



Marcel Peters (Autor)

Untersuchungen zur Beurteilung des notwendigen Maßes in der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Ackerbaubetrieben in Mecklenburg-Vorpommern

Studies to assess the necessary extent in the use of plant
protection products in arable farms Mecklenburg-Western
Pomerania

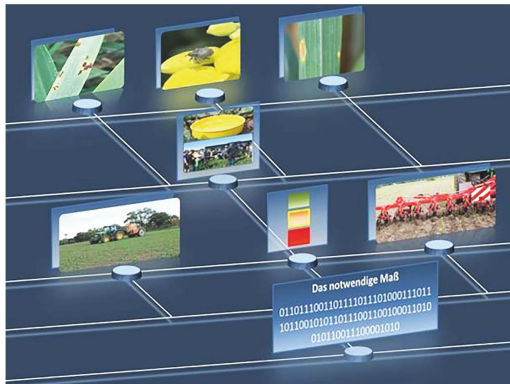
Berliner ökophysiologische
und phytomedizinische Schriften



Marcel Peters

Untersuchungen zur Beurteilung des
notwendigen Maßes in der Anwendung
von Pflanzenschutzmitteln in
Ackerbaubetrieben in Mecklenburg-
Vorpommern

Band 54



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8916>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,

Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

1. Einleitung

Erste Ansätze und die Entwicklung erster Konzepte zum integrierten Pflanzenschutz (IPS) erfolgten in den 50er Jahren (Naranjo und Ellsworth, 2009). Die IPS-Pioniere wie Vernon Stern veröffentlichten 1959 mit dem „integrated control concept“ ein Konzeptpapier über die Integration von biologischen und chemischen Maßnahmen (Stern, et al., 1959). Gründe für die Entwicklung integrierter Pflanzenschutzkonzepte lagen in der Zunahme pflanzenschutzmittelinduzierter Probleme. Negative Auswirkungen der steigenden Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (organische Insektizide wie DDT) in Nordamerika wurden später in Rachel Carsons Buch „The Silent Spring“ (1962) beschrieben. Das Buch wird auch als Ausgangspunkt der weltweiten Umweltbewegung bezeichnet und führte u. a. zum Verbot von DDT (Murphy, 2005). STERN et al. (1959) führten Wirkstoffresistenzen, den Rückgang von Antagonisten, das Auftreten neuer Schädlinge sowie Probleme mit toxischen Rückständen in Nahrungsmitteln und die damit verbundenen Gefahren für die Anwender als Gründe für die Entwicklung des „integrated control concept“ an. Der chemische Pflanzenschutz allein kann ohne Berücksichtigung biologischer Zusammenhänge und ökologischer Wechselwirkungen dauerhaft nicht erfolgreich sein (Steiner, 1968). Darauf beruht der integrierte Pflanzenschutz, der als Basisstrategie der EU-Richtlinie 2009/128/EG und im Anhang III Allgemeine Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes beschrieben ist. Um die Umsetzung dieser Richtlinie zu fördern, sind die Mitgliedstaaten der Europäischen Union angehalten, nationale Aktionspläne zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) zu verabschieden. Im NAP Deutschland ist die stärkere Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes in der Praxis anvisiert. Hierzu hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) das Modell- und Demonstrationsvorhaben (MuD) "Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz" initiiert. Die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes schließt eine exzellente Beratung ein. Doch inwieweit kann die Beratung die Pflanzenschutzmittelanwendungen so beeinflussen, dass alle durchgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen dem notwendigen Maß entsprechen? Darin und in der genauen Bewertung des notwendigen Maßes bei der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln aus der Sicht des integrierten Pflanzenschutzes besteht die Forschungslücke. Erste Anhaltspunkte zur Bewertung des notwendigen Maßes liegen in den Arbeiten von Günther (2010) und in den Berichten zum Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz vor (Freier, et al., 2010). Jedoch fehlt die Verknüpfung von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen und Schaderregererhebungen auf den zu beurteilenden Schlägen. Ohne Daten aus der Schaderregerüberwachung ist eine genaue Bewertung der Bekämpfungsnotwendigkeit fehlerbehaftet.

