

Technik im Pflanzenschutz bei Landwirten in Deutschland

Ergebnisbericht einer Befragung

Katarina von Witzke (HFFA Research GmbH)

Martin Herchenbach (Industrieverband Agrar e.V.)



Technik im Pflanzenschutz bei Landwirten in Deutschland

Ergebnisbericht einer Befragung

Katarina von Witzke (HFFA Research GmbH)
Martin Herchenbach (Industrieverband Agrar e.V.)

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	iii
Abkürzungsverzeichnis	iv
Zusammenfassung	v
Executive Summary	vii
1. Einleitung.....	1
2. Methodische Vorbemerkungen.....	2
3. Ergebnisse zum Status-Quo und der zukünftigen Nutzung von Techniken im Pflanzenschutz	8
4. Diskussion	27
5. Fazit.....	32
Literaturverzeichnis.....	33

Danksagung

Diese Verschriftlichung einer Befragung für den Industrieverband Agrar e.V. (IVA) wurde durch den IVA initiiert und beauftragt. Wir möchten uns bei der Steuerungsgruppe des Auftraggebers bzw. Initiators des Projekts für die kontinuierliche und sehr zielgerichtete Kommunikation und das Feedback bedanken. Die Ergebnisse dieser Verschriftlichung beruhen auf Erkenntnissen aus der Befragung und weitergehenden Analysen des Autorenteam während der Projektbearbeitung und wurden zu keiner Zeit durch den Auftraggeber bzw. Initiator beeinflusst.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Größenklassen der Stichprobe nach Bundesland und Region innerhalb Deutschlands	3
Abbildung 2.2:	Regionale Aufteilung der Stichprobe	3
Abbildung 2.3:	Betriebsgrößenklassen der Stichprobe nach Region	4
Abbildung 2.4:	Bewirtschaftungsschwerpunkte und Betriebsform der befragten Betriebe	5
Abbildung 2.5:	Durchschnittliche Betriebsgröße und bewirtschaftete Kulturen	6
Abbildung 3.1:	Lohnunternehmer oder Landwirt – Wer führt den Pflanzenschutz durch?	8
Abbildung 3.2:	Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen im Lohn aktuell und zukünftig	9
Abbildung 3.3:	Bauart und Alter von Feldspritzen	10
Abbildung 3.4:	Aktueller und zukünftiger Einsatz GPS-basierter Lenksysteme	11
Abbildung 3.5:	Aktueller und zukünftiger Einsatz GPS-basierter Lenksysteme nach Region	12
Abbildung 3.6:	Applikationstechnik und beispielhafte Anwendungsfälle	13
Abbildung 3.7:	Aktuell und zukünftig eingesetzte Applikationstechnik	14
Abbildung 3.8:	Aktuell und zukünftig eingesetzte Feldspritzen nach Region	15
Abbildung 3.9:	Aktuell und zukünftig eingesetzte Kartenarten für den PSM-Einsatz	18
Abbildung 3.10:	Aktuell und zukünftig eingesetzte Kartenarten für den PSM-Einsatz nach Region	19
Abbildung 3.11:	Hindernisse für die Nutzung von Spotapplikation/Teilflächenapplikation	20
Abbildung 3.12:	Anreize zur Umstellung auf Spotapplikation/Teilflächenapplikation	21
Abbildung 3.13:	Geplante Investitionen in Feldspritzen	22
Abbildung 3.14:	Neuinvestitionen in Feldspritzen im Rahmen der Bauernmilliarde	23
Abbildung 3.15:	Bevorzugte Förderungsform für eine Umstellung auf Spot-Applikation	24
Abbildung 3.16:	Aktuell und zukünftig eingesetzte Dokumentationsarten im Pflanzenschutz	25
Abbildung 3.17:	Top-10 Wünsche an Politik/Unternehmen zur Digitalisierung im Pflanzenschutz	26

Abkürzungsverzeichnis

AF	Ackerfläche
CATI	Computer Assisted Telephone Interview
FMIS	Farm Management Information System
GPS	Global Positioning System
IVA	Industrieverband Agrar e.V.
KI	Künstliche Intelligenz
PSM	Pflanzenschutzmittel
PWM	Pulsweitenmodulation
P+M	Produkt + Markt
RTK	Real-Time Kinematik
VRC	Variable Rate Control

Zusammenfassung

Stand und Verbreitung moderner Applikationstechnik im Pflanzenschutz sind Kernindikatoren zur Messung des Fortschritts durch Innovationen im Pflanzenschutz. Solche neuen Anwendungstechniken ermöglichen es, das Risiko und die Menge bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) zu reduzieren und tragen zur Erfüllung von aktuellen gesellschaftlichen und politischen Forderungen hin zu einer nachhaltigeren Anwendung von PSM, z.B. im Rahmen der Farm-to-Fork-Strategie, bei. Laut einer Studie, welche die Potentiale verschiedener Determinanten zur Reduktion von PSM untersucht hat, können allein durch innovative Technik im Mittel 24 Prozent der derzeit in Deutschland ausgebrachten Menge an PSM eingespart werden (HFFA Research, 2022). Daraus leiten sich die Fragen ab, wie die Technikausstattung und deren Verbreitung in Deutschland sind und wie sich diese Ausstattung und Verbreitung in den nächsten Jahren entwickeln werden.

Um diese Fragen zu eruieren, wurde das Marktforschungsinstitut Produkt + Markt durch den Industrieverband Agrar e.V. (IVA) beauftragt, eine Umfrage bei Landwirten in Deutschland durchzuführen. Die Studie zielte im Besonderen darauf ab, sowohl den Status Quo als auch mögliche zukünftige Entwicklungen zur Anwendung von Technik im Pflanzenschutz zu erfassen, Hindernisse und Anreize für die Umstellung auf eine Spotapplikation zu eruieren und Wünsche an die Politik und Unternehmen abzuleiten.

An der Umfrage nahmen 500 landwirtschaftliche Betriebe teil. Dabei wurden nur Betriebe mit mindestens 20 Hektar Ackerfläche (AF) im Westen beziehungsweise 50 Hektar im Osten Deutschlands berücksichtigt. Diese repräsentieren 93 Prozent der AF sowie 52 Prozent der Betriebe des Landes. Der entsprechende Stichprobenplan wurde aus der landesspezifischen Flächen- und Betriebsverteilung erstellt, und die Ergebnisse wurden sodann nach der Verteilung der AF über Regionen und Größenklassen gewichtet. Die Ergebnisse repräsentieren somit den Anteil der AF in Deutschland, den die antwortenden Betriebe subsummieren und wurden im Rahmen dieser Arbeit verschriftlicht.

Lenksysteme basierend auf dem Global Positioning System (GPS) sind eine Grundlage für Precision Farming. Aktuell nutzen Betriebe, die 66 Prozent der Fläche in Deutschland bewirtschaften, solche GPS-basierten Lenksysteme, der größte Teil mit Real Time Kinematik (RTK) Korrektursignalen. Die speziellen Ergebnisse zeigen, dass ein kontinuierlicher Zuwachs der Nutzung, insbesondere für RTK-basierte Lenksysteme, zu erwarten ist. Im Westen gibt es jedoch Nachholbedarf. Daher ist das zu erwartende Wachstum im Westen höher als im Osten.

Betriebe, die 56 Prozent der AF bewirtschaften, nutzen Spritzen mit automatischer Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung. Diese präzise Applikationstechnik ist technische Voraussetzung für eine Teilflächenapplikation. Im Osten ist diese Technik auf bis zu 80 Prozent der Fläche vorhanden, im Westen auf rund 40 Prozent der Fläche. In den nächsten zehn Jahren wollen Betriebe diese präzise Spritztechnik jedoch auf 83 Prozent der Flächen in Deutschland nutzen. Der entsprechende Zuwachs resultiert vor allem aus Investitionen in Spritzen mit Einzeldüsenschaltung.

Betriebe, die 24 Prozent der AF repräsentieren, nutzen Applikationskarten. Neunzehn Prozent beziehen sich dabei auf Biomassekarten, zwölf Prozent auf Multilayerkarten, also Kombinationen aus verschiedenen Karten, und vier Prozent auf Drohnenkarten. Die Nutzung von Applikationskarten im Offline-Verfahren wächst in den nächsten zehn Jahren auf potenziell 41 bis 64 Prozent – je nach

Kartenart. Techniken im Onlineverfahren sind heute noch weniger stark verbreitet, werden aber in zehn Jahren je nach Technik von Betrieben, die 18 bis 35 Prozent der AF bewirtschaften, genutzt.

Mithin lässt sich feststellen: Weniger als die Hälfte der Betriebe, die automatische Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung nutzen, verwendet auch Applikationskarten. Dies legt nahe, dass weniger als die Hälfte der Betriebe, bei denen Applikationstechnik vorhanden ist, auch Teilflächen- bzw. Spotapplikation nach Applikationskarten durchführt.

Zudem wurden mit der o.g. Befragung die wichtigsten Gründe ermittelt, die die landwirtschaftlichen Betriebe (noch) davon abhalten, auf eine Spotapplikation umzustellen. Zu nennen sind:

- Zu hohe Technikkosten (79 Prozent),
- Unzureichende Rentabilität (61 Prozent),
- Nicht-Amortisation der aktuellen Spritze (46 Prozent),
- Fehlendes Knowhow (46 Prozent) und
- Nutzen bzw. Einsparpotential / Internetabdeckung unzureichend (jeweils 38 Prozent).

Als wichtigste Anreize für die Umstellung auf Spotapplikation wurden folgende Punkte genannt:

- Besserer Umweltschutz bei der Ausbringung (71 Prozent),
- Geringere Auflagen, z.B. Abstandsauflagen (68 Prozent),
- Stärkere Förderung / unbürokratischere Förderung (64 Prozent / 63 Prozent),
- Größere Auswahl an PSM (62 Prozent) und
- Nahtlose Datenübertragung zwischen digitalen Systemen (48 Prozent).

In den nächsten zehn Jahren planen Betriebe, die die Hälfte der Flächen bewirtschaften, eine Neuinvestition in eine Feldspritze. Neuinvestitionen könnten u.a. durch das Investitionsförderungsprogramm der Bundesregierung, die Bauernmilliarde, bezuschusst werden. Jedoch haben Betriebe, die 76 Prozent der Fläche bewirtschaften, keine Förderung entsprechend dieser Bauernmilliarde beantragt und planen auch, dies in Zukunft nicht zu tun. Landwirte fordern in Abhängigkeit von der Betriebsgröße verschiedene Förderungen: Von den Betrieben, für die Förderung grundsätzlich ein Anreiz ist, sehen 53 Prozent die Investitionsförderung als beste Form der Förderung an, und 30 Prozent wünschen sich eher eine Anwendungsförderung, also eine pauschale Förderung von Precision Farming je Hektar. Dabei tendieren größere Betriebe eher zur Investitionsförderung und kleinere Betriebe zur Anwendungsförderung. Eine verstärkte Auslagerung von Pflanzenschutzmaßnahmen in diesem Zusammenhang ist kaum zu erwarten. Betriebe, die 86 Prozent der Fläche bewirtschaften, führen aktuell Pflanzenschutz mit eigener Technik durch; in zehn Jahren planen nur 5 Prozent der Betriebe eine weitere Auslagerung.

Die Ergebnisse der Befragung legen nahe, dass moderne Technik, welche Teilflächen- und Spotapplikation ermöglicht, bereits heute auf mehr als der Hälfte der Fläche vorhanden ist und dass dieser Anteil weiter ansteigt. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Betriebe mit einem Viertel der AF präzise Applikationstechnik haben, jedoch Teilflächen- oder Spotapplikation noch nicht nutzen. Diese Betriebe können mit gezielter Förderung unterstützt werden, das Potenzial zu nutzen. Wichtige Anreize dafür, dass Landwirte mehr innovative Applikationstechnik nutzen, sind neben angepasster Förderung der Beitrag zum Umweltschutz, weniger Anwendungsauflagen und mehr verfügbare PSM.

Executive Summary

The state and employment of modern application technology in crop protection are core indicators for measuring the progress attributed to innovation in crop protection. New application techniques allow reductions in both risk and application quantity of plant protection products (PPP). They also contribute to the fulfillment of current societal and political demands towards an increasingly sustainable use of PPPs, for example, in the context of the Farm to Fork Strategy. According to a study conducted by HFFA Research (2022), innovative technology alone is, on average, able to save 24 percent of the currently applied PPPs in Germany. This leads to the following questions: What types of technology are used in German agriculture and how are these distributed? What are possible future developments?

In order to answer this question, the market research institute Produkt + Markt was commissioned by the Industrieverband Agrar e.V. (IVA) to conduct a survey among farmers in Germany. In particular, this study aims to assess the status quo and future developments in crop protection application technology, identify obstacles and incentives for the transition to spot application as well as derive farmers' future demands for policy makers and businesses.

500 farms participated in the survey. Exclusively farms with at least 20 hectares of arable land in the west and 50 hectares in the east of Germany were included. The surveyed farms represent 93 percent of arable land as well as 52 percent of farms nationally. The corresponding sampling scheme is based on the country-specific distribution of area and farms. The results were then weighted according to the distribution of arable land and size classification. Hence, the results transcribed in this study refer to the proportion of arable land in Germany managed by the farms that partook in the survey.

Steering systems based on Global Positioning System (GPS) are a prerequisite for the implementation of precision farming. Currently, farms that cultivate 66 percent of German arable land use GPS-based steering systems, mostly with Real Time Kinematik (RTK) correction. A future increase is expected, especially for RTK-based steering systems. The expected increase is higher in the west than in the east of Germany.

Farmers that manage 56 percent of German arable land use field sprayers with sophisticated spot application. This precise application technology is a technical requirement for the site-specific application of PPPs. In the east of Germany, this technology is employed on up to 80 percent of arable land. In the west of Germany this number is much lower at 40 percent. In the next ten years farmers plan to use this application technology on 83 percent of German arable land. This increase is attributed mostly to investments in field sprayers with sophisticated spot application.

Farms that cultivate 24 percent of German arable land use application maps. 19 percent prefer biomass-based maps, while 12 percent use multilayer maps, which are a combination of different maps, and 4 percent use drone-based maps. Offline application maps could potentially be used on between 41 and 64 percent of arable land in the next 10 years, depending on the type of map. Online technology is not as widely used. However, in 10 years (depending on the farms' technology) the use of this technology is expected on between 18 and 35 percent of arable land.

Consequently, less than half of the surveyed farms that use sophisticated spot application employ application maps. This suggests that less than half of the farms with this technology available to them actually use application maps for modern spot application.

In addition, the above-mentioned survey identified the most important reasons that currently prevent farms from switching to spot application:

- Technology is too expensive (79 percent),
- Insufficient profitability (61 percent),
- Current application technology is not yet amortized (46 percent),
- Lacking knowhow (46 percent) as well as
- Benefit or potential savings/internet coverage insufficient (each 38 percent).

The following were cited as the main incentives for switching to spot application:

- Increased environmental protection during application (71 percent),
- Less constraints, for example, in the context of distance regulations (68 percent),
- Increased support / unbureaucratic support (64 percent / 63 percent),
- Greater selection of PPPs (62 percent) and
- Seamless data transmission between digital systems (48 percent).

In the next ten years, farms that cultivate half of the arable land plan to invest in a new field sprayer. New investments could be subsidized through the investment promotion programme of the federal government ("Bauernmilliarde"), for example. However, farms that manage 76 percent of the arable land have not applied for this programme and do not intend to do so in the future. Farmers demand different support, depending on the size of their farm. 53 percent of the farms for which financial support generally is an incentive do prefer investment support. 30 percent would rather see support in the context of application, i.e., flat-rate funding for precision farming per hectare. Larger farms tend to prefer investment support and smaller farms would rather receive application support. Increased outsourcing of crop protection measures in this context is not really expected. Farms that cultivate 86 percent of arable land currently carry out plant protection measures themselves with their own technology. In ten years, only 5 percent of farms plan to outsource further.

Overall, the results of the survey suggest that modern, sophisticated spot application technology is already available on over half of German arable land and is expected to increase in the future. The results also show that farms that cultivate a quarter of German arable land already own the technology for precision application, but do not yet employ modern spot application. These farms can exploit their full potential via targeted financial support. The contribution to environmental protection, fewer constraints for application and more available PPPs, in addition to adapted financial support measures, are important incentives for the employment of innovative application technology.

1. Einleitung

Es ist gesellschaftlich und politisch formuliertes Ziel, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) weiter zu reduzieren. Bis 2030 sollen im Besonderen das Risiko und die Menge beim Einsatz von PSM um 50 Prozent im Vergleich zum Referenzzeitraum 2015 bis 2017 eingespart werden (Europäische Kommission, 2022). In neuer Anwendungstechnik werden große Potenziale gesehen, um die Anwendung von PSM noch gezielter und bedarfsgerechter zu gestalten und so die Menge und das Risiko bei deren Einsatz zu reduzieren. Automatische Lenksysteme mit zentimetergenauer Satellitennavigation, Spritzen mit Einzeldüsenschaltung, Applikationskarten und sensorbasierte Verfahren ermöglichen es, die Anwendung von PSM von einem breitflächigen Einsatz hin zu einem teilflächen-, spot- oder sogar einzelpflanzenspezifischen Einsatz zu wandeln.

Eine Metastudie zu technologie- und politikbedingten Reduktionspotenzialen im Einsatz von PSM hat vor Kurzem aufgezeigt, dass durch solche Teilflächen- und auch Bandapplikation im Durchschnitt 24 Prozent der Menge an PSM eingespart werden könnten, und das Potenzial zur Risikominimierung beim Einsatz von PSM bis 2030 ist sogar vermutlich noch höher (HFFA Research, 2022). Innovative Ausbringtechnik kann also einen wesentlichen Beitrag leisten, um die oben genannten Reduktionsziele zu erreichen – ohne die landwirtschaftliche Produktivität zu beeinträchtigen.

