

Jürgen Schwarz, Til Feike, Bernd Freier, Marga Jahn, Hella Kehlenbeck, Bettina Klocke, Stefan Kühne, Bernhard Pallutt, Jovanka Saltzmann, Christina Wagner, Udo Wittchen

## 20 Jahre Dauerfeldversuche am Standort Dahnsdorf des Julius Kühn-Instituts

20 years of long-term field trials at the JKI research field in Dahnsdorf

### Vorwort

Das Versuchsfeld Dahnsdorf des Julius Kühn-Institutes befindet sich im Landkreis Potsdam-Mittelmark im Bundesland Brandenburg. Vor 20 Jahren, im Herbst 1995, begann dort der Versuchsbetrieb der damaligen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, dem heutigen Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen.

Seitdem werden in Dahnsdorf Feldversuche zu verschiedenen Strategien eines umweltverträglichen Pflanzenbaus und Pflanzenschutzes durchgeführt. Die Versuche und deren Ergebnisse sind ein zentraler Baustein bei der Wahrnehmung der Forschungs-, Beratungs- und Prüfaufgaben des JKI.

Im Zentrum der Versuche in Dahnsdorf stehen Langzeit- und Dauerfeldversuche zu integrierten und umweltverträglichen Pflanzenschutzstrategien. Die Versuchsfragen spiegeln Fragestellungen aus der aktuellen Politikberatung wider und berücksichtigen auch zukünftig zu erwartende gesellschaftlich relevante Fragen. So spielen das Ausloten der Möglichkeiten und Grenzen reduzierter Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln oder die Bestimmung des notwendigen Maßes im Pflanzenschutz seit dem Beginn der Versuche eine ebenso wichtige Rolle, wie die Untersuchung alternativer, nicht-chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen. Da sich wesentliche Ergebnisse zu diesen Fragen erst nach einer Vielzahl von Jahren zeigen, sind die Dauerversuche über einen langen Zeitraum fachlich geboten und von unschätzbarem Wert.

Regelmäßig findet auf dem Versuchsfeld ein intensiver wissenschaftlicher Austausch der beteiligten Fachwissenschaftlerinnen und Fachwissenschaftler mit Besucher-

gruppen aus Wissenschaft und Praxis statt. Beim jährlichen Feldversuchstag versammeln sich zudem interessierte Landwirte, Berater, Studierende der Agrarwissenschaften aber auch die interessierte Öffentlichkeit und besichtigen und diskutieren die Versuche. Ein so anspruchsvolles und umfassendes Versuchsprogramm ist nicht ohne die Arbeit der technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Versuchsfeldes und des Institutes machbar. Ohne ihre Leistungen wären die nachfolgend dargestellten Ergebnisse nicht zustande gekommen. Daher sei ihnen an dieser Stelle für die geleistete Arbeit besonders gedankt.

Die Versuche zu den alternativen Anbau- und Pflanzenschutzstrategien werden mit interdisziplinären Ansätzen möglichst ganzheitlich ausgewertet: neben der Schadorganismenspezifischen Bewertung (Besatz mit Unkräutern, Befall mit Pathogenen oder Schaderregern) werden auch agronomische Faktoren (Kornertrag und -qualität, Biomasseentwicklung), ökonomische Aspekte (Deckungsbeitrag, pflanzenschutzkostenfreie Leistung) und auch ökologische Wirkungen (z.B. Risikopotenzial von Pflanzenschutzmitteln, Energiebedarf und Treibhausgasemissionen) bewertet.

Ergebnisse aus den verschiedenen Auswertungsbereichen und Besonderheiten der Versuche werden in diesem Beitrag vorgestellt. Dabei werden vor allem auch die langfristigen Tendenzen aus den Beobachtungen über die zwei Jahrzehnte Dauerfeldversuchsbetrieb in Dahnsdorf herausgearbeitet.

In den kommenden Jahren werden Landwirtschaft und Forschung vor den großen Herausforderungen eines steigenden Bedarfs an Nahrungsmitteln, der Umsetzung der Bioökonomie-Strategie und der Erreichung der Ziele

### Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow

### Kontaktanschrift

Dr. Jürgen Schwarz, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: juergen.schwarz@jki.bund.de

### Zur Veröffentlichung angenommen

26. Oktober 2015

des nationalen Aktionsplans für die nachhaltige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln stehen. Die Vereinbarkeit einer wirtschaftlichen Pflanzenproduktion mit einem hohen Output an Nahrungs- und Futtermitteln, sowie nachwachsenden Rohstoffen bei gleichzeitiger Minimierung unerwünschter bzw. nachteiliger Umweltwirkungen erfordert die Weiterentwicklung innovativer und nachhaltiger Anbaustrategien. Dazu werden die Langzeitfeldversuche in Dahnsdorf einen wichtigen Beitrag leisten.

### Allgemeine Beschreibung des Versuchsfeldes Dahnsdorf

Das Versuchsfeld in Dahnsdorf wurde im Jahr 1995 für den Versuchsbetrieb der damaligen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (heute Julius Kühn-Institut) eingerichtet. Dahnsdorf liegt im Hohen Fläming, ca. sechzig Kilometer von Kleinmachnow entfernt. Das Versuchsfeld hat eine Größe von 38 ha. Der stark sandige Lehmboden weist einen mittleren Gehalt von 58% Sand, 37% Schluff und 4,6% Ton auf. Die organische Substanz liegt bei 1,4% und der pH-Wert des Bodens bei 5,8. Mit einer durchschnittlichen Bodenzahl von 48 ist eine mittlere Bodengüte vorhanden (PALLUTT et al., 2010; SCHWARZ et al., 2012a).

Das Versuchsfeld liegt 77 bis 85 m über NN, ist leicht gewellt und generell nach Osten geneigt. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 598 mm, die mittlere Jahrestemperatur 9,4°C (1997 – 2014 eigene Messungen). Der Standort kann für etwa ein Drittel der Ackerfläche der neuen Bundesländer als repräsentativ gelten (PALLUTT et al., 2010).

Auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf werden Dauerfeldversuche und Versuchsserien durchgeführt. Nachfolgend werden die Dauerversuche kurz vorgestellt:

1. Der „Strategievergleich umweltschonender Pflanzenschutz“ (BS1) wurde 1995 angelegt. In den Jahren 1995 bis 2007 (Phase 1) wurden dabei zwei Fruchtfolgen (getreidebetonte Marktfrucht und Futterbau) mit jeweils den Pflanzenschutzstrategien „Situationsbezogene Dosierung“ und „50% von situationsbezogener Dosierung“ untersucht (PALLUTT et al., 2010). Im Herbst 2007 (Phase 2) wurde dieser Versuch neu ausgerichtet. Die Fruchtfolge wurde vereinheitlicht, die Bodenbearbeitung in den Stufen „pflügen“ und „pfluglos“ als Faktor aufgenommen. Aus der Pflanzenschutzstrategie „situationsbezogene Dosierung“ wurde die „Gute fachliche Praxis (GfP)“, aus der „50% von situationsbezogener Dosierung“ der „Integrierte Pflanzenschutz (IPS)“ (SCHWARZ und PALLUTT, 2014). Der Unterschied in der Pflanzenschutzmittelintensität der Strategien ist allerdings deutlich geringer. Im Mittel der Jahre war der Behandlungsindex der Strategie IPS im Vergleich zu GfP ca. 20% geringer. Aufgrund der Änderungen beim Pflanzenschutzrecht wurden die Strategien zum Erntejahr 2014 (Phase 3) in die „Allgemeinen Grundsätze des Integrierten Pflanzen-

schutzes“ (GfP) und in die „Sektor- und Kulturartenspezifischen Leitlinien“ (IPS) modifiziert. Hier werden z.B. über krankheitsresistente Sorten (in IPS), neue Aspekte des Pflanzenschutzes einbezogen.

2. Untersuchungen zum Ökologischen Landbau wurden ebenfalls 1995 etabliert. Hier wurden z.B. Pflanzenstärkungsmittel für den Ökologischen Landbau erprobt (JAHN und PALLUTT, 2004). Im Rahmen der sechsgliedrigen Fruchtfolge werden weitere Untersuchungen durchgeführt, näheres weiter unten im Text.
3. Der Versuch „Strategien zur Minderung der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel“ (BS4) wurde 2002 angelegt (PALLUTT et al., 2006). Im Vordergrund der Betrachtung stehen die Möglichkeiten und Grenzen der Reduktion von Pflanzenschutzmitteln. Die vier getesteten Varianten des Pflanzenschutzes sind: (1) nicht chemisch-synthetisch (2) Gute fachliche Praxis (3) Reduktion des notwendigen Maßes der Variante 2 um 25% und (4) Reduktion des notwendigen Maßes der Variante 2 um 50% (SCHWARZ et al., 2010a). Damit Angaben zum notwendigen Maß der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auch in anderen Regionen getroffen werden können, wurde dieser Versuch an zwei weiteren Standorten in Freising (Bayern) und Oldenburg (Niedersachsen) angelegt (SCHWARZ et al., 2010b).
4. Im Rahmen der „Folgenabschätzung“ werden die Wechselwirkungen von Düngung, Pflanzenschutz und Fruchtfolge erforscht (Folge 1 und 2). Seit 1998 wird der Daueranbau von Winterroggen mit einer Fruchtfolge mit einem Drittel Leguminosen in den Varianten „ohne Düngung, ohne Pflanzenschutz“, „ohne Düngung, mit Pflanzenschutz“, „mit Düngung, ohne Pflanzenschutz“ und „mit Düngung, mit Pflanzenschutz“ verglichen (SCHWARZ et al., 2012b).

Ausführlichere Versuchsbeschreibungen finden sich in den erwähnten Literaturquellen.

Tab. 1 gibt einen Überblick über ausgewählte Besonderheiten der Versuchsjahre.

### Herbologische Aspekte

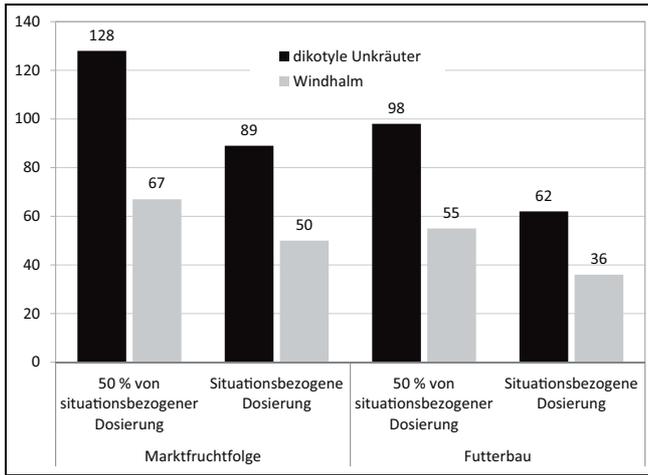
Die Thematik der Unkräuter erfordert im Besonderen Dauerfeldversuche, da Unkräuter, anders als die meisten Pilze oder Insekten (Ausnahme sind bodenbürtige Schaderreger), an den Standort gebunden sind. Vor Versuchsbeginn wurden auf dem 38 ha großen Versuchsfeld insgesamt 31 Unkrautarten beschrieben (JÜTTERSONKE, 1995). Auf den Flächen des Versuchs „Strategievergleich umweltschonender Pflanzenschutz“ (BS1) fanden sich am Anfang der Versuchstätigkeit 20 unterschiedliche Unkrautarten (PALLUTT, 2002). Die Hauptunkrautarten bei Versuchsbeginn waren Ackerstiefmütterchen (*Viola arvensis*), Ehrenpreisarten (*Veronica* spp.), Vogelmiere (*Stellaria media*), Kamillearten (*Matricaria* spp.), Taubnesselarten (*Lamium* spp.) und Windhalm (*Apera spica-venti*).