Grundlage dieser Arbeit war es, wichtige Parameter zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in wichtigen Kulturen einer repräsentativen Region zu sammeln und zu vergleichen. Als Datenquellen dienten das MuD „Demonstrationsbetriebe integrierter Pflanzenschutz“ sowie das Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz. Hinzu kam die Anwendung der allgemeinen Grundsätze des IPS, dargestellt als Leitlinien des IPS im Ackerbau, sowie deren Bewertung im Praxiseinsatz. Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit war ein On-Farm Experiment zur Analyse einer deutlichen Reduktion der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen mit dem Ziel, die Grenzen des Reduktionspotenzials in der Qualitätsweizen-Produktion (Qualitätsstufe E) aufzuzeigen. Analysiert wurde der Einfluss unterschiedlicher Pflanzenschutzmittel-Intensitäten auf den Naturalertrag, das Risikopotenzial (SYNOPS) und das Auftreten epigäischer Raubarthropoden.

Mithilfe des ausgewerteten Datenmaterials sollen folgende Thesen diskutiert werden:

1. Die Schaderregerüberwachung, eine konsequente Anwendung von Schwellenwerten sowie Prognose- und Entscheidungshilfesysteme inklusive einer exzellenten Beratung grenzt den Pflanzenschutzmitteleinsatz auf das notwendige Maß ein.
2. Vorbeugende Maßnahmen wie Fruchtfolge und Sortenwahl haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Begrenzung der Pflanzenschutzmittelintensität bezogen auf das notwendige Maß.
3. Das Reduktionspotenzial, das sich bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln aus den Kenntnissen des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz ergibt und vom notwendigen Maß abweichen kann, ist nicht gleichzusetzen mit dem notwendigen Maß aus Sicht des integrierten Pflanzenschutzes.
4. Über das aus dem Netz Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz signalisierte Reduktionspotenzial hinaus ist eine deutliche Reduzierung der Pflanzenschutzmittelintensitäten ohne Einfluss auf den Ertrag möglich
5. Eine deutliche Reduzierung der Pflanzenschutzmittelintensitäten hat einen positiven Effekt auf die Fauna epigäischer Raubarthropoden.
6. Das Risiko in der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf die Umwelt sinkt auf Grund niedriger Behandlungsintensitäten und der Mittelwahl.
7. Der Umsetzungsgrad des integrierten Pflanzenschutzes lässt sich durch Checklisten feststellen.

2. Politische Rahmenbedingungen und Stand der Forschung

Der chemische Pflanzenschutz ist wichtiger Bestandteil der konventionellen Landwirtschaft. Durch ihn sind eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion sowie eine Spezialisierung auf einzelne Kulturen bei gleichzeitiger Produktionssteigerung möglich (Sasse, 1972; Zadoks, 2003). Im Vordergrund des Pflanzenschutzes steht dabei, die Schädigung und Leistungsminderung von Nutzpflanzen durch Ausnutzung aller einschlägigen wissenschaftlichen Kenntnisse in einer ökologisch und ökonomisch angemessenen Weise zu verhindern oder zu mildern. Ertragsverluste werden minimiert und das standortspezifische Ertragspotenzial ausgenutzt. Gleichzeitig können durch den Pflanzenschutz höhere Wohlfahrtsgewinne generiert werden (Schmitz und Wronka, 2000; von Witzke und Noleppa, 2011). Ohne Pflanzenschutz kommt es weltweit zu kulturspezifischen Ertragsverlusten von 50 bis 80 % und unter europäischen Anbaubedingungen von 48 % - beispielsweise durch Unkräuter, tierische und bakterielle Schaderreger sowie Viren (; Oerke und Dehne, 2004; Oerke, 2006). In Dauerfeldversuchen an den Standorten Dahnsdorf, Freising und Oldenburg konnten Ertragsverluste durch Schadorganismen in Abhängigkeit von Standort, Bodenbearbeitung und Sorte von 25 - 75 % nachgewiesen werden (Gutsche, 2012). Durch hohe Ertragsverluste, die ohne Einsatz von Pflanzenschutzmitteln entstehen, würden die Preise für Lebensmittel deutlich steigen, das Bruttoinlandsprodukt sinken und Folgekosten für den Bereich Gesundheit durch schlechtere Versorgung mit Gemüse und Obst entstehen (Knutson, 1999).

„*Wo viel Licht ist, ist starker Schatten.*“¹ - So verhält es sich auch mit dem chemischen Pflanzenschutz. Negative Effekte durch die Intensivierung der Landwirtschaft sind meist verbunden mit dem Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten in Grund- und Oberflächenwasser (Wauchope, 1978; Alamdar, et al., 2014; Dalvie, et al., 2014; Radović, et al., 2015), Boden (Craven und Hoy, 2005; Karpouzaz, et al., 2014) und Atmosphäre (Bedos, et al., 2002; Bidleman, et al., 2015), sowie mit einer negativen Beeinträchtigung der Funktion des Agrarökosystems (Stern, et al., 1959; Krebs, et al., 1999; Stoate, et al., 2001; Geiger, et al., 2010) und einer gesundheitlichen Belastung für Mensch und Tier (Weisenburger, 1993; Beard, 2006; Huang, et al., 2014; Lozowicka, et al., 2014; Barnhoorn, et al., 2015; Bi, et al., 2020).

¹ „Götz von Berlichingen“ von Johann Wolfgang von Goethe, Erster Aufzug

Zum Schutz der Kulturpflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schaderregern und nichtparasitären Beeinträchtigungen sowie zur Vermeidung negativer Effekte bei der Durchführung des Pflanzenschutzes sind die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und deren Zulassung im Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (PflSchG) geregelt (§1 Nr. 1-3 PflSchG). Mit der Novellierung des Pflanzenschutzgesetzes vom 6. Februar 2012 wurden in Deutschland neue EU-Vorschriften (u. a. Richtlinie 2009/128/EG, Verordnung 1107/2009) zum Pflanzenschutz umgesetzt (§1 Nr. 4 PflSchG). Der integrierte Pflanzenschutz ist zwar weiterhin Bestandteil der guten fachlichen Praxis, erhält aber, wie die Risikominderung bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, eine größere Bedeutung. Als weitere Neuerung wurde ein nationaler Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP) von der Bundesregierung beschlossen (§4 Abs. 1 – PflSchG). Darin wurden Forderungen der Richtlinie 2009/128/EG verankert. Ziel der europäischen und deutschen Gesetzgebung im Bereich des Pflanzenschutzes sowie des NAPs ist es, die Risiken, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, weiter zu reduzieren. Erreicht werden soll dies durch die konsequente Einhaltung des notwendigen Maßes bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Das notwendige Maß nach Burth, et al. (2002) wird wie folgt definiert:

Das notwendige Maß bei der Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln beschreibt die Intensität der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln, die notwendig ist, um den Anbau der Kulturpflanzen, besonders vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit, zu sichern. Dabei wird vorausgesetzt, dass alle anderen praktikablen Möglichkeiten zur Abwehr und Bekämpfung von Schadorganismen ausgeschöpft wurden und die Belange des Verbraucher- und Umweltschutzes sowie des Anwenderschutzes ausreichend berücksichtigt wurden. Dabei bildet die Bestimmung des notwendigen Maßes den Kern einer Strategie, die darauf abzielt, die unnötig ausgebrachten Mengen chemischer Pflanzenschutzmittel zu bestimmen und aus der Anwendung zu nehmen (Burth, et al., 2002).

Im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln heißt es weiter: dass „die Entscheidungen des Praktikers über notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen von seiner beruflichen Qualifikation, seinen Erfahrungen, der Risikobereitschaft, der Qualität der Beratung oder anderen zugänglichen Fachinformationen beeinflusst wird und weiterhin kommt der Wahl der zu behandelnden Fläche, der Aufwandmenge und der Behandlungshäufigkeit für ein Pflanzenschutzmittel eine besondere Bedeutung zu. Empfehlungen zu verringerten Aufwandmengen im Vergleich zu zugelassenen Aufwandmengen im Rahmen des notwendigen Maßes müssen in Kenntnis der Wirkungsreserven der Pflanzenschutzmittel und der Risiken für die Resistenzbildung getroffen werden. Die Einhaltung von Resistenzstrate-

gien als wichtiger Grundsatz des integrierten Pflanzenschutzes ist daher ein ganz wesentliches Element für die Beschreibung des notwendigen Maßes im Pflanzenschutz (BMELV, 2013).

Durch die Umsetzung des integrierten Pflanzenschutzes soll die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränkt werden. Somit kommt dem integrierten Pflanzenschutz, bezogen auf das strategische Denken, in der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ein besonderer Stellenwert zu. Die allgemeinen Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes werden laut Richtlinie 2009/128/EG Anhang III wie folgt definiert:

1. Vorbeugende Maßnahmen (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Saatzeiten, Sortenwahl, u. a.).
2. Schaderregerüberwachung und Nutzung von Warndienstmeldungen, Prognose- und Entscheidungshilfesystemen.
3. Verwendung von soliden und wissenschaftlich begründeten Schwellenwerten.
4. Nachhaltigen biologischen, physikalischen und anderen nichtchemischen Methoden ist der Vorzug vor chemischen Methoden zu geben.
5. Die eingesetzten Pestizide müssen soweit zielartenspezifisch wie möglich sein und die geringsten Nebenwirkungen auf die menschliche Gesundheit, Nichtzielorganismen und die Umwelt haben.
6. Der berufliche Verwender sollte die Verwendung von Pestiziden und anderen Bekämpfungsmethoden auf das notwendige Maß begrenzen.
7. Anwendung von Resistenzvermeidungsstrategien.
8. Erfolgskontrollen der angewandten Pflanzenschutzmaßnahmen und Dokumentation der Pflanzenschutzmittel-Anwendungen sowie die Ergebnisse der Schaderregerüberwachung.

2.1 Vorbeugende Maßnahmen

„Unter der Anwendung von vorbeugenden Maßnahmen ist die Etablierung einer auf den Standort abgestimmten ausgewogenen Fruchtfolge zu verstehen, die eine zum Verfahren geeignete Bodenbearbeitung, möglichst resistente bzw. gering anfälligen Sorten sowie standortspezifische Aussaattermine und Aussaatstärke beinhaltet, um ein potenzielles Schaderregerauftreten zu unterdrücken oder zu minimieren.“ (Freier, et al., 2014).

Die einzelnen vorbeugenden Maßnahmen sollten nie für sich allein betrachtet werden, sondern sind vielmehr als Gesamtkomplex von ackerbaulichen Maßnahmen zu sehen (Böhm, 2014). In einer Vielzahl von Publikationen werden die Wechselwirkungen zwischen Fruchtfolge, Vorfrucht und Bodenbearbeitung (Bailey, et al., 2001; Dachler

und Köchl, 2003; Schneider und Lütke Entrup, 2006; Schneider, 2009) oder auch die Wechselwirkung zwischen Fruchtfolge, Düngung und Pflanzenschutz (Schwarz, et al., 2012) beschrieben.

Fruchtfolgegestaltung

Die Fruchtfolge stellt ein zentrales Element im Ackerbau dar und ist maßgeblich für Erhalt und Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit verantwortlich (Könnecke, 1967; Metz, et al., 1988). Castellazzi, et al. (2008) zeigen die Vorteile einer ausgewogenen Fruchtfolge aus ackerbaulicher, finanzieller und ökologischer Sicht auf. Durch eine auf den Standort abgestimmte Vielfalt an Kulturen können die Erträge deutlich gesteigert (Christen und Sieling, 1995; Christen, 2001) und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln durch Unterbrechung der Krankheitszyklen von Schaderregern reduziert werden (Curl, 1963; Könnecke, 1967; Baeumer, 1990; Gutteridge, et al., 2003; Skevas und Lansink, 2014). Ausgewogene Fruchtfolgen weisen nicht nur höhere Erträge der Einzelkulturen sondern auch eine bessere Ertragsstabilität auf (Christen, 2001). Dabei kommt der Vorfrucht eine größere Bedeutung, bezogen auf Höhe und Stabilität der Erträge, zu, als der Anbaukonzentration einzelner Fruchtarten in der Fruchtfolge (Fischbeck, et al., 1969; Panse, et al., 1994; Christen, 2001). Am Beispiel des Winterweizens kommen Krupinsky, et al. (2002) zu dem Schluss, dass durch eine monotone weizenbetonte Fruchtfolge in Verbindung mit der konservierenden Bodenbearbeitung das Infektionsrisiko des Weizens durch *Fusarium spp.*, *Gaeumannomyces graminis* und *Drechslera tritici repentis* steigt. Dies führt zu fruchtfolgebedingten Mindererträgen (; Gardner, et al., 1998; Bailey, et al., 2001; Jossi, et al., 2002; Gutteridge, et al., 2003). Erreger wie *Gaeumannomyces graminis*, *Cochliobolus sativus* und *Fusarium culmorum* treten durch Selbstfolgen in der Gerste vermehrt auf und führen zu Halmbasisinfektionen oder zu Infektionen am Blattapparat oder an der Ähre (Piening und Orr, 1988; Vilich, 1993; Gutteridge, et al., 2003). Im Raps sind typische Fruchtfolgeerkrankungen die Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*) und die Verticillium-Welke (*Verticillium longisporum*) (Krupinsky, et al., 2002; Johansson, et al., 2006). Deren Auftreten kann nur durch eine weite Fruchtfolge oder durch den Anbau resistenter bzw. toleranter Rapsorten verhindert oder eingegrenzt werden (Sauer mann, 2013). Aber auch *Sclerotinia sclerotiorum* und *Plenodomus lingam* können infolge einer zu engen Fruchtfolge gehäuft auftreten (Twengström, et al., 1998; Guo, et al., 2005).

Die Fruchtfolgegestaltung kann sich laut einer Vielzahl von Autoren (Kübler, 1988; Pallutt, 2000; Schröder, et al., 2008; Ulber, 2010; Hanzlik und Gerowitt, 2012) sowohl auf den Krankheitsbefall von Nutzpflanzen als auch auf das Auftreten von Unkräutern und Ungräsern auswirken, so dass es zu einer Verungrasung durch *Alopecurus myosuroides* auf Grund zu enger getreidebetonter Fruchtfolgen kommen kann (Pallutt,

2000; Böhm, 2014; Peterson, 2014). Gleichzeitig treten bei einem hohen Winterapsanteil in der Fruchtfolge *Cruziferen* in den Vordergrund (Schröder et al. 2008; Hanzlik und Gerowitt 2012). Nach Auffassung von Liebmann, et al. (2003) und Gehring, et al. (2012) sowie Moss, et al. (2019) ist eine vielfältige Fruchtfolge das Instrument einer umfassenden Unkrautbekämpfungsstrategie. Auch bei der Betrachtung der Resistenzvermeidung spielen Fruchtfolge und ackerbauliche Maßnahmen eine bedeutende Rolle (Gebhard, 2013; Dicke, 2014; Peterson, 2014).

Bodenbearbeitung

Nach Christian (1994) kann der Einsatz des Pfluges die Folgen kritischer Anbaufolgen nur teilweise kompensieren. Das Einarbeiten von mit *Pseudocercospora herpotrichoides* infizierten Stoppelresten kann zu einer Konservierung und somit zu einer Folgeinfektion mit der Halmbruchkrankheit führen (El Titi, 2003). Gleichzeitig steigt durch die pfluglose Bodenbearbeitung in weizenbetonten Fruchtfolgen das Infektionsrisiko des Weizens mit *Fusarium* spp., *Drechslera tritici-repentis* und *Septoria tritici* (Krupinsky, et al., 2002) sowie das Risiko der Etablierung und Ausbreitung von *Apera spica-venti* und *Alopecurus myosuroides* (Gehring, et al., 2012). Einem vermehrten Auftreten von pilzlichen Schaderregern und Unkräutern, bedingt durch die Art der Bodenbearbeitung, muss zur Absicherung des standortspezifischen Ertragspotenzials mehr Pflanzenschutzmittel entgegengesetzt werden (Schneider, 2009). Freier, et al. (2015) kamen in Untersuchungen im Rahmen des Netzes Vergleichsbetriebe Pflanzenschutz zu dem Schluss, dass die Behandlungsintensität von Herbiziden bei pflugloser Bodenbearbeitung gegenüber dem Pflugeinsatz höher ist. Als Grund werden die zusätzlichen Herbizidanwendungen durch Vorsaatmaßnahmen mit glyphosathaltigen Präparaten genannt.

Der Vorteil der konservierenden Bodenbearbeitung liegt in der Abflachung von Arbeitsspitzen und damit einhergehend auch in einer Verringerung des Arbeitskraftbedarfs und der variablen Kosten (Schneider, 2009). Gleichzeitig leistet die konservierende Bodenbearbeitung einen Beitrag zur vorsorgenden und nachhaltigen Bodennutzung. Als Folge des Pflugverzichts wird die Bodenerosion vermindert und ein oberflächlicher Abtrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verringert (Bischoff, et al., 2010). Die ökonomischen Vorteile der pfluglosen Bodenbearbeitung sind auch stark von der Vorfrucht abhängig (Schneider, 2009). In Untersuchungen von Ulber, et al. (2006) über den Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Schlupfabundanz und Befallsstärke von *Delia radicum* im Winterraps konnte ein positiver Effekt der pfluglosen Bodenbearbeitung festgestellt werden. Gleichzeitig fördert der Pflugverzicht durch den Verbleib von Ernterückständen auf der Bodenoberfläche und in Verbindung mit feuchten Witterungsbedingungen das Auftreten von *Agriolimacidae* sp. Dies kann zur Schä-

digung von Winterraps und Winterweizenbeständen bis hin zum Umbruch der Bestände führen (Bartels, 2002).

Aussaattermine

In den letzten zwei Jahrzehnten ist eine Veränderung des Aussaattermins hin zu früheren Aussaaten in Deutschland zu verzeichnen (Sperling, et al., 2004; Böse, 2010; Zieseimer und Lehmann, 2011; Peters und Zieseimer, 2014). Als Gründe für eine Verschiebung der Aussaat führten Zieseimer und Lehmann (2011) sowohl pflanzenbauliche als auch ökonomische Gründe an. Als wesentliche Argumente für eine frühe Aussaat nannten die Autoren ein in sich verändertes Anbauverhältnis hin zu mehr Winterweizen und Winterraps. Um die Arbeitsspitzen in der Getreidebestellung zu entzerren, hat sich eine Vorverlegung des Aussaattermins durchgesetzt (Böse, 2010). Die Schaffung eines optimalen Saatbettes für Winterweizen und Wintergerste wird als weiterer Vorteil für die Frühsaat genannt (Schäfer, et al., 2011), ebenso die bessere Nutzung des Bodenwassers im Frühjahr und die Stickstoffhinterlassenschaften im Herbst. Ertragsdepressionen und eine verschlechterte Ertragsstabilität sind zusätzliche Punkte gegen eine Spätsaat (Bürling, 2013), solange es die Vorfrucht erlaubt. Gleichzeitig lassen sich die Kosten für Saatgut und Zugkraftbedarf durch eine frühe Aussaat absenken (Zieseimer, et al., 2007; Zieseimer und Lehmann, 2011).

Eine Vorverlegung des Aussaattermins ist ein starker Eingriff in die ackerbaulichen Verfahren und nur durch einen höheren Pflanzenschutzmittelaufwand zu bewerkstelligen (Sperling, et al., 2004). Durch frühe Aussaaten steigt die Gefahr einer Auswinterung durch ein Überwachsen der Bestände. Gerade frühgesäte Winterrapsbestände müssen durch zusätzliche Wachstumsregulierungen geschützt werden. Dies betrifft auch Winterweizenbestände, insbesondere Sorten mit verminderter Standfestigkeit (Zieseimer und Lehmann, 2011). Frühe Aussaaten benötigen zudem auch intensivere Herbizidanwendungen (Krüssel und Hoppe, 2006), die durch größere Unkrautdichte bzw. -biomasse im Winterweizen (Rasmussen, 2004) begründet sind. Gleichzeitig wird der Unkrautbesatz gerade von Gräsern, wie *Apera spica-venti* und *Alopecurus myosuroides* durch frühe Aussaaten gefördert (Krüssel und Hoppe, 2006; Kerlen, 2010; Zieseimer und Lehmann, 2011). Nach Untersuchungen von Wolff, et al. (2003) und Sperling, et al. (2004) erhöht sich das Auftreten von Halmbasiskrankheiten, ausgelöst durch *Pseudocercospora herpotrichoides* und *Gaeumannomyces graminis*, *Fusarium* spp., und Blattkrankheiten (*Septoria tritici* und *Blumeria graminis*) durch eine frühe Aussaat im Winterweizen. Der Befall von Winterweizen und Wintergerste durch Blattläuse und einer daraus resultierenden Infektion mit dem *Barley-Yellow-Dwarf-Virus* oder dem *Wheat-Dwarf-Virus* (Mehner, 2005) sowie von Winterraps durch *Delia radicum* (Ulber, et al., 2014) wird durch Frühsaaten gefördert.

Günther (2010) wies in ihren Studien zur Pflanzenschutzmittelintensität und deren Einflussgrößen eine signifikante Beziehung zwischen Aussaattermin und Behandlungsintensität nach. Fröhsaaten föhren zu h6heren Herbizid- (Pallutt, 2000; G6nther, 2010; Flamant, et al., 2013; Freier, et al., 2015), Fungizid- (G6nther, 2010; Ziesemer und Lehmann, 2011; Freier, et al., 2015), Insektizid- (Buntin, et al., 1992; G6nther, 2010; Ziesemer und Lehmann, 2011; Freier, et al., 2015) und Wachstumsregler-Anwendungen (G6nther, 2010; Freier, et al., 2015).

Sortenwahl und Sortenresistenz

Im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes kommt dem Anbau resistenter bzw. toleranter blattgesunder Sorten zur Vorbeugung oder Unterdr6ckung eines potenziellen Schaderregerbefalls eine gro6e Bedeutung zu (Freier, et al., 2015). So k6nnen fungizide Pflanzenschutzmittel eingespart werden (J6rgensen, et al., 2008; Vanloqueren und Baret, 2008; D6rnte, 2014; Freier, et al., 2015) sowie eine umweltfreundliche und ressourcenschonende Krankheitsbek6mpfung erfolgen (Neumann, 2013; Kildea, et al., 2020). Durch die Analyse genetischer Ressourcen und die Evaluierung entsprechender Resistenzen kann dies gew6hrleistet werden (Serfling, et al., 2013).

Eine Ver6nderung der Priorit6ten in der Z6chtungsforschung hin zur Resistenzforschung ist seit Jahren zu verzeichnen (Lonnet, 1997; Doussinault, 1998; Loyce, et al., 2008; Miedaner und Risser, 2013). Fokussiert werden dabei quantitative Resistenzen gegen6ber *Zymoseptoria tritici* (*Mycosphaerella graminicola*), *Puccinia triticina*, *Puccinia striiformis* und *Blumeria graminis* sowie *Pseudocercospora herpotrichoides* in neue Weizensorten (Lonnet, 1997). In der Z6chtung bei Wintergerste lag der bisherige Schwerpunkt auf der Entwicklung von Sorten, die resistent gegen6ber Gelbverzwergungsviren (Barley-Yellow-Dwarf-Virus) sind (Scholz, et al., 2009; Alemu, 2014). W6hrend in den Zuchtprogrammen zur Entwicklung neuer Getreidesorten die verbesserten Resistenzeigenschaften einen hohen Stellenwert einnehmen (D6rnte, 2014), liegt der Schwerpunkt in der Rapsz6chtung bei der Erh6hung des Gesamt6lgehaltes und 6nderung des Fetts6uresektrums entsprechend den Bed6rfnissen der verarbeitenden Industrie (Kahlmeyer, 2009).

In Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Sortenresistenz und Pflanzenschutzmittelintensit6t konnten Loyce, et al. (2008) einen klaren Zusammenhang herstellen, w6hrend Freier, et al. (2015) nur einen nichtsignifikanten Trend erkennen konnten. Gr6nde daf6r sind wahrscheinlich, dass zum Einen in Jahren wie 2013 haupts6chlich *Zymoseptoria tritici*, 2014 hingegen *Puccinia striiformis* bundesweit vermehrt auftraten und andererseits multi-resistente Sorten, bezogen auf ihren Anbauumfang, gering vertreten waren (Freier, et al., 2015).