



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften

Fachgebiet Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz

Prof. Dr. Becke Strehlow

Dipl.-Ing. Beatrice Möbius

## **Bachelorthesis**

**Anwendung des Entscheidungshilfe Systems „DSS-IWM“ für den Herbizideinsatz in  
Winterweizen**

urn:nbn:de:gbv:519-thesis 2021-0155-3

von

*Alexander Heyer*

Woldegk

06. April 2021

---

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	IV
Abkürzungsverzeichnis .....	V
<b>1 Einleitung</b> .....	1
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung .....	6
<b>2 Stand der Forschung</b> .....	7
<b>3 Material und Methoden</b> .....	15
3.1 Standort und Versuchsaufbau .....	15
3.2 Datenerhebung und Bonitur der Unkrautdichte .....	16
3.3 Anwendung „DSS-IWM“ .....	18
3.4 Datenerhebung und Wirkungsbonitur .....	24
<b>4 Ergebnisse</b> .....	25
4.1 Ergebnisse Fläche „Balliner See“ .....	25
4.2 Ergebnisse Fläche „Am Friedhof“ .....	29
<b>5 Diskussion</b> .....	34
5.1 Vergleich der Ergebnisse mit anderen wissenschaftlichen Quellen .....	34
5.2 Stärken und Schwächen von „DSS-IWM“ .....	37
<b>6 Zusammenfassung</b> .....	39
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	41
Danksagung .....	44
Eidesstattliche Erklärung .....	45

---

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich unterschiedlicher Maßnahmen zur Unkrautregulierung im Winterweizen-Auswirkungen auf den Ertrag mit Vertrauensintervallen (90%) für den paarweisen Vergleich, (Landesamt für Landwirtschaft, 2019) .....	3
Abbildung 2: Beitrag der Wirkbereiche (Herbizide etc.) zur Ertragssicherung sowie ökonomische Auswirkungen des Verzichts auf einzelne Wirkbereiche im Winterweizen, (Landesamt für Landwirtschaft, 2019) .....	4
Abbildung 3: Lage der Versuchsflächen „Am Balliner See“(Links) und „Am Friedhof“ (rechts) mit Parzelleneinteilung.....	16
Abbildung 4: Probemuster zur Bestimmung der Unkrautdichte „Balliner See“ .....	17
Abbildung 5: Probemuster zur Bestimmung der Unkrautdichte Fläche „Am Friedhof“ .....	18
Abbildung 6: Einflussfaktoren auf die Herbizidwirksamkeit, Quelle: (Sønderskov, et al., 2016).....	19
Abbildung 7: Klasseneinteilung Unkrautdichte „DSS-IWM“, Quelle: (DSS-IWM, 2021).....	20
Abbildung 8: Herbizidempfehlung „DSS-IWM“, Quelle: (DSS-IWM, 2021) .....	21
Abbildung 9: Unkrautdichte in Pflanzen/m <sup>2</sup> auf der Fläche „Balliner See“ .....	25
Abbildung 10: Herbizidempfehlung „DSS-IWM“ für die Fläche „Balliner See“, Quelle: (DSS-IWM, 2021) .....	26
Abbildung 11: Vergleich der Zielwirkung nach IPM und der Wirkung auf der Fläche „Balliner See“ .....	29
Abbildung 12: Unkrautdichte in Pflanzen/ m <sup>2</sup> auf der Fläche „Am Friedhof“ .....	30
Abbildung 13: Herbizidempfehlung "DSS-IWM" für die Fläche "Am Friedhof", Quelle: (DSS-IWM, 2021) .....	31
Abbildung 14: Vergleich der Zielwirkung nach IPM und der Wirkung auf der Fläche „Am Friedhof“ .....	33

---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:IPM Zielwirksamkeiten und unterschiedliche Dosierungen am Beispiel von Herold SC .....	22
Tabelle 2:Wirkungen einer Beispiel Tankmischung aus Herold SC und Alliance .....	23
Tabelle 3: Wirkungsgrade der einzelnen Varianten auf der Fläche „Balliner See“ .....	27
Tabelle 4: Kostenaufstellung der beiden Herbizidvarianten „Balliner See“ .....	27
Tabelle 5: Wirkungsgrade der einzelnen Varianten auf der Fläche „Am Friedhof“ .....	32
Tabelle 6: Kostenaufstellung der beiden Herbizidvarianten „Am Friedhof“ .....	32

---

## Abkürzungsverzeichnis

LALLF	Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei
BBCH	Einheitliche Codierung für das morphologische Entwicklungsstadium einer Pflanze (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und chemische Industrie)
TM	Trockenmasse
DSS	Decision Supported System
PSM	Pflanzenschutzmittel
PPO	Plant Protection Online
CPO	Crop Protection Online
MV	Mecklenburg-Vorpommern
IPM	Integrated Pest Management
BI	Behandlungsindex
POLCO	Winden-Knöterich
APESV	Gemeiner Windhalm
PAPRH	Klatsch-Mohn
CENCY	Kornblume
LYCAR	Acker-Krummhals
VIOAR	Acker-Steifmütterchen
BRSNN	Raps
VERHE	Efeublättriger Ehrenpreis
VICCR	Vogelwicke
RWS	Robo Weed Support

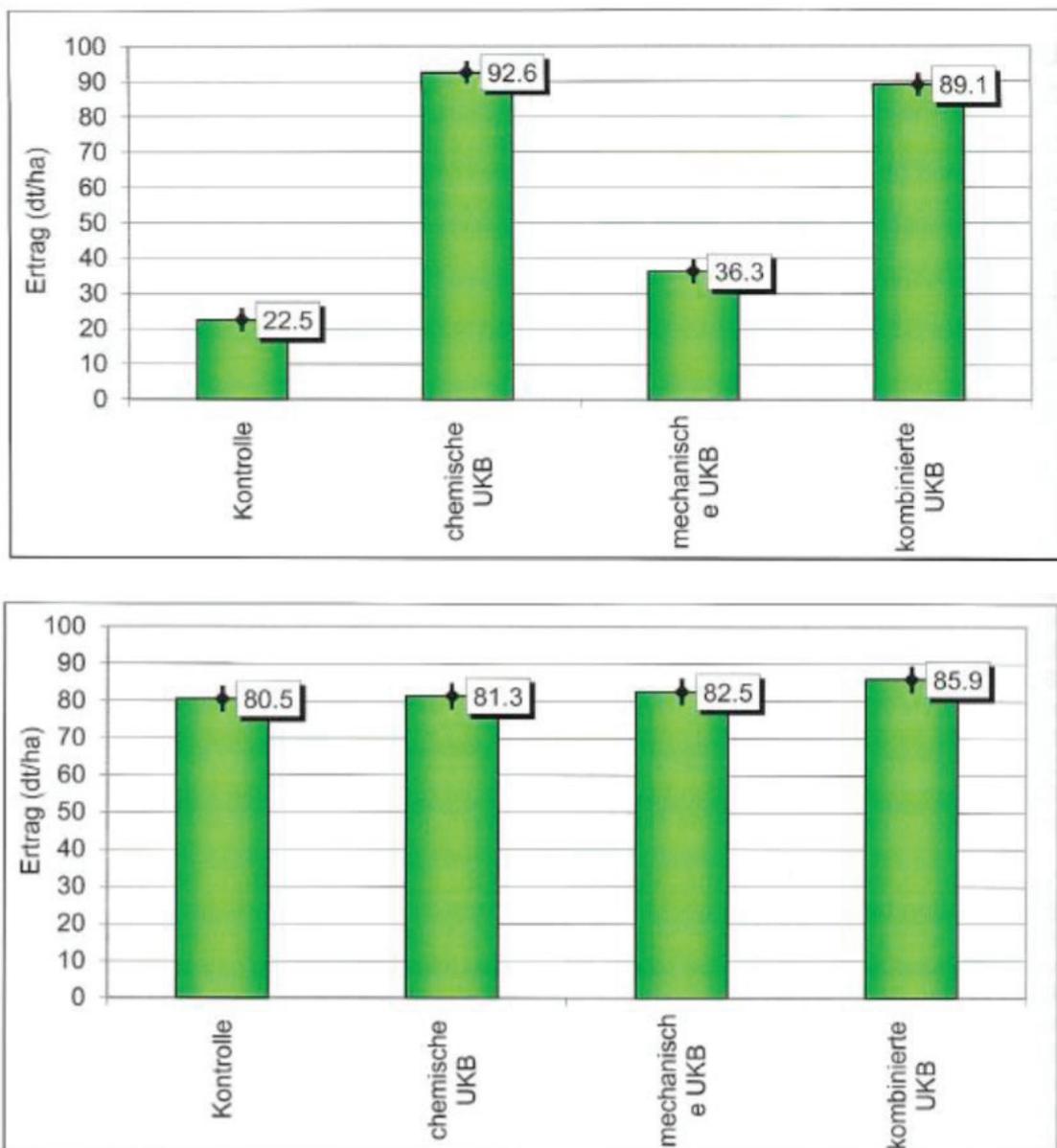
### 1 Einleitung

#### 1.1 Problemstellung

Der Winterweizenanbau hat in Deutschland eine große Bedeutung und ist das Getreide mit dem größten Anbauumfang. Im Jahr 2018 wurden in Deutschland etwa 2.893.300 Hektar Weizen einschließlich Dinkel und Einkorn angebaut. Die Erträge lagen im Jahr 2018 bei etwa 6,77 Tonnen pro Hektar. In Mecklenburg-Vorpommern nimmt der Winterweizen ebenfalls eine wichtige Stelle in den hiesigen Fruchtfolgen ein. Er ist mit Abstand die wichtigste Getreideart, die sich im Anbau befindet. Im Jahr 2018 betrug die Anbaufläche in Mecklenburg-Vorpommern einschließlich Dinkel und Einkorn rund 320.800 ha und erzielte im Durchschnitt einen Ertrag von 5,94 Tonnen pro Hektar (Destatis, 2019). Um die Beeinträchtigungen von Qualität und Ertrag so gut es geht einzuschränken ist die Unkraut- und Ungräserbekämpfung im Anbau von Winterweizen ein wichtiger Baustein. Die Getreidebestände verfügen zwar aufgrund von engen Reihenweiten, teils rascher Jugendentwicklung und hoher Bestandesdichten über eine gute Konkurrenzskraft gegenüber Unkräutern und Ungräsern. Der Winterweizen besitzt unter den Getreidearten die geringste Konkurrenzskraft gegen Ungräser und Unkräuter (Nickl, et al., 2014). Durch die nicht so starke Konkurrenzkraft ist es deshalb umso wichtiger, den Weizenbestand in den frühen Entwicklungsstadien optimale Wachstumsbedingungen zu bieten. Dazu gehört auch die Unkrautregulierung, da eine hohe Unkrautpopulation mit den Kulturpflanzen um wichtige Umweltfaktoren, wie z.B. Wasser, Licht und Nährstoffe konkurriert. Ein Wassermangel kann z.B. in der Bestockungsphase dazu führen, dass die Ährchenanlagen reduziert werden und die Reduktion von Bestockungstrieben stattfindet. Dies möchte man natürlich verhindern und so ist es erforderlich die Unkraut- und Ungraspopulation zu regulieren.

Zur Regulierung der Unkraut- und Ungraspopulation hat man mehrere Möglichkeiten, diese Möglichkeiten kann man in drei Bereiche einteilen. Der erste Bereich umfasst die anbautechnischen Maßnahmen, die man zur Regulierung nutzen kann. Dazu zählt unter anderem die Fruchtfolge. Einen positiven Effekt kann man z.B. durch einen Fruchtwechsel erreichen. Dadurch kann das Potenzieren von einzelnen Ungräser- und Unkrautarten verhindert werden. Weitere wichtige anbautechnische Maßnahmen sind die Bodenbearbeitung, die Saatzeitpunkte und auch welche Getreideart angebaut wird, da die einzelnen Arten unterschiedlich konkurrenzstark sind. Zudem spielt die Sortenwahl auch eine wichtige Rolle, da Sorten mit breiteren Blättern besser Unkraut unterdrücken können.

Der zweite Bereich ist die Anwendung mechanischer Maßnahmen, wie der Einsatz von Striegeln oder verschiedenen Hackgeräten. Die mechanische Unkrautbekämpfung hat in den letzten Jahren wieder an Bedeutung gewonnen. Grund dafür sind immer weniger Wirkstoffe, die zur Ungräser- und Unkräuterbekämpfung mit chemischen Mitteln zur Verfügung stehen. Momentan sind noch 265 Herbizide zugelassen aber es stehen nur etwa 36 Wirkstoffe zur Verfügung (Datenbank, BVL, 2021). Die Tendenz geht aber in die Richtung, dass in Zukunft noch weniger Wirkstoffe zur Verfügung stehen. Dies geschieht aufgrund restriktiverer Zulassungsverfahren, wodurch zunehmend Wirkstoffe vom Markt verschwinden und somit Wirkstoffwechsel erschwert werden. Die Officialberatung hat schon seit einigen Jahren Versuche angelegt, wo es darum geht, welche Wirkung eine mechanische Maßnahme, eine chemische Maßnahme und die Kombination aus mechanischen und chemischen Maßnahmen haben. Diese Maßnahmen wurden dann in Versuchen im Winterweizen gegeneinander geprüft (Abbildung 1). In der folgenden Abbildung sind Balkendiagramme abgebildet, die darstellen, wie die einzelnen Maßnahmen an den beiden Standorten gewirkt haben. Das obere Balkendiagramm zeigt den Standort 1 mit einem hohen Deckungsgrad an Kornblumen. Im unteren Balkendiagramm wird der Standort 2 dargestellt, dort war weder eine starke Verunkrautung noch eine starke Verungrasung vorzufinden (Landesamt für Landwirtschaft, 2019).

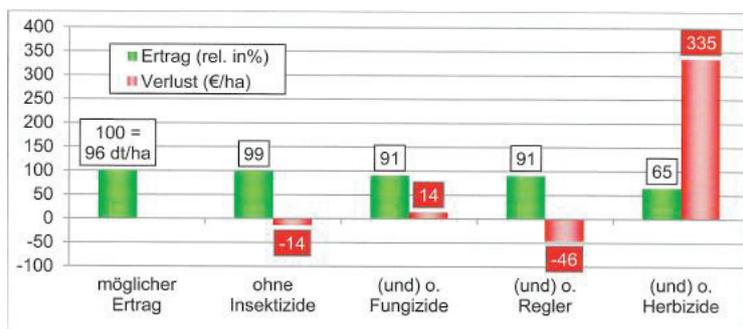


**Abbildung 1: Vergleich unterschiedlicher Maßnahmen zur Unkrautregulierung im Winterweizen-Auswirkungen auf den Ertrag mit Vertrauensintervallen (90%) für den paarweisen Vergleich, (Landesamt für Landwirtschaft, 2019)**

Auf den beiden Standorten waren sehr unterschiedliche Unkrautsituationen vorzufinden. An beiden Standorten wurde die chemische Maßnahme der mechanischen Maßnahmen in Form von Striegeln gegenübergestellt (Landesamt für Landwirtschaft, 2019). Die mechanische Maßnahme wurde jeweils zweimal im Herbst und einmal im Frühjahr durchgeführt. Bei der chemischen Maßnahme wurde im Herbst das Breitbandherbizid Bacara Forte eingesetzt und im Frühjahr mit Ariane C nachbehandelt aufgrund eines starken Kornblumen Aufkommens. Die unterschiedlichen Ergebnisse kommen dadurch zu Stande, dass auf dem ersten Standort der Winterweizen mit einem starken Besatz an Kornblumen zu kämpfen hatte. Auf dem zweiten Standort hatte der Winterweizen weder mit einer starken Verunkrautung noch mit einer Verungrasung

zu kämpfen (Landesamt für Landwirtschaft, 2019). Daraus kann man ableiten, dass mechanische Maßnahmen und kombinierte Maßnahmen zur Unkraut- und Ungrasbekämpfung gute Potentiale aufweisen, in Abhängigkeit vom Grad der Verunkrautung.

Der dritte Bereich der Unkrautregulierung beschäftigt sich mit dem chemischen Pflanzenschutz. Die Vorteile von der chemischen Unkrautbekämpfung sind die große Schlagkraft, sichere Wirkung und günstige Verfahrenskosten (Nickl, et al., 2014). In Versuchen vom Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei (LALLF) wurde untersucht welche Wirkbereiche den höchsten Beitrag zur Ertragssicherung liefern, dies wird in der folgenden Abbildung dargestellt (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Beitrag der Wirkbereiche (Herbizide etc.) zur Ertragssicherung sowie ökonomische Auswirkungen des Verzichts auf einzelne Wirkbereiche im Winterweizen, (Landesamt für Landwirtschaft, 2019)**

Aus der Abbildung geht hervor: „Unter den Anbaubedingungen der Saison 2018/19 verhinderten PSM-Ertragsverluste von 35%. Der Verzicht auf sie hätte für Landwirte einen wirtschaftlichen Schaden von etwa 290 €/ha bedeutet. Die Unkrautkontrolle war die durchschnittlich wichtigste PS-Maßnahme.“ (Landesamt für Landwirtschaft, 2019) Diese Daten belegen, wie wichtig der Einsatz von Herbiziden in Winterweizen ist. Jedoch gibt es auch einige Probleme, die mit deren Einsatz verbunden sind. Herbizide laufen oft Gefahr der Versickerung, Oberflächen- und Drainageabfluss. Das liegt häufig daran, dass Herbizide auf wenig bewachsenen Boden ausgebracht werden. Zudem werden im Getreideanbau Herbizide häufig im Herbst angewendet, wo die Wasserbewegung im Boden eher nach unten geht, also in Richtung Grundwasser. Die meisten Wirkstoffe, die im Grundwasser gefunden werden, stammen von Herbiziden (Lemke, et al., 2014).