**Tab. 1. Ausgewählte Besonderheiten der 20 Versuchsjahre***Specific features for the 20 years of the field-trial*

Versuchsjahr	Erntejahr	Besonderheiten
<b>Phase 1</b>		
„Strategievergleich – umweltverträglicher Pflanzenschutz“ mit den Strategien „Situationsbezogen“ und „50% von situationsbezogen“ (1. Rotation)		
1	1996	Übergangsjahr, Anlagejahr Herbst 1995
2	1997	Trockenheit – Krankheitsauftreten relativ gering
3	1998	Fusarium – Befallsjahr in Winterweizen// später Braunrostbefall in Winterroggen
4	1999	Jahr mit relativ geringem Krankheitsauftreten
5	2000	Trockenjahr
6	2001	Krankheitsauftreten insgesamt relativ gering
„Strategievergleich – umweltverträglicher Pflanzenschutz“ mit den Strategien „Situationsbezogen“ und „50% von situationsbezogen“ (2. Rotation)		
7	2002	hoher Befall Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) in Wintergerste (21,3% befallene Pflanzen)
8	2003	extremes Trockenjahr//Getreidelaufkäferbefall beginnend ab Herbst 2003
9	2004	„Hohertragsjahr“ nur aufgrund der Witterung
10	2005	Erstaufreten der Ramularia-Sprenkelkrankheit in Wintergerste (Sorte Naomi)//hoher Braunrostbefall in Winterroggen
11	2006	Krankheitsauftreten relativ gering
12	2007	hoher Braunrostbefall in Winterroggen mittlerer Septoria-Blattdürrebefall in Winterweizen
<b>Phase 2</b>		
Neuausrichtung des Versuches als Vergleich der Pflanzenschutzstrategien „Gute fachliche Praxis“ (GfP) und „Integrierter Pflanzenschutz“ (IPS)		
13	2008	Eingliederung von Triticale in die Fruchtfolge anstelle von Wintergerste
14	2009	nesterartiger, auf eine Wiederholung beschränkter, Befall mit Gelbrost in Triticale Sorte Grenado
15	2010	mittlerer Befall mit Septoria-Arten in Winterweizen flächendeckender Gelbrostbefall in Wintertriticale
16	2011	ausgeprägte Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit von Februar bis Mai
17	2012	hoher Braunrostbefall in Winterroggen
18	2013	hoher Befall in Winterweizen mit Septoria-Blattdürre Hagelschlag am 03.08.2013 vor der Getreideernte
<b>Phase 3</b>		
Vergleich der Pflanzenschutzstrategien „Allgemeine Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes“ und „Leitlinien des Integrierten Pflanzenschutzes“		
19	2014	Gelbrostepidemie in Triticale Sorte KWS Aveo und Winterweizen Sorte JB Asano
20	2015	Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV) in Wintergerste starker Gelbrostbefall in Wintertriticale und Winterweizen starker Braunrostbefall in Winterroggen

Die Entwicklung der Verunkrautung eines Standorts kann nur durch Dauerfeldversuche gesichert beschrieben werden. Im Versuch „Strategievergleich umweltschonender Pflanzenschutz“ (BS1) wäre nach der ersten Rotation – immerhin 6 Jahren – die Pflanzenschutzstrategie „50% von situationsbezogener Dosierung“ aufgrund der Mehrerträge empfohlen worden. Erst durch den steigenden Unkrautdruck konnte in der zweiten Rotation dargestellt werden, dass diese Variante an ihre Grenzen stößt und geringere Erträge hervorbringt (PALLUTT et al., 2010).

Durch die unterschiedlichen Fruchtfolgen wurde dargestellt, dass die getreidebetonte Marktfruchtfolge im Vergleich zur futterbaubetonten Fruchtfolge ab der zweiten Rotation (2002 – 2007) stärker verunkrautet (SCHWARZ und MOLL, 2010), siehe Abb. 1. Betrachtet man die Entwicklung einzelner Unkrautarten in Dahnsdorf, z.B. die Kornblume (*Centaurea cyanus*), so zeigt sich, dass erst nach einigen Jahren Versuchsdauer ein deutlicher Anstieg zu beobachten ist. Dies gilt besonders für getreidebetonte Fruchtfolgen, da die Kornblume hier bessere Wachstumsbedingungen vorfindet.



**Abb. 1.** Mittelwerte des Unkrautauflaufs (Anzahl je m<sup>2</sup>) gezählt vor der Herbizidbehandlung der zweiten Rotation (2002 – 2007) in den mit Herbiziden behandelten Varianten, dargestellt nach Pflanzenschutzstrategie und Fruchtfolge  
 Average of weed species (numbers per m<sup>2</sup>) counted before herbicide treatment in the second crop rotation (2002 – 2007), variants treated with herbicides, shown for plant protection strategy and crop rotation.

Der Fruchtfolgeeffekt (getreidebetonte Marktfrucht und Futterbau), hinsichtlich des Auflaufs der Unkräuter, hielt auch nach der Neuausrichtung des Versuches, mit der vereinheitlichten Fruchtfolge (seit dem Jahr 2007) weiterhin an (SCHWARZ et al., 2012a).

Auch die Art der Bodenbearbeitung hatte nach ca. vier bis fünf Jahren einen großen Einfluss auf die Verunkrautung. Die pfluglosen Varianten zeigten tendenziell einen stärkeren Unkrautauflauf. Bei verminderten Herbizid-

aufwandmengen (IPS) wurde dieser Effekt über die Jahre noch verstärkt (SCHWARZ und PALLUTT, 2014).

Betrachtet man die Langzeitwirkungen von Fruchtfolge und Düngung in dem Versuch „Folgenabschätzung“ (Folge 1 und 2), so förderte der Verzicht auf Pflanzenschutzmittel (Herbizide) über die Zeit die Auflaufzahlen der Unkräuter. Stellt man die mittleren Auflaufzahlen über 14 Jahre in Beziehung, so fanden sich im Fruchtwechsel ohne Herbizide bei den dikotylen Unkräutern Auflaufzahlen von über 200 Pflanzen/m<sup>2</sup>. Bei den Varianten mit Herbiziden lagen diese dagegen bei ca. 90 Pflanzen/m<sup>2</sup> (SCHWARZ et al., 2012b). Im Daueranbau des Winterroggens fanden sich ähnliche Gegebenheiten, allerdings bei insgesamt etwas geringeren Auflaufzahlen der dikotylen Unkräuter. Eine Besonderheit konnte ab dem fünften Versuchsjahr im Daueranbau des Roggens beobachtet werden. In der Variante „ohne Düngung, ohne Pflanzenschutz“ trat verstärkt Wicke (*Vicia* spp.) auf. Dies begründete sich durch fehlenden Stickstoff, da keine Düngung stattfand und keine Leguminosen im Anbau waren.

**Phytopathologische Aspekte**

Das Auftreten pilzlicher Krankheiten wird stark von der Witterung, dem Befallsdruck, der Sortenresistenz und dem örtlichen Pathotypenspektrum beeinflusst und führte am Standort Dahnsdorf in den letzten 20 Jahren zu erheblichen Unterschieden in der jährlichen Befallsstärke, im Krankheitsverlauf und damit in der Fungizid-anwendung (JAHN et al., 2010a, JAHN et al., 2010b, KLOCKE et al., 2014a, KLOCKE et al., 2014b). Tab. 2, 3 und 4 zeigen die Befallsstärke der Jahre 1996 bis 2015 für die Getreide-

**Tab. 2.** Befallsstärke [%] auf der Blattetage F-1 (BBCH 65–75) in der unbehandelten Kontrolle in Phase 1  
 Disease severity [%] on the penultimate leaf (BBCH 65–75) in the untreated control in Phase 1

Jahr	Ernte-jahr	Winterweizen					Winterroggen			Wintergerste		
		MT	SEP	SPEL	BR <sup>1</sup>	BI	RHY	BR <sup>2</sup>	BI	NET	ZR	BI
1	1996	4,9	–	3,8	0,0		11,8	0,0		15,8	0	
2	1997	2,3	–	–	0	1	19,9	19,5	1,3	5,4	0	0,75
3	1998	2,2	2,2	–	2,2	0,5	5,5	43,2	2,5	0,5	3,8	1,5
4	1999	0	–	5,0	0	1	22,1	8,5	1	3,9	8,0	1
5	2000	0,8	0,1	–	0	0	6,8	53,9	1	9,9	9,3	1
6	2001	0	1,5	–	1,2	1	14,0	33,6	2,3	18,8	1,3	0,85
7	2002		3,4	25,3	0	2,4	25,0	49,5	1,7	44,4	0	1,6
8	2003		0	0	0	0	0,2	5,2	0,8	21,6	0	0,9
9	2004		3,1	0	0	0,7	15,1	2,5	1	30,3	0	1,4
10	2005		8,3	0	0	1,5	25,0	70,0	1	1,2	0	0,7
11	2006		2,5	0	0	1	17,1	13,6	0,9	2,1	0	1
12	2007		19,0	0	9,9	0,9	50,5	39,3	1,8	0,6	2,8	1

MT = Mehltau (*Blumeria graminis*), SEP = Septoria-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*), SPEL = Spelzenbräune (*Phaeosphaeria nodorum*), BR<sup>1</sup> = Braunrost (*Puccinia triticina*), RHY = *Rhynchosporium secalis*, BR<sup>2</sup> = Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *secalis*), NET = Netzflecken (*Pyrenophora teres*), ZR = Zwergrost (*Puccinia recondita* f. sp. *hordei*); BI = Behandlungsindex Fungizid

arten Wintergerste, Winterroggen, Winterweizen und Triticale in den drei Phasen des Dauerfeldversuches „Vergleich von Pflanzenschutzstrategien“ (detaillierte Beschreibung „Allgemeine Beschreibung des Versuchsfeldes Dahnsdorf“), der für die Betrachtung des Befallsgeschehens und der Fungizidbehandlungen hier im Fokus steht. In die Auswertung wurden 19 der 20 Jahre (1997 bis 2015) einbezogen, da das erste Versuchsjahr (1996) als Übergangsjahr gewertet wird und noch Korrekturen in der Versuchsanlage erfolgten (Kulturen, Varianten und Sorten).

#### Winterweizen

Im Winterweizen wurde in **Phase 1** (1997 – 2007) die Sorte Pegassos angebaut, die mit ihrer guten bis mäßigen Resistenz gegenüber den wichtigsten Blatt- und Ährenpathogenen nur eine geringe Krankheitsentwicklung zeigte (JAHN et al., 2010a). Die am Standort wichtigste Krankheit *Septoria*-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*) trat in den Jahren in den unbehandelten Kontrollen mit nur geringen bis mäßigen Befallsstärken von 0 bis 19% auf (Tab. 2). Die einerseits nach Überschreitung der Bekämpfungsschwelle und andererseits stadienbezogen (immer zu BBCH 37) durchgeführten Fungizidapplikationen führten tendenziell in allen Jahren zur Abnahme des Befalls in der situationsbezogenen (100%) bzw. 50% Variante.

Mehrerträge gegenüber der unbehandelten Kontrolle wurden in allen Jahren erzielt, diese waren aber in nur fünf Jahren signifikant. Die guten Resistenzeigenschaften der Sorte Pegassos führten in Phase 1 zu einem geringen Behandlungsindex von nur 0,8.

Im Jahr 2008 erfolgte mit Beginn der **Phase 2** (2008 – 2013) die Umstellung des Versuches „Strategievergleich – umweltschonender Pflanzenschutz“ zu „Vergleich der Strategien Gute fachliche Praxis und Integrierter Pflanzenschutz“. Zunächst wurde die mäßig anfällige Sorte Brilliant (2008 – 2010) und darauffolgend die damals mäßig anfällige und mittlerweile hochanfällige Sorte JB

Asano angebaut. Im Gegensatz zur Sorte Pegassos, zeigten diese beiden Sorten in den unbehandelten Kontrollen hohe Befallsstärken mit *Septoria*-Blattdürre bis zu 62% im Jahr 2013 (Tab. 3), was auf die mäßige Anfälligkeit mit Resistenznoten von 5 (Brilliant, BUNDESSORTENAMT, 2010) bzw. 6 (BUNDESSORTENAMT, 2013) zurückzuführen ist. Fungizidbehandlungen zeigten deutliche Wirkungen in Jahren mit hohem Befall mit Wirkungsgraden von 48–85%. Die hohe Anfälligkeit der Sorten zeigte sich auch beim Behandlungsindex, der im Mittel in der GFP Variante 1,6 und der IPS Variante 1,4 betrug.

