



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet Phytomedizin

Prof. Dr. Becke Strehlow

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (B.Sc.)

„DSS- IWM im Feldversuch“

Herbizid-Einsatz mit einem Decision Support System in Winterweizen

Von Dustin Kirmis

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2021-0173-2

Wachow

07.04.2021

Betreuer(in)

Frau Prof. Dr. Becke Strehlow

Frau Dipl.-Ing. agr. Beatrice Möbius

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	2
1.2. Zielsetzung	3
2. Stand der Forschung	4
2.1. Prinzip von Dosis-Wirkungs-Beziehungen	4
2.2. Untersuchungen zu Entscheidungshilfemodellen	7
3. Material und Methoden	10
3.1. Untersuchungsort und Zeitraum	10
3.2. Aufbau und Versuchsstruktur	10
3.3. Termin 1 Datenerhebung und Bonitur für die Unkrauterfassung	12
3.4. Termin 2 Anwendung von DSS-IWM	15
3.5. Termin 3 Datenerhebung und Wirkungsbonitur	19
4. Ergebnisse	21
4.1. Ergebnisse Fläche A	21
4.1.1. Unkrauterfassung und Herbizid Empfehlung	21
4.1.2. Wirksamkeit	22
4.1.3. Behandlungsindex und Kosten	24

4.2.	Ergebnisse Fläche B	26
4.2.1.	Unkrauterfassung und Herbizid Empfehlung	26
4.2.2.	Wirksamkeit.....	27
4.2.3.	Behandlungsindex und Kosten	29
4.3.	Vergleiche zwischen den Untersuchungsflächen	30
5.	Diskussion	32
5.1.	Reflexion der Ergebnisse und Einbettung in formulierte Fragestellungen	32
5.2.	Stärken und Schwächen des Programms DSS-IWM	43
6.	Schlussfolgerung und Ausblick	46
	Literaturverzeichnis	VI
	Anhang.....	A-1
	Eidesstattliche Erklärung	XIII

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1</i> Darstellung einer Dosis-Wirkungs-Beziehung einer Unkrautart bei mehreren Szenarien	5
<i>Abbildung 2</i> Aufbau Feldversuch auf Fläche A	11
<i>Abbildung 3</i> Darstellung der W-Bonitur bei der Unkrauterfassung auf den Versuchsflächen	12
<i>Abbildung 4</i> Unkrauterfassung mit dem Göttinger Zählrahmen	13
<i>Abbildung 5</i> Ansicht der Basisdateneingabe in DSS-IWM	16
<i>Abbildung 6</i> Eingabe der Unkrauterfassung in das DSS-IWM	16
<i>Abbildung 7</i> Ergebnisübersicht bei Nutzung von DSS-IWM	17
<i>Abbildung 8</i> Mittlere Wirkungsgrade und Wirkungsziele ausgewählter Unkräuter im Winterweizenversuch auf Fläche A [Frühsaat] der Varianten DSSV und BV....	23
<i>Abbildung 9</i> Ergebnisse der Herbizidkosten beider Varianten für Fläche A	25
<i>Abbildung 10</i> Mittlere Wirkungsgrade und Wirkungsziele ausgewählter Unkräuter im Winterweizenversuch auf Fläche B [Spätsaat] der Varianten DSSV und BV	28
<i>Abbildung 11</i> Ergebnisse der Herbizidkosten beider Varianten für Fläche B	30
<i>Abbildung 12</i> Vergleich Unkrautdichte zwischen Früh- und Spätsaat bei Fläche A und B.....	31

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1</i> Ergebnisse Unkrauterfassung Fläche A [Frühsaat]	21
<i>Tabelle 2</i> Ergebnisse Herbizidempfehlung DSSV und die der BV (Praxis) auf Fläche A	22
<i>Tabelle 3</i> Gegenüberstellung BI und Wirksamkeit aus DSSV und BV der Fläche A.....	24
<i>Tabelle 4</i> Ergebnisse Unkrauterfassung Fläche B [Spätsaat].....	26
<i>Tabelle 5</i> Ergebnisse Herbizidempfehlung DSSV und die der BV (Praxis) auf Fläche B	27
<i>Tabelle 6</i> Gegenüberstellung BI und Wirksamkeit von DSSV und BV der Fläche.....	29

Abkürzungsverzeichnis

DSS	Decision Support System
IWM	Integrated Weed Management
BV	Betriebsvariante
DSSV	DSS Variante
PSM	Pflanzenschutzmittel
DG	Deckungsgrad
IPM	Integrated Pest Management
BMP	Best Management Practices
BI	Behandlungsindex
ADM	Additive-Dosen-Modell
IPS	Integrierter Pflanzenschutz
CPO	Crop Protection Online
TE	target efficacy

1. Einleitung

In Deutschland gehört der Einsatz von Herbiziden nach wie vor zur Unkrautbekämpfung. Herbizide sind gegen die meisten Unkräuter hochwirksam und das wichtigste Mittel für dessen Bekämpfung (Harker/O'Donovan 2013: S.1). Voraussetzung ist jedoch, dass Landwirte dem Risiko von Nebenwirkungen entgegenwirken und dabei auch Anbaupraktiken sowie vorbeugende Maßnahmen in Betracht ziehen (Kudsk 2007: S. 50). Die Umweltstrategiepläne der EU (Rahmenrichtlinie 2009/128/EG) sehen vor, dass der Einsatz stets nachhaltig und im Sinne des Schutzes von Umwelt und Natur zu erfolgen hat. Demzufolge hat die Reduzierung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) einen hohen Stellenwert (NAP-Pflanzenschutz 2020). „[...] So sollen nur Pflanzenschutzmaßnahmen ergriffen werden, die notwendig sind, um einen optimalen – nicht maximalen – Bekämpfungserfolg zu gewährleisten (Sefzat et al. 2014: S.413)“. Gefordert wird eine Anwendung zur richtigen Zeit am richtigen Ort. Man will versuchen mit so wenig wie möglich, soviel wie nötig zu erreichen (Been et al. 2010 zitiert nach Chantre/Andujar 2020: S. 282). In Bezug auf den Herbizideinsatz stehen Landwirt/innen oft mehrmals im Jahr vor der Entscheidung und müssen viele Kriterien berücksichtigen. So muss z.B. der Einsatz von Herbiziden zeitlich in den Betriebsablauf eingegliedert werden. Im Vordergrund stehen dabei ökonomische Folgen durch den Herbizideinsatz, aber auch bessere Erträge und Erlöse durch eine geringere Unkrautkonkurrenz und einer besseren Produktqualität. Auch die stetig wachsende Herbizidresistenz muss als Kriterium in die Bekämpfungsmaßnahme eingestuft werden. Es bieten sich zahlreiche Kombinationen und Lösungsmöglichkeiten, welche die Entscheidungsfindung beeinflussen (de Mol et al. 2014: S.361). In diesem Sinne wurde bereits vor 20 Jahren in Dänemark damit begonnen die Wirkung von Herbiziden auf diverse Unkrautarten genauer zu untersuchen (Brückmann et al. 2020: S.229). In Verbindung mit dem Integrated Weed Management (IWM) sollten unter anderem die Unkrautpopulation auf ein berechenbares Maß begrenzt sowie das Unkrautmanagement verringert werden (Harker/O'Donovan 2013: S.1). Im Zuge des IWM, wurden daraus Entscheidungshilfesysteme entwickelt. Sogenannte Decision Support System (DSS) wurden als interaktive, computergestützte Werkzeuge definiert und sollen als Software und Entscheidungshilfeträger Landwirten/innen dabei helfen, ihre wichtigsten Ziele und Strategien zu definieren (Kanatas et al. 2020: S.3). Eines dieser Internet- basierenden Entscheidungshilfesystemen wurde für die Unkrautbekämpfung

in Mais und Winterweizen erschaffen. In Abhängigkeit des ERA-NET Projektes C-IPM (Coordinated Integrated Pest Management in Europe) wurde in den Jahren 2016 bis 2019 ein Entscheidungshilfemodell geschaffen, welches den Herbizideinsatz ökologisch verbessern soll (Bückmann et al. 2020: S.229). Es hört auf den Namen DSS-IWM und wurde von Partnern aus Deutschland, Dänemark und Spanien entwickelt (BVL 2019: S.5). Derartige Beratungsprogramme, die Landwirte dabei helfen sollen die Abhängigkeit von Herbiziden zu reduzieren und IWM anzuwenden, waren bisher nur begrenzt erfolgreich (Llewellyn et al. 2007: S.123). Entscheidungshilfesysteme wurden bereits in vielen europäischen Ländern getestet und mit unterschiedlichen Bezeichnungen wie Plant Protection Online (Dänemark), VPIS-Ugras (Norwegen), CPO Weeds (Spanien) und DSSHerbicide (Deutschland und Polen) versehen (Sønderskov et al. 2016: S.307).

1.1. Problemstellung

In der Praxis steht die übliche Betriebsvariante und von Beratern empfohlene Mittelpalette oft an erster Stelle. Aus Routine wird im Voraufbau behandelt und eine Unkrauterfassung auf den zu behandelnden Flächen ausgepaart. Die reale Verunkrautung wird überbetont und die Wirkungen einiger Herbizide kann nicht vollkommen ausgenutzt werden, weshalb reduzierten Aufwandmengen oft auch keine Beachtung geschenkt wird (Bückmann et al. 2020: S.229). Die Herbizidentscheidungen vieler Landwirte beruhen nicht selten auf deren Erfahrung aus den Vorjahren und schenken der tatsächlichen Verunkrautung keine Bedeutung (Sefzat et al. 2014: S.413). Aufgrund der oft vielseitigen Unkrautsituation stellen reduzierte Aufwandmengen nicht selten ein Problem dar. Hinzukommt die große Produktvielfalt bei den Herbiziden mit unterschiedlichen Wirkstoffen (ebd., S. 413). Berater empfehlen oft eine Herbizidbehandlung, die einem maximalen Unkrautbefall entsprechen, ohne die tatsächliche Verunkrautung zu erfassen. Die Lösungen werden in der Praxis oft auf vielen und großen Flächen angewendet (Montull et al. 2014: S.110). Ebenso wird der Herbizideinsatz durch die Anwendung von Schadschwellen eher ökonomisch evaluiert (BVL 2019: S.5). Die Anwendung von reduzierten Dosen bereitet den Landwirten zusätzliche Sorgen, da sie das Risiko einer unzureichenden Wirkung tragen (Kudsk 2007: S.55). In vielen Ländern gelten DSS eher als Prototypen und sind oftmals noch nicht für die praktische Anwendung auf Feldebene freigegeben.

1.2. Zielsetzung

Im folgenden Praxisversuch soll auf zwei Flächen eines Betriebes das Internet- basierende Entscheidungshilfemodell DSS -IWM für die Unkrautbekämpfung im Winterweizen getestet werden. Die Zielsetzung besteht darin, DSS-IWM in seiner Entscheidung und Funktion zu untersuchen. Dazu sollen verschiedene Fragestellungen untersucht werden:

- 1. Hat das System DSS mit der Auswahl der Herbizide und deren vorhergesagten Zielwirkungen recht und können die Unkräuter ausreichend bekämpft werden?**
- 2. Treten zwischen der DSS-Variante (DSSV) und der betrieblichen Variante (BV) vergleichbare Wirkungsgrade auf oder gibt es Unterschiede?**
- 3. Kann durch DSS-IWM ein verringerter BI erreicht werden und lässt sich aus dem DSS-Verfahren im Feldversuch ein ökonomischer Mehrwert erzielen?**
- 4. Gibt es Unterschiede zwischen dem Deckungsgrad der auftretenden Unkräuter und dem Saattermin?**
- 5. Haben reduzierte Aufwandmengen Einfluss auf die Resistenzfähigkeit der Unkräuter?**

Durch den Feldversuch soll validierend die Effektivität des Entscheidungshilfemodells unter praktischen Bedingungen veranschaulicht und anschließend diskutiert werden. Dabei soll die Untersuchung helfen, Stärken und Schwächen von DSS-IWM zu erfassen.

Im Rahmen dieses Feldversuches wird zunächst kurz auf den Stand der Forschung zu DSS und vergangenen Untersuchungen eingegangen. Im Anschluss wird in dieser Bachelorarbeit DSS-IWM kurz in seiner Funktion vorgestellt und deskriptiv der Versuchsaufbau in Material und Methodik veranschaulicht. Dabei wird der Feldversuch, der Versuchsstandort und das Vorgehen bei der Unkrautbonitur genauer beschrieben. Im Hauptteil werden zunächst die Ergebnisse der Bonituren sowie die eingesetzten Herbizide und Aufwandmengen und andere Vergleiche vorgestellt. In der Diskussion werden die Ergebnisse interpretiert und in die Fragestellungen eingegliedert. Es folgt eine Schlussfolgerung und Ausblick zum Feldversuch und dem Entscheidungshilfesystem DSS-IWM.

2. Stand der Forschung

2.1. Prinzip von Dosis-Wirkungs-Beziehungen

Entscheidungshilfesysteme wie DSS-IWM richten sich nach dem Konzept Herbizidosen anzupassen. Das heißt, die Herbizidosis wird entsprechend von Faktoren wie Unkrautart, Wachstumsstadium oder auch Umweltbedingungen abgestimmt, die die Wirkung der Herbizide dirigieren (Sønderskov et al. 2016: S.306). Zunächst gilt es über das Grundprinzip des Entscheidungshilfesystems aufzuklären.

Die Entscheidungen von Programmen oder Systemen, die die Unkrautbekämpfung erleichtern und verbessern sollen, beruhen im Wesentlichen auf Dosis-Wirkungs- Beziehungen. Ihren Ursprung erhielten diese Beziehungen in Dänemark für die Umsetzung politischer Aktionspläne und dem Schutz von Gewässern (Kudsk 2008 zitiert nach Bückmann et al. 2020: S.229). Sie wurden bereits seit Mitte der 1980er Jahre in Dänemark erforscht (Rydhal et al. 2017: S.860). Diese sollen helfen, Aufwandmengen anzupassen und reduzieren zu können (Sønderskov et al. 2016: S.301). Die Dosis-Wirkungs- Beziehungen dienen als Grundlage für die Funktion eines DSS und basieren auf offiziellen Herbizidtests sowie Versuchen von agrochemischen Firmen. So wurde in Versuchen die Wirksamkeit von Herbiziden auf unterschiedliche Unkrautarten durch Reduktion von Biomasse oder Pflanzenzahl visuell bestimmt (Kudsk/Streibig 2003: S.20).

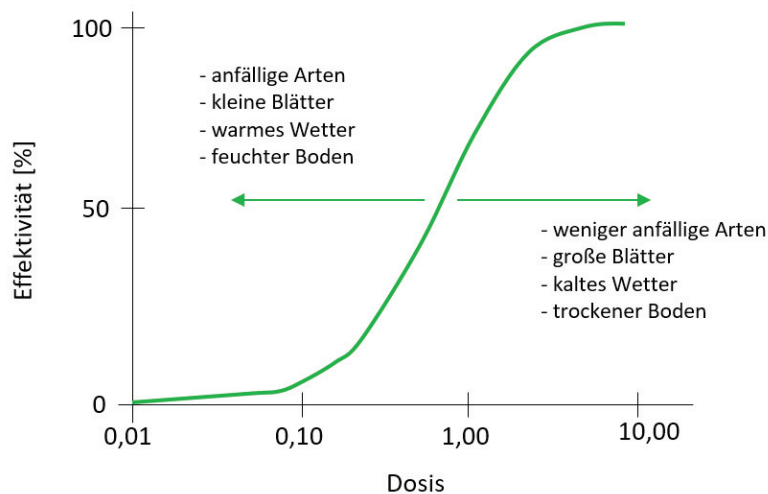


Abbildung 1 Darstellung einer Dosis-Wirkungs-Beziehung einer Unkrautart bei mehreren Szenarien

Quelle: EFPP, Per Rydhal: A generic DSS for weed control

Abbildung 1 stellt diesen Zusammenhang von Dosis und Wirksamkeit vereinfacht dar. Die Form dieser Wirkungskurven wird durch die Wirkungsweise und Effektivität des jeweiligen Herbizids bestimmt. Die Lage der x-Achse (Dosisachse) verändert sich je nach Unkrautart und deren spezifischen Merkmalen, wie z.B. dem Wachstumsstadium und damit Anzahl und Größe der Blätter. Auch die Konkurrenzkraft wird einbezogen. So gilt, dass konkurrenzstarke Arten mit hohen Aufwandsmengen bekämpft werden. Für weniger konkurrenzstarke und anfällige Arten genügen niedrigere Dosen. Einberechnet werden außerdem klimatische Bedingungen wie Temperatur (Kudsk 2014: S.41). Ebenso nehmen Eigenschaften der Bodentextur, Bodenfeuchte und der Gehalt an organischer Substanz Einfluss auf Wirksamkeiten und beeinträchtigen den Verlauf dieser Kurven (PEDERSEN et al. 1995 zitiert nach Kudsk 2014: S. 40). Die Unkrautflora auf einem Feld ist jedoch vielseitig, weshalb ein Herbizid oder dessen maximale Dosis oftmals nicht ausreicht. Wird eine Einzellösung als ungenügend eingestuft, werden von DSS- Programmen Mischungen empfohlen, denn die zulässige Dosis darf nicht überschritten werden (Sønderskov et al. 2016: S.315). Herbizide können die Wirkung des jeweils anderen jedoch beeinträchtigen. In diesem Fall spricht man von Antagonismus. Fördert ein Herbizid die Wirkung eines anderen, bezeichnet man dies als Synergismus. Hat in einer Tankmischung ein Herbizid keine Auswirkung auf das jeweils

andere, kann von Additivität gesprochen werden (Kudsk 2007: S.53-54). Damit ein DSS derartige Tankmischungen gezielt nutzen kann, muss es entscheiden können, ob Antagonismus, Synergismus oder die gewollte Additivität vorherrscht. Sind dem DSS antagonistische Wirkungen bekannt, werden sie nicht empfohlen (Sønderskov et al. 2016: S.311). Die Vorhersagen der Wirkung mehrerer Herbizide ist jedoch schwieriger und fordert das Nutzen eines gut definierten Referenzmodells (Streibig/Jensen 2000 zitiert nach Kudsk/Streibig 2003: S.93). Implementieren konnte sich daher das additive Dosismodell (ADM). Es bietet die Möglichkeit effektive Herbizid- Tankmischungen zu berechnen (Sønderskov et al. 2014: S.20). Die Optimierung der Mischungen trägt zur Reduzierung der Aufwandmengen bei, da die Stärken der einzelnen Herbizide in der Mischung vollkommen ausgenutzt werden (Kudsk/Streibig 2003: S.93). Dabei geht ADM davon aus, dass Herbizide mit äquipotenten Dosierungen, also Aufwandmengen mit gleicher Leistungsfähigkeit, sich einander ersetzen können. Das ADM Konzept arbeitet analog zum Austausch von Wechselkursen. Der Wechselkurs zwischen Währungen ähnelt dabei der relativen Potenz zwischen Herbizidwirksamkeiten (Streibig et al. 1999: S.22). „[...] In diesem Dosis-Wirkungsmodell wird angenommen, dass eine 90-prozentige Kontrolle einer Unkrautart entweder mit 100 g/ha des Herbizides A oder 400 g/ha des Herbizides B erreicht werden. Dann ist der Wechselkurs vier (Kudsk 2007: S.53-54)“. Für ADM würde es bedeuten, dass bei einer Reduzierung der Dosis um ein Gramm bei Herbizid A, man vier Gramm bei Herbizid B hinzufügen müsste, um eine 90-prozentige Wirkung aufrecht zu erhalten. Demzufolge würde eine Mischung aus 50 Gramm Herbizid A und 200 Gramm Herbizid B ebenfalls eine 90 % prozentige Unkrautkontrolle gewährleisten (ebd., S.53). Auf Grundlage derartiger Berechnungen soll ein System wie DSS-IWM die Aufwandmengen von Herbiziden aneinander anpassen und auch reduzieren können. Landwirte, die selbst über derartige Zusammenhänge entscheiden müssen, zögern oft reduzierte Dosen anzuwenden. Denn dies geschieht auf ihr eigenes Risiko. Entscheidungshilfeprogramme sollen durch erforschte Dosis-Wirkungsbeziehungen und ADM Konzepte das Risiko einer unzureichenden Unkrautbekämpfung minimieren (Kudsk 2007: S.55).

2.2. Untersuchungen zu Entscheidungshilfemodellen

Über die vergangenen Jahre konnten bereits einige Forschungen zur Entscheidungshilfeprogrammen realisiert werden. In der Publikation: „DSSHerbicide: Feldversuche zur Unkrautbekämpfung im Winterweizen- was bringt der Einsatz eines Entscheidungshilfesystems?“ von Friederike de Mol, Robert Fritzsche und Bärbel Gerowitt konnten bereits Forschungsergebnisse eines DSS gesammelt werden. Die Ergebnisse wurden innerhalb der 26. deutschen Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung im Jahr 2014 veröffentlicht. Die Untersuchungen fanden in den Jahren 2011 bis 2013 statt und wurden auf Weizenfeldern in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Hierbei wurde mit einem DSSHerbicide Prototypen CPO Standard gearbeitet. DSSHerbicide ist ein Vorgängermodell des im Versuch dieser Bachelorarbeit angewandten Programms DSS-IWM. Unter Berücksichtigung der Herbizidkosten sollte das System die Wirkungen von Herbiziden berechnen und Aufwandmengen reduzieren. Die Forschungsergebnisse von de Mol et al. (2014: S.360 f.) belegen, dass es keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Herbizidkosten, Behandlungsindex (BI) und den Weizenerträgen zwischen den Vorschlägen des Entscheidungshilfesystems und den der Praxis oder Experten gab.