Um dies jedoch umzusetzen, müssten die entsprechenden technologischen Lösungen und Techniken vollumfänglich eingesetzt werden – auf jedem Hektar Ackerfläche und bei jeder Anwendung. Es stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, inwieweit Technik für insbesondere Teilflächen- und Spotapplikation im Pflanzenschutz bei Landwirten in Deutschland bereits heute und potenziell in ca. zehn Jahren (in 2030) verbreitet ist bzw. sein wird. Vor diesem Hintergrund ist die hiermit vorgelegte Studie auf drei Ziele gerichtet:

- Evaluierung des aktuellen und zukünftigen Stands zur Anwendung dieser Techniken im Pflanzenschutz
- Ermittlung von Hindernissen und Anreizen zur Umstellung auf weitere Teilflächen- und Spotapplikationen
- Herausarbeiten von Empfehlungen an Politik und Unternehmen zwecks Hebung weiterer Potenziale

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse fußen nicht auf eigenen Erhebungen der Autoren dieser Studie, sondern auf Informationen des Industrieverbands Agrar e.V. (IVA), der das Marktforschungsinstitut Produkt + Markt (P+M) mit einer entsprechend umfangreichen Datenerhebung beauftragt hat (siehe auch Kapitel 2). Im Vordergrund der in diesem Kontext als interpretierende Verschriftlichung der Ergebnisse dieser Datenerhebung anzusehenden Analyse steht die Darstellung der Nutzung der oben genannten Technik in Bezug auf die Ackerfläche (AF) in Deutschland. So sollen Rückschlüsse auf die flächenbezogene Verbreitung der Techniken gezogen werden¹.

¹ Die Befragung durch P+M im Auftrag des IVA erbrachte auch Daten zur betrieblichen Verteilung der entsprechenden Techniken, die jedoch explizit nicht Gegenstand der folgenden Analyse bzw. Verschriftlichung sind.

2. Methodische Vorbemerkungen

2.1. Arbeitsschritte

Um den aktuellen Stand und die Zukunftsaussichten der Nutzung der entsprechenden Techniken im Pflanzenschutz zu eruieren, wurde P+M als unabhängige Agentur vom IVA beauftragt, eine entsprechende Erhebung durchzuführen. Dazu wurde in enger Abstimmung zwischen P+M und IVA ein Fragebogen entwickelt, der sich an ein Sample landwirtschaftlicher Betriebe mit Ackerbau in Deutschland richtete. Im Konkreten hat P+M dieses Sample aus der Datenbank „agriprompt“ mit ca. 34.000 landwirtschaftlichen Betrieben aus Westdeutschland und 8.000 Agrarunternehmen aus Ostdeutschland randomisiert gezogen, und zwar nach dem arithmetisch gemittelten Stichprobenplan aus Flächen- und Betriebsverteilung dieser Betriebe in 2020. P+M bot den so ermittelten Teilnehmern für den Aufwand eine finanzielle Honorierung an. Die eigentliche Befragung wurde im November und Dezember 2021 durch P+M durchgeführt. Es wurden genau 500 Betriebe mit Ackerbau befragt. 378 der interviewten Personen wurden online befragt, die übrigen 122 wurden per Computer Assisted Telephone Interview (CATI) interviewt². Bei allen Befragten wurde darauf geachtet, dass diese für die Auswahl und den Einkauf von Landtechnik in den jeweiligen Betrieben zuständig sind.

P+M hat dem IVA Ende Dezember 2022 die folgenden Ergebnisdaten aus der Befragung übermittelt: Die Rohdaten im xlsx-Format, eine Tabellierung der Ergebnisse im pdf-Format sowie ein Ergebnisbericht mit Visualisierungen im pptx-Format. Die Tabellierung enthält die Ergebnisse aller Fragen gruppiert nach Region und Größenklasse der Betriebe. Die Tabellierung liegt daher für die nach der Flächengröße gewichteten sowie für die ungewichteten Daten vor. Nach Erhalt wurden diese Ergebnisse durch den IVA graphisch aufbereitet. Die Rohdaten wurden zudem durch den IVA weiter analysiert, und es wurden weitere Berechnungen durchgeführt (siehe weiter hinten). Sodann wurden die entsprechend aufbereiteten Daten mit dem Ergebnisbericht der P+M an die HFFA Research GmbH weitergeben, um die Resultate nach Rücksprache mit dem IVA zu verschriftlichen.

2.2. Charakteristik der Stichprobe

Im Folgenden sollen wesentliche Merkmale der befragten Stichprobe von landwirtschaftlichen Betrieben kurz charakterisiert werden. Zu verweisen ist zunächst auf zwei Abbildungen:

- Abbildung 2.1 zeigt in diesem Zusammenhang die Verteilung der Stichprobe nach Größenklassen und Bundesland.
- Abbildung 2.2 verweist auf die Verteilung dieser Stichprobe innerhalb großflächigerer Regionen Deutschlands – konkret Nord, Ost, Süd und West.

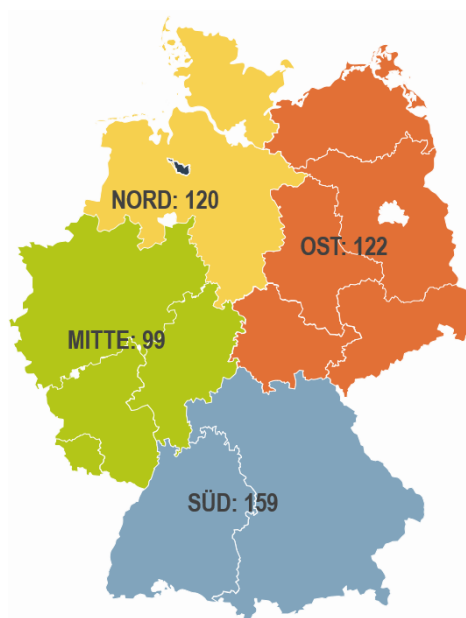
² Die Onlineinterviews wurden von den Befragten selbst beantwortet, und die CATI-Interviews wurden von Interviewern bzw. Interviewerinnen der P+M-Tochter marketphone durchgeführt. Es wurde dabei immer dieselbe Erhebungsmaske verwendet, die sich bezüglich der online als auch mit CATI durchgeführten Befragungen lediglich in der Ansprache bzw. Einleitung unterschied. Der Fragebogen kann bei Bedarf nachgereicht werden.

Abbildung 2.1: Größenklassen der Stichprobe nach Bundesland und Region innerhalb Deutschlands

Deutschland															
Größenklasse der AF von... bis unter... ha	SH	NI	NW	HE/SL	RP	BW	BY	WEST	BB	MV	SN	ST	TH	OST	TOTAL
20 – 30	1	7	6	2	1	8	26	51							51
30 – 50	3	15	14	5	3	12	33	85							85
50 – 100	10	27	23	8	5	16	34	123	1	1	1	1	1	5	128
100 – 200	8	22	12	6	5	7	15	75	3	2	2	2	1	10	85
200+ West / 200 - 500 Ost	9	18	4	3	2	2	6	44	5	7	4	8	1	25	62
500 - 1000									6	9	4	6	5	30	36
1000 +									13	11	9	11	8	52	53
TOTAL	31	89	59	24	16	45	114	378	28	30	20	28	16	122	500

Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Abbildung 2.2: Regionale Aufteilung der Stichprobe



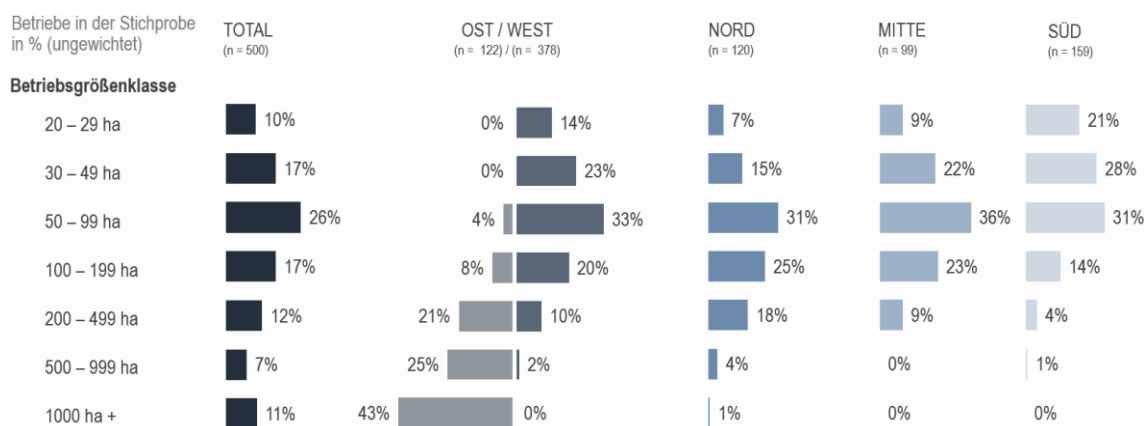
Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Um den Stichprobeumfang (n=500) möglichst effizient und zielkonform nutzen zu können, wurden im Westen Deutschlands ausschließlich landwirtschaftliche Betriebe mit über 20 Hektar und in Ostdeutschland mit über 50 Hektar AF befragt³. Die Stichprobe repräsentiert deshalb im engeren Sinn die 52 Prozent größten der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland, welche 93 Prozent der AF bewirtschaften (genau: 99.600 Betriebe mit 10,7 Mio. Hektar Ackerfläche⁴).

Im Nachfolgenden wird mit „Osten“ der in Abbildung 2.2 dargestellte Osten Deutschlands bezeichnet. Der „Westen“ (sofern nicht explizit anders erwähnt) setzt sich sodann aus den Regionen Nord, Mitte und Süd zusammen. Konkret werden also regional mit dem Osten 122 Betriebe subsummiert. Im Westen wurden insgesamt 378 Betriebe befragt, davon 120 Betriebe in der Region Nord, 159 Betriebe in der Region Süd und 99 Betriebe in der Region Mitte.

Insgesamt sind die meisten Betriebe in der Stichprobe zwischen 50 und 99 Hektar verortet (26 Prozent), gefolgt von Betrieben mit 30 bis 49 Hektar (17 Prozent) und 100 bis 199 Hektar (17 Prozent). In der Größenklasse von 200 bis 499 Hektar liegen 12 Prozent der Betriebe, und zehn Prozent der Betriebe bewirtschaften zwischen 20 bis 29 Hektar. Schließlich bewirtschaften elf Prozent der befragten Betriebe zwischen 500 und 999 Hektar und sieben Prozent landwirtschaftliche Unternehmen über 1000 Hektar. Die Verteilung der Stichprobe ermöglicht somit repräsentative Aussagen für wesentliche Größenklassen und auch Regionen innerhalb Deutschlands, wie die Abbildung 2.3 ausweist.

Abbildung 2.3: Betriebsgrößenklassen der Stichprobe nach Region



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

In der Tat unterscheiden sich die Betriebsgrößen regional signifikant. Im Osten bewirtschaften ca. 43 Prozent der befragten Betriebe über 1.000 Hektar AF, 25 Prozent zwischen 500 und 999 Hektar und 21 Prozent zwischen 200 und 499 Hektar. Die meisten Betriebe (88 Prozent) im Osten

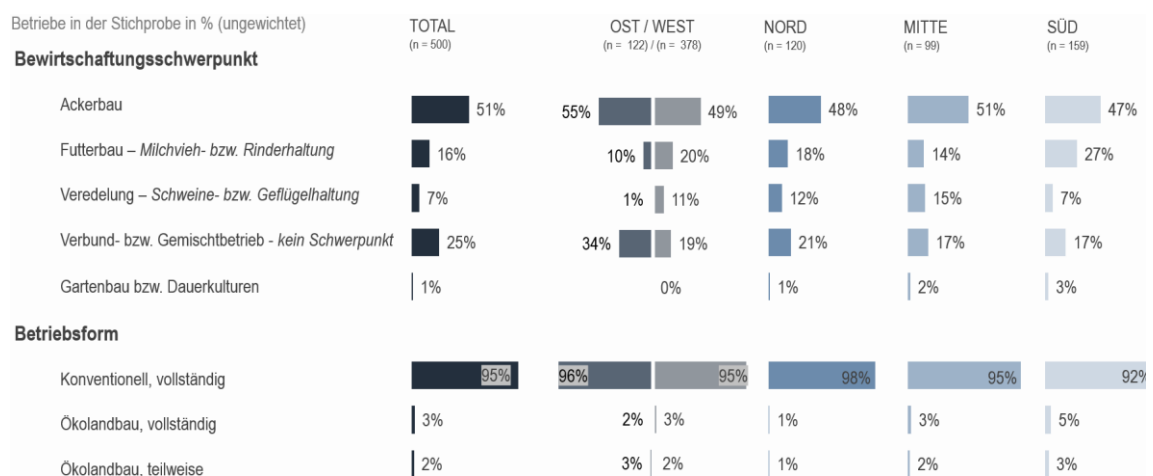
³ Obwohl in der Abbildung 2.1 nicht ersichtlich, wurden auch größere Betriebe mit über 500 ha AF im Westen Deutschlands befragt. Diese werden aufgrund der betrieblichen Größenstruktur durch die Klasse 200+ West erfasst.

⁴ Kleinere Betriebe wurden nicht erfasst. Insgesamt 91.700 Betriebe mit 0,8 Mio. ha AF sind somit nicht repräsentativ in der Stichprobe vertreten.

bewirtschaften also über 200 Hektar. Nur zwölf Prozent der Betriebe bewirtschaften zwischen 50 und 199 Hektar⁵.

Es wurden zudem ausschließlich Betriebe befragt, die auch über Ackerbau verfügen. Dieser muss nicht zwingendermaßen den betrieblichen Bewirtschaftungsschwerpunkt ausmachen. Tatsächlich gaben „nur“ 51 Prozent der in der Stichprobe enthaltenen Betriebe Ackerbau als den eigentlichen Bewirtschaftungsschwerpunkt an, wie die Abbildung 2.4 verdeutlicht. Demnach sind 25 Prozent Verbund- bzw. Gemischtbetriebe, haben also keinen eigentlichen Schwerpunkt. 16 Prozent sind dann Futterbaubetriebe (mit insbesondere Milchvieh- bzw. Rinderhaltung) und sieben Prozent sind Veredelungsbetriebe⁶.

Abbildung 2.4: Bewirtschaftungsschwerpunkte und Betriebsform der befragten Betriebe



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Auch hier ist eine regionale Ausdifferenzierung auszumachen. Einerseits haben im Osten bzw. Westen 55 bzw. 49 Prozent der Betriebe Ackerbau als Schwerpunkt angegeben. 34 bzw. 19 Prozent der befragten Betriebe verfügen andererseits über keinen Bewirtschaftungsschwerpunkt, und zehn bzw. 20 Prozent der Betriebe wirtschaften mit Schwerpunkt Futterbau. Schließlich gaben im Osten bzw. Westen ein bzw. elf Prozent der befragten Betriebe an, Veredelung als Schwerpunkt zu haben⁷.

Zudem sei darauf hingewiesen, dass die große Mehrheit der Betriebe vollständig konventionell wirtschaftet. Das betrifft 95 Prozent der befragten landwirtschaftlichen Betriebe. Drei bzw. zwei Prozent der Betriebe bewirtschaften die Flächen hingegen vollständig bzw. teilweise ökologisch. Die

⁵ Wegen den Abscheidegrenzen wurden im Osten keine landwirtschaftlichen Betriebe mit weniger als 50 Hektar befragt.

⁶ Nur etwa ein Prozent der Betriebe gibt Gartenbau bzw. Dauerkulturen als Schwerpunkt an.

⁷ Bei den Regionen Nord, Mitte und Süd innerhalb der umfassenden Kategorie Westen zeigen sich besondere Unterschiede im Bereich Futterbau: Im Süden geben 27 Prozent der Betriebe Futterbau an, im Norden bzw. in der Mitte sind dies nur 18 bzw. 14 Prozent. Der Gartenbau hat vor allem im Süden und der Mitte eine gewisse Relevanz.

nachfolgenden Ergebnisse repräsentieren also überwiegend den konventionellen Bereich der deutschen Landwirtschaft.

All dies kumuliert in Folgendem: In Deutschland bewirtschaften Ackerbaubetriebe im Durchschnitt 107 Hektar (Destatis, 2021). Wie in der Abbildung 4.5 ersichtlich, bewirtschaften die im Rahmen dieser Analyse befragten Betriebe überregional jedoch durchschnittlich 316 Hektar, also deutlich mehr AF. Große Betriebe haben also einen starken Einfluss auf die Ergebnisse⁸.

Abbildung 2.5: Durchschnittliche Betriebsgröße und bewirtschaftete Kulturen

Betriebe in der Stichprobe in % (ungewichtet)	Deutschland ¹	TOTAL (n = 500)	OST (n = 122)	WEST (n = 378)	NORD (n = 120)	MITTE (n = 99)	SÜD (n = 159)
Betriebsgröße							
Ø Ackerfläche je Betrieb	107 ha	316 ha	983 ha	101 ha	87 ha	147 ha	74 ha
Ackerkulturen (Flächenanteil)							
Getreide	48%	56%	57%	53%	52%	57%	53%
Mais (Körner-, Silo-, Biogas-)	23%	19%	18%	22%	23%	17%	24%
Winterraps	9%	14%	15,5%	9%	11%	8%	6%
Zuckerrüben	3%	4%	2,5%	7%	7%	8%	6%
Kartoffeln	2%	2%	1%	3%	3%	2%	2%
Gemüse	<1%	0,2%	0%	1%	0%	2%	0%
Weinbau (n = 9)	<1%	0,1%	0%	0%	0%	0%	0%
Sonstiges (inkl. Stilllegung)	-	6%	6%	6%	4%	7%	8%

1: berechnet nach DESTATIS 2021 - Struktur der Bodennutzung

Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

In Deutschland wird auf einem Flächenanteil von 47,6 Prozent Getreide angebaut (Destatis, 2021). Die in die Stichprobe einbezogenen Betriebe bewirtschaften 55,8 Prozent ihrer Flächen mit Getreide. Im Osten bzw. Westen wird auf einem Flächenanteil von 56,7 bzw. 53,2 Prozent Getreide angebaut. In der Stichprobe wird also tendenziell etwas mehr Getreide angebaut als im Durchschnitt. Laut Destatis (2021) wird darüber hinaus Mais (Körnermais, Silomais, Biogasmais) in Deutschland insgesamt auf einem Flächenanteil von 22,7 Prozent angebaut. In dieser Stichprobe wird geringfügig weniger Mais angebaut (19,1 Prozent). Winterraps ist in der Stichprobe jedoch wieder etwas überrepräsentiert. In Deutschland wird ein Flächenanteil von 8,6 Prozent mit Winterraps angebaut (Destatis, 2021). Der Flächenanteil der Stichprobe, auf dem Winterraps angebaut wird, beträgt 13,7 Prozent. Vor allem im Osten (15,5 Prozent) wird Winterraps stärker angebaut als im Westen (8,6 Prozent). Zuckerrüben werden in Deutschland auf 3,4 Prozent der Flächen angebaut (Destatis, 2021) und in der Stichprobe auf 3,6 Prozent. Im Westen werden deutlich mehr Zuckerrüben angebaut (6,9 Prozent) als im Osten (2,5 Prozent). Kartoffeln (2,2 Prozent), Gemüse (weniger als ein Prozent) und Wein (ebenfalls weniger als ein Prozent) werden in Deutschland in kleinem Umfang angebaut. In der hier befragten Stichprobe werden Kartoffeln auf 1,6 Prozent der Flächen angebaut. Gemüse bzw.