Zu Beginn der **Phase 3** (laufend seit 2014) erfolgte eine inhaltliche Anpassung im Versuch durch den für integrierte Pflanzenschutzverfahren wichtigen Baustein Sortenresistenz. Zur weiteren Untersetzung der zu vergleichenden Pflanzenschutzstrategien wurden die Sorten JB Asano und Julius angebaut, die unterschiedliche Resistenzprägungen gegenüber pilzlichen Pflanzenkrankheiten aufweisen.

Während *Septoria*-Blattdürre in den 18 Jahren bis 2013 die Hauptkrankheit am Standort Dahnsdorf darstellte, war es in den Jahren 2014 und 2015 der Gelbrost (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*). Eine regelrechte Gelbrostkalamität zeigte sich in den Jahren 2014 und 2015 in weiten Bereichen Nordwesteuropas (wheatrust.org) bedingt durch den milden Winter, der ein Überdauern der Gelbrostsporen ermöglichte und den optimalen Witterungsbedingungen im Frühjahr. Ertragsausfälle konnten in Deutschland nur durch die mehrmalige Anwendung von Fungiziden bzw. den Anbau resistenter Sorten verhindert werden. Virulenzanalysen belegen, dass die aggressive Warrior-Rasse, benannt nach der Sorte auf der sie entdeckt wurde, einen hohen Anteil an der aktuellen Gelbrostpopulation ausmacht und einen Großteil der Weizensorten befallen kann (FLATH et al., 2015). Diese Rasse zeichnet sich dadurch aus, dass sie sich schneller entwickelt, höhere Sporenmengen produziert und wahrscheinlich an höhere Temperaturen angepasst ist als andere Gelbrostrassen (HOVMØLLER et al., 2015).

**Tab. 3. Befallsstärke [%] auf der Blattoberfläche F-1 (BBCH 65–75) in der unbehandelten Kontrolle in Phase 2**  
Disease severity [%] on the penultimate leaf (BBCH 65–75) in the untreated control in Phase 2

Jahr	Erntejahr	Winterweizen				Winterroggen				Wintertriticale			
		SEP		BI		BR		BI		GR		BI	
		GFP	IPS	GFP	IPS	GFP	IPS	GFP	IPS	GFP	IPS	GFP	IPS
13	2008	2	1,2	2,1	1,1	55,8	57,9	1,5	1,8	0	0	0	0
14	2009	6,9	10,1	2,4	2,8	35,5	30,2	1,4	1,1	0,2	0,3	0,8	0,8
15	2010	19,8	19,5	1	0,8	20,8	16,3	1,2	0,8	2,5	2,1	0,8	0,8
16	2011	0	1,3	0,8	0,7	14,8	5,9	0,8	1,4	0,3	0,2	0,8	0,8
17	2012	1,7	6,1	1,6	1,1	49,2	51,1	2,4	1,9	0,8	0,5	0,8	0,8
18	2013	61,6	59,6	1,9	0,8	14,8	20,6	1,6	0,8	1,4	1,3	0,8	1,3

SEP = *Septoria*-Blattdürre (*Zymoseptoria tritici*), BR = Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *secalis*), GR = Gelbrost (*Puccinia striiformis*), BI = Behandlungsindex Fungizid

**Tab. 4. Befallsstärke [%] auf der Blatttete F-1 (BBCH 65–75) in der unbehandelten Kontrolle in Phase 3**  
Disease severity [%] on the penultimate leaf (BBCH 65–75) in the untreated control in Phase 3

Jahr	Ernte-jahr	Winterweizen				Winterroggen				Wintergerste		Wintertriticale	
		GR		BI		BR		BI		NET	BI	GR	BI
		GFP	IPS	GFP	IPS	GFP	IPS	GFP	IPS	GFP Antonella		IPS KWS	Aveo
		JB Asano	Julius	JB Asano	Julius	Palazzo	Brasetto	Palazzo	Brasetto				
19	2014	100	0	2,6	0,8	12,6	17,1	2,4	2,2	0	1	51,4	1,8
20	2015	48,5	0,3	2	0	80	71,7	1,5	1,2	0	1,3	52,8	1,6

BR = Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *secalis*), NET = Netzflecken (*Pyrenophora teres*), GR = Gelbrost (*Puccinia striiformis*), BI = Behandlungsindex Fungizid

Die im Jahr 2014 in **Phase 3** zusätzlich zur Sorte JB Asano (GfP) angebaute Sorte Julius (IPS) weist eine noch gut wirksame Gelbrostresistenz auf, so dass in Dahnsdorf kein Befall auftrat (Tab. 4). Die Sorte JB Asano hingegen erwies sich mit Befallsstärken auf dem Fahnenblatt-1 zu BBCH 75 von 100% (2014) bzw. 49% (2015) als hochanfällig, was jeweils zwei Fungizidbehandlungen zur Folge hatte und zu einem Mehrertrag von 71% (2014) und 32% (2015) in den fungizidbehandelten Varianten führte. In der Sorte Julius erfolgte 2014 eine Fungizidanwendung gegen *Septoria*-Blattdürre, 2015 war keine Fungizidanwendung erforderlich. Der mittlere Behandlungsindex der Sorten in den Jahren 2014 und 2015 lag bei 0,4 (Julius) und 2,3 (JB Asano).

Ob sich der Gelbrost am Standort über weitere Jahre etablieren kann oder nur alle paar Jahre epidemieartig in Erscheinung tritt, werden die kommenden Jahre zeigen. Es wurde aber deutlich, welches Potential eine resistente Sorte (Julius) in Jahren mit hohem Infektionsdruck bietet. Hier spielt aber auch die Dauerhaftigkeit der Resistenz eine große Rolle. Die angebauten Sorten weisen meist rassenspezifische Resistenzen auf, die vom Pathogen innerhalb weniger Jahre überwunden werden können. Dies wird durch einen hohen Anbauumfang gefördert, da dieser den Selektionsdruck auf das Pathogen erhöht. Als Beispiel können die Sorten JB Asano und Akteur genannt werden, die seit ihrer Zulassung im Jahr 2008 bzw. 2003 wesentlich anfälliger geworden sind.

#### Winterroggen

Im Winterroggen wurden in der **Phase 1** (1997 – 2007) unterschiedliche Sorten (Population und Hybrid) angebaut, die sich in ihrer Resistenz gegenüber der am Standort wichtigsten Krankheit dem Braunrost (*Puccinia recondita* f. sp. *secalis*) mit Noten von 5 und 6 (BUNDESSORTENAMT, 2001) nicht wesentlich voneinander unterschieden (JAHN et al., 2010a). Diese mäßige Resistenz führte zu jährlichem Braunrostbefall mit Befallsstärken von 2,5 bis 70% in den unbehandelten Kontrollen (Tab. 2). Auch der Befall mit *Rhynchosporium*-Blatflecken lag häufig über dem Schwellenwert. Eine gute fungizide Wirkung war in

allen Jahren gegeben. Da in einigen Jahren zwei Fungizidbehandlungen nötig waren, ergab sich ein mittlerer Behandlungsindex von 1,4.

Im Jahr 2008 in der **Phase 2** (2008 – 2013) wurde erstmals die Sorte Visello angebaut, die sich in ihrer Resistenz gegenüber Braunrost mit einer Note von 3 (BUNDESSORTENAMT, 2008) deutlich von den vorherigen Sorten unterschied, sich aber im Anbau mit einer Befallsstärke von 58% im Jahr 2008 (Tab. 3) ebenfalls als anfällig erwies (KLOCKE et al., 2014a). Dies zeigte sich auch in den Folgejahren mit Befallsstärken von 6 bis 51% in der unbehandelten Kontrolle. Die Fungizidanwendungen im Winterroggen waren immer ertragswirksam mit Wirkungsgraden von 78 bis 99%. Mehrerträge zur unbehandelten Kontrolle schwankten zwischen 3 und 32 dt/ha. In der GfP Variante wurde ein mittlerer Behandlungsindex von 1,5 und in der IPS Variante von 1,3 erreicht.

Die in der **Phase 3** (laufend seit 2014) angebauten Sorten Palazzo (GfP) und Brasetto (IPS) zeigen beide eine geringe Resistenz gegenüber Braunrost mit einer Note von 6 (BUNDESSORTENAMT, 2015). Während im Jahr 2014 eine mäßige Befallsstärke von 13% (Palazzo) und 17% (Brasetto) in den unbehandelten Kontrollen auftrat, führte der hohe Befallsdruck im Jahr 2015 zu Befallsstärken von 80% (Palazzo) und 72% (Brasetto) (Tab. 4).

#### Wintergerste und Triticale

In **Phase 1** (1997 – 2007) des Dauerversuches „Vergleich von Pflanzenschutzstrategien“ wurden drei **Wintergerstensorten** angebaut, Sorte Theresa (1997 – 2000), Sorte Candesse (2001 – 2004) und Sorte Naomie (2005 – 2007). Die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit der Sorten gegenüber Netzflecken (*Pyrenophora teres*) mit Ausprägungsstufen von 5 (Theresa), 6 (Candesse) und 3 (Naomie) (BUNDESSORTENAMT, 2003) zeigte sich deutlich im Feld.

Während die Sorten Naomie und bedingt auch Theresa geringe Befallsstärken in der unbehandelten Kontrolle aufwiesen, war die Sorte Candesse mit Befallsstärken von 19 bis 45% als anfällig einzustufen (Tab. 2). Im Mittel der Jahre war hier ein Behandlungsindex von 1,0 gegeben.

In **Phase 2** (2008 – 2013) wurde anstelle der Wintergerste die damals noch blattgesunde **Triticalesorte** Grenado in die Fruchtfolge aufgenommen. In den ersten Jahren traten an dieser Sorte Krankheiten in nur geringen Stärken auf, was geringe Fungizidanwendungen zur Folge hatte. Diese waren in allen Jahren, außer 2011, ertragswirksam. Die hohe Gelbrostanfälligkeit der Sorte (Note 6, BUNDESSORTENAMT, 2014) führte jedoch letztlich zu erhöhtem Fungizidaufwand und auch die in der **Phase 3** (laufend seit 2014) angebaute Sorte KWS Aveo (GfP) konnte aufgrund ihrer nur mäßigen Resistenz (Note 5, BUNDESSORTENAMT, 2015) dem hohen Gelbrostdruck in den Jahren 2014 und 2015 nicht standhalten, so dass bei einer Befallsstärke von 51 und 53% (Tab. 4) in den unbehandelten Kontrollen zwei Fungizidanwendungen in jedem Jahr erforderlich waren. Der mittlere Behandlungsindex der Jahre 2014 und 2015 lag bei 1,7.

Die in der **Phase 3** (2014 – 2015) angebaute **Wintergerstensorte** Antonella (GfP) weist nach der Beschreibenden Sortenliste 2014 eine sehr gute bis gute Blattgesundheit gegenüber den am häufigsten in der Gerste vorkommenden Krankheiten auf. Netzflecken traten in den ersten beiden Jahren des Anbaus nicht auf (Tab. 4). Im Feld zeigte Antonella Zwergrostbefall und Mehltaubabwehrnekrosen, der bzw. die im Jahr 2015 in einer Befallsstärke von 2 bzw. 1% in den unbehandelten Kontrollen auftraten. Der mittlere Behandlungsindex ist in Phase 3 mit 1,2 als relativ gering zu beurteilen.