In ihrer wissenschaftlichen Untersuchung wurden die Entscheidungen für die Herbizidbehandlung durch DSSHerbicide mit der durch den Warndienst empfohlenen sowie der durch den Landwirt eingesetzten Praxis verglichen. Relevante Ergebnisse bezogen sich demzufolge besonders auf Herbizidkosten, BI und dem Weizenertrag. So wurde ermittelt, dass die Praxisvariante mit 45 €/ha im ersten Versuchsjahr preisgünstiger war. Die Variante mit Nutzung des DSS kostete 63 €/ha. Im zweiten Versuchsjahr konnte der Berater mit 44 €/ha die lukrativste Herbizidlösung vorschlagen. Der Warndienst riet zur teuersten Variante mit 53 €/ha. Die Variante mit DSS lag wiederum mit 46 €/ha in der Mitte aller Varianten und wies nur einen geringen Unterschied auf. Auch der durch die Intensität eingesetzter Pflanzenschutzmittel (PSM) definierte BI beträgt durchschnittlich 1,42 und DSSHerbicide zeigte keinen bedeutsamen Unterschied zur den Praxisvarianten. Eine Mittelposition nahm DSSHerbicide auch in Bezug auf die Weizenerträge ein. So konnten mit der DSS- Variante 97,0 dt /ha erreicht werden. Die Praxis- und Warndienst-Variante lag bei 95,9 dt /ha sowie 98,2 dt /ha (vgl. de Mol et al. 2014: S. 364 ff.). Die Forschung von de Mol et al. (2014: S.360) kam zum Schluss, dass in dem Programm DSSHerbicide deutliches Potential steckt und sich die weitere Forschung daran lohnt.

Eine ähnliche praxisnahe Anwendung findet sich in der Publikation: „Anwendung eines neuen Internet- basierten Entscheidungshilfemodells für das integrierte Unkrautmanagement in Winterweizen und Mais (DSS-IWM) - Erfahrungen aus der praxisnahen Anwendung.“ Die Ergebnisse von Heidrun Bückmann, Ole Mission Bøjer, Per Rydahl und Arnd Verschuwele wurden im Rahmen der 29. Deutschen Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und-bekämpfung im Jahr 2020 veröffentlicht. Ähnlich wie bei Friederike de Mol et al. (2014) wurde hierbei ein Entscheidungshilfemodell für die Unkrautbekämpfung praxisnah erprobt. Es handelte sich um das aktuelle Programm DSS-IWM, welches auch in dieser Arbeit Anwendung findet. Ziel war es, anhand von Validierungsversuchen in Deutschland die Wirkungen von Herbiziden, die durch das DSS vorgeschlagen wurden, zu untersuchen und sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile herauszukristallisieren. Die Ergebnisse stammen aus den Versuchsjahren 2017 und 2018 (vgl. Bückmann et al. 2020: S.228 ff.). In ihrer Untersuchung kamen Bückmann et al. (2020: S.228) zum Schluss, dass das Programm geeignet wäre, ökologische und ökonomische Ziele im Bereich der Unkrautbekämpfung zu begünstigen. So wurde erfasst, dass Wirkungsgrade von durch DSS-IWM vorgeschlagenen Herbizidvarianten in Mais- und Winterweizen-Versuchen etwas geringer ausfielen als die der betrieblichen Standardvarianten. Die beiden getesteten DSS-Varianten sicher und gewagt, konnten Wirkungsgrade von 86 % und 83 % erzielen. Bei den Standardvarianten nach regionaler Praxis wurde ein Wirkungsgrad von 93 % erwiesen. Bei sehr geringen Aufwandmengen wurden im Mais auch Wirkungsgrade von unter 50 % festgestellt. Die Behandlungsindices vielen bei den DSS- Varianten mit 1,14 und 0,80 geringfügiger aus als bei der Standardvariante mit einem BI von 1,61. Die Studie zeigte auch Kosteneinsparungen durch Einsatz der DSS- Varianten. Zum einen erwies die gewagte DSS- Variante ein Einsparpotenzial von 57 % im Vergleich zur Standardvariante. Die sichere DSS-Variante brachte eine Kostenersparnis von 32 % hervor. Zusammenfassend war durch die Felduntersuchung ein adäquat verringerter BI von bis zu 50 % und eine Verringerung der Kosten von 50 % bis 60 % erreichbar. Es wurde verdeutlicht, dass trotz geringerer Aufwandmengen in beiden der untersuchten Kulturen hohe Wirkungsgrade bei kleineren Behandlungsindex erreicht werden kann (ebd., 2020: S.228-232). In diesem Sinne teilen sich de Mol et al. (2014) und Bückmann et al. (2020) gleiche Forschungserkenntnisse. In Betracht jüngster Entwicklungen im Bereich Pflanzenschutz und durch das Aufkommen neuer PSM und Wirkstoffe soll diese Arbeit an den zuvor beschriebenen Forschungsstand anknüpfen.

Die Nutzbarkeit von diesen Modellen kann in Feldversuchen weiterhin überprüft werden. Ebenso können Daten helfen, die vorhandenen Dosis-Wirkungsbeziehungen zu verbessern. Das Entscheidungshilfesystem DSS-IWM soll sich einem erneuten Test im Winterweizen unterziehen und sein Potential Herbizide, und wenn möglich Kosten einsparen, unter Beweis stellen. Außerdem brauchen Landwirte ausreichende Informationen, um den Sinn von IWM- Programmen zu verstehen und Gründe zu finden, die sogenannte Best Management Practise (BMP) anzuwenden (Lamichhane et al.2016: S.6). Der Versuch begrenzt sich jedoch auf einen Praxisbetrieb und zwei Untersuchungsflächen. Dabei soll ähnlich wie bei Bückmann et al. (2020) auf den Wirkungsgrad der eingesetzten Herbizide auf diverse Unkräuter eingegangen werden. Es findet ein Vergleich der DSS- Variante (DSSV) und der betrieblichen Praxis (BV) statt.

3. Material und Methoden

3.1. Untersuchungsort und Zeitraum

Durchgeführt wurde der Feldversuch auf zwei Flächen der Agro-Farm GmbH Nauen. Die Flächen waren konventionelle Felder des landwirtschaftlichen Betriebes und wurden nach der üblichen Praxis bewirtschaftet. Der Betrieb befindet sich im havelländischen Teil des Landes Brandenburg. Angelegt wurde der Feldversuch auf Winterweizenflächen des Betriebes. Die Flächen befinden sich auf der sogenannten Nauener Platte und sind jeweils ca. 16 ha und 32 ha groß. Aus Gründen von Datenschutz und Verständlichkeit werden die Flächen als jeweils Fläche A und B bezeichnet. Generell war die Bodenstruktur der beiden Standorte homogen und eignete sich für den Feldversuch. Durch die Größe des Feldversuches konnten wiederum bestehende Bodenunterschiede ausgeglichen werden. Die Vorfrucht bei Fläche A bezog sich auf Winterraps sowie Silomais bei Fläche B. Durch die unterschiedlichen Erntetermine der Vorfrucht ergab sich ein zeitlich differenzierter Aussaattermin für die Flächen. Der Untersuchungszeitraum der Studie erstreckte sich insgesamt vom 17.09. bis 06.12.2020 und umfasste demnach ca. 11 Wochen. Eine Unkrautbonitur umfasste je nach Feldgröße fünf bis sechs Stunden. Auf der Fläche A erfolgte die Aussaat am 17.09.2020 und die Herbizid Behandlung am 22.10.2020. Am 05.10.2020 erfolgte die Winterweizenaussaat auf der Fläche B. Es folgte die Herbizid Behandlung am 06.11.2020. Die Herbizidanwendungen der DSS- und Betriebsvariante (Praxis) wurden am selben Tag durchgeführt, mit dem Ziel ein einheitliches Ergebnis zu erlangen.

3.2. Aufbau und Versuchsstruktur

Im Sinne des DSS sollen Behandlungsvorschläge für die Unkrautbekämpfung im Winterweizen bereitgestellt werden. Diese werden ermittelt, indem sich das Programm auf die derzeitige Verunkrautung der Einsatzfläche richtet (Bückmann et al. 2020: S.229). Um den Herbizideinsatz zwischen dem DSS und der üblichen Variante des Betriebes vergleichen zu können, wurde auf beiden Flächen ein Streifenversuch angelegt. Mit Streifen wird hierbei eine Fahrgasse oder Spritzbreite gemeint. Diese hat im Fall des Betriebes eine Breite von 36 m.

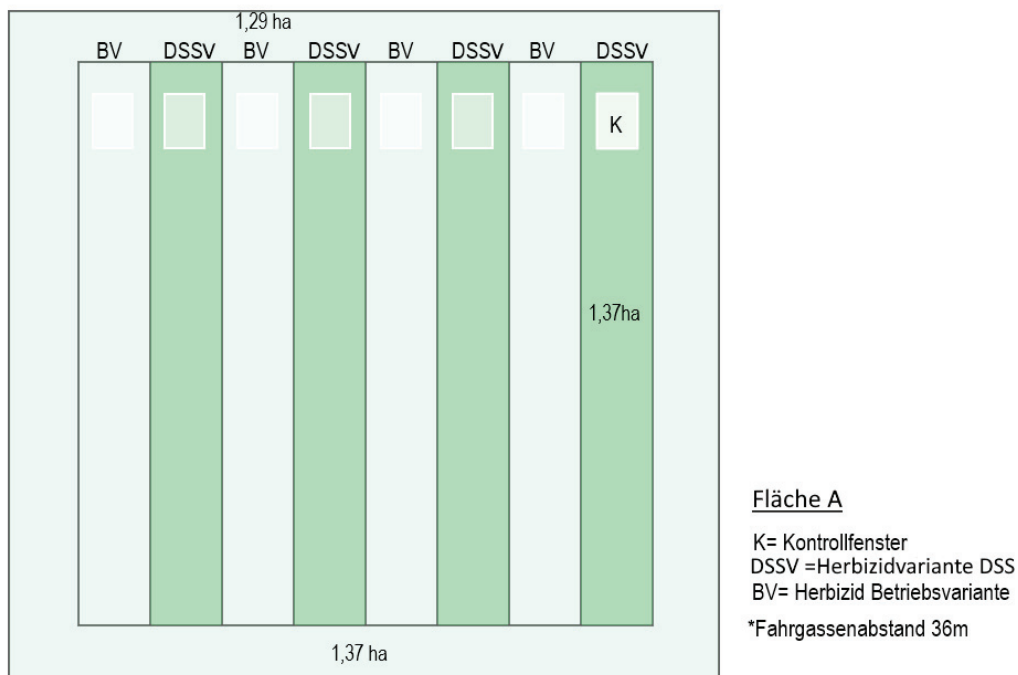


Abbildung 2 Aufbau Feldversuch auf Fläche A

Quelle: eigene Darstellung

In Abbildung 2 ist der Aufbau gegenwärtig dargestellt. Grundsätzlich ging es darum, zwei verschiedene Herbizidvarianten, also DSSV und BV, auf der gleichen Fläche anzuwenden. Als Prüfglieder galten somit die in der Praxis durch den Landwirt eingesetzten Herbizide und die durch DSS vorgeschlagene Herbizidpalette (de Mol et al. 2014: S.362). Das Vorgehen wurde nicht berücksichtigt und konnte mit der BV gespritzt werden. Dunkelgrün in der oberen Abbildung dargestellt sind die vier Streifen, welche für die DSSV zur Verfügung standen. Dazu abwechselnd befindet sich immer ein Streifen der BV zwischen denen der DSSV. Als Resultat ergaben sich acht zu untersuchenden Streifen. Die Anzahl der Streifen und Wiederholungen sollte das Auftreten von Versuchsfehlern verringern. Um im weiteren Verlauf des Feldversuches die Deckungsgrade der vorkommenden Unkrautspezies vergleichbar zu machen und ein Wirkungsgrad zu ermitteln, wurden außerdem Kontrollfenster von 10x10 Metern in jedem Streifen angelegt. Das Kontrollfenster ergab demnach einen unbehandelten Vergleichswert. Damit später genaue Aufwandmengen der Spritzbrühe für die Streifenversuche berechnet werden konnten, wurden die Flächen mittels Ackerschlagkartei und dem öffentlich zugänglichen Brandenburg Viewer vermessen. Da im Beispiel der Fläche A ein Streifen eine Größe von 1,37 ha umfasste, ergab sich aus vier DSS Streifen eine

Fläche von ca. 6 ha. Diese waren mit der DSSV zu spritzen. Für die BV galt es zuzüglich des Vorgewendes 11 ha zu spritzen.

Zu allen nachfolgend beschriebenen Bonituren, Erhebungen oder Behandlungen gab es feste Termine. Zum ersten Termin wurde die Anzahl, Größe und Dichte der Unkräuter bestimmt. Es folgte die Eingabe der Daten in das Programm DSS-IWM. Auf dessen Grundlage ermittelte das Modell verschiedene Herbizid Vorschläge. Diese konnten zu Termin 2 als chemische Unkrautbekämpfung ausgeführt werden. Alle Versuchsstreifen wurden bis auf den variierenden Faktoren Mittel und Wirkstoffe exakt gleichbehandelt. Vier Wochen später folgte Termin 3. Bei ihm sollte die Wirkung der Herbizide überprüft werden und es fand eine Wirkungsbonitur statt.

3.3. Termin 1 Datenerhebung und Bonitur für die Unkrauterfassung

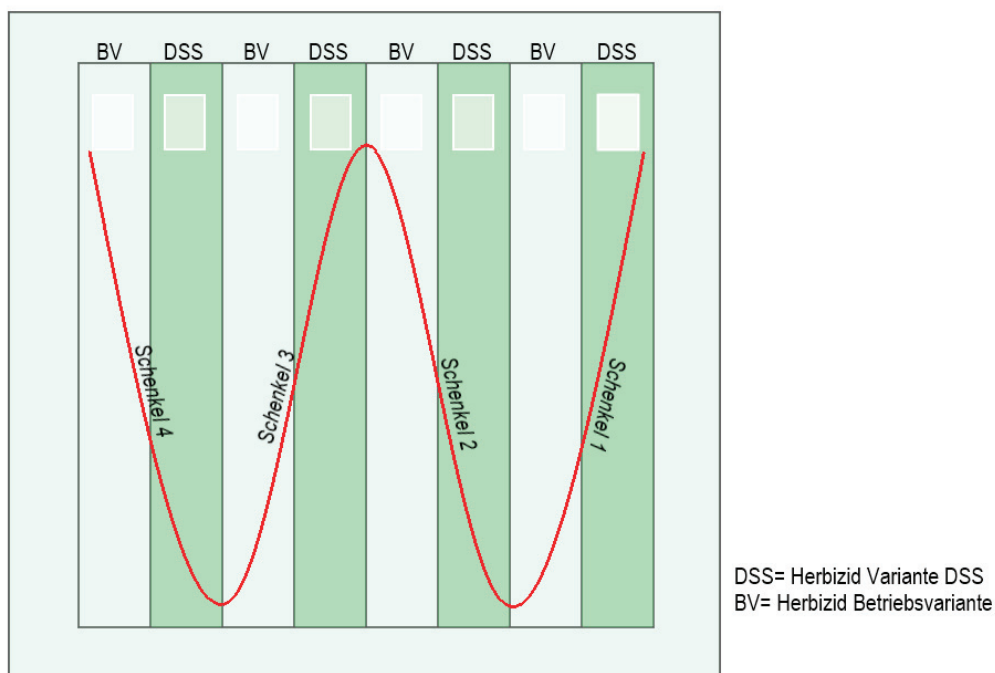


Abbildung 3 Darstellung der W-Bonitur bei der Unkrauterfassung auf den Versuchsfeldern

Quelle: eigene Darstellung

Damit DSS-IWM Zielwirksamkeiten, Tankmischungen und Einzelherbizide berechnen kann, muss die Verunkrautung auf der Versuchsfeldfläche erkennbar gemacht werden. Im ersten

Schritt wird die Abundanz der Unkrautflora quantifiziert (Kanas et al. 2020: S.4). Es wird somit ein Schwellenwert für jede Unkrautart ermittelt. Dieser ist für jede Kultur und Unkrautart unterschiedlich. Die Schwellenwerte basieren auf Expertenwissen, wurden jedoch im Laufe der Jahre den praktischen Erfahrungen angepasst (Sønderskov et al. 2016: S.6). Nur durch Eingaben wie Unkrautdichte, -größe, -arten können zielführende Bekämpfungsstrategien entworfen werden (Bückmann et al. 2020: S.229). Für die Erfassung der einzelnen Unkräuter wurde innerhalb der angelegten Versuchstreifen beider Flächen eine Unkrautbonitur in W-Form durchgeführt. Die in Abbildung 3 gezeigte Bonitur bestehend aus vier Schenkeln erstreckte sich über alle acht Streifen des Feldversuches. Sie fand bei beiden Flächen vier Wochen nach der Aussaat und demnach im BBCH Stadium 13 bis 14 statt.



Abbildung 4 Unkrauterfassung mit dem Göttinger Zählrahmen

Quelle: eigene Darstellung

Mit dem Ziel die Unkrautpflanzen pro m^2 zu bestimmen, wurde der „Göttinger Zählrahmen“ (Größe $1/10 \text{ m}^2$) verwendet. Die Nutzung des Zählrahmens für die visuelle Bestim-

mung der Verunkrautung ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Unkräuter wurden dabei in jedem Wurf einzeln ausgezählt. In Jedem Schenkel der Bonitur wurde der Zählrahmen zehnmal in einem Abstand von 20 Metern geworfen. Die Anzahl der Pflanzen pro m² wurde in jedem Wurf erfasst. Die Auswertung der Daten erfolgte mit Microsoft Excel. Zudem wurden Mittelwerte aus allen zehn Würfen und jeden individuellen Schenkel ermittelt. Die gewonnenen Daten über die Verunkrautung der Fläche konnte nachfolgend in das DSS-IWM eingegeben werden.

3.4. Termin 2 Anwendung von DSS-IWM

Um die Nutzung eines Entscheidungshilfeprogramms für den Landwirt möglichst einfach zu gestalten, muss das System leicht einzuschätzen sein und nur ein Minimum an Dateneingabe erfordern. Die Form eines Internet-basierten Modells macht es möglich, die Eingabe der Daten visuell darzustellen. Eingaben können schnell verändert werden und Landwirt/innen können die Auswirkungen und Empfehlungen leicht nachvollziehen (Sønderskov et al. 2016: S.11-13).

Der erste Schritt für die Funktion des DSS ist die Sammlung von Daten aus der Umgebung, in der die Kulturpflanze angebaut wird (Kanas et al. 2020: S.1). Zunächst müssen Basisdaten eingetragen werden, wie Abbildung 5 darstellt. Dabei wurde im Versuch die Herbstbehandlung und die Kulturart Winterweizen ausgewählt. Die Behandlung wurde als „sichere Variante“ durchgeführt. Um eine optimale Herbiziddosen zu errechnen, wird eine ausreichende Kenntnis über biotische, physikalische und chemische Faktoren vorausgesetzt. Diese erlauben es, nach dem in *Abschnitt 2.1* erläuterten Dosis-Wirkungsbeziehungen, Herbizidmengen anzupassen. Optimale Bedingungen können die Herbizidwirkung positiv beeinflussen, werden jedoch oftmals nicht auf dem Etikett der PSM angegeben (Kudsk 2007: S.50 f.). Bei der Nutzung wird auch das zum Zeitpunkt der Applikation vorherrschende Entwicklungsstadium (EC) berücksichtigt. Herbizide sind aus Gründen wie Toxizität oder PSM Rückständen in Nahrungsmitteln nur zu bestimmten Wachstumsstadien zugelassen. So kann das Programm Herbizide ausschließen, welche nur eine Zulassung für bestimmte Entwicklungsstadien haben (Sønderskov et al. 2016: S.13).

Weitere Basisdaten ergeben sich aus den klimatischen Bedingungen, welche ebenfalls Einfluss auf Herbizidwirkungen nehmen können und als Dosisanpassungsfaktoren gelten (Kudsk. 2007: S.52). Das System berücksichtigt, ob Trockenstress besteht und eine Eingabe über die maximale und minimale Temperatur muss erfolgen. Die Faktoren dienen ebenfalls als Filter für die Optimierung von Herbizid-Einsätzen.

Als nächsten Schritt muss der Landwirt, wie *Abschnitt 3.4* erläutert, die Verunkrautung auf der Fläche feststellen. Die Bestimmung der Segetalflora liefert die wichtigste Grundlage für einen optimalen Herbizid-Einsatz (Kudsk/Streibig 2003: S.93). Wurden die Unkräuter auf Artenebene erfasst, kann die Nutzung des Programms beginnen. Dabei können durch die Eingabe der Daten Herbizidmischungen berechnet werden, die das gesamte Unkrautspektrum kontrollieren können (Sønderskov et al. 2016: S.6).

Basisdaten	
Kulturart *	Weizen, sicher (im Test)
Saison *	Herbst
Entwicklungsstadium *	13 3. Laubblatt entfaltet
Trockenstress	Keiner
Erwarteter Ertrag	☐ Low
Min Temperatur	2
Max Temperatur	10

Abbildung 5 Ansicht der Basisdateneingabe in DSS-IWM

Quelle: ISIP/DSS-IWM

DSS-IWM	
Basisdaten > Beratung	
Unkrautname *	Kornblume
Unkrautgröße	0-2 Laubblätter
Unkrautdichte	51 - 150 Pfl/m ²
Zielwirksamkeit	IPM
	☐
Unkrautname *	Kamille, Arten
Unkrautgröße	0-2 Laubblätter
Unkrautdichte	51 - 150 Pfl/m ²
Zielwirksamkeit	IPM
	☐
Unkrautname *	Raps, Ausfall-
Unkrautgröße	0-2 Laubblätter
Unkrautdichte	51 - 150 Pfl/m ²
Zielwirksamkeit	IPM
	☐
Unkrautname *	Mohn, Klatsch-
Unkrautgröße	0-2 Laubblätter
Unkrautdichte	11 - 50 Pfl/m ²
Zielwirksamkeit	IPM
	☐
Unkrautname *	Labkraut, Kletten-
Unkrautgröße	0-2 Laubblätter
Unkrautdichte	1/2 - 1 Pfl/m ²
Zielwirksamkeit	IPM
	☐
Möglichkeiten der Resistenzvermeidung	
Verwenden	Nein
Ergebnisübersicht	

Abbildung 6 Eingabe der Unkrauterfassung in das DSS-IWM

Quelle: ISIP/DSS-IWM

Abbildung 6 zeigt die Ansicht dieser Eingaben, welche die Entscheidungen von DSS-IWM beeinflussen. Wie zu erkennen, sind in der Benutzeroberfläche verschiedene Szenarien in-

tegiert, welche helfen das Unkrautszenario auf einem Feld zu bestimmen (Chantre/Andujar 2020: S. 283). Für die Entscheidung des Programms sind hierfür folgende Parameter signifikant: Unkrautart, Unkrautgröße, Unkrautdichte in Pflanzen /m² und die angestrebte Zielwirksamkeit. In diesem Fall die Zielwirksamkeit nach IPM, also eine Zielwirkung auf Grundlage der Berechnungen von DSS-IWM.

Basisdaten

Kulturart

Weizen, sicher (im Test)

Saison

Herbst

Entwicklungsstadium

13 3. Laubblatt entfaltet

Trockenstress

Keiner

Temperature

2 °C - 10 °C

Find lowest

Kosten (Price)

Kamille, Arten, res. Risiko (B)

0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 91%

Kornblume

0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 91%

Labkraut, Kletten-

0-2 Laubblätter, 1/2 - 1 Pfl/m2, 70%

Mohn, Klatsch-, res. Risiko (B)

0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%

Ochsenzunge, Acker-

0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%

Raps, Ausfall-

0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 90%

Produkte

POINTER SX

Handelsname

POINTER SX

Dosis / ha

19.3

Max. Dosis / ha

30.0

Einheit

G

Preis (€/ha)

9.64

Wirkmechanismus

B*

Malibu

Unkräuter

Unkrautname

Erwarteter Effekt (%)

Gewünschter Effekt (S)

Ausreichender Effekt nach IPM (%)

Labkraut, Kletten-

79.0

70.0

70.0

Kornblume

91.0

91.0

91.0

Raps, Ausfall-

98.0

90.0

90.0

Mohn, Klatsch-

98.0

85.0

85.0

Kamille, Arten

96.0

91.0

91.0

Ochsenzunge, Acker-

87.0

87.0

87.0

Basisdaten

Beratung

Herold SC (0.08 L) + Trinity (2 L)

POINTER SX (19.3 G) + Malibu (2.5 L)

POINTER SX (14.4 G) + Trinity (1 L)

Profil

Tankmischung

Überblick

Abbildung 7 Ergebnisübersicht bei Nutzung von DSS-IWM

Quelle: ISIP/DSS-IWM

Anhand der Basisdaten und Unkrautparameter ist das Bestreben von DSS-IWM einen Zielwirkungsgrad von jeder der auftretenden Unkrautart und somit ein jeweiliges Bekämpfungsniveau zu berechnen. Das Bekämpfungsniveau steigt mit zunehmender Unkrautdichte an. Außerdem sind einige Unkräuter unterschiedlich konkurrenzstark und erfordern ein andersartiges Bekämpfungsniveau (Sønderskov et al. 2016: S.8). Die Zielwirksamkeit (TE) soll die notwendige Bekämpfung des Unkrautes ausdrücken. Die Grundlage bildet hierfür ein abgewandeltes Schadschwellenmodell (Verschwele/Bückmann: 2019 zitiert nach Bückmann et al. 2020: S.229). Dieses Modell soll den Ertrag sichern und den Aufbau einer überflüssigen Unkrautsamenbank im Boden herabsetzen. Dabei sollen reduzierte Dosierungen dennoch möglich sein (Montull et al. 2014: S.111).

Um Herbizide und Aufwandmengen anzubieten, greift das System auf umfangreiche Dosis-Wirkungs-Daten zurück. Der Hintergrund zu Dosis-Wirkungsdaten wurde im *Abschnitt 2.1.* genauer erläutert. Das System stützt sich hierbei auf Daten, die darauf basieren, dass hochanfällige Sorten mit zwei- bis viermal niedrigeres Dosen bekämpft werden können als weniger anfällige Unkräuter (Kudsk/Streibig 2003: S.93). Entscheidet man sich im System für die sichere Unkrautbekämpfung fallen die Zielwirksamkeiten dementsprechend hoch aus. In der gewagten Variante werden Zielwirksamkeiten festgelegt, die kräftiger abgesenkt wurden. Hierbei werden noch geringere Dosierungen empfohlen. In diesem Feldversuch findet jedoch nur die sichere Variante Anwendung.

Nimmt das Blattwerk und die Dichte der Unkräuter zu, erhöht sich auch die Zielwirksamkeit (Streibig et al. 1998 zitiert nach Bückmann et al. 2020: S.229). Auch die Jahreszeit nimmt auf die berechnete Zielwirksamkeit Einfluss. Einige, der im Herbst vorkommenden Unkräuter in angebauten Kulturen, sind wichtiger zu bekämpfen als gleichere im Frühjahr (Sønderskov et al. 2014: S.20). In Abbildung 7 wird die Zielwirksamkeit als ausreichender und erwünschter Effekt nach dem IPM charakterisiert.

Es wird außerdem in Abbildung 7 veranschaulicht, wie die Behandlungsvorschläge und einsetzbare Herbizid-Variante im Winterweizen-Versuch aussehen kann. Je nach Unkrautpopulation können durch das System Tankmischungen oder Einzelherbizide berechnet werden (Bückmann et al. 2020: S.229). Unter der Rubrik *Beratung* lassen sich die Produkte auswählen und können untereinander verglichen werden. Der Landwirt hat die Möglichkeit, per Mausklick produktspezifische Merkmale zu erfassen. Dabei wird der Handelsname, die empfohlene bzw. maximale Dosierung sowie Preis und Wirkungsmechanismus angegeben. Liegt der Behandlungsvorschlag vor, können die Herbizide über den gängigen Handel des Betriebes geordert werden. Die aktuellen Preise des Online- Handels MYAGRAR dienen im weiteren Verlauf für den Kostenvergleich der beiden Herbizid-Varianten. Kosten für die Überfahrt wurden für die spätere Analyse nicht miteinbezogen. Da das DSS-IWM den Einsatz von PSM verringern will, werden passend zur Verunkrautung auch verminderte Aufwandmengen empfohlen. Als Maß für das Einsparpotential konnte zusammen mit der Größe der behandelten Fläche, der maximal zulässigen sowie der vorgeschlagenen Aufwandmenge für beide Varianten ein flächenspezifischer BI berechnet werden. Die Grundlage für die Berechnung richtete sich dabei nach Roßberg et al. (2002). Der BI wurde auf

Schlagebene errechnet. Einbezogen wurden jedoch nur Herbizide und keine anderen Pflanzenschutzmaßnahmen. Nach den Behandlungsvorschlägen von DSS-IWM konnte die Applikation der Herbizide mit der gängigen Pflanzenschutzspritze des Betriebes stattfinden.

3.5. Termin 3 Datenerhebung und Wirkungsbonitur

Die Entscheidungen von DSS-IWM wurden mittels Wirkungsbonitur überprüft. Anders als die Unkrauterfassung (Termin 1) wurde die Wirkung der Varianten in der Wirkungsbonitur (Termin 3) geschätzt. Ziel war es wieder die Arten der Unkräuter in den Streifen beider Varianten zu erfassen. Dabei wurde der Deckungsgrad prozentual geschätzt.

Für den Vergleich der Varianten DSSV und BV und der Überprüfung von Entscheidungen durch DSS-IWM war diese Bonitur relevant. Sie fand auf beiden Flächen vier Wochen nach der Herbizid Behandlung flächenabhängig im BBCH 22 bis 23 statt.

Anders als bei der Unkrauterfassung erfolgte die Wirkungsbonitur nicht mehr in W-Formation, sondern streifenweise. Systematisch wurden somit alle vier Streifen der DSSV und BV abgelaufen. Der Göttinger Zählrahmen wurde abermals verwendet. In jedem Streifen wurde dieser zehnmal in einem Abstand von 40 Metern geworfen. Anhand des Zählrahmens wurden der Deckungsgrad einzelner Unkrautarten quantifiziert. Zusätzlich fand die Datenerhebung nun auch als Referenzwert in jedem der acht Kontrollfenster statt. In ihnen wurde der Rahmen ebenfalls zehnmal geworfen und der Deckungsgrad einzelner Unkräuter visuell bestimmt.

In beiden Fällen wurde ein Mittelwert der Unkrautdichte aus allen zehn Würfeln für jede Unkrautart in jedem Streifen oder Kontrollfenster bestimmt. Die Datenerhebung und Weiterverarbeitung der Ergebnisse erfolgten wie auch zu Termin 1 in Microsoft Excel.

Mit Hilfe der Unkrautdeckungsgrade aus Streifen und Kontrollfenstern (behandelt und unbehandelt), konnte ein Wirkungsgrad der eingesetzten Herbizide errechnet werden. Dieser war das Prüfmerkmal dieser Bonitur.

Der Wirkungsgrad ergab sich aus der Formel: $[1 - Y_n / X_n]$ bzw. $[1 - \text{DG}_{\text{behandelt}} / \text{DG}_{\text{unbehandelt}}]$ (Abbott 1925). Der Wirkungsgrad stellte die Wirksamkeit der Herbizide dar. Er war für die Untersuchungen der Forschungsfragen 1 und 2 von Belang. Der Wirkungsgrad bezog sich auf Grundlage der Relativierung des Versuchsmittels nach Abbott. (ebd., 1925) Es kam außerdem vor, dass bei der Wirkungsbonitur zusätzliche oder erst später aufgelaufene Arten erfasst wurden, die in Termin 1 noch nicht vorhanden waren. Auch hier konnte in den

meisten Fällen eine Wirksamkeit errechnet werden. Diese wurde jedoch in DSS-IWM nicht erfasst. Für den Vergleich der Varianten untereinander wurde die Wirksamkeit herangezogen. Ebenfalls kam es dazu, dass im Streifen eine Art auftrat, jedoch nicht im Kontrollfenster des Streifens, womit eine Wirkung höchstens durch die Bildung eines Mittels errechnet werden konnte.

4. Ergebnisse

4.1. Ergebnisse Fläche A

4.1.1. Unkrauterfassung und Herbizid Empfehlung

Wie bereits in der Methodik erläutert, war die Bonitur der Unkrauterfassung zu Termin 1 der bedeutsame Schritt für die Nutzung von DSS-IWM. Im Folgenden werden die vorkommenden Arten und deren mittlere Dichte für Untersuchungsfläche A genannt.

		Unkrautdichte [Pfl./m ²]					Σ Gesamt
Fläche A (früh)	Unkrautarten	Anzahl Blätter	Schenkel 1	Schenkel 2	Schenkel 3	Schenkel 4	
	<i>Anchusa officinalis</i>	0-2	20	5	6	16	12
	<i>Centaurea cyanus</i>	0-2	135	219	7	1	91
	<i>Matricaria inodora</i>	0-2	181	94	115	3	98
	<i>Brassica napus</i>	0-2	18	15	15	13	15
	<i>Papaver rhoeas</i>	0-2	8	46	40	59	38
	<i>Galium aparine</i>	0-2	0	0	6	0	2

Tabelle 1 Ergebnisse Unkrauterfassung Fläche A (Frühsaat)

Quelle: eigene Darstellung

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Unkrauterfassung auf der untersuchten Fläche A dargestellt. Aus der Bonitur ergaben sich mittlere Unkrautdichten für jede auftretende Unkrautart. Es wurden nur dikotyle Arten gefunden. Die höchsten Unkrautdichten zeigten sich bei Kornblume (*Centaurea cyanus*: 91 Pflz./m²), geruchlose Kamille (*Matricaria inodora*: 98 Pflz./m²) und Klatschmohn (*Papaver rhoeas*: 38 Pflz./m²). Weniger verbreitet waren Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*: 12 Pflz./m²) und Raps (*Brassica napus*: 15 Pflz./m²). Nur gering vorkommend war mit einer Dichte von 2 Pflanzen/m² Kletten Labkraut (*Galium aparine*). Da die Bonitur vier Wochen nach der Aussaat stattfand, betrug die Anzahl der Laubblätter bei allen Arten höchstens zwei. Die Herbizid Auswahl für die DSSV war durch DSS-IWM beschränkt. Die eingesetzten Herbizide beider Varianten veranschaulicht Tabelle 2. Unter anderem wurde die Kombination aus Malibu (2,5 l/ha) und Pointer SX (19,3 g/ha) für die Behandlung vorgeschlagen. Durch den Hersteller empfohlen waren 4,0 l/ha Malibu und 30 g/ha Pointer SX. Wie die untere Tabelle veranschaulicht, nutzte die Herbizidpalette der DSSV drei verschiedene Wirkstoffe: Pendimethalin, Flufenacet und Tribenuron. Auch die

betriebliche Variante (Praxis) bevorzugte unterschiedliche PSM und eine dadurch höhere Herbizidvielfalt. Im Herbst wurde durch den Betrieb eine Kombination aus Agoline (1,5 l/ha), Cadou SC (0,02 l/ha) und Profi Tribenuron (20 g/ha) eingesetzt. Maximale Aufwandmengen bezogen sich auf 2,5 l/ha Agoline, 0,5 l/ha Cadou SC und 40 g/ha Pro Tribenuron. Eingesetzt wurden in der BV insgesamt vier unterschiedliche Wirkstoffe: Pendimethalin, Diflufencian, Flufenacet und Tribenuron.

Eigenschaften	Betriebs-Variante (Praxis)			DSS-Variante	
	Agoline	Cadou SC	Profi Tribenuron	Malibu	Pointer SX
Aufandmenge (max.)	2,5l/ha	0,5l/ha	40g/ha	4,0l/ha	30g/ha
Aufwandmenge*	1,5l/ha	0,02l/ha	20g/ha	2,5l/ha	19,3g/ha
Wassermenge [l/ha]	200	200	200	300	300
Wirkstoffe	Pendimethalin Diflufencian	Flufenacet	Tribenuron	Pendimethalin Flufenacet	Tribenuron
HRAC-Gruppe	K1, F1	K3	B	K1, K3	B
Resistenzrisiko	gering- mittel	mittel	hoch	mittel	hoch

* eingesetzte Aufwandmenge

Tabelle 2 Ergebnisse Herbizidempfehlung DSSV und die der BV (Praxis) auf Fläche A

Quelle: eigene Darstellung, MyAGRAR 2020 und LK Niedersachsen (HRAC-Gruppen)

4.1.2. Wirksamkeit

Mithilfe der Wirkungsbonitur und der einhergehenden Ermittlung des Wirkungsgrades der jeweils eingesetzten Herbizid-Variante konnte DSS-IWM in seiner Entscheidung überprüft werden. Somit konnte auf Fragestellung 1 und 2 eingegangen werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Versuchsfläche A im Anbaujahr 2020/21 präsentiert. Zunächst konnte überprüft werden, ob die Herbizidempfehlung von DSS-IWM die errechneten Zielwirkungen erreichte.

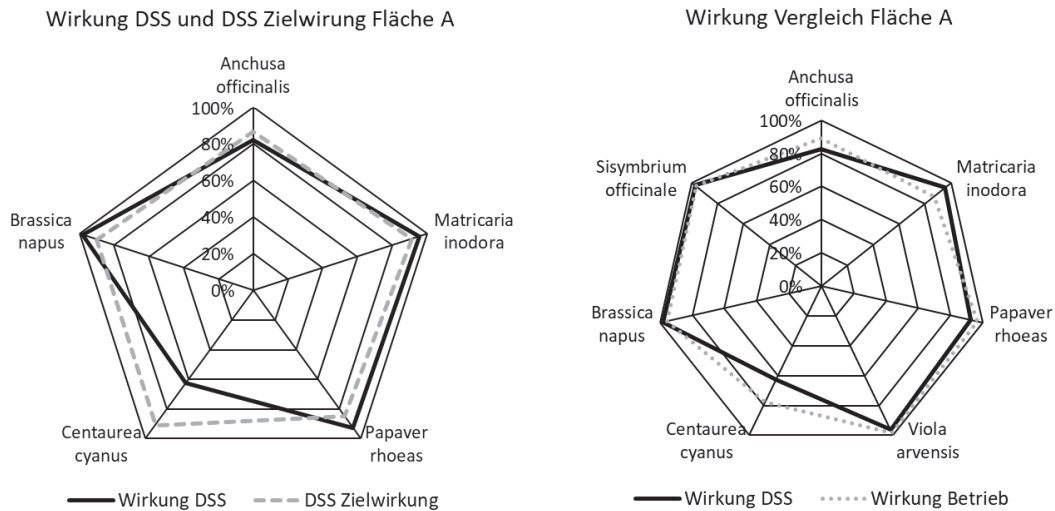


Abbildung 8 Mittlere Wirkungsgrade und Wirkungsziele ausgewählter Unkräuter im Winterweizenversuch auf Fläche A [Frühsaat] der Varianten DSSV und BV

Quelle: eigene Darstellung

Wie Abbildung 8 zeigt, ergab sich, dass die Wirksamkeit von der DSSV in den meisten Fällen der durch DSS-IWM vorhergesagten Zielwirkung entsprach. Für Kletten Labkraut wurde keine Wirkung berechnet, da diese Art nur in wenigen Streifen vorkam und nicht in jedem Kontrollfenster als Referenzwert erfasst werden konnte. Im Fall von Raps, geruchloser Kamille und Klatschmohn konnten die durch DSS-IWM berechneten Wirkungsziele sogar übertroffen werden. So konnte bei Raps und Klatschmohn ca. 8 % Punkte mehr Wirkung erreicht werden. Der größte Unterschied zwischen beobachtetem und erwartetem Effekt konnte bei Kornblume erfasst werden. Hier konnte DSSV nur eine Wirkung von 63 % anstatt der errechneten 91 % erreichen. Ochsenzunge (82 % Wirksamkeit) verfehlte die Zielwirkung von 87 % nur gering. Es zeigte sich, dass die Zielwirkung oftmals erreicht wurde und nur geringe Abweichungen eintrafen.

Mit Blick auf die Fragestellung 2, ob sich Unterschiede in der Wirksamkeit zwischen den beiden eingesetzten Herbizid-Varianten ermitteln lassen, wurden diese zusätzlich miteinander verglichen. Die Ergebnisse finden sich ebenfalls in Abbildung 8. Betrachtet man den Vergleich der beiden Verfahren so, zeigte sich, dass der Einsatz von DSS-IWM bei einigen Unkrautarten, wie geruchlose Kamille und Raps, durchaus erhöhte Wirkungen herbeiführte. Die Abweichungen waren jedoch gering. Eine Ausnahme bildete Kornblume. Sie

konnte in der BV mit ca. 78 % Wirksamkeit besser bekämpft werden als bei der DSSV. Tendenziell unterschieden sich die Wirkungen jedoch nicht signifikant voneinander und wiesen nur geringe Unterschiede auf. Die Wirkungen beider Varianten verliefen weitestgehend linear. Zusammenfassend zeigte sich in der Auswertung des Herbizidversuches auf der Winterweizen Fläche A, dass der zur Wirkungsbonitur erreichte Wirkungsgrad bei jener durch den Betrieb üblich gespritzten Variante (Praxis) im Mittel bei 92 % lag. Der mittlere Wirkungsgrad fiel bei der durch DSS-IWM empfohlenen Variante mit 89 % etwas niedriger aus. Veranschaulicht wird dieser Sachverhalt unter Anderem in Tabelle 3.

4.1.3. Behandlungsindex und Kosten

Versuch 2020	Variante	Wirkung [%]	Behandlungsindex [BI]
Winterweizen Fläche A [früh]	Betrieb (Praxis)	92	1,14
	DSS-IWM (sicher)	89	1,27

Tabelle 3 Gegenüberstellung BI und Wirksamkeit aus DSSV und BV der Fläche A

Quelle: eigene Darstellung

Sinn von DSS-IWM ist es, die Reduktion der PSM-Intensität voranzutreiben. Für die Quantifizierung dieser PSM-Intensität wurde der BI betrachtet. Die Ergebnisse dienen der Beantwortung von Fragestellung 3. In Tabelle 3 wird Auskunft über den BI gegeben. Er betrug bei der BV 1,14. Etwas höher, aber nicht signifikant unterscheidend, reichte sich die DSSV mit einem BI von 1,27 ein. Auch wenn die Abweichung gering war, konnte die BV einen minimal niedrigeren BI erreichen.

Aus den Behandlungen beider Varianten ergaben sich differenzierte Kosten. Diese werden in Abbildung 9 vergleichend präsentiert. Die Kosten waren Herbizid-spezifisch und wurden durch den Online-Handel MYAGRAR (2020) erfasst.

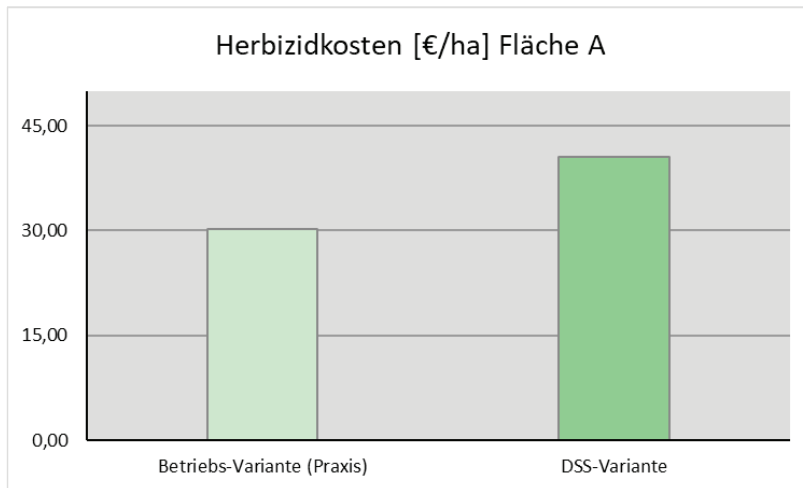


Abbildung 9 Ergebnisse der Herbizidkosten beider Varianten für Fläche A

Quelle: eigene Darstellung

Für die Beantwortung und den Vergleich von Fragestellung 3 zeigte sich, dass die BV mit 30,25 €/ha kostengünstiger war als die Variante mit Nutzung des DSS. Bei der DSSV lagen die Kosten für die PSM nach den empfohlenen Aufwandsmengen bei 40,53 €/ha. DSS war somit rund 34 % teurer als die betriebsübliche Herbizidpalette, welche sich als kostengünstigere Variante erwies.

4.2. Ergebnisse Fläche B

4.2.1. Unkrauterfassung und Herbizid Empfehlung

Auch auf der Winterweizen Fläche B (Spätsaat) konnten durch die Bonitur Unkrautarten mit verschiedenen Dichten ermittelt werden. Diese waren ebenfalls für die Verwendung und errechneten Zielsetzung von DSS-IWM relevant und sind in Tabelle 4 aufgeführt. Es ergab sich eine mittlere Unkrautdicke für jede Unkrautart.

		Unkrautdicke [Pfl./m ²]					
Fläche B (spät)	Unkrautarten	Anzahl Blätter	Schenkel 1	Schenkel 2	Schenkel 3	Schenkel 4	$\bar{x}$ Gesamt
	<i>Chenopodium album</i>	0-2	2	0	0	3	1
	<i>Papaver rhoeas</i>	0-2	12	47	30	33	31
	<i>Brassica napus</i>	0-2	18	16	25	17	19
	<i>Viola arvensis</i>	0-2	32	20	32	20	26
	<i>Matricaria inodora</i>	0-2	1	4	5	14	6
	<i>Centaurea cyanus</i>	0-2	0	0	0	9	2

Tabelle 4 Ergebnisse Unkrauterfassung Fläche B [Spätsaat]

Quelle: eigene Darstellung

In Betracht der Unkrautdichten auf Fläche B zeigte sich, dass diese im Schnitt niedriger ausfielen als auf Fläche A. Auf Fläche B konnten ebenfalls nur dikotyle Arten gefunden werden und die Unkrautvielfalt war nicht artenärmer als auf Fläche A. Die höchsten Unkrautdichten zeigten sich bei Klatschmohn (*Papaver rhoeas*: 31 Pflz./m²) und Ackerstiefmütterchen (*Viola arvensis*: 26 Pflz./m²). Unter anderem nahm auch Raps (*Brassica napus*: 19 Pflz./m²) eine höhere Unkrautdicke an. Sehr gering vorkommend dagegen war Gänsefuß (*Chenopodium album*: 1 Pflz./m²). Auch geruchlose Kamille (*Matricaria inodora*: 6 Pflz./m²) und Kornblume (*Centaurea cyanus*: 2 Pflz./m²) traten in der Unkrauterfassung auf. Diese waren ebenfalls schon in der Frühsaat vertreten. Ochsenzunge und Kletten Labkraut traten bei Fläche B nicht auf. Die Anzahl der Laubblätter lag im höchsten Wert bei 2. Wie in Tabelle 5 dokumentiert, wurde bei der Herbizidwahl durch DSS-IWM eine Kombination aus Trinity und Pointer SX von DSS-IWM empfohlen. Dabei bezogen sich die Aufwandmengen bei Trinity auf minimale 0,1 l/ha anstatt der Herstellerempfehlung von 2,0 l/ha. Pointer SX sollte erneut auf 19,3 g/ha dosiert werden. Neben dem Wirkstoff Tribenuron in Pointer SX wurden in Verbindung mit Trinity noch die Wirkstoffe Pendimethalin, Chlortoluron und

Diflufencian eingesetzt. Bei der betrieblichen Praxisvariante wurde wiederholt auf die Kombination Agoline, Cadou SC und Profi Tribenuron gesetzt. Die Aufwandmengen unterschieden sich nicht mit denen auf Fläche A. Demzufolge änderte sich auch nicht die Zusammensetzung der Wirkstoffe.

Eigenschaften	Betriebs-Variante (Praxis)			DSS-Variante	
	Agoline	Cadou SC	Profi Tribenuron	Trinity	Pointer SX
Aufandmenge (max.)	2,5l/ha	0,5l/ha	40g/ha	2,0l/ha	30g/ha
Aufwandmenge*	1,5l/ha	0,02l/ha	20g/ha	0,1l/ha	19,3g/ha
Wassermenge [l/ha]	200	200	200	300	300
Wirkstoffe	Pendimethalin Diflufencian	Flufenacet	Tribenuron	Pendimethalin Chlortoluron Diflufencian	Tribenuron
HRAC-Gruppe	K1, F1	K3	B	K1, C2 ,F1	B
Resistenzrisiko	gering- mittel	mittel	hoch	mittel	hoch

* eingesetzte Aufwandmenge

Tabelle 5 Ergebnisse Herbizidempfehlung DSSV und die der BV (Praxis) auf Fläche B

Quelle: eigene Darstellung, MyAGRAR 2020 und LK Niedersachsen (HRAC-Gruppen)

4.2.2. Wirksamkeit

Auch auf Untersuchungsfläche B konnte mit der Wirkungsbonitur vier Wochen nach der Herbizid-Applikation dessen Wirkung auf die einzelnen Unkräuter ermittelt werden. Dabei wurde zunächst wieder die diagnostizierte DSS-Wirkung mit der prognostizierten Zielwirkung verglichen. Um auch hier die Fragestellung 2 mit Ergebnissen nachzugehen, wurde die Wirkung, von die durch DSS-IWM empfohlenen Herbizid-Variante, der Betriebs- bzw. Praxisvariante gegenübergestellt. Die Ergebnisse werden in Abbildung 10 präsentiert.

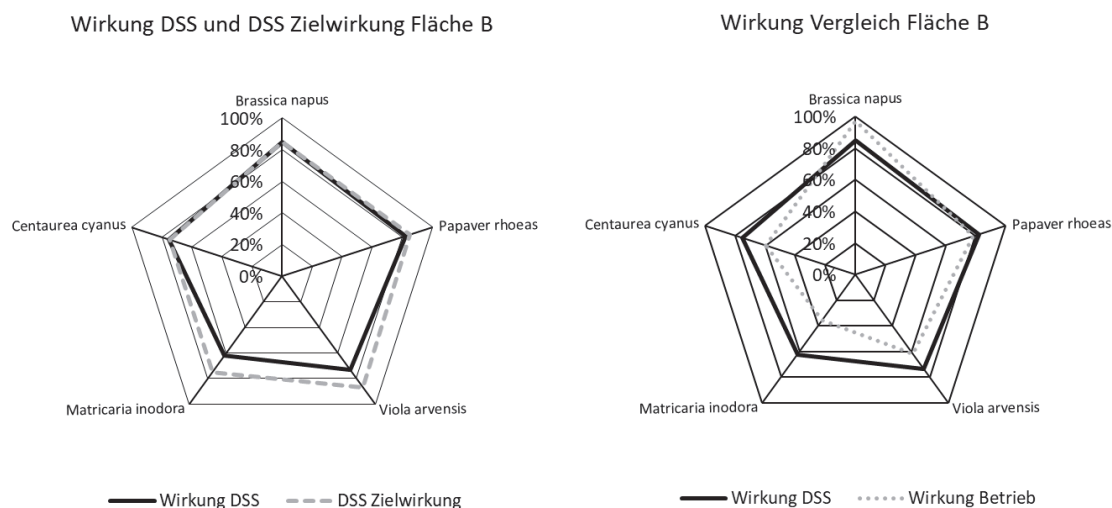


Abbildung 10 Mittlere Wirkungsgrade und Wirkungsziele ausgewählter Unkräuter im Winterweizenversuch auf Fläche B [Spätsaat] der Varianten DSSV und BV

Quelle: eigene Darstellung

Wie Abbildung 10 zeigt, konnte ermittelt werden, dass die Herbizid-Variante mit DSS bei Raps und Kornblume die Wirkung mit jeweils 85 % und 75 % genau erreichten. Bei Klatschmohn wurde eine Wirksamkeit von 82 % festgestellt. Diese lag nur knapp unter der Erwartung von 85 %. In Bezug auf die Unkräuter Ackerstiefmütterchen (73 %) und geruchlose Kamille (62 %) wurde die Zielwirkung von 87 % bzw. 75 % hingegen nicht erreicht. Bei Gänsefuß konnte keine Wirksamkeit ermittelt werden, da diese Art in den Wiederholungen und Streifen zu selten vorkam. Die Zielwirkung konnte bei drei Unkräutern durchgesetzt werden. Die Wirksamkeiten erstreckte sich jedoch nicht über die erwartete Zielwirkung hinaus. Zwei Unkräuter wurden unzureichend bekämpft.

Der Vergleich der Varianten DSSV und BV wies grobe Unterschiede auf. Die Variante des Betriebes konnte im Gegensatz zur DSSV bei Ackerstiefmütterchen (61 %) und Kornblume (60 %) nur geringere Wirkungen durchsetzen. Ein unzureichender Wirkungsgrad wurde in der BV auch bei geruchloser Kamille ermittelt. Die BV bekämpfte diese nur mit einer Wirksamkeit von 36%. Bei diesen Unkrautarten schnitt DSS-IWM besser ab. In etwa Deckungsgleich waren die Varianten bei Klatschmohn. Ausfallraps wurde in der BV zu 97 % bekämpft und übertrumpfte die Wirkung der DSSV (85 %). Abschließend zeigte sich, dass im Vergleich der Herbizid-Varianten die mittlere Wirksamkeit der DSSV bei 76 % lag. Die Herbizide der

BV hingegen erreichten im Mittel nur 66 %. Erfasst wurden diese Ergebnisse unter anderem in Abbildung 6.

4.2.3. Behandlungsindex und Kosten

Versuch 2020	Variante	Wirkung [%]	Behandlungsindex [BI]
Winterweizen Fläche B [spät]	Betrieb (Praxis)	66	1,14
	DSS-IWM (sicher)	76	0,69

Tabelle 6 Gegenüberstellung BI und Wirksamkeit von DSSV und BV der Fläche

Quelle: eigene Darstellung

Für die Beantwortung der Fragestellung 3 wurde wiederholt der BI herangezogen. Wie der Tabelle 6 zu entnehmen zeigte sich, dass der BI der BV höher war als bei der DSSV. Obgleich auch die betriebliche Entscheidung auf verminderte Aufwandmengen setzte, lag auf Schlagebene ein BI von 1,14 vor. Ein weitaus größeres Einsparpotential zeigte sich bei der von DSS-IWM ausgeführten Variante. In erste Linie konnte bei der DSSV durch die reduzierte Aufwandmenge von Trinity (-1,9 l/ha) ein deutlich niedrigerer BI von 0,69 erreicht werden. Im Falle der Fläche B konnte DSS-IWM den BI deutlich reduzieren. Damit erwies sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Varianten.

Die beträchtliche Einsparung von PSM in der DSSV zeigte auch den ökonomischen Vorteil dieser Variante. Die Abbildung 11 stellt den Kostenunterschied grafisch da.

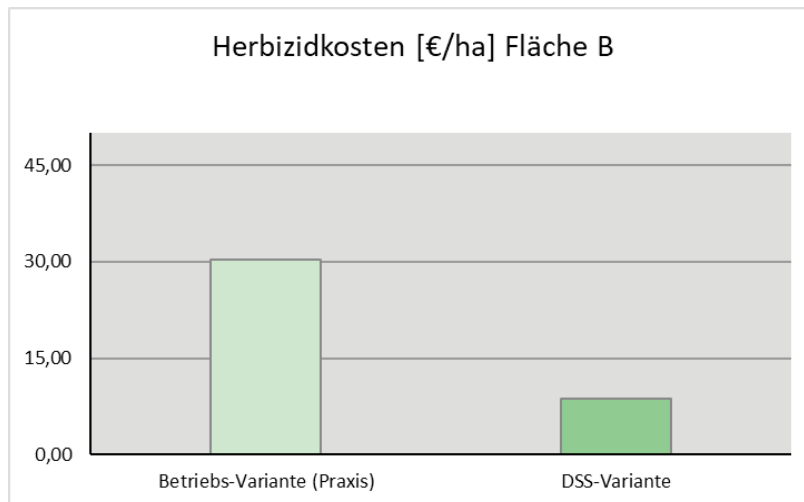


Abbildung 11 Ergebnisse der Herbizidkosten beider Varianten für Fläche B

Quelle: eigene Darstellung

Da die Mengen und Herbizide der BV sich nicht von denen der Fläche A unterschieden, wurde ebenfalls ein Preis von 30,25 €/ha berechnet. Die Variante mit Nutzung des DSS lag bei 8,68 €/ha. Diese war somit ca. 70 % günstiger als die BV. Im Fall der Fläche B erwies sich somit die DSSV als ausdrücklich kostengünstiger.

4.3. Vergleiche zwischen den Untersuchungsflächen

Fragestellung 4 bezog sich auf den Unterschied der Unkrautverteilung zwischen den beiden Versuchsflächen. Da sich die Saattermine der Flächen A und B um ca. 3 Wochen unterschieden, wurde die Dichte der auftretenden Unkrautarten unter den Feldern verglichen. Die Daten beziehen sich auf die im *Abschnitt 3.3* klargelegte Unkrauterfassung zu Termin 1. Der Vergleich von Früh- bzw. Spätsaat oder zwischen den Flächen A und B wird in Abbildung 12 vorgestellt.

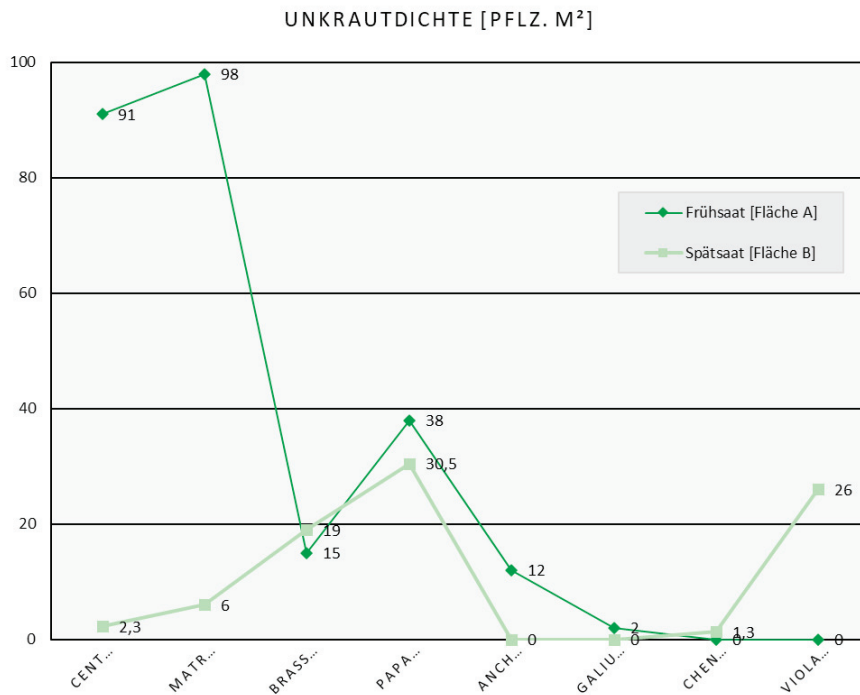


Abbildung 12 Vergleich Unkrautdichte zwischen Früh- und Spätsaat bei Fläche A und B

Quelle: eigene Darstellung

Anhand der Ergebnisse wurden bei Kornblume (*Centaurea cyanus*) und geruchlose Kamille (*Matricaria inodora*) Unterschiede zwischen den Aussaatterminen ermittelt. Beide Arten traten in der Frühsaat mit über 90 Pflz./m² auf. Auf der später angebauten Winterweizenfläche B nahmen diese nur geringere Dichten von 2 und 6 Pflz./m² ein. Weniger Differenz zeigt sich im Falle von Ausfallraps (*Brassica napus*). Hierbei wurden 19 Pflz./m² in der Spätsaat und 15 Pflz./m² in der Frühsaat erfasst. Ähnlich war es bei Klatschmohn (*Papaver rhoeas*). Auf der Frühsaatfläche A konnten im Mittel ca. 8 Pflz./m² mehr gefunden werden als bei der Spätsaat. Ochsenzunge (*Anchusa officinalis*), Klettenlabkraut (*Galium aparine*) und Weg-Rauke (*Sisymbrium officinale*) traten bei der Fläche B nicht auf. Ackerstiefmütterchen (*Viola arvensis*) und Gänsefuß (*Chenopodium album*) traten zum ersten Boniturtermin nur in der Spätsaat auf. Als gemeinsames Merkmal zeigte sich auf beiden Flächen das Auftreten von ausschließlich dikotylen Unkräutern.

5. Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die im *Abschnitt 4* vorgestellten Ergebnisse des Feldversuches bzw. der wissenschaftlichen Arbeit zusammengefasst, in Hinblick auf die formulierten Fragestellungen interpretiert sowie reflektiert und in den jetzigen Forschungsstand eingeordnet. Im Anschluss folgt eine Einschätzung des Entscheidungshilfemodells DSS-IWM sowie eine Urteilsbildung über Stärken und Schwächen des Systems, die anhand der praktischen Anwendung erfasst werden konnten.

5.1. Reflexion der Ergebnisse und Einbettung in formulierte Fragestellungen

Ziel des Feldversuches war es, das Entscheidungshilfeprogramm DSS-IWM im Herbizideinsatz auf zwei Winterweizenflächen eines konventionell wirtschaftenden Betriebes zu testen. Nebenbei war es möglich das Programm in seiner Wirkung mit einer durch den Betrieb typisch eingesetzten Herbizid-Variante zu vergleichen. Dabei konnten zahlreiche Ergebnisse wie zum Beispiel zur Wirksamkeit, dem BI oder Kosten der applizierten PSM gesammelt werden. Durch das Programm DSS-IWM stand eine Reduktion der Aufwandsmenge im Vordergrund (Brückmann et al. 2020: S.233).

Frage 1: Können die errechneten Zielwirkungen erreicht werden?

In Forschungsfrage 1 sollte geklärt werden, ob DSS-IWM mit der vorgeschlagenen Herbizid-Variante die vom Programm errechneten Zielwirkungen erreichen kann. Die durchgeführte Wirkungsbonitur vier Wochen nach der Applikation belegte, dass im Falle der Fläche A bei vier von fünf Unkräutern die Zielwirkung knapp erreicht oder sogar überschritten werden konnte (Abb.8). Die DSS Wirkungen lagen in den meisten Fällen bei über 80 % oder 90 %. Jedoch zeigte sich beim Versuch auch ein niedriger Wirkungsgrad von knapp 60 % bei Kornblume. Dies war nur eine unbefriedigende Wirkung. Man kann davon ausgehen, dass DSS-IWM bei Kornblume auch die errechnete Zielwirkung hätte erreichen können. Erklärend ist hierbei zu erwähnen, dass zwischen dem Zeitpunkt der Unkrautbonitur (Termin 1) und der Herbizid-Applikation einige Tage vergehen konnten. Abhängig war diese Verzögerung von Wetter und Lieferzeit der Herbizide. Verzögert sich die Spritzung, erreichen die Unkräuter

ein späteres Wachstumsstadium. Demzufolge hat es die errechnete Dosis schwieriger Unkräuter ausreichend zu bekämpfen (Sønderskov et al. 2014: S.24). Nach Kudsk (2014: S.39 f.) nimmt die Empfindlichkeit einjähriger Unkräuter gegenüber nicht-systemischen Herbiziden bei Zunahme des Wachstumsstadiums ab. Unzureichende Wirkungen können daher auch auf eine Schwäche bei der Handhabung des Entscheidungshilfeprogramms hindeuten. Ebenso kann das Programm bei der Berechnung der Dosis-Wirkungs-Beziehung für Kornblume versagt haben, was eine Wirkungsbonitur im Frühjahr belegen könnte. Wäre dies der Fall, müsste eine Nachbehandlung stattfinden. Derartige Forschungen wären essenziell, um die Dosis-Wirkungs-Daten zu verbessern. Abgesehen davon zeigte der Validierungsversuch, dass sich DSS-IWM als robust erwies. Es konnte erwiesen werden, dass DSS-IWM in der Lage war, viele der Unkräuter effektiv zu bekämpfen. Laut Herbizid -Produktetiketten würde selbst eine maximale Dosisrate auch nicht zu einer 100-prozentigen Wirksamkeit führen (Chantre/Andujar et al. 2020: S.284). Wie auch in der Untersuchung von Jørgensen et al. (2007: S.374) zeigte sich, dass eine Reduzierung des Herbizideinsatzes von 40-50 % durchaus realisiert werden kann, wenn Landwirte vor der Behandlung Art und Größe der Unkräuter bestimmen. Durch die zufriedenstellenden Wirkungen wurde geklärt, dass der Anwender trotz der üblich empfohlenen Herbizidpalette auch auf Alternativvorschläge zurückgreifen kann, um somit Bekämpfungsmöglichkeiten auszubauen (Brückmann et al. 2020: S.234).

Betrachtet man die Ergebnisse der Wirksamkeit von DSS-IWM auf der Untersuchungsfläche B wurde deutlich, dass die empfohlene Herbizidpalette hier nur drei von fünf Unkräutern mit der prognostizierten Wirkung bekämpfen konnte (Abb.10). Bei Ackerstiefmütterchen wurde die Zielwirkung um 14 %- Punkte verfehlt. Ebenso unbefriedigend war die Wirkung bei der geruchlosen Kamille. Es waren unzureichende Wirkungen festgestellt worden. Dass im Falle der Fläche B Wirksamkeiten niedrig ausfielen, kann mehrere Ursachen haben. Zwischen den Applikationsterminen von Fläche A und B lagen gut zwei Wochen Zeitunterschied. Ebenso ist der Zeitpunkt der Wirkungsbonitur zu berücksichtigen. Daher fand die Wirkungsbonitur bei Fläche B ca. 3-4 Wochen später im Anbaujahr statt als die der Fläche A. Demzufolge schien es ohnehin möglich zu sein, dass die Wirksamkeit der PSM durch ungünstigere Witterungsbedingungen zum Zeitpunkt der Bonitur noch nicht ausgeschöpft wurde. Die Ergebnisse unterstützen den Forschungsstand von Bückmann et al. (2020:

S.234), in welchem ebenso diskutiert wurde, dass höhere Luft- oder Bodentemperaturen zum Zeitpunkt der Applikation einen positiven Effekt auf Herbizidwirksamkeiten haben können. Die klimatischen Bedingungen während der Applikation auf Fläche B und innerhalb der Wirksamkeitsausbreitung waren jedoch geringer. Nach Kudsk (2007: S.50) ist davon auszugehen, dass durch ungünstige Bedingungen nicht einmal die maximale Dosis eines Herbizids eine zufriedenstellende Unkrautbekämpfung herbeiführen hätte können. Ein Einfluss der Witterung auf die Wirksamkeit lässt sich nicht ausschließen. Oftmals unbeachtete Faktoren bleiben die Bodentextur und der Gehalt an organischer Substanz. Diese können ebenfalls Wirksamkeiten beeinflussen, werden jedoch von DSS-IWM noch nicht berücksichtigt, da dies in der Praxis schwer umzusetzen ist (PEDERSEN et al. 2015 zitiert nach Kudsk 2014: S.40). So kann nach Kudsk (2014: S.40) eine reduzierte Herbiziddosis bei einem Boden mit geringerer organischer Substanz die gleiche Wirkung auf Unkräuter haben, wie eine höhere Dosis bei einem Boden mit hoher organischer Substanz. Bei ersterer kann jedoch die Restwirkung niedriger ausfallen und die Gesamtwirkung dadurch beeinträchtigt werden. Ebenfalls ist zu diskutieren, dass Arten wie Ackerstiefmütterchen oder geruchlose Kamille sich zum Zeitpunkt der Herbizidbehandlung in einem sehr kleinen Wachstumsstadium befanden. DSS-IWM ist in der Lage seine Berechnungen dieser Situation anzupassen. Eine optimale Kontrolle bei mehrjährigen Unkräutern wird jedoch oftmals erst im späteren Wachstumsstadium erreicht, wenn die Verlagerung des Herbizids in die Vermehrungsorgane maximal ist. Dies wäre auch eine mögliche Erklärung dafür, dass auf Fläche A die Zielwirkung bei z.B. Klatschmohn und Ausfallraps sogar überschritten wurde. (ebd., S.51) Eine Mögliche Verzögerung der Wirkung auf Fläche B ist zu berücksichtigen. Es wäre nicht unwahrscheinlich, dass eine zweite Wirkungsbonitur im Frühling die Wirksamkeit steigern könnte. Andernfalls müsste eventuell durch die Verunkrautung von geruchloser Kamille und Ackerstiefmütterchen auf Fläche B eine Nachbehandlung stattfinden. DSS-IWM könnte bei der Frühjahrsbehandlung ebenfalls Behandlungsvorschläge liefern. Weitere Erhebungen und Untersuchungen im Frühjahr und vor der Ernte würden ebenfalls dazu dienen, Auswirkungen von Restverunkrautung zu ermitteln. Wie sehr diese den Ertrag von Getreidearten wie Winterweizen schadet, ist noch weitgehend unerforscht (BVL 2019: S.6). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass DSS-IWM auch auf Fläche B eine zum Zeitpunkt der Wirkungsbonitur befriedigende Wirkungen erzielte. Zwar wurden nicht alle Zielwirkun-

gen erreicht, aber die Wahrscheinlichkeit, dass Witterungseinflüsse die Wirksamkeit beeinträchtigen ist nicht zu unterschätzen. Ebenso können Anwendungsfehler bei der Applikation nicht ausgeschlossen werden. Demzufolge muss das Programm dennoch mit seinen Berechnungen nicht falsch liegen. Die Ergebnisse lassen sich positiv bewerten und DSS-IWM zeigte, dass mit maximal reduzierten Aufwandmengen von bis zu 95 % im Fall des Herbizides Trinity trotzdem hohe Wirkungsgrade erreicht werden konnten.

Frage 2: Treten in der Wirksamkeit zwischen DSSV und BV Unterschiede auf?

Hinsichtlich eines möglichen Unterschiedes in der Wirksamkeit der Varianten DSSV und BV zeigte sich, dass bei Fläche A die Wirksamkeiten beider Varianten bis auf geringe Abweichungen deckungsgleich waren (Abb.8). Im Mittel konnte eine Wirksamkeit der BV von 92 % und bei der DSSV von 89 % errechnet werden (Tab.3). In Bezug zur Fragestellung konnten somit keine erheblichen Unterschiede dokumentiert werden. Eine Ausnahme zeigte sich bei Kornblume. Hier konnte die BV die Wirksamkeit der DSSV um ca. 15 %- Punkte übertreffen. Als möglich Erklärung für die bessere Wirksamkeit der BV für Kornblume wäre, dass sich Kornblume mit dem Wirkstoff Tribenuron besonders gut bekämpfen lässt (Lfl, 2020). Als Sulfonylharnstoff gilt Tribenuron als weniger temperaturabhängig und ist strapazierfähiger als andere (Kudsk 2014: S.40). Dieser war in beiden Herbizid-Varianten vorhanden, bei der BV jedoch minimal höher dosiert und mit einer niedrigeren Aufwandmenge Wasser appliziert. Wie nach Kudsk (2014: S.39 f.) ist auch einzuordnen, dass bei Wirksamkeitsversuchen mit einer 50 % reduzierten Aufwandmenge Tribenuron nur 11 von 56 Unkrautarten kontrollierbar waren. Dass die Wirksamkeit einer Herbizidapplikation von einer Reihe biotischer und abiotischer Faktoren wie Temperatur oder Bodenfeuchte beeinflusst wird, sodass die Ausbringmenge nicht der tatsächlichen Dosis entspricht, die von Unkräutern aufgenommen wird, ist allgegenwärtig (Sønderskov et al. 2014: S.19). Diese Effekte lassen sich jedoch weitestgehend ausschließen. Beide Varianten wurden zum gleichen Zeitpunkt appliziert und hatten gleiche Feldbedingungen für die Ausbreitung der Wirksamkeit. Die Beeinträchtigung der Witterung hätte jedoch trotzdem Einfluss auf die unterschiedlichen Wirkstoffe der eingesetzten Mittel. So wurde lediglich in der BV der Wirkstoff Diflufencian eingesetzt (Tab.2). Studien zur Wirksamkeit von Wirkstoffen in PSM werden meist in kontrollierten Kammern und Umgebungen ausgeführt, in denen typischerweise

nur ein Parameter variiert werden kann. Witterungseinflüsse können daher auch auf einzelne Wirkstoffgruppen unterschiedliche Auswirkungen haben und ebenfalls die Geschwindigkeiten der Wirksamkeitsausbereitung verlangsamen oder verkürzen (Kudsk/Streibig 2003: S.93). Zu erwähnen ist auch die resultierende Wirkung der DSSV auf die Unkräuter Weg-Rauke und Ackerstiefmütterchen bei Fläche A. Beide Unkräuter traten während der Unkrauterfassung zu Termin 1 noch nicht auf und wurden in der Berechnung von DSS-IWM nicht integriert. Trotzdem konnten sie ebenso wie in der BV mit hoher Wirksamkeit bekämpft werden. Diesbezüglich konnte DSS-IWM zeigen, dass seine Wirkungsberechnungen und Aufwandmengen sogar auch effektiv gegen erst später auflaufende Unkrautarten waren. Die Ergebnisse zeigten, dass bei beiden Varianten die Wirkungen in den meisten Fällen zufriedenstellend waren und nur geringe Abweichungen zwischen DSS und betriebliche Praxis festgestellt wurden. Zusammenfassend und bewertend wurde gezeigt, dass DSS-IWM bei Fläche A sehr wohl mit der Herbizid-Variante des Betriebes und damit der Praxis mithalten konnte. DSS-IWM erwies seine Robustheit und die Unterschiede zur BV waren, wenn vorhanden, nur sehr gering.

Bei Fläche B konnte mit der DSSV eine durchschnittliche Wirkung von 76 % und bei der BV von nur 66 % ermittelt werden (Tab.5). Hier konnte die DSSV bei den Unkräutern Klatschmohn, Ackerstiefmütterchen, Kornblume und geruchlose Kamille und höhere Wirkungsgrade erzielen. Laut den Ergebnissen konnte ein Unterschied zwischen den Varianten festgehalten werden. Die BV war jedoch auch bei vielen Unkräutern in ihrer Wirkung ungenügend. Das jedoch im Falle der Spätsaat und damit auch den ungünstigeren Klimabedingungen sich Unterschiede in der Wirkung verzeichnen lassen, wurde während der Wirkungsbonitur bei Raps sichtbar. Ausfallraps konnte die BV mit 12 %- Punkten besser bekämpfen. In der Bonitur war zu verzeichnen, dass die abgetöteten Pflanzen den Versuchsstreifen der BV bräunlich und in denen der DSSV nur gelblich waren. „Das ist ein wichtiger Punkt für die Optimierung des Herbizideinsatzes, da die Wirksamkeit je nach Unkrautart und Umweltbedingungen erheblich variieren kann (Minkey und Moore 1996 zitiert nach Chantre/Andujar 2020: S.285)“. Gelbe Pflanzenteile während der Wirkungsbonitur wären also ein Indiz dafür, dass Wirkstoffe ihre Leistung noch nicht entfalten konnten. Für die Wirksamkeit ist nach Kudsk (2014: S.40 f.) die Temperatur ausschlaggebend. Sie nimmt Einfluss auf die pas-

sive Diffusion von Herbiziden durch die Kutikula. Dabei sind auch Lichtverhältnisse und Photosynthese-Aktivität von Belang, welche bei der Entscheidung der Herbizidrate schwer kalkulierbar sind. Gelbe Pflanzenteile wären gleichermaßen ein Anzeichen, dass Unkräuter durch Herbizide wie Sulfonylharnstoffe nur gehemmt, aber nicht abgetötet wurden. Diese können noch wochenlang überdauern und je nach aufgenommener Wirkstoffmenge oben- und unten wieder aufwachsen (Boutin et al. 2020; Ward/Weaver 1996 zitiert nach Sønderskov et al. 2014: S.23). Zum Zeitpunkt der Wirkungsbonitur können jedoch auch Fehlberechnungen des Entscheidungshilfemodells nicht ausgeschlossen werden. Wie bereits im *Abschnitt 2.1* erwähnt, basieren die Berechnungen auf Dosis-Wirkungs-Daten. Niedrige Wirkungen können daher auch ein Resultat von lückenhaften Daten sein. Wie nach Kudsk (2007: S.53-54) wird bei Berechnung der Herbizidmischungen eine additive Wirkung der Herbizide angestrebt. Fehlerhafte Dosis-Wirkungs-Beziehungen könnten allerdings auch antagonistische Wirkungen herbeiführen, was auch niedrige Wirkungen der DSSV begründen würden. Hinzu kommen Fehler durch die Anwendungstechnik. Hierbei können Wirksamkeiten von Herbizidmischungen stark variieren (ebd., S.41). Nicht zu unterschlagen ist zudem die ausschließliche Verwendung des Wirkstoffs Chlortoluron in der DSSV (Tab.5). Dabei besteht ebenso wie auf Fläche A die Möglichkeit, dass ein Wirkstoff zu bestimmten Klimaverhältnissen oder Applikationsbedingungen besser wirkt als andere. DSS-IWM scheint also wie geplant seine Herbizid-Variante den Feldbedingungen, welche als Dateneingabe in das Programm erfolgten, anzupassen. Ebenso einzuordnen ist dieser Faktor bei der Bekämpfung von Kornblume. Trotz gleicher Aufwandsmengen und Herbizide der BV auf beiden Versuchsflächen wurde Kornblume bei Fläche A besser bekämpft als durch die DSSV. Auf Fläche B überzeugte jedoch die DSSV mit ihrer Wirksamkeit auf Kornblume. Die Möglichkeit, dass die Wirksamkeit der BV-Herbizide und Wirkstoffe durch z.B. Witterungseinflüsse auf Fläche B eingeschränkt wurde besteht also. Auch hierbei kann sich dem Forschungsstand von Bückmann et al. 2020 angeschlossen werden und bei der Fläche B eine zweite Wirkungsbonitur im Frühjahr eine bessere Einschätzung bezüglich der Wirksamkeit beider Varianten zulassen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass DSS-IWM zum Zeitpunkt der Wirkungsbonitur bei einigen Unkräutern überlegende Wirksamkeiten gegenüber der BV herbeiführte. Die mittleren Wirkungsgrade sahen zunächst jedoch bei beiden Varianten unbefriedigend aus. Durch die genannten Bedingungen ist es möglich, dass Wirkungen beider Varianten mit der

Zeit noch zunehmen. Gerade diese Unterschiede lassen jedoch auch erahnen, dass es notwendig ist, genügend Daten zur Herbizidwirksamkeit für jede Unkrautart unter allen Feldbedingungen wie Klima, Boden oder Wachstumsstadium zu sammeln (Chantre/Andujar, 2020: S.285). Fehler lassen sich nicht immer auf das Programm zurückführen und können auch in der betriebsüblichen Praxisbehandlung auftreten. Derartige Ergebnisse können jedoch helfen DSS-Programme zu verbessern (Verschwele und Bückmann, 2019 zitiert nach Bückmann et al. 2020: S.234). In den meisten Fällen sind nicht mehr Ertragsverluste zu erwarten, jedoch wird erst eine Kontrolle im Frühjahr zeigen, ob nachbehandelt werden muss. Dabei kann zu diesem Feldversuch weitere Forschung bis zur Ernte erfolgen.

Frage 3: Lassen sich reduzierte Aufwandmengen durch DSS-IWM realisieren und kann ein ökonomischer Mehrwert erzielt werden?

Die Reduktion der PSM-Intensität steht im Programm DSS-IWM im Vordergrund. Jedoch ist abzuleiten, dass reduzierte Aufwandmengen auch ökonomische Vorteile mit sich bringen können. Im ausgewerteten Feldversuch konnte bei Fläche A festgestellt werden, dass der BI der DSSV mit 1,27 minimal höher lag als bei der BV mit 1,14. Der Unterschied war jedoch sehr gering und überraschte nicht, da auch die betriebsübliche Variante geringere Aufwandmengen nutzte. Dies ist nicht verwunderlich, denn der Einsatz von reduzierten Herbiziden wurde bereits in vielen europäischen Ländern von Landwirten übernommen, nicht nur aus Sorge zur Umwelt, sondern auch wegen des ökonomischen Kostendrucks (Kudsk/Streibig 2003: S.93). Zu unterschätzen ist ein geringer BI der BV in keinem Fall, da man auch berücksichtigen muss, dass diese Variante nicht auf einer Unkrauterfassung auf Schlagebene beruhte (de Mol et al. 2014: S. 367). Bei beiden Varianten lagen die Behandlungsindices deutlich unter dem Mittleren des Versuchsjahres 2019 in Deutschland von 1,81 (JKI 2019). Die Fragestellung 3 konnte somit bestätigt werden. DSS-IWM entschied sich dazu, niedrigere Aufwandmengen einzusetzen und somit auch ökologische Vorteile zu bieten. Als Nebenreaktion verminderter Aufwandmengen konnte die DSSV bei Fläche A keine Kostenreduktion gegenüber der BV vorweisen. Obwohl die Behandlungsindices der Varianten sich nicht groß voneinander unterschieden, wurde anhand der Ergebnisse ermittelt, dass die DSSV um ca. 10 €/ha teurer war als die BV (Abb.9). Zudem kann sich dem Forschungsstand von de Mol et al. (2014) angeschlossen werden. Dabei hat die BV Zugriff auf

alle am Markt verfügbaren Herbizide. Agoline und Cadou SC waren sogar erstmals im Jahr 2020 zulässig geworden durchaus preiswert (MyAGRAR 2020). Die Herbizidauswahl in DSS-IWM ist jedoch begrenzt. Nicht zu allen Wirkstoffen und Herbiziden sind Dosis- Wirkungs- Beziehungen erforscht. Es ist absehbar, dass durch die Aufnahme aktueller Herbizide in DSS-IWM auch niedrigere Kosten erzielt werden können.

Die Erwartung, dass DSS-IWM den Herbizideinsatz reduzieren kann, wurde bei Fläche B noch deutlicher bestätigt. Hierbei konnten die Entscheidungen von DSS-IWM dazu beitragen, einen niedrigen BI von 0,69 zu erzielen. Die Aufwandmenge wurde stark reduziert. Die BV veränderte sich nicht und erreichte wiederholt einen BI von 1,14. Dieser lag andererseits unterhalb des in der Forschung von Bückmann et al. (2020) ermittelten BI von 1,61 für eine Standard Behandlung in Winterweizen. Da die Praxis für die betriebsübliche Variante keine Anpassung vornahm, änderten sich auch nicht die Kosten der Herbizidmaßnahme. Erwartungsgemäß zeigte das Programm an schlagspezifisch zu arbeiten und dabei auf die geringere Verunkrautung auf Fläche B mit reduzierten Aufwandmengen zu reagieren. Es konnte bestätigt werden, dass DSS-IWM den BI mit reduzierten Aufwandmengen absenken konnte. DSS-IWM war somit durchaus attraktiv für den nachhaltigen Pflanzenschutz. Auch konnten durch die Nutzung des Systems auf Fläche B eine erhebliche Kostenreduzierung stattfinden. Es war erkennbar, dass DSS-IWM bei Fläche B Vorteile in Bezug auf Herbizidintensität und -kosten bewirken konnte. Derartige Ergebnisse wären für Landwirte und Umwelt gleichermaßen zu Nutze. Oftmals zeigte sich, dass sich die Unkrautbekämpfung der industrialisierten Länder im vergangenen Jahrhundert nach Entscheidungskriterien wie Kosten, Einfachheit und Bequemlichkeit richtete (Shaner/ Beckie 2013: S.2). Eine Anwendung von derartigen DSS-Programmen wäre gegebenenfalls für Landwirte attraktiv und würde die Umweltbelastung reduzieren. Wird eine Nachbehandlung im Frühjahr notwendig, können die Kosten und der BI wiederum steigen. Daher bietet es sich an, die Forschung sowie die Kostenermittlung auf beiden Flächen bis zur Ernte fortzusetzen.

Frage 4: Unterschiedliche Unkrautdichten bei unterschiedlichen Saatzeitpunkt?

Der Vergleich beider Feldversuche erlaubte Aussagen über Verunkrautung und dessen Bezug zum Saattermin zu treffen. Auf dessen Grundlage konnte die vierte Fragestellung diskutiert werden.

Anhand der Ergebnisse zeigte sich, dass die Wahl des Aussaatzeitpunktes ebenfalls Einfluss auf die Verunkrautung der Fläche hat. Auswirkungen für die Intensität des erforderlichen Herbizideinsatzes sind möglich (Pallutt 1994: S. 34). Ebenso ist anzunehmen, dass sich Aufwandmengen durch eine geringere Ausgangsverunkrautung anpassen lassen, oder wie nach Pallutt (1994) durch eine geringere Ausgangsverunkrautung ein Herbizideinsatz bei später gedrillten Flächen ökonomisch als weniger Sinnvoll anzusehen ist. Bei der Wahl des Saatzeitpunktes muss jedoch auch bedacht werden, dass bei späterer Aussaat Ertragsverluste zur ökonomischen Benachteiligung führen können und der Ausführung von Spätsaaten wirtschaftliche Grenzen gesetzt sind (Pallutt 2004: S.41). Ähnlich wie zu den Untersuchungen von Pallutt (1994: S.36) resultierte, dass sich die Verunkrautung nach einer Frühsaat wesentlich stärker entwickelte. Dies belegte besonders die deutlich höhere Verunkrautung von geruchloser Kamille und Kornblume während der Frühsaat (Abb.12). Die Tatsache, dass Gänsefuß nur bei der Spätsaat anzutreffen war, erklärte die Fähigkeit des schnellen Wachstums früh gesäten Winterweizens. Somit können sommerannuelle Arten durch zeitigen Bestandesschluss leicht unterdrückt werden. Demzufolge treten diese Arten, wie auch in diesem Versuch zu sehen, eher in der Spätsaat auf (ebd., S.36). Ob die besser entwickelten Weizenpflanzen der Frühsaat Vorteile in der Konkurrenzkraft aufweisen, lässt sich aus diesem Versuch nicht ermitteln. Hinzukommt, dass Fruchtfolge und Herbizidintensität der vergangenen Jahre beider Flächen Auswirkung auf die Unkrautmenge haben. Unkrautnachwirkungen durch Fruchtfolgeerscheinungen können insbesondere durch nicht-wendende Bodenbearbeitung Jahre bestehen bleiben (Schwarz/Pallutt 2014: S.148). Dabei ist zu erwähnen, dass auch die Wahl der Grundbodenbearbeitung Einfluss auf die Verunkrautung beider Untersuchungsflächen haben kann (Ulber/Gehring 2018: S. 13). Da der Betrieb ab dem Anbaujahr 2020 keinen Winterraps mehr in seiner Fruchtfolge aufnimmt, bleibt abzuwarten wie sich die Unkrautzusammensetzung in einer getreidereichen Fruchtfolge verändern wird. Dabei können dikotyle Arten wie geruchlose Kamille, Kornblume und Ackerstiefmütterchen gefördert werden (Pallutt 2004: S.37). Forschungen zu

Bedingungen wie Saattermin zu unterschiedlichen Zeitpunkten können dabei helfen, DSS-Programme zu fördern. Nach Kudsk (2007: S.51) sind Auszeitpunkt und auch Saatgutmenge eine wichtige Kenngröße, die auch die Konkurrenzkraft der Pflanzen steuern. Auch Christensen (1993) zitiert nach Kudsk (2007: S.51) fand heraus, dass die Verzögerung der Aussaat von Winterweizen um einen Monat oder eine Steigerung der Aussaatmenge die Unkraut-trockensubstanz deutlich mindern konnte. In Verbindung mit einem Entscheidungshilfe-programm wie DSS-IWM kann die Unkrautbekämpfung zusätzlich verbessert werden, da bei konkurrenzkräftigeren Kulturpflanzen auch niedrigere Herbizidosen genügen würden. Gegebenenfalls kann in der Spätsaat auf eine Unkrautbekämpfung im Herbst verzichtet werden. Stattdessen könnte diese mechanisch im Frühjahr erfolgen. Sinnvoller wäre eine Frühjahrsbehandlung auch, da die Temperaturen die Wirksamkeit von Herbiziden wiederholt fördern könnten.

Frage 5: Reduzierte Aufwandmengen und Unkrautresistenzen durch Nutzung von DSS-IWM?

Grundsätzlich berechnet das Programm DSS-IWM Zielwirksamkeiten für bekämpfbare Unkräuter. Zusätzlich bietet sich jedoch die Möglichkeit, das Resistenzmanagement mit einer Funktion im Programm in die Bekämpfungsstrategie aufzunehmen (Rydhal et al. 2019 zitiert nach Bückmann et al. 2020: S.235). Dadurch können betroffene Wirkstoffe ausgeschlossen werden. Vorgängermodelle wie DSSHerbicide verfügten über diese Funktion nicht (de Mol et al. 2014: S.367). Gleiches wurde im Feldversuch und dieser wissenschaftlichen Arbeit nicht berücksichtigt. Fragestellung 5 diente daher dazu, um auf Resistenzproblematiken in Verbindung mit reduzierten Aufwandmengen, wie durch DSS-IWM empfohlen, einzugehen. Ohnehin ist die Vermeidung von Resistenzen eine der Hauptaufgaben des Pflanzenschutzes (Ulber/Gehring, 2018: S.5). Maßgebend ist bekannt, dass für zweikeimblättrige Unkräuter wie Matricaria-Arten (Kamille-Arten) wirkortsspezifische Resistenzen in Feldversuchen nachgewiesen worden sind. Diese zeigten sich besonders beim Einsatz von ALS-Hemmern der HRAC-Gruppe B, wie Sulfonylharnstoffen und Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil (ebd., S. 9-11). Die Resistenzproblematik bei Kamille-Arten ist ein deutschlandweites Phänomen (Ulber et al. 2012: S.318-319). Sulfonylharnstoffe wie Tribenuron wurden auf beiden Flächen sowohl als BV und DSSV vorgeschlagen und appliziert.

Minderwertige Wirkungen auf geruchlose Kamille wurden in den Ergebnissen der Fläche B festgestellt (Abb.10). Die Frage, ob mögliche Resistenzen die Ursache dafür sind, kann dieser Versuch jedoch nicht beantworten. In Diskussionen werden verminderte Aufwandmengen jedoch oft mit Unkrautresistenzen in Verbindung gebracht. Nach Forschungen hat der Selektionsdruck den größten Einfluss auf die Entwicklung von Herbizidresistenzen, welcher von Landwirten beherrscht werden kann (Beckie 2006: S. 795). Die Hauptrisiken für resistente Unkrautarten bestehen durch wiederholte Anwendung von stark wirksamen Herbiziden, die den gleichen Wirkort abzielen (ebd., S.795). Damit ein Wirkstoff seine Wirksamkeit aufrechterhält, muss die Auswirkung des Selektionsdruckes so gering wie möglich sein (Ulber /Gehring 2018: S.5). Zur Debatte steht oft die Annahme, dass durch eine geringe Herbizidmenge, die weniger empfindlichen Arten einer Population überleben und das Resistenzniveau ansteigen lassen. Zutreffend ist dies nur, wenn ein Herbizid eine geringe Wirkung erzielt, aber nicht, wenn hohe Empfindlichkeiten einer vorhandenen Unkrautart oder optimale Anwendungsbedingungen verminderte Aufwandmengen begünstigen (Kudsk 2014: S.37-38). Große Unkrautpopulationen gilt es zu verhindern, denn die Möglichkeit des Vorkommens resistenter Pflanzen ist abhängig von der Populationsgröße (ebd., S.37-38). „Je größer die Population einer Unkrautart, desto höher die Wahrscheinlichkeit von resistenten Einzelpflanzen in dieser Population (Ulber/Gehring, 2018: S.9)“. Durch eine vielfältige Unkrautflora ohne dominierende Arten und niedrige Unkrautdichten ist der Einsatz geringerer Aufwandmengen durchaus angebracht, wobei auch höhere Überlebensraten der Unkräuter akzeptiert werden können (Kudsk 2014: S.43). In Verbindung mit den Grundsätzen des IPS kann DSS-IWM dabei helfen die Entwicklung starker Verunkrautung zu mindern, auch wenn verminderte Wirkungen eintreffen können (ebd., S.37-38). Eine Gefahr besteht jedoch bei Eintreten nicht-wirkortspezifischer oder metabolischer Resistenzen. Ein ungünstiger Anwendungstermin und niedrig dosierte Herbizidmengen können jene beeinflussen, wodurch widerstandsfähige Pflanzen überdauern und sich reproduzieren können (Ulber/ Gehring 2018: S.8). Diese schleichenden Resistenzen sind unter anderem bei Ungräsern beobachtet worden (Mathiassen et al. 2013 zitiert Sønderskov et al. 2014: S.28). Von quantitativ vererbten oder polygenen Resistenzen wird selten berichtet. Wiederrum können sie auftreten, wenn Herbizide niedriger dosiert werden (Busi et al. 2011,2012 zitiert nach Busi et al., 2012: S. 490). Eine Anpassung der Zielwirkung für resistente Biotypen im DSS kann aber auch individuell durch den Landwirt selbst erfolgen (Sønderskov et

al. 2014: S.28). Derartige Risikofaktoren sind also bekannt und DSS-IWM ermöglicht es die Dosis anzupassen, um höhere Wirksamkeiten zu erreichen, ohne den Selektionsdruck zu erhöhen (Chantre/ Andujar 2020: S.285). Vorteile auf Resistenzminderung zeigt das Programm auch durch das Empfehlen von Herbizidmischungen auf beiden Flächen, welche neben Rotation von Wirkstoffen ebenfalls Resistenzentwicklungen verzögern können (Lamichhane et al. 2016: S.3). Ebenfalls stehen weitere Softwarepakete, die das Dokumentieren von Herbizidrotationen in Feldaufzeichnungen erleichtern sollen, bereit (Beckie 2006: S.796).

Landwirte müssen die Unkrautbestände niedrig halten und die Prinzipien des integrierten Unkrautmanagements zudem anwenden (Matthews 1994 zitiert nach Kudsk/ Streibig 2003: S.95). Dabei sollte der Herbizideinsatz in erster Linie auch mit nicht-chemischen Maßnahmen gekoppelt werden (Kudsk 2014: S.43). Um das Risiko von Nebenwirkungen zu mindern, können Anbaupraktiken, Fruchtfolgen und andere Maßnahmen berücksichtigt werden (Kudsk 2007: S.55). Nach Sønderskov et al. (2016: S.319) sollte in Entscheidungshilfesystemen als Vorbeugung für Resistenzen die Fruchtfolgegestaltung miteinbezogen werden. DSS-IWM besitzt Stand 2020/21 diese Funktion noch nicht. Dabei kann die Anwendung eines Entscheidungshilfesystems, wie auch DSS-IWM, Landwirten behilflich sein eine Mischung von Praktiken anzuwenden, die resistente Unkrautpopulationen zurückhalten oder verzögern (Beckie 2006: S.808).

5.2. Stärken und Schwächen des Programms DSS-IWM

Nach Auswertung, Interpretation der Ergebnisse und Einbettung in formulierte Fragestellungen sowie der praktischen Nutzung des Entscheidungshilfeprogramms DSS-IWM im Feldversuch, lassen sich Stärken und Schwächen ausmachen, die zur Diskussion beitragen.

Positive Merkmale zeigte das Programm zunächst in seiner Übersichtlichkeit und einfachen Handhabung. Die Eingabe der Daten erfolgte sehr schnell und die Anwendung dürfte auch für Laien kein Problem darstellen. Alle der vorkommenden Unkrautarten konnten im DSS eingegeben werden, sodass dieses Bekämpfungsvorschläge errechnen konnte. In der Phase zwischen Empfehlung von Herbiziden und Applikation auf dem Feld wurde jedoch eine Schwäche offensichtlich. Bei Nutzung eines solchen DSS kann die Mittelauswahl zwischen

den Feldern, entsprechend der Verunkrautung sehr variabel sein. Sind die Herbizide im Betrieb nicht vorrätig, müssen diese erst bestellt werden. Zusammen mit wetterbedingten Verzögerungen sowie die Lieferzeit kann unter Umständen bis zu einer Woche zwischen Programmentscheidung und erfolgreicher Applikation vergehen. Gerade in den Monaten September oder Oktober können die Unkraut- und Getreidepflanzen in diesem Zeitraum an Größe gewinnen. Werden die Unkrautpflanzen größer, können in der Berechnung des ADM Fehler auftreten und damit die Dosierung mangelhaft sein. Eventuell wären dann schon höhere Dosierungen notwendig. Hinzukommend kann es vorkommen, dass Getreidepflanzen in ein höheres Wachstumsstadium gelangen. Herbizide wie Trinity sind z.B. nur bis BBCH 13 zugelassen (MYAGRAR, 2020). Wurde dieses Herbizid empfohlen, kann bei Verzögerung schon BBCH 14 oder höher erreicht worden sein. Durch derartige Umstände müsste eine neue Bonitur und Unkrauterfassung stattfinden. Das Programm fordert also eine Unkrauterfassung, Berechnung und Applikation in Echtzeit. Für zukünftige Studien könnte dies ein Anreiz zur Forschung bieten. Indem man diese suboptimalen Bedingungen, wie sie leicht in der Praxis auftreten, provoziert und schaut, ob trotz dessen zufriedenstellende Wirkungen erreicht werden können. Ein weiteres Problem hinsichtlich der Anwendung ist die Aktualität. DSS-IWM ist bis jetzt nicht frei zugänglich. Es fiel auf, dass neue Herbizide noch nicht in der Datenbank hinterlegt und auch Preise nicht auf dem neusten Stand waren. Da das Programm webbasiert ist, sollten zukünftige Aktualisierungen schnell möglich sein. Zudem wurde trotz der Eingabe von ausschließlich dikotylen Unkräutern auch Herbizide für Monokotyle Unkräuter wie Gräser empfohlen, was keinen Sinn ergeben würde. Hier können noch Optimierungen vorgenommen werden, da z.B. auch Einheiten wie g /ha und kg /ha zum Teil vertauscht wurden. Bei der Eingabe der Basisdaten wie der minimalen und maximalen Temperatur fiel auf, dass diese nur bis maximal 10 Grad erfolgen konnte. Jedoch sind höheren Temperaturen zum Zeitpunkt der Unkrauterfassung im Herbst, wie auch in diesem Feldversuch, nicht unwahrscheinlich. Somit könnte die Berechnung der Dosen noch genauer erfolgen bzw. die Applikation von temperaturempfindlichen Herbiziden gezielter ausgeführt werden. Zu erwähnen ist auch, dass die Unkrauterfassung genau erfolgen muss und es einer Feldüberwachung bedarf. Demzufolge kann die Nutzung eines DSS einen hohen Zeitbedarf fordern.

Hervorheben muss man die Fähigkeit von DSS-IWM auf Resistenzen eingehen zu können. Liegt das Wissen über resistenten Unkrautpopulationen vor, können diese vom Programm

berücksichtigt und betroffene Wirkstoffe ausgeschlossen werden. Vorteile bietet auch die Funktion, dass man als Anwender nicht zwangsmäßig die Zielwirkung nach IPM annehmen muss und diese jederzeit selbst anpassen kann. Landwirte können nach eigenem Ermessen handeln und DSS-IWM als Hilfe nutzen. Die Herbizidproduktpalette ist ständig im Wandel. Neue Herbizide werden zugelassen und alte verlieren ihre Zulassung. Um den Überblick zu behalten, kann DSS-IWM bei der Entscheidungsfindung und der Auswahl von Herbiziden helfen. Eine Stärke umfasst auch die Möglichkeit selbständig Tankmischungen zusammenzustellen, wobei ebenfalls Zielwirkungen vom Programm errechnet werden können. Zwar bedarf es einer Optimierung des Programms und vielseitige praktische Anwendungsproblematiken müssen bedacht werden. DSS-IWM befindet sich jedoch in einer guten Ausgangsposition und kann den Herbizideinsatz erleichtern.

6. Schlussfolgerung und Ausblick

Diese Bachelorarbeit beschäftigte sich mit dem validierenden Feldversuch zum Entscheidungshilfesystem DSS-IWM bei der Unkrautbekämpfung im Winterweizen auf zwei konventionell bewirtschafteten Flächen eines Praxisbetriebes. Dabei bestand die Zielsetzung darin, DSS-IWM in seiner Entscheidung zu überprüfen sowie die dazugehörigen und mit der Anwendung des Systems in Verbindung stehenden Fragestellungen zu beantworten.

Die Ergebnisse des Feldversuches zeigten, dass DSS-IWM als geeignetes Instrument für eine Unkrautregulierung im Winterweizen dienen kann. Durch die Umsetzung der vom Entscheidungshilfesystem vorgeschlagenen Herbizid-Variante konnte bei vielen Unkrautarten der Fläche A eine ausreichende Bekämpfung erreicht werden. Einzelne Wirkungsgrade waren sogar besser als die zu erwartenden Ziele. Andererseits wurde ermittelt, dass bei einer Unkrautart wiederum die Zielwirkung unterschritten wurde. Auf der zweiten Untersuchungsfläche schien DSS-IWM ebenfalls seine vorher definierten Zielwirkungen zu erreichen, jedoch fand bei zwei Unkrautarten keine ausreichende Wirkung statt. Die daraus resultierenden Ergebnisse dienen für die Untersuchung der Fragestellung 1.

Diskutierend ließ sich schlussfolgern, dass entgegen der Erwartung DSS-IWM in den meisten Fällen hohe Zielwirkungen, auch bei reduzierten Aufwandsmengen, erreichen konnte. Weshalb die Fragestellung mit einem Ja beantwortet werden konnte und DSS-IWM mit seiner Entscheidung und Berechnung richtig lag. Nicht erreichte oder ungenügende Wirksamkeiten der Fröhsaat auf Fläche A dürften einerseits auf lückenhafte Dosis-Wirkungsbeziehungen tendieren und damit auf Fehlberechnungen von DSS-IWM zurückführen. Andererseits können diese auch ein Resultat durch eine Verzögerung bei der Spritzung sein, welche sich als Schwäche in der Anwendung von DSS-IWM herausstellte. Durch die Durchführung des Feldversuches auf einer zweiten und später angebauten Winterweizenfläche B wurde ermittelt, dass bei beiden Herbizid-Varianten die Wirkungen oftmals unzureichend waren. Hierbei wäre die bestehende Untersuchung ein Anreiz für eine weitere Forschung im Verlauf des Frühjahres und bis zu Ernte. Kritisch zu betrachten ist, dass zu diesem Zeitpunkt nicht gesagt werden kann, ob Wirkungen noch zunehmen oder gar abnehmen. Gründe könnten neben fehlerhaften Herbizidvorschlägen vor allem die Witterungsbedingungen zum und nach dem Zeitpunkt der Applikation sein. Im Falle einer dauerhaft unzureichenden Wirkung müsste dann im Frühjahr nachbehandelt werden.

Im Hinblick des Vergleiches zwischen der Wirksamkeit von DSS-IWM und die der Praxisvariante des Betriebes kann aus dem Befund der Ergebnisse geschlossen werden, dass die BV ebenfalls zufriedenstellende Wirkungen bei der Unkrautbekämpfung auf Fläche A erreichte. Sie war jedoch oftmals nicht wirksamer als die Variante mit Nutzung von DSS-IWM. Es zeigte sich zudem, dass bei der Spätsaat auf Fläche B zwar beide Varianten niedrigere Wirkungen erreichten, DSS-IWM jedoch bei einigen Unkräutern die Wirksamkeit der BV überschritt. Damit wurde ein Unterschied zwischen den Varianten sichtbar. Dieser Vergleich diente der Untersuchung von Fragestellung 2.

In der Diskussion kam man zum Schluss, dass Fehlberechnungen von DSS-IWM und auch fehlerhafte Dosiswirkungsbeziehungen als Ursache für die unzureichende Wirksamkeit auf Fläche B gelten. Wie auch die Untersuchung der Fragestellung 1 zeigt, können jedoch niedrigere Wirkungen beider Varianten auf erschwerte Bedingungen während der Applikation und auch der Wirkungsphase hindeuten. Zu erwähnen sind dabei vor allem kalte Temperaturen, die die Wirksamkeit von Herbiziden beeinflussen. Die Tatsache das einige Unkräuter nur gehemmt wurden und durch Störfaktoren nicht effektiv bekämpft, kann dabei nur eine weitere Wirkungsbonitur im Frühjahr oder vor der Ernte belegen. Zudem trug dieser Feldversuch dazu bei, derartige Störfaktoren bei der Anwendung von DSS-IWM zu ermitteln.

In Anbetracht der Ergebnisse zeigte die Nutzung von DSS-IWM auch, dass eine Reduzierung der Pflanzenschutzmittelintensität bzw. der Aufwandmenge realisiert werden konnte. Auf Fläche A unterschieden sich die Behandlungsindices nicht erheblich voneinander. Sowohl DSS-IWM und BV nutzen reduzierte Aufwandmengen. Kostengünstiger konnte DSS-IWM bei Fläche A nicht abschneiden. Im Vergleich zur betrieblichen Behandlung konnte DSS-IWM bei Fläche B einen wesentlich geringeren Behandlungsindex erreichen. Folglich sanken auch die Kosten der Pflanzenschutzmaßnahme durch die Vorschläge von DSS-IWM. Relevant waren diese Forschungsergebnisse für Fragestellung 3.

Es stellte sich zudem heraus, dass sich durch die schlagspezifische Nutzung des Entscheidungshilfesystems neben den im Fokus stehenden ökologischen zugleich auch ökonomische Vorteile für die Unkrautregulierung mit Herbiziden in diesem Feldversuch boten. Damit bestätigten die Ergebnisse die Fragestellung. Zugleich waren bei beiden Varianten die

ermittelten Behandlungsindices unterhalb des mittleren Niveaus einer Standardbehandlung in Deutschland. Ob jedoch Kosten durch eine mögliche Nachbehandlung im Frühjahr für Fläche B steigen, würde ebenfalls erst eine weitere Bonitur zeigen.

Die Ergebnisse der Feldbonituren legten zu Grund, dass eine späte Aussaat Vorteile bei der Unkrautregulierung haben kann, da bei der Frühsaat eine intensivere Ausgangsverunkrautung vorherrschte. Somit konnte auf Fragestellung 4 eingegangen werden.

In der Diskussion wurde erkennbar, dass unterschiedliche Saattermine auch die Konkurrenz der Kulturpflanze beeinflussen, was die Fragestellung beantwortete. Neben der Wahl des Aussaatzeitpunktes können auch andere Faktoren wie Fruchtfolge und Bodenbearbeitung die Ausgangsverunkrautung beeinflussen. Diese vorbeugenden Maßnahmen sollten bei der Unkrautbekämpfung berücksichtigt werden. Dessen Bedeutung ist zusätzlich relevant, da eine zusätzliche Reduktion von Herbiziden erreicht werden kann. Es ist wünschenswert, in der Zukunft derartige vorbeugende Maßnahmen mit der Nutzung von DSS zu verknüpfen.

Außerdem wurde in Fragestellung 5 zusätzlich auf eine mögliche Resistenzproblematik durch die Nutzung von DSS-IWM eingegangen. So konnte festgestellt werden, dass das Programm über eine Funktion verfügt, wie mit resistenten Unkrautbiotypen umzugehen ist. Für den Anwender bietet sich außerdem die Möglichkeit, zu jeder Zeit in die Entscheidungen von DSS-IWM einzugreifen und Aufwandmengen anzupassen. Ermittelt wurde, dass auch reduzierte Aufwandmengen für den häufigsten Resistenzmechanismus unproblematisch seien und wenn entsprechende Vorraussetzungen wie Unkrautgröße- und Anzahl, schwache Konkurrenz, sowie günstige Klimabedingungen es gewährleisten, auch die Reduktion von Aufwandmengen gerechtfertigt sind. Dauerhaft lassen sich resistente Unkräuter jedoch nur vermeiden, wenn auch andere Anbaupraktiken wie Fruchtfolge oder Bodenbearbeitung berücksichtigt werden. Die Funktion von DSS-IWM mit resistenten Unkrautbiotypen umzugehen, bietet den Anreiz diesen in zukünftigen Feldversuchen zu untersuchen.

Nichtdestotrotz hat DSS-IWM gezeigt, dass Grundprinzipien des Systems funktionieren und die Rolle eines Systems zur Entscheidungsfindung während der Unkrautregulierung erfüllt werden kann. Die Tatsache, dass derartige Systeme es erlauben, die Herbizidintensität im Pflanzenbau herabzusetzen, macht sie ohnehin wünschenswert. Der Versuch zeigte, dass

auch Umweltrisiken reduziert werden können. Ob auch die Ertragserwartung durch derartige Systeme gleichbleibt, müsste sich ebenfalls dieser bestehenden Untersuchung anschlossen werden.

Bei der Anwendung von DSS-IWM fiel auf, dass das System einfach aufgebaut ist und so für die Praxis durchaus geeignet. Problematisch ist neben einer derzeit mangelhaften Aktualisierung des Systems jedoch die Notwendigkeit einer individuellen Unkrauterfassung und Feldaufzeichnung, welche bei zunehmender Betriebsgröße umso schwieriger werden kann. Daher müssen sich Landwirte zutrauen Unkräuter auf Feldebene identifizieren zu können. Langfristig könnten jedoch weitere Untersuchungen dazu dienen, auch andere Unkrautmanagementtaktiken, die weniger auf Herbizide angewiesen sind, wie mechanische Unkrautbekämpfung, Fruchtfolge, Saattermin, Bodenbearbeitung usw. vermehrt in der Unkrautbekämpfung einzusetzen. Für die Problemstellung bei der Anwendung von Systemen wie DSS-IWM können wie in dieser wissenschaftlichen Arbeit gezeigte Feldversuche hilfreich sein, Landwirte davon zu überzeugen Pflanzenschutz mit Herbiziden gezielter anzuwenden. Oder aber auch ein ebenso starkes Vertrauen für Entscheidungshilfesysteme aufzubauen wie auch gegenüber ihrer Erfahrung aus vergangenen Jahren oder die, der lokalen Beratern. Grundlegend sind weitere Untersuchungen eher wünschenswert. Das Sammeln dieser Daten ist relevant für die Entwicklung zukünftiger DSS oder der Verbesserung des bestehenden DSS-IWM. Ob eine öffentliche Nutzung des Entscheidungshilfeprogramms DSS-IWM in der nächsten Zeit möglich wird, bleibt abzuwarten.

Literaturverzeichnis

Abbott, W.S. (1925): A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide, in: *Oxford Academic*, [online] <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/18/2/265/785683> [19.01.2021].

Beckie, Hugh J. (2006): Herbicide-Resistant Weeds: Management Tactics and Practices, in: *Jstor*, [online] <https://www.jstor.org/stable/4495755?seq=1> [02.02.2021].

Bückmann, Heidrun/Ole Mission Bøjer/Per Rydahl/Arnd Verschwele (2020): Anwendung eines neuen Internet-basierten Entscheidungshilfemodells für das integrierte Unkrautmanagement in Winterweizen und Mais (DSS-IWM) – Erfahrungen aus der praxisnahen Anwendung | Julius-Kühn-Archiv, in: *Julius-Kühn-Archiv*, [online] <https://ojs.openagrar.de/index.php/JKA/article/view/14904> [04.01.2021].

Busi, R./T. A. GAINES/M. J. WALSH/S. B. POWLES (2012): Understanding the potential for resistance evolution to the new herbicide pyroxasulfone: field selection at high doses versus recurrent selection at low doses, in: *Wiley Online Library*, [online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3180.2012.00948.x> [22.02.2021].

BVL/Fachbeirat Nachhaltiger Pflanzenbau (2019): BVL - Fachmeldungen - Mehr Verunkrautung wagen: Plädoyer für einen Perspektivwechsel in der Unkrautbekämpfung im Ackerbau, in: *BVL*, [online] https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/04_pflanzenschutzmittel/2019/2019_11_18_Fa_Positionspapier_Fachbeirat.html [16.02.2021].

Harker, K. Neil/John T. O'Donovan (2013): Recent Weed Control, Weed Management, and Integrated Weed Management, in: *jstor*, [online] <https://www.jstor.org/stable/23358301?seq=1> [07.01.2021].

JKI (2019): Handlungsindex, in: *papa.julius.kuehn*, [online] <https://papa.julius-kuehn.de/index.php?menuid=43&getlang=de> [12.02.2021].

Jørgensen, L./E. Noe/A. M. Langvad/J. E. Jensen/J. E. Ørum/P. Rydahl (2007): Decision support systems: barriers and farmers a need for support*, in: *Wiley Online Library*, [online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2338.2007.01145.x> [02.02.2021].

Kanatas, Panagiotis/Ilias S. Travlos/Ioannis Gazoulis/Alexandros Tataridas/Anastasia Tsekoura/Nikolaos Antonopoulos (2020): Benefits and Limitations of Decision Support Systems (DSS) with a Special Emphasis on Weeds, in: *MDPI*, [online] <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/4/548> [08.01.2021].

Kudsk, Per (2007): Optimising herbicide dose: a straightforward approach to reduce the risk of side effects of herbicides, in: *Springer*, [online] https://link.springer.com/article/10.1007/s10669-007-9041-8?error=cookies_not_supported&code=b2ace29d-8a3d-42c3-a081-48ae76f11e6a [08.01.2021].

Kudsk, Per (2014): Reduced herbicide rates: present and future - Forskning - Aarhus Universitet, in: *Arhus Universitet*, [online] [https://pure.au.dk/portal/da/persons/per-kudsk\(fc5d4145-09d5-4126-9a75-3a9f449d963d\)/publications/reduced-herbicide-rates-present-and-future\(b5c9c96d-446c-4ebb-bcfb-f9ab789e1f3e\).html](https://pure.au.dk/portal/da/persons/per-kudsk(fc5d4145-09d5-4126-9a75-3a9f449d963d)/publications/reduced-herbicide-rates-present-and-future(b5c9c96d-446c-4ebb-bcfb-f9ab789e1f3e).html) [16.02.2021].

Kudsk, P/J C Streibig (2003): Herbicides- a two-edged sword*, in: *Wiley Online Library*, [online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-3180.2003.00328.x> [07.01.2021].

Lamichhane, Jay Ram/Yann Devos/Hugh J. Beckie/Micheal D. K. Owen/Pascal Tillie/Antoine Messéan/Per Kudsk (2016): Integrated weed management systems with herbicide-tolerant crops in the European Union: lessons learnt from home and abroad, in: *Taylor & Francis*, [online] <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07388551.2016.1180588?scroll=top&needAccess=true> [07.01.2021].

Leitunkräuter im Getreide (2020): in: *LfL*, [online] <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/131212/index.php> [11.02.2021].

LK Niedersachsen (o. J.): Wirkstoffgruppen nach HRAC und Wirkmechanismen, in: *DLG-Mitteilungen*, [online] <https://www.dlg-mitteilungen.de/fileadmin/img/content/Ergaenzungen/2015/Wirkstoffwechsel.pdf> [06.03.2021].

Llewellyn, Rick/Robert K. Lindner/David J. Pannell/Stephen B. Powles (2007): Herbicide resistance and the adoption of integrated weed management by Western Australian grain growers, in: *Wiley Online Library*, [online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1574-0862.2007.00182.x> [10.01.2021].

de Mol, Friederike/Robert Fritzsche/Bärbel Gerowitt (2014b): DSSHerbicide: Feldversuche zur Unkrautbekämpfung im Winterweizen – was bringt der Einsatz eines Entscheidungshilfesystems? in: *ojs.openagrarg.de*, [online] <https://ojs.openagrarg.de/index.php/JKA/article/view/2890/3087> [05.01.2021].

Montull, J.M./Mette Sønderskov/Per Rydahl/O. M. Boejer (2014): Four years validation of decision support optimising herbicide dose in cereals under Spanish conditions, in: *researchgate*, [online] https://www.researchgate.net/publication/263893394_Four_years_validation_of_decision_support_optimising_herbicide_dose_in_cereals_under_Spanish_conditions [02.02.2021].

MyAGRAR Onlineshop | Saatgut und Pflanzenschutz für landwirtschaftliche Unternehmen (2020): in: *myAGRAR*, [online] https://www.myagrار.de/?gclid=CjwKCAiA65iBBhBEiwAW253W8c9OFmLugzTs2i3yjDiklhLNWopLLwjIPng-gKPcXYOmCGdH5_mxZxoCDJUQAvD_BwE [12.02.2021].

NAP-Pflanzenschutz (2020): NAP-Pflanzenschutz: Hintergründe zur Richtlinie 2009/128/EG, in: *NAP-Pflanzenschutz*, [online] <https://www.nap-pflanzenschutz.de/ueber-den-aktionsplan/rechtliche-regelungen/europaeische-regelungen/hintergruende-zur-richtlinie-2009128eg/> [09.01.2021].

Pallutt, B. (1994): Einfluß des Saattermines auf Verunkrautung und Ertrag von Winterweizen | Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, in: *ojs.openagrار*, [online] <https://ojs.openagrار.de/index.php/NachrichtenblattDPD/article/view/8007/0> [17.02.2021].

Pallutt, Bernhard (2004): Organic Eprints - Unkrautunterdrückung und -bekämpfung durch Fruchtfolgegestaltung, Bodenbearbeitung, Aussaatzeit, Saatmenge und Stickstoffversorgung, in: *Organic Eprints*, [online] <https://orgprints.org/2529/> [17.02.2021].

R.Chantre, Guillermo/José González Andujar (2020): Decision Support Systems for Weed Management | Guillermo R. Chantre | Springer, in: *Springer*, [online]

<https://www.springer.com/gp/book/9783030444013> [09.01.2021].

Roßberg, Dietmar/Gutsche Volkmar/Enzian Siegfried/Wick Mario (2002): NEPTUN 2000 -

Erhebung von Daten zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel

im Ackerbau Deutschlands, in: *Open Agrar*, [online] https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00063420 [19.01.2021].

Rydahl, Per/EFPP (o. J.): A generic DSS for Weed control, in: *EFPP*, [online]

https://www.efpp.net/IPM2/Program%20for%20web%20site/Tuesday%20session%203/06_Rydahl_IPM%202%200.pdf [16.02.2021].

Rydahl, P./N. P. Jensen/M. Dyrmann/P. H. Nielsen/R. N. Jørgensen (2017): RoboWeedSup-

port - Presentation of a cloud based system bridging the gap between in-field

weed inspections and decision support systems | Advances in Animal Biosciences,

in: *Cambridge Core*, [online] [https://www.cambridge.org/core/journals/advances-](https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-animal-biosciences/article/abs/roboweedsupport-presentation-of-a-cloud-based-system-bridging-the-gap-between-infield-weed-inspections-and-decision-support-systems/B2C6636D36AEE2D29C501D2F456DB052#article)

[in-animal-biosciences/article/abs/roboweedsupport-presentation-of-a-cloud-](https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-animal-biosciences/article/abs/roboweedsupport-presentation-of-a-cloud-based-system-bridging-the-gap-between-infield-weed-inspections-and-decision-support-systems/B2C6636D36AEE2D29C501D2F456DB052#article)

[based-system-bridging-the-gap-between-infield-weed-inspections-and-decision-](https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-animal-biosciences/article/abs/roboweedsupport-presentation-of-a-cloud-based-system-bridging-the-gap-between-infield-weed-inspections-and-decision-support-systems/B2C6636D36AEE2D29C501D2F456DB052#article)

[support-systems/B2C6636D36AEE2D29C501D2F456DB052#article](https://www.cambridge.org/core/journals/advances-in-animal-biosciences/article/abs/roboweedsupport-presentation-of-a-cloud-based-system-bridging-the-gap-between-infield-weed-inspections-and-decision-support-systems/B2C6636D36AEE2D29C501D2F456DB052#article) [06.01.2021].

Schwarz, Jürgen/Bernhard Palutt (2014): Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Entwick-

lung der Verunkrautung in einem Dauerfeldversuch | Julius-Kühn-Archiv, in: *ojs.o-*

penagrar/JKA, [online] <https://ojs.openagrar.de/index.php/JKA/article/view/2859>

[17.02.2021].

Sefzat, David/Friederike de Mol/Baerbel Gerowitt (2014): DSSHerbicide: Herbicide field trials in winter wheat. How to come to a decision, in: *ResearchGate*, [online] https://www.researchgate.net/publication/307761031_DSSHerbicide_Herbicide_field_trials_in_winter_wheat_How_to_come_to_a_decision [21.02.2021].

Shaner, Dale/Hugh J. Hugh J Beckie (2013): The future for weed control and technology, in: *Wiley Online Library*, [online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.3706> [06.01.2021].

Sønderskov, Mette/Per Kudsk/Solvejg K. Mathiassen/Ole M. Bøjer/Per Rydahl (2014): Decision Support System for Optimized Herbicide Dose in Spring Barley, in: *bioone*, [online] <https://bioone.org/journals/Weed-Technology/volume-28/issue-1/WT-D-13-00085.1/Decision-Support-System-for-Optimized-Herbicide-Dose-in-Spring-Barley/10.1614/WT-D-13-00085.1.short> [08.01.2021].

Sønderskov, Mette/Per Rydahl/Ole M. Bøjer/Jens Erik Jensen/Per Kudsk (2016): Crop Protection Online—Weeds: A Case Study for Agricultural Decision S, in: *SpringerLink*, [online] https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-43916-7_13 [02.02.2021].

Streibig, Jens/Per Kudsk/Jens E. Jensen (1999): A general joint action model for herbicide mixtures, in: *Wiley Online Library*, [online] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/%28SICI%291096-9063%28199805%2953%3A1%3C21%3A%3AAID-PS748%3E3.0.CO%3B2-L> [16.02.2021].

Ulber, Lena/DLG- Ausschuss für Pflanzenschutz/Klaus Gehring (2018): Resistenzmanagement im Ackerbau - Herbizidresistenz - DLG-Merkblatt 432, in: *DLG*, [online]
<https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/pflanzenbau/ackerbau/dlg-merkblatt-432> [18.02.2021].

Ulber, Lena/E. Svoboda/B. Jaser/F.G. Felsenstein/Peter Zwirger (2012): Deutschlandweites Monitoring zur ALS-Resistenz bei Kamille-Arten, in: *openagrar*, [online]
https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00010533 [05.02.2021].

Anhang

Anhang 1 Anlegen der Kontrollfenster per Teilbreitenabschaltung

mit der FeldspritzeA-3

Anhang 2 Markierte 10x10m KontrollfensterA-3

Anhang 3 Unkrauterfassung Frühsaat Fläche AA-4

Anhang 4 Unkrauterfassung bei Spätsaat Fläche B.....A-4

Anhang 5 Wirkungsbonitur bei Frühsaat Fläche A im DSS-Streifen.....A-5

Anhang 6 Wirkungsbonitur bei Frühsaat Fläche A im Betriebs- StreifenA-5

Anhang 7 Wirkungsbonitur bei Spätsaat Fläche B im DSS-StreifenA-6

Anhang 8 Wirkungsbonitur bei Spätsaat Fläche B im Betriebs-Streifen.....A-6

Anhang 9 Empfohlene Herbizide DSS-IWM Fläche A, Quelle: ISIP/DSS-IWM.....A-7

Anhang 10 Empfohlene Herbizide DSS-IWM Fläche B, Quelle: ISIP/DSS-IWM.....A-7

Anhang 11 Ergebnisse DSS-IWM bei Fläche A, Quelle: ISIP/DSS-IWMA-8

Anhang 12 Ergebnisse DSS-IWM bei Fläche B, Quelle: ISIP/ DSS-IWMA-8

Anhang 13 Bonitur Unkrauterfassung Termin 1 auf Fläche A.....A-9

Anhang 14 Bonitur Unkrauterfassung Termin 1 auf Fläche B.....A-9

Anhang 15 1. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche AA-10

Anhang 16 2. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche AA-11

Anhang 17 1. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche B.....A-12

Anhang 18 2. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche B.....A-13

Anhang 19 1. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche A.....A-14

Anhang 20 2. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche A.....A-14

Anhang 21 1. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche B.....A-15

Anhang 22 2. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche B.....A-15

Anhang 23 Mittlere Wirkungsgrade Fläche AA-16

Anhang 24 Mittlere Wirkungsgrade Fläche BA-16



Anhang 1 Anlegen der Kontrollfenster per Teilbreitenabschaltung mit der Feldspritze



Anhang 2 Markierte 10x10m Kontrollfenster



Anhang 3 Unkrauterfassung Frühsaat Fläche A



Anhang 4 Unkrauterfassung bei Spätsaat Fläche B



Anhang 5 Wirkungsbonitur bei Frühsaat Fläche A im DSS-Streifen



Anhang 6 Wirkungsbonitur bei Frühsaat Fläche A im Betriebs- Streifen



Anhang 7 Wirkungsbonitur bei Spätsaat Fläche B im DSS-Streifen



Anhang 8 Wirkungsbonitur bei Spätsaat Fläche B im Betriebs-Streifen

▼ Basisdaten
▼ Beratung
Herold SC (0.08 L) + Trinity (2 L)
POINTER SX (19.3 G) + Malibu (2.5 L)
POINTER SX (14.4 G) + Trinity (1 L)
Profil
Tankmischung
Überblick

Anhang 9 Empfohlene Herbizide DSS-IWM Fläche A, Quelle: ISIP/DSS-IWM

▼ Basisdaten
▼ Beratung
POINTER SX (30 G) + Herold SC (0.04 L)
AXIAL 50 (0.75 L) + POINTER SX (30 G)
Alliance (4.4 Kg) + POINTER SX (30 G)
Lentipur 700 (0.7 L) + POINTER SX (30 G)
POINTER SX (30 G) + PRIMUS (0.052 L)
PRIMUS (0.007 L) + Herold SC (0.37 L)
POINTER SX (30 G) + Malibu (0.3 L)
POINTER SX (30 G) + Trinity (0.1 L)
AXIAL 50 (0.9 L) + Alliance (52.7 Kg)
Zypar (0.75 L) + Alliance (44.5 Kg)
Zypar (0.75 L) + Alliance (44.5 Kg)
AXIAL 50 (0.9 L) + Alliance (52.7 Kg)
Herold SC (0.49 L)
Carmina 640 (2.9 L)
Alliance (62.3 Kg)
Profil
Tankmischung
Überblick

Anhang 10 Empfohlene Herbizide DSS-IWM Fläche B, Quelle: ISIP/DSS-IWM

Basisdaten > Beratung > POINTER SX (19.3 G) + Malibu (2.5 L)

Basisdaten			
Kulturart	Weizen, sicher (im Test)		
Saison	Herbst		
Entwicklungsstadium	13.3. Laubblatt entfaltet		
Trockenstress	Keiner		
Temperature	2 °C - 10 °C		
Find lowest	Kosten (Price)		
Kamille, Arten, res. Risiko (B)	0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 91%		
Kornblume	0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 91%		
Labkraut, Kletten-	0-2 Laubblätter, 1/2 - 1 Pfl/m2, 70%		
Mohn, Klatsch-, res. Risiko (B)	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%		
Ochsenzunge, Acker-	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%		
Raps, Ausfall-	0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 90%		
Produkte			
POINTER SX			
Handelsname	POINTER SX		
Dosis / ha	19.3		
Max. Dosis / ha	30.0		
Einheit	G		
Preis (€/ha)	9.64		
Wirkmechanismus	B*		
Malibu			
Unkräuter			
Unkrautname	Erwarteter Effekt (%)	Gewünschter Effekt (S)	Ausreichender Effekt nach IPM (%)
Labkraut, Kletten-	75.0	70.0	70.0
Kornblume	91.0	91.0	91.0
Raps, Ausfall-	98.0	90.0	90.0
Mohn, Klatsch-	98.0	85.0	85.0
Kamille, Arten	95.0	91.0	91.0
Ochsenzunge, Acker-	87.0	87.0	87.0

Anhang 11 Ergebnisse DSS-IWM bei Fläche A, Quelle: ISIP/DSS-IWM

basisdaten > Beratung > POINTER SX (30 G) + Trinity (0.1 L)

Basisdaten			
Kulturart	Weizen, sicher (im Test)		
Saison	Herbst		
Entwicklungsstadium	13.3. Laubblatt entfaltet		
Trockenstress	Keiner		
Temperature	1 °C - 10 °C		
Find lowest	Kosten (Price)		
Gänsefuß, Weißer, res. Risiko (B,CT)	0-2 Laubblätter, 1/2 - 1 Pfl/m2, 0%		
Kamille, Arten, res. Risiko (B)	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 75%		
Kornblume	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 75%		
Mohn, Klatsch-, res. Risiko (B)	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%		
Raps, Ausfall-	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%		
Stiefmütterchen, Acker-	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%		
Produkte			
POINTER SX			
Handelsname	POINTER SX		
Dosis / ha	30.0		
Max. Dosis / ha	30.0		
Einheit	G		
Preis (€/ha)	14.95		
Wirkmechanismus	B*		
Trinity			
Unkräuter			
Unkrautname	Erwarteter Effekt (%)	Gewünschter Effekt (S)	Ausreichender Effekt nach IPM (%)
Kornblume	92.0	75.0	75.0
Raps, Ausfall-	97.0	85.0	85.0
Stiefmütterchen, Acker-	87.0	87.0	87.0
Mohn, Klatsch-	95.0	85.0	85.0
Kamille, Arten	95.0	75.0	75.0

Anhang 12 Ergebnisse DSS-IWM bei Fläche B, Quelle: ISIP/ DSS-IWM

Anhang

Schenkel	Unkrautarten	Anzahl Blätter	Wurf 1	Wurf 2	Wurf 3	Wurf 4	Wurf 5	Wurf 6	Wurf 7	Wurf 8	Wurf 9	Wurf 10	Mittelmert Pfl./m²
1	Ochsenzunge	0-2	8	0	0	2	10	0	0	0	0	0	20,0
	Kornblume	0-2	7	20	30	9	0	14	5	0	10	40	135,0
	Kamille	0-2	50	2	4	100	20	0	1	2	0	2	181,0
	Ausfallraps	0-2	0	0	0	0	1	1	0	2	2	12	18,0
	Klatschmohn	0-2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	8,0
	Klettenlabkraut	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2	Ochsenzunge	0-2	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	5,0
	Kornblume	0-2	14	0	12	1	8	30	40	100	4	10	219,0
	Kamille	0-2	2	0	0	1	0	11	40	40	0	0	94,0
	Ausfallraps	0-2	3	2	4	1	2	1	0	0	0	2	15,0
	Klatschmohn	0-2	4	0	2	1	3	10	20	5	1	0	46,0
	Klettenlabkraut	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3	Ochsenzunge	0-2	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	6,0
	Kornblume	0-2	4	0	0	0	0	1	2	0	0	0	7,0
	Kamille	0-2	0	2	4	100	3	0	0	3	1	2	115,0
	Ausfallraps	0-2	2	4	2	2	1	1	0	3	0	0	15,0
	Klatschmohn	0-2	5	2	0	5	9	0	10	6	1	2	40,0
	Klettenlabkraut	0-2	1	0	2	0	0	0	2	1	0	0	6,0
4	Ochsenzunge	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	16,0
	Kornblume	0-2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1,0
	Kamille	0-2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,0
	Ausfallraps	0-2	0	0	0	1	0	0	5	5	2	0	13,0
	Klatschmohn	0-2	2		4	1	1	2	1	6	12	24	58,9
	Klettenlabkraut	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0

Anhang 13 Bonitur Unkrauterfassung Termin 1 auf Fläche A

Schenkel	Unkrautarten	Anzahl Blätter	Wurf 1	Wurf 2	Wurf 3	Wurf 4	Wurf 5	Wurf 6	Wurf 7	Wurf 8	Wurf 9	Wurf 10	Mittelmert Pfl./m²
1	Gänsefuß	0-2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2,0
	Klatschmohn	0-2	2	1	1	0	1	1	4	0	1	1	12,0
	Ausfall Raps	0-2	3	1	4	2	3	1	0	1	0	3	18,0
	Acker-Stiefmütterchen	0-2	4	0	3	6	3	14	2	0	0	0	32,0
	Kamille	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1,0
	Kornblume	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2	Gänsefuß	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	Klatschmohn	0-2	1	1	2	0	1	7	11	8	4	12	47,0
	Ausfall Raps	0-2	3	3	1	3	1	0	1	2	0	2	16,0
	Acker-Stiefmütterchen	0-2	0	0	1	2	2	0	2	5	5	3	20,0
	Kamille	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4,0
	Kornblume	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3	Gänsefuß	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
	Klatschmohn	0-2	5	15	4	0	3	2	0	0	1	0	30,0
	Ausfall Raps	0-2	0	0	1	3	4	11	3	1	2	0	25,0
	Acker-Stiefmütterchen	0-2	3	3	5	9	4	2	0	2	1	3	32,0
	Kamille	0-2	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	5,0
	Kornblume	0-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
4	Gänsefuß	0-2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3,0
	Klatschmohn	0-2	3	0	0	1	0	2	2	3	8	14	33,0
	Ausfall Raps	0-2	2	2	2	2	0	3	2	0	2	2	17,0
	Acker-Stiefmütterchen	0-2	2	2	1	1	2	0	2	3	2	5	20,0
	Kamille	0-2	0	0	0	0	0	3	2	5	2	2	14,0
	Kornblume	0-2	0	0	0	0	0	2	2	0	3	2	9,0

Anhang 14 Bonitur Unkrauterfassung Termin 1 auf Fläche B

Anhang

Streifen	Variante	Unkrautarten	Wurf 1	Wurf 2	Wurf 3	Wurf 4	Wurf 5	Wurf 6	Wurf 7	Wurf 8	Wurf 9	Wurf 10	DG Mittelwert
1 DSS	Ochsenzunge		2	5	0	5	5	0	10	0	1	0	2,8
1 DSS	Kamille		0	1	0	1	0	3	0	0	0	1	0,6
1 DSS	Mohn		0	0	0	0	0	5	1	5	10	0	2,1
1 DSS	Ackerstiefmütterchen		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,1
1 DSS	Kornblume		0	0	0	0	0	5	1	5	5	0	1,6
1 DSS	Ausfallraps		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
1 DSS_Kontrolle	Ochsenzunge		20	5	10	10	5	5	15	20	0	15	10,5
1 DSS_Kontrolle	Kamille		5	15	20	50	50	40	5	20	60	20	28,5
1 DSS_Kontrolle	Mohn		0	0	10	30	30	20	15	1	20	15	14,1
1 DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen		10	10	0	0	15	15	5	10	0	10	7,5
1 DSS_Kontrolle	Kornblume		0	10	0	5	10	0	0	1	0	10	3,6
1 DSS_Kontrolle	Ausfallraps		0	0	20	20	0	0	20	0	50	0	11,0
2 Betrieb	Ochsenzunge		0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0,7
2 Betrieb	Kamille		1	2	10	2	0	1	0	0	0	0	1,6
2 Betrieb	Mohn		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2 Betrieb	Ackerstiefmütterchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
2 Betrieb	Kornblume		0	0	0	5	0	0	0	5	3	5	1,8
2 Betrieb	Ausfallraps		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,1
2 B_Kontrolle	Ochsenzunge		0	0	0	20	0	20	10	0	0	20	7,0
2 B_Kontrolle	Kamille		20	3	20	10	30	5	15	20	20	0	14,3
2 B_Kontrolle	Mohn		0	5	0	5	5	10	20	15	10	10	8,0
2 B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen		5	0	1	0	10	15	0	0	0	5	3,6
2 B_Kontrolle	Kornblume		20	20	0	10	5	0	5	0	0	10	7,0
2 B_Kontrolle	Ausfallraps		0	15	5	5	5	0	0	0	20	5	5,5
2 B_Kontrolle	Weg-Rauke		5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1,0
3 DSS	Ochsenzunge		0	0	3	0	5	0	0	0	0	0	0,8
3 DSS	Kamille		0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0,3
3 DSS	Mohn		0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0,4
3 DSS	Ackerstiefmütterchen		0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0,5
3 DSS	Kornblume		5	5	3	2	0	0	5	0	0	0	2,0
3 DSS	Ausfallraps		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3 DSS	Weg-Rauke		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3 DSS_Kontrolle	Ochsenzunge		0	5	3	3	5	5	0	10	20	0	5,1
3 DSS_Kontrolle	Kamille		0	5	0	10	0	3	5	0	0	5	2,8
3 DSS_Kontrolle	Mohn		0	10	0	0	10	0	10	10	5	5	5,0
3 DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
3 DSS_Kontrolle	Kornblume		10	0	5	0	0	0	5	0	0	0	2,0
3 DSS_Kontrolle	Ausfallraps		0	0	5	0	10	5	0	0	5	5	3,0
3 DSS_Kontrolle	Weg-Rauke		20	0	10	10	10	0	0	5	5	5	6,0
4 Betrieb	Ochsenzunge		0	0	1	0	0	1	0	3	5	0	1,0
4 Betrieb	Kamille		0	0	2	0	2	5	0	2	0	5	1,6
4 Betrieb	Mohn		0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0,5
4 Betrieb	Ackerstiefmütterchen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
4 Betrieb	Kornblume		0	1	0	3	0	0	2	5	3	3	1,7
4 Betrieb	Ausfallraps		0	3	0	0	1	0	0	0	5	3	1,2
4 Betrieb	Weg-Rauke		0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0,6
4 B_Kontrolle	Ochsenzunge		0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0,5
4 B_Kontrolle	Kamille		0	10	0	10	5	5	5	5	0	15	5,5
4 B_Kontrolle	Mohn		5	0	0	10	5	0	10	0	5	0	3,5
4 B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen		0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0,3
4 B_Kontrolle	Kornblume		10	5	0	0	10	10	15	0	5	10	6,5
4 B_Kontrolle	Ausfallraps		5	0	30	30	0	5	0	30	25	10	13,5
4 B_Kontrolle	Weg-Rauke		20	20	10	5	10	0	30	5	5	15	12,0

Anhang 15 1. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche A

Anhang

5	DSS	Ochsenzunge	2	0	0	1	3	2	0	0	1	2	1,1
5	DSS	Kamille	0	0	0	0	3	1	0	0	0	3	0,7
5	DSS	Mohn	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	0,5
5	DSS	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
5	DSS	Kornblume	1	5	3	5	5	3	3	0	0	2	2,7
5	DSS	Ausfallraps	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,1
5	DSS	Weg-Rauke	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0,5
5	DSS_Kontrolle	Ochsenzunge	0	5	0	0	3	0	0	5	0	0	1,3
5	DSS_Kontrolle	Kamille	10	5	15	10	15	0	5	5	0	10	7,5
5	DSS_Kontrolle	Mohn	0	10	0	0	0	0	10	0	10	0	3,0
5	DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
5	DSS_Kontrolle	Kornblume	15	15	5	30	15	15	20	20	10	10	15,5
5	DSS_Kontrolle	Ausfallraps	0	5	0	0	0	5	0	0	10	0	2,0
5	DSS_Kontrolle	Weg-Rauke	20	30	20	5	0	20	10	10	10	10	13,5
6	Betrieb	Ochsenzunge	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0,3
6	Betrieb	Kamille	1	1	2	5	0	3	5	2	0	0	1,9
6	Betrieb	Mohn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1
6	Betrieb	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
6	Betrieb	Kornblume	0	0	0	0	0	1	0	3	5	0	0,9
6	Betrieb	Ausfallraps	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
6	Betrieb	Weg-Rauke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
6	B_Kontrolle	Ochsenzunge	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	1,0
6	B_Kontrolle	Kamille	5	5	15	0	20	0	15	5	5	10	8,0
6	B_Kontrolle	Mohn	5	5	10	10	10	5	15	0	0	10	7,0
6	B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
6	B_Kontrolle	Kornblume	0	5	0	0	0	10	10	0	0	0	2,5
6	B_Kontrolle	Ausfallraps	5	0	0	5	0	0	0	20	0	15	4,5
6	B_Kontrolle	Weg-Rauke	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	1,0
7	DSS	Ochsenzunge	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0,4
7	DSS	Kamille	0	0	1	3	0	0	0	1	1	1	0,7
7	DSS	Mohn	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0,2
7	DSS	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
7	DSS	Kornblume	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1,0
7	DSS	Ausfallraps	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0,4
7	DSS	Weg-Rauke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
7	DSS_Kontrolle	Ochsenzunge	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0,5
7	DSS_Kontrolle	Kamille	0	30	15	15	5	5	5	20	0	0	9,5
7	DSS_Kontrolle	Mohn	3	5	5	5	5	15	5	0	0	0	4,3
7	DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0,4
7	DSS_Kontrolle	Kornblume	5	0	0	0	0	0	0	0	5	0	1,0
7	DSS_Kontrolle	Ausfallraps	5	0	0	5	0	5	0	0	0	0	1,5
7	DSS_Kontrolle	Weg-Rauke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
8	Betrieb	Ochsenzunge	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,4
8	Betrieb	Kamille	0	1	1	0	3	0	0	2	5	1	1,3
8	Betrieb	Mohn	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0,3
8	Betrieb	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,1
8	Betrieb	Kornblume	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0,2
8	Betrieb	Ausfallraps	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,1
8	Betrieb	Weg-Rauke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
8	B_Kontrolle	Ochsenzunge	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0,5
8	B_Kontrolle	Kamille	5	10	10	3	0	0	5	15	5	10	6,3
8	B_Kontrolle	Mohn	0	5	0	0	0	0	0	0	10	0	1,5
8	B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	1	0	0	0	5	0	0	0	0	5	1,1
8	B_Kontrolle	Kornblume	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1,0
8	B_Kontrolle	Ausfallraps	5	0	5	10	5	0	0	0	0	0	2,5
8	B_Kontrolle	Weg-Rauke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0

Anhang 16 2. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche A

Anhang

Streifen	Variante	Unkrautarten	Wurf 1	Wurf 2	Wurf 3	Wurf 4	Wurf 5	Wurf 6	Wurf 7	Wurf 8	Wurf 9	Wurf 10	DG Mittelwert
1	DSS	Ausfallraps	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0,4
1	DSS	Mohn	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0,2
1	DSS	Gänsefuß	0	0	0	1	0	2	0	5	0	0	0,8
1	DSS	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0,2
1	DSS	Kamille	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0,1
1	DSS	Kornblume	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0,3
1	DSS_Kontrolle	Ausfallraps	5	0	6	0	10	15	10	5	0	0	5,1
1	DSS_Kontrolle	Mohn	0	0	1	5	0	0	3	0	3	0	1,2
1	DSS_Kontrolle	Gänsefuß	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0,5
1	DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	2	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0,9
1	DSS_Kontrolle	Kamille	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0,6
1	DSS_Kontrolle	Kornblume	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	1
2	Betrieb	Ausfallraps	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,1
2	Betrieb	Mohn	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,2
2	Betrieb	Gänsefuß	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0,3
2	Betrieb	Ackerstiefmütterchen	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,2
2	Betrieb	Kamille	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0,3
2	Betrieb	Kornblume	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0,5
2	B_Kontrolle	Ausfallraps	3	0	0	5	8	5	5	0	10	1	3,7
2	B_Kontrolle	Mohn	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0,4
2	B_Kontrolle	Gänsefuß	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0,5
2	B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	0	2	0	0	0	2	0	0	5	0	0,9
2	B_Kontrolle	Kamille	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2	0,6
2	B_Kontrolle	Kornblume	3	0	0	5	0	0	0	5	5	5	2,3
3	DSS	Ausfallraps	0	0	2	1	1	0	2	0	0	1	0,7
3	DSS	Mohn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	DSS	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	DSS	Ackerstiefmütterchen	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0,2
3	DSS	Kamille	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0,1
3	DSS	Kornblume	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9
3	DSS_Kontrolle	Ausfallraps	5	3	0	0	0	5	3	0	0	0	1,6
3	DSS_Kontrolle	Mohn	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0,6
3	DSS_Kontrolle	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0,9
3	DSS_Kontrolle	Kamille	0	0	2	0	4	0	0	0	3	0	0,9
3	DSS_Kontrolle	Kornblume	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5	1
4	Betrieb	Ausfallraps	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,1
4	Betrieb	Mohn	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0,2
4	Betrieb	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0,2
4	Betrieb	Ackerstiefmütterchen	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0,3
4	Betrieb	Kamille	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0,2
4	Betrieb	Kornblume	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0,4
4	B_Kontrolle	Ausfallraps	0	5	0	5	10	5	0	0	5	0	3
4	B_Kontrolle	Mohn	3	0	0	2	4	0	0	0	0	3	1,2
4	B_Kontrolle	Gänsefuß	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0,4
4	B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	0	0	5	3	0	3	0	0	0	3	1,4
4	B_Kontrolle	Kamille	3	0	0	0	0	0	5	0	0	4	1,2
4	B_Kontrolle	Kornblume	0	0	0	5	0	5	5	5	5	5	3

Anhang 17 1. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche B

Anhang

5	DSS	Ausfallraps	0	2	0	0	1	0	0	2	0	1	0,6
5	DSS	Mohn	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,2
5	DSS	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0,3
5	DSS	Ackerstiefmütterchen	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0,4
5	DSS	Kamille	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0,3
5	DSS	Kornblume	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	DSS_Kontrolle	Ausfallraps	3	6	2	3	5	3	0	2	0	0	2,4
5	DSS_Kontrolle	Mohn	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0,3
5	DSS_Kontrolle	Gänsefuß	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0,4
5	DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	3	4	2	3	0	2	0	0	3	0	1,7
5	DSS_Kontrolle	Kamille	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0,6
5	DSS_Kontrolle	Kornblume	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,2
6	Betrieb	Ausfallraps	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,1
6	Betrieb	Mohn	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0,1
6	Betrieb	Gänsefuß	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0,4
6	Betrieb	Ackerstiefmütterchen	1	0	1	0	0	0	2	0	0	2	0,6
6	Betrieb	Kamille	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,2
6	Betrieb	Kornblume	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0,5
6	B_Kontrolle	Ausfallraps	5	5	5	0	5	0	5	3	0	5	3,3
6	B_Kontrolle	Mohn	0	0	0	0	2	3	3	0	2	0	1
6	B_Kontrolle	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	2	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0,8
6	B_Kontrolle	Kamille	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0,7
6	B_Kontrolle	Kornblume	0	0	0	2	0	2	5	2	10	10	3,1
7	DSS	Ausfallraps	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0,4
7	DSS	Mohn	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0,2
7	DSS	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	DSS	Ackerstiefmütterchen	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0,3
7	DSS	Kamille	0	1	2	0	0	0	0	2	1	1	0,7
7	DSS	Kornblume	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,1
7	DSS_Kontrolle	Ausfallraps	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0,5
7	DSS_Kontrolle	Mohn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,3
7	DSS_Kontrolle	Gänsefuß	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
7	DSS_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	0	0	2	0	5	0	0	0	0	3	1
7	DSS_Kontrolle	Kamille	0	2	0	5	0	0	5	0	0	2	1,4
7	DSS_Kontrolle	Kornblume	0	0	3	0	0	4	0	3	0	0	1
8	Betrieb	Ausfallraps	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0,1
8	Betrieb	Mohn	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,2
8	Betrieb	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	Betrieb	Ackerstiefmütterchen	1	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0,5
8	Betrieb	Kamille	1	2	0	1	0	3	0	2	1	0	1
8	Betrieb	Kornblume	0	0	3	0	3	0	0	0	2	5	1,3
8	B_Kontrolle	Ausfallraps	4	4	0	0	0	0	0	0	3	2	1,3
8	B_Kontrolle	Mohn	3	3	0	1	1	0	2	1	0	0	1,1
8	B_Kontrolle	Gänsefuß	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,1
8	B_Kontrolle	Ackerstiefmütterchen	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	0,7
8	B_Kontrolle	Kamille	0	0	5	3	4	0	0	5	5	5	2,7
8	B_Kontrolle	Kornblume	0	5	0	3	0	5	0	0	0	0	1,3

Anhang 18 2. Abschnitt Wirkungsbonitur Fläche B

Anhang

Arten		Ochsenzunge		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Kamille		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Mohn		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Ackerstiefmütterchen		WG 1-DG behandelt/ DG unbehandelt
Streifen		DG Ø	DG*(Blockweise)		DG Ø	DG*(Blockweise)		DG Ø	DG*(Blockweise)		DG Ø	DG*(Blockweise)	
1	DSS	2,8			0,6			2,1			0,1		
1	K	10,5		73%	28,5		98%	14,1		85%	7,5		99%
2	Betrieb	0,7			1,6			0,0			0,0		
2	K	7,0	8,8	92%	14,3	21,4	93%	8,0	11,1	100%	3,6	5,6	100%
3	DSS	0,8			0,3			0,4			0,5		
3	K	5,1	7,5	89%	2,8	15,2	98%	5,0	9,0	96%	0,0	3,7	86%
4	Betrieb	1,0			1,6			0,5			0,0		
4	K	0,5	5,8	83%	1,6	11,8	86%	3,5	7,7	93%	0,3	2,9	100%
5	DSS	1,1			0,7			0,5			0,0		
5	K	1,3	4,9	77%	7,5	10,9	94%	3,0	6,7	93%	0,0	2,3	100%
6	Betrieb	0,3			1,9			0,1			0,0		
6	K	1,0	4,2	93%	8,0	10,5	82%	7,0	6,8	99%	0,3	2,0	100%
7	DSS	0,4			0,7			0,2			0,0		
7	K	0,5	3,7	89%	9,5	10,3	93%	4,3	6,4	97%	0,4	1,7	100%
8	Betrieb	0,4			1,3			0,3			0,1		
8	K	0,5	3,3	88%	6,3	9,8	87%	1,5	5,8	95%	1,1	1,7	94%

Anhang 19 1. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche A

Arten		Kornblume		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Ausfallraps		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Weg-Rauke		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt
Streifen		DG Ø	DG*(Blockweise)		DG Ø	DG*(Blockweise)		DG Ø	DG*(Blockweise)	
1	DSS	1,6			0,0			0,0		
1	K	3,6		55,56%	11,0		100,00%	0,0		
2	Betrieb	1,8			0,1			0,0		
2	K	7,0	5,3	66,04%	5,5	8,3	98,79%	1,0	0,5	100,00%
3	DSS	2,0			0,0			0,0		
3	K	2,0	4,2	52,38%	3,0	6,5	100,00%	6,0	2,3	100,00%
4	Betrieb	1,7			1,2			0,6		
4	K	6,5	4,8	64,40%	13,5	8,3	85,45%	12,0	4,8	87,37%
5	DSS	2,7			0,1			0,5		
5	K	15,5	6,9	60,98%	2,0	7,0	98,57%	13,5	6,5	92,31%
6	Betrieb	0,9			0,0			0,0		
6	K	2,5	6,2	85,44%	4,5	6,6	100,00%	1,0	5,6	100,00%
7	DSS	1,0			0,4			0,0		
7	K	1,0	5,4	81,63%	1,5	5,9	93,17%	0,0	4,8	100,00%
8	Betrieb	0,2			0,1			0,0		
8	K	1,0	4,9	95,91%	2,5	5,4	98,16%	0,0	4,2	100,00%

Anhang 20 2. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche A

Anhang

Arten	Ausfallraps		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Mohn		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Gänsefuß		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt
	DG Ø	DG *(Blockweise)		DG Ø	DG *(Blockweise)		DG Ø	DG *(Blockweise)	
1 DSS	0,4		92%	0,2		83%	0,8		-60%
1 K	5,1			1,2			0,5		
2 Betrieb	0,1		98%	0,2		75%	0,3		40%
2 K	3,7	4,4		0,4	0,8		0,5	0,5	
3 DSS	0,7		80%	0,0		100%	0,0		100%
3 K	1,6	3,5		0,6	0,7		0,0	0,3	
4 Betrieb	0,1		97%	0,2		76%	0,2		43%
4 K	3,0	3,4		1,2	0,9		0,4	0,4	
5 DSS	0,6		81%	0,2		73%	0,3		17%
5 K	2,4	3,2		0,3	0,7		0,4	0,4	
6 Betrieb	0,1		97%	0,1		87%	0,4		-33%
6 K	3,3	3,2		1,0	0,8		0,0	0,3	
7 DSS	0,4		86%	0,2		72%	0,0		100%
7 K	0,5	2,8		0,3	0,7		0,1	0,3	
8 Betrieb	0,1		96%	0,2		74%	0,0		100%
8 K	1,3	2,6		1,1	0,8		0,1	0,3	

Anhang 21 1. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche B

Arten	Ackerstiefmütterchen		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Kamille		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt	Kornblume		Wirkungsgrad 1-DG behandelt/ DG unbehandelt
	DG Ø	DG *(Blockweise)		DG Ø	DG *(Blockweise)		DG Ø	DG *(Blockweise)	
1 DSS	0		78%	0,1		83%	0,3		70%
1 K	1			0,6			1,0		
2 Betrieb	0		78%	0,3		50%	0,5		70%
2 K	1	0,9		0,6	0,6		2,3	2	
3 DSS	0		78%	0,1		86%	0,9		37%
3 K	1	0,9		0,9	0,7		1,0	1	
4 Betrieb	0		71%	0,2		76%	0,4		78%
4 K	1	1,0		1,2	0,8		3,0	2	
5 DSS	0		66%	0,3		62%	0,0		100%
5 K	2	1,2		0,6	0,8		0,2	2	
6 Betrieb	1		45%	0,7		9%	0,5		72%
6 K	1	1,1		0,7	0,8		3,1	2	
7 DSS	0		72%	0,7		18%	0,1		94%
7 K	1	1,1		1,4	0,9		1,0	2	
8 Betrieb	1		52%	1,0		8%	1,3		19%
8 K	1	1,0		2,7	1,1		1,3	2	

Anhang 22 2. Abschnitt Berechnung Wirkungsgrad Fläche B

Wirkungsgrade Mittelwert				
Streifen	Art	Wirkung DSS	DSS Zielwirkung	Wirkung Betrieb
Gesamt	Anchusa officinalis	82%	87%	89%
Gesamt	Matricaria inodora	96%	91%	87%
Gesamt	Papaver rhoeas	93%	85%	97%
Gesamt	Viola arvensis	96%	-	98%
Gesamt	Centaurea cyanus	63%	91%	78%
Gesamt	Brassica napus	98%	90%	96%
Gesamt	Sisymbrium officinale	97%	-	97%
Mittel		89%	89%	92%

Anhang 23 Mittlere Wirkungsgrade Fläche A

Wirkungsgrade Mittelwert				
Streifen	Art	Wirkung DSS	DSS Zielwirkung	Wirkung Betrieb
Gesamt	Brassica napus	85%	85%	97%
Gesamt	Papaver rhoeas	82%	85%	78%
Gesamt	Viola arvensis	73%	87%	61%
Gesamt	Matricaria inodora	62%	75%	36%
Gesamt	Centaurea cyanus	75%	75%	60%
Mittel		76%	81%	66%

Anhang 24 Mittlere Wirkungsgrade Fläche B

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Wachow, den 7.04.2021