⁸ Im Osten ist die durchschnittliche Betriebsgröße mit 983 Hektar vergleichsweise sehr groß. Im Westen beträgt die durchschnittliche Ackerfläche 100 Hektar. Die kleinsten Betriebe liegen im Süden und Norden. Hier bewirtschaften die Betriebe durchschnittlich 74 und 87 Hektar. In der Region Mitte werden durchschnittlich 100 Hektar bewirtschaftet.

Wein werden in der Stichprobe in sehr geringem Umfang ausschließlich im Westen angebaut (0,5 bzw. 0,2 Prozent). Die durch die Stichprobe erfassten Flächenanteile ähneln daher im Großen und Ganzen den Angaben aus Destatis (2021). Dies weist auf eine besondere Repräsentativität der Stichprobe für die untersuchte Fragestellung.

2.3. Gewichtung der Ergebnisse für die Datenanalyse

Die erhobene Stichprobe repräsentiert die arithmetisch gemittelte Flächen- und Betriebsverteilung der Betriebe mit AF 2020 wie oben gezeigt. Ziel der Studie ist es vor diesem Hintergrund, Aussagen über die flächenmäßige Verteilung der Nutzung bestimmter Techniken im Pflanzenschutz zu treffen. Es ist eine sinnvolle Gewichtung aller Ergebnisse vorzunehmen, um zielgenaue Aussagen in Bezug auf die Verteilung der AF in Deutschland zu ermöglichen.

Als Basis dafür dient die ungewichtete Stichprobe. Für jede Kombination aus Bundesland und Größenklasse (z.B. Bayern, 50 bis 100 Hektar) wurde ein Faktor berechnet, welcher den Anteil an Teilnehmern in der Stichprobe an die prozentuale Flächenverteilung der AF in Deutschland im Jahr 2020 anpasst. Die Ergebnisse der Befragung für diese Größenklasse-Bundesland-Kombination (sowie alle weiteren Kombinationen) wurden sodann mit diesem Faktor multipliziert. Resultat ist dann das Niveau und die Verteilung der Befragungsergebnisse, gewichtet nach AF⁹.

Um nun im Konkreten eine Aussage zu treffen, inwieweit eine Applikationstechnik im Pflanzenschutz flächenmäßig verbreitet ist, musste der Datensatz noch manuell bereinigt werden, denn es waren auch Mehrfachnennungen möglich. In der Tat nahmen die 500 Befragten zu insgesamt 787 Applikationstechnologien Stellung. Somit nutzte jeder befragte Betrieb im Durchschnitt 1,57 (verschiedene) Techniken. Um einen korrekten Bezug auf die AF herzustellen, ist daher angenommen worden, dass die Betriebe prioritär ihre jeweils am weitesten entwickelte Applikationstechnik (z.B. Spritze mit Einzeldüsenabschaltung) auf 100 Prozent ihrer Betriebsfläche einsetzen. Es wurde daher ein separater Datensatz erstellt, der „GPS gesteuerte Einzeldüsenansteuerung“ vor „automatische Teilbreitenschaltung“ vor „Spritze mit manueller / ohne Teilbreitenschaltung“ bevorzugt. Zudem wird demnach „Variable Aufwandmengen bzw. Variable Rate Control (VRC)“ und „Pulsweitenmodulation (PWM)“ vor „an/aus Entscheidungen“ bevorzugt. Da diese Annahme in der Realität für einzelne Betriebe jedoch nicht immer zu halten ist, könnte der Anteil der AF, auf dem eine solche hier präferierte Technik eingesetzt wird, geringer sein¹⁰.

⁹ Die Vorgehensweise soll anhand der folgenden Beispielrechnung erläutert werden. In der Stichprobe gab es 27 Antworten von Betrieben zwischen 50 und 100 Hektar in Niedersachsen. Anteilig an der Stichprobe sind das 27 von 500 Betrieben, also 5,4 Prozent der Stichprobe. Der Zielwert ist laut der Verteilungstabelle jedoch 3,958 Prozent. Daraus ergibt sich ein Gewichtungsfaktor von 0,733 ($3,958 / 5,4$) für die Antworten von Betrieben in Niedersachsen zwischen 50 und 100 Hektar. Deshalb wird jede entsprechende Antwort (soweit quantitativ möglich) mit 0,733 multipliziert. Die gewichteten Ergebnisse entsprechen dann den wie oben beschriebenen repräsentativen Antworten der Verteilung nach der Fläche. Die Verteilungstabelle kann bei Bedarf nachgereicht werden.

¹⁰ Diese Limitation wird weiter unten noch diskutiert.

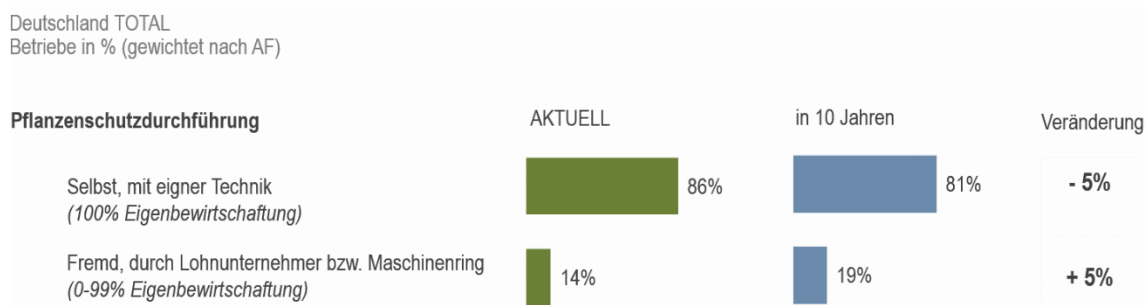
3. Ergebnisse zum Status-Quo und der zukünftigen Nutzung von Techniken im Pflanzenschutz

Vorab soll an dieser Stelle noch ein allgemeiner Hinweis in Bezug auf die Interpretation der nachfolgend skizzierten Ergebnisse gegeben werden. Alle Diskussionen werden aus heutiger Sicht und nach heutigem Informationsstand geführt. Nicht konkret voraussehbare technische Entwicklungen, potenzielle Herausforderungen im Strukturwandel von landwirtschaftlichen Betrieben etc. sind dabei nicht berücksichtigt. Über- oder Unterschätzungen zu einzelnen Aspekten sind daher möglich und sogar wahrscheinlich.

In der nachfolgenden Ergebnisdiskussion werden vor allem die Bezeichnungen Teilflächenapplikation und Spotapplikation verwendet. Diese sollen sowohl Techniken der selektiven als auch variablen Ausbringung von PSM umfassen. Den an den Befragungen Teilnehmenden wurde von daher im Besonderen folgende Definition zum Verfahren „Spotapplikation“ vorgelegt: Spotapplikation beschreibt ein Verfahren, bei dem PSM unter Berücksichtigung von Sensordaten oder Applikationskarten auf Teilflächen oder sogar nur auf Einzelpflanzen angewendet werden. Beispiele sind u.a. (a) eine selektive Ausbringung von Herbiziden abhängig vom zonalen Unkrautdruck und/oder (b) variable Ausbringung von Wachstumsreglern anhand der teilflächenspezifischen Biomasse.

3.1. Eigenbewirtschaftete und ausgelagerte Ausbringung von PSM

Abbildung 3.1: Lohnunternehmer oder Landwirt – Wer führt den Pflanzenschutz durch?



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Aktuell führen, wie Abbildung 3.1. ausweist, Betriebe auf 86 Prozent der bewirtschafteten Flächen Maßnahmen des Pflanzenschutzes vollständig selbst und mit eigener Technik durch. Dementsprechend werden 14 Prozent der Fläche ganz oder teilweise durch andere, z.B. Lohnunternehmer oder Maschinenringe, in Bezug auf Maßnahmen des Pflanzenschutzes bewirtschaftet¹¹.

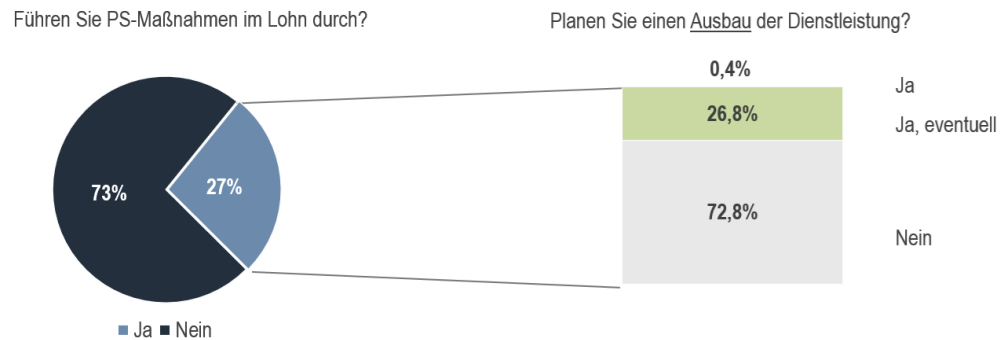
¹¹ Schaut man in die Details, so wird deutlich, dass auf acht bzw. sechs Prozent der Flächen Pflanzenschutzmaßnahmen vollständig bzw. teilweise an Lohnunternehmen/Maschinenringe ausgelagert werden. Bei Betrieben mit einer teilweisen Auslagerung werden zudem im Durchschnitt 57 Prozent der Maßnahmen im Pflanzenschutz durch Dienstleister durchgeführt.

Nur ein Prozent der befragten Landwirte plant bereits in den nächsten zwei Jahren eine Auslagerung der Ausbringung von PSM an Lohnunternehmer oder Maschinenringe. In zehn Jahren wollen jedoch fünf weitere Prozent der Betriebe PSM-Maßnahmen ausgelagert haben. Der entsprechende Anteil wächst also auf 19 Prozent bis ca. 2030. Entsprechend wollen dann noch immer Landwirte, die 81 Prozent der Flächen bewirtschaften, Pflanzenschutzmaßnahmen überwiegend selbst, d.h. mit eigener Technik durchführen. Landwirte wollen also größtenteils sowohl heute als auch zukünftig weiterhin eigene Technik zur Ausbringung von PSM verwenden.

Wie in der Abbildung 3.2 dargestellt, bringen Betriebe, die aktuell 27 Prozent der Flächen bewirtschaften PSM im Lohn für andere Landwirte im Durchschnitt auf 115 Hektar aus. Betriebe, die 73 Prozent der Fläche bewirtschaften, führen dementsprechend keine Pflanzenschutzmaßnahmen im Lohn durch¹².

Abbildung 3.2: Durchführung von Pflanzenschutzmaßnahmen im Lohn aktuell und zukünftig

Deutschland TOTAL
Betriebe in % (gewichtet nach AF)



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Weitere in diesem Zusammenhang interessante Informationen aus der Befragung sind die Folgenden¹³:

- In Zukunft wird von den Betrieben mit Lohnmaßnahmen geplant, diese ganz sicher auf nur 0,4 Prozent der Fläche auszuweiten.
- Jedoch wird auf fast 27 Prozent der Fläche auch geplant, diese Maßnahmen zukünftig eventuell auszubauen.
- Somit verbleiben 72,8 Prozent der Fläche ohne geplante Änderungen.

¹² Betriebe im Osten bringen PSM durchschnittlich auf 214 Hektar im Lohn aus und Betriebe im Westen auf 90 Hektar.

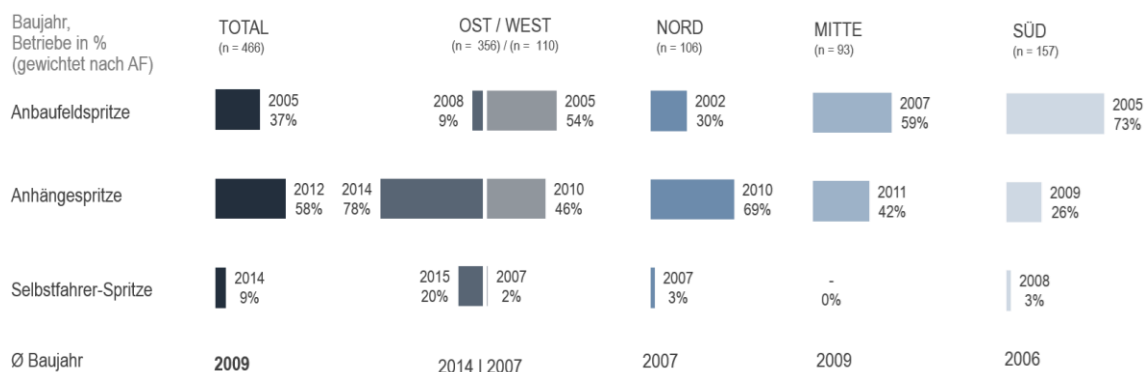
¹³ Es wird an dieser Stelle explizit noch einmal darauf hingewiesen, dass die Stichprobe lediglich Landwirte mit Ackerbau umfasst; reine Lohnunternehmen wurden nicht befragt.

3.2. Bauart und Baujahr von Feldspritzen

Feldspritzen eignen sich in der Landwirtschaft, um z.B. gleichmäßig Flüssigdünger oder PSM auszubringen. In der hier verschriftlichten Befragung bezieht sich die Nutzung der Feldspritzen jedoch ausschließlich auf die Ausbringung von PSM. Dabei wird, wie Abbildung 3.3 zeigt, zwischen drei verschiedenen Typen unterschieden:

- Anbaufeldspritze,
- Anhängespritze und
- Selbstfahrer-Spritze

Abbildung 3.3: Bauart und Alter von Feldspritzen



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Auf 58 Prozent der Fläche der Betriebe wird die Anhängespritze genutzt. Sie ist somit überregional die beliebteste Technik der Ausbringung von PSM. Gefolgt wird diese Technik von der Anbaufeldspritze (37 Prozent) und der Selbstfahrer-Spritze (9 Prozent). Dabei lassen sich regionale Unterschiede ausmachen:

- Auf 78 Prozent der Fläche der Betriebe im Osten werden Anhängespritzten eingesetzt und auf 20 Prozent Selbstfahrer-Spritzten. Die Anbaufeldspritze wird auf neun Prozent der Fläche der Betriebe genutzt.
- Im Westen ist die Anbaufeldspritze ebenfalls vorherrschend, jedoch nur mit 54 Prozent, gefolgt von der Anhängespritze (46 Prozent) und der Selbstfahrer-Spritze (zwei Prozent)¹⁴.

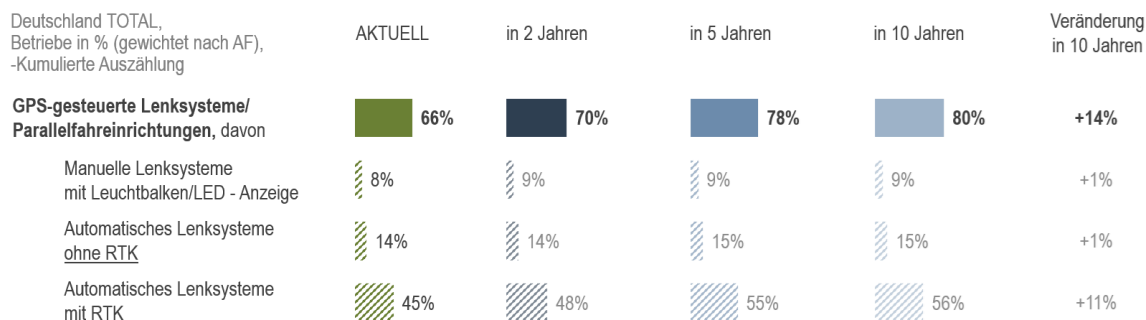
¹⁴ Differenziert man den Westen weiter aus, so zeigt sich Folgendes: Im Norden ist die Anhängespritze sehr beliebt und wird auf 69 Prozent der Fläche der Betriebe eingesetzt. Die Anbaufeldspritze wird auf 30 Prozent genutzt und die Selbstfahrer-Spritze lediglich auf drei Prozent. In der Region Mitte ist die Anbaufeldspritze am beliebtesten (59 Prozent), gefolgt von der Anhängespritze (42 Prozent). Die Betriebe der Region in dieser Stichprobe nutzen jedoch kaum Selbstfahrer-Spritzten. Auch im Süden kommt vor allem die Anbaufeldspritze zum Einsatz (73 Prozent). Betriebe, die 26 bzw. drei Prozent der Flächen bewirtschaften, nutzen Anhängespritzten bzw. Selbstfahrer-Spritzten.

Im Durchschnitt wurden die in der Stichprobe angewendeten Feldspritzen im Jahr 2009 gebaut, wie ebenfalls aus der Abbildung 3.3 hervorgeht. Anbauspritzen haben dabei das höchste Durchschnittsalter (Baujahr 2005). Die häufig genutzte Anhängespritze wurde im Durchschnitt im Jahr 2012 gebaut, und die vergleichsweise selten eingesetzte Selbstfahrer-Spritze ist im Durchschnitt am jüngsten (Baujahr 2014). Auch regional unterscheidet sich das Baujahr der unterschiedlichen Feldspritzen: Betriebe im Osten nutzen deutlich neuere Spritzen (durchschnittliches Baujahr 2014) als Betriebe im Westen (Baujahr 2007)¹⁵.

3.3. GPS-basierte Lenksysteme

GPS-gesteuerte Lenksysteme ermöglichen die präzise Ortung der Spritze auf dem Feld und damit die zentimetergenaue Schaltung der Teilbreiten der Spritze auf Basis einer Applikationskarte oder eines Sensors. GPS-gesteuerte Lenksysteme sind somit eine Grundvoraussetzung für Teilflächenapplikation. Es kann dabei grundsätzlich zwischen drei verschiedenen GPS-gesteuerten Lenksystemen unterschieden werden: (1) manuelle Lenksysteme mit Leuchtbalken/LED-Anzeige, (2) automatische Lenksysteme ohne Real Time Kinematik (RTK)-Korrektursignal sowie (3) automatische Lenksysteme mit RTK. Für diese Systeme¹⁶ stellen sich der aktuelle und potenziell künftige Einsatz im Ackerbau Deutschlands wie in der Abbildung 3.4 angegeben dar.

Abbildung 3.4: Aktueller und zukünftiger Einsatz GPS-basierter Lenksysteme



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Heute sind GPS-gesteuerte Lenksysteme auf Betrieben, die zwei Drittel der Fläche bewirtschaften vorhanden. Wie in der Abbildung 3.3 ersichtlich, wird diese Technik in zwei bzw. fünf Jahren wahrscheinlich auf 70 bzw. 78 Prozent der Flächen in den Betrieben vorhanden sein. In zehn Jahren ist auf den befragten Betrieben sogar mit einem Flächenanteil von 80 Prozent zu rechnen, die

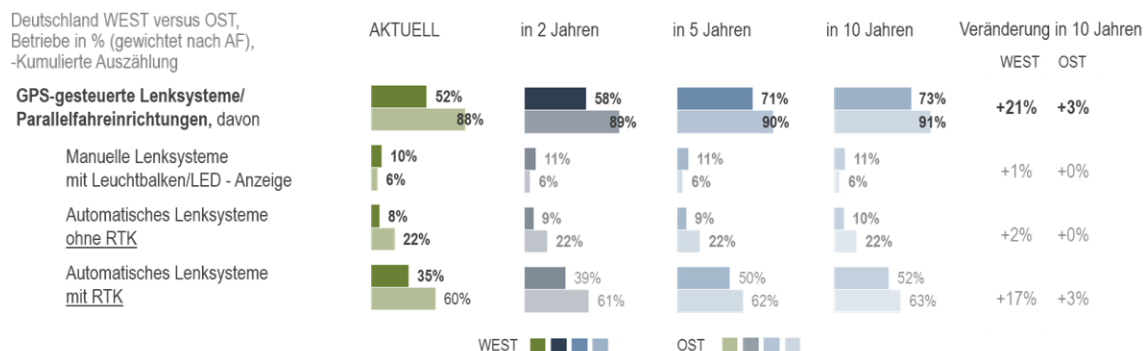
¹⁵ Am ältesten sind die Feldspritzen durchschnittlich im Süden (Baujahr 2006), gefolgt vom Norden (Baujahr 2007) und der Mitte (Baujahr 2009).

¹⁶ Die Positionsgenauigkeit spielt beim Schalten von Teilbreiten solcher Systeme eine wichtige Rolle, wenn Maßnahmen basierend auf Offizialdaten (z.B. auf der Basis von Flur- und Katastergrenzen) durchgeführt werden. Die absolute Positionsgenauigkeit liegt bei ca. 20-30 cm Abweichung ohne RTK-Korrektursignal und bei ca. 2,5 cm Abweichung von der Soll-Spur mit RTK-Korrektursignal. (DLG, 2016).

Steigerung liegt mithin bei 14 Prozentpunkten. Im Besonderen ergibt sich diese Veränderung aus einer verbesserten Ausstattung mit RTK, die allein elf Prozentpunkte beisteuert. Bereits heute ist ein zentimetergenaues RTK-Korrektursignal auf Betrieben, die 45 Prozent der Flächen bewirtschaften vorhanden. In zwei bzw. fünf Jahren steigt dieser Anteil auf 48 bzw. 55 Prozent; und in zehn Jahren wird prognostiziert, dass 56 Prozent der Flächen der Betriebe mit einem automatischen Lenksystem mit RTK bewirtschaftet werden. Im Gegensatz dazu sind automatische Lenksysteme ohne RTK bzw. manuelle Lenksysteme mit Leuchtbalken/LED-Anzeige aktuell lediglich auf 14 bzw. acht Prozent der Flächen vorhanden. Hier wird über die nächsten zehn Jahre jeweils nur eine Steigerung auf 15 bzw. neun Prozent erwartet. In der Essenz heißt das, dass Betriebe, die ca. 34 Prozent der AF in Deutschland bewirtschaften, aktuell keine GPS-gesteuerten Lenksysteme nutzen. Auch in zehn Jahren wird das noch ca. 20 Prozent der Fläche betreffen¹⁷.

Ein Vergleich zwischen Ost und West zeigt Unterschiede in der Verbreitung. Wie mit der Abbildung 3.5 visualisiert, werden aktuell im Westen auf 52 Prozent der Flächen der Betriebe GPS-gesteuerte Lenksysteme eingesetzt. In zwei Jahren wird diese Technologie auf 58 Prozent, in fünf Jahren auf 71 Prozent und in zehn Jahren auf 73 Prozent der Flächen genutzt. Damit wächst die Nutzung im Westen um 21 Prozentpunkte der Fläche. Dieses Wachstum ergibt sich fast vollständig durch eine stärkere Nutzung von RTK-basierten Lenksystemen (+17 Prozentpunkte). Im Osten hingegen wird die Nutzung eher stagnieren. Auf 88 Prozent der Flächen der Betriebe im Osten sind bereits heute GPS-basierte Lenksysteme vorhanden. In den nächsten zwei bzw. zehn Jahren wird erwartet, dass diese Betriebe 89 bzw. 91 Prozent der Flächen so bewirtschaften. Dies ist eine kleine Steigerung von nur drei Prozentpunkten. Auch hier überwiegt das automatische Lenksystem mit RTK. Im Gegensatz zum Westen ist der künftige Zuwachs jedoch gering (3 Prozentpunkte in zehn Jahren).

Abbildung 3.5: Aktueller und zukünftiger Einsatz GPS-basierter Lenksysteme nach Region



¹⁷ Betriebe, die bereits eine GPS-Technologie nutzen, wurden nicht gefragt, ob sie in Zukunft auf eine andere, eventuell weiter entwickelte Technologie umsteigen wollen. Die angegebenen Prozentanteile für die zukünftige Entwicklung beschreiben daher nur Zuwächse, welche komplett neu auf die GPS-gesteuerten Lenksysteme/Parallelfahreinrichtungen umgestiegen sind. Dies führt dazu, dass die Zahlen vor allem für den Anteil der RTK Nutzung unterschätzt sein könnte. Anzunehmen ist jedoch, dass, wenn zukünftig neu investiert wird, dies zuvorderst in automatische Lenksysteme mit RTK geschehen wird.

Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

3.4. Applikationstechnik: Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung

Das Vorhandensein einer automatischen Teilbreitenschaltung oder Einzeldüsenschaltung ist eine Grundvoraussetzung für die Anwendung von Teilflächenapplikationen im Pflanzenschutz. Eine automatische Teilbreitenschaltung erlaubt die automatische Ansteuerung der Teilbreiten einer Spritze, welche je nach Gestängebreite und Anzahl der Teilbreiten eine Arbeitsbreite von 2,5 bis 4,0 Metern zulässt. Bei einer Einzeldüsenschaltung werden einzelne Düsen angesteuert, was eine Arbeitsbreite von üblicherweise 50 cm bis hin zu lediglich 25 cm erlaubt (TopAgrar, 2020).

Im Rahmen der hier verschriftlichten Befragung wurden in diesem Kontext im Konkreten auch Unterscheidungen zu an/aus Entscheidungen (Entscheidung über den Ort der Applikation) und variablen Ausbringungsmengen / PWM (Entscheidung über die Aufwandmenge) vorgenommen¹⁸. Die automatische GPS-gesteuerte Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung lässt sich daher grob in vier Kategorien und beispielhafte Anwendungsfälle einteilen, wie Abbildung 3.6 systematisiert.

Abbildung 3.6: Applikationstechnik und beispielhafte Anwendungsfälle

	Automatische Teilbreitenschaltung (2,5 bis 4,0 m Arbeitsbreite)	Automatische Einzeldüsenschaltung (50 cm bis 25 cm Arbeitsbreite)
an/aus Entscheidungen	Automatische Abschaltung am Vorgewende und bei Abstandsaufgaben (Section Control)	- Automatische Abschaltung am Vorgewende und bei Abstandsaufgaben (Section Control) - Spotapplikation (insbesondere von Herbiziden)
VRC / PWM	Variable Ausbringung von Wachstumsreglern und Fungiziden	- Variable Ausbringung von Wachstumsreglern und Fungiziden - Spotapplikation mit variablen Ausbringungsmengen (hybride Ausbringung)

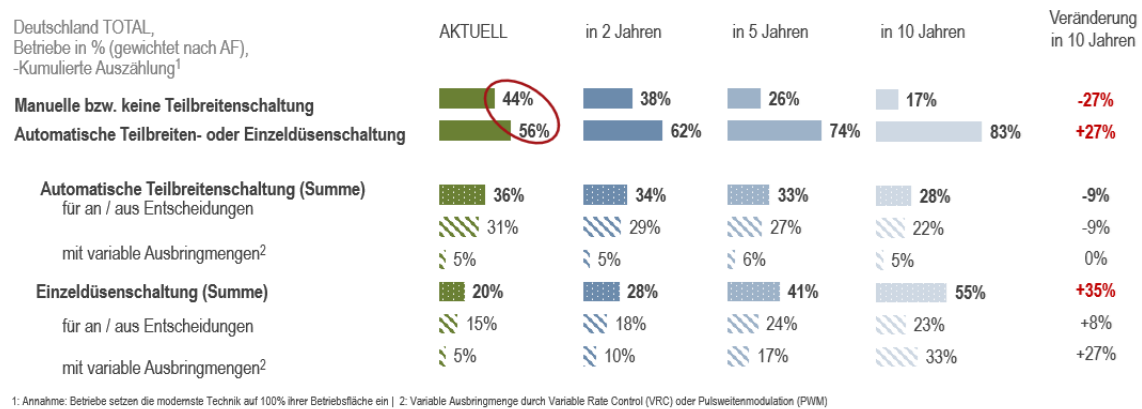
Quelle: Eigene Darstellung.

Vor diesem Hintergrund zeigt die Abbildung 3.7 die Ergebnisse aus der Befragung zu der aktuellen und zukünftigen Nutzung der spezifischen Applikationstechniken auf. Im Besonderen wird deutlich, dass aktuell in Betrieben, die 44 Prozent der Flächen bewirtschaften, eine manuelle bzw. keine

¹⁸ In der Praxis kommt bereits eine hybride Ausbringung zur Anwendung. Hier sind an/aus Entscheidungen und variable Ausbringungsmengen gleichzeitig im Einsatz möglich (Boheemen et al., 2021). Im Rahmen der Befragung wurde Technik zur hybriden Ausbringung in der Kategorie der variablen Ausbringung erfasst.

Teilbreitenschaltung vorhanden ist. Das heißt, in Betrieben, welche 56 Prozent der Flächen bewirtschaften, wird bereits eine automatische Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung genutzt.

Abbildung 3.7: Aktuell und zukünftig eingesetzte Applikationstechnik



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Die potenziell zukünftige Anwendung dieser Technologien unterscheidet sich jedoch erheblich von der aktuellen Situation. Bereits in zwei Jahren wird demnach die manuelle bzw. keine Teilbreitenschaltung nur noch von Betrieben, welche 38 Prozent der Flächen bewirtschaften, angewendet. In zehn Jahren wird eine manuelle bzw. keine Teilbreitenschaltung sogar nur noch von Betrieben, die 17 Prozent der Fläche bewirtschaften, genutzt werden. Dies entspricht einer Verringerung um 27 Prozentpunkte. Entsprechend groß sind die Zuwachsraten bei der automatischen Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung: In zwei Jahren erhöht sich der Anteil der bewirtschafteten Fläche schon auf 62 Prozent, in fünf Jahren auf 74 Prozent und in zehn Jahren auf 83 Prozent.

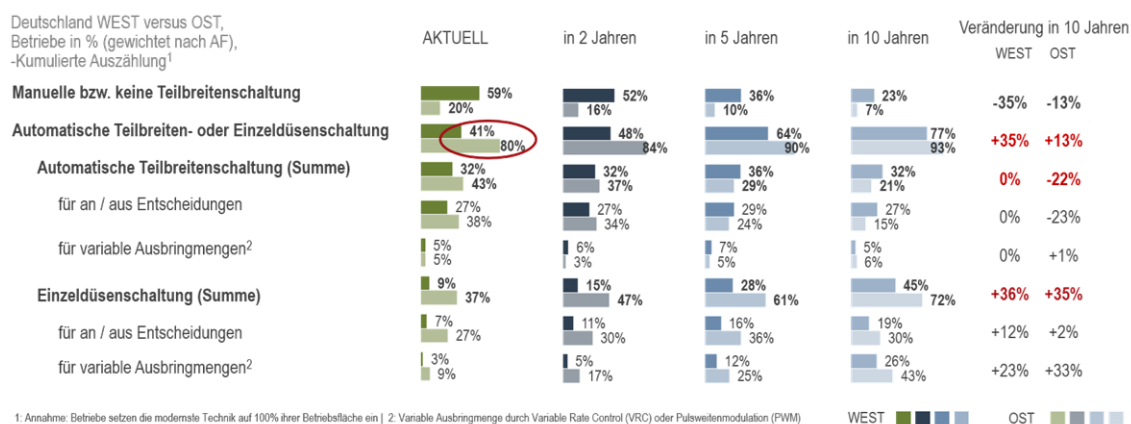
Insgesamt nimmt die Nutzung der automatischen Teilbreitenschaltung in den kommenden zehn Jahren um neun Prozentpunkte ab. Momentan nutzen Betriebe, welche 36 Prozent der Flächen bewirtschaften, diese Technologie. Daher verringert sich die Nutzung innerhalb der nächsten zehn Jahre auf 28 Prozent. Dies resultiert allein aus der abnehmenden Nutzung der automatischen Teilbreitenschaltung für an/aus Entscheidungen. Momentan kommen diese auf Betrieben, die 31 Prozent der Fläche repräsentieren, zum Einsatz. In zwei bzw. fünf Jahren wird eine Abnahme auf 29 bzw. 27 Prozent erwartet. Bis ca. 2030 nimmt die Nutzung sogar um insgesamt neun Prozentpunkte ab auf dann 22 Prozent. Die Nutzung der automatischen Teilbreitenschaltung mit variabler Ausbringungsmenge bleibt in den nächsten zehn Jahren hingegen weitgehend unverändert bei 5 Prozent.

Momentan wird die Einzeldüsenschaltung von Betrieben, die einen Flächenanteil von 20 Prozent bewirtschaften, verwendet. Der Einsatz der Einzeldüsenschaltung nimmt in den nächsten zehn Jahren am stärksten zu (um 35 Prozentpunkte). Mithin nimmt in den nächsten zwei bzw. fünf Jahren deren Anteil auf 28 bzw. 41 Prozent zu, und in zehn Jahren erhöht sich der Flächenanteil sogar auf 55 Prozent. Dies wird vor allem durch den verstärkten Einsatz der Einzeldüsenschaltung mit variabler Ausbringungsmenge verursacht. Aktuell wird diese Applikationstechnik auf fünf Prozent der Fläche der Betriebe eingesetzt. Schon in zwei Jahren wird erwartet, dass sich der Flächenanteil verdoppelt. In fünf bzw. zehn Jahren werden Flächenanteile von 17 bzw. 33 Prozent erwartet. Insgesamt nimmt

also der Einsatz der Einzeldüsenschaltung mit VRC / PWM in den kommenden zehn Jahren um 27 Prozentpunkte zu.

Die Einzeldüsenschaltung für an/aus Entscheidungen nimmt mit insgesamt acht Prozentpunkten wenig zu. Dafür wird diese Technik aktuell bereits von Betrieben, welche einen Flächenanteil von 15 Prozent bewirtschaften, angewendet. In zwei Jahren erhöht sich dieser Wert auf 18 Prozent und in fünf Jahren auf 24 Prozent. In zehn Jahren nimmt die Nutzung allerdings wahrscheinlich wieder etwas ab. 2030 wollen Betriebe, welche einen Flächenanteil von 23 Prozent bewirtschaften, diese Technologie nutzen.