Die Unkrautbekämpfung in Deutschland muss nach den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes ausgeführt werden, dies ist im Paragraf 3 des Pflanzenschutzgesetz verankert (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2013). Der integrierte Pflanzenschutz

besteht aus einer Kombination von Verfahren, bei denen vorrangig biologisch, biotechnische, pflanzenzüchterische und gewisse Anbaumaßnahmen die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf das notwendige Maß beschränken sollen (Agrar Industrieverband, 2018). Bei der Unkrautbekämpfung nach dem integrierten Pflanzenschutz, ist ein genaues Erfassen der Unkrautpopulation einer Fläche nötig, denn daraus resultiert der spezifische Einsatz von Herbiziden. In der Praxis wird häufig jedoch aus organisatorischen Gründen (Zeitersparnis, Personaleinsatz u.a.), nicht jede Fläche bonitiert, sondern es kommt zum routinemäßigen Herbizideinsatz im Voraufbau (Bückmann, et al., 2020). Hierdurch kann es zu Fehleinschätzungen bei dem Vorkommen von Unkräutern und Ungräsern kommen. Daraus können ökologische und ökonomische Nachteile resultieren, unter anderem kann man hohe Wirkungsreserven der Herbizide bei geringeren Aufwandmengen nicht optimal ausnutzen (Bückmann, et al., 2020). Bei der Herbizidanwendung im Nachaufbau kann man mit angepassten Aufwandmengen spürbare ökologische und ökonomische Vorteile bewirken, ohne die Wirtschaftlichkeit des Anbaus negativ zu beeinflussen (Verschwele, et al., 2018).

In diesem Zusammenhang beschäftigt sich diese Arbeit mit der Anwendung des Entscheidungshilfe Systems „DSS-IWM“. Dieses Tool unterstützt den Landwirt bei der Auswahl der optimalen Herbizidstrategie. Das „DSS-IWM“ wurde im Zeitraum von 2016 bis 2019 im Rahmen des ERA-NET-Projektes „C-IPM, Co-ordinated Integrated Pest Management in Europe“ entwickelt und baut auf den Vorgängermodellen (DSS Herbicide und PURE) auf (Sønderskov, et al., 2015) (Verschwele, et al., 2018). Die Teilnehmer an dem Projekt „C-IPM“, die aus Institutionen aus Dänemark, Spanien und Deutschland bestehen, erarbeiteten den internetgestützten DSS-Prototyp IPMwise zur Unkrautbekämpfung in Mais und Winterweizen. Mit diesem Prototyp kann ein ökonomisch und ökologisch optimierter und sparsamer Herbizideinsatz nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt werden (Bückmann, et al., 2020). Das Tool arbeitet unter Berücksichtigung von Schwellenwerten für die Unkrautdichten, die in umfangreichen Dosis-Wirkungs-Versuchen in mehreren europäischen Ländern durchgeführt wurden und ein Reduktionspotential des Herbizid-Einsatzes von bis zu 60 % der zugelassenen Aufwandmenge belegen ( Montull, et al., 2014). Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Versuche auf unterschiedlichen Flächen in Mecklenburg-Vorpommern angelegt, um zu überprüfen, ob die Empfehlungen des „DSS-IWM“ mit den Beraterempfehlungen vor Ort mithalten können oder sogar besser sind und so ein Einsparungspotential an Herbiziden ermöglichen.

### 1.2 Zielsetzung

Das Ziel der Arbeit ist es herauszufinden, ob sich das Tool „DSS-IWM“ für den Einsatz in der Praxis auf den landwirtschaftlichen Betrieben eignet. Dafür wurden Streifenversuche auf zwei verschiedenen Weizenflächen angelegt, wo die Kultur Winterweizen wächst. In den Streifenversuchen, die in vierfacher Wiederholung angelegt sind, wurde abwechselnd die betriebseigene Herbizidvariante und die Empfehlung von „DSS-IWM“ appliziert. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sollen folgende vier Hypothesen analysiert werden. Als Erstes soll die Hypothese analysiert werden, ob die Wirkungsgrade der DSS Varianten vergleichbar mit den betriebseigenen Varianten sind und so für die Anwendung auf den Betrieben geeignet ist. Bei der zweiten Hypothese soll geprüft werden, ob die DSS Variante einen Kostenvorteil gegenüber der betriebseigenen Variante aufweist. In der dritten Hypothese wird geprüft, ob die DSS Variante einen geringeren Behandlungsindex aufweist als die betriebseigene Variante. Dieser Wert dient als ein ökologischer Maßstab und sagt aus, wie hoch die Intensität ist. In der vierten und letzten Hypothese wird geprüft, ob die Zielwirkung aus der Empfehlung des „DSS-IWM“ im Feld erreicht wurde.

## 2 Stand der Forschung

Die ersten computergestützten Entscheidungshilfesysteme wurden Mitte der 80er Jahre entwickelt, als die Computerleistung verfügbar wurde (de Mol, et al., 2014). Seitdem wurden die sogenannten Decision Supported Systems (DSS) im Laufe der Jahre in verschiedenen Projekten weiterentwickelt und viele Feldversuche weltweit angelegt, um die Funktion der Systeme zu überprüfen.

In vielen Ländern wird der Fokus zunehmend auf die möglichen Schadensursachen durch die Anwendung von Pflanzenschutzmittel (PSM) auf die menschliche Gesundheit und Umwelt gelegt. In diesem Zusammenhang untersuchte ein Komitee in Dänemark die Auswirkungen eines vollständigen oder teilweisen Verbots von PSM auf die Landwirtschaft. Dabei kam man zu dem Ergebnis, dass ein vollständiges Verbot von PSM zu Einkommensverlusten der Landwirte führt. Die Höhe der Verluste würde sich auf etwa 20% bis 90% belaufen, je nach Art der Landwirtschaft. Durch diese Erkenntnisse wurde an der Optimierung der Aufwandmengen der Herbizide gearbeitet, um so die empfohlenen Aufwandmengen deutlich zu unterschreiten. Dazu wurde mit dem Plant Protection Online (PPO) System gearbeitet. Das System arbeitet als ein dreistufiges Modell. Bei der ersten Stufe wird der Bedarf an Herbiziden auf der Basis von ökonomischen Schwellenwerten für jede vorkommende Unkrautart ermittelt. Die ökonomischen Schwellenwerte sind dafür im PPO hinterlegt. In der zweiten Stufe wird der erforderliche Grad der Bekämpfung für jede Unkrautart ermittelt. Dies geschieht in Abhängigkeit von Unkrautart und der vorkommenden Dichte. Im dritten Schritt werden mögliche Herbizide bzw. Herbizidmischungen angegeben, diese lassen sich in einer Rangfolge sortiert nach Kosten anzeigen. Bei den Ergebnissen, die das PPO erzielen konnte wurden im Durchschnitt 50% der Herbizidkosten gegenüber der normal empfohlenen Aufwandmenge reduziert. Der Treatment Frequency Index (TFI) der einen Einblick in die Intensität gibt, konnte ebenfalls um etwa 27% bis 29% reduziert werden. Die Herbiziddosen, die von PPO ausgewählt wurden, waren weit unter den normal empfohlenen Dosen und es konnte kein Verlust der Wirksamkeit festgestellt werden. Trotz allem zögern Landwirte oft reduzierte Dosen anzuwenden, da sie das Risiko einer Unterdosierung selbst tragen müssen, hier kann ein Entscheidungshilfesystem das Risiko senken. In über 1000 Validierungsversuchen konnten keine Ertragseinbußen festgestellt werden (Kudsk, 2008).

In den Anbaujahren 2011/2012 und 2012/2013 wurden in Mecklenburg-Vorpommern (MV) Versuche mit dem Crop Protection Online (CPO) Standard durchgeführt, der Prototyp „DSS Herbicide“ entsprach dem dänischen CPO. Zum Versuchszeitpunkt waren in dem Prototyp 21 Herbizide und 21 Unkräuter enthalten. In den Versuchen wurden insgesamt vier verschiedene Varianten getestet. Verglichen wurde zwischen einer Beratervariante, einer Variante mit den

Empfehlungen vom Pflanzenschutzdienst MV, einer Variante, die der Landwirt bestimmt hat und der Variante, die das „DSS Herbizide“ vorgegeben hat. Die großen Unterschiede waren, dass der Berater sich die Verunkrautung in den Versuchspartzen anschauen konnte, jedoch nur auf die Herbizide, die im Prototyp vorhanden waren Zugriff hatte. Der Pflanzenschutzdienst MV und die Praxis konnten auf alle Herbizide, die am Markt verfügbar waren, zu greifen. Die Ermittlung der Unkrautdichte wurde anhand eines Göttinger Zähl- und Schätzrahmen durchgeführt. Es wurden zehn Würfe mit dem  $1/10\text{m}^2$  großen Rahmen durchgeführt, die zufällig verteilt waren, um die Standorte anhand ihrer Verunkrautung zu charakterisieren. Die Ergebnisse der Unkrautdichteerfassung dienten dann als Grundlage für die Bekämpfungsentscheidung im Herbst. Im Frühjahr wurden die einzelnen Varianten ebenfalls behandelt und nach Abschluss der Behandlung im Frühjahr, als der Weizen das Entwicklungsstadium der Milchreife erreicht hat wurden die Unkräuter oberirdisch abgeerntet und nach Arten getrennt. Im Anschluss wurde dann die Trockenmasse (TM) bestimmt. Die weiteren Parameter, die in der Studie bearbeitet wurden, waren der Ertrag des Weizens, die Feuchtigkeit wurde dabei auf 14% standardisiert. Die Herbizidkosten jeder Variante wurden miteinander verglichen, hierbei wurde mit Großgebindepreisen gerechnet und die Kosten für die Überfahrt nicht berücksichtigt. Zudem wurde noch der Behandlungsindex (BI) ermittelt, um die Behandlungsintensität zu ermitteln, als ein Parameter für die Ökologie. In den Partzen lag eine dikotyle Mischverunkrautung vor, die am häufigsten vorkommenden Arten waren Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*), Kamille (*Matricaria* spp.) und Klatsch-Mohn (*Papaver rhoeas*). In den Varianten vom CPO wurden im Herbst häufig die Herbizide Absolute M und Lexus empfohlen. Der Berater gab die Empfehlung für die Produkte Bacara Forte, Cadou SC, Pointer SX. Im Frühjahr wählte der Prototyp in den meisten Fällen das Herbizid Pointer SX aus. Die Herbizidkosten im Anbaujahr 2011/2012 betragen im Mittel 57€/ha und im Anbaujahr 2012/2013 49€/ha. Die Spannweiten bei den Herbizidkosten waren sehr groß und reichten von 7€/ha bis 125€/ha in der CPO Variante. Die preisgünstigste Variante lieferte im ersten Versuchsjahr die Praxisvariante mit 45€/ha, die DSS Variante war mit 63€/ha die teuerste. Im zweiten Versuchsjahr konnte der Berater die niedrigsten Kosten mit 44€/ha erreichen, der Warndienst war mit 53€/ha die teuerste. Der BI lag im Mittel bei 1,42, hierbei ist zu erwähnen, dass der Warndienst die höchsten Werte erreicht mit etwa 1,5 und die Praxis erreichte mit etwa 1,3 den geringsten BI. Bei den TM der Unkräuter wurde festgestellt, dass die Kontrollen eine 9,1 mal höhere TM aufweisen gegenüber den anderen Partzen. Bei den Weizenerträgen konnte man nur geringe Unterschiede feststellen, den niedrigsten Ertrag generierte die Praxisvariante mit 95,9dt/ha und den höchsten Ertrag konnte die Warndienstvariante erzielen mit 98,2dt/ha. Die DSS Variante konnte einen Ertrag von 97dt/ha erzielen. Der Einsatz von „DSS Herbizide“ soll in der Praxis einen Rückgang der Kosten für den

Herbizideinsatz und eine geringere Herbizidintensität möglich machen und so eine positive ökonomische Wirkung wie auch eine ökologische Wirkung erzielen. Dies konnte bei dieser Studie nicht bestätigt werden, da der Berater und die Praxis die geringsten Kosten und Behandlungsindizes erreichten. Lediglich der Warndienst hat höhere Werte erreicht, was daran liegen könnte, dass der Warndienst nicht die spezifische Verunkrautung kannte und eine Empfehlung ausgesprochen hat, mit der man eine sichere Wirkung erreichen kann. Es ist jedoch wahrscheinlich, wenn im Prototyp mehrere Herbizide hinterlegt sind, dass auch die Herbizidkosten gesenkt werden können. Die Empfehlungen von „DSS Herbicide“ sorgten aber in keinem Fall für Ertragseinbußen und sind somit als sicher im Hinblick auf Restverunkrautung und Ertragsstabilität zu bewerten. Ein weiteres Problem, welches in dieser Studie jedoch nicht geklärt werden konnte ist, wie das Programm bei einer monokotylen Mischverunkrautung reagiert, es konnte nur festgestellt werden, dass in allen Parzellen in denen Ungräser vorkamen, erhöhte TM gemessen werden konnten. Ein Kritikpunkt an dem Programm war, dass es keine Beachtung von Resistenzen in den Entscheidungen gab, es wurden sowohl im Herbst als auch im Frühjahr Herbizide aus der Herbicide Resistance Action Committee (HRAC) Klasse B ausgewählt. Diese ist eine Herbizidgruppe, die ihre Wirkung durch die Hemmung der Aminosäuresynthese (Acetolactat-Synthase, ALS-Hemmer) entfaltet. Diese Gruppe hat eine hohe Gefahr für eine Resistenzentwicklung und es sind auch erste Resistenzen bei der Echten Kamille (*Matricaria chamomilla*) in Deutschland bekannt (de Mol, et al., 2014).

Im Jahr 2014 wurde eine Studie veröffentlicht, die sich mit der Validierung der Ziel-Wirkungsgrade von Unkrautarten in CPO zu bestimmen und ob es ein Potential gibt, die Herbiziddosen in Sommergerste in Dänemark zu reduzieren. Ein weiteres Ziel war die Validierung von Herbizidanpassungen für zunehmende Unkrautgrößen. Die allgemeine Schlussfolgerung, die aus dieser Studie hervorging, ist, dass das CPO in der Lage war, geeignete Empfehlungen für eine Reihe von verschiedenen Unkrautszenarien in Sommergerste zu geben. Die Reduzierung der Ziel-Wirksamkeiten von 90% bis 95% auf 75% bis 80% führten zu einer erheblichen Verringerung der applizierten Wirkstoffmengen. Obwohl die Ziel-Wirksamkeiten herabgesetzt wurden, konnten keine Ertragseinbußen festgestellt werden. Bei niedrigen Dosen von vielen Herbiziden wie z.B. Sulfonylharnstoffen wird das Wachstum der Unkräuter nur gehemmt, aber nicht zwangsläufig abgetötet. Jedoch wurde festgestellt, dass die Konkurrenzkraft der Sommergerste für viele behandelte Unkräuter tödlich ist, da die Sommergerste sehr Konkurrenz stark ist. Die Erkenntnis, die im Rahmen der Studie gewonnen werden konnte, war, dass das CPO in der Lage ist, zuverlässige Empfehlungen zu geben, ohne Ertragsverluste zu verursachen oder einen inakzeptabel hohen Unkrautbesatz zur Ernte zuzulassen (Sønderskov, et al., 2014).

Im Jahr 2016 wurde eine Fallstudie veröffentlicht, die sich mit dem dänischen Entscheidungshilfesystem CPO beschäftigt. Die Motivation für die Entwicklung des CPO war größtenteils politisch motiviert. Die ausschlaggebenden Gründe für die Entwicklung eines solchen Systems war es, die ausgebrachte Menge an Herbiziden zu reduzieren, um die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und menschliche Gesundheit zu reduzieren. Dazu ist es erforderlich, dass Landwirte, Maßnahmen des integrierten Pflanzenschutzes in ihre Bekämpfungsstrategien einbauen. Dazu zählen sowohl nicht-chemische als auch chemische Maßnahmen. Die Anwendung von Herbiziden sollte nur dann erfolgen, wenn es notwendig ist und nur in der Dosis, die erforderlich ist. An dieser Stelle soll dann das CPO unterstützend wirken, indem es bei der Herbizid- und Dosisauswahl eine Hilfestellung bietet. Dazu werden Empfehlungen ausgegeben, die sich auf die Unkrautbekämpfung im Nachauflauf beziehen. Dies hat den Hintergrund, dass im Nachauflauf eine Unkrautbonitur erfolgen und der Herbizideinsatz gezielter durchgeführt werden kann, und somit ein höheres Potential für die Reduzierung von Wirkstoffmengen vorhanden ist. Im Gegensatz dazu wird bei der Bekämpfung im Voraufbau ein breites Spektrum bekämpft und es ist keine Bonitur möglich. Das Entscheidungshilfesystem CPO beinhaltet in Dänemark 30 Kulturpflanzen, 110 Unkrautarten und alle in Dänemark registrierten Herbizide. Das System wurde seit 25 Jahren in Validierungsversuchen verwendet, um eine hohe Sicherheit der Empfehlungen zu gewährleisten. Die Entwicklung dieses System wurde ohne einen wissenschaftlichen Ansatz begonnen, sondern mit der Absicht ein praktisches Management-Tool zu entwickeln. Die Zielgruppe sind praktizierende Landwirte und Berater. Die Herbizidempfehlung, die das CPO ausspricht, wird in einem dreistufigen Prozess berechnet. Im ersten Schritt wird entschieden, ob der angegebene Unkrautbefall bekämpft werden muss, dafür sind Schwellenwerte für jede Unkrautart im System hinterlegt. Diese Schwellenwerte werden von Parametern beeinflusst wie Kultur, Wachstumsstadium der Kultur, Kulturdichte, Wachstumsstadium der Unkräuter und die Dichte der Unkräuter. Im zweiten Schritt werden mögliche Herbizidvarianten ausgewählt, um die einzelnen Unkrautarten zu bekämpfen. Im letzten Schritt werden mögliche Herbizidmischungen berechnet, die das genannte Unkrautspektrum ausreichend regulieren. Dafür wurde allen Unkrautarten ein Bekämpfungsgrad zugeordnet, welcher entscheidend für die vom CPO empfohlene Herbiziddosis ist.

Das CPO sollte allerdings nicht nur als ein Werkzeug angesehen werden, welches zur Lösung spezifischer Unkrautprobleme beiträgt, sondern auch als eine Art Lernwerkzeug über die Parameter, die einen Einfluss auf die Herbizideffektivität haben. Dabei wurde jedoch immer darauf geachtet, dass das Entscheidungshilfesystem übersichtlich und intuitiv zu bedienen ist. Die be-

nötigten Parameter zur Bestimmung der spezifischen Empfehlung, lassen sich schnell und unkompliziert ändern. Bei der ersten CPO-Version wurde eine Wirkung von 90% angestrebt, es konnten gute Ergebnisse in Validierungsversuchen im Getreide erzielt werden. In der zweiten Version von CPO wurden differenziertere Anforderungen an die Unkrautbekämpfung gestellt. Dies bedeutet, dass problematische Unkräuter sicher bekämpft und weniger problematische Arten, toleriert oder nur teilweise bekämpft werden. Dadurch konnten gute Erfolge erzielt werden und es wurde eine größere Herbizidreduktion realisiert. Es wurde ebenfalls versucht den Bodentyp und die Pflanzensorte in die Empfehlung einzubeziehen, dies brachte jedoch keine signifikanten Vorteile. Seit dem Jahr 2001 ist das CPO online verfügbar und wurde seitdem weiter aktualisiert. Seitdem wurden viele praktische Versuche in mehreren Ländern durchgeführt und es konnten Reduktionspotentiale von 20 % bis 40 % im Vergleich zu Standardempfehlungen realisiert werden. Trotz der Fokussierung auf Benutzerfreundlichkeit und praktische Anwendung, gibt es nur etwa 900 Abonnenten in Dänemark. Von diesen 900 Abonnenten sind etwa ein Drittel der Nutzer Berater. Bei einer Umfrage wurden die Landwirte befragt, aus welchem Grund sie CPO nicht nutzen. Dabei wurde festgestellt, dass man die Landwirte typisieren kann, auf welcher Grundlage sie ihre Management Entscheidungen treffen. Es wurden drei Kategorien gebildet, in der ersten Kategorie finden sich Landwirte, die ihre Entscheidungen systemorientiert treffen, dies bedeutet, dass sie auf langfristige Folgen fokussiert sind und ihre Entscheidungen für die gesamte Fruchtfolge treffen. In der zweiten Kategorie finden sich Landwirte, die ihre Entscheidungen auf Grundlage ihrer eigenen Erfahrungen treffen. In der letzten Kategorie befinden sich Landwirte, die ihre Entscheidungen aufgrund von Beraterempfehlungen treffen. Die Landwirte aus den ersten beiden Kategorien sind mit einem Entscheidungshilfesystem schwer zu erreichen, da sich solche Systeme bisher immer nur auf die aktuelle Saison beziehen und die Landwirte haben keine Erfahrungen damit, worauf die sich berufen können. Die Kategorie der Landwirte, die auf die Beraterexpertise vertrauen, lassen sich als erstes zu einer Nutzung eines Entscheidungshilfesystems bewegen, da die Bedienung über einen Berater abläuft, der das CPO anwendet und dessen Ergebnisse an den Landwirt weitergibt. Ein weiteres Problem, welches bei der Umfrage deutlich wurde, ist das Hemmnis und das mangelnde Wissen bei der Unkrautbonitur, die für die Nutzung des CPO erforderlich sind, sowie die daraus resultierende Sicherheit der Empfehlung. Abschließend lässt sich sagen, dass eine geringe Nutzung des Entscheidungshilfesystems auch mit der Effizienz und vergleichsweise niedrigen Kosten für Herbizide zusammenhängt. Jedoch sollte man nicht nur die Kosten für die Herbizide betrachten, sondern auch die Verringerung der negativen Umweltauswirkungen durch reduzierte Wirkstoffmengen. Ein weiterer Aspekt der zunehmend wichtiger wird, ist die Resistenzbildung

gegenüber bestimmten Wirkstoffgruppen. Hier kann ein Tool wie CPO dabei helfen, Wirkstoffwechsel einzuhalten. Es gibt jedoch auch noch Entwicklungspotential bei den Entscheidungshilfesystemen, dies könnte in Form von Einbeziehung der Fruchtfolge in die Empfehlungen weiter ausgeschöpft werden (Sønderskov, et al., 2016).

Eine weitere wissenschaftliche Arbeit aus dem Jahr 2016 beschäftigte sich mit einem cloudbasierten System, welches die Lücke zwischen der Feldbonitur und den Entscheidungshilfesystemen schließen soll. Die Entscheidungshilfesysteme wurden entwickelt, um eine Empfehlung auf Feldebene auszugeben und auf die inhomogene Verteilung der Unkräuter zu reagieren. Da einige Unkräuter toleriert werden können und einige sicher bekämpft werden müssen ist es wichtig die Verunkrautung auf Feldebene zu betrachten. Ein Problem, welches sich länderübergreifend zeigt, ist, dass es bei den Landwirten teilweise eine Form von Widerwillen gegenüber der manuellen Feldinspektion für die Unkrautbonitur gibt. Diese Bonitur ist jedoch notwendig, um die Reduktionspotentiale, die ein Entscheidungshilfesystem bietet, auszunutzen. Die Nutzung von Entscheidungshilfesystemen und damit die schlagbezogene Herbizidanwendung findet jedoch in einem geringen Umfang statt, und es wird überwiegend auf die regionalen Empfehlungen von Beratern zurückgegriffen. In diesem Zusammenhang wurde in dem Projekt „RoboWeedSupport“ (RWS) ein System entwickelt, bei dem es möglich ist, die Unkräuter auf Artenebene autonom in Form von Bildern zu erfassen. Dies soll die Abneigung gegen die manuelle Unkrautbonitur senken. Bei dem System handelt es sich um ein Online-Tool, welches es möglich macht, anhand von Bildern, die in das Tool hochgeladen werden, die Unkräuter zu analysieren. Dafür werden Bilder mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgenommen, dafür eignen sich ATVs oder Drohnen, um die Flächen abzufahren und so die Fotos zu erhalten. Im RWS werden dann auf den Bildern Elemente markiert, die als Unkrautart erkannt wurden. Die markierten Elemente werden dann manuell von Anbauberatern klassifiziert und das Entwicklungsstadium bestimmt. Aus diesen Daten werden dann automatisch Summenstatistiken erstellt, diese können dann an die Entscheidungshilfesysteme übermittelt werden oder aber auch an den eigenen Berater. Diese Ergebnisse werden an ein Faltungsneuronales Netzwerk übertragen. Dies ist ein nichtlineares Computermodell, dass auf der Basis der neuronalen Struktur des Gehirns beruht und in der Lage ist, Aufgaben im Bereich der Klassifizierung und Vorhersage anhand von Beispielen zu lösen (AI-United, 2021). Bei der Einreichung dieser wissenschaftlichen Arbeit, funktionierte die Integration der Daten von RWS in die Entscheidungshilfesysteme noch nicht in vollem Umfang. Bei dem Projekt wurde eine Weizenfläche von 2,72 Hektar mit einem ATV und Hochgeschwindigkeitskamera abgefahren und Bilder in einem Raster von 10 Metern gemacht. Dabei wurden 364 Bilder gemacht und eine Fläche von 91 Quadratmetern

kontrolliert. Die Aufnahme der Fotos dauerte 10 Minuten und die anschließende Analyse mit dem Faltungsneuronalen Netzwerk dauerte fünf Minuten. Es konnten 20 Unkrautarten erkannt werden und zwei Arten, die bekämpfungswürdig waren. Die analysierten Daten wurden an ein Entscheidungshilfesystem übermittelt und so eine Herbizidempfehlung ausgegeben. Im gesamten Projekt wurden 10000 Bilder von handgeführten Drohnen gesammelt und durch Bilder aus vorhandenen Datenbanken ergänzt. Insgesamt wurden 90000 Unkrautelemente gesammelt und 25000 Elemente manuell vermerkt. Aktuell sind über 30 breitblättrige Unkrautarten mit über 100 Unkrautelementen vermerkt. Damit Entscheidungshilfesysteme für die Unkrautregulierung auch von der breiten Masse genutzt werden, soll das RWS die Bestimmung der Unkräuter auf Schlagebene erleichtern und so mehr Landwirte dazu bewegen ein Entscheidungshilfesystem für die Unkrautregulierung zu nutzen. Die vorläufigen Ergebnisse aus dem Projekt zeigen, dass die automatisierte Analyse eine ausreichend schnelle und robuste Erkennung der Unkräuter ermöglicht. In dem Nachfolgeprojekt „RoboWeedMaps“ soll das Monitoring von Unkräutern ermöglicht werden, damit die Verarbeitung und Anwendung von Maßnahmen des Integrated weed Management (IWM) in Echtzeit und standortspezifisch genutzt werden können (Rydahl, et al., 2017).

In einer Studie wurden 12 Validierungsversuche in den Jahren 2014/15 in 6 Bundesländern in der Kultur Mais angelegt. Es wurde mit dem Programm „DSS-IWM“ gearbeitet, die Empfehlungen des Systems wurden mit den unbehandelten Kontrollen, sowie dem regionalen Standard verglichen. Der regionale Standard wurde von örtlichen Beratern getroffen. Das „DSS-IWM“ gab eine schlagspezifische Empfehlung für den Herbizideinsatz. Dabei konnte die DSS-Variante im Durchschnitt aller Versuche einen BI von 0,93 erreicht werden, während der BI in den regionalen Standards mit 1,9 deutlich höher war. Die Spannungsbreite der Wirkungsgrade bei DSS-Varianten und den regionalen Varianten war sehr hoch. In manchen Fällen wurden nur unzureichende Wirkungsgrade von weniger als 40% erreicht. Die niedrigen Wirkungsgrade, die teilweise erreicht wurden, sind auf eine zu späte Behandlung durch ungünstige Witterung zurückzuführen. Es konnte im Rahmen der Studie festgestellt werden, dass die Empfehlungen des „DSS-IWM“ Reduktionspotentiale aufweisen, aber es werden noch zusätzliche Validierungsversuche benötigt, um vorhandene Datenlücken zu schließen (Verschwele, et al., 2018).

In einer Studie aus Spanien wurde das Entscheidungshilfesystem „IPMwise“, der Nachfolger des CPO verwendet. Die Studie wurde durchgeführt, da die integrierte Unkrautbekämpfung in den aktuellen gesetzlichen Vorgaben für nachhaltige Pflanzenschutzprogramme verankert ist und das Bewusstsein für die Notwendigkeit den PSM Einsatz zu verringern gestiegen ist.

Dazu wurde der „IPMwise“ an die Bedingungen in Spanien angepasst. Dann wurde das System in den Jahren 2010-2018 in Wintergetreide und in den Jahren 2016 bis 2018 in Mais validiert. Die Empfehlungen des Systems wurden mit Standardempfehlungen verglichen die vor Ort von lokalen Beratern festgelegt wurden. Dabei konnte in 84% der ausgewerteten Fälle eine gleiche oder höhere Wirkung mit der Empfehlung von „IPMwise“ erreicht werden im Gegensatz zu den von den Beratern empfohlenen Herbiziden. Die Ergebnisse, die das Entscheidungshilfesystem erreicht hat, erwiesen sich als robust und die Empfehlungen haben das Potential die Menge an Herbiziden, um mindestens 30% in spanischen Getreideanbausystemen zu reduzieren (Montull, et al., 2020).

In einer weiteren aktuellen Studie aus Griechenland wurden die Vorteile und Grenzen von Entscheidungshilfesystemen erforscht. Hierbei wurde deutlich, dass Entscheidungshilfesysteme das Potential haben Landwirte bei der Entscheidungsfindung im Unkrautmanagement durch schlagspezifische Herbizidempfehlungen zu unterstützen. Allerdings ist es schwierig eine Mehrheit von Landwirten zu motivieren, Entscheidungshilfesysteme zu nutzen, da sie unterschiedliche Erwartungen an ein solches System haben. Dies ist abhängig von ihren üblichen Praktiken auf den Betrieben. Hierbei wurde speziell die genaue Bewertung und Bonitur von Unkräutern genannt. Als Zukunftsperspektive wurde vorgeschlagen, dass bei der Entwicklung zukünftiger Entscheidungshilfesysteme mehr auf Unkrautmanagement-Taktiken zu achten sei, welche nicht auf den Einsatz von Herbiziden angewiesen sind. Zusätzlich werden Informationen über die Dynamik der Unkrautsamenbank für eine Betrachtung auf Fruchtfolgeebene von Vorteil (Kanas, et al., 2020).

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Standort und Versuchsaufbau

Der Versuch wurde auf den Praxisflächen eines Ackerbaubetriebes in Mecklenburg-Vorpommern, im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte angelegt. Er wurde auf zwei verschiedenen Flächen angelegt. Die Böden auf den beiden Flächen sind als heterogen zu bewerten. Die Vorfrucht war auf beiden Flächen Winterraps. Der Winterweizen wurde im Mulchsaatverfahren bestellt und die Aussaat wurde auf der Fläche „Am Balliner See“ am 09.09.2020 durchgeführt. Auf der Fläche „Am Friedhof“ wurde die Aussaat am 10.09.2020 durchgeführt. Die Weizensorte auf den beiden Flächen ist jeweils die A-Weizensorte „Asory“. Auf den beiden Flächen wurden Streifenversuche mit vierfacher Wiederholung angelegt. Ein Streifen beinhaltet eine Fahrgasse, diese sind betriebsbedingt 24 Meter breit. In jeder Parzelle ist jeweils eine Nullparzelle vorgesehen, die Nullparzelle dient als Parameter für die Berechnung der Wirkung der Herbizidmaßnahmen. Auf den Streifen wurde jeweils die betriebsübliche oder die DSS-Variante ausgebracht. Die Varianten wurden abwechselnd auf den angelegten Streifen ausgebracht, um so zu verhindern, dass es durch Bodenveränderungen zu Vorteilen oder Nachteilen für eine Variante kommen kann, da Unkräuter oft sehr punktuell auftreten und es in bestimmten Bereichen zu einem vermehrten Auftreten bestimmter Arten kommen kann. In der folgenden Abbildung sind die Flächen „Am Balliner See“ und „Am Friedhof“ zu sehen. Dort ist die Einteilung der Parzellen und deren Anordnung abgebildet (Abbildung 3).

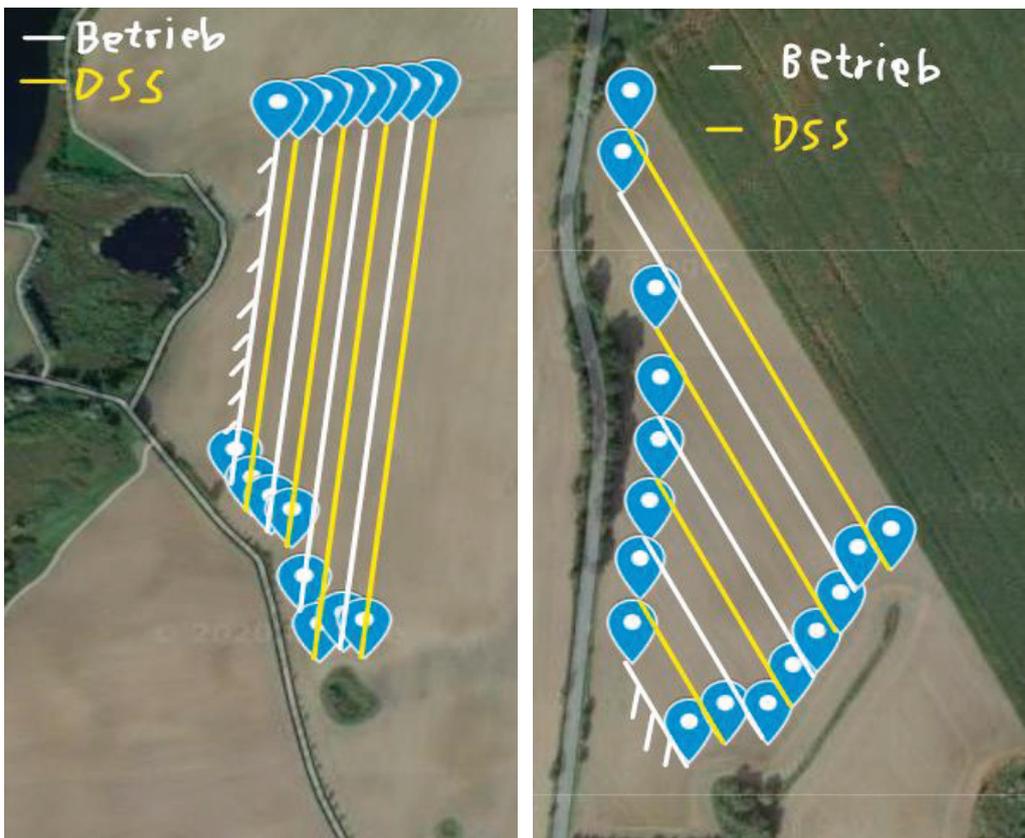
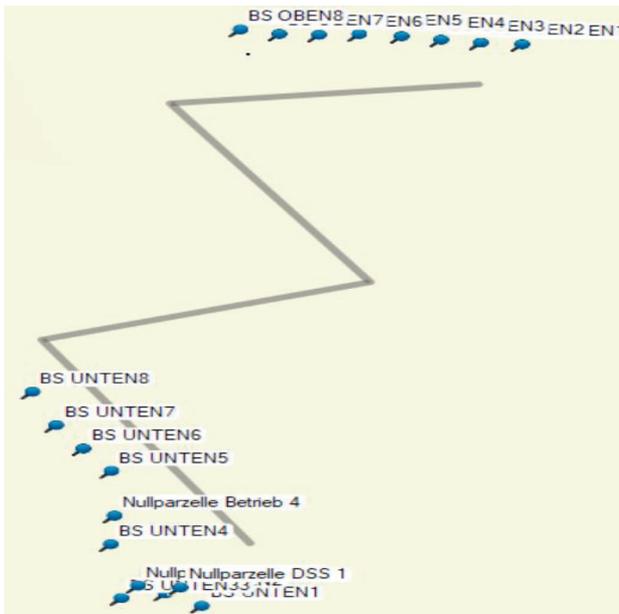


Abbildung 3: Lage der Versuchsflächen „Am Balliner See“ (Links) und „Am Friedhof“ (rechts) mit Parzelleneinteilung

Die Fläche „Am Balliner See“ ist insgesamt 22 Hektar groß, die Parzellen mit der DSS-Variante haben eine Größe von ca. 6,6 Hektar. Die Fläche „Am Friedhof“ ist mit 22,47 Hektar etwas größer und die Parzellen mit der DSS-Variante haben eine Größe von ca. 1,85 Hektar.

### 3.2 Datenerhebung und Bonitur der Unkrautdichte

Um „DSS-IWM“ anwenden zu können benötigt man die spezifische Unkrautpopulation des Schlages, damit das Programm eine auf die Unkrautpopulation abgestimmte Herbizidempfehlung geben kann. Dafür wurde das Unkrautspektrum erfasst, indem man alle Parzellen, auf der gesamten Versuchsfläche, in W-Form abläuft (Abbildung 4).

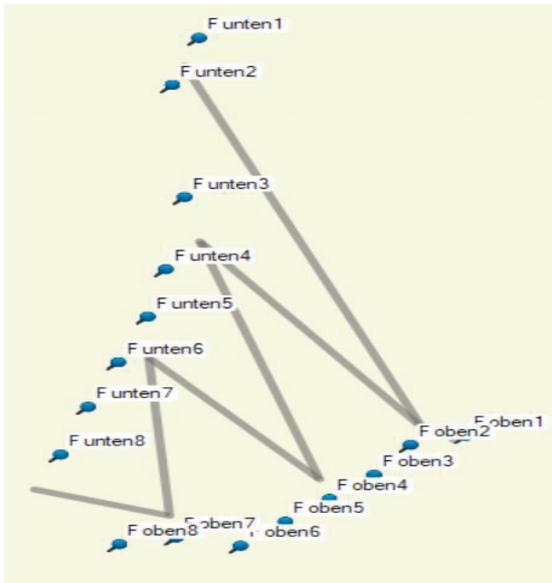


**Abbildung 4: Probemuster zur Bestimmung der Unkrautdichte „Balliner See“**

Um die Unkrautdichte zu bestimmen wurden auf jedem Schenkel zehn Würfe mit einem Göttinger Zähl- und Schätzrahmen durchgeführt. Der Zählrahmen hat eine Größe von  $1/10\text{m}^2$  und wurde alle 25 Meter zufällig auf die Fläche geworfen. Anschließend wurde im Zählrahmen bestimmt welche Unkräuter und Ungräser vorkommen, hierbei ist es von großer Bedeutung festzustellen, in welchem Entwicklungsstadium diese sind bzw. wie viele Blätter sie gebildet haben. Dies ist notwendig, damit das Tool weiß, wie groß die Unkräuter und Ungräser sind, um dann mit dem im Tool hinterlegten Schadschwellenwerten zu rechnen. Die Werte wurden in einer Boniturvorlage notiert und später in Excel überführt. Zusätzlich muss man das Entwicklungsstadium (BBCH-Stadium) bestimmen, da dies im Tool angegeben werden muss. Dies dient einerseits dazu die Konkurrenzkraft der Kultur einzuschätzen, und andererseits zur richtigen Auswahl der Herbizide, da diese unterschiedliche Anwendungszeiträume haben; diese sind in der Gebrauchsanweisung eines jeden Herbizides zu finden. Die Bonitur für die Bestimmung der Unkrautdichte wurde auf der Fläche „Balliner See“ am 13.10.2020 durchgeführt. Der Winterweizen war zum Zeitpunkt der Bonitur überwiegend im BBCH 20. Die weniger entwickelten Weizenpflanzen befanden sich im BBCH Stadium 13 und die weit entwickelten Weizenpflanzen befanden sich im BBCH Stadium 21.

Auf der Fläche „Am Friedhof“ wurde das Unkrautspektrum nach dem gleichen Vorgehen bestimmt wie auf der Fläche am „Balliner See“. Das Probemuster unterscheidet sich jedoch etwas von der anderen Fläche, da die Parzellen deutlich kürzer waren. Um aber auch den Zählrahmen

alle 25 Meter zu werfen wurde das Probemuster erweitert, damit möglichst das gesamte Spektrum erfasst wird (Abbildung 5).



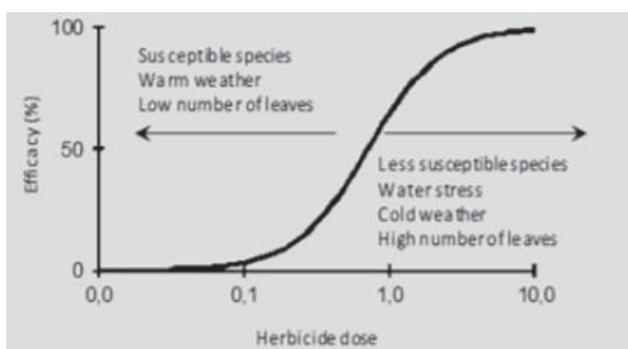
**Abbildung 5: Probemuster zur Bestimmung der Unkrautdicke Fläche „Am Friedhof“**

Die Bonitur für die Bestimmung der Unkrautdicke wurde auf der Fläche „Am Friedhof“ am 13.02.2020 durchgeführt. Der Winterweizen war zum Zeitpunkt der Bonitur überwiegend im BBCH 20. Die weniger entwickelten Weizenpflanzen befanden sich im BBCH Stadium 13 und die weit entwickelten Weizenpflanzen befanden sich im BBCH Stadium 21.

### 3.3 Anwendung „DSS-IWM“

Damit das Programm eine schlagspezifische Empfehlung für den Herbizideinsatz geben kann, muss man einige Parameter im Programm angeben, die für eine passende HerbizidAuswahl und eine sichere Wirkung von großer Bedeutung sind. Das Tool ist in fünf Reiter aufgeteilt, diese bestehen aus den Basisdaten, Beratung, Profil, Tankmischung und Überblick. Bei den Basisdaten werden Daten eingegeben wie die Kulturart, die sich bei „DSS-IWM“ auf Winterweizen und Mais beschränken. Aktuell kann man noch zwischen zwei Varianten auswählen, es gibt die sichere Variante und die gewagte Variante. Für die Anwendung in der Praxis ist es aber dringend angeraten, die sichere Variante anzuwenden. In der gewagten Variante sind die Zielwirkungen deutlich reduziert, da die Aufwandsmenge an Herbizid im Vergleich zu den Angaben der sicheren Variante noch einmal deutlich herabgesetzt wurde. Die gewagte Variante der „DSS-IWM“ wurde zu rein wissenschaftlichen Zwecken entwickelt. In den Versuchen für diese Arbeit wurde mit der sicheren Variante gearbeitet, wie es für die praktische Anwendung auch empfohlen wird. Als nächstes muss ausgewählt werden, für welche Saison eine Empfehlung benötigt wird, hier kann man zwischen Frühjahr und Herbst auswählen. Dies wirkt sich auf die

mögliche Herbizidauswahl aus, da einige Herbizide nur eine Zulassung für den Herbst oder das Frühjahr besitzen. Die nächste Information, die das Programm benötigt, ist das BBCH-Stadium der Kulturpflanze. Dies ist insofern sehr wichtig, da so die Herbizidauswahl weiter eingegrenzt wird durch die Anwendungsbestimmungen. Wenn man zum Beispiel einen Winterweizenbestand hat, in dem man im Herbst ein Herbizid anwenden möchte und der Weizen befindet sich im BBCH-Stadium 14, fallen einige Herbizide für die Anwendung heraus. Dies liegt daran, dass in den Anwendungsbestimmungen festgelegt ist, dass ein Herbizid nur bis zum BBCH 13 im Herbst eingesetzt werden darf. Ein weiterer Aspekt, warum das BBCH-Stadium der Kultur für die Herbizidempfehlung von großer Bedeutung ist, ist die Konkurrenzkraft der Kultur gegenüber den Unkräutern im Feld. Ein Bestand, der gerade aufgelaufen ist und mit einer starken Unkrautpopulation konfrontiert wird, ist nicht so konkurrenzfähig wie ein Bestand, der schon am Bestocken ist. Dies wird bei der Empfehlung des Programms berücksichtigt. Ein weiterer Parameter der von „DSS-IWM“ mitberücksichtigt wird, ist der Trockenstress. Da in den letzten Jahren Trockenheit keine Seltenheit war, wird es in Zukunft ein Thema sein, welches es zu berücksichtigen gilt. Beim Trockenstress wird dann noch unterschieden zwischen einem beginnenden Trockenstress der Pflanzen oder einem signifikant bestehenden Trockenstress. Der vorletzte Punkt, den man bei den Basisdaten angeben kann, ist die Ertragserwartung. Hier kann man angeben, ob der erwartete Ertrag gering ist oder ob von einem normalen bzw. hohen Ertrag ausgegangen wird. Bei geringen Erträgen werden von „DSS-IWM“ die Empfehlung für die zu verwendende Herbizidmenge angepasst. Der letzte Parameter, den man angeben muss, ist die Temperaturspanne. Die Temperatur hat eine Auswirkung auf die Höhe der empfohlenen Herbizid-Dosis (Abbildung 6).



**Abbildung 6:** Einflussfaktoren auf die Herbizidwirksamkeit, Quelle: (Sønderskov, et al., 2016)

Im nächsten Reiter „Beratung“ werden dann die Unkrautdichten eingepflegt, die man vorher schlagspezifisch bestimmt hat. Dazu wird, der Unkrautname bzw. die Art eingetragen. Bei den

## Material und Methoden

Ehrenpreis-Arten (*Veronica*) wird nicht unterschieden zwischen zum Beispiel Persischen Ehrenpreis (*Veronica persica*) und Efeublättriger Ehrenpreis (*Veronica hederifolia*). Dies wird unter Ehrenpreis-Arten zusammengefasst. Nach der Unkrautart wird das Entwicklungsstadium der Unkräuter benötigt. Die Entwicklungsstadien werden in Klassen zusammengefasst. Es wird eingeteilt in 0-2, 3-4, 5-6 Laubblätter und mehr als 6 Laubblätter. Als nächstes wird die Unkrautdichte angegeben, die man zuvor ermittelt hat. Die Unkrautdichte wird in Klassen eingeteilt, die Einteilung beginnt bei 0,5-1 Pflanzen/m<sup>2</sup> und geht bis über 600 Pflanzen pro Quadratmeter (Abbildung 7).

The screenshot shows a web-based interface for weed management. On the left, a sidebar menu is visible with 'Basisdaten' expanded to 'Beratung'. The main content area is titled 'Unkräuter' and contains a form for 'Kornblume'. The form has several fields: 'Unkrautname' (Kornblume), 'Unkrautgröße' (0-2 Laubblätter), 'Unkrautdichte' (1/2 - 1 Pfl/m²), and 'Zielwirksamkeit' (1/2 - 1 Pfl/m²). A dropdown menu for 'Möglichkeiten' is open, showing a list of target effectiveness options: '2 - 10 Pfl/m²', '11 - 50 Pfl/m²', '51 - 150 Pfl/m²', '151 - 300 Pfl/m²', '301 - 600 Pfl/m²', and '>600 Pfl/m²'. A 'Verwenden' button is located at the bottom of the form.

**Abbildung 7: Klasseneinteilung Unkrautdichte „DSS-IWM“, Quelle: (DSS-IWM, 2021)**

Als letztes wird die Zielwirksamkeit für das jeweilige Unkraut festgestellt. Dazu hat man mehrere Möglichkeiten. Zum einen kann man die Zielwirksamkeit nach IPM auswählen. Das sind Werte, die in zahlreichen praktischen Validierungen entstanden sind und unter Konsens von Experten festgelegt wurden (Sønderskov, et al., 2016). Man hat aber auch die Möglichkeit eine andere Zielwirksamkeit festzulegen. Wenn man zum Beispiel aus Erfahrung weiß, dass ein bestimmtes Unkraut jedes Jahr auf der Fläche ein Problem ist, lässt sich die Zielwirksamkeit auf maximal 97 % festlegen. Damit gibt man dem Programm die Information, dass dieses Unkraut auf jeden Fall sicher bekämpft werden muss. Die zuvor genannten Daten werden nun für jedes Unkraut angegeben.

Ein weiterer wichtiger Baustein im Reiter „Beratung“ ist die Resistenzvermeidung. Hier kann angegeben werden auf welchen Wirkmechanismus bei der geplanten Herbizidmaßnahme verzichtet werden soll. Dies ist sinnvoll, wenn man aus Erfahrung weiß, dass man auf seinen Flächen schon Wirkstoffresistenzen bei einzelnen Unkräutern feststellen konnte. Zur Auswahl stehen hierbei die Wirkmechanismen der Gruppe A (ACCCase-Hemmer), B (ALS-Hemmer), C

## Material und Methoden

(Photosynthesehemmer) und Gruppe O (Auxine). Diese Wirkmechanismen kann man auswählen und werden dann bei der Empfehlung vermieden, um die Resistenzen nicht zu fördern. Zudem ist es auch eine gute Möglichkeit Wirkstoffwechsel einzuhalten, da man so zum Beispiel auswählen kann das man bei einer Behandlung im Frühjahr auf eine bestimmte Wirkstoffgruppe verzichten will, da man diese Wirkstoffgruppe schon im Herbst eingesetzt hat.

Nachdem man die „Basisdaten“ und die Daten der einzelnen Unkrautarten eingegeben hat, kann das Programm eine Empfehlung ausgeben. Die Anzahl der Vorschläge hängt stark von den vorherigen Daten ab. Es kann vorkommen, dass man nur eine Empfehlung oder aber auch mehrere Mischungen erhält. In der folgenden Abbildung wurden zur Veranschaulichung einmal die Daten eingegeben und eine Verunkrautung mit Kornblume (*Centaurea cyanus*), Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*) und Gemeiner Windhalm (*Apera spica-venti*) unterstellt (Abbildung 8).

Basisdaten			
Kulturart	Weizen, sicher (im Test)		
Saison	Herbst		
Entwicklungsstadium	12.2. Laubblatt entfaltet		
Trockenstress	Keiner		
Temperature	10 °C - 15 °C		
Find lowest	Kosten (Price)		
Kornblume	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%		
Stiefmütterchen, Acker-	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%		
Windhalm, Gemeiner	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%		

Produkte			
Herold SC			
Handelsname	Herold SC		
Dosis / ha	0.454		
Max. Dosis / ha	0.6		
Einheit	L		
Preis (€/ha)	57.48		
Wirkmechanismus	F2,K3		

Unkräuter			
Unkrautname	Erwarteter Effekt (%)	Gewünschter Effekt (S)	Ausreichender Effekt nach IPM (%)
Kornblume	86.0	87.0	87.0
Stiefmütterchen, Acker-	96.0	87.0	87.0
Windhalm, Gemeiner	94.0	85.0	85.0

**Abbildung 8: Herbizidempfehlung „DSS-IWM“, Quelle: (DSS-IWM, 2021)**

Bei der Empfehlung wurden als mögliche Produkte Herold SC, Trinity und Alliance vorgeschlagen. Hier kann man jetzt entscheiden, welches Produkt man für seinen Herbizideinsatz auswählt. Die Produktdetails, die „DSS-IWM“ zu dem jeweiligen Produkt gibt sind sehr nützlich, da man sofort sehen kann welche die empfohlene Dosis ist und wie hoch die maximal zugelassene Dosis ist. Eine weitere nützliche Information ist die Angabe der Wirkmechanismen die in dem Produkt vorkommen. Die Kosten für das Produkt werden auch ausgewiesen, aber sind je nach Betrieb variabel. Ein Problem, welches bei „DSS-IWM“ auftritt, ist die Dosierung

## Material und Methoden

von Produkten in Granulat und Pulverform. Hier wird die Dosierung fälschlicherweise in Kilogramm angegeben. Die Dosierung müsste in Gramm angegeben sein, aufgrund dieses Fehlers passen bei Granulaten und pulverförmigen Produkten die Preise nicht.

Unter der Produktempfehlung sind die Unkräuter, die man bei den Basisdaten eingegeben hat in einer Tabelle aufgelistet. Dort kann man in der ersten Spalte den erwarteten Effekt in Prozent sehen, den das empfohlene Produkt oder die Mischung bei den einzelnen Unkräutern erreichen wird. In der zweiten Spalte steht der gewünschte Effekt in Prozent, diese Werte entsprechen im Beispiel den ausreichenden Effekten nach IPM. Die gewünschten Effekte ändern sich nur, wenn man die Zielwirksamkeiten bei den einzelnen Unkräutern anpasst.

Unter dem Reiter „Profil“ kann man einzelne Herbizide auswählen und sich zu diesen einzelnen Herbiziden mehrere Details anzeigen lassen. Die Informationen sind in einer großen Tabelle dargestellt. Dort sind alle in „DSS-IWM“ eingepflegten Unkräuter dargestellt und für das ausgewählte Herbizid Informationen zu IPM Zielwirksamkeiten, notwendige Dosis zur Unkrautbekämpfung, und bei welcher Dosierung welche Wirksamkeit erreicht werden kann, hinterlegt (Tabelle 1).

**Tabelle 1: IPM Zielwirksamkeiten und unterschiedliche Dosierungen am Beispiel von Herold SC, Quelle: (DSS-IWM, 2021)**

Unkraut	Wirkung von 5 Dosierungen					IPM Zielwirksamkeiten							Notwendige Dosis						
	1/8	1/4	1/2	1/1	(2/1)	<1	<10	<50	<150	<300	<600	>600	<1	<10	<50	<150	<300	<600	>600
Hirtentäschelkraut, Gemeines	34	76	95	99	99	0	0	50	82	88	94	98	0.0	0.0	0.1	0.17	0.21	0.28	0.43
Kamille, Arten	34	76	95	99	99	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.15	0.2	0.23	0.26	0.32	0.43
Knöterich, Winden-	20	61	90	98	99	0	70	85	90	93	95	98	0.0	0.17	0.24	0.29	0.34	0.39	0.56
Kornblume	5	27	69	93	98	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.33	0.45	0.53	0.59	0.74	0.98
Kratzdistel, Acker-	0	3	17	55	88	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.84	1.14	1.34	1.49	1.86	2.45
Labkraut, Kletten-	14	51	86	97	99	70	79	85	90	93	95	98	0.2	0.25	0.29	0.34	0.4	0.46	0.66
Mohn, Klatsch-	34	76	95	99	99	0	70	85	90	93	95	98	0.0	0.13	0.19	0.22	0.26	0.3	0.43
Raps, Ausfall-	20	61	90	98	99	70	79	85	90	93	95	98	0.17	0.21	0.24	0.29	0.34	0.39	0.56
Resistent (B) Raps (Clearfield), Ausfall-	4	22	64	91	98	85	89	92	94	95	97	98	0.47	0.54	0.61	0.69	0.74	0.91	1.07
Rispengras, Einjähriges	20	61	90	98	99	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.19	0.26	0.31	0.34	0.43	0.56
Stiefmütterchen, Acker-	20	61	90	98	99	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.19	0.26	0.31	0.34	0.43	0.56
Strochenschnabel, Arten	34	76	95	99	99	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.15	0.2	0.23	0.26	0.32	0.43
Taubnessel, Arten	20	61	90	98	99	0	0	0	75	92	95	98	0.0	0.0	0.0	0.19	0.32	0.39	0.56
Trespe, Taube	14	51	86	97	99	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.22	0.31	0.36	0.4	0.5	0.66
Vergissmeinnicht, Acker-	34	76	95	99	99	0	0	0	50	85	93	98	0.0	0.0	0.0	0.1	0.19	0.26	0.43
Vogelmiere, Gewöhnliche	20	61	90	98	99	0	75	87	91	93	96	98	0.0	0.19	0.26	0.31	0.34	0.43	0.56
Weidelgras, Deutsches	0	3	17	55	88	0	85	91	94	95	97	98	0.0	1.07	1.34	1.58	1.7	2.09	2.45
Windhalm, Gemeiner	14	51	86	97	99	0	70	85	90	93	95	98	0.0	0.2	0.29	0.34	0.4	0.46	0.66

Um die Tabelle anschaulicher zu machen wurde als Beispiel das Herbizid Herold SC ausgewählt und die Unkräuter die in der Abbildung 8 (Abbildung 8) als Verunkrautung gewählt wurden grün markiert. In der ersten Spalte der Tabelle sind fünf verschiedene Dosierungen des Herbizids angegeben und die dazu jeweiligen Wirkungen, die bei dem Unkraut voraussichtlich erzielt werden können. In der zweiten Spalte sind die Zielwirksamkeiten hinterlegt für die Unkräuter. Wenn man als Beispiel die Kornblume nimmt, sieht man oben in der Tabelle die Unkrautdichte

## Material und Methoden

und in Abhängigkeit zur Unkrautdichte die IPM Zielwirksamkeiten. In der dritten Spalte wird einem die notwendige Dosis von Herold SC angezeigt, die bei der jeweiligen Unkrautdichte zu verwenden ist, um die Zielwirksamkeiten zu erreichen.

Bei dem Reiter „Tankmischung“ können verschiedene Herbizidmischungen ausgewählt werden und die jeweilige Dosis, die von jedem einzelnen Herbizid ausgebracht werden soll. Es lassen sich maximal vier Herbizide für die Tankmischung auswählen. Anschließend sind in einer Tabelle alle Unkräuter die im „DSS-IWM“ eingepflegt sind aufgeführt. In der nächsten Spalte sind dann, die Tankmischung und die ausgewählten Herbizide aufgeführt und die Wirkungen der Tankmischung und einzelnen Herbizide (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Wirkungen einer Beispiel Tankmischung aus Herold SC und Alliance, Quelle: (DSS-IWM, 2021)**

Unkraut	Wirkung			IPM Wirkungsziel bei pl/m <sup>2</sup>						
	Tankmischung	Herold SC	Alliance	<1	<10	<50	<150	<300	<600	>600
Kornblume	82.0	44.0	42.0	0	75	87	91	93	96	98
Kratzdistel, Acker-	6.0	6.0	0.0	0	75	87	91	93	96	98
Kreuzkraut, Gemeines	84.0	0.0	84.0	0	78	85	90	93	95	98
Labkraut, Kletten-	81.0	68.0	9.0	70	79	85	90	93	95	98
Mohn, Klatsch-	98.0	87.0	92.0	0	70	85	90	93	95	98
Raps, Ausfall-	96.0	77.0	85.0	70	79	85	90	93	95	98
Resistent (B) Raps (Clearfield), Ausfall-	38.0	38.0	0.0	85	89	92	94	95	97	98
Rispengras, Einjähriges	77.0	77.0	0.0	0	75	87	91	93	96	98
Senf, Acker-	84.0	0.0	84.0	0	75	87	91	93	96	98
Stiefmütterchen, Acker-	95.0	77.0	77.0	0	75	87	91	93	96	98
Storchschnabel-Arten	77.0	0.0	77.0	0	75	87	91	93	96	98
Storchschnabel, Arten	96.0	87.0	70.0	0	75	87	91	93	96	98
Taubnessel, Arten	98.0	77.0	95.0	0	0	0	75	92	95	98
Trespe, Taube	68.0	68.0	0.0	0	75	87	91	93	96	98
Vergissmeinnicht, Acker-	97.0	87.0	85.0	0	0	0	50	85	93	98
Vogelmiere, Gewöhnliche	96.0	77.0	84.0	0	75	87	91	93	96	98
Weidelgras, Deutsches	6.0	6.0	0.0	0	85	91	94	95	97	98
Windhalm, Gemeiner	89.0	68.0	46.0	0	70	85	90	93	95	98

In der Spalte Wirkung wird angezeigt wie die Tankmischung der beiden Herbizide gegen die einzelnen Unkräuter wirkt. Zudem wird auch noch aufgezeigt, wie die einzelnen Herbizide gegen die einzelnen Unkräuter wirken. In der nächsten Spalte sind die IPM Wirksamkeiten in Abhängigkeit von der Unkrautdichte in Pflanzen/m<sup>2</sup> abgebildet.

Im letzten Reiter „Überblick“ lässt sich eine Übersicht erstellen, wo alle Unkräuter aufgeführt sind die im „DSS-IWM“ enthalten sind. Für jedes Unkraut ist eine Auswahl an Herbiziden in der Übersicht enthalten, die sich für die Bekämpfung eignen. Dazu erhält man zusätzlich einen Überblick über den Wirkmechanismus, in welchem Entwicklungsstadium das Herbizid angewendet werden kann, sowie die maximale Dosis, die angewendet werden kann. Dann wird noch der Preis pro Hektar ausgewiesen, dieser ist abhängig davon welche Dosis man auswählt. Man hat die Möglichkeit unterschiedliche Dosierungen auszuwählen. Diese staffeln sich in 1/8, 1/4,

1/2, 1/1 und 2/1 der maximalen Aufwandmenge. Des Weiteren wird noch die Wirkung angezeigt, die von der ausgewählten Dosis, der ausgewählten Unkrautdichte und des Entwicklungsstadiums der Unkräuter abhängt.

### 3.4 Datenerhebung und Wirkungsbonitur

Um die Wirkung der empfohlenen Herbizidmaßnahme von „DSS-IWM“ und der betriebseigenen Variante zu überprüfen, wurde der Deckungsgrad der Unkräuter bestimmt. Die Bonitur sollte in etwa vier Wochen nach der Herbizidapplikation durchgeführt werden. Diese Wirkungsbonitur wird mithilfe des Göttinger Zähl- und Schätzrahmens (1/10m<sup>2</sup>) durchgeführt. Dazu wird jede Parzelle bonitiert. Zuerst wird der Schätzrahmen zehn Mal zufällig in die Nullparzelle geworfen und die Deckungsgrade des jeweiligen Unkrautes geschätzt und notiert. Nachdem die Nullparzelle bonitiert wurde, wird die dazugehörige Parzelle bonitiert. Der Schätzrahmen wird zehn Mal zufällig geworfen, dazu wurde die Parzelle komplett abgelaufen und an verschiedenen Stellen bonitiert, damit möglichst das gesamte Unkrautspektrum erfasst werden kann. Die Deckungsgrade wurden auch hier geschätzt und notiert. Bei den Deckungsgraden werden nur die grünen Pflanzenteile der Unkräuter geschätzt.

Der Wirkungsgrad der Herbizide wurde mit Hilfe folgender Formel nach Abbott (Abbott, 1925) berechnet:

$$\text{Wirkungsgrad in \%} = \frac{\text{Pflanzen Kontrolle} - \text{Pflanzen behandelte Variante}}{\text{Pflanzen Kontrolle}} \times 100$$

Da in einigen Parzellen keine Kontrollfenster vorhanden waren, ließ sich der Wirkungsgrad nicht jeweils auf die Kontrolle innerhalb der Parzelle relativieren. Aus diesem Grund wurde auf das Versuchsmittel der Kontrolle relativiert, um so eine Wirkungsgradberechnung zu ermöglichen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisse Fläche „Balliner See“

In der Abbildung 9 werden die vorkommenden Unkrautarten dargestellt. Dafür wurde der Mittelwert von allen vier Schenkeln gebildet. Auf der Fläche „Balliner See“ findet man eine dikotyle Mischverunkrautung vor. Die Unkräuter mit den größten Unkrautdichten sind Acker-Stiefmütterchen (VIOAR), Raps (BRSNN) und Kornblume (CENCY). Der Gräserbesatz der Fläche war sehr gering und so konnte lediglich Gemeiner Windhalm (APESV) mit geringem Vorkommen bonitiert werden (Abbildung 9).

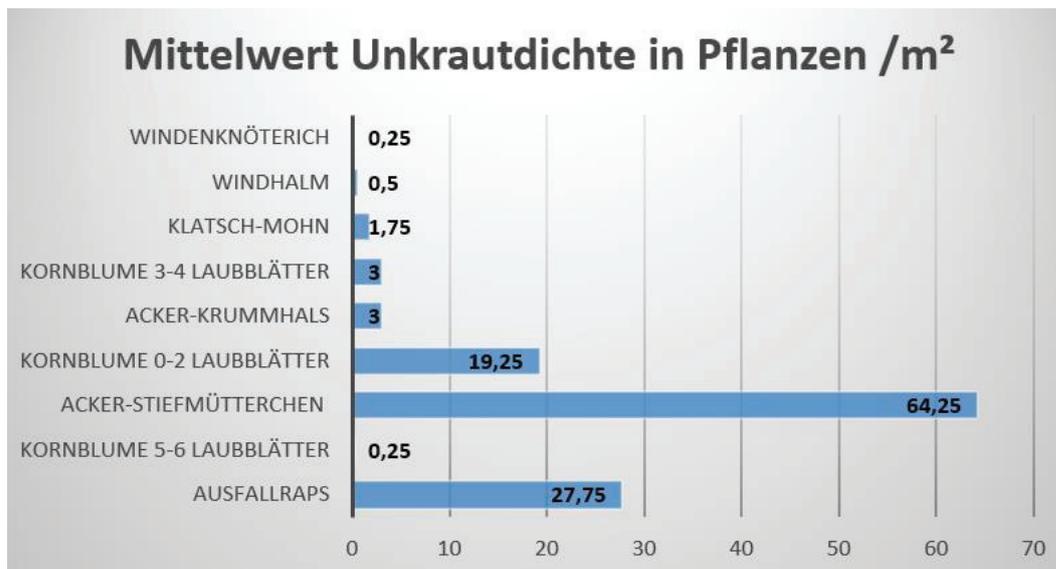


Abbildung 9: Unkrautdichte in Pflanzen/m<sup>2</sup> auf der Fläche „Balliner See“

Mithilfe der bonitierten Unkrautdichte hat man nun die nötigen Parameter, um durch das Programm „DSS-IWM“ eine schlagspezifische Herbizidempfehlung zu erhalten. Für die Empfehlung von „DSS-IWM“ wurden alle Parameter im Programm eingetragen. Das BBCH-Stadium der Kultur Winterweizen wurde mit 20 angegeben. Bei der Bonitur der Unkrautdichte am 13.10.2020 wurden einzelne Kulturpflanzen begutachtet und das BBCH-Stadium bestimmt, dabei konnte festgestellt werden, dass ein Großteil der Kulturpflanzen anfang sich zu Bestocken, nur wenige Pflanzen waren noch bei der Blattentwicklung. Aus diesem Grund wurde das BBCH-Stadium 20 im Programm angegeben, da die Applikation der Herbizide nicht am Tag der Bonitur durchgeführt wurde und so davon ausgegangen wurde, dass zum Zeitpunkt der Applikation der gesamte Bestand sich im BBCH-Stadium 20 befindet. Um die Werte der Temperatur in das Programm einzupflegen, wurden die Angaben einer Wetter-App für die Mindest- und Maximaltemperaturen der kommenden Tage übernommen. (Abbildung 10).

**Basissdaten**

- ▼ Beratung
- POINTER SX (26.6 G) + Malibu (1.2 L)
- Profil
- Tankmischung
- Überblick

DSS-IWM

[Basissdaten](#) > [Beratung](#) > [POINTER SX \(26.6 G\) + Malibu \(1.2 L\)](#)

Kulturart	Weizen, sicher (im Test)
Saison	Herbst
Entwicklungsstadium	20 Beginn Bestockung
Trockenstress	Keiner
Temperature	5 °C - 14 °C
Find lowest	Kosten (Price)
Knöterich, Winden-, res. Risiko (C1)	0-2 Laubblätter, ½ - 1 Pfl/m2, 0%
Kornblume	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%
Mohn, Klatsch-, res. Risiko (B)	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 70%
Ochsenzunge, Acker-	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 75%
Raps, Ausfall-	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%
Stiefmütterchen, Acker-	0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 91%
Windhalm, Gemeiner	0-2 Laubblätter, ½ - 1 Pfl/m2, 0%

**Produkte**

<b>POINTER SX</b>	
Handelsname	POINTER SX
Dosis / ha	26.6
Max. Dosis / ha	30.0
Einheit	G
Preis (€/ha)	13.27
Wirkmechanismus	B*

<b>Malibu</b>	
---------------	--

**Abbildung 10:**Herbizidempfehlung „DSS-IWM“ für die Fläche „Balliner See“, Quelle: (DSS-IWM, 2021)

Bei der Eintragung der Unkrautdichten in das Programm wurde die Unkrautdichte der Kornblumen (CENCY) zusammengefasst, da es im Programm nicht möglich ist eine Unkrautart mehrmals einzutragen. Dies wäre aufgrund der Unkrautbonitur erforderlich, da unterschiedliche Entwicklungsstadien bei den Kornblumen bonitiert wurden. Die Unkrautdichten der Kornblumen wurden zusammengefasst und die Kornblumen mit 0-2 Laubblättern im Programm eingetragen. Dies änderte nichts an der Empfehlung von „DSS-IWM“, es war nicht ausschlaggebend ob 11-50 Kornblumen pro Quadratmeter mit 0-2 Laubblättern eingegeben wurden oder 11-50 Kornblumen pro Quadratmeter mit 5-6 Laubblättern. Für die vorhandene Verunkrautung auf der Fläche „Balliner See“ wurde nur eine Empfehlung ausgesprochen. Die empfohlene Tankmischung besteht aus dem Herbizid Pointer SX mit dem Wirkstoff Tribenuron und dem Herbizid Malibu mit den Wirkstoffen Pendimethalin und Flufenacet. Die Aufwandmengen sind laut Empfehlung bei 26,6 Gramm pro Hektar Pointer SX und 1,2 Liter pro Hektar Malibu. Der Wirkstoff Tribenuron ist ein Herbizid aus der Wirkstoffgruppe der ALS-Hemmer (HRAC-Klasse B). Diese Wirkstoffgruppe besitzt ein hohes Risiko für eine Resistenzbildung und sollte dementsprechend im Frühjahr nicht erneut angewendet werden. Die Wirkstoffe Pendimethalin

## Ergebnisse

und Flufenacet sind Wirkstoffe aus der Gruppe der Zellwachstumshemmer. Diese Wirkstoffgruppe besitzt ein mittleres Risiko für eine Resistenzbildung. Die empfohlene Mischung wirkt sowohl über den Boden als auch über die Blätter.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Wirkungsgrade der beiden Varianten für die einzelnen Unkrautarten dargestellt (Tabelle 3). Dabei wurden alle Unkräuter aufgeführt, die bei der Wirkungsbonitur erfasst werden konnten. Die Wirkungsgrade lagen bei dem Großteil der bonitieren Unkrautarten bei weniger als 5% Differenz. Größere Unterschiede konnten beim Ausfallraps mit etwa 8%, dem Acker-Krummhals mit etwa 10% und dem Gemeinen Erdrauch mit 25% festgestellt werden. Bei der Gesamt-Wirkung liegt die Betriebsvariante mit einer um 3,34% höheren Wirkung vor der DSS Variante.

**Tabelle 3: Wirkungsgrade der einzelnen Varianten auf der Fläche „Balliner See“**

<b>Unkrautart</b>	<b>Wirkungsgrad DSS</b>	<b>Wirkungsgrad Betriebsvariante</b>
Acker-Stiefmütterchen	<b>60,58%</b>	<b>56,91%</b>
Kornblume	<b>59,08%</b>	<b>58,59%</b>
Ausfallraps	<b>76,94%</b>	<b>68,71%</b>
Acker-Krummhals	<b>82,76%</b>	<b>93,53%</b>
Klatsch-Mohn	<b>94,96%</b>	<b>95,07%</b>
Wegrauke	<b>100,00%</b>	<b>99,83%</b>
Gemeiner Erdrauch	<b>50,00%</b>	<b>75,00%</b>
<b>Gesamt-Wirkung</b>	<b>74,90%</b>	<b>78,24%</b>

Die Tabelle 4 zeigt die einzelnen Kostenpositionen für die einzelnen Herbizide und für die gesamte Tankmischung. Die DSS-Variante kostete 27,44 € pro Hektar und war damit um 1,14€ teurer als die betriebseigene Variante (26,30 €). Dies macht einen Kostenunterschied von etwa 4,3% aus. Die Preise für die Pflanzenschutzmittel wurden von dem Betriebsleiter, der die Flächen betreut, zur Verfügung gestellt und können je nach Bezugsquelle variieren (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Kostenaufstellung der beiden Herbizidvarianten „Balliner See“**

	<b>Herbizid</b>	<b>Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter pro Hektar</b>	<b>Preis pro Kilogramm/ Liter</b>	<b>Kosten pro Hektar</b>
<b>DSS</b>	Pointer SX	0,027	456,30 €	12,32 €
	Malibu	1,2	12,60 €	15,12 €
	<b>Gesamtkosten pro Hektar</b>			<b>27,44 €</b>
<b>Betrieb</b>	<b>Herbizid</b>	<b>Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter pro Hektar</b>		<b>Kosten pro Hektar</b>
	Pointer SX	0,02	456,30 €	9,13 €
	Broadcast	0,3	57,23 €	17,17 €
<b>Gesamtkosten pro Hektar</b>			<b>26,30 €</b>	

Für die ökologische Betrachtung der durchgeführten Herbizidmaßnahmen wurde der BI für die DSS Variante und für die betriebseigene Variante berechnet. Der BI wurde nach der folgenden Formel berechnet:

$$BI = \sum_{i=1}^n \frac{\text{behandelte Fläche (ha)}}{\text{Gesamtfläche (ha)}} \times \frac{\text{angewandte Aufwandmenge (\frac{l}{ha})}}{\text{maximal zulässige Aufwandmenge (\frac{l}{ha})}} \quad (\text{Rößler, et al., 2011})$$

Der BI der beiden Varianten auf der Fläche „Balliner See“ liegt auf einem ähnlichen Niveau. Die betriebseigene Variante hat einen BI von 1,17 und ist somit etwas niedriger als die DSS Variante. Der prozentuale Unterschied der Varianten beträgt etwa 2,5% (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Behandlungsindices der Herbizidvarianten „Balliner See“**

	Produkt	Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	zugelassene Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	behandelte Fläche	totale Fläche	BI
<b>DSS</b>	Pointer SX	0,027	0,03	6,61	6,61	0,9
	Malibu	1,2	4	6,61	6,61	0,3
	Gesamt-BI					<b>1,2</b>
	Produkt	Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	zugelassene Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	behandelte Fläche	totale Fläche	BI
<b>Betrieb</b>	Pointer SX	0,02	0,03	6,61	6,61	0,67
	Broadcast	0,3	0,6	6,61	6,61	0,5
	Gesamt-BI					<b>1,17</b>

In diesem Versuch wurde nicht nur die Wirkung auf die Unkräuter allein geprüft, es wurde ebenfalls geprüft, ob die vom Programm „DSS“ berechneten Wirkungsziele für die einzelnen Unkräuter erreicht wurden. Dazu wurden die Unkräuter ausgewählt, die bei der ersten Bonitur aufgenommen und in das Programm eingetragen wurden. Bei den Unkräutern Klatsch-Mohn und Acker-Krummhals konnten die berechneten Wirkungsziele, die das Programm „DSS“ vorgegeben hatte, übertroffen werden. Die Wirkung beim Ausfallraps hat die berechnete Zielwirkung um circa 10% verfehlt. Die Wirkung gegen die Kornblume und die Acker-Stiefmütterchen unterschreiten die berechnete Zielwirkung sehr deutlich. Die Wirkung gegen die Kornblumen unterschreitet die Zielwirkung um circa 28%, die erreichte Wirkung gegen die Acker-Stiefmütterchen unterschreitet die Zielwirkung um circa 30% (Abbildung 11).

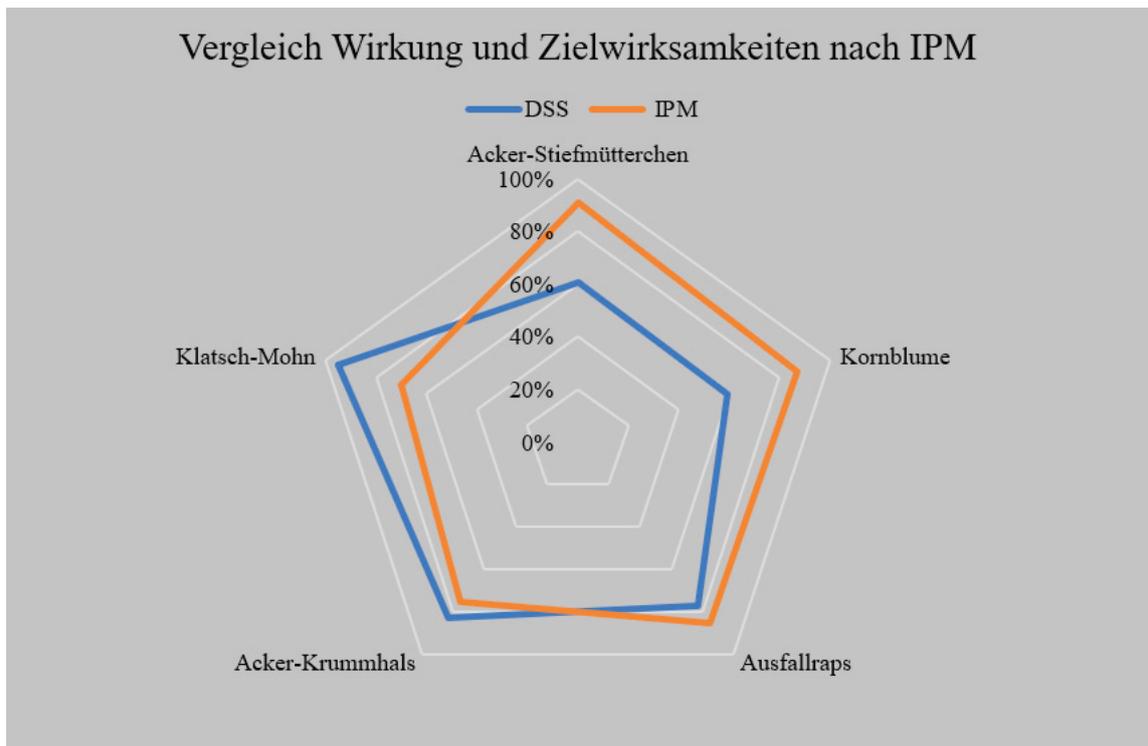
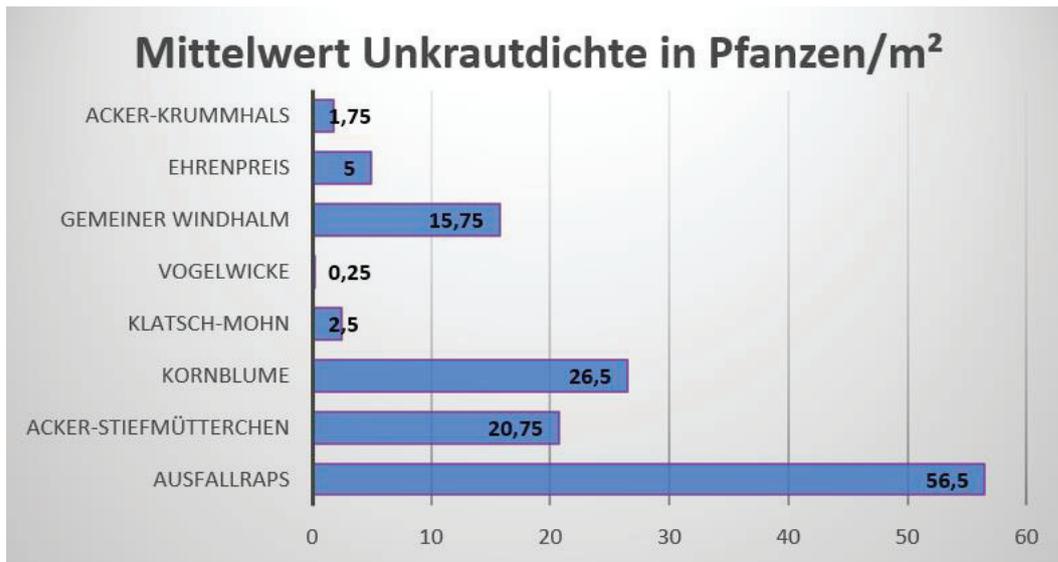


Abbildung 11: Vergleich der Zielwirkung nach IPM und der Wirkung auf der Fläche „Balliner See“

#### 4.2 Ergebnisse Fläche „Am Friedhof“

Bei der Bonitur der Unkrautdichte wurde, wie auf der Fläche „Balliner See“, ein Mittelwert für die Unkrautdichte über alle Schenkel gebildet. Es konnte auf der Fläche eine dikotyle Mischverunkrautung bonitiert werden. Die Unkräuter mit den größten Unkrautdichten sind Ausfallraps, Kornblume und Acker-Stiefmütterchen. Der Gräserbesatz der Fläche war größtenteils gering, an einigen Punkten auf der Fläche ließ sich aber Gemeiner Windhalm bonitieren. (Abbildung 12).



**Abbildung 12: Unkrautdichte in Pflanzen/ m<sup>2</sup> auf der Fläche „Am Friedhof“**

Die Daten über BBCH-Stadium und die Temperatur, die in „DSS-IWM“ eingepflegt wurden unterscheiden sich nicht von der Fläche „Balliner See“, da die Kultur ähnlich weit entwickelt war. Bei dieser Fläche wurde nur eine Herbizidmischung als Empfehlung von „DSS-IWM“ ausgegeben. Die Herbizidmischung die empfohlen wurde, besteht aus den gleichen Herbiziden wie auf der Fläche „Balliner See“. Bei der Dosierung wurde empfohlen 13,7 Gramm pro Hektar Pointer SX und 1,2 Liter pro Hektar Malibu zu verwenden (Abbildung 13). Die betriebseigene Variante wurde durch den Betriebsleiter festgelegt und unterscheidet sich auf beiden Flächen nicht. Sie bestand aus 20 Gramm pro Hektar Pointer SX und 0,3 Liter pro Hektar Broadcast. Der Wirkstoff Tribenuron, der in Pointer SX enthalten ist, ist ein der Wirkstoff der Gruppe der ALS-Hemmer (HRAC-Klasse B). Im Herbizid Broadcast sind die Wirkstoffe Flufenacet und Diflufenican enthalten. Das Flufenacet ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der Zellwachstumshemmer (HRAC-Klasse K) und besitzt ein mittleres Risiko zur Resistenzbildung. Der Wirkstoff Diflufenican ist ein Wirkstoff aus der Gruppe der Carotinoidsynthesehemmer (HRAC-Klasse F) und besitzt ein sehr geringes Risiko zur Resistenzbildung.

☰
DSS-IWM

- ▼ Basisdaten
- ▼ Beratung
- POINTER SX (13.7 G) + Malibu (1.2 L)
- Profil
- Tankmischung
- Überblick

[Basisdaten](#) > [Beratung](#) > [POINTER SX \(13.7 G\) + Malibu \(1.2 L\)](#)

Kulturart	Weizen, sicher (im Test)
Saison	Herbst
Entwicklungsstadium	20 Beginn Bestockung
Trockenstress	Keiner
Temperatur	5 °C - 14 °C
Find lowest	Kosten (Price)
Ehrenpreis, Arten	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 65%
Kornblume	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%
Mohn, Klatsch-, res. Risiko (B)	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 70%
Ochsenzunge, Acker-	0-2 Laubblätter, 2 - 10 Pfl/m2, 75%
Raps, Ausfall-	0-2 Laubblätter, 51 - 150 Pfl/m2, 90%
Stiefmütterchen, Acker-	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 87%
Windhalm, Gemeiner	0-2 Laubblätter, 11 - 50 Pfl/m2, 85%

**Produkte**

POINTER SX	
Handelsname	POINTER SX
Dosis / ha	13.7
Max. Dosis / ha	30.0
Einheit	G
Preis (€/ha)	6.83
Wirkmechanismus	B*
Malibu	

16. Februar 2021

**Abbildung 13:Herbizidempfehlung "DSS-IWM" für die Fläche "Am Friedhof", Quelle: (DSS-IWM, 2021)**

In der folgenden Tabelle sind die Wirkungsgrade der beiden Versuchsvarianten dargestellt. Es wurden alle Unkräuter aufgeführt, die bei der Wirkungsbonitur erfasst werden konnten. Es konnte ein größeres Unkrautspektrum erfasst werden als auf der anderen Versuchsfläche. In der DSS Variante musste der Wirkungsgrad der Acker-Stiefmütterchen verworfen werden, aufgrund von zu wenigen Nullparzellen, die so keine plausible Errechnung des Wirkungsgrades ermöglichten. Die DSS Variante konnte beim Ausfallraps einen um 12% höheren Wirkungsgrad erzielen. Bei der Wegrauke und dem Efeublättrigen Ehrenpreis hat die DSS Variante eine deutlich geringe Wirkung gegenüber der betriebseigenen Variante. Der Wirkungsgrad bei der Wegrauke war um 10,54% und bei dem Efeublättrigen Ehrenpreis um 14,35% niedriger als in der betriebseigenen Variante. Deutliche Wirkungsunterschiede gab es außerdem bei dem Unkraut Hirtentäschel (24,16%) und dem Gemeinen Windhalm. Dort konnte die betriebseigene Variante bei dem Hirtentäschel eine um 24,16% höhere Wirkung erzielen und bei dem Gemeinen Windhalm eine um 26,79% höhere Wirkung erreichen. Die übrigen Wirkungsgrade der beiden Varianten waren identisch. Bei der Gesamtwirkung konnte die betriebseigene Variante eine um 11,03% höhere Wirkung erzielen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Wirkungsgrade der einzelnen Varianten auf der Fläche „Am Friedhof“

Unkrautart	Wirkungsgrad DSS	Wirkungsgrad Betriebsvariante
Acker-Stiefmütterchen	-	87,81%
Kornblume	30,38%	-
Ausfallraps	87,23%	75,23%
Klatsch-Mohn	100,00%	100,00%
Wegrauke	89,46%	100,00%
Efeublättriger Ehrenpreis	85,65%	100,00%
Strahllose Kamille	100,00%	100,00%
Deutsches Weidelgras	100,00%	100,00%
Weiche Trespe	100,00%	100,00%
Hirtentäschel	74,26%	98,42%
Storchschnabel	100,00%	100,00%
Gemeiner Windhalm	57,14%	83,93%
<b>Gesamt-Wirkung</b>	<b>84,01%</b>	<b>95,04%</b>

In der Tabelle 7 werden die einzelnen Kostenpositionen für die jeweiligen Herbizide und die gesamte Tankmischung dargestellt. Die DSS-Variante kostete 21,51 € pro Hektar und war damit um 4,79€ günstiger als die betriebseigene Variante (26,30 €). Dies macht einen Kostenunterschied von etwa 22% aus. Die Preise für die Pflanzenschutzmittel wurden durch den Betriebsleiter zur Verfügung gestellt (Tabelle 7).

Tabelle 7: Kostenaufstellung der beiden Herbizidvarianten „Am Friedhof“

	Herbizid	Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter pro Hektar	Preis pro Kilogramm/ Liter	Kosten pro Hektar
DSS	Pointer SX	0,014	456,30 €	6,39 €
	Malibu	1,2	12,60 €	15,12 €
	Gesamtkosten pro Hektar			<b>21,51 €</b>
	Herbizid	Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter pro Hektar		Kosten pro Hektar
Betrieb	Pointer SX	0,02	456,30 €	9,13 €
	Broadcast	0,3	57,23 €	17,17 €
	Gesamtkosten pro Hektar			<b>26,30 €</b>

Der BI der betriebseigenen und der „DSS-IWM“ Varianten auf der Fläche „Am Friedhof“ unterscheiden sich deutlich. Die betriebseigene Variante hat einen BI von 1,17 und ist damit deutlich höher als die DSS Variante. Der prozentuale Unterschied der Varianten beträgt etwa 34% (Tabelle 8).

Tabelle 8: Behandlungsindices der Herbizidvarianten „Am Friedhof“

	Produkt	Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	zugelassene Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	behandelte Fläche	totale Fläche	BI
DSS	Pointer SX	0,014	0,03	1,85	1,85	0,47
	Malibu	1,2	4	1,85	1,85	0,3
	Gesamt-BI					<b>0,77</b>
	Produkt	Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	zugelassene Aufwandmenge in Kilogramm/ Liter	behandelte Fläche	totale Fläche	BI
Betrieb	Pointer SX	0,02	0,03	1,85	1,85	0,67
	Broadcast	0,3	0,6	1,85	1,85	0,5
	Gesamt-BI					<b>1,17</b>

## Ergebnisse

Auf der Fläche „Am Friedhof“ wurde die Wirkung auf die einzelnen Unkräuter ebenfalls mit der berechneten Zielwirksamkeit verglichen. Dabei wurde erneut das Unkrautspektrum ausgewählt, welches bei der ersten Bonitur erfasst werden konnte. Die Wirkung der applizierten Herbizide konnte gegen den Klatsch-Mohn die berechnete Zielwirksamkeit um 30% übertreffen. Beim Ausfallraps konnte die Zielwirksamkeit nicht gänzlich erreicht werden, es wurde eine Wirkung von 87% erreicht, die drei Prozent unter der Zielwirksamkeit liegt. Die Wirkung gegen die Kornblumen weichte sehr stark von der Zielwirkung ab. Es konnte nur eine Wirkung von etwa 30 % erreicht werden, diese Wirkung liegt circa 56% unter der Zielwirkung nach IPM. Bei den Acker-Stiefmütterchen und dem Acker-Krummhals war es aufgrund von nicht ausreichend vorhandenen Nullparzellen nicht möglich die Wirkung der Maßnahmen zu berechnen. Aus diesem Grund kann die Wirkung nicht mit der Zielwirkung verglichen werden. Die Wirkung, die bei der Behandlung in Bezug auf den Gemeinen Windhalm erzielt werden konnte, liegt bei 57% und ist um etwa 28% geringer als die berechnete Zielwirkung. Der Efeublättrige Ehrenpreis konnte mit einer Wirkung von 85% bekämpft werden und liegt damit etwa 20% über der von „DSS“ berechneten Zielwirksamkeit (Abbildung 14).

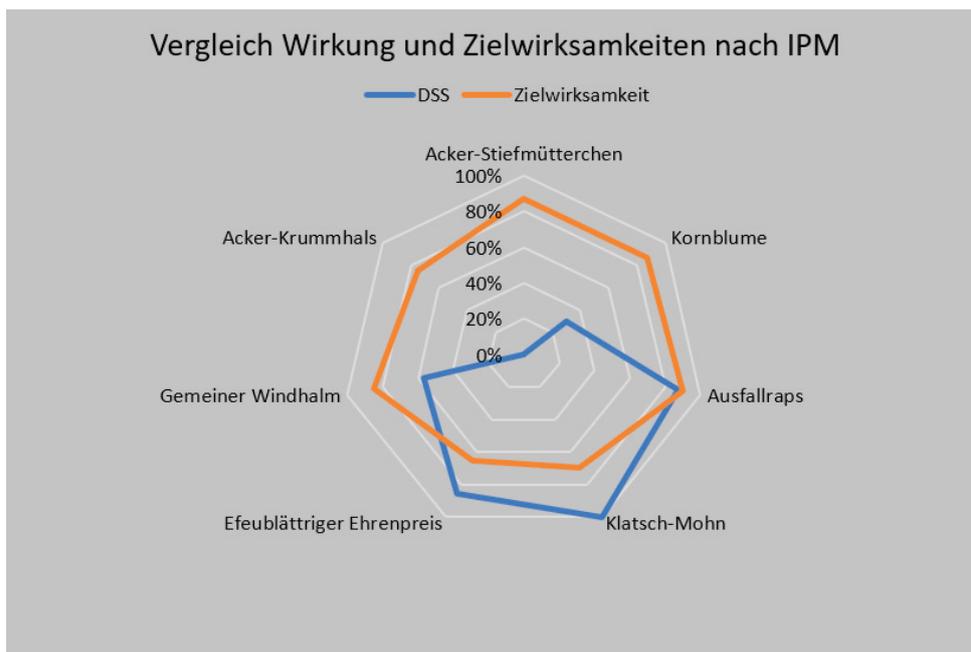


Abbildung 14: Vergleich der Zielwirkung nach IPM und der Wirkung auf der Fläche „Am Friedhof“

## 5 Diskussion

### 5.1 Vergleich der Ergebnisse mit anderen wissenschaftlichen Quellen

Das Entscheidungshilfesystem „DSS-IWM“ wurde dazu konzipiert, um schlagspezifische Empfehlungen für den Herbizideinsatz zu geben. Dies geschieht nach den Grundsätzen des integrierten Pflanzenschutzes, Ziel ist es die Aufwandmengen der Herbizide so weit wie möglich zu reduzieren. Damit einhergehend sollen zudem die Kosten und auch die Herbizidintensität verringert werden. Durch die verringerte Intensität soll eine positive ökologische Wirkung realisiert werden können.

In dieser Arbeit wurde geprüft, ob die schlagspezifische Empfehlung von „DSS-IWM“ mit Herbizidmaßnahmen, die in der Praxis durchgeführt werden, in Bezug auf die Wirkung vergleichbar sind und so unter Umständen dauerhaft Anwendung finden können. Ein weiterer Punkt, der betrachtet wird, ist, inwiefern sich die Kosten der beiden Varianten unterscheiden und ob eine Variante Kostenvorteile bietet. Da der ökologische Aspekt in der Gesellschaft eine große Bedeutung hat, wurde im Rahmen der Arbeit auch die Herbizidintensität der Varianten berechnet. Dies wurde mit Berechnung des BI durchgeführt und gilt als ökologischer Maßstab. Abschließend wurde untersucht, ob die Wirkung, die auf den Flächen erreicht wurde, mit den berechneten Zielwirksamkeiten von „DSS-IWM“ übereinstimmt.

Bei den hier diskutierten Ergebnissen muss beachtet werden, dass nur die Herbizidbehandlung im Herbst untersucht wurde und so auch keine Aussagen über Auswirkungen auf den Ertrag möglich sind. Die Ergebnisse lassen sich nicht ohne weiteres auf andere Standorte in Deutschland übertragen, da der Versuch nur an zwei Standorten in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt wurde. Weitere Einflussfaktoren wie die schlagspezifische Beikrautflora und Standortunterschiede wie z.B. Bodenarten sind zu berücksichtigen.

In den beiden angelegten Versuchen im Rahmen dieser Arbeit konnten teilweise deutliche Unterschiede in der Wirkung zwischen der DSS-Variante und der betriebseigenen Variante festgestellt werden. Während auf der Fläche am „Balliner See“ die Wirkungsunterschiede auf einem ähnlichen Niveau lagen und sich nur bei bestimmten Unkräutern, wie dem Acker-Krummhals und dem Gemeinen Erdrauch, deutlicher unterschieden. Ein Problem, welches im Rahmen der Arbeit deutlich geworden ist, sind die Probleme, die bei der Bonitur auftreten können. Bei der ersten Bonitur wurden insgesamt vier Quadratmeter auf allen Parzellen bonitiert. Dies kann

ein Problem darstellen, wenn ein Standort heterogen und auch die Standortverteilung der Unkrautpopulation eher heterogen ist. Zu berücksichtigen ist, dass die Empfehlung auf der Grundlage von vier Quadratmeter bonitierter Fläche getroffen wurden und die Parzellen von der DSS-Variante an dem Standort „Balliner See“ etwa 6,85ha Fläche groß waren. Dabei ist es möglich das Auftreten mancher Unkrautarten zu überschätzen oder zu unterschätzen, je nachdem wie sie auf der Fläche verteilt sind und bei der Bonitur „getroffen“ werden. Bei kleineren Flächen oder auch homogenen Standorten fällt diese „Fehlerquote“ möglicherweise geringer aus.

Auf dem zweiten Standort, der Fläche „Am Friedhof“ wurde in der DSS Variante eine deutlich niedrigere Wirkung erzielt als in der betriebseigenen Variante. Bei der Gesamtwirkung, auf alle Unkräuter gesehen, konnte die DSS-Variante eine um 11% geringere Gesamtwirkung erreichen. Das bei der DSS-Variante eine geringere Wirkung erzielt wurde kann mehrere Ursachen haben. Eine mögliche Ursache könnte sein, dass die Applikation der DSS-Variante aufgrund der Witterung erst 14 Tage nach der ersten Bonitur und Applikation der Betriebsvariante durchgeführt werden konnte. Dadurch, dass die empfohlene Aufwandmenge von DSS auf die bonitierte Unkrautpopulation und die Entwicklung der Unkräuter abgestimmt ist und auch die Temperatur einen Einfluss auf die empfohlene Aufwandmenge hat (vgl. Sønderskov, et al., 2016). Durch den Abstand von 14 Tagen zwischen Bonitur und Applikation hatten die Unkräuter und Ungräser die Möglichkeit sich weiterzuentwickeln und so ist es möglich, dass die ausgebrachten Aufwandmengen zu gering waren oder die Temperaturspanne sich geändert hat, sodass eine Anpassung der Aufwandmengen der Herbizide den nötigen Erfolg gebracht hätten. Eine weitere mögliche Ursache könnte auch die Heterogenität des Standortes sein, da z.B. bei mehr organischer Substanz im Boden eine höhere Wirkstoffdosis von Nöten sein kann (vgl. Nordmeyer, 2015). Es sollte zudem noch beachtet werden, dass bei der Wirkungsbonitur in jeder Parzelle für die Bonitur insgesamt nur ein Quadratmeter betrachtet wird und anhand der vorhandenen grünen Pflanzenmasse ein Deckungsgrad geschätzt wird. Es kann dadurch sein, dass die Pflanze noch grün ist, aber trotzdem bekämpft wurde. Dazu empfiehlt es sich im Frühjahr die Schläge erneut zu bonitieren, um dann eine Entscheidung treffen zu können, ob eine Nachbehandlung erfolgen muss.

In Bezug auf die Kosten konnte am Standort „Balliner See“ durch die Anwendung des „DSS-IWM“ kein Kostenvorteil festgestellt werden. Der Unterschied war jedoch mit 1,14€/ha eher gering. Am Standort „Am Friedhof“ konnte die DSS-Variante eine Kosteneinsparung von 4,79 €/ha erzielen. Dies entspricht einer Kostenreduktion von circa 22 %, diese Einsparungen bestätigen auch Versuche, die 2008 in Dänemark durchgeführt wurden mit dem CPO System. Dort

konnten die Behandlungskosten um 18-24% reduziert werden (Kudsk, 2008). Da es sich bei dem „DSS-IWM“ um einen Prototyp handelt, standen für die Herbstbehandlung 21 Herbizide zur Auswahl. Durch die Aktualisierung und Ergänzung neuer Herbizide können möglicherweise die Empfehlungen verbessert werden und auch geringere Kosten erzielt werden (de Mol, et al., 2014).

Ein weiterer Parameter, der in der Arbeit betrachtet wurde, ist der BI, dieser zeigt die Intensität der Herbizidmaßnahmen und wird für die ökologische Betrachtung verwendet. An dem Standort „Balliner See“ lagen die BIs der beiden Varianten auf einem ähnlichen Niveau. Der BI der betriebseigenen Variante ist um 2,5% niedriger als der BI von der DSS-Variante. Ein höherer BI in der DSS-Variante ist nicht ungewöhnlich, da die Empfehlung für die Herbizidbehandlung aufgrund der vorkommenden Unkrautpopulation gegeben wird und bei dem Auftreten von resistenten oder sehr konkurrenzstarken Populationen höhere Intensitäten auftreten (Bückmann, et al., 2020). Es konnten in anderen Versuchen jedoch deutliche Reduktionspotentiale der Herbizidintensität festgestellt werden, dabei war es möglich die Intensität um 27%-29% zu senken (Kudsk, 2008).

Auf der Fläche „Am Friedhof“ konnte ein deutlich geringerer BI erreicht werden, im Gegensatz zur betriebseigenen Variante. Der Unterschied beträgt circa 34% und liegt in einem Bereich, der sich in anderen Versuchen bestätigen lassen konnte (Kudsk, 2008). Es liegen jedoch beide Varianten auf einem niedrigen Niveau und sind unter dem mehrjährigen BI in Deutschland, der im Jahr 2019 bei 1,81 für den Herbizideinsatz in Winterweizen liegt (PAPA Julius-Kühn-Institut, 2019). Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass im Frühjahr, je nach Unkrautauftreten, noch eine Herbizidmaßnahme erfolgen kann, die den BI noch ansteigen lassen würde.

Bei den Zielwirksamkeiten am „Balliner See“ konnten die Zielwirksamkeiten nur bei manchen Unkräutern erreicht werden. Eine mögliche Ursache für die zu niedrigen Wirksamkeiten ist, dass die Applikation erst 14 Tage nach der ersten Bonitur durchgeführt werden konnte und so die Unkrautpopulation noch Zeit hatte sich weiterzuentwickeln. Dass die Zielwirksamkeit nur bei bestimmten Unkräutern nicht erreicht werden konnte, kann daran liegen, dass die empfohlene Aufwandmenge bei den Unkräutern, wo die Zielwirksamkeit erreicht wurde, trotz einer möglichen Weiterentwicklung immer noch ausreichend für eine sichere Bekämpfung waren. In mehreren Versuchen konnten schwache Bekämpfungserfolge meist auf zu späte Behandlung durch ungünstige Witterung zurückgeführt werden (Verschwele, et al., 2018). Auf der Fläche „Am Friedhof“ zeigte sich, dass bei wenigen Unkräutern die Zielwirksamkeiten erreicht wur-

den. Bei Unkräutern wie der Kornblume fehlten zum Erreichen der Zielwirksamkeit 57%. Aufgrund der Witterung konnte auf der Fläche die Behandlung erst 14 Tage nach der ersten Bonitur appliziert werden. Dadurch konnte sich die Entwicklung der Unkrautpopulation ändern und auch die Witterung konnte sich von den bei der Empfehlung eingegebenen Werten unterscheiden, was dann dazu führt, dass höhere Aufwandmengen benötigt werden (vgl. Abbildung 6). Ein weiterer Aspekt, der beachtet werden muss, ist, dass bei der Wirkungsbonitur die erzielte Wirkung durch die Schätzung des Deckungsgrades, der noch grünen Pflanzenteile, errechnet wird. In einer wissenschaftlichen Arbeit konnte drei Wochen nach der Herbizidbehandlung beobachtet werden, dass durch die Herbizidbehandlung die Unkräuter zwar gehemmt werden konnten, aber nicht abgetötet wurden. Bei vielen Herbiziden wie z.B. den Sulfonylharnstoffen konnten Unkräuter wochenlang überleben und in Abhängigkeit von der aufgenommenen Herbizidmenge sogar wieder weiterwachsen. Es konnte jedoch auch beobachtet werden, dass allein die Konkurrenzkraft der angebauten Kulturpflanze für die Unkräuter tödlich sein kann und es durch das gehemmte Wachstum aufgrund der Herbizidmaßnahme begünstigt wird (Sønderskov, et al., 2014). In einer aktuellen Studie wurde festgestellt, wenn Unkrautarten mit vorhandenen Resistenzen auftraten, konnten die Zielwirksamkeiten nicht erreicht werden (Bückmann, et al., 2020). Einen Hinweis auf bestehende Resistenzen konnte durch den Betriebsleiter nicht gegeben werden und wurde in dieser Arbeit nicht untersucht.

### 5.2 Stärken und Schwächen von „DSS-IWM“

Das Entscheidungshilfesystem „DSS-IWM“ besitzt Potentiale, um die Behandlungsindices zu reduzieren (Verschwele, et al., 2018). Des Weiteren besitzen Entscheidungshilfesysteme den Vorteil, dass sie das Risiko unbefriedigender Unkrautbekämpfung reduzieren können, ohne dabei Ertragseinbußen in Kauf nehmen zu müssen (Kudsk, 2008). Die Entscheidungshilfesysteme lassen sich auf andere Regionen übertragen. In Spanien konnten ähnliche Systeme in Getreideanbausystemen Reduktionspotentiale von mindestens 30% der Herbizidmenge realisieren (Montull, et al., 2020). Durch ein Entscheidungshilfesystem ist die integrierte Unkrautbekämpfung durch die schlagspezifische Herbizidempfehlung möglich. Weitere Stärken des „DSS-IWM“ sind zusätzliche Features, mit denen man seine eigenen Tankmischungen auf die Wirkung einzelner Unkrautarten überprüfen kann. Des Weiteren bietet es einen gewissen Bildungscharakter, indem man sich mehr mit Zielwirksamkeiten auseinandersetzt und möglichen Herbizidmischungen mit reduzierter Aufwandmenge. Ein weiterer Vorteil ist, dass man mit

dem „DSS-IWM“ in Bezug auf das Resistenzmanagement, einzelne oder mehrere Wirkstoffgruppen aus der Empfehlung ausschließen kann, um so einzelne Wirkstoffgruppen mit einem höheren Potential zur Resistenzbildung zu schonen.

Das Programm weist allerdings ein paar Schwächen auf, die es zu beheben gilt. Bei der Anwendung des Programms ist aufgefallen, dass bei manchen Unkräutern, wie z.B. dem Klatsch-Mohn automatisch die resistente Variante ausgewählt wird, obwohl man die Unkrautart ohne Resistenzrisiko ausgewählt hat. Ob sich dies nun auf die Empfehlung auswirkt oder lediglich ein technisches Problem ist, gilt es an anderer Stelle zu klären. Bei der Eingabe der bonitierten Unkräuter ist aufgefallen, dass es nicht möglich ist, zwei gleiche Unkrautarten mit unterschiedlicher Anzahl an Laubblättern in das System einzupflegen, da es dann eine Fehlermeldung gibt und keine Empfehlung gegeben werden kann. Um die passende Empfehlung zu erhalten, muss man probieren, ob sich die Herbizidmenge der Empfehlungen ändern, wenn man die Anzahl der Laubblätter ändert. Auf der Fläche „Am Balliner See“ trat so ein Fall bei den Kornblumen auf, da auf der Fläche sowohl Kornblumen mit 0-2 Laubblättern, 3-4 Laubblättern und 5-6 Laubblättern aufgetreten sind (vgl. Abbildung 9). Es konnte kein Unterschied bei der Empfehlung festgestellt werden, unabhängig von der Anzahl der Laubblätter. Jedoch musste man dreimal die Eingabe ändern, um zu überprüfen, dass sich die Aufwandsmenge nicht ändert. Dieses Problem zu beheben wäre für die Anwendung in der Zukunft von Vorteil, da so Zeit gespart werden kann und die Benutzerfreundlichkeit steigt. Eine weitere Schwäche, die man in Zukunft beheben sollte, ist die vorhandene Herbizidpalette. Durch die Erweiterung und Aktualisierung der verfügbaren Herbizide, lassen sich die Empfehlungen verbessern (de Mol, et al., 2014). Ein weiteres Problem, welches das System nur indirekt betrifft, ist das Problem mit der Bonitur der Unkräuter. Damit das „DSS-IWM“ eine genaue Empfehlung ausgeben kann benötigt man eine genaue Bewertung und Bestimmung der auftretenden Unkräuter, was in der Praxis häufig zu Problemen führen kann (Kanas, et al., 2020). Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit wäre die Einbeziehung der Rotationsbetrachtung und die Einbeziehung von Managementtaktiken in die Empfehlung (Kanas, et al., 2020). Des Weiteren gilt es die Validierungsversuche fortzuführen, um noch vorhandene Lücken in den Dosis-Wirkungsdaten zu schließen, und somit die Empfehlung noch sicherer zu machen (Verschwele, et al., 2018). Bei der Bonitur der Unkräuter, die viele Landwirte davon abhalten ein System wie „DSS-IWM“ zu nutzen, könnte es hilfreich sein eine technische Lösung zu entwickeln, die einem die Bonitur vereinfacht und auf großen heterogenen Flächen eine große Zeitersparnis bringen könnte. Dies könnte dazu führen, dass mehr Landwirte ein Entscheidungshilfesystem für den Herbizideinsatz nutzen.

## 6 Zusammenfassung

Die Unkrautbekämpfung im Winterweizen ist nach wie vor die wichtigste Maßnahme zur Sicherung der Erträge (vgl. Abbildung 2). Die passende Wahl der Herbizide und die nötigen Aufwandmengen zu finden ist eine große Herausforderung, da es eine Vielzahl von verschiedenen Herbiziden und Herbizidmischungen gibt. Ein Entscheidungshilfesystem wie das „DSS-IWM“ kann dazu beitragen kostengünstige Bekämpfungsmaßnahmen durchzuführen und vor allem dabei helfen die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes umzusetzen, da die Empfehlung auf der Grundlage der schlagspezifischen Verunkrautung gegeben werden. In den Versuchen im Rahmen dieser Arbeit wurde nur die Herbizidmaßnahme im Herbst in der Kultur Winterweizen betrachtet. Hierbei wurde die schlagspezifische Empfehlung des „DSS-IWM“ mit der betriebseigenen Herbizidmaßnahme verglichen. Die beiden Varianten wurden auf die Parameter erzielte Wirkung, die Kosten und die Intensität der Behandlung geprüft. Die DSS-Variante wurde zusätzlich daraufhin geprüft, inwiefern die Zielwirksamkeiten, die von „DSS-IWM“ für die vorhandene Verunkrautung vorgegeben wurde auch im Feld erreicht werden konnte.

Dabei konnte auf der Versuchsfläche „Am Balliner See“ in Bezug auf die Wirkung kein Vorteil für die DSS-Variante festgestellt werden, die betriebseigene Variante hat eine geringfügig höhere Gesamtwirkung. Bei den Kosten konnte ebenfalls kein Vorteil der DSS-Variante festgestellt werden, da die betriebseigene Variante geringere Behandlungskosten verursacht hat. Dies ist jedoch abhängig vom Betrieb und den Preisen im Einkauf der benötigten Mittel. Der BI der beiden Varianten auf der Fläche waren auf einem ähnlichen Niveau. Bei den Zielwirksamkeiten konnten bei einigen Unkrautarten die Zielwirksamkeiten überschritten werden, während bei anderen Unkräutern die Zielwirkung deutlich verfehlt wurde (vgl. Abbildung 11).

Auf der Fläche „Am Friedhof“ konnte die DSS-Variante im Vergleich zur betriebseigenen Variante deutlich geringere Wirkungsgrade aufweisen, was auf die 14 Tage Unterschied in der Applikation zurückgeführt werden kann. Zudem konnten die Wirkungsgrade für Acker-Stiefmütterchen in der DSS-Variante nicht ausgewertet werden und die Kornblume in der betriebseigenen Variante konnte ebenfalls nicht ausgewertet werden, da auf der Fläche nicht ausreichend Nullparzellen vorhanden waren und somit die Wirkung nicht errechnet werden konnte. Bei den übrigen auftretenden Arten hat die DSS-Variante etwa eine 10% geringere Gesamtwirkung als die betriebseigene Variante. Die Kosten der DSS-Variante waren um 4,79€ geringer, was einen prozentualen Unterschied von etwa 18% ausmacht. Bei dem BI konnte die DSS-Variante einen um etwa 34% geringeren BI aufweisen. Vergleicht man die Zielwirksamkeiten konnten die Wirkungen der DSS-Variante bei dem Großteil der Unkräuter

Wirkungen nah an der Zielwirkung erreichen oder sogar über die Zielwirksamkeiten hinaus. Lediglich bei den Kornblumen und dem gemeinen Windhalm konnten nur geringe Wirkungsgrade erreicht werden (vgl. Abbildung 14).

Zum jetzigen Zeitpunkt lässt sich feststellen, dass die Anwendbarkeit des Entscheidungshilfesystems „DSS-IWM“ im Winterweizen eine sinnvolle Möglichkeit darstellt, eine schlagspezifische Herbizidempfehlung zu berechnen. Für eine genauere Aussage über die generelle Anwendbarkeit des Systems, müsste die Kultur über das ganze Jahr begleitet werden.

**Literaturverzeichnis**

Montull, J. et al., 2014. Four years validation of decision support optimising herbicide dose in. *Crop Protection*, 28 04, pp. 110-114.

Abbott, W. S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide.. *Journal of Economic Entomology* , 01 04, pp. 265-267.

Agrar Industrieverband, 2018. *IVA-Magazin*. [Online]  
Available at: <https://www.iva.de/iva-magazin/schule-wissen/was-bedeutet-integrierter-pflanzenschutz#:~:text=Paragraph%20%20des%20Pflanzenschutzgesetzes%20definiert,chemischer%20Pflanzenschutzmittel%20auf%20das%20notwendige>  
[Zugriff am 22 01 2021].

AI-United, 2021. *ai-united*. [Online]  
Available at: <http://www.ai-united.de/7-arten-kuenstlicher-neuronaler-netzwerke-in-der-linguistischen-datenverarbeitung/>  
[Zugriff am 19 02 2021].

Bückmann, H., Bøjer, O. M., Rydahl, P. & Verschwele, A., 2020. *Julius Kühn Institut*. [Online]  
Available at: [https://www.julius-kuehn.de/ex\\_anwendung/downloadFatPdf.php?file=JKI-Archiv-464\\_35.pdf](https://www.julius-kuehn.de/ex_anwendung/downloadFatPdf.php?file=JKI-Archiv-464_35.pdf)  
[Zugriff am 22 01 2021].

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2013. *Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft*. [Online]  
Available at: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/NAP-NationalerAktionsplanPflanzenschutz2017.pdf;jsessionid=8E20D1F2EF811D0B89C3E54386E30C98.intranet922?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/NAP-NationalerAktionsplanPflanzenschutz2017.pdf;jsessionid=8E20D1F2EF811D0B89C3E54386E30C98.intranet922?__blob=publicationFile&v=2)  
[Zugriff am 22 01 2021].

Datenbank, BVL, 2021. *BVL Datenbank*. [Online]  
Available at: <https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/ListeMain.jsp?page=1&ts=1611225320280>  
[Zugriff am 21 01 2021].

de Mol, F., Fritzsche, R. & Gerowitt, B., 2014. *Julius-Kühn-Institut*. [Online]  
Available at:  
[http://dpg.phytomedizin.org/fileadmin/tagungen/09\\_Unkrauttagung/02\\_2014/Doku/2014\\_2943-11727-1-PB.pdf](http://dpg.phytomedizin.org/fileadmin/tagungen/09_Unkrauttagung/02_2014/Doku/2014_2943-11727-1-PB.pdf)  
[Zugriff am 28 01 2021].

Destatis, S. B., 2019. *Destatis*. [Online]  
Available at: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/statistisches-jahrbuch-2019-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/statistisches-jahrbuch-2019-dl.pdf?__blob=publicationFile)  
[Zugriff am 12 01 2021].

DSS-IWM, 2021. *ISIP*. [Online]  
Available at: <https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung>  
[Zugriff am 09 02 2021].

DSS-IWM, 2021. *ISIP*. [Online]  
Available at:

[https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung/herold%20sc%20\(0.45%20l\)](https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung/herold%20sc%20(0.45%20l))  
[Zugriff am 09 02 2021].

DSS-IWM, 2021. *ISIP*. [Online]

Available at:

[https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung/pointer%20sx%20\(26.6%20g\)%20%20+%20malibu%20\(1.2%20l\)%20](https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung/pointer%20sx%20(26.6%20g)%20%20+%20malibu%20(1.2%20l)%20)

[Zugriff am 14 02 2021].

DSS-IWM, 2021. *ISIP*. [Online]

Available at:

[https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung/pointer%20sx%20\(13.7%20g\)%20%20+%20malibu%20\(1.2%20l\)%20](https://www.isip.de/charts/dssiwm#!basisdaten/beratung/pointer%20sx%20(13.7%20g)%20%20+%20malibu%20(1.2%20l)%20)

[Zugriff am 16 02 2021].

Kanatas, P. et al., 2020. Benefits and Limitations of Decision Support Systems. *agronomy*, 10 04.

Kudsk, P., 2008. *Springer*. [Online]

Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10669-007-9041-8>

[Zugriff am 28 03 2021].

Landesamt für Landwirtschaft, L. u. F. M.-V., 2019. Ungras- und Unkrautbekämpfung im Getreide. *Ergebnisse und Empfehlungen zum Integrierten Pflanzenschutz im Ackerbau 2020*, 03 12, p. 16ff.

Lemke, G. D.-C., Junge, M. B. & Prange, S. D.-I. (., 2014. *docplayer.org*. [Online]

Available at: <https://docplayer.org/57717194-Pflanzenschutzmittelbefunde-im-grundwasser-von-mecklenburg-vorpommern.html>

[Zugriff am 22 01 2021].

Mathiesen, S., 2010. *Bibliothek HS NB*. [Online]

Available at: [https://digibib.hs-](https://digibib.hs-nb.de/file/dbhsnb_thesis_0000000551/dbhsnb_derivate_0000000840/Bachelorarbeit-Matthiesen-2010.pdf)

[nb.de/file/dbhsnb\\_thesis\\_0000000551/dbhsnb\\_derivate\\_0000000840/Bachelorarbeit-Matthiesen-2010.pdf](https://digibib.hs-nb.de/file/dbhsnb_thesis_0000000551/dbhsnb_derivate_0000000840/Bachelorarbeit-Matthiesen-2010.pdf)

[Zugriff am 21 01 2021].

Montull, J. M., Taberner, A., Bøjer, O. & Rydahl, P., 2020. IPMwise: A Decision Support System. In: *Decision Support Systems for Weed Management*. s.l.:Springer, pp. 279-298.

Nickl, U., Gehring, K. & Weigand, S., 2014. Getreide- und Maisbau- Produktionstechnische Grundlagen. In: B. B. G. & C. KG, Hrsg. *Landwirtschaftlicher Pflanzenbau*. München: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, pp. 388-392.

Nordmeyer, H., 2015. *Research Gate*. [Online]

Available at:

[https://www.researchgate.net/publication/276158623\\_Herbicide\\_Application\\_in\\_Precision\\_Farming\\_Based\\_on\\_Soil\\_Organic\\_Matter](https://www.researchgate.net/publication/276158623_Herbicide_Application_in_Precision_Farming_Based_on_Soil_Organic_Matter)

[Zugriff am 28 03 2021].

PAPA Julius-Kühn-Institut, 2019. *Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen*. [Online]

Available at: <https://papa.julius-kuehn.de/index.php?menuid=43>  
[Zugriff am 01 04 2021].

Rößler, I., Nowack, A. & Thate, A., 2011. *Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*. [Online]  
Available at: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15100/documents/18148>  
[Zugriff am 16 03 2021].

Rößler, I., Nowack, A. & Thate, A., 2011. *Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*. [Online]  
Available at: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15100/documents/18148>  
[Zugriff am 06 04 2021].

Rydahl, P. et al., 2017. RoboWeedSupport - Presentation of a cloud based system. *Advances in Animal Biosciences*, 07, pp. 860-864.

Sønderskov, M. et al., 2015. DSSHerbicide: Weed control in winter wheat with a decision support system in three South Baltic regions – field experimental results. *Crop Protection*, Issue 76, pp. 15-23.

Sønderskov, M. et al., 2014. Decision Support System for Optimized Herbicide Dose in Spring Barley. *Weed Technology*, pp. 19-27.

Sønderskov, M. et al., 2016. Crop Protection Online—Weeds: A Case Study. In: C. Springer, Hrsg. *Real-World Decision Support Systems*. Schweiz: s.n., pp. 303-320.

Verschwele, A. et al., 2018. *Julius Kühn Institut-Tagungsband 28. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und – bekämpfung*. [Online]  
Available at: [https://www.openagrar.de/receive/openagrar\\_mods\\_00036588](https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00036588)  
[Zugriff am 22 01 2021].

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich während der Erstellung dieser Bachelorarbeit unterstützt haben.

Zuerst richtet sich mein Dank an Frau Prof. Dr. Becke Strehlow, die meine Arbeit betreut hat. Für die beratenden Gespräche zur abschließenden Themenfindung und die hilfreichen Anregungen und Kritiken möchte ich mich herzlichst bedanken.

Des Weiteren möchte ich mich beim Betrieb und Betriebsleiter bedanken für das Bereitstellen der Flächen und Daten.

Ich möchte mich außerdem bei meiner Partnerin und bei meiner Familie bedanken, die mich stets unterstützt haben. Außerdem möchte ich mich bei meinem Kommilitonen Leon Bülow bedanken, der mich bei der Unkrautbonitur und Deckungsgradbonitur bei Wind und Wetter mit großer Hilfsbereitschaft und Ausdauer unterstützt hat.

Alexander Heyer

Woldegk, 06.04.2021

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich, Alexander Heyer, erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Bachelor-Arbeit mit dem Thema „Anwendung des Entscheidungshilfe Systems „DSS-IWM“ für den Herbizideinsatz in Winterweizen“ 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 und auch nicht veröffentlicht.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Bachelorarbeit in der Hochschulbibliothek eingestellt wird.

Woldegk, 06.04.2021

Unterschrift: