Agroscope Science | Nr. 240 / 2026



Detektionsbasierte Applikation von Herbiziden auf Biodiversitäts-förderflächen

Schlussbericht Feldstudie 2023–2025

Autorinnen und Autoren

Lena Perseus, Nadine Krieg, Thomas Anken, Abiel Rindisbacher, Serge Buholzer

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

Impressum

Herausgeber	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Bern www.agroscope.ch
Auskünfte	Petra Dieker, peter.dieker@agroscope.admin.ch
Fotos	Lena Perseus, Serge Buholzer
Titelbild	Ecorobotix SA
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2026
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as240g

Haftungsausschluss :

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leser/innen. Agroscope ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Wir schliessen jede Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen aus. Für die Leser/innen gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhalt

Zusammenfassung **5**
Résumé **6**
Summary **7**
Riassunto **8**
1 Einleitung **10**
1.1 Ausgangslage 10
1.2 Zielsetzung 10
1.3 Verfügbare Gerätetypen für detektionsbasierte Applikation im Grasland 11
1.4 Zielarten Wiesenblacke und Acker-Kratzdistel 11
2 Methodenbeschreibung **12**
2.1 Bewilligungen, Lohnunternehmer/-in und Betriebsdatenerfassung 12
2.2 Felddatenerhebung 12
2.2.1 Erhebungszeitpunkt und Erhebungsmethode 13
2.2.2 Schädigungsgrade 15
2.2.3 Beispielbilder von Blacken mit letaler, subletaler und vitaler Einstufung 16
3 Resultate **17**
3.1 Anzahl und Verbreitung detektionsbasierter Applikationen auf Biodiversitätsförderflächen 17
3.2 Verteilung detektionsbasierter Applikationen auf verschiedene BFF-Typen 18
3.3 Bekämpfung von Wiesenblacke in Wiesen-BFF 18
3.4 Bekämpfung von Wiesenblacken und Acker-Kratzdisteln in Acker-BFF 19
3.5 Artenvielfalt auf den Untersuchungsflächen 19
3.5.1 Anzahl gefundener Arten 19
3.5.2 Korrelation der Artenvielfalt mit der Blackendichte 20
3.6 Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten 20
3.6.1 Getroffene Nicht-Zielarten 20
3.6.2 Vergleich von falsch-positiven Treffern und kollateralen Spritzschäden in Wiesen-BFF 22
3.7 Deskriptiver Vergleich der eingesetzten Gerätetypen beim Einsatz von DA in BFF 24
3.7.1 Effektivität der eingesetzten Gerätetypen 24
4 Diskussion **25**
4.1 Nachfrage nach detektionsbasierter Applikation in BFF 25
4.2 Zielarten Blacke und Acker-Kratzdisteln mit hohen Anteilen letal oder subletal geschädigter Individuen 26
4.3 Detektionsbasierte Applikation in Acker-BFF liefert derzeit keine ausreichende Grundlage für eine Zulassung 27
4.4 Artenvielfalt auf den Untersuchungsflächen 27
4.5 Die Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten sind teilweise noch zu hoch 27
4.6 Deskriptiver Vergleich der drei eingesetzten Gerätetypen 28
4.7 Typenzulassung für detektionsbasierte Applikation von Herbiziden in BFF 28
5 Schlussfolgerungen **29**
6 Literaturverzeichnis **30**
7 Abbildungsverzeichnis **31**
8 Tabellenverzeichnis **32**

9 Abkürzungsverzeichnis 32
10 Appendix 33
10.1 Tabellen zu den aufgenommenen Flächen 33

Zusammenfassung

Detektionsbasierte Applikationen (DA) von Pflanzenschutzmitteln werden in verschiedenen Bereichen der Landwirtschaft zunehmend eingesetzt, um Schadorganismen wie Unkräuter, Insekten oder Pilzkrankheiten zu bekämpfen. Bei der automatischen, einzelpflanzenspezifischen Unkrautregulierung wurden dank Machine Learning und gesteigerter Rechenleistung bedeutende Fortschritte erzielt. Aktuell sind in Biodiversitätsförderflächen (BFF) nur manuelle Einzelstock- oder Nesterbehandlungen gegen neun Problempflanzenarten bzw. -artengruppen mit dafür bewilligten Herbiziden zugelassen, sofern eine manuelle Bekämpfung mit angemessenem Aufwand nicht möglich ist. Unter diesen Rahmenbedingungen stellt sich die Frage, ob die Erkennungsgenauigkeit der DA für die Zielarten mittlerweile ausreichend präzise ist, um diese Technologie zukünftig für die automatisierte Einzelstockbehandlung von Problempflanzen auf solchen Flächen zuzulassen.

Im Rahmen einer Feldstudie konnten Landwirtinnen und Landwirte für Methodentests eine Ausnahmebewilligung bei den Kantonen beantragen, um auf ihren BFF durch ein Lohnunternehmen DA zur Bekämpfung von Problempflanzen einsetzen zu lassen. Damit konnten im ersten Untersuchungsjahr (2023) auf 23 Untersuchungsflächen (Wiesen-BFF) und im zweiten Untersuchungsjahr (2024) auf 28 Untersuchungsflächen (Wiesen- und Acker-BFF) die Trefferquoten für die Zielarten Wiesenblacke (*Rumex obtusifolius*) und Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) ausgewertet werden. Ebenfalls erfasst wurden alle getroffenen Nicht-Zielarten, die von der Bilderkennungssoftware durch Fehlklassifikation mit der Zielart verwechselt wurden (falsch-positive Treffer), sowie Pflanzen, die vom Spritzkegel in der unmittelbaren Nachbarschaft der Zielarten als Kollateralschaden getroffen wurden. Es wurden drei Kategorien von Herbizidschädigung unterschieden (letal, subletal und vital).

In den zwei Beobachtungsjahren des dreijährigen Projektes bewilligten die Kantone 168 Behandlungen mit DA in BFF. Davon wurden 51 Untersuchungsflächen von Agroscope bonitiert und die Daten ausgewertet. Die Nachfrage nach DA in BFF war insgesamt gering. Die Ergebnisse der System-Tests in Wiesen-BFF zeigten bei der Wiesenblacke eine Trefferquote von 69 % (50 % letal, 19 % subletal und 31 % vital). Auch die Trefferquote bei der Acker-Kratzdistel lag bei 69 %, wobei die Nachfrage nach DA gegen Acker-Kratzdisteln mit neun angemeldeten Parzellen niedrig war. In sehr artenreichen Wiesen sind die Blackendichten typischerweise niedriger und die Zahl potenzieller Applikationsereignisse geringer, sodass das Risiko unbeabsichtigter Beeinträchtigungen der Biodiversität geringer ist. In Magerwiesen mit seltenen oder geschützten Arten soll nach aktuellem Kenntnisstand grundsätzlich auf DA verzichtet werden; eine allfällige manuelle Einzelstockbehandlung ist im Einzelfall sorgfältig zu prüfen.

Der entscheidende Faktor für eine Zulassung von DA auf BFF sind die Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten, insbesondere bei QII-Zeigerarten und wertvollen Futterpflanzen. Fehlklassifikationen lassen sich teilweise durch blattmorphologische Ähnlichkeiten erklären, bedeutender ist aber, dass die Algorithmen für die floristische Heterogenität artenreicher Bestände noch unzureichend trainiert sind. Unter den Bedingungen dieser Feldstudie zeigten sich Unterschiede zwischen den untersuchten Gerätetypen. Aufgrund ungleicher und teilweise geringer Stichprobengrössen sind diese Unterschiede jedoch nur eingeschränkt vergleichbar «Ecorobotix ARA» appliziert Herbizide tendenziell präziser (weniger Kollateralschäden), weist aber mehr Fehlklassifikationen auf. Umgekehrt verhält es sich bei «Rumex». Auch bei «RumboJet» ist die Anzahl der Kollateralschäden geringer als die Anzahl der Fehlklassifikationen. Die Datenbasis für «Rumex» und «RumboJet» ist jedoch deutlich geringer.

Die Ergebnisse von DA in Acker-BFF sind aufgrund zahlreicher Fehlklassifikationen und somit falsch-positiver Treffer für eine Zulassung derzeit nicht ausreichend. Zudem ist die Aussagekraft aufgrund der geringen Anzahl angemeldeter beziehungsweise untersuchten Flächen eingeschränkt.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse empfiehlt Agroscope dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), für die Zulassung von Gerätetypen für DA in Wiesen-BFF ein standardisiertes Testverfahren durchzuführen. Dieses basiert auf: (i) computergestützten Bildtests auf einem definierten, unabhängigen Validierungs- oder Testdatensatz und (ii) Feldversuchen in mindestens zwei artenreichen BFF-Wiesen mit Farbtracer. Es werden folgende Grenzwerte für die Fehltrefferquote bei Nicht-Zielarten vorgeschlagen: ≤ 5 % für QII-Zeigerarten und ≤ 10 % für häufige Arten. In Magerwiesen mit seltenen beziehungsweise geschützten Arten sollte grundsätzlich auf DA verzichtet werden. Einzelstock- oder Nesterbehandlungen von Problempflanzen sind gemäss DZV nur zulässig, sofern diese nicht mit angemessenem Aufwand mechanisch bekämpft werden können; ausgenommen sind Streueflächen und Flächen, auf denen die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln nicht zulässig ist.

Résumé

Les applications de produits phytosanitaires basées sur la détection (AbD) sont de plus en plus utilisées en agriculture pour lutter de manière ciblée contre les organismes nuisibles, notamment les adventices, les insectes et les maladies fongiques. En matière de désherbage automatique des adventices plante par plante, les progrès réalisés grâce au *machine learning* et à l'augmentation des capacités de calcul ont permis d'améliorer considérablement les performances de ces systèmes. Actuellement, sur les surfaces de promotion de la biodiversité (SPB), seuls les traitements manuels plante par plante ou par foyers sont autorisés pour lutter contre ces neuf espèces ou groupes d'espèces considérés comme problématiques, au moyen des herbicides homologués à cet effet. Ces traitements ne sont admis que lorsqu'une lutte mécanique ne peut être effectuée avec un effort raisonnable. Dans ce contexte, il convient de déterminer si les performances actuelles des systèmes d'AbD sont suffisamment précises pour permettre, à l'avenir, leur utilisation automatisée dans le cadre du traitement ciblé des plantes problématiques présentes sur les SPB.

Dans le cadre d'une étude de terrain, les agricultrices et agriculteurs ont mandaté une entreprise de travaux agricoles afin de réaliser des essais d'application de produits phytosanitaires au moyen de systèmes d'AbD sur leurs SPB. Ces essais ont été autorisés au préalable par le canton. Au cours de la première année d'étude (2023), les taux de détection des espèces ciblées rumex à feuilles obtuses (*Rumex obtusifolius*) et cirse des champs (*Cirsium arvense*) ont été évalués sur 23 parcelles expérimentales (prairies SPB) et sur 28 parcelles (prairies SPB et terres assolées) la deuxième année. L'étude a également recensé les espèces non ciblées touchées à la suite d'une erreur de classification par le logiciel de reconnaissance d'images (faux positifs), ainsi que les plantes situées à proximité immédiate des espèces ciblées et atteintes involontairement par le cône de pulvérisation (dommages collatéraux). Les dommages causés par les herbicides ont été classés en trois catégories : létaux, sublétaux ou sans effet apparent sur la vitalité de la plante.

Au cours des deux premières années de ce projet d'une durée totale de trois ans, les cantons ont autorisé 168 traitements au moyen de systèmes d'AbD sur des SPB. Parmi ces traitements, les données de 51 parcelles expérimentales ont été évaluées par Agroscope. Dans l'ensemble, la demande pour l'utilisation de systèmes d'AbD sur les SPB a été faible. Dans les prairies SPB, les essais ont mis en évidence un taux de détection de 69 % pour le rumex à feuilles obtuses, dont 50 % des plantes ont subi des dommages létaux, 19 % des dommages sublétaux et 31 % sont restées indemnes. Le taux de détection du cirse des champs s'est également élevé à 69 %. Toutefois, la demande d'utilisation de systèmes d'AbD contre cette espèce est restée limitée, avec seulement neuf parcelles annoncées. Dans les prairies particulièrement riches en espèces, les populations de rumex sont généralement moins denses et le nombre d'interventions potentielles est donc logiquement plus faible. Le risque d'effets indésirables sur la biodiversité s'en trouve ainsi réduit. En revanche, dans les prairies maigres abritant des espèces rares ou protégées, il convient, selon l'état actuel des connaissances, de renoncer à l'utilisation de systèmes d'AbD. Un éventuel traitement manuel plante par plante doit être évalué au cas par cas et avec une attention particulière.

Pour envisager l'autorisation des systèmes d'AbD sur les SPB, le principal enjeu réside dans la fréquence des détections erronées d'espèces non ciblées, en particulier des espèces indicatrices QII et des plantes fourragères présentant une valeur agronomique. Certaines erreurs de classification peuvent s'expliquer par des similitudes morphologiques, notamment au niveau des feuilles, entre les espèces ciblées et les espèces non ciblées. Toutefois, le principal facteur limitant semble être le niveau encore insuffisant d'entraînement des algorithmes à la diversité et à l'hétérogénéité floristique des peuplements riches en espèces. Dans la présente étude, des différences ont été observées entre les types d'appareils testés. En raison de tailles d'échantillons inégales et parfois faibles, ces différences doivent toutefois être interprétées avec prudence et ne permettent qu'une comparaison limitée des systèmes. Le système « Ecorobotix ARA » a montré une inclinaison à utiliser les herbicides de manière plus ciblée., avec moins de dommages collatéraux, mais avec davantage d'erreurs de classification. La tendance inverse a été observée pour « Rumex ». Pour « RumboJet », le nombre de dommages collatéraux était également inférieur au nombre d'erreurs de classification. La base de données disponible pour les systèmes « Rumex » et « RumboJet » étant toutefois nettement plus limitée, ces résultats doivent être considérés avec prudence.

Pour les SPB de type terres assolées, les résultats obtenus ne permettent actuellement pas d'envisager une autorisation des systèmes d'AbD. Le nombre élevé d'erreurs de classification, et donc de détections faussement positives,

entraîne un risque encore trop important pour les espèces non ciblées. Par ailleurs, la portée des conclusions reste limitée en raison du faible nombre de parcelles annoncées et effectivement étudiées.

Sur la base des résultats obtenus, Agroscope recommande à l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) de mettre en place une procédure d'essai standardisée pour l'évaluation des types d'appareils destinés à l'utilisation de systèmes d'AbD dans les prairies SPB. Cette procédure devrait comporter deux volets : (i) des essais d'imagerie informatisés, réalisés sur un jeu de données de validation ou de test indépendant et défini au préalable ; (ii) des essais en conditions de terrain, réalisés dans au moins deux prairies SPB riches en espèces et utilisant un traceur coloré permettant de quantifier précisément les zones traitées. Agroscope propose de fixer les seuils suivants pour les erreurs de détection concernant les espèces non ciblées : ≤ 5 % pour les espèces indicatrices QII ; ≤ 10 % pour les espèces fréquentes. Dans les prairies maigres abritant des espèces rares ou protégées, il convient de renoncer à l'utilisation de systèmes d'AbD. Les traitements plante par plante ou par foyers de plantes problématiques ne sont autorisés conformément à l'OPD que lorsque celles-ci ne peuvent pas être combattues mécaniquement moyennant un effort raisonnable; sont exceptées les surfaces à litière ainsi que les surfaces sur lesquelles l'utilisation de produits phytosanitaires n'est pas autorisée.

Summary

Detection-based applications (DAs) of plant protection products are increasingly used in different areas of agriculture to control harmful organisms such as weeds, insects and fungal diseases. Significant advances have been made in automated selective weed control thanks to machine learning and increased processing powers. In ecological focus areas (EFAs), only manual spot treatments at individual plants or groups of plants level with specific herbicides are currently permitted for controlling nine problem plant species and species groups, and only in situations where manual weeding is not feasible. These constraints beg the question as to whether the ability of DA to identify target species is now sufficiently accurate to permit the use of this technology for the automated spot treatment of problem plants in these areas in future.

As part of a field trial, farmers were encouraged to apply to the cantons for an exemption permit for method tests which then allowed them to subcontract the use of DA to control problem plants on their EFAs. The success rates for the target species broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius)* and creeping thistle (*Cirsium arvense)* were assessed on 23 study plots (meadow EFAs) in the first year of the trial (2023) and 28 study plots (meadow and arable EFAs) in the second year (2024). All non-target species which the image recognition software mistakenly classified as target species (false positives) and plants in the immediate vicinity of the target species which were caught by the spray fan as collateral damage were also recorded. Herbicidal damage was divided into three categories (lethal, sublethal and vital).

During the two monitoring years of the three-year project, the cantons approved 168 DA treatments in EFAs. Agroscope assessed 51 of the study plots and evaluated the data. The demand for DAs in EFAs was low overall. The results of the system test in meadow EFAs revealed a success rate of 69% for broad-leaved dock (50% lethal, 19% sublethal and 31% vital). The success rate for creeping thistle was also 69%, although with only nine plots registered, demand for DA to control creeping thistle was low. Thistle densities are typically lower in very species-rich meadows, as are the number of potential application events, so the risk of unintentional harm to biodiversity is lower. Based on the current level of knowledge, DA should be avoided in nutrient-poor grassland with rare or protected species as a matter of principle; any possible manual spot treatments should be carefully considered on a case-by-case basis.

The decisive factor for DA approval on EFAs is the rate of false matches for non-target species, especially QII indicator species and valuable forage crops. Misclassifications can be partly explained by similarities in leaf morphology; more important, however, is the fact that algorithms are still insufficiently trained for the floristic heterogeneity of species-rich grasslands. Differences between the types of device studied emerged under the conditions of this field study. However, due to the disparate and in some cases small sample sizes, these differences are comparable only to a limited extent – Ecorobotix ARA tended to apply herbicide with greater precision (less collateral damage), but made more misclassifications. The opposite was true of Rumex. With RumboJet, the amount of collateral damage was also lower than the number of misclassifications. However, the database for Rumex and RumboJet is considerably smaller.

At present, the results of DA in arable EFAs are not sufficiently satisfactory for approval due to the high number of misclassifications and thus false-positive hits. Furthermore, their informative value is limited due to the low number of registered and studied plots.

Based on these findings, Agroscope recommends that the Federal Office for Agriculture (FOAG) conducts a standardised test method for the approval of device types for DA in meadow EFAs. This is based on: (i) computer-assisted image tests on a defined, independent validation or test dataset and (ii) field trials in at least two species-rich EFA meadows with colour tracers. The following thresholds for false matches for non-target species are proposed: ≤ 5% for QII indicator species and ≤ 10 % for common species. DA should basically be avoided in nutrient-poor grassland with rare and protected species. Spot treatment of individual or groups of problem plants is permitted only where these cannot be reasonably controlled by mechanical means, as per the Direct Payment Ordinance (DZO); litter meadows and areas where the use of plant protection products is not permitted are excluded.

Riassunto

Le applicazioni di prodotti fitosanitari basate sul rilevamento (AbR) trovano impiego sempre più spesso in agricoltura per lottare contro gli organismi nocivi, come per esempio le malerbe, gli insetti o le malattie fungine. In materia di diserbo automatico delle malerbe, specifico per ogni singola pianta, grazie al *machine learning* e alla maggiore potenza di calcolo si sono compiuti progressi significativi che hanno permesso un netto miglioramento della performance di questi sistemi. Attualmente, sulle superfici per la promozione della biodiversità (SPB) sono omologati soltanto i trattamenti pianta per pianta o puntuali per lottare contro nove specie o gruppi di specie problematiche, con l'ausilio di erbicidi appositamente autorizzati. Questi trattamenti sono ammessi solo se è impossibile effettuare una lotta manuale con un ragionevole dispendio di risorse. In questo contesto, occorre stabilire se le prestazioni attuali delle AbR siano sufficientemente precise da poterne omologare, in futuro, l'utilizzo automatizzato per il trattamento puntuale delle piante problematiche presenti sulle SPB.

Nell'ambito di uno studio in pieno campo, preventivamente autorizzato dal Cantone, alcuni agricoltori hanno incaricato un'impresa che effettua lavori agricoli di svolgere esperimenti sull'applicazione di prodotti fitosanitari mediante AbR sulle loro SPB. Nel corso del primo anno di studio (2023), i tassi di rilevamento delle specie bersaglio romice comune (*Rumex obtusifolius*) e cardo campestre (*Cirsium arvense*) sono stati valutati su 23 particelle sperimentali (prati SPB) e, nel secondo anno, su 28 particelle (prati e terreni coltivati SPB). Sono state inoltre recensite tutte le specie non bersaglio colpite che il software di riconoscimento delle immagini ha erroneamente classificato come specie bersaglio (falsi positivi) nonché le piante involontariamente colpite dal cono di nebulizzazione in prossimità delle specie bersaglio. I danni causati dagli erbicidi sono stati classificati in tre categorie: letali, subletali oppure privi di effetti evidenti sulla vitalità della pianta.

Nel corso dei primi due anni di questo progetto triennale, i Cantoni hanno autorizzato 168 trattamenti tramite AbR sulle SPB. Agroscope ha analizzato i dati di 51 superfici studiate. Nel complesso, la richiesta di utilizzare le AbR sulle SPB è stata contenuta. Sui prati SPB, gli esperimenti hanno evidenziato un tasso di rilevazione del 69% per il romice comune: il 50% delle piante ha subito danni letali, il 19% danni subletali, mentre il 31% è rimasto indenne. Anche il tasso di rilevazione per il cardo campestre è stato del 69%, sebbene la richiesta di AbR contro il cardo campestre fosse bassa, con nove particelle notificate. Sui prati particolarmente ricchi di specie, le popolazioni di romice sono generalmente meno dense e, di conseguenza, anche il numero di possibili applicazioni risulta inferiore. Il rischio di effetti indesiderati sulla biodiversità è pertanto ridotto. Sui prati magri in cui vivono specie rare o protette, secondo le conoscenze attuali, si dovrebbe in linea di principio rinunciare a utilizzare sistemi di AbR; occorre valutare con attenzione, caso per caso, un eventuale trattamento puntuale manuale.

Per autorizzare le AbR sulle SPB, il fattore decisivo sono i tassi di errore delle specie non bersaglio, in particolare delle specie indicatrici QII e delle preziose piante foraggere. Alcuni errori di classificazione si possono spiegare con le somiglianze morfologiche delle foglie, ma è più significativo il fatto che gli algoritmi non siano ancora sufficientemente addestrati per l'eterogeneità floristica delle popolazioni ricche di specie. Con le condizioni di questo studio in pieno campo sono emerse alcune differenze tra i tipi di apparecchi testati. A causa delle dimensioni eterogenee e in parte ridotte dei campioni, tali differenze sono tuttavia comparabili solo in misura limitata: tendenzialmente il sistema «Ecorobotix ARA» applica gli erbicidi con maggiore precisione (minori danni collaterali), ma presenta un numero più

elevato di errori di classificazione. Per «Rumex» vale il contrario. Anche nel caso di «RumboJet», il numero di danni collaterali è nettamente inferiore rispetto al numero di errori di classificazione. La base di dati per i sistemi «Rumex» e «RumboJet» è tuttavia nettamente più ridotta.

I risultati delle AbR sui prati SPB non sono attualmente sufficienti per un'autorizzazione a causa dei numerosi errori di classificazione e quindi dei falsi positivi. Inoltre, la portata delle conclusioni resta limitata a causa del numero esiguo di particelle notificate o studiate.

Sulla base dei presenti risultati, Agroscope raccomanda all'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG) di prevedere una procedura di test standardizzata per autorizzare gli apparecchi destinati all'utilizzo delle AbR sui prati SPB. Tale procedura dovrebbe prevedere: (i) analisi mediante imaging computerizzato svolte su un set di dati di validazione o di test indipendente e preventivamente definito nonché (ii) esperimenti in pieno campo su almeno due prati SPB ricchi di specie con tracciante colorato. Si propongono i seguenti valori limite per il tasso di errore sulle specie non bersaglio: ≤ 5 % per le specie indicatrici QII e ≤ 10 % per le specie comuni. Sui prati magri in cui vivono specie rare o protette, in genere si dovrebbe evitare d'impiegare le AbR. Conformemente all'OPD sono ammessi i trattamenti pianta per pianta o puntuali in caso di piante problematiche, sempreché queste non possano essere rimosse meccanicamente con un onere ragionevole; fanno eccezione i terreni da strame e le superfici sulle quali non è ammesso l'utilizzo di prodotti fitosanitari.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Detektionsbasierte Applikationen (DA) werden heute in der Landwirtschaft zunehmend in Kombination mit KI-gestützter Bilderkennungssoftware eingesetzt. Mögliche Anwendungsbereiche sind die Erkennung von Krankheits- und Schädlingsbefall an Kulturpflanzen, die zielgenaue Applikation von Fungiziden und Insektiziden auf betroffene Einzelpflanzen oder die Behandlung von Teilflächen im Acker- und Gemüsebau (Witsoe et al., 2024). Darüber hinaus ist eine Applikation von Herbiziden auf Unkräuter in verschiedenen Kulturen und im intensiven Futterbau möglich. Durch diese Methoden kann die eingesetzte Pflanzenschutzmittelmenge je nach Anwendungskontext, abhängig von der Kultur, dem Schadorganismus, der Befallsdichte, dem Wirkstoff, dem Gerätetyp oder dem Applikationszeitpunkt um 20 bis 80 % reduziert werden (Allmendinger et al., 2022). Die hohe Dynamik in der Weiterentwicklung dieser Technologien eröffnet ein breites Spektrum neuer Anwendungsmöglichkeiten, deren Markteinführung künftig zu erwarten ist. Dies wird eine laufende Überprüfung und Anpassung der rechtlichen und fachlichen Rahmenbedingungen erfordern.

Damit sich Problempflanzen in Biodiversitätsförderflächen (BFF) nicht unkontrolliert ausbreiten und auf andere Landwirtschaftsflächen übergreifen, müssen sie beim Überschreiten einer Bekämpfungsschwelle bekämpft werden. Andernfalls kann eine Kürzung der Direktzahlungen und der Ausschluss aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche verfügt werden (Agridea, 2025; Agridea, 2022; LBV, 2026). Derzeit sind gemäss Art. 58 Abs. 4 Bst. a der Direktzahlungsverordnung (DZV) Einzelstock- oder Nesterbehandlungen von Problempflanzen mit Herbiziden in BFF auf Wiesen und Äckern nur zulässig, wenn eine mechanische Bekämpfung mit angemessenem Aufwand nicht möglich ist. Ausgenommen sind Streueflächen und Flächen, auf denen die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln nicht zulässig ist. Die Einzelstock- oder Nesterbehandlung ist nur mit spezifischen Herbiziden gegen neun Problempflanzenarten beziehungsweise Problempflanzengruppen zugelassen: Blacken, Acker-Kratzdistel, Giftige Kreuzkräuter, Japanischer Knöterich, Brombeeren[1], Herbstzeitlose[1], Ambrosia[2], Winden[2] und Quecke[2]. Es gilt zu klären, ob DA-Systeme mittlerweile eine ausreichende Präzision erreicht haben, um künftig für die automatisierte Einzelstockbehandlung von Wiesenblacken und Acker-Kratzdisteln auf BFF zugelassen zu werden. Für die anderen genannten Problempflanzen wurden bisher keine DA-Systeme entwickelt.

Die Rahmenbedingungen dieser Feldstudie erlaubten keine systematische Auswahl der Untersuchungsflächen. Die involvierten Bewirtschafter/-innen und Lohnunternehmer/-innen wurden über verschiedene Medien sowie durch die Kantone darüber informiert, dass sie im Rahmen des Projekts eine Ausnahmebewilligung für DA in BFF bei den Kantonen beantragen können. Die Auswahl der Untersuchungsflächen beruhte auf freiwilliger Teilnahme und war entsprechend nicht repräsentativ, sondern durch das Interesse der Bewirtschaftenden geprägt.

1.2 Zielsetzung

Im Auftrag des BLW wurden im Rahmen der Feldstudie „Detektionsbasierte Applikationen in BFF“ die Auswirkungen der DA in BFF in der Praxis untersucht, insbesondere die Trefferquoten bei Zielarten sowie Fehltreffer und Kollateralschäden bei Nicht-Zielarten. Dazu wurden in den Jahren 2023 und 2024 Daten von insgesamt 55 Untersuchungsflächen erhoben, von denen 51 ausgewertet wurden. Darüber hinaus wurde ein Zulassungsverfahren für den Einsatz von DA auf BFF entwickelt. In diesem Verfahren werden sowohl die Geräte als auch die eingesetzten Algorithmen auf Fehlklassifikationen geprüft. Im Vordergrund steht dabei die Frage, ob ein DA-Gerät eine Nicht-Zielpflanze irrtümlich als Zielpflanze klassifiziert und dadurch eine Herbizidapplikation auslöst. In diesem Fall spricht man von einem falsch-positiven Treffer (engl. false positive). Zudem sollte die Bedeutung von DA für die Bewirtschaftung von BFF abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse der in den Jahren 2023 (Perseus et al., 2024) und 2024 erhobenen Daten liefern dem BLW eine Grundlage, um die mögliche Zulassung von DA in Wiesen-BFF datenbasiert zu beurteilen und den Einsatz in Acker-

[1] Herbizide nur für den Einsatz in Grasland-BFF zugelassen
[2] Herbizide nur für den Einsatz in Acker-BFF zugelassen

BFF aufgrund der vorliegenden Daten einzuordnen. Zudem bilden sie die Grundlage für die Entwicklung einer Zulassungsprüfung solcher Systeme und Geräte durch Agroscope.

1.3 Verfügbare Gerätetypen für detektionsbasierte Applikation im Grasland

In der Schweiz sind Gerätetypen für die detektionsbasierte, einzelpflanzenspezifische Bekämpfung (DA) von Unkräutern im Grasland im Einsatz. Alle drei Geräte erkennen die Zielpflanzen mithilfe von Machine-Learning-basierten Bilderkennungsverfahren. Das bedeutet, dass die Erkennung massgeblich durch die Trainingsdaten bestimmt wird. Je besser die Trainingsdaten den jeweiligen Einsatzverhältnissen entsprechen, desto besser ist die Erkennung.

Tabelle 1: Aktuell in der Schweiz eingesetzte Gerätetypen für DA in Wiesen: Informationen von Herstellern (Stand 2025).

Gerätetyp	Hersteller	Arbeitsbreite	Düsenabstand	Volumen Brühetank	Bildaufnahmen
ARA 	Ecorobotix (Yverdon, CH) http://www.ecorobotix.ch	6 m	40 mm	Wasser-Fronttank: 500 l; Brühetank: 200 l; Gerät am Heck angebaut	Kameras in geschlossenen Boxen mit LED-Belichtung
Rumex 	Rumex GmbH (Marktoberdorf, DE) https://rumex-gmbh.de/	6 m	66 mm	200 l	bei Tageslicht ohne Abdeckungen
RumboJet 880 	Allgäu Automation (Oy-Mittelberg, DE) https://allgaeuautomation.de/	8.8 m	100 mm	600 l	unter Hauben aus Blachen

1.4 Zielarten Wiesenblacke und Acker-Kratzdistel

Die Wiesenblacke (*Rumex obtusifolius*), auch Stumpfblättriger Ampfer genannt, zählt zu den bedeutendsten Problemlempflanzen im Acker- und Grünland der Schweiz. Daher ist eine gezielte Unkrautregulierung in BFF erforderlich. Im Folgenden wird sie vereinfachend als „Blacke“ bezeichnet. Sie wächst bevorzugt in intensiv bewirtschafteten Wiesen und Weiden auf verdichteten, nährstoffreichen Böden. Ihr Auftreten wird insbesondere durch lückige Pflanzenbestände begünstigt, die infolge von Bewirtschaftungsfehlern, Tritt- und Mäuseschäden, Bodenumbruch oder Neusaaten entstehen.

Die Blacke weist eine Reihe von Eigenschaften auf, die sie zu einer problematischen Pflanzenart machen: Sie ist sehr konkurrenzstark, verdrängt Futterpflanzen, hat einen geringen Futterwert und enthält unerwünschte Gerbstoffe, weshalb sie vom Vieh gemieden wird. Darüber hinaus zeichnet sie sich durch eine ausgeprägte Regenerationsfähigkeit sowie eine hohe Stressresistenz und Robustheit aus. Sie konkurriert mit anderen Pflanzen um Raum, Licht und Nährstoffe und produziert grosse Mengen an Samen, die als langlebige Samenbank im Boden überdauern können. Es wird empfohlen, Blacken frühzeitig und konsequent zu regulieren und ihre Ausbreitung sowie die Bildung einer Samenbank auf Wiesen- und Ackerflächen mit geeigneten Massnahmen zu verhindern (AGFF-Merkblatt 7: Wiesenblacken und Alpenblacken; Hebeisen, 2011).

Neben der Blacke stellt die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) eine weitere bedeutende Unkrautart im Acker- und Grünland dar. Sie kommt auf nährstoffreichen Böden vom Tiefland bis ins untere Alpengebiet vor. Lückige Pflanzenbestände und offener Boden, verursacht durch Tritt, unsachgemässen Maschineneinsatz, Mäuseschäden oder Bodenumbruch, fördern ihre Ausbreitung. Die Acker-Kratzdistel vermehrt sich sowohl generativ über Samen als auch vegetativ über Wurzelausläufer, was ihre Bekämpfung besonders aufwendig macht. Wie die Blacke verdrängt sie Futterpflanzen und wird vom Vieh kaum gefressen (AGFF-IB_U11_Disteln.indd (eagff.ch); Stutz, 2009).

Für andere Problempflanzen beziehungsweise Problempflanzengruppen gemäss dem Merkblatt „Herbizideinsatz auf Biodiversitätsförderflächen" (Agridea, 2025) durften die Kantone keine Ausnahmebewilligungen für DA in BFF erteilen, da für diese Arten keine spezifischen Pflanzenerkennungsalgorithmen zur Verfügung standen (BLW, 2025; BLW, 2026 Herbizideinsatz auf Biodiversitätsförderflächen 2026).

2 Methodenbeschreibung

2.1 Bewilligungen, Lohnunternehmer/-in und Betriebsdatenerfassung

Für diese Feldstudie hat das BLW ein spezifisches Bewilligungsverfahren zugelassen. Dabei konnten die Kantone auf Antrag die Anwendung von DA in BFF für interessierte Bewirtschafter/-innen genehmigen. Die Kantone waren verpflichtet, die erteilten Bewilligungen zusammen mit den entsprechenden Betriebsinformationen an Agroscope weiterzuleiten. Mit dieser Bewilligung konnten die Bewirtschafter/-innen ein Lohnunternehmen mit der Durchführung der DA beauftragen. Eingesetzt werden durften ausschliesslich die im Merkblatt ‹Herbizideinsatz in BFF› aufgeführten zugelassenen Wirkstoffe und dies nur auf den dafür vorgesehenen BFF-Typen (BLW, 2026; Agridea, 2025).

Die beauftragten Lohnunternehmen verpflichteten sich, die erforderlichen Angaben – darunter Name und Wohnort der Bewirtschafter/-in, Standort und Flächengrösse der Parzelle, BFF-Typ, Datum der Applikation, Zielart, eingesetzte Wirkstoffe sowie die applizierte Wirkstoffmenge – fristgerecht über ein Online-Formular an Agroscope zu übermitteln (BLW, 2025). Basierend auf diesen Angaben konnte Agroscope geeignete Untersuchungsparzellen für die Bonitierung auswählen.

Aufgrund der geringen Anzahl erteilter Bewilligungen im Jahr 2023 wurde die Feldstudie im Jahr 2024 fortgeführt. Den Bewirtschafter/-innen wurde erneut die Möglichkeit eingeräumt, beim zuständigen Kanton ein Gesuch für DA in BFF zu stellen. Im Untersuchungsjahr 2024 wurden im Rahmen der Feldstudie zusätzlich Bewilligungen für die Bekämpfung der Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) in Acker-BFF erteilt. Hintergrund war die damals erwartete Änderung der DZV, wonach ab 2025 ein BFF-Anteil von 3,5 % im Ackerland vorgeschrieben werden sollte. Daher wurde mit einer Zunahme neu angelegter Acker-BFF gerechnet.

2.2 Felddatenerhebung

Im ersten Untersuchungsjahr wurden in sieben Kantonen 34 Bewilligungen für DA in BFF erteilt; in allen Fällen wurde die DA auch durchgeführt. Auf 23 dieser Parzellen wurden Bonituren durchgeführt (Perseus et al., 2024). Im zweiten Untersuchungsjahr wurden in sieben Kantonen 100 Bewilligungen erteilt; 28 der entsprechenden Parzellen wurden bonitiert und ausgewertet. Bis Ende 2025 erteilten die Kantone insgesamt 168 Bewilligungen, davon 34 im Jahr 2023, 100 im Jahr 2024 und 34 im Jahr 2025. Im Jahr 2025 fanden jedoch keine weiteren Felderhebungen statt.



Abbildung 1: Anzahl erteilter Ausnahmebewilligungen unterschieden nach eingesetztem Geräte-Typ; ●: «Ecorobotix ARA»; ▲: «RumboJet»; ★«Rumex»: Karte: © Swisstopo.

2.2.1 Erhebungszeitpunkt und Erhebungsmethode

Die Bonitierung der Untersuchungsflächen wurde 15 bis 20 Tage nach der Applikation durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt waren Herbizidsymptome deutlich erkennbar, während die Pflanzenarten trotz der Schädigungen noch sicher identifiziert werden konnten.

Neben der Erfassung der Trefferquoten bei den Zielarten Wiesenblacke und Acker-Kratzdistel wurden auch alle falsch-positiven Treffer bei Nicht-Zielarten gezählt und der Schädigungsgrad bestimmt, um daraus die Fehltrefferquoten zu berechnen. Die Trefferquote entspricht dem Anteil der durch die Applikation getroffenen Individuen einer Ziel- beziehungsweise Nicht-Zielart an der Gesamtzahl der erfassten Individuen dieser Art innerhalb der Untersuchungsfläche. Im ersten Untersuchungsjahr wurden auf jeder Parzelle vier Vegetationsaufnahmen auf jeweils 10 m² durchgeführt. Dabei wurden alle vorkommenden Gefässpflanzen mit Deckungsschätzungen erfasst und jeder Aufnahme ein Lebensraumtyp (Delarze, 2015; Buholzer et al., 2015) zugeordnet (Abbildung 2). Auf der Basis dieser Daten wurde die mittlere Deckung pro Art berechnet und daraus, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Bodenbedeckung pro Art, die gesamte Individuenzahl für alle getroffenen Nicht-Zielarten geschätzt.

Im zweiten Untersuchungsjahr wurde die Erhebungsmethode angepasst. Die Vergleichbarkeit der artspezifischen Fehltrefferquoten zwischen den Untersuchungsjahren ist daher eingeschränkt und entsprechend zu berücksichtigen. Es wurde auf Vegetationsaufnahmen verzichtet und die Breite der bonitierten Fläche entlang des Transektes halbiert (50 m × 1,8 m). Für die Schätzung der Trefferquoten der Zielarten sowie der falsch-positiv getroffenen Nicht-Zielarten wurden entlang des Transektes sämtliche getroffenen und nicht getroffenen Individuen der jeweiligen Art erfasst und deren Schädigungsgrad bestimmt. Bei hoher Abundanz einzelner Arten (mehr als ein Individuum pro Quadratmeter) erfolgte die Zählung der Anzahl getroffener Individuen von Nicht-Zielarten stichprobenartig in fünf gleichmässig

verteilten Teilflächen von jeweils 5 m², deren Ergebnisse anschliessend unter Berücksichtigung der damit verbundenen Unsicherheit auf die gesamte Untersuchungsfläche extrapoliert wurden (Abbildung 2).

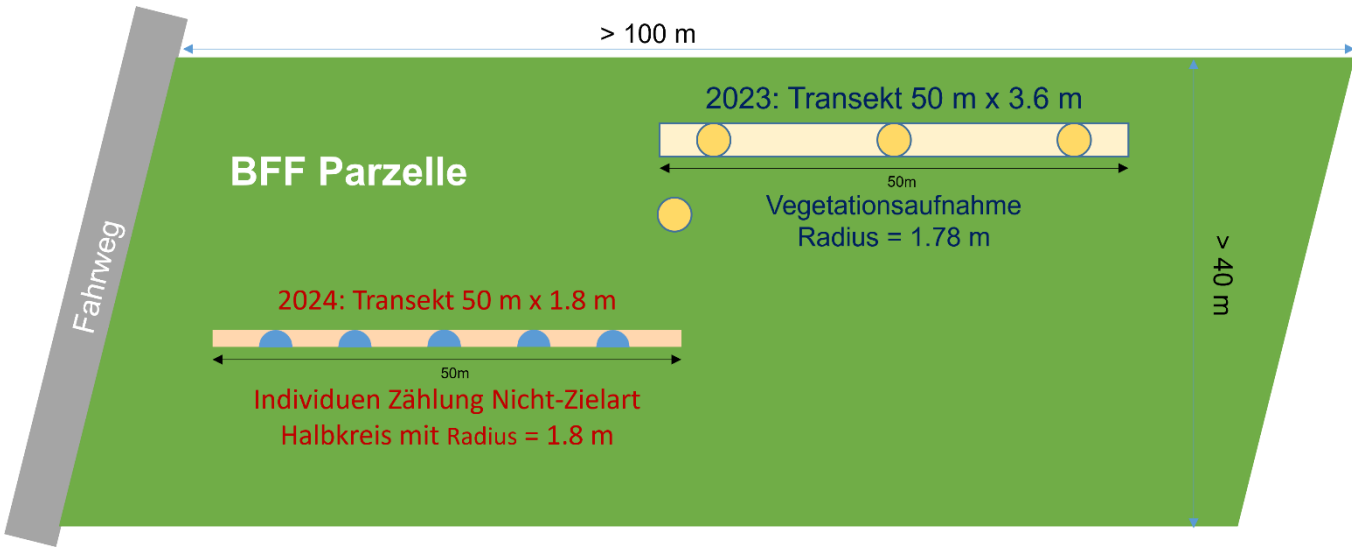


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Untersuchungsflächen. Im Jahr 2023 wurde entlang eines 50 m langen Transektes eine Fläche von 180 m² (50 × 3,6 m) bonitiert und vier Vegetationsaufnahmen à 10 m² durchgeführt. Im Jahr 2024 umfasste die bonitierte Fläche 90 m² (50 × 1,8 m); die Erfassung der Nicht-Zielarten erfolgte zusätzlich in fünf Halbkreisen von jeweils 5 m².

Zusätzlich wurde dokumentiert, ob die Pflanze innerhalb des Spritzkegels der Zielart als **Kollateralschaden** getroffen wurde oder als freistehende Pflanze aufgrund einer Fehlklassifikation vom Algorithmus der Zielart zugeordnet und als **falsch-positiver Treffer** geschädigt wurde (Abbildung 3).

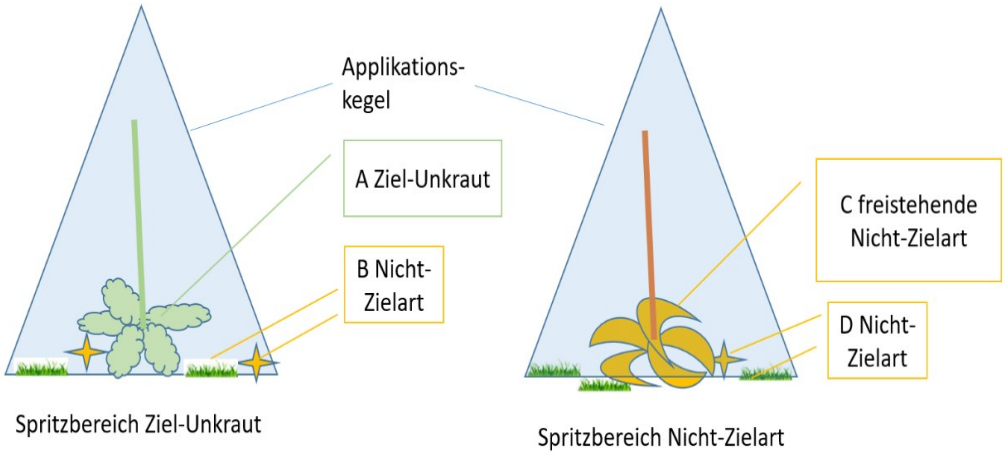


Abbildung 3: Erfassung der Ziel- und Nicht-Zieltreffer innerhalb der Untersuchungsfläche. Gezählt wurden Individuen von: (A) getroffene und nicht getroffene Zielpflanzen; (B) getroffene Nicht-Zierpflanzen als Kollateralschäden im Spritzbereich der Zielpflanzen; (C), durch Fehlklassifikation direkt getroffene Nicht-Zielpflanzen (falsch-positive Treffer); (D) Kollateralschäden im Spritzkegel einer durch Fehlklassifikation getroffenen Nicht-Zielpflanzen. Alle getroffenen Pflanzen wurden entsprechend ihrer Schädigung als letal, subletal oder vital eingestuft.

2.2.2 Schädigungsgrade

Zur Datenerhebung wurden entlang eines Transektes die Applikationsgenauigkeit, die Trefferquoten der Zielarten sowie die Fehltrefferquoten und Kollateralschäden bei Nicht-Zielarten erfasst (Abbildung 2 und 3). Hierzu wurde in einem Streifen von 50 m × 3,6 m die Anzahl aller getroffenen und nicht getroffenen Individuen der Zielarten (Wiesenblacke und/oder Acker-Kratzdistel) sowie aller getroffenen Individuen von Nicht-Zielarten erfasst (Perseus, 2024). Jede gezählte Pflanze wurde entsprechend ihrem Schädigungsgrad einer von drei Kategorien zugeordnet:

- **Letale Schädigung**: Pflanzen, die vollständig abgestorben waren oder so stark geschädigt, dass ein Überleben unwahrscheinlich erschien (Abbildung 4A).
- **Subletale Schädigung**: Pflanzen mit deutlichen Schädigungsmerkmalen an einzelnen Blättern oder am Blütenstand, bei denen ein späteres Absterben möglich, jedoch nicht mit Sicherheit vorhersagbar war (Abbildung 4B).
- **Vital**: Pflanzen ohne oder nur marginal erkennbare Herbizidschädigungen beziehungsweise mit anderen, nicht näher definierten Schädigungen, bei denen ein vollständiges Absterben ausgeschlossen werden konnte (Abbildung 4C).

2.2.3 Beispielbilder von Blacken mit letaler, subletaler und vitaler Einstufung

Abbildung 4 zeigt Beispielbilder von Blacken für die drei Kategorien der Schädigungsgrade: letal (**A**), subletal (**B**) und vital (**C**).



Abbildung 4A: Letal getroffene Blacken: Es sind klare Herbizidschäden sichtbar und die Blacke überlebt mit Sicherheit nicht.



Abbildung 4B: Subletal getroffene Blacken: Es sind klare Herbizidschäden sichtbar, jedoch sind auch immer noch gesunde Blätter vorhanden. Zu diesem Zeitpunkt kann ein vollständiges Absterben vermutet, jedoch nicht sicher prognostiziert werden.



Abbildung 4C: Vitale Blacken: Blacken sind in einem vitalen Zustand und die Blütenstände entwickeln sich weitgehend normal. Es wird nicht unterschieden zwischen «nicht-getroffene Blacken» oder «getroffen, aber nicht geschädigte Blacken». Einige Blacken wiesen 1-3 tote Blätter am Grund auf, schienen sonst aber sehr gesund zu sein.

3 Resultate

3.1 Anzahl und Verbreitung detektionsbasierter Applikationen auf Biodiversitätsförderflächen

In den drei Untersuchungsjahren 2023 bis 2025 wurden Agroscope insgesamt 168 Parzellen gemeldet, für die eine Bewilligung zur Anwendung von DA gegen Problempflanzen auf BFF vorlag. Davon konnten 51 Parzellen bonitiert werden (Abbildung 5). Die Meldungen stammten aus den Kantonen Aargau, Freiburg, Luzern, Solothurn, Waadt, Zug und Zürich, wobei sich der grösste Anteil der angemeldeten Flächen im Kanton Waadt befand. Die Daten des Jahres 2025 werden hier nicht weiter erläutert, da aufgrund der Resultate im Vorjahr keine Felderhebungen durchgeführt wurden (Anhang, Tabelle 2).

In den drei Untersuchungsjahren kamen drei Gerätetypen für die DA in BFF zum Einsatz (siehe Kapitel 1.3). Am häufigsten wurde mit 82 % der Anwendungen das Modell «ARA» der Firma Ecorobotix verwendet, gefolgt von «RumboJet» (Allgäu Automation, 10 %) und «Rumex» (Rumex GmbH, 8 %). Für sechs Parzellen ist der eingesetzte Gerätetyp nicht dokumentiert (Abbildung 5). In 90 % der für DA in BFF angemeldeten Parzellen war die Blacke (*Rumex obtusifolius*) die Zielart. In 6 % der Fälle wurde die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) bekämpft; in weiteren 4 % erfolgte eine gleichzeitige Bekämpfung beider Arten. Bei den eingesetzten Wirkstoffen dominierte Metsulfuron-Methyl mit einem Anteil von 83 % der angemeldeten Parzellen, wobei er in 5 % der Anwendungen in Kombination mit weiteren Wirkstoffen eingesetzt wurde.

Eine Übersicht über die Anmeldungen und durchgeführten Bonituren, einschliesslich Zielart, BFF-Typ, Qualität der BFF-Wiesen, Zeitraum der Applikation, eingesetztem Gerätetyp, verwendeten Wirkstoffen sowie den beteiligten Kantonen, ist in Tabelle 2 im Anhang dargestellt.



Abbildung 5: Bewilligter Einsatz von DA in BFF von 2023 bis 2025; ●: bonitierte Parzellen; ●: nicht bonitierte Parzellen; © swisstopo.

3.2 Verteilung detektionsbasierter Applikationen auf verschiedene BFF-Typen

Von den 51 in den Jahren 2023 und 2024 bonitierten BFF entfielen 82 % auf Wiesen-BFF (37 extensiv genutzte, drei wenig intensiv genutzte Wiesen und zwei extensiv genutzte Weiden) und 18 % auf Acker-BFF (sechs Buntbrachen, zwei Rotationsbrachen und ein Nützlingsstreifen). Von den angemeldeten Acker-BFF wurden sieben Parzellen gegen die Blacke, zwei gegen die Acker-Kratzdistel sowie zwei gegen beide Zielarten behandelt. Berücksichtigt man alle 168 in den drei Untersuchungsjahren gemeldeten DA-Anwendungen in BFF, zeigt sich, dass 90 % der behandelten Parzellen Wiesen-BFF waren. Wiesen-BFF waren damit deutlich stärker vertreten als Acker-BFF, obwohl im zweiten Untersuchungsjahr 2024 gezielt versucht wurde Bewirtschafter/-innen und Lohnunternehmer/-innen für die Anwendung von DA in Acker-BFF zu motivieren.

3.3 Bekämpfung von Wiesenblacke in Wiesen-BFF

Die Trefferquote der eingesetzten DA-Systeme bei Blacken in Wiesen-BFF betrug insgesamt 69 %, wobei 50 % der Individuen letal und 19 % subletal geschädigt waren. Der Anteil vitaler Pflanzen ohne deutlich erkennbare Herbizidschädigung lag bei 31 %. Die Anzahl der entlang des Transektes (180 m²) erfassten Blacken variierte stark und reichte von null bis 1’706 Individuen. Dies entspricht einer Dichte von knapp 10 Pflanzen pro Quadratmeter und liegt damit deutlich über dem Schwellenwert einer Pflanze pro Quadratmeter (Agridea, 2022). Auf zwei Untersuchungsflächen wurden auf der bonitierten Fläche keine Blacken festgestellt. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass auf neun der bonitierten Flächen weniger als die Hälfte der beobachteten Blacken getroffen wurden. Die geringe Trefferquote könnte verschiedene Ursachen haben, die im Rahmen dieser Studie jedoch nicht untersucht wurden. Mögliche Ursachen sind: (i) ein ungünstiger Applikationszeitpunkt, bei dem die Blacken im hohen und dichten Pflanzenbestand vom System nicht detektiert wurden. (ii) eine zu kurze Einwirkungszeit des Herbizids, sodass zum Zeitpunkt der Bonitur noch keine sichtbaren Symptome erkennbar waren. In einer stark von Gräsern dominierten Brache wurden lediglich 40 % der insgesamt 1 305 erfassten Blacken getroffen. Die ehemalige Ackerfläche wurde 2022 mit einer Saatmischung zur Förderung des Kiebitzes eingesät. Der Bestand entwickelte sich zu einer stark mit Blacken durchsetzten Wiese und wurde deshalb zusammen mit den Wiesen-BFF ausgewertet.

Deskriptiv lag der Anteil letal und subletal geschädigter Acker-Kratzdisteln in Wiesen-BFF bei 69 %. Aufgrund der sehr geringen Stichprobengrösse ist daraus jedoch keine belastbare allgemeine Aussage ableitbar.