Abbildung 3.8: Aktuell und zukünftig eingesetzte Feldspritzen nach Region



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Unter Verweis auf Abbildung 3.8 kann festgestellt werden, dass sich die eingesetzten Applikationstechniken regional mitunter stark unterscheiden:

- Aktuell wird von Betrieben, die 59 Prozent der Flächen bewirtschaften, im Westen eine manuelle bzw. keine Teilbreitenschaltung eingesetzt. In den nächsten zehn Jahren nimmt der Anteil insgesamt um 35 Prozentpunkte ab. Dann werden nur noch Betriebe, die 23 Prozent der Fläche haben, so wirtschaften.
- Im Osten wird deutlich seltener eine manuelle bzw. keine Teilbreitenschaltung genutzt (20 Prozent). Bis 2030 nimmt dort der Anteil um 13 Prozentpunkte ab auf 7 Prozent.
- Auf etwa 40 Prozent der AF im Westen und 80 Prozent im Osten sind Spritzen mit automatischer Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung vorhanden. In zehn Jahren wächst die Verbreitung von Techniken zur Teilflächenapplikation im Westen nahezu drei Mal stärker an (35 Prozentpunkte) als im Osten (13 Prozentpunkte). Das heißt, dass im Jahr 2030 Betriebe, die ca. 77 Prozent der AF im Westen bzw. 93 Prozent der AF im Osten bewirtschaften, dann Spritzen mit automatischer Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung nutzen werden.
- Die Verbreitung von Spritzen mit automatischer Teilbreitenschaltung wird in der Summe in den kommenden zehn Jahren im Westen voraussichtlich konstant bleiben und im Osten zurückgehen (um 22 Prozentpunkte). Momentan wird diese Technologie auf Flächenanteilen von 32 Prozent im Westen und 43 Prozent im Osten genutzt. Im Westen bleibt der Anteil der

Fläche, auf der die Technik genutzt wird, mit 32 Prozent konstant. Im Osten nimmt Anteil der Betriebe, die diese Technik nutzen, in zwei bzw. fünf Jahren hingegen auf 37 bzw. 29 Prozent ab; und in zehn Jahren nutzen Betriebe, die 21 Prozent der Flächenanteile bewirtschaften, diese Technik.

- Der Rückgang im Osten liegt vor allem daran, dass die automatische Teilbreitenschaltung für an/aus Entscheidungen um 23 Prozentpunkte zurückgeht. Momentan wird diese Technologie auf 38 Prozent der Fläche der Betriebe genutzt. In zehn Jahren ist die Technik jedoch nur noch auf 15 Prozent vorhanden. Im Westen wird die automatische Teilbreitenschaltung für an/aus Entscheidungen aktuell auf 27 Prozent der Fläche genutzt. Hier ist bis zum Jahr 2030 keine merkliche Änderung zu erwarten.
- Die automatische Teilbreitenschaltung für variable Ausbringungsmengen spielt weitgehend eine untergeordnete Rolle. Aktuell wird diese Applikationstechnik zu fünf Prozent im Westen und im Osten genutzt. Im Osten erhöht sich die Nutzung der automatischen Teilbreitenschaltung für variable Ausbringungsmengen in den nächsten zehn Jahren auch nur um einen Prozentpunkt, und im Westen bleibt deren Nutzung in der laufenden Dekade konstant.
- Im Osten bzw. im Westen nimmt demgegenüber die Nutzung von Einzeldüsenschaltung in der Summe zukünftig um 35 bzw. 36 Prozentpunkte zu. Beide Regionen haben also einen ähnlich starken Zuwachs. Die Ausgangslage unterscheidet sich jedoch stark: Im Osten ist die Einzeldüsenschaltung aktuell schon deutlich öfter vorhanden (37 Prozent) als im Westen (neun Prozent). In zwei Jahren nimmt die Nutzung dieser Applikationstechnik im Westen bzw. Osten auf 15 bzw. 47 Prozent, in fünf Jahren auf 28 bzw. 61 Prozent und in zehn Jahren auf 45 bzw. 72 Prozent – bezogen auf die von den befragten Betrieben bewirtschaftete Fläche – zu.
- Auch die Einzeldüsenschaltung für an/aus Entscheidungen wird im Westen aktuell deutlich weniger angewendet (sieben Prozent) als im Osten (27 Prozent). In zehn Jahren soll diese im Westen auf Betrieben mit 19 Prozent der Fläche vorhanden sein. In zehn Jahren nimmt diese jedoch wieder ab, und die spezielle Technik wird von Betrieben, die einen Flächenanteil von 30 Prozent bewirtschaften, genutzt werden. Insgesamt nimmt diese Applikationstechnik bis ca. 2030 im Westen deutlich mehr zu (12 Prozentpunkte) als im Osten (zwei Prozentpunkte). Dennoch ist auch in knapp einer Dekade der Anteil der Nutzung im Osten immer noch höher als im Westen.
- Die Einzeldüsenschaltung für variable Ausbringungsmengen, d.h. VRC / PWM, wird aktuell im Westen bzw. Osten mit drei bzw. neun Prozent der Betriebe selten angewandt. Jedoch wird zu dieser Applikationstechnik in den kommenden zehn Jahren der größte Zuwachs erwartet: zusätzlich 23 Prozentpunkte im Westen und 33 Prozentpunkte im Osten können es sein. In zehn Jahren werden also Betriebe im Westen bzw. Osten, die 26 bzw. 43 Prozent der Fläche bewirtschaften, wahrscheinlich diese Technologie nutzen. In der Gesamtschau lässt sich mit-hin sagen, dass – aus heutiger Sicht – landwirtschaftliche Betriebe im Osten auch in Zukunft auf mehr Flächenanteilen mit dieser Technik einer präzisen Einzeldüsenschaltung wirtschaften werden.

3.5. Erfassung von Schadenserregeraufkommen und Applikationskarten

Die Teilflächenapplikation kann in zwei unterschiedliche Verfahrensgruppen unterteilt werden, die im Folgenden diskutiert werden sollen:

- Beim Onlineverfahren (sensor- bzw. kameragestützt) geschieht die Erfassung der Schadenserregeraufkommen während der Fahrt. Applikationskarte und Applikation stellen also einen einzigen Prozessschritt dar.
- Im Gegensatz dazu geschehen beim Offlineverfahren die Erstellung der Applikationskarten und die Applikation zeitlich getrennt bzw. in zwei separaten Schritten. Daher wird dieses Verfahren auch absätziges Verfahren genannt.

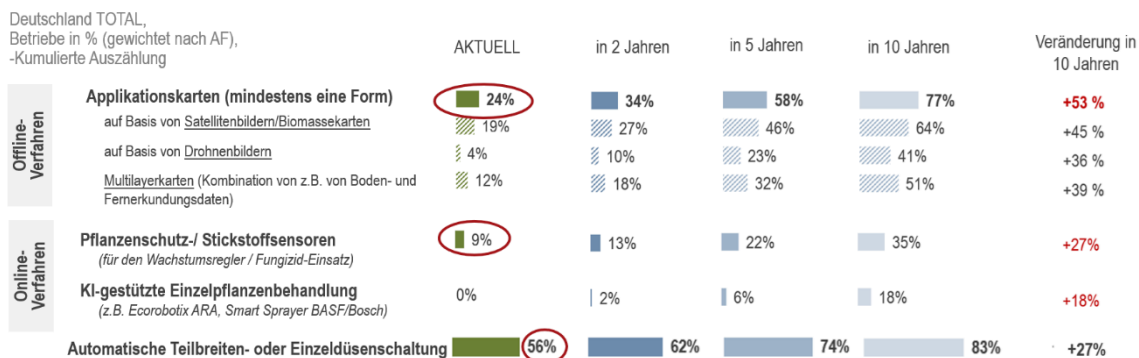
Dieses absätzige Verfahren bedarf besonderer Beachtung – auch im Rahmen der hier verschriftlichten Befragung – weil Betriebe die vorhandene Applikationstechnik zukünftig vor allem mit Applikationskarten im Offlineverfahren nutzen wollen. Applikationskarten können dabei auf Basis von Satellitenbildern/Biomassekarten (z.B. für den Fungizid-/Wachstumsreglereinsatz), von Drohnenbildern (für Spotapplikation, z.B. von Herbiziden) oder als Multilayerkarten (durch Kombination von z.B. Boden-, Biomasse- und Fernerkundungsdaten) erstellt werden. Unter Verweis auf die untenstehende Abbildung 3.9 ergeben sich hierzu die folgenden Befragungsergebnisse:

- Applikationskarten (im Allgemeinen) werden heute von Betrieben, die bis zu 24 Prozent der Fläche bewirtschaften, genutzt. Es überwiegen aktuell Satellitenbilder/Biomassekarten (19 Prozent), gefolgt von Multilayerkarten (zwölf Prozent) und Applikationskarten auf Basis von Drohnenbildern (vier Prozent).
- Applikationskarten werden in zwei bzw. fünf Jahren von Betrieben, die 34 bzw. 58 Prozent der Fläche bewirtschaften, angewendet. Bis etwa zum Jahr 2030 nehmen Applikationskarten im Offlineverfahren um 53 Prozentpunkte zu, und eine Flächenrelevanz von 77 Prozent ergibt sich.
- Vor allem nimmt die Nutzung von Applikationskarten auf der Basis von Satellitenbildern und Biomassekarten zu (45 Prozentpunkte). In zwei bzw. fünf Jahren wird erwartet, dass 27 bzw. 46 Prozent der Flächen der Betriebe so bewirtschaftet werden, und bis ca. 2030 wird diese Applikationskartenart voraussichtlich von Betrieben mit 64 Prozent Flächenanteil angewandt.
- Auch der Anteil der Betriebe, auf denen Applikationskarten mit Drohnenbildern genutzt werden, erhöht sich in zwei bzw. fünf Jahren um zehn bzw. 23 Prozentpunkte. In zehn Jahren nimmt die Nutzung sogar um 36 Prozentpunkte zu, und um das Jahr 2030 werden 41 Prozent aller Flächen so bewirtschaftet werden können.
- Die Nutzung von Multilayerkarten weitet sich ebenfalls aus, und zwar in zwei bzw. fünf Jahren auf einen Anteil von 18 bzw. 32 Prozent. Innerhalb von zehn Jahren nimmt der Anteil der Betriebe, die diese Technik nutzen, auf 51 Prozent, d.h. um 39 Prozentpunkte zu.

Die Nutzung von Onlineverfahren nimmt zukünftig auch zu, aber nicht so stark wie die Applikationskarten im Offlineverfahren. Vor allem nimmt die Anwendung von Pflanzenschutzsensoren (insbesondere bei der Ausbringung von Fungiziden und Wachstumsreglern) zu. Aktuell werden diese Techniken des Onlineverfahrens von Betrieben, die neun Prozent der Fläche bewirtschaften,

genutzt¹⁹. In zwei bzw. fünf Jahren kommen diese auf Anteilen von 13 bzw. 22 Prozent zum Einsatz. Insgesamt ergibt sich eine Zunahme von 27 Prozentpunkten bis etwa zum Jahr 2030. Auf Künstliche Intelligenz (KI) gestützte Verfahren der Einzelpflanzenbehandlung (auf Basis einer Kamera) werden aktuell noch nicht merklich genutzt. In zwei bzw. fünf Jahren wird diese Technik jedoch bereits auf voraussichtlich zwei bzw. sechs Prozent der Fläche angewandt werden. In zehn Jahren sind es potenziell sogar 18 Prozent.

Abbildung 3.9: Aktuell und zukünftig eingesetzte Kartenarten für den PSM-Einsatz



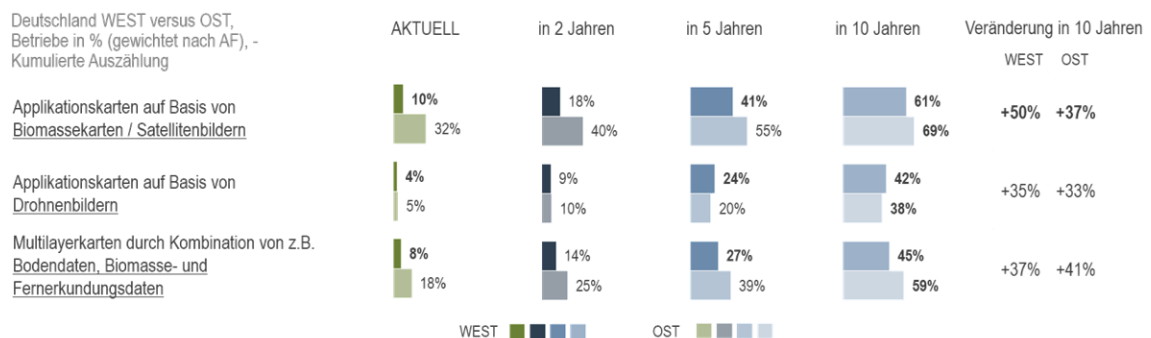
Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Wie wird die vorhandene Applikationstechnik heute ausgenutzt? Auf diese Frage gibt schließlich der untere Teil der Abbildung 3.9 eine Antwort. Die automatische Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung wird aktuell von Betrieben, welche einen Flächenanteil von 56 Prozent bewirtschaften, genutzt. In zwei bzw. fünf Jahren soll sich die Nutzung auf 62 bzw. 74 Prozent erhöhen. In zehn Jahren wird diese Applikationstechnik von 83 Prozent der Betriebe genutzt. Somit ist eine Veränderung von 27 Prozentpunkten in zehn Jahren auszumachen.

Mithin ist diese Applikationstechnik einer Teilflächenapplikation aktuell mehr als doppelt so weit verbreitet wie Applikationskarten (56 vs. 24 Prozent). Eine vertiefte Datenanalyse zeigt vor diesem Hintergrund auf: Auf 37 Prozent der Ackerfläche ist eine Spritze mit automatischer Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung zwar vorhanden, aber die für Teilflächen- oder Spotapplikation erforderlichen Applikationskarten oder Sensoren werden nicht genutzt. Alle Betriebe, die eine Technik im Onlineverfahren nutzen, geben an, auch Applikationskarten im Offlineverfahren zu nutzen. Folglich ist der Anteil der Betriebe, die Applikationskarten nutzen, auch der maximale Anteil der Betriebe der Teilflächenapplikation anwendet. Das akkumuliert zu 24 Prozent. Dabei wächst die Nutzung von Applikationskarten doppelt so schnell wie die Nutzung der Spritztechnik (53 vs. 27 Prozentpunkte). In zehn Jahren, also in etwa im Jahr 2030, wird die vorhandene Technik (auf 83 Prozent der betrieblich zuzuweisenden Flächen) beinahe vollständig durch Applikationskarten (on- oder offline) genutzt werden. Abbildung 3.10 weist vor diesem Gesamthintergrund interessante Unterschiede zwischen dem Osten und Westen Deutschlands auf, die im Folgenden noch andiskutiert werden sollen.

¹⁹ Dabei nutzen alle Betriebe, die heute Technik im Onlineverfahren nutzen, ebenfalls Applikationskarten.

Abbildung 3.10: Aktuell und zukünftig eingesetzte Kartenarten für den PSM-Einsatz nach Region



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Demnach sind im Osten Applikationskarten zum gegenwärtigen Zeitpunkt verbreiteter als im Westen. Konkret sind im Osten Applikationskarten auf der Basis von Biomassekarten/Satellitenbildern am häufigsten genutzt und werden zurzeit von Betrieben mit 32 Prozent der Fläche eingesetzt, und bis 2030 wird dieser Anteil um 38 Prozentpunkte auf dann 69 Prozent zunehmen. Demgegenüber werden aktuell Applikationskarten auf der Basis von Drohnenbildern von Betrieben, die fünf Prozent der Fläche bewirtschaften, angewendet. Es kann hier jedoch ein großer Zuwachs erwartet werden, und in zehn Jahren könnte eine Flächenabdeckung von 38 Prozent resultieren, was einem Zuwachs von 33 Prozentpunkten entspricht. Der höchste Zuwachs ist im Osten jedoch bei Multilayerkarten zu erwarten. Aktuell werden diese bereits auf 18 Prozent eingesetzt, und ein Zuwachs von 41 Prozentpunkten innerhalb der nächsten zehn Jahre ist zu erwarten. Für ca. 2030 wird also prognostiziert, dass auf 59 Prozent der Flächen der befragten Betriebe diese Technik eingesetzt werden wird.

Obwohl im Osten die Anwendung von Applikationskarten aktuell populärer ist als im Westen, kann auch für diese Region ein großer Zuwachs erwartet werden:

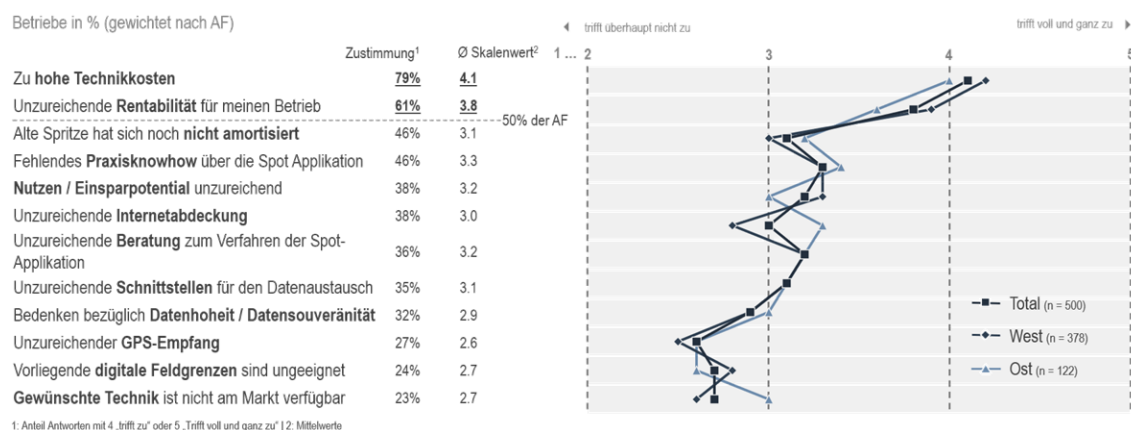
- Applikationskarten auf Basis von Biomassekarten/Satellitenbildern werden dort momentan von Betrieben, die zehn Prozent der AF repräsentieren, genutzt. Es wird für diese Technologie jedoch ein sehr hoher Zuwachs von 50 Prozentpunkten erwartet. In zwei bzw. fünf Jahren soll diese Anwendung flächenbezogen bereits bei 18 bzw. 41 Prozent liegen, und bis ca. 2030 werden Betriebe, die einen Flächenanteil von 61 Prozent bewirtschaften, diese Applikationskarten nutzen.
- Applikationskarten auf der Basis von Drohnenbildern werden aktuell nur auf Betrieben, die vier Prozent der Fläche bewirtschaften, angewendet. Innerhalb von zehn Jahren soll dieser Anteil um 36 Prozentpunkte auf dann 42 Prozent zunehmen.
- Multilayerkarten werden aktuell auf acht Prozent der Flächen angewendet. Innerhalb der nächsten zehn Jahre wird ein Zuwachs von 37 Prozentpunkten erwartet. Somit wird zukünftig in Betrieben mit 45 Prozent der Fläche mit dieser Technik gewirtschaftet werden.

3.6. Hindernisse und Anreize für die Umstellung auf Spotapplikation/Teilflächenapplikation

Wieso werden nicht mehr Betriebe bzw. ein größerer Teil der AF auf Spotapplikationen umgestellt? Um diese Frage zu beantworten, sei auf Abbildung 3.11 verwiesen. Die dort ausgewiesenen insgesamt zwölf Optionen für mögliche Hindernisse sollten von den Teilnehmern an der Befragung anhand einer Skala von „1 – Trifft überhaupt nicht zu“ bis „5 – Trifft voll und ganz zu“ bewertet werden. Grundsätzlich lassen sich die dabei ausgewählten Hindernisse drei Kategorien von Relevanz für Umstellungen zuordnen:

- Ökonomische Hindernisse, wie zu hohe Technikkosten und eine unzureichende Rentabilität,
- Wissensbezogene Hindernisse, wie fehlendes Knowhow sowie unzureichende Beratung und
- Infrastrukturbezogene Hindernisse, wie unzureichende Internetverbindung, GPS-Empfang oder fehlende Schnittstellen sowie Bedenken zur Datenhoheit.

Abbildung 3.11: Hindernisse für die Umstellung auf Spotapplikation/Teilflächenapplikation



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Zwei Hindernisse sind demnach von besonderer Relevanz²⁰: Zu hohe Technikkosten (79 Prozent Zustimmung) und eine unzureichende Rentabilität für den eigenen Betrieb (61 Prozent Zustimmung). Für Betriebe, welche 46 Prozent der Flächen bewirtschaften, hat sich zudem die alte Spritze noch nicht amortisiert und muss weiter genutzt werden, und 38 Prozent können der betrieblichen Einschätzung zugewiesen werden, dass der Nutzen bzw. das Einsparpotenzial zu gering wäre. Weitere wichtige Hindernisse sind demnach noch ein fehlendes Praxisknowhow über Spotapplikation (46 Prozent) sowie eine unzureichende Beratung zum Verfahren der Spotapplikation (36 Prozent). Auch technische Hürden spielen eine Rolle. Für Betriebe, welche 38 Prozent der Fläche bewirtschaften, spielt eine fehlende Internetabdeckung eine entscheidende Rolle. Auch unzureichender GPS-Empfang (27 Prozent) und ungeeignete digitale Feldgrenzen (24 Prozent) sowie nicht verfügbare, gewünschte Technik am Markt (23 Prozent) sind zu nennen. Zudem kann die Nutzung gewonnener

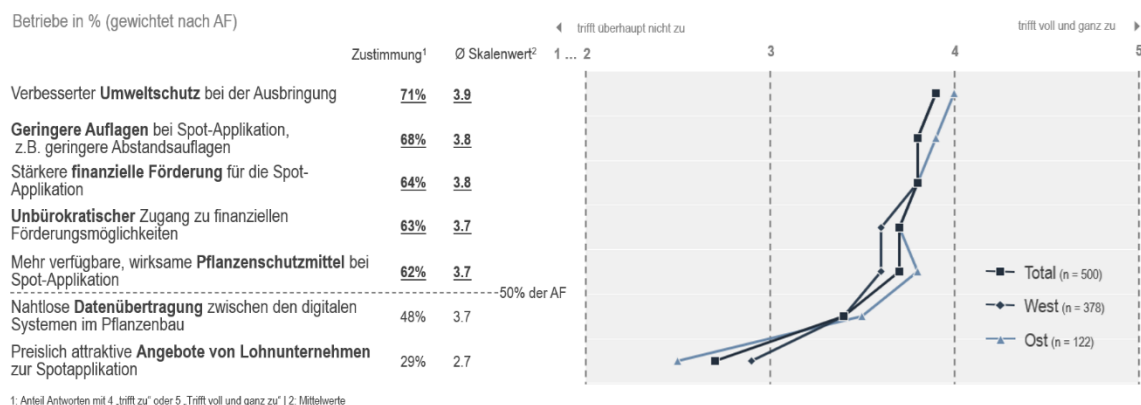
²⁰ Bezugsgröße ist eine Zustimmung von Betrieben, die mehr als 50 Prozent der AF repräsentieren.

Daten ein Hindernis darstellen: Unzureichende Schnittstellen für den Datenaustausch bzw. Bedenken bezüglich der Datenhoheit/Datensouveränität stellen für Betriebe, die 35 bzw. 32 Prozent der Fläche bewirtschaften, ein Hindernis dar²¹.

Trotz der genannten Herausforderung stellt die Spotapplikation eine attraktive Technologie für viele Landwirte dar. Abbildung 3.12 liefert eine Übersicht zu den dafür wichtigsten Gründen. Diese sind wie folgt²²:

- Insbesondere der verbesserte Umweltschutz bei der Ausbringung spielt eine zentrale Rolle (71 Prozent Zustimmung).
- Auch geringere Auflagen bei der Spotapplikation (z.B. geringere Abstandsauflagen) bzw. mehr verfügbare, wirksame PSM bei der Spotapplikation spielen für Betriebe mit Flächen von 68 bzw. 62 Prozent eine zentrale Rolle.
- Stärkere finanzielle Förderung und ein unbürokratischer Zugang zu finanziellen Förderungsmöglichkeiten sind für Betriebe, die 64 bzw. 63 Prozent bewirtschaften, wichtig.
- Auch eine nahtlose Datenübertragung zwischen den digitalen Systemen im Pflanzenbau stößt mit 48 Prozent auf Zustimmung.
- Angebote von Lohnunternehmen zur Spotapplikation sind zudem flächengewichtet für knapp ein Drittel der Betriebe ein Anreiz.

Abbildung 3.12: Anreize zur Umstellung auf Spotapplikation/Teilflächenapplikation



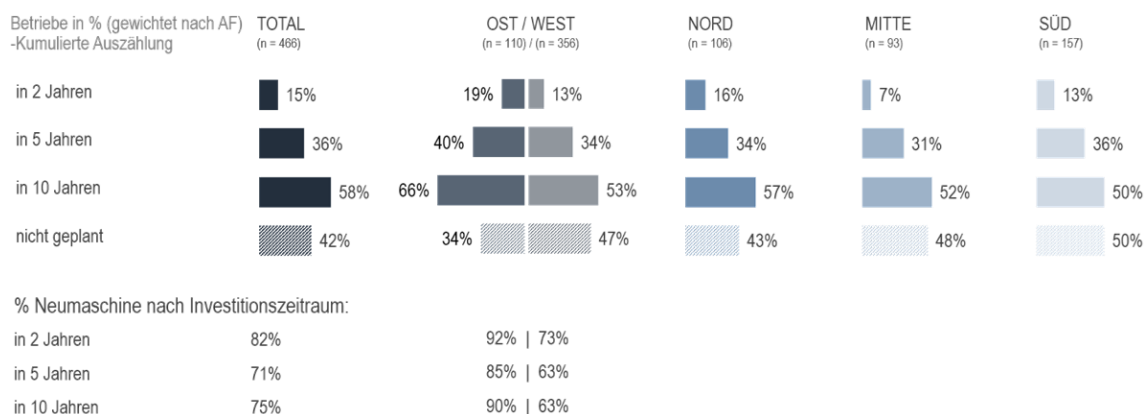
Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

²¹ Weitere Hindernisse, die durch eine mit der Befragung ermöglichte, offene Nachfrage genannt wurden, sind: Unsicherheit bzgl. Entwicklung der Landwirtschaft, fehlende Kompetenz der Mitarbeiter, fehlendes Vertrauen in die Technik, Gefahr, dass sich Fehler einschleichen und geringes Vertrauen in Lohnunternehmen.

²² Weiter Anreize, die wiederum durch eine offene Nachfrage genannt werden konnten, sind die folgenden: automatische Dokumentation, breite gesellschaftliche Anerkennung, bessere, genauere Dosierung, Vermeidung von Resistenzen, Anschaffungskosten senken, bessere Wirtschaftlichkeit, kostenlose Nutzung, es müsse nicht alles gefördert werden und Landwirte sind auch so aufgeschlossen.

3.7. Investitionsbereitschaft und Nachfrage nach finanzieller Förderung

Abbildung 3.13: Geplante Investitionen in Feldspritzen



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Wie bereits weiter vorn erwähnt, haben Feldspritzen überregional ein Durchschnittsalter von 13 Jahren. Investitionen in neue Feldspritzen sind also aufgrund des höheren Durchschnittsalters zukünftig zu erwarten. Und in der Tat: Überregional werden innerhalb der nächsten zwei bzw. fünf Jahre auf Betrieben mit einem Flächenanteil von 15 bzw. 36 Prozent entsprechende Neuinvestitionen geplant. Abbildung 3.13 zeigt das Bild. Insgesamt planen sogar Betriebe, die 58 Prozent der Flächen bewirtschaften, in den nächsten zehn Jahren eine Investition in Feldspritzen. Das heißt aber auch: Überregional planen Betriebe, die 42 Prozent der Flächen bewirtschaften, keine solchen Neuinvestitionen²³.

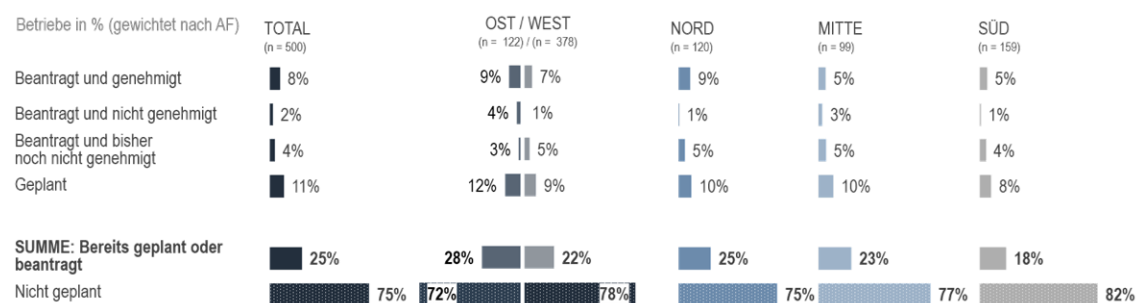
Betriebe also, die etwa die Hälfte der Flächen bewirtschaften, wollen in eine Feldspritze investieren. Die Förderung im Rahmen der aktuell diskutierten Bauermilliarde ist aber nur für etwa ein Viertel dieser Fläche relevant, wie aus der Abbildung 3.14 hervorgeht. In Betrieben mit 25 Prozent der Fläche wird also entweder bereits geplant, einen Antrag für die Förderung einer Feldspritze im Rahmen des entsprechenden Investitionsprogramms der Bundesregierung zu beantragen, oder dieser wurde bereits beantragt.

Auffällig ist dabei, dass die durchschnittliche Betriebsgröße der Betriebe, die auf diese Förderung zugreifen oder dies planen, bei über 500 Hektar AF liegt, während Betriebe, die keine Förderung planen, im Schnitt „nur“ 267 Hektar groß sind²⁴. Damit sind die Betriebe aus der gewählten Stichprobe, die auf die spezielle Förderung zugreifen (wollen), doppelt so groß, wie die, die es (gegenwärtig) nicht planen.

²³ Die Gründe dafür, keine Neuinvestitionen zu tätigen, können aus den Antworten der Befragung nicht abgeleitet werden. Denkbar ist jedoch, dass diese Betriebe klein sind oder nicht geplant wird, den Betrieb zukünftig fortzuführen. Überwiegend werden bei Neuinvestitionen Neumaschinen bevorzugt.

²⁴ Der Durchschnitt der Stichprobe liegt bei 316 Hektar.

Abbildung 3.14: Neuinvestitionen in Feldspritzen im Rahmen der Bauernmilliarde



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Im Osten ist von Betrieben, die einen größeren Flächenanteil repräsentieren als im Westen (22 Prozent)²⁵, geplant, einen entsprechenden Antrag zu stellen, oder sie haben dies schon getan (28 Prozent). Der Abruf und die weitere Nachfrage im Osten sind also leicht höher als im Westen und von Norden nach Süden leicht abfallend.

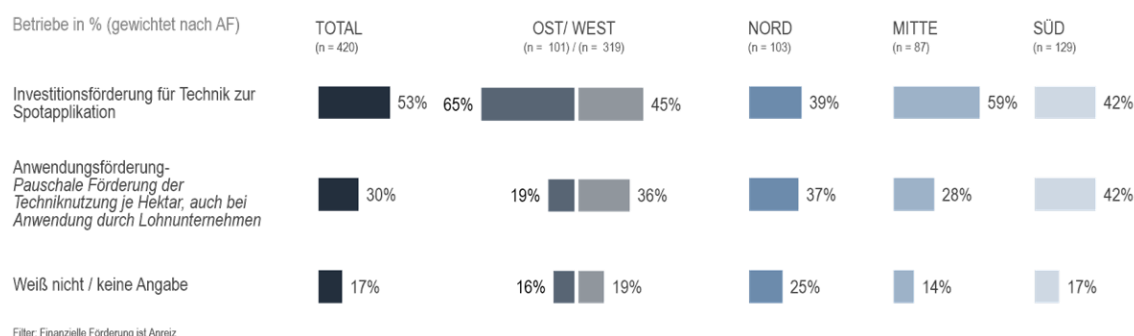
Insgesamt wurde bereits zum jetzigen Zeitpunkt von Betrieben, die einen Flächenanteil von acht Prozent bewirtschaften, eine Förderung im Rahmen des Investitionsprogramms der Bundesregierung (der Bauernmilliarde) in Form einer Feldspritze zur teilflächenspezifischen Ausbringung beantragt. Im Osten bzw. Westen betrifft dies Betriebe, die neun bzw. sieben Prozent der Flächen bewirtschaften²⁶. Sehr wenige Feldspritzen wurden dabei zwar beantragt, jedoch nicht genehmigt (Flächengewicht: zwei Prozent). Im Osten trifft dies allerdings auf etwas mehr Feldspritzen zu als im Westen (vier bzw. ein Prozent). Für weitere vier Prozent der Flächen wurde zudem deutschlandweit eine Feldspritze beantragt, diese aber noch nicht genehmigt. Planungen, mit einer Förderung im Rahmen der Bauernmilliarde in eine Feldspritze zu investieren, akkumulieren dann zu elf Prozent. Etwas häufiger sind demnach diese geplanten Anträge im Osten, denn hier betrifft das Betriebe, die zwölf Prozent der AF bewirtschaften. Im Westen planen hingegen „nur“ Betriebe, die neun Prozent der Fläche bewirtschaften, eine entsprechende Förderung zu beantragen.

Aus alledem folgt, dass Betriebe, die 75 Prozent der Fläche repräsentieren, bisher keine Förderung für Pflanzenschutzgeräte nach dem Investitionsförderungsprogramm der Bundesregierung beantragt haben und dies auch zum aktuellen Zeitpunkt nicht planen. Im Osten bzw. Westen betrifft dies 72 bzw. 78 Prozent der Flächen. Dieses spezielle Ergebnis legt nahe, dass das Investitionsförderungsprogramm der Bundesregierung für zahlreiche Betriebe keine Anreize bietet – zumindest nicht in der gegenwärtigen Form. Es stellt sich die Frage, welche Form der Förderung für Landwirte die Umstellung auf Spot- bzw. Teilflächenapplikation erleichtern könnte.

²⁵ Im Westen ist die regionale Unterteilung wie folgt: Im Norden ist von Betrieben, die 25 Prozent der Fläche repräsentieren, geplant, einen entsprechenden Antrag zu stellen, oder dieser wurde bereits gestellt. In der Mitte betrifft dies 23 Prozent und im Süden 18 Prozent.

²⁶ Die meisten genehmigten Feldspritzen im Rahmen des Investitionsförderungsprogramms im Westen wurden im Norden beantragt und genehmigt (9 Prozent), gefolgt von Süden und Mitte mit jeweils 5 Prozent.

Abbildung 3.15: Bevorzugte Förderungsform für eine Umstellung auf Spotapplikation



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Hinsichtlich der Förderkulisse stellt sich in der Tat heraus, dass Landwirte unterschiedliche Förderungsformen in Abhängigkeit von der Betriebsgröße bevorzugen, wie die Abbildung 3.15 ersichtlich macht²⁷. Überregional sehen Betriebe mit 53 Prozent der Fläche eine Investitionsförderung als beste Form zur Unterstützung der Umstellung auf Teilflächenapplikation an. Vor allem im Osten wird dies von den Betrieben befürwortet (65 Prozent). Im Westen betrifft das nur 45 Prozent²⁸. Betriebe mit insgesamt 30 Prozent der Fläche wünschen sich eine Anwendungsförderung durch eine eher auf den Hektar bezogene pauschale Förderung der Techniknutzung, auch bei Anwendung durch z.B. Lohnunternehmen²⁹. Im Westen ist diese Anwendungsförderung beliebter als im Osten (36 bzw. 19 Prozent). Insgesamt wurde von 17 Prozent der Betriebe keine Angabe gemacht; speziell im Osten bzw. Westen haben 16 bzw. 19 Prozent keine Angabe gemacht.

Aus einer vertieften Betrachtung des Datensatzes zeigt sich: Je kleiner der Betrieb, desto höher ist die Affinität für eine Anwendungsförderung, und je größer der Betrieb, desto größer ist die Affinität für eine Investitionsförderung. Dies trifft insbesondere auf Betriebe zu, die größer als 200 Hektar und im Osten gelegen sind.

3.8. Dokumentation der Pflanzenschutzmittelanwendung

Ansteigende Bürokratie ist für die Landwirtschaft eine besondere Herausforderung. Auch die Pflanzenschutzanwendung muss dokumentiert werden. Verschiedene Dokumentationsformen stehen den

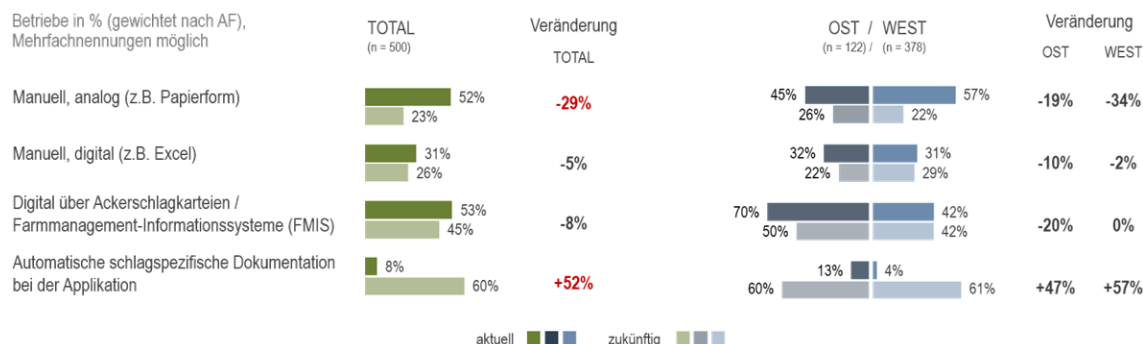
²⁷ Die entsprechende Auswertung bezieht sich dabei auf alle Betriebe, die finanzielle Förderung generell als einen Anreiz für Investitionen gemäß Frage 19 des Fragebogens angegeben haben.

²⁸ Die höchste spezifische Zustimmung im Westen findet sich in der Mitte (59 Prozent), gefolgt vom Süden (42 Prozent) und dem Norden (39 Prozent).

²⁹ Was den Westen betrifft, so befürworten im Süden 42 Prozent (Flächenanteil) diese Art von Förderung. Im Süden ist der Anteil, der diese Anwendungsförderung befürwortet, damit genau so hoch wie der einer Bevorzugung der Investitionsförderung. Im Norden bzw. in der Mitte sind es 37 bzw. 28 Prozent, die für diese Anwendungsförderung allokiert werden können.

Landwirten zur Verfügung, und die Befragung konzentrierte sich auch auf solche Aspekte, wie Abbildung 3.16 zeigt.

Abbildung 3.16: Aktuell und zukünftig eingesetzte Dokumentationsarten im Pflanzenschutz



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Momentan wird insgesamt von Betrieben, die 52 Prozent der Fläche bewirtschaften, die Dokumentation manuell und analog durchgeführt, d.h. z.B. in Papierform. Im Westen sind aktuell 57 Prozent betroffen und im Osten 45 Prozent. Zukünftig soll der Einsatz dieser Dokumentationsform im Westen bzw. Osten um 34 bzw. 19 Prozentpunkte zurückgehen. Auch die digitale manuelle Dateneingabe wird zukünftig zurückgehen. Im Osten um 10 Prozentpunkte und im Westen um zwei Prozentpunkte. Im Osten sind Ackerschlagkarteien/Farmmanagement-Informationssysteme (FMIS) populärer als im Westen (70 Prozent bzw. 42 Prozent). Zukünftig nimmt deren Einsatz jedoch im Osten deutlich stärker ab (um 20 Prozentpunkte) als im Westen, wo sich in dieser Hinsicht zukünftig nichts ändert. Demgegenüber nimmt die automatische schlagspezifische Erfassung bei der Applikation in Zukunft überregional und zudem erheblich zu (+52 Prozentpunkte)³⁰. Die automatische schlagspezifische Dokumentation bei der Applikation wird momentan im Osten bzw. Westen auf nur 13 bzw. vier Prozent der Flächenanteile verwendet. In Zukunft erhöhen sich diese Flächenanteile um 47 bzw. 57 Prozent im Osten bzw. Westen.

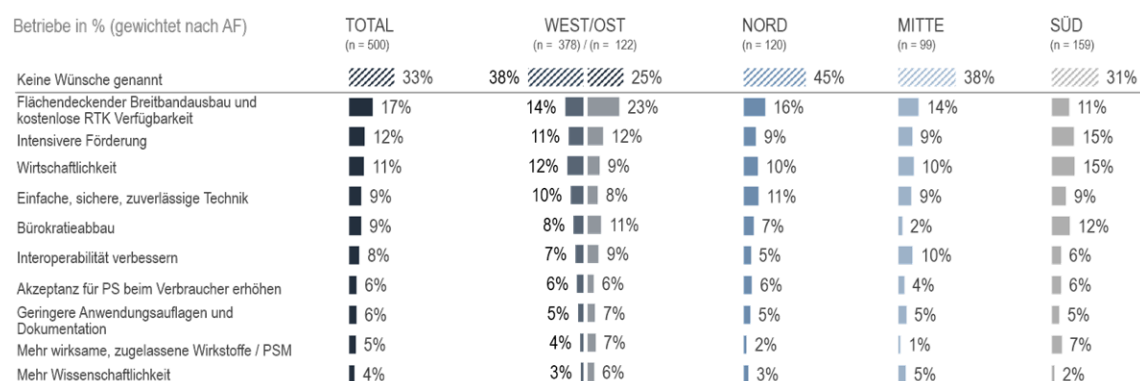
3.9. Wünsche hinsichtlich Digitalisierung im Pflanzenschutz

Die Befragten wurden abschließend zu ihren Wünschen an die Politik und Unternehmen zur Digitalisierung im Pflanzenschutz konsultiert. Die Betriebe hatten dabei die Möglichkeit zur freien Antwort erhalten. 145 Befragte (33 Prozent der Stichprobe) haben diesbezüglich keine Wünsche angegeben (38 Prozent im Westen und 25 Prozent im Osten). Von den übrigen 355 Befragten wurden insgesamt 676 einzelne Themen genannt, wobei zwischen einem und fünf unterschiedliche Themen je

³⁰ Eine automatische Dokumentation bei der Applikation im Sinne dieser Frage umfasst nicht das automatische Teilen der Daten mit Kontrollbehörden, sondern die automatische Erfassung und Übertragung in z.B. ein FMIS.

Teilnehmer ersichtlich wurden. Im Mittel wurden drei unterschiedliche Aspekte genannt. Die maßgeblichen Antworten können der Abbildung 3.17 entnommen werden.

Abbildung 3.17: Top-10 Wünsche an Politik/Unternehmen zur Digitalisierung im Pflanzenschutz



Quelle: Darstellung nach Produkt + Markt (2021).

Grundsätzlich decken die einzelnen Wünsche in ihrer Gesamtheit die bereits zuvor zu Hindernissen und Anreizen genannten Aspekte auf:

- Demnach ist überregional ein flächendeckender Breitbandausbau und kostenlose RTK-Verfügbarkeit der Top-Wunsch (17 Prozent). Vor allem im Osten (23 Prozent) wurde dieser Wunsch geäußert. Im Westen sind es 14 Prozent.
- Auch eine intensivere Förderung ist wünschenswert (überregional zwölf Prozent). Der Westen und Osten unterscheiden sich hier nur minimal mit elf und zwölf Prozent Zustimmung.
- Eine gute Wirtschaftlichkeit wünschen sich Betriebe, die insgesamt elf Prozent der Flächen bewirtschaften, wobei es im Westen bzw. Osten zwölf bzw. neun Prozent sind.
- Betriebe, die neun Prozent der Flächen bewirtschaften, finden eine einfache, sichere, zuverlässige Technik wichtig. Im Westen sind das zehn Prozent und im Osten acht Prozent.
- Betriebe mit einem Flächenanteil von neun Prozent finden zudem einen Bürokratieabbau erstrebenswert. Im Westen bzw. Osten sehen das acht bzw. elf Prozent so.
- Eine bessere Interoperabilität zwischen den Technologien wünschen sich überregional acht Prozent, im Westen bzw. Osten sieben bzw. neun Prozent.
- Eine verbesserte Akzeptanz von Pflanzenschutz beim Verbraucher, wenn neue Anwendungstechnik eingesetzt wird, wird von sechs Prozent für wichtig gehalten – und das sowohl überregional als auch im Westen und Osten.
- Auch geringere Anwendungsaufgaben und Dokumentation spielen eine Rolle (sechs Prozent insgesamt, fünf Prozent im Westen und sieben Prozent im Osten).
- Weiterhin wurde der Wunsch nach mehr wirksamen, zugelassenen Wirkstoffen und PSM bzw. mehr Wissenschaftlichkeit in der politischen Diskussion mit fünf bzw. vier Prozent genannt. Der Wunsch nach wirksamen, zugelassenen Wirkstoffen/PSM ist im Osten etwas deutlicher ausgeprägt (sieben Prozent) als im Westen (vier Prozent). Mehr Wissenschaftlichkeit wird ebenfalls im Osten stärker nachgefragt (sechs Prozent) als im Westen (drei Prozent).

4. Diskussion

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, den derzeitigen Stand sowie zukünftige Entwicklungen der Anwendung von Technik im chemischen Pflanzenschutz mit dem Fokus auf Teilflächen- und Spotapplikation zu ermitteln. Das erfolgte anhand einer Umfrage unter landwirtschaftlichen Betrieben mit einem Stichprobenumfang, der ca. 93 Prozent der AF in Deutschland repräsentiert. Von einer entsprechend hohen Flächenrepräsentativität ist auszugehen. Zudem wurden Hindernisse und Anreize für eine weitere Umstellung auf Teilflächen- und Spotapplikation ermittelt und in den Umfragehintergrund eingeordnet. Daraus wurden einige Anforderungen für die Politik und Unternehmen im Kontext einer breiteren Nutzung der entsprechenden Techniken abgeleitet. Im Folgenden sollen die zentralen Aussagen – auch und zumal im Kontext der gegebenen Repräsentativität und Limitationen – zusammenfassend diskutiert werden.

4.1. Zentrale Aussagen

Zentrale Erkenntnis dieser Verschriftlichung von Ergebnissen aus einer Befragung gemäß Produkt und Markt (2021) ist, dass auf Betrieben, welche große Teile der Fläche in Deutschland bewirtschaften, Technik für Teilflächenapplikation bereits vorhanden ist und deren Nutzung weiter zunehmen wird. Dazu zählen GPS-Lenksysteme und die automatische Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung. Letztere ist heute bereits auf Betrieben, die 56 Prozent der Fläche bewirtschaften, vorhanden. Darüber hinaus konnte festgestellt werden, dass GPS-gesteuerte Lenksysteme heute schon auf 66 Prozent und RTK auf 45 Prozent der Fläche prinzipiell verfügbar sind. Im Vergleich dazu zeigt eine andere Studie zum Stand der Digitalisierung in der Landwirtschaft, dass 58 Prozent der Betriebe in Deutschland GPS-gesteuerte Landmaschinen nutzen (Bitkom, 2022)³¹. Damit ist sicher, dass für mindestens die Hälfte der Fläche in Deutschland bereits heute relevante Applikationstechniken für eine Teilflächen- und/oder Spotapplikation zur Verfügung stehen.

Nur etwa die Hälfte der Betriebe nutzt die präzise Applikationstechnik tatsächlich aus. Die erforderlichen Applikationskarten oder die erforderliche Sensortechnik für Teilflächen- oder Spotapplikationen kommen bei Betrieben, die 24 Prozent der Fläche repräsentieren, zum Einsatz. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch Bitkom (2022). Der entsprechende Wert liegt bei 23 Prozent³². Es zeigt sich, dass Betriebe, die ca. ein Viertel der Fläche bewirtschaften, diese Technik haben, sie aber ggf. nicht vollständig nutzen und eventuell eine differenzierte Unterstützung benötigen, um die vorhandenen Potenziale zu heben.

Die spezifische Technikausstattung zeigt enorme Unterschiede zwischen dem Osten und dem Westen Deutschlands auf. GPS-Lenksysteme sind im Westen bei Betrieben, die 52 Prozent der Fläche repräsentieren, vorhanden; im Osten ist das bei 88 Prozent der Fall. Bei der automatischen

³¹ Dieser Unterschied könnte auf Unterschiede in der Gewichtung der Stichproben zurückzuführen sein. Bitkom (2022) nutzt eine Gewichtung nach Umsatzsteuerklassen, die vorliegende Studie hingegen eine Gewichtung nach der AF bei jeweils einer Stichprobengröße von $n = 500$. In Bitkom (2022) werden somit insbesondere umsatzstarke viehhaltende Betriebe stärker berücksichtigt.

³² Der geringe Unterschied deutet auf eine ähnliche Verteilung hin, was das Ergebnisse grob plausibilisiert.

Teilbreiten- bzw. Einzeldüsenschaltung sind es im Westen 41 Prozent und im Osten 80 Prozent, und auch bei den Applikationskarten gibt es große Unterschiede je nach Kartenart. Die Unterschiede können aus den größeren Betriebsstrukturen im Osten und der damit besseren Rentabilität der Applikationstechnik herrühren. Der Westen hat in jedem Fall einen hohen Nachholbedarf. Von daher verwundert es nicht, dass der erwartete Zuwachs hoch ist, sodass innerhalb von zehn Jahren ein stärkerer Zuwachs im Westen möglich erscheint. Ggf. ist deshalb auch für Betriebe im Westen in höherem Umfang eine Unterstützung bei der Umstellung angezeigt.

Die Förderung durch das Investitionsförderungsprogramm der Bundesregierung (BMEL, 2022) wird von Betrieben, die ca. 25 Prozent der Fläche bewirtschaften, genutzt. Im Wesentlichen werden dabei nur Investitionen in Landtechnik abgedeckt. Das scheint für viele Betriebe kein ausreichender Anreiz für eine Umstellung auf Teilflächen- bzw. Spotapplikationen zu bieten. Die Erklärungsansätze dafür sind vielfältig. So sind die Betriebe der Stichprobe, die auf die Förderung zugreifen, doppelt so groß im Vergleich zu den Betrieben, die die Mittel nicht in Anspruch genommen haben. Darüber hinaus ist erwähnenswert, dass 15 Prozent der Betriebe in einer finanziellen Förderung keinen Anreiz zur Umstellung sehen und 14 Prozent der Betriebe in eine Gebrauchtmaschine investieren wollen. 42 Prozent der befragten Betriebe planen sogar, keine Investition in den nächsten zehn Jahren vorzunehmen. Die spezielle Förderung wird jedoch im Osten stärker nachgefragt als im Westen. Nachsehen haben insbesondere kleinere Betriebe und der Süden Deutschlands. Das legt nahe, dass die aktuelle Form der Förderung zumindest teilweise ungeeignet ist, um flächendeckend neue Anwendungstechnik im Pflanzenschutz in den Praxiseinsatz zu bringen. In der Tat zeigt ein Blick in die von Betrieben gewünschten Förderungsformen, dass von den Betrieben, für die Förderung ein Investitionsanreiz ist, 30 Prozent eine Anwendungsförderung wünschen, die es in Deutschland in dieser Form jedoch (noch) nicht gibt. Das spezielle Ergebnis der Befragung wird dadurch untermauert, dass Betriebe, die 29 Prozent der Fläche bewirtschaften, preislich attraktive Angebote von Lohnunternehmen zur Spotapplikation als einen Anreiz für Umstellungen sehen. Je kleiner der Betrieb, desto eher wird Anwendungsförderung bevorzugt, je größer der Betrieb, desto eher ist die Investitionsförderung. Daher sollte in Zukunft ein Mix aus verschiedenen Förderungsarten genutzt werden.

Landwirte, die mehr als zwei Drittel der Fläche bewirtschaften (71 Prozent) nennen losgelöst von der möglichen konkreten Förderung den Beitrag zum Umweltschutz als Anreiz zur Umstellung auf Spotapplikation. Der Umweltschutzaspekt scheint also eine zentrale Motivation in vielen Betrieben zu sein, verbesserte Applikationstechniken einzusetzen³³. Die gesellschaftliche Akzeptanz für diese Techniken sollte also gemehrt werden.

Betriebe, die etwa zwei Drittel der AF repräsentieren, sehen auch in möglichen regulatorischen Vorteilen ein Argument von Teilflächen- auf Spotapplikation umzusteigen. Wirkungsvolle regulatorische Anreize umfassen in diesem Kontext weniger Anwendungsaufgaben, wie Abstandsaufgaben, (68 Prozent Zustimmung) sowie mehr zugelassene, wirksame PSM bei Spotapplikation (62 Prozent Zustimmung).

³³ Ein ähnliches Ergebnis findet sich in einer (nicht repräsentativen) Studie (Sonntag et. al., 2022), bei der 267 Landwirte zum Thema Precision Farming in der Düngung befragt wurden. Dabei stimmten 72 % der Befragten zu, dass Precision Farming hilft, negative Einflüsse auf die Umwelt zu reduzieren.

Betriebe, die 60 Prozent der AF repräsentieren, wollen den PSM-Einsatz in Zukunft automatisch bei der Applikation dokumentieren. Entsprechend würde der Anteil der manuellen Dokumentation auf Papier sinken. Immer höhere Auflagen machen die Dokumentation jedoch komplexer. So soll die PSM-Anwendungsdokumentation in Zukunft elektronisch erfolgen (vgl. Europäische Kommission, 2022). Mittels der automatischen Dokumentation will eine Mehrheit der Betriebe vor allem auch den bürokratischen Aufwand bei der Pflanzenschutzdokumentation reduzieren. Daraus lässt sich schließen, dass Landwirte nicht nur bei der Anwendung von PSM, sondern auch bei der Dokumentation die Vorteile neuer Digitaltechnik immer stärker umsetzen wollen.

4.2. Aussagen zur Repräsentativität

Die Repräsentativität der Stichprobe von Studien zur Techniknutzung ist häufig diskussionswürdig (Sonntag et al., 2021). In der vorliegenden Verschriftlichung wurde auf eine Befragung zurückgegriffen, mit der, wie weiter vorn beschrieben, 500 Personen aus landwirtschaftlichen Betrieben in Deutschland gezielt nach einem Stichprobenplan ausgewählt und befragt wurden. Die gewählte Gewichtung nach der AF ermöglicht es im Besonderen, eine repräsentative Verteilung in der Fläche, konkret in der AF, zu gewährleisten. In der Tat repräsentieren die vorliegenden Ergebnisse Betriebe, die etwa 93 Prozent der AF symbolisieren. So können insbesondere flächenbezogene Aussagen getroffen werden.

Aus der Stichprobe können jedoch keine Aussagen zur Techniknutzung im Pflanzenschutz für Kleinstbetriebe getroffen werden. Betriebe mit weniger als 20 Hektar im Westen und weniger als 50 Hektar im Osten wurden nicht erfasst. Unter diese Grenzen fallen etwa 91.700 Betriebe, welche sieben Prozent der AF in Deutschland (das sind 0,8 Mio. Hektar) bewirtschaften. Es kann angenommen werden, dass ökonomische Parameter, wie zu hohe Kosten und unzureichende Rentabilität, bei diesen Kleinstbetrieben noch stärker wiegen als bei großen Betrieben und daher die Technik für Teilflächenapplikation weniger weit verbreitet ist. Da die Präferenz für Anwendungsförderung mit sinkender Betriebsgröße zunimmt, kann angenommen werden, dass diese auch für Kleinstbetriebe attraktiv sein könnte.

Die Repräsentativität in der vorliegenden Verschriftlichung einer Befragung kann zudem auch nicht aus soziodemographischer Sicht bewertet werden, da Parameter wie Alter, Geschlecht und Berufsbildung nicht erhoben wurden und sich die Befragung allein auf die flächenmäßige Verbreitung der Technik und generellen Wünsche der Landwirte konzentriert hat. Wichtig ist in diesem Zusammenhang der Hinweis, dass die hiermit vorgelegten Ergebnisse keine Flächenanteile zeigen, auf denen die Technik tatsächlich im Einsatz ist. Die Auswertung gibt lediglich Aufschluss über die Art der Betriebe, die innovative Technik im Pflanzenschutz per se nutzen und welche Flächen prinzipiell zur Verfügung stehen (siehe auch das nächste Unterkapitel).

Weitere regionale Unterschiede, die über die Ergebnisse für Gesamtdeutschland und die Unterschiede zwischen dem Osten und dem Westen hinausgehen, wurden im Rahmen der Verschriftlichung ebenfalls nicht im Detail ausgewertet bzw. erfasst. Allerdings zeigen die Ergebnisse einer Landwirte-Befragung in 2020 zur digitalen Landwirtschaft in Bayern durch LfL (2020) eine deutlich niedrigere Verbreitung der Technik in diesem Bundesland als hier ermittelt: 13 Prozent der bayrischen Landwirte nutzten demnach GPS-gesteuerte Teilbreitenschaltung (z.B. Feldspritze) im Jahr 2020 (im

Vergleich zu Gesamt-Deutschland, wie oben beschrieben mit 56 Prozent). Ein Erklärungsansatz könnte in den (deutlich) kleineren Strukturen der landwirtschaftlichen Betriebe und von Einzelflächen in Bayern liegen. Im Vergleich zu den hier untersuchten Regionen mag daraus eine geringere Wirtschaftlichkeit und entsprechende Nutzbarkeit neuer Applikationstechnik resultieren. Darüber hinaus könnten die großen Unterschiede mit der unterschiedlichen Verteilung der Teilnehmer in der Stichprobe zusammenhängen. Durch die Flächengewichtung in der vorliegenden Verschriftlichung fallen große Betriebe besonders stark ins Gewicht³⁴.

4.3. Limitationen

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, kann der tatsächliche Flächenanteil der Techniknutzung nicht konkret angegeben werden. Zur entsprechenden Erfassung wäre für jede Technik eine zusätzliche Frage nötig gewesen, die den Anteil an der Betriebsfläche erfragt, auf dem diese Technik im Einsatz ist bzw. zum Einsatz kommen soll. Dies hätte die Kapazitäten der Befragung bei Weitem überschritten, und es muss zurzeit (noch) mit den Ergebnissen zu der geschlossenen Frage einer Techniknutzung gearbeitet werden.

Der genaue Flächenanteil könnte daher geringer sein, als es die oben genannten Zahlen ausdrücken, da wohl nur in den wenigsten Fällen von einer 100-prozentigen Flächennutzung einer Technik in der Praxis auszugehen ist³⁵. Die Ergebnisse zeigen daher für die Techniknutzung immer den Gesamtanteil der Flächen an, welche die Betriebe, die die Technik nutzen, repräsentieren, d.h. prinzipiell für eine Anwendung zur Verfügung stehen³⁶.

Die Zukunftsangaben der Befragten aus den landwirtschaftlichen Betrieben zur Techniknutzung sind darüber hinaus als vage Schätzungen zu betrachten. Eine Über- bzw. Unterschätzung der Entwicklung ist also möglich, allein, weil es sich auch immer um subjektive Angaben handelt. Vielmehr aber noch können (un)erwartete technologische Innovationen oder Marktentwicklungen die weiter vorn abgebildete Entwicklung zur zukünftigen Techniknutzung beeinflussen, etwa durch weiteren technologischen Fortschritt, Veränderung der Technikkosten, veränderte Preissignale oder regulatorische Veränderungen. Zudem könnte ein unvorhergesehener Wechsel in der Person, welche für die Auswahl und Entscheidung über den Pflanzenschutztechnikeinkauf verantwortlich ist, etwa im Zuge eines anstehenden Generationswechsels, die Präferenzen für die künftige Techniknutzung beeinflussen.

³⁴ Erinnert sei an dieser Stelle daran: Der Datensatz zu Produkt und Markt (2021) bietet aufgrund der hohen Stichprobengröße vielfältige Möglichkeiten, regionale Unterschiede, beispielsweise in den Regionen Nord, Mitte, Süd und Ost, in weiteren Folgestudien näher zu prüfen. Diese regionalen Unterschiede konnten im Rahmen dieser Verschriftlichung der Befragungsergebnisse bislang nur rudimentär abgebildet werden.

³⁵ So könnten beispielsweise einzelne Betriebe Applikationskarten nicht auf 100 Prozent Ihrer Betriebsfläche nutzen, sondern diese zunächst für einzelne Kulturen oder Anwendungen ggf. lediglich ausprobieren.

³⁶ Die Grundannahme ist also, dass Landwirte grundsätzlich die Vorteile der neuen Technik(en) möglichst auf der gesamten Betriebsfläche nutzen wollen.

Bei der Frage zu den Applikationstechniken wurden, wie weiter vorn beschrieben, bei Mehrfachnennung von Techniken alle Techniken entfernt – bis auf die neueste Technik, zu der dann die weitere Datenanalyse erfolgte. Auch hier könnte insbesondere der Flächenanteil von beispielsweise großen Betrieben mit mehreren modernen Techniksystemen, die mehrere Spritzen mit unterschiedlicher Ausstattung haben, überschätzt sein, da diese mit ihrer „besten Spritze“ sehr wahrscheinlich nicht die gesamte Betriebsfläche bewirtschaften. Um den tatsächlichen Flächen- und Anwendungsanteil, bei dem neue Applikationstechnik oder Applikationskarten im Einsatz sind, zu ermitteln, müsste der jeweils spezifische Anteil der Flächennutzung in einer gesonderten Befragung ermittelt werden.

Zusätzliche Einflussfaktoren für die Umstellung auf Spotapplikation sind Flächengröße und Topografie, welche in dieser Umfrage nicht explizit untersucht wurden³⁷. Flächen sehr kleiner Größe, etwa von einem halben Hektar oder mit starker Hangneigung, sind grundsätzlich mit neuer Applikationstechnik mit großen Arbeitsbreiten (z.B. etwa 36 Meter) kaum befahrbar. Da die Flächengröße und Topografie regionale Unterschiede aufweisen (beispielsweise eher große, ebene Flächen im Osten und kleine, hängige Flächen im Süden), könnten diese über eine gezielte Untersuchung regionaler Unterschiede in einer vertiefenden Analyse dieses Datensatzes erfasst werden. Eine isolierte Ausweisung des Einflusses von Flächengröße und Topografie auf das Ergebnis der Befragung ist mithin durch den vorliegenden Datensatz aber nicht vollständig abbildbar, dies müsste einer Folgestudie vorbehalten bleiben.

Zwischen dem Ausbildungsstand der Landwirte und dem Einsatz von Precision Farming konnte in der Studie von Sonntag et. al (2022) ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden. Landwirte, die Precision Farming einsetzen, haben überwiegend einen höheren Berufsbildungsabschluss erlangt als Landwirte, die Precision Farming nicht einsetzen. In der vorliegenden Studie wurde die Ausbildung der Teilnehmer nicht erfasst. Durch die vorliegenden Ergebnisse lässt sich also kein Rückschluss ziehen, welchen Einfluss das Ausbildungsniveau auf die Nutzung moderner Technik hat. Mit dem Hemmnis „fehlendes Praxis-Knowhow“ wurde jedoch der Einflussfaktor indirekt, d.h. unabhängig vom Stand der Ausbildung abgefragt.

Die Nutzung des Verfahrens der Bandapplikation und die kombinierte Anwendung von mechanischer Hacke und Bandspritze wurden in dieser Studie aufgrund des Fokus nicht explizit abgefragt. Auch wenn die Nutzung der genannten Verfahren in der Praxis durch technische Begrenzungen viele Hindernisse bietet (niedrige Fahrtgeschwindigkeit, Begrenzung auf Reihenkulturen, Schwierigkeit mit Hangneigung/Witterungsverhältnissen) kann die Technik bei gewissen Pflanzenschutzanwendungen und bei günstiger Witterung zu hohen Pflanzenschutzersparungen führen (HFFA Research, 2022). Daher könnte diese Technik auf einem gewissen Anteil der Fläche, zusätzlich zu den in dieser Studie untersuchten Techniken, auf landwirtschaftlichen Betrieben Anwendung finden. Auch hierzu wäre eine Ausweitung der Befragung angeraten.

³⁷ Das könnte aber ggf. unter dem genannten Hindernis „Die gewünschte Technik ist nicht am Markt verfügbar“ zumindest indirekt Eingang in die Auswertung gefunden haben.

5. Fazit

Die vorliegende Studie hat aufgezeigt, dass präzise Anwendungstechnik in Zukunft die Basis für die Ausbringung von PSM in Deutschland sein wird und dass diese Technik in der Gegenwart bereits auf einem signifikanten Anteil der Ackerfläche genutzt wird (Stand Dezember 2021). Die Studie basiert auf einer Befragung von 500 Landwirten aus dem Bereich Ackerbau und ermöglicht so repräsentative Aussagen für Betriebe, die 93 Prozent der AF in Deutschland bewirtschaften. Das wesentliche Ergebnis ist, dass automatische Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung als eine technische Voraussetzung von Teilflächen- bzw. Spotapplikation heute bereits auf Betrieben, die 56 Prozent der AF bewirtschaften, vorhanden sind. In zehn Jahren wollen Betriebe, die 83 Prozent der AF bewirtschaften, diese neue Applikationstechnik einsetzen. Applikationskarten kommen heute auf Betrieben vor, die 24 Prozent der Fläche bewirtschaften.

Das spezielle Ergebnis legt aber auch nahe, dass eine solch präzise Applikationstechnik von etwa zwei Dritteln der Betriebe nicht ausgereizt wird. Auf 37 Prozent der AF ist eine Spritze mit automatischer Teilbreiten- oder Einzeldüsenschaltung zwar vorhanden, aber die für Teilflächen- oder Spotapplikation erforderlichen Applikationskarten oder Sensoren werden (noch) nicht genutzt. Aus diesem Ergebnis lässt sich ableiten, dass zusätzliche Förderungsangebote für Software, Lizenzen, Schulung und Beratung die Umsetzung einer Teilflächen- bzw. Spotapplikation beschleunigen könnte. Aktuell bewirtschaften Landwirte, bei denen die erforderliche Applikationstechnik noch nicht vorhanden ist, 44 Prozent der AF. Die gegenwärtigen Hindernisse für eine verstärkte Umstellung auf Spotapplikation bestehen vor allem in zu hohen Kosten. Es sollten weitere finanzielle Anreize (eine Förderung) geschaffen werden, um die technische Erneuerung zu beschleunigen. Betriebe, die 14 Prozent der Fläche bewirtschaften, lassen Pflanzenschutzmaßnahmen heute von Lohnunternehmen oder anderen externen Dienstleistern durchführen, und die Tendenz ist steigend. In diesem Zusammenhang wäre eine Förderung der Anwendung von Precision Farming sinnvoll, wie beispielsweise eine pauschale Förderung der Techniknutzung je Hektar, um für mehr Betriebe einen Anreiz für die Teilflächen- oder Spotapplikation von PSM (auch über Dienstleister) zu schaffen.

Neben dem Einsatz moderner Technik bei der Anwendung von PSM wollen 60 Prozent der Betriebe in Zukunft den PSM-Einsatz direkt bei der Applikation dokumentieren. Auch wenn insbesondere finanzielle Hindernisse die Nutzung hemmen, überwiegen Anreize für die Umstellung auf Spotapplikation. So sehen 68 Prozent der Landwirte Vorteile in weniger Auflagen, und 62 Prozent erhoffen sich mehr verfügbare Zulassungen auf Grundlage von Spotapplikation. PSM-Zulassungen, welche auf der Grundlage von innovativer, digitaler Anwendungstechnik das Risiko für Mensch und Umwelt weiter reduzieren, könnten daher ein Anreiz für die Mehrzahl der Landwirte sein, um auf Spotapplikation umzustellen. Daher sollte neue Anwendungstechnik in der Zulassung berücksichtigt werden.

Eine nahtlose Datenübertragung zwischen den digitalen Systemen im Pflanzenbau, wie zwischen digitalen Etiketten, Farmmanagementsystemen, Traktor-Terminals und Feldspritzen, ist schließlich für 48 Prozent der Befragten ein Anreiz für die Umstellung auf Spotapplikation. Hier sollte es zu einem Zusammenspiel der verschiedenen Sektoren im Pflanzenbau kommen, um die Interoperabilität der Systeme zu ermöglichen. Am Ende sticht eines bei der Befragung heraus: Die meisten Landwirte sehen in der neuen Technik im Pflanzenschutz die Chance zum Umweltschutz beizutragen und erhoffen sich dadurch mehr Akzeptanz beim Verbraucher.

Literaturverzeichnis

- Bitkom (2022): Die Digitalisierung der Landwirtschaft. Bitkom e.V. In: Internet [<https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-05/Bitkom-Charts%20Landwirtschaft.pdf>] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- BMEL (2022): Richtlinie zur Investitionsförderung im Rahmen des Investitions- und Zukunftsprogramms für die Landwirtschaft. Bundesanzeiger, BAnz AT 17.06.2022 B5 In: Internet: [<https://www.rentenbank.de/dokumente/bundesprogramme/BAnz-AT-17.06.2022-B5-Richtlinie-27.-Mai-2022.pdf>] [Zuletzt abgerufen am: 10.07.2022].
- Boheemen, K.; van Riepma, J.; Huijsmans, J.F.M. (2021): Precision farming and crop protection: Definitions and the relationship between precision applications and the approval assessment of plant protection products. Wageningen Research, Report WPR-1118, 33 (44): pp.; 10. In Internet: [<https://doi.org/10.18174/557901>] [Zuletzt abgerufen am: 08.07.2022].
- Destatis (2021): Bodennutzung der Betriebe (Struktur der Bodennutzung) – Fachserie 3 Reihe 2.1.2 – 2021. In: Internet: [<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Publikationen/Bodennutzung/bodennutzung-2030212217005.html>] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- DLG (2016): DLG-Merkblatt 388. Satellitenortungssysteme (GNSS) in der Landwirtschaft. In: Internet: [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkmale/dlg-merkblatt_388.pdf] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- Europäische Kommission (2022): Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2021/2115. In: Internet: [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12413-Pesticides-sustainable-use-updated-EU-rules_en] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- HFFA Research (2022): Technologische und politikbedingte Reduktionspotenziale für Pflanzenschutz- und Düngemittel sowie deren Kosten für Landwirtschaft und Gesellschaft; Eine Analyse zur Relevanz und Bedeutung für ausgewählte Bestimmungsfaktoren und Deutschland. In: Internet: [https://www.iva.de/sites/default/files/2022-03/Studie_HFFA%20Research.pdf] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- LFL (2020): Landwirte-Befragung 2020: Digitale Landwirtschaft Bayern. In: Internet: [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt6_praesentation_by_2390_27082020.pdf] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- Produkt + Markt (2021): Technik im Pflanzenschutz bei Landwirten in Deutschland. Ergebnisbericht IVA vom 23. Dezember 2021. Wallenhorst: Produkt + Markt.
- Sonntag et al. (2022): Precision Farming – Nullnummer oder Nutzbringer? Berichte über Landwirtschaft; Band 100, Ausgabe 2; Herausgeber: BMEL. In: Internet: [<https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/411/640>] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].
- TopAgrar (2020): In: Internet [<https://www.topagrar.com/technik/news/teilbreitenschaltung-wie-viele-teilbreiten-braucht-man-eigentlich-12082420.html>] [Zuletzt abgerufen am: 07.07.2022].



HFFA Research Paper 2022

Impressum

Technik im Pflanzenschutz bei Landwirten in Deutschland:
Ergebnisbericht einer Befragung

Katarina von Witzke, Martin Herchenbach

Haftungsausschluss

Die Autoren unternehmen alle angemessenen Schritte, um sicherzustellen, dass die Informationen in diesem Bericht korrekt sind. Sie garantieren jedoch nicht, dass der Bericht frei von Fehlern oder Auslassungen ist. Sie übernehmen keine Haftung oder Verantwortung für Verluste oder Schäden jeglicher Art, die sich aus der Verwendung dieses Berichts ergeben könnten.

Berlin, Juli 2022

HFFA Research GmbH
Bülowsstraße 66/D2,
10783 Berlin, Germany

E-Mail: office@hffa-research.com

Web: www.hffa-research.com

Cover Photo – © Landpixel / IVA

Web: www.hffa-research.com



HFFA Research GmbH
Bülowsstraße 66
10783 Berlin, Germany
Phone / Telefon: +49 (0)30 21 96 16 61
E-Mail: office@hffa-research.com