Die Ergebnisse der letzten 20 Jahre zeigen, dass das Befallsgeschehen am Standort Dahnsdorf stark variierte, was sicherlich auf die Resistenz der angebauten Sorten zurückzuführen ist, aber auch stark von der jährlichen Witterung, dem Befallsdruck und dem vor Ort vorkommenden Pathotypenspektrum der Erreger abhängt. Fungizidmaßnahmen waren in fast allen Jahren und Getreidearten ertragswirksam, was nicht bedeutet, dass diese auch wirtschaftlich waren. Die guten Resistenzeigenschaften der in der **Phase 1** angebauten Weizensorte Pegassos zeigen, dass in Jahren mit mittlerem bis höherem Befall die 50% Variante die wirtschaftlich günstigere war. Bei den angebauten Winterroggen- und Wintergerstensorten, die eine höhere Anfälligkeit aufwiesen, führte die Reduzierung der Aufwandmenge jedoch auch zu einer Reduzierung von Mehrertrag und Erlös. Der positive Effekt der resistenten Sorten gerade in Jahren mit hohem Infektionsdruck wird auch nach der Umstellung des Versuches in **Phase 3** (ab 2014) deutlich. Allerdings ist bei den Resistenzen zu beachten, dass diese unwirksam werden können. Daher sind regelmäßige Bestandeskontrollen nötig, um Veränderungen im Pathotypenspektrum frühzeitig zu erkennen und somit auf verminderte Resistenzen reagieren zu können.

### Tierische Schaderreger

Im Rahmen der beiden Strategieversuche von 1997 bis 2007 mit den Varianten „Situationsbezogene Dosierung“

und „50% von situationsbezogener Dosierung“ und 2008 bis 2015 mit den Varianten „Gute fachliche Praxis (GfP) (regionaltypisches Vorgehen)“ und „Integrierter Pflanzenschutz (IPS)“ auf dem Versuchsfeld Dahnsdorf wurden in den angebauten Kulturen auch das Auftreten der Schadinsekten überwacht und Bekämpfungsmaßnahmen entsprechend der strategischen Ausrichtung des Pflanzenschutzes (Prüffaktor Pflanzenschutzstrategie) durchgeführt. Im Mittelpunkt standen dabei die Schädlinge der Kulturen Wintergerste, Winterweizen, Erbse und Winterraps.

#### Wintergerste

In der Wintergerste galt die Aufmerksamkeit den Blattläusen (*Rhopalosiphum padi* u.a.) als Vektoren des Gerstengelverzweigungsvirus (BYDV). In jedem Herbst erfolgten Befallskontrollen unter Beachtung der Bekämpfungsschwelle von 20% befallener Pflanzen, die sich in der Praxis als gute Orientierung bewährt hat. Im ersten Pflanzenschutzstrategie-Dauerversuch (1997 – 2007) stellten sich 5 Jahre als Jahre mit bekämpfungswürdigem Befall heraus. Im Herbst der Jahre 1999, 2001, 2005 und 2006 erfolgten in beiden Strategien und im Herbst des Jahres 2002 nur in der „Situationsbezogenen Dosierung“ Bekämpfungsmaßnahmen.

Im Verlauf des Strategieversuches von 2008 bis 2013 wurde keine Wintergerste angebaut, erst wieder im Jahr 2014 in der Pflanzenschutzstrategie „Gute fachliche Praxis“. Dort und in den anderen Versuchen auf dem Versuchsfeld (BS 4 und Folge 1), in deren Fruchtfolgen auch Wintergerste stand, erwies sich das Auftreten der Blattläuse als BYDV-Vektoren im Herbst 2014 als kritisch, der Schwellenwert wurde überschritten und die sich anschließenden Insektizidanwendungen zeigten deutliche positive Effekte.

Seit 2003 hat sich mit zunehmender Tendenz der Getreidelaufkäfer (*Zabrus tenebrioides*) am Versuchsfeld Dahnsdorf etabliert und schädigte insbesondere in den Wintergerstenparzellen. Im Herbst 2008 erfolgte sogar eine spezielle Bekämpfungsmaßnahme (BS 4 und Folge 1).

#### Winterweizen

Im Winterweizen spielten Blattläuse als BYDV-Vektoren keine Rolle. Sie traten nur in geringem Maße auf, auch bedingt dadurch, dass Frühsaaten vermieden wurden. Dagegen spielten sie eine größere Rolle als Saugschädlinge, *Sitobion avenae* an den Ähren und *Metopolophium dirhodum* und *Rhopalosiphum padi* an den Blättern. Für die Bekämpfungsentscheidung stand ein dynamisches Schwellenwertkonzept, in das auch die Anwesenheit der Nützlinge einbezogen wurde, zur Verfügung. Ende der Blüte (BBCH 69) erfolgten stets Befallsbonituren. Bekämpfungsmaßnahmen fanden im Verlauf des ersten Strategieversuches nur im Jahr 2004 und im anschließenden Strategieversuch in den Jahren 2011 und 2013 jeweils in der Variante „Gute fachliche Praxis“ (aber nicht in der Variante „Integrierter Pflanzenschutz“, weil der Befall knapp unter der Bekämpfungsschwelle lag) statt.

### Erbse

Am Versuchsstandort Dahnsdorf traten stets die Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphum pisum*) und der Erbsenwickler (*Cydia nigricana*) auf. Dazu erfolgten während der Blüte Bonituren (Erbsenblattlaus) und Pheromonfallenfänge (Erbsenwickler), wenngleich zu den Pheromonfallenfängen bislang kein Schwellenwert existiert und damit lediglich die Befallshöhepunkte eingeschätzt werden können. Im ersten Strategieversuch stellte sich der Blattlausbefall in den Jahren 2002 und 2006 in beiden Varianten als bekämpfungswürdig heraus. Die Maßnahmen richteten sich aber auch gegen den Erbsenwickler. Außerdem fand im Jahr 2007 eine nur gegen den Erbsenwickler gerichtete Bekämpfungsmaßnahme statt.

Im zweiten Versuchszyklus 2008 bis 2015 wurde der Befall der zwei Schädlinge oder eines der beiden in allen Jahren (außer 2008, da kein Anbau von Erbse) zumindest aus der Sicht der Pflanzenschutzstrategie „Gute fachliche Praxis“ stets als bekämpfungswürdig eingestuft. In der Variante „Integrierter Pflanzenschutz“ wurden je nach Situation weniger Insektizidanwendungen durchgeführt. Schotenauswertungen in den Strategievarianten und Kontrollen belegen die stete Präsenz des Erbsenwicklers, aber selten signifikant oberhalb der Schadensschwelle.

### Winterraps

Die Rapsschädlinge haben in den Strategieversuchen als Prüffaktor „Pflanzenschutzmittel (Insektizide)“ besondere Aufmerksamkeit erfahren, so dass auch Ertrags- und wirtschaftliche Analysen möglich waren.

Das Auftreten der Schädlinge wurde in den Strategieversuchen von 1998 an systematisch überwacht. Die jungen Winterrapsbestände wurden von der Kleinen Kohlflye (*Delia radicum*) und dem Rapsderrfloh (*Psylliodes chrysocephalus*) nur schwach befallen, auch weil stets insektizid gebeiztes Saatgut verwendet wurde. Der Rapsderrfloh wurde mittels gitterloser Gelbschalen überwacht. Eine Bekämpfungsschwelle (75 Käfer pro Schale und 20 Tage) diente als Orientierungshilfe. Dieser Wert wurde im gesamten Versuchszeitraum 1998 bis 2014 niemals überschritten. Es traten im Herbst immer auch andere Schädlinge, wie die Mehligke Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*), verschiedene Schmetterlingsraupen und die Rübsenblattwespe (*Athalia rosae*) auf, ohne dass sie bekämpfungswürdig erschienen. Besondere Aufmerksamkeit erlangten jedoch die Stängelrüssler, der Große Stängelrüssler (*Ceuthorrhynchus napi*) und der Gefleckte Kohltriebrüssler (*C. quadridens*), im Frühjahr. Die Schädlinge wurden problemlos mittels Gelbschalen überwacht, hier galten 10 Käfer pro Schale und 3 Tage als Bekämpfungsschwelle. Eine adäquate Beachtung erfuhr der Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*), der durch Auszählen bzw. Schütteln der Knospenbestände kontrolliert wurde. Der verwendete Schwellenwert variierte zwischen 3 (Kleinstknospe) und 9 (Mittlere Knospe) Käfern pro Pflanze. Während der Blüte galten schließlich die Kontrollen dem Auftreten des Kohlschotenrüsslers (*C. assimilis*) und der Kohlschotenmücke (*Dasineura brassicae*),

wobei der Schwellenwert 0,5 Käfer pro Pflanze als hilfreiche Orientierung herangezogen wurde.

Im ersten Langzeitversuch 1998 bis 2007 waren in allen Untersuchungsjahren Insektizidanwendungen gegen Rapsschädlinge infolge der Überschreitung der Schwellenwerte erforderlich, wobei Stängelrüssler in 9 der 10 analysierten Jahre und Rapsglanzkäfer in 4 der 10 Jahre zu bekämpfen waren. Mit situationsbezogenen Insektizidanwendungen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes (mittlerer Behandlungsindex: 1,5) wurde im Durchschnitt der 10 Jahre ein behandlungskostenfreier Erlös von 72 €/ha erzielt. Demgegenüber sank der behandlungskostenfreie Erlös auf 22 €/ha bei der Strategie „50% von situationsbezogener Dosierung“ (mittlerer Behandlungsindex: 0,6). Insgesamt kann aus den Ergebnissen abgeleitet werden, dass Insektizide im Winterraps gezielt und konsequent nach dem Schwellenwertkonzept angewendet, deutliche Mehrerträge brachten, es zeigte sich kein Spielraum für reduzierte Dosierungen der Insektizide, sie führten stets zu geringeren Erlösen.

Im zweiten Dauerversuch 2008 bis 2013, in dem das regionaltypische Vorgehen („Gute fachliche Praxis“) und der anspruchsvollere integrierte Pflanzenschutz verglichen wurden, erfolgten in der Variante „Gute fachliche Praxis“ in allen Jahren Insektizidanwendungen gegen Stängelrüssler und Rapsglanzkäfer, im Jahr 2011 auch gegen Kohlschotenrüssler. In der Variante „Integrierter Pflanzenschutz“ reduzierten sich die Bekämpfungsmaßnahmen gegen Stängelrüssler auf die Jahre 2010, 2011 und 2013 und gegen Rapsglanzkäfer auf 2008 bis 2011 und 2013. In der Variante „Gute fachliche Praxis“ (mittlerer Behandlungsindex: 2,1) wurde im Durchschnitt der 6 Jahre kein behandlungskostenfreier Mehrerlös erzielt, im Gegenteil – die Pflanzenschutzmaßnahmen führten bei einem geringen mittleren Mehrertrag von 1,3 dt pro ha zu Einbußen von 24,10 € pro ha. In der Variante „Integrierter Pflanzenschutz“ (mittlerer Behandlungsindex: 1,3) sah es nicht wesentlich besser aus. Auch hier zeigten die gezielten Maßnahmen nicht den erwarteten Mehrerlös, die monetären Verluste beliefen sich auf 15,47 € pro ha.

### Ökologischer Landbau

Im Ökologischen Landbau dürfen Herbizide und andere synthetische Pflanzenschutzmittel nicht angewendet werden. Deshalb müssen zur Regulierung von Unkräutern und Schadorganismen wie in keinem anderen Bewirtschaftungssystem die komplexen Zusammenhänge, die Auftreten und Vermehrung begünstigen, beachtet werden. Vorbeugende acker- und pflanzenbauliche, physikalische, biologische und biotechnische Maßnahmen haben dabei Vorrang vor der Anwendung naturstofflicher Pflanzenschutzmittel. Auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf werden alternative Pflanzenschutzstrategien in Ackerkulturen des Ökologischen Landbaus erprobt. Jährlich wird die Einhaltung der Richtlinien durch eine Bio-Kontrollstelle überprüft.

Schwerpunkte der Untersuchungen im Ökologischen Landbau waren:

*Die Regulierung des Kartoffelkäfers (Leptinotarsa decemlineata) mit biologischen Pflanzenschutzmitteln*  
Zur Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*) im Ökologischen Landbau reichen oftmals die vorbeugenden Maßnahmen nicht aus und nur die Anwendung z.B. von Pflanzenschutzmitteln kann die Ertragsicherheit gewährleisten. Ziel war es deshalb, die dem Ökologischen Landbau zur Verfügung stehenden, biologischen Pflanzenschutzmittel hinsichtlich des optimalen Anwendungszeitpunktes, ihrer Wirkung auf den Schädling und Nebenwirkungen auf Nützlinge sowie deren Wirtschaftlichkeit zu untersuchen und dem ökologischen Kartoffelanbau eine nachhaltige Regulierungsstrategie des Kartoffelkäfers zu empfehlen (KÜHNE, 2010a; KÜHNE, 2010b; KÜHNE und ELLMER, 2011). Die Ergebnisse dokumentieren, dass pyrethrumhaltige Präparate auch mit zweifacher Behandlung und verfeinerter Anwendungstechnik keine zufriedenstellende Wirkung mehr zeigten. Aufgrund wachsender Resistenzerscheinungen gegen diesen Wirkstoff wurde von einer Anwendung in Regionen mit intensivem Kartoffelanbau abgeraten. Auch eine einmalige Behandlung mit dem Bakterienpräparat NOVODOR FC (*B.t.t.*) oder dem Neem-Präparat NeemAzal T/S zeigte unzureichende Wirkungen bei hohem Schaderregeraufkommen.

Sehr gute Erfolge erzielte die Kombination beider Präparate bei zeitversetztem Einsatz, insbesondere dann, wenn zuerst das Neem- und bis zu fünf Tagen später das Bakterienpräparat angewendet wurden. Eine Tankmischung aus Neem- und *B.t.t.*-Präparaten war der zeitversetzten Anwendung der Präparate jedoch unterlegen.

Es ist anzunehmen, dass in Zukunft das Pflanzenschutzmittel SpinTor (Spinosad), aufgrund der geringen Anwendungskosten, das bevorzugte Mittel zur Kartoffelkäferregulierung für die Landwirte sein wird. Auch unter den schwierigen Versuchsbedingungen im Jahr 2009 erzielte die einmalige Anwendung des Präparates Wirkungsgrade von über 80%. Aufgrund der möglichen Resistenzentwicklung ist aber auch hier ein jährlicher Wirkstoffwechsel unbedingt zu empfehlen.

Da die Mittel nur wenige Tage nach der Ausbringung wirksam bleiben, kommt der Festlegung des optimalen Anwendungszeitpunktes zentrale Bedeutung zu. Dabei kann das Prognosemodell SIMLEP3 herangezogen werden. Das Auftreten von Blattlausprädatoren in Kartoffelbeständen ist vergleichsweise gering und wird überwiegend durch Marienkäfer (*Coccinellidae*) bestimmt (> 90%). Zu den häufigsten Arten gehört der 7-Punkt Marienkäfer (*Coccinella septempunctata*) und der Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*). Im Versuchsjahr 2008 konnte in allen Varianten, in denen Pflanzenschutzmittel angewendet wurden, im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle, eine steigende Anzahl an Nutzinsekten beobachtet werden. Die Ursache liegt im starken Blattverlust durch den Käferfraß in der unbehandelten Vari-

ante, die immer weniger Lebensraum für die Blattläuse und deren Gegenspieler bot.

*Alternativen zur Anwendung von Kupfer als Pflanzenschutzmittel zur Regulierung der Kraut- und Knollenfäule (Phytophthora infestans)*

Die Kraut- und Knollenfäule verursacht im Öko-Kartoffelanbau regelmäßig hohe Ertrags- und Qualitätseinbußen. In Abhängigkeit von der Anbauregion melden mehr als 70% der deutschen Bio-Produzenten Ertragsverluste zwischen 15 und 20%. Kupferhaltige Pflanzenschutzmittel sind in diesem Bereich die wichtigsten direkten Regulierungsmaßnahmen. Im Mittel der Jahre werden nicht mehr als 1,5–2 kg Kupfer pro ha und Jahr angewendet (KÜHNE et al., 2013). Seit Januar 2012 werden im Rahmen eines vierjährigen EU-Projektes „Innovative Strategien für Kupferunabhängige Integrierte und Biologische Anbausysteme“ ([www.co-free.eu](http://www.co-free.eu)) auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf alternative Präparate gegen die Krautfäule an zwei unterschiedlichen Kartoffelsorten (Allians, Ditta) getestet. Hier zeigte sich bisher, dass eine erfolgreiche Kupferminimierungsstrategie zukünftig auf der Nutzung aller vorbeugenden Maßnahmen, der weiteren Senkung der Kupferaufwandmengen und der Entwicklung alternativer Pflanzenschutzmittel basieren müssen. Eine vielversprechende Alternative könnten in diesem Zusammenhang die Phosphonate darstellen.

*Regulierung des Rapsglanzkäfers (Meligethes aeneus) mit naturstofflichen Pflanzenschutzmitteln sowie durch den Mischanbau mit Rübsen*

Im Rahmen eines BÖLN-Projektes wurde von 2008 bis 2011 das schädlingsreduzierende Potential einer Raps-Rübsenmischsaat (10% Rübsenanteil) mit dem einer Raps-Reinsaat verglichen. Zusätzlich kamen naturstoffliche Präparate wie Natur-Pyrethrum (Spruzit® Neu), Spinosad (SpinTor), SiO<sub>2</sub>/Sonnenblumen-Öl und gespritztes Gesteinsmehl zum Einsatz. Der Raps der Mischsaat wurde stärker mit Stängelrüsslern (*Ceutorhynchus* spp.) befallen als der Raps der Reinsaat. Von einer Mischsaat mit Rübsen oder auch von Randstreifen muss der Praxis abgeraten werden. Eine Abwanderung des Rapsglanzkäfers vom Rübsen auf Raps ist möglich und damit das Risiko einer Befallserhöhung (LUDWIG et al., 2011). Die Applikation von Natur-Pyrethrum und Spinosad hatte keinen regulierenden Einfluss auf die Stängelrüssler. Demgegenüber zeigte nur der Wirkstoff Spinosad eine wiederholte Wirksamkeit gegenüber dem Rapsglanzkäfer. Da jedoch aufgrund der Bienengefährlichkeit dieses Wirkstoffes eine Zulassung von Spinosad im Raps nicht zu erwarten ist, stehen dem Ökolandbau auch weiterhin keine wirksamen alternativen Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Durch das gute Kompensationsvermögen des Rapses (Seitentriebbildung, Erhöhung des Korngewichtes) können Schäden durch den Rapsglanzkäfer und anderer Schädlinge im extensiven Anbau nahezu ausgeglichen werden. Als Nachteil zeigte sich dann aber die nicht einheitliche Abreife des Bestandes und damit ein erhöhtes Risiko von Ernteverlusten und Qualitätsein-

bußen. Innerhalb der bisherigen sechs Versuchsjahre von 2009 bis 2015 überstieg der Rapsglanzkäfer in dem extensiven Rapsanbausystem nur in den beiden Jahren 2013 und 2014 die Bekämpfungsschwelle und hatte damit vergleichsweise einen geringen Einfluss auf den Ertrag. Als wichtigste Faktoren für einen erfolgreichen Öko-Rapsanbau können folgende Punkte genannt werden:

Sortenwahl (nicht zu frühe Sorten), Nährstoffverfügbarkeit (alle organischen Festdünger im Herbst, Schwefeldüngung), gutes Wassernachlieferungsvermögen des Bodens und Unkrautmanagement (Tab. 5).

### Ökonomische Begleitforschung

Seit 2012 werden im JKI im Institut für Strategien und Folgenabschätzung ökonomische Fragen in einer neu etablierten Arbeitsgruppe untersucht. Zur Bewertung der Vorzüglichkeit von Pflanzenschutzstrategien ist neben deren ertragsichernder Wirkung auch der monetäre Nutzen von zentraler Bedeutung. Daher wurde damit begonnen, die Dauerfeldversuche in Dahnsdorf unter Berücksichtigung möglichst aller für das ökonomische Ergebnis relevanten Einflussfaktoren vertieft auszuwerten. Für die ökonomische Bewertung der Pflanzenschutzstrategien wurden alle mit der jeweiligen Strategie verbundenen (zusätzlichen Direkt-) Kosten und die Erlöse ermittelt (Pflanzenschutzmittel einschließlich deren Ausbringung mit Arbeits- und Maschinenkosten, Saatgut, Dünger). Diese wurden vom Erlös abgezogen und die so ermittelten Deckungsbeiträge anschließend auf einen gemeinsamen Zeitpunkt abgezinst, um die zu

unterschiedlichen Zeitpunkten (hier: verschiedene Versuchsjahre) anfallenden Zahlungsströme miteinander vergleichen zu können. Dargestellt wurden die Ergebnisse dann als Kapitalwerte oder auch Nettobarwerte der jeweiligen Pflanzenschutzvariante bzw. nach Umrechnung als jährlich anfallende Annuitäten. Verglichen wurden jeweils Behandlungsvarianten mit den unbehandelten Kontrollen.

Bei der Analyse der Versuche zum „Strategievergleich – umweltverträglicher Pflanzenschutz“ zeigte sich für Winterweizen bei der kombinierten Anwendung von Herbiziden und Fungiziden in der Marktfruchtfolge (BS1) bei einer situationsbezogenen Anwendung der situationsbezogenen Behandlungsintensität (100%) aus betriebswirtschaftlicher Sicht der größte wirtschaftliche Nutzen (Abb. 2). Der ökonomische Vorteil bei einer 50%igen Reduktion von Fungiziden und Herbiziden sowie in der Behandlungsvariante „nur Herbizide“ bei situationsbezogener (100%) und 50% Behandlungsintensität war identisch und nur wenig geringer als in der Behandlungsvariante mit Herbiziden und Fungiziden bei voller Aufwandmenge. Wie auch beim Winterroggen war die alleinige Anwendung von Fungiziden wirtschaftlich nicht vorteilhaft gegenüber der unbehandelten Kontrolle (KEHLENBECK et al., 2014).

Die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Pflanzenschutzstrategien hängt neben der Wirksamkeit der Strategie hinsichtlich der Befallsreduktion zur Verminderung von Ertragsverlusten vor allem auch von den Kosten der eingesetzten Betriebsmittel sowie den zu erzielenden Erlösen (also Ertragsniveau und Erzeugerpreis) ab. Im Folgenden wird daher die Entwicklung dieser Faktoren über die bisherige Laufzeit der Dauerfeldversuche in Dahnsdorf dargestellt.

**Tab. 5. Bedeutung von Mischfruchtanbau mit Rübsen und Anwendung von Spinosad gegen Rapsglanzkäfer auf die Rapsertträge im Ökolandbau, Versuchsfeld Dahnsdorf**

*Effects of rape-turnip rape mixed cropping and Spinosad treatment on pollen beetles and yields in organic farming, experimental field Dahnsdorf*

Jahr	Rapssorte/Variante	Rapsglanzkäfer pro Haupttrieb vor Behandlung	Wirkungsgrad in% 2–4 d nach Behandlung	Ertrag dt/ha
2009	Oase/Reinsaat	3 bis 4	–	28
2009	Oase/Rübsenmischsaat	3 bis 4	–	21
2010	Robust/Reinsaat	1 bis 2	–	2,5
2010	Robust/Rübsenmischsaat	0 bis 1	–	4
2011	Robust/Reinsaat	1 bis 3	–	*
2011	Robust/Rübsenmischsaat	2 bis 3	–	0,2
2012	Alkido/keine Behandlung	0 bis 1	–	7
2013	Alkido/unbehandelte Kontrolle	12 bis 13	–	15
2013	Alkido/Spinosad	12 bis 13	72	16
2014	Alkido/unbehandelte Kontrolle	10 bis 11	–	27
2014	Alkido/Spinosad	10 bis 11	77	31
2015	Alkido/keine Behandlung	0 bis 1	–	28

\* keine Beerntung möglich, infolge starker Verunkrautung

### Entwicklung der Betriebsmittelpreise

Die Betriebsmittelpreise lassen sich über sogenannte Preisindices abbilden. Preisindices dienen der Darstellung von Preisentwicklungen relativ zu einem Basisjahr. Somit sind sie ein geeignetes Mittel um Preisveränderungen einer Produktgruppe (hier: landwirtschaftliche Betriebsmittel) über längere Zeiträume darzustellen. Die in Abb. 3 dargestellten Preisindices verdeutlichen, dass die Preise für Pflanzenschutzmittel in den vergangenen Jahren relativ konstant waren. Pflanz- und Saatgut sowie Düngemittel zeigten hingegen stärkere Schwankungen und in der Summe deutliche Preisanstiege. Die Düngemittelpreise haben sich zwischen 2004 und 2014 sogar nahezu verdoppelt.

Die Kosten für Pflanzenschutzmittel (nur die Mittel-, ohne Arbeits- und Maschinenkosten) landwirtschaftlicher Haupterwerbsbetriebe in Deutschland beliefen sich nach den Daten des BMEL Testbetriebsnetzes im Durchschnitt der sechs Wirtschaftsjahre 2008/09 bis 2013/14 auf 104 €/ha landwirtschaftliche Fläche.

### Entwicklung der Erträge von Winterweizen

Die durchschnittlichen Winterweizenerträge in Deutschland waren im betrachteten Zeitraum von 1997 bis 2013 relativ gleichbleibend um die 75 bis 80 dt/ha und Jahr (Abb. 4). In Brandenburg lagen die Erträge aufgrund der Standortansprüche von Winterweizen deutlich niedriger bei um 60 bis 65 dt/ha und Jahr. 2012 und 2013 war ein Anstieg auf 75 dt/ha und Jahr zu verzeichnen. Die in Dahnsdorf ermittelten Winterweizenerträge sind seit 1998 in der Regel höher als die Durchschnittserträge in Brandenburg und Deutschland. Ausnahmen bildeten die Jahre 2003 und 2006 wegen starker Trockenheit und 2013 wegen Hagels.

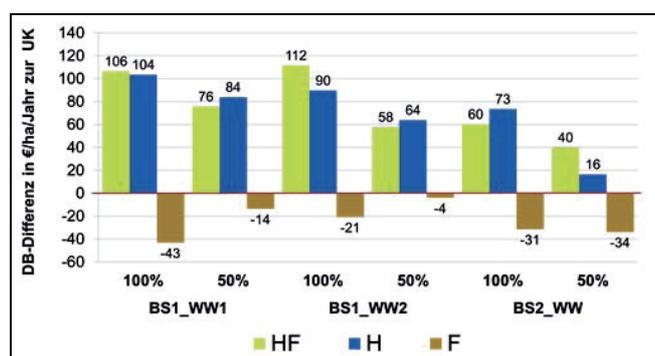
Der zu erzielende Erlös einer Kultur bestimmt wesentlich darüber, wie ökonomisch vorzüglich der Anbau war und ob der damit verbundene Einsatz an Betriebsmitteln

sich „gelohnt“ hat. Neben dem Ertrag bestimmt der Erzeugerpreis den Erlös. Abb. 5 zeigt die Entwicklung der Erzeugerpreise für Winterweizen, Kartoffeln und Raps in Deutschland seit 1997. Bei allen drei Kulturen ist ein Anstieg der Erzeugerpreise zu erkennen, besonders deutlich beim Raps. Betrachtet man hingegen die durchschnittlichen Erlöse dieser drei Kulturen, so zeigt sich ein anderes Bild: Kartoffeln erzielen die höchsten Erlöse aufgrund der hohen Erträge (durchschnittlich 400 bis 450 dt/ha und Jahr in Deutschland). Winterweizen und Raps unterscheiden sich hinsichtlich der durchschnittlichen Erlöse kaum, trotz der unterschiedlichen Erzeugerpreise. Für den landwirtschaftlichen Betrieb ist am Ende das Ergebnis „unter dem Strich“, d.h. der erzielte Erlös abzüglich der Produktionskosten, entscheidend. Die Produktionskosten sind im Kartoffelanbau deutlich höher als im Weizen- oder Rapsanbau.

Optimierte Pflanzenschutzstrategien tragen somit wesentlich dazu bei, das betriebswirtschaftliche Ergebnis zu maximieren, indem der zu erzielende Ertrag auf einem hohen Niveau gesichert wird bei gleichzeitig möglichst geringen Kosten für den Betriebsmitteleinsatz. Wie die Versuche in Dahnsdorf zeigten, sind standortgerechte Konzepte in enger Anpassung an den tatsächlichen Befall unter Berücksichtigung des notwendigen Maßes eine zentrale Voraussetzung für die ökonomische Vorzüglichkeit der gewählten Pflanzenschutzstrategie.

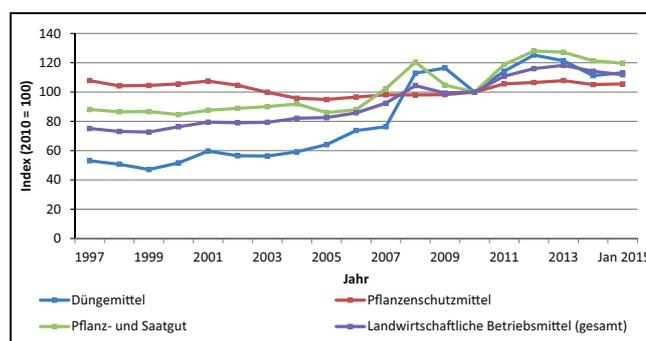
### Bewertung von Pflanzenproduktionssystemen und Pflanzenschutzstrategien hinsichtlich ihres Beitrags zum globalen Klimawandel

Neben der Bewertung alternativer Anbau- und Pflanzenschutzstrategien hinsichtlich bestimmter pflanzenschutzspezifischer Parameter ist auch eine ökologische Bewertung von Produktionsalternativen von großer Bedeutung.

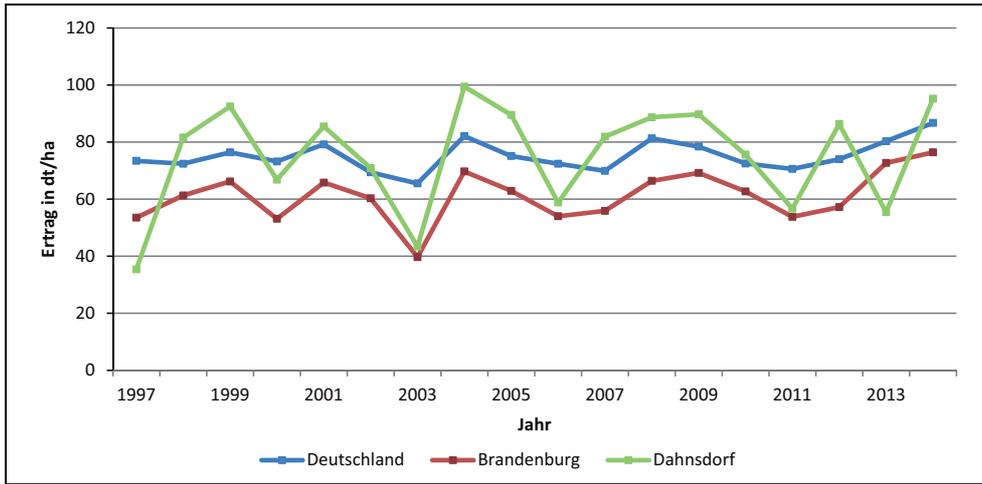


**Abb. 2.** Differenzen der Annuitäten der Deckungsbeiträge (DB) zwischen den behandelten Varianten „Herbizide und Fungizide“ (HF), „Herbizide“ (H) sowie „Fungizide“ (F) und den unbehandelten Kontrollen (UK) in €/ha/Jahr bei Winterweizen in den Dauerfeldversuchen in Dahnsdorf. (BS1 = Marktfruchtfolge, BS2 = Futterbaufruchtfolge; WW = Winterweizen)

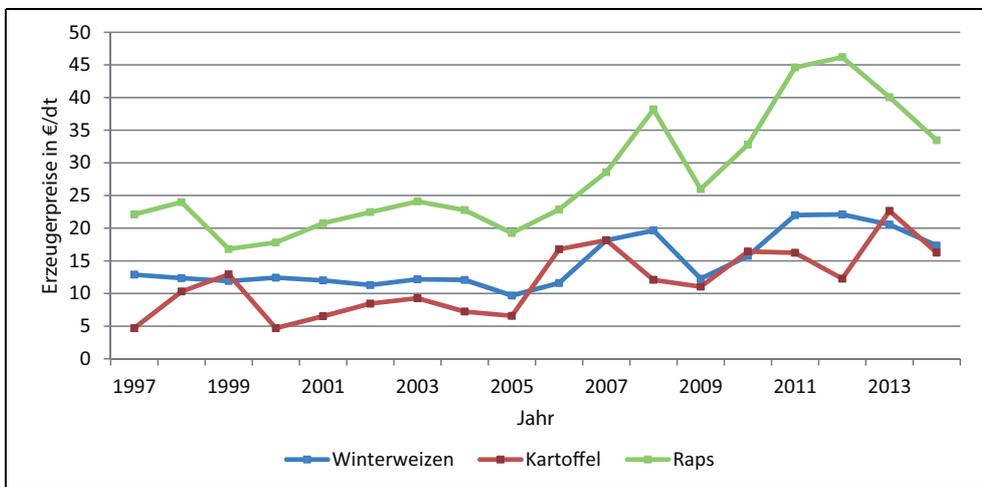
Differences in the annuities of gross margins (DB) between treated plots with „herbicides and fungicides“ (HF), „herbicides“ (H) and „fungicides“ (F) compared to the untreated control (UK) in €/ha/year in the long-term field experiments in Dahnsdorf (BS1 = cash crop rotation, BS2 = fodder crop rotation; WW = winter wheat)



**Abb. 3.** Preisindices (2010 = 100) landwirtschaftlicher Betriebsmittel von 1997 bis Januar 2015. (Quelle: Statistisches Jahrbuch, verschiedene Jahrgänge; Fachserie 17 Reihe 1 Preisindizes für die Land- und Forstwirtschaft, verschiedene Jahrgänge)  
Price indices (2010 = 100) of agricultural input from 1997 to January 2015.



**Abb. 4.** Ertragsvergleich – Durchschnittliche Erträge im Winterweizen in Deutschland und Brandenburg und Erträge im Langzeitfeldversuch in Dahnsdorf (Quelle: Statistische Jahrbücher, verschiedene Jahrgänge; AMI Marktbilanz für Getreide, Ölsaaten und Futtermittel, verschiedene Jahrgänge; ZMP Marktbilanz zu Getreide, Ölsaaten und Futtermittel, verschiedene Jahrgänge; eigene Erhebungen)  
Comparison of yields – Average yield of winter wheat in Germany and Brandenburg and yield of long-term field experiment in Dahnsdorf.



**Abb. 5.** Durchschnittliche Erzeugerpreise von Winterweizen, Kartoffel und Raps in €/dt in Deutschland (Quelle: AMI Marktbilanz für Getreide, Ölsaaten und Futtermittel, verschiedene Jahrgänge; AMI Marktbilanzen Kartoffel, verschiedene Jahrgänge)  
Average producer prices of winter wheat, potatoes and oil seed rape in dt/ha in Germany.

In ersten Ansätzen wurden spezifische Produktionsalternativen, die in Dahnsdorf getestet werden, hinsichtlich ihrer Ressourceneffizienz verglichen. So hat sich gezeigt, dass die ertragsichernde Wirkung von Pflanzenschutzmitteln mittelfristig zu einer signifikant erhöhten Stickstoffnutzungseffizienz führen kann (DEIKE et al., 2006). In den ersten Jahren, in denen der Unkrautdruck in den Varianten mit um 50% reduzierter Pflanzenschutzmittelaufwandmenge sowie den gar nicht behandelten Varianten nicht stark erhöht gegenüber dem Unkrautdruck der situationsbezogenen Pflanzenschutzvariante war, zeigten sich jedoch noch keine signifikanten Effekte. Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines längeren Betrachtungszeitraums und den außerordentlichen Nutzen von Dauerfeldversuchen.

Neben der Stickstoffeffizienz wurden auch Untersuchungen zur Energieeffizienz durchgeführt. Beim Vergleich ökologischer und konventioneller Versuchsvarianten zeigte sich ein signifikant geringerer Energieeinsatz in der ökologischen Variante, der besonders auf den Verzicht auf mineralischen Dünger zurückzuführen ist (DEIKE et al., 2010). Bezüglich des Energieeinsatzes pro Ertrags-

einheit zeigte sich in den ersten Versuchsjahren ein leichter Vorteil in der ökologischen Variante. Nach dem fünften Jahr konnten diese Effekte jedoch nicht mehr beobachtet werden (DEIKE et al., 2008). Im Vergleich von wendender und nicht-wendender Bodenbearbeitung haben sich zudem klare Vorteile der nicht-wendenden Bodenbearbeitung hinsichtlich des Energiebedarfs gezeigt. Diese Vorteile blieben auch nach Berücksichtigung des potentiell höheren Auflaufs an Unkraut und Durchwuchspflanzen und des somit notwendigen erhöhten Einsatzes von Herbiziden in den nicht-wendenden Varianten bestehen (SCHWARZ, 2013).

Aufbauend auf die rein energetische Betrachtung, stellt die Bewertung von Produktionsalternativen hinsichtlich ihres Beitrags zum globalen Klimawandel den nächsten notwendigen Schritt dar. Hierbei ist zu beachten, dass die Kulturpflanzenproduktion auf der einen Seite stark zum Klimawandel beiträgt. Auf der anderen Seite stellt der Klimawandel eine große Herausforderung für die nachhaltige und produktive Nahrungsmittelerzeugung dar, führt er doch zu einer steigenden Klimavariabilität und Zunahme von Witterungsextremen (ALEXANDER

et al., 2006). Weltweit trägt die Landwirtschaft ca. 14% zu den gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen bei (IPCC, 2007). Diese Emissionen durch eine gezielte Anpassung von Pflanzenproduktionssystemen zu reduzieren, könnte einen wichtigen Beitrag zu einer global nachhaltigeren Entwicklung beitragen.

Zur vergleichenden Bewertung von Feldversuchsdaten, wird häufig eine partielle Lebenszyklusbewertung durchgeführt. Diese berücksichtigt die Treibhausgas (THG)-Emissionen, die auf dem Feld entstehen (z.B. durch die Anwendung von Mineraldünger), die vom Energieeinsatz für Maschinen herrühren, sowie die Emissionen, die bei der Herstellung und Transport von stofflichen Inputs (z.B. Dünger und Pflanzenschutzmittel) entstanden sind (HA et al., 2015). Die THG-Emissionen können als CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Flächeneinheit oder als CO<sub>2</sub>-Fußabdruck pro Ertrageinheit dargestellt werden.

Beim Vergleich der situationsbezogenen Pflanzenschutzvariante und der unbehandelten Kontrolle zeigten sich für Dahnsdorf von 1997 bis 2007 im Mittel erhöhte THG-Emissionen pro Fläche um 1,0% bis 1,3% in der intensiveren Pflanzenschutzvariante. Durch die ertragssichernde Wirkung des Pflanzenschutzes und die damit einhergehenden signifikant erhöhten Erträge, die im Mittel ca. +20% im Raps und ca. +60% im Weizen gegenüber der unbehandelten Kontrolle ausmachten, waren die entsprechenden CO<sub>2</sub>-Fußabdrücke signifikant reduziert. Die Reduktion gegenüber der Null-Variante betrug -14% im Raps, -21% im Roggen, -25% in der Gerste und -26% im Weizen.

Zukünftig sind weiterführende Analysen zur Klimawirkung alternativer Produktionssysteme geplant, die den ökologischen und integrierten Anbau, sowie konventionelle und reduzierte Bodenbearbeitung genauer untersuchen. Dabei werden auch ganze Fruchtfolgen für die Bewertung berücksichtigt. Aufgrund der inhärenten Unsicherheiten, die der Bestimmung der THG-Emissionen zugrunde liegen, und die Ergebnisse entsprechender Studien stark beeinflussen können, wird die Unsicherheitsanalyse mittels der Durchführung begleitender Sensitivitätsanalysen und Monte-Carlo-Simulationen zukünftig genauer betrachtet werden (ZEHETMEIER et al., 2014).

## Meteorologie

Die Notwendigkeit von Wetterdaten bedingte das Errichten einer Wetterstation mit umfangreichem meteorologischen Messprogramm (WITTCHEN et al., 2015), kurz nach Einrichtung des Versuchsfelds.

Inzwischen existiert ein fast 18-jähriger (1997 – 2014), weitestgehend lückenloser Datenfonds, der die für die Landwirtschaft wesentlichsten meteorologischen Parameter (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Niederschlag, Bodentemperaturen, Global- und photosynthetisch aktive Strahlung, Windrichtung und -geschwindigkeit) sowie einige zeitlich begrenzte Messergebnisse (Bestandesklima, Saugspannung) beinhaltet.

Dieser Datenfonds liefert umfassende Erkenntnisse über die Witterungsbedingungen, denen die landwirtschaftlichen Kulturen – in diesem Fall auf dem Versuchsfeld Dahnsdorf – ausgesetzt sind (Tab. 6).

Er ermöglicht aber auch Aussagen, die die Einordnung der „real registrierten“ Witterung in aktuelle wissenschaftliche Diskussionen (z.B. über den Klimawandel) gestatten. Nachfolgend seien einige Ergebnisse der 18-jährigen Messungen (1997 – 2014) auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf benannt.

- 16 der 18 Jahre wiesen höhere Jahresmitteltemperaturen gegenüber der Vergleichs-Station auf,
- eine besonders starke Erwärmung (> +1,0 K) war in den Monaten Januar, Februar und April erkennbar; niedrigere Temperaturen traten lediglich im Juni (-0,1 K) auf,
- vor allem in den Monaten Dezember bis Februar existierten extreme Spannweiten der Tagesmitteltemperaturen (teilweise > 25,0 K),
- in 15 von 18 Jahren waren auf dem Versuchsfeld in Dahnsdorf höhere Niederschläge gegenüber der Vergleichs-Messstelle zu verzeichnen,
- geringerer Niederschlag fiel lediglich in den Monaten Februar, April und Juni,
- der Anteil der Tage mit höheren Tagessummen des Niederschlages nahm zu; das verstärkte sich stetig mit zunehmendem Schwellwert der Tagessumme,

**Tab. 6. Extreme Mittelwerte bzw. Summen unterschiedlicher Zeitintervalle (Dahnsdorf, 1997 – 2014)**  
*Extreme averages or totals of different time intervals (Dahnsdorf, 1997 – 2014)*

Zeitintervall	Lufttemperatur (in °C)				Niederschlagshöhe (in mm)			
	Minimum		Maximum		Minimum		Maximum	
	Wert	Datum	Wert	Datum	Summe	Datum	Summe	Datum
Jahr	7,9	2010	10,3	2014	392,4	2003	786,7	2007
Monat	-5,2	01/2010	22,7	07/2006	0,6	04/2007	191,8	08/2002
Tag	-17,4	06.02.2012	28,8	12.07.2010			68,2	04.08.2002
Stunde	-22,9	06.02.2012	36,7	16.07.2007			41,6	04.08.2002
10 min	-23,6	06.02.2012	36,9	16.07.2007			23,8	04.08.2002

- in den Einzeljahren waren stark schwankende Vegetationszeiten (Vegetationsbeginn bzw. -ende) erkennbar; ein Trend zu einer Verfrühung bzw. Verspätung zeichnete sich nicht ab.

Die in der Klimatologie üblichen Vergleiche mit langjährigen Normalwerten (in der Regel 30 Jahre) erfolgten mit einer nahegelegenen Station bzw. Messstelle des Deutschen Wetterdienstes (DWD): Bei der Lufttemperatur der Station Wittenberg, beim Niederschlag der Messstelle Treuenbrietzen. Als Vergleichs-Zeitraum wurde das von der World Meteorological Organization (WMO) festgelegte Zeitintervall von 1961 bis 1990 (1961/90) verwendet.

Der vorliegende Datenfonds ermöglicht eine begleitende Bewertung der Ergebnisse der landwirtschaftlichen Versuche in Interaktion mit den herrschenden meteorologischen Bedingungen. Die Differenziertheit, mit der es dieses zu betrachten gilt, verdeutlichen die Abb. 6 und 7.

Diese zeigen die Variabilität (Monatsmittel bzw. -summen) der in der Landwirtschaft wesentlichsten meteorologischen Größen Lufttemperatur und Niederschlagshöhe in den Einzeljahren.

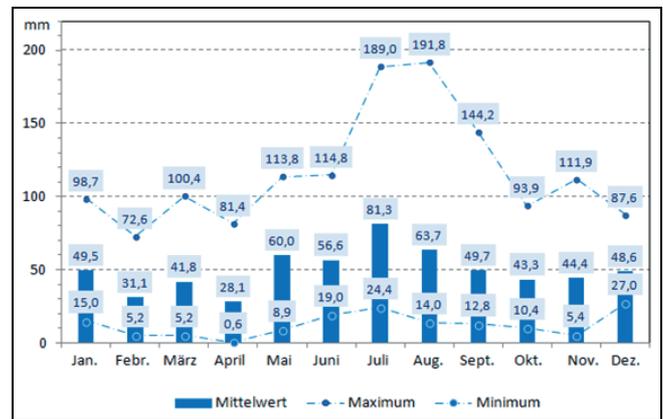
Gerade in der Analyse der Interaktion zwischen dem aus landwirtschaftlicher Sicht interessierenden Parameter (z.B. Ertrag) und den zugehörigen meteorologischen Einflussgrößen stecken noch erhebliche Reserven, die es zu bergen gilt.

Dabei werden die Zusammenhänge nicht immer so klar zu Tage treten. Wesentliche Aspekte liefern hierfür vor allem extreme Wetterereignisse. Auf zwei soll kurz eingegangen werden: Am 03.08.2013 entlud sich mit einem Hagelschlag ab 17:30 Uhr MEZ – von heftigen Sturmböen begleitet (Max: 63 km/h) – eine Gewitterwolke, die in 15 Minuten für 12,8 mm Niederschlag sorg-

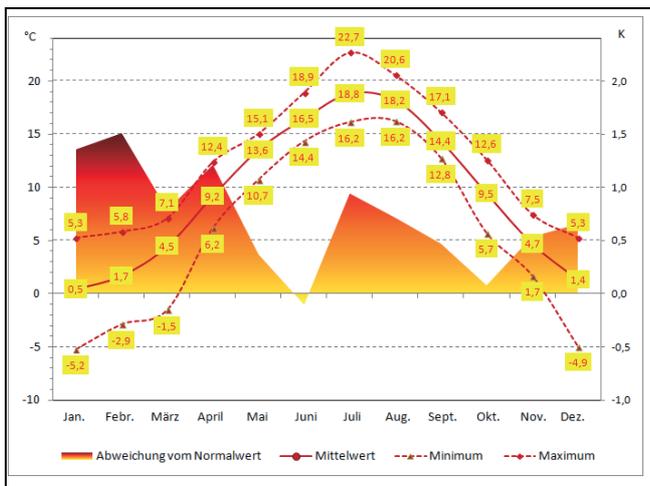
te, die Luft in 30 Minuten um 11,2 K und den Boden (10 cm Tiefe) in einer Stunde um 6,8 K abkühlte.

Die landwirtschaftliche Bilanz dieses Ereignisses: 100%iger Ertragsverlust der Erbsen; beim Getreide Verluste zwischen 20 und 70%.

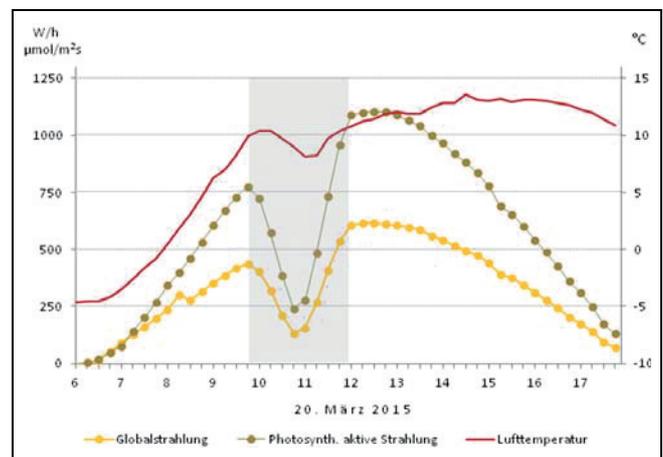
Noch höhere Windgeschwindigkeiten erreichte am 31.03./01.04.2015 der Orkan „Niklas“, der über Deutschland mit bis zu 140 km/h hinwegfegte (DWD, 2015) und erhebliche Zerstörungen anrichtete. Das Versuchsfeld in Dahnsdorf blieb dieses Mal weitestgehend verschont: Obwohl auch hier ein Windgeschwindigkeits-Rekord (75 km/h) und teilweise über mehrere Stunden mittlere Windgeschwindigkeiten > 10 m/s registriert wurden, waren kaum Schäden zu verzeichnen. Selbst die Thermo-meterhütte, deren hölzerne Vorgängerin einige Jahre zuvor von einem Sturm aus ihrem metallenen Gestell gerissen und am Boden zerstört wurde, widerstand dem über das freie Feld anstürmenden „Niklas“.



**Abb. 7.** Mittlere und extreme Monatssummen der Niederschlags-höhe (Dahnsdorf, 1997 bis 2014)  
Mean and extreme monthly totals of precipitation (Dahnsdorf, 1997 – 2014).



**Abb. 6.** Mittlere und extreme Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (Dahnsdorf, 1997 bis 2014) (linke Achse) und deren Abweichung vom langjährigen Normalwert (Wittenberg, 1961/90) (rechte Achse)  
Mean and extreme monthly averages of air temperature (Dahnsdorf, 1997 – 2014) (left axis) and its deviation from the long-term normal value (Wittenberg, 1961/90) (right axis).



**Abb. 8.** Tagesgang ausgewählter meteorologischer Größen während der partiellen Sonnenfinsternis (grauer Bereich), Dahnsdorf, 20.03.2015  
Diurnal variation of selected meteorological parameters during the partial solar eclipse (gray area), (Dahnsdorf, 03/20/2015).

Interessante Informationen lieferten auch die Aufzeichnungen ausgewählter meteorologischer Größen während der partiellen Sonnenfinsternis am 20.03.2015 (Abb. 8). Besonderer Glücksumstand: Nur unbedeutende Wolken belästigten Sonne und Mond bei deren Rendezvous. Dadurch kann Strahlungs- und Temperaturverlust eindeutig dem sich vor die Sonne schiebenden Mond zugeordnet werden.

## Literatur

- ALEXANDER, L.V., X. ZHANG, T.C. PETERSON, J. CAESAR, B. GLEASON, A.M.G. KLEIN TANK, M. HAYLOCK, D. COLLINS, B. TREWIN, F. RAHIMZADEH, A. TAGIPOUR, K. RUPA KUMAR, J. REVADAKAR, G. GRIFFITHS, L. VINCENT, D.B. STEPHENSON, J. BURN, E. AGUILAR, M. BRUNET, M. TAYLOR\* keine Beerntung möglich, infolge starker Verunkrautung  
NEW, P. ZHAI, M. RUSTICUCCI, J.L. VAZQUEZ-AGUIRRE, 2006: Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* (1984 – 2012). 111, D05109, DOI: 10.1029/2005JD006290.
- AMI (Agrarmarkt Informations-Gesellschaft): Marktbilanz Getreide Ölsaaten Futtermittel, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015. AMI Marktbilanz. Bonn, Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH.
- BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft): Die wirtschaftliche Lage der landwirtschaftlichen Betriebe, Buchführungsergebnisse der Testbetriebe, verschiedene Wirtschaftsjahre.
- BUNDESSORTENAMT, 2001, 2003, 2008, 2010, 2013, 2014, 2015: Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen und Hackfrüchte. Hannover, Strothe Verlag.
- DEIKE, S., B. PALLUTT, E. MOLL, O. CHRISTEN, 2006: Effect of different weed control strategies on the nitrogen efficiency in cereal cropping systems. *Journal of Plant Diseases and Protection, Supplement* 20, 809-816.
- DEIKE, S., B. PALLUTT, O. CHRISTEN, 2008: Investigations on the energy efficiency of organic and integrated farming with specific emphasis on pesticide use intensity. *European Journal of Agronomy* 28 (3), 461-470.
- DEIKE, S., B. PALLUTT, O. CHRISTEN, 2010: Untersuchungen zur Energieeffizienz im integrierten und Ökologischen Landbau am Beispiel eines Langzeitversuches auf einem lehmigen Sandboden. *Journal für Kulturpflanzen* 62 (7), 259-263.
- DWD (Deutscher Wetterdienst), 2015: [www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/stuerme/20150331\\_nikas\\_deutschland.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/stuerme/20150331_nikas_deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (Stand: 15.10.2015).
- FLATH, K., N. SOMMERFELDT, T. MIEDANER, 2015: "Gelbrost – Das Risiko ist wieder groß". DLG Mitteilungen 03/2015.
- HA, N., T. FEIKE, H. BACK, H. XIAO, E. BAHRS, 2015: The effect of simple nitrogen fertilizer recommendation strategies on product carbon footprint and gross margin of wheat and maize production in the North China Plain. *Journal of Environmental Management* 163, 146-154.
- HOVMØLLER, M.S., S. WALTER, R.A. BAYLES, A. HUBBARD, K. FLATH, N. SOMMERFELDT, M. LECONTE, P. CZEMBOR, J. RODRIGUEZ-ALGABA, T. THACH, J.G. HANSEN, P. LASSEN, A.F. JUSTESEN, S. ALI, C. de VALLAVILLE-POPE, 2015: Replacement of the European wheat yellow rust population by new races from the centre of diversity in the near-Himalayan region. *Plant Pathology*, DOI: 10.1111/ppa.12433.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.), Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
- JAHN, M., B. PALLUTT, 2004: Zur Wirkung ausgewählter Pflanzenstärkungsmittel bei ökologischem Anbau von Kartoffeln und Roggen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft H. 396, 505-506.
- JAHN, M., C. WAGNER, E. MOLL, B. PALLUTT, 2010a: Auftreten und Bekämpfung von Krankheiten in Wintergetreide in einem Dauerfeldversuch auf dem Versuchsfeld Dahnsdorf. *Journal für Kulturpflanzen* 62 (7), 248-258.
- JAHN, M., C. WAGNER, B. PALLUTT, 2010b: Strategien der Krankheitsbekämpfung in einem Langzeitversuch – Ergebnisse aus drei Versuchsjahren. Strategies of diseases control in a long term trial – results of three years. *Julius-Kühn-Archiv* 428, 340.
- JÜTTERSONKE, B., 1995: unveröffentlichte Daten.
- KEHLENBECK, H., J. SALTZMANN, J. SCHWARZ, B. KLOCKE, 2014: Ökonomische Bewertung von Pflanzenschutzstrategien im Winterweizen. *Julius-Kühn-Archiv* 447, 399.
- KLOCKE, B., C. WAGNER, J. SCHWARZ, M. JAHN, 2014a: Strategien der Krankheitsbekämpfung in Winterroggen – Krankheitsauftreten und Fungizidanwendung in den Jahren 2008-2013. *Julius-Kühn-Archiv* 447, 403.
- KLOCKE, B., C. WAGNER, J. SCHWARZ, M. JAHN, 2014b: Auftreten pilzlicher Schaderreger an den Winterweizensorten Potenzial und Akteur in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf in den Jahren 2009 bis 2014. *Julius-Kühn-Archiv* 447, 395.
- KÜHNE, S., 2010a: Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) mit biologischen Pflanzenschutzmitteln (Azadirachtin, B.t.t., Pyrethrum, Spinosad) und deren Nebenwirkungen auf Blattläusprädatoren im ökologischen Kartoffelanbau. *Journal für Kulturpflanzen* 62 (9), 331-340.
- KÜHNE, S., 2010b: Kartoffelkäfer. In: Merkblatt Biokartoffeln, BioLand/KÖN/Bio Austria/FiBL/vTI (Hrsg.), Bioland Verlags GmbH, 28 S.
- KÜHNE, S., F. ELLMER, 2011: Kartoffelkäfer biologisch reguliert. *top agrar* 5, 80-83.
- KÜHNE, S., L. BIEBERICH, H.-P. PIORR, C. LANDZETTEL, 2013: Möglichkeiten zur Reduktion kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel für den Öko-Kartoffelanbau. *Kartoffelbau* 64 (6), 31-33.
- LUDWIG T., E. JANSEN, B. TROST, S. KÜHNE, H. BÖHM, 2011: Regulierung von Rapsschädlingen im ökologischen Winterrapsanbau durch den Einsatz naturstofflicher Pflanzenschutzmittel sowie durch den Mischanbau mit Rüben. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Band 1, Berlin, Köster, 306-309.
- PALLUTT, B., 2002: Integrierte Unkrautbekämpfung. In: P. Zwerger, H.U. Ammon (Hrsg.): Unkraut – Ökologie und Bekämpfung. Stuttgart, Ulmer Verlag, 224-230.
- PALLUTT, B., M. JAHN, B. FREIER, 2006: Bewertung von Strategien zur Minderung von Pflanzenschutzmitteln. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (zugleich 55. Deutsche Pflanzenschutztagung, Göttingen) H. 400, 100-101.
- PALLUTT, B., M. JAHN, B. FREIER, E. MOLL, 2010: Dauerfeldversuche auf dem Versuchsfeld Dahnsdorf unter besonderer Berücksichtigung der Unkrautbekämpfung. *Journal für Kulturpflanzen* 62 (7), 238-247.
- SCHWARZ, J., E. MOLL, 2010: Entwicklung der Verunkrautung in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Herbizidintensität. *Journal für Kulturpflanzen* 62 (9), 317-325.
- SCHWARZ, J., B. PALLUTT, K. GEHRING, J. WEINERT, 2010a: Untersuchungen zum notwendigen Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau – Ergebnisse bundesweiter Dauerfeldversuche. *Julius-Kühn-Archiv* (zugleich 57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin) 428, 474.
- SCHWARZ, J., B. PALLUTT, K. GEHRING, J. WEINERT, 2010b: Bundesweite Dauerfeldversuche zur Minderung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Ackerbau. *Julius-Kühn-Archiv* (zugleich 57. Deutsche Pflanzenschutztagung, Berlin) 428, 338-339.
- SCHWARZ, J., B. PALLUTT, E. MOLL, 2012a: Einfluss von Fruchtfolge und Herbizidaufwandmenge auf die Verunkrautung. Tagungsband 25. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. *Julius-Kühn-Archiv*, 434, 337-344.
- SCHWARZ, J., B. PALLUTT, M. JAHN, B. FREIER, 2012b: Langjährige Auswirkungen von Fruchtfolge, Düngung und Pflanzenschutz auf Ertrag und Schaderregerauftreten. 58. Deutsche Pflanzenschutztagung, *Julius-Kühn-Archiv* 438, 336-337.
- SCHWARZ, J., 2013: Energetische Betrachtung zum Einsatz von Herbiziden und Bodenbearbeitung. *Gesunde Pflanzen* 65 (1), 33-37.
- SCHWARZ, J., B. PALLUTT, 2014: Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Entwicklung der Verunkrautung in einem Dauerfeldversuch. Tagungsband 26. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung, *Julius-Kühn-Archiv*, Heft 443, 141-148.
- STATISTISCHES BUNDESAMT, Statistisches Jahrbuch 2013 und 2014. Deutschland und Internationales. Wiesbaden, Statistisches Bundesamt.
- WITTCHEN, U., J. SCHWARZ, B. PALLUTT, 2015: Versuchsfeld Dahnsdorf – 15 Jahre agrarmeteorologische Messungen Teil 1: Allgemeines. *Journal für Kulturpflanzen* 67 (5), 153-161. <http://wheatrust.org/yellow-rust-tools-maps-and-charts/race-mapper/> (Stand: 12.10.2015).
- ZEHEMEIER, M., M. GANDORFER, H. HOFFMANN, U.K. MÜLLER, I.J.M. DE BOER, A. HEISSENHUBER, 2014: The impact of uncertainties on predicted greenhouse gas emissions of dairy cow production systems. *Journal of Cleaner Production* 73, 116-124.
- ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle): ZMP-Marktbilanz – Getreide, Ölsaaten, Futtermittel, verschiedene Jahrgänge. Bonn, Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH.