0,8	(0,4)
	N	0,8	(0,4)	1	(0,4)	1,1	(0,4)	0,9	(0,3)	0,8	(0,3)	0,9	(0,3)	1,1	(0,3)	1,1	(0,4)	1	(0,3)	0,9	(0,3)	1	(0,3)	1	(0,3)
	O	0,6	(0,2)	0,7	(0,3)	0,7	(0,3)	1	(0,3)	0,8	(0,2)	0,8	(0,3)	1	(0,3)	0,9	(0,3)	1,1	(0,4)	1,1	(0,3)	1,1	(0,3)	0,9	(0,3)
	S	0,2	(0,2)	0,4	(0,3)	0,3	(0,3)	0,4	(0,2)	0,4	(0,3)	0,6	(0,4)	0,6	(0,3)	0,6	(0,4)	0,5	(0,3)	0,6	(0,3)	0,7	(0,4)	0,5	(0,3)
	W	0,6	(0,4)	0,7	(0,3)	0,8	(0,4)	0,7	(0,5)	0,6	(0,4)	0,7	(0,4)	0,9	(0,4)	0,9	(0,4)	1	(0,3)	1	(0,3)	0,9	(0,3)	0,8	(0,4)
BI	DE	4,1	(1,2)	4,6	(1,4)	4	(1,1)	4	(1,0)	4,1	(1,0)	4,6	(1,3)	4,4	(1,1)	4,3	(1,0)	4,6	(1,1)	4,7	(1,2)	4,9	(1,2)	4,4	(1,2)
	N	4,2	(1,2)	5	(1,1)	4,4	(1,3)	3,9	(1,0)	4,2	(0,9)	4,8	(1,1)	4,1	(1,0)	4,5	(1,0)	4,8	(1,2)	4,6	(1,1)	4,8	(1,2)	4,5	(1,2)
	O	3,8	(1,3)	4	(1,4)	3,7	(1,1)	4,4	(1,1)	4,1	(1,1)	4,6	(1,1)	5	(1,1)	4,2	(0,8)	4,9	(1,1)	5	(1,4)	5,4	(1,2)	4,5	(1,3)
	S	4,2	(0,7)	4,3	(1,4)	3,4	(0,4)	3,8	(0,8)	3,9	(0,9)	4,2	(1,1)	4	(1,0)	3,9	(1,1)	4,2	(1,1)	4,7	(1,3)	4,8	(1,0)	4,1	(1,1)
	W	4,2	(1,2)	4,7	(1,4)	4,1	(1,1)	3,8	(1,1)	4,1	(1,0)	4,6	(1,7)	4,5	(1,2)	4,5	(1,0)	4,6	(1,0)	4,7	(1,0)	4,7	(1,1)	4,4	(1,2)

Anl. 4: Behandlungsindices für Herbizide, Fungizide, Insektizide, Wachstumsregler/Fungizide und Gesamt in Winterraps in den Vergleichsbetrieben in Deutschland (DE) und den Großregionen (N, O, S, W) in den Jahren 2007 bis 2017 (ohne Molluskizide, Rodentizide und Saatgutbehandlungen), Mittelwerte (Standardabweichungen)

Region		2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2007-2017	
H	DE	1,6	(0,5)	1,8	(0,6)	1,7	(0,5)	1,7	(0,6)	1,8	(0,6)	1,8	(0,6)	2	(0,7)	2,2	(0,8)	2,4	(0,9)	2,2	(0,8)	2,5	(0,9)	2	(0,8)
	N	1,5	(0,4)	1,7	(0,5)	1,6	(0,5)	1,5	(0,4)	1,8	(0,5)	1,8	(0,6)	1,8	(0,6)	2,3	(0,8)	2,3	(0,9)	2,3	(0,9)	2,3	(0,7)	1,9	(0,7)
	O	1,6	(0,4)	1,8	(0,6)	1,8	(0,6)	1,9	(0,6)	1,9	(0,8)	2	(0,8)	2,4	(0,7)	2,5	(0,9)	2,5	(1,0)	2,5	(0,9)	2,7	(0,9)	2,2	(0,8)
	S	1,8	(0,5)	2	(0,7)	2	(0,7)	1,3	(0,4)	1,4	(0,4)	1,6	(0,7)	1,8	(0,7)	1,7	(0,6)	2,1	(0,6)	1,9	(0,9)	2,2	(1,1)	1,8	(0,7)
	W	1,6	(0,7)	1,7	(0,7)	1,6	(0,4)	1,8	(0,8)	1,7	(0,6)	1,8	(0,5)	2	(0,7)	2,1	(0,7)	2,4	(0,9)	2	(0,5)	2,6	(0,8)	1,9	(0,7)
F	DE	0,5	(0,4)	0,8	(0,3)	0,9	(0,2)	0,9	(0,3)	0,9	(0,2)	0,9	(0,3)	0,9	(0,3)	0,9	(0,3)	0,9	(0,2)	0,9	(0,3)	0,9	(0,3)	0,9	(0,3)
	N	0,8	(0,3)	1	(0,1)	0,9	(0,2)	1	(0,0)	1	(0,1)	1	(0,2)	1	(0,1)	0,9	(0,1)	0,9	(0,1)	0,8	(0,3)	0,9	(0,3)	0,9	(0,2)
	O	0,3	(0,4)	0,7	(0,4)	0,9	(0,1)	0,9	(0,2)	0,8	(0,3)	0,9	(0,2)	0,9	(0,3)	1	(0,0)	0,9	(0,1)	1	(0,0)	1	(0,1)	0,8	(0,3)
	S	0,3	(0,5)	0,8	(0,4)	0,6	(0,5)	0,7	(0,4)	0,9	(0,2)	0,6	(0,4)	0,6	(0,4)	0,4	(0,4)	0,6	(0,4)	0,8	(0,4)	0,7	(0,5)	0,6	(0,4)
	W	0,4	(0,4)	0,7	(0,4)	0,8	(0,3)	0,9	(0,3)	0,8	(0,3)	1	(0,2)	1	(0,2)	1	(0,2)	1	(0,1)	0,9	(0,3)	0,8	(0,4)	0,9	(0,3)
I	DE	2,3	(1,1)	2,3	(0,9)	2,8	(0,9)	2,8	(0,9)	3,1	(1,0)	2,8	(1,0)	2,9	(1,1)	2,6	(1,0)	3,2	(1,3)	2,4	(1,4)	2,8	(1,2)	2,7	(1,1)
	N	2,4	(1,0)	2,4	(0,9)	2,8	(1,1)	3	(1,0)	3,6	(1,1)	2,7	(0,8)	2,8	(1,2)	2,8	(1,1)	3,4	(1,2)	3,2	(1,7)	3,1	(1,4)	2,9	(1,2)
	O	2,3	(1,2)	2,2	(0,9)	2,8	(0,8)	2,8	(0,8)	3	(0,7)	2,3	(0,9)	2,8	(1,0)	2,5	(1,1)	3,2	(1,2)	2,3	(1,1)	2,7	(0,7)	2,6	(1,0)
	S	2	(0,0)	2,4	(1,5)	2,6	(1,1)	2,7	(0,4)	3	(0,7)	2,6	(0,9)	2,7	(1,2)	2,4	(1,3)	2,8	(1,2)	2	(1,2)	2,5	(1,1)	2,6	(1,1)
	W	2,2	(1,1)	2,3	(0,9)	2,7	(0,8)	2,5	(0,9)	2,7	(0,9)	3,4	(1,2)	3,1	(1,2)	2,6	(0,8)	3,1	(1,4)	1,9	(1,1)	2,6	(1,1)	2,7	(1,1)
WF	DE	1	(0,5)	1,1	(0,5)	1,1	(0,4)	1	(0,4)	1	(0,4)	1,3	(0,6)	1,3	(0,5)	1,2	(0,4)	1,3	(0,5)	1,2	(0,5)	1,2	(0,5)	1,1	(0,5)
	N	1	(0,5)	1,1	(0,4)	1,2	(0,4)	1,1	(0,4)	1	(0,3)	1,3	(0,6)	1,3	(0,3)	1,3	(0,4)	1,3	(0,3)	1,2	(0,5)	1,2	(0,4)	1,2	(0,4)
	O	0,9	(0,4)	1,1	(0,6)	1	(0,5)	1	(0,5)	0,9	(0,4)	1,3	(0,6)	1,5	(0,6)	1,3	(0,6)	1,4	(0,5)	1,2	(0,5)	1,2	(0,6)	1,2	(0,5)
	S	0,3	(0,6)	1,1	(0,3)	0,8	(0,1)	0,8	(0,5)	0,9	(0,8)	1	(0,8)	1,2	(0,6)	0,9	(0,3)	1,1	(0,5)	1,2	(0,5)	0,9	(0,5)	1	(0,6)
	W	1,2	(0,5)	1	(0,5)	1	(0,3)	1	(0,3)	1	(0,3)	1,3	(0,4)	1,2	(0,4)	1,1	(0,3)	1,2	(0,4)	1,2	(0,4)	1,3	(0,5)	1,1	(0,4)
BI	DE	5,4	(1,7)	5,9	(1,4)	6,4	(1,3)	6,4	(1,4)	6,7	(1,5)	6,9	(1,6)	7	(1,6)	6,9	(1,7)	7,7	(1,7)	6,6	(2,1)	7,3	(1,8)	6,7	(1,7)
	N	5,7	(1,6)	6,2	(1,2)	6,5	(1,4)	6,7	(1,3)	7,4	(1,5)	6,8	(1,2)	6,8	(1,6)	7,3	(1,8)	8	(1,4)	7,4	(2,7)	7,4	(1,9)	6,9	(1,7)
	O	5	(1,8)	5,8	(1,3)	6,6	(1,1)	6,6	(1,3)	6,6	(1,1)	6,5	(1,4)	7,4	(1,3)	7,3	(1,3)	8	(1,4)	6,9	(1,3)	7,6	(1,0)	6,8	(1,5)
	S	4,4	(1,5)	6,3	(2,4)	6	(1,2)	5,5	(1,0)	6,2	(1,4)	5,8	(2,3)	6,3	(2,2)	5,4	(2,0)	6,5	(1,6)	5,8	(2,3)	6,3	(2,2)	6	(1,9)
	W	5,4	(2,0)	5,7	(1,6)	6,1	(1,3)	6,2	(1,6)	6,2	(1,5)	7,6	(1,6)	7,3	(1,6)	6,7	(1,3)	7,7	(2,0)	5,9	(1,6)	7,3	(1,9)	6,6	(1,8)

Anl. 5: Kriterien zur Bewertung des notwendigen Maßes

Bewertung der Pflanzenschutzmittelanwendungen:

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

Anl. 6: Betriebsdatenblatt (Beispiel)

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

Anl. 7: Schlagkartei Wintergerste (Beispiel)

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

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

Seit 2008 werden sie unter neuem Namen weitergeführt:

„Berichte aus dem Julius Kühn-Institut“

- Heft 183, 2016 Pflanzen für die Bioökonomie – Welche Herausforderungen ergeben sich für die Qualität nachwachsender Rohstoffe? 50. Vortragstagung - Abstracts - , 94 S.
- Heft 184, 2016 23rd International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for the cold climates. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Peder Lombnæs, Ewald Schnug. Son (Norway), September 8-10, 2015, 30 S.
- Heft 185, 2016 24th International Symposium of the International Scientific Centre of Fertilizers Plant nutrition and fertilizer issues for specialty crops. Bearbeitet von/ Compiled by Silvia Haneklaus, Eduardo Rosa, Ewald Schnug. Coimbra (Portugal), September 6-8, 2016, 65 S.
- Heft 186, 2016 9th Young Scientists Meeting 2016, 9th - 11th November in Quedlinburg – Abstracts –, 2016, 59 S.
- Heft 187, 2017 Handlungsempfehlung zur Anwendung von Glyphosat im Ackerbau und der Grünlandbewirtschaftung der Bund-Länder-Expertengruppe. 11 S.
- Heft 188, 2017 2. Symposium Zierpflanzenzüchtung 13./14. März 2017 in Quedlinburg – Abstracts –, 2017, 48 S.
- Heft 189, 2017 Bericht über Erkenntnisse wissenschaftlicher Untersuchungen über mögliche direkte und indirekte Einflüsse des Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft. Bearbeitet von/ Compiled by Bernd Freier, Sandra Krengel, Christine Kula, Stefan Kühne, Hella Kehlenbeck, 2017, 72 S.
- Heft 190, 2017 Schlussbericht zum Vorhaben Thema des Verbundprojektes: Untersuchung zur Epidemiologie bodenbürtiger Viren in Triticale mit dem Ziel der Entwicklung von virusresistenten Sorten mit hohen Biomasseerträgen für die Biogas- und Ethanolgewinnung. Ute Kastirr, Angelika Ziegler, 2017, 50 S.
- Heft 191, 2017 25th International Symposium of the Scientific Centre for Fertilizers “Significance of Sulfur in High-Input Cropping Systems” Groningen (Netherlands), September 5-8, 2017. Bearbeitet von/ Compiled by: Luit J. De Kok, Silvia Haneklaus, Ewald Schnug, 2017, 58 S.
- Heft 192, 2017 9th Young Scientists Meeting 2017, 6th – 7th November in Siebeldingen - Abstracts -, 2017, 80 S.
- Heft 193, 2018 Sekundäre Pflanzenstoffe – Rohstoffe, Verarbeitung und biologische Wirksamkeiten, 52. Vortragstagung, 2018, 65 S.
- Heft 194, 2018 Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz, Zwei-Jahresbericht 2015 und 2016, Analyse der Ergebnisse der Jahre 2007 bis 2016. Bearbeitet von/ Compiled by: Silke Dachbrodt-Saaydeh, Jörg Sellmann, Jörn Strassemeyer, Jürgen Schwarz, Bettina Klocke, Sandra Krengel, Hella Kehlenbeck, 2018.
- Heft 195, 2018 Abschätzung der Habitatwirkung veränderter Produktionsverfahren auf Indikatorvogelarten der Ackerbaugebiete im Forschungsvorhaben „Maisanbau für hohen Ertrag und biologische Vielfalt“ am Beispiel der Feldlerche (*Alauda arvensis*). Jörg Hoffmann, Udo Wittchen, 2018, 48 S.
- Heft 196, 2018 SPISE 7, 7th European Workshop on Standardized Procedure for the Inspection of Sprayers in Europe Athens, Greece, September 26-28, 2018. Bearbeitet von/ Compiled by: Paolo Balsari, Hans-Joachim Wehmann, 2018, 302 S.
- Heft 197, 2018 Schlussbericht zum Vorhaben Vorkommen und Schädigung des *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV) in Winterweizen. Dr. Ute Kastirr, Dr. Angelika Ziegler, 2018, 34 S.
- Heft 198, 2018 Schlussbericht zum Vorhaben Monitoring zum Vorkommen bodenbürtiger Viren in Weizen, Triticale und Roggen in den wichtigsten Getreideanbaugebieten Deutschlands. Dr. Ute Kastirr, Dr. Angelika Ziegler, Dr. Annette Niehl, 2018, 58 S.
- Heft 199, 2018 NEPTUN-Gemüsebau 2017. Dietmar Roßberg, Martin Hommes, 2018, 42 S.
- Heft 200, 2018 11th Young Scientists Meeting 2018, 14th – 16th November in Braunschweig, - Abstracts -, 86 S.
- Heft 201, 2018 Schlussbericht zum Vorhaben Untersuchung von Interaktionen zwischen bodenbürtigen Zuckerrübenviren und deren Auswirkung auf die Rizomania. Dr. Ute Kastirr, Dr. Katja Richert-Pöggeler, 2018, 52 S.
- Heft 202, 2018 Trial Report – Closed Transfer Systems (CTS). Matthias Kemmerling, Jens Karl Wegener, Dirk Rautmann, Jan-Philip Pohl, Eckhard Immenroth, Dieter von Hörsten, 2018, 52 S.
- Heft 203, 2018 Statusbericht Biologischer Pflanzenschutz 2018. Eckhard Koch, Annette Herz, Regina G. Kleespies, Annegret Schmitt, Dietrich Stephan, Johannes A. Jehle, 2018, 126 S.
- Heft 204, 2019 2nd International Plant Spectroscopy Conference (IPSC) 2019. Hartwig Schulz, Catharina Blank, Christoph Böttcher, Benjamin Fürstenau, Andrea Krähmer, Torsten Meiners, David Riewe (Eds.), 137 S.
- Heft 205, 2019 Auswertung der Anzahl Resistenzklassen von Wirkstoffen für Pflanzenschutzmittelanwendungen - Evaluation of the number of resistance classes of active ingredients for crop protection applications. Frank Jeske, 45 S.
- Heft 206, 2019 12th Young Scientists Meeting 2019, 6th – 8th November in Kleinmachnow - Abstracts -, 2019, 56 S.
- Heft 207, 2019 Witterung und Ertrag, 2019, 50 S.
- Heft 208, 2020 Report on the legal framework governing the use of nutrient rich side streams (NRSS) as biobased fertilisers (BBFs) EU legislation, 2020, 52 S.
- Heft 209, 2020 „Indikatoren zur Früherkennung von Nitratfrachten im Ackerbau“ – Studie „Messprogramme der Bundesländer und angrenzender EU-Staaten (NL, DK) zum Abgleich des Frühindikatorensystems“. Burkhard Stever-Schoo, Anne Ostermann, Oliver Stock, Martin Kücke, Jörg-Michael Greef, 166 S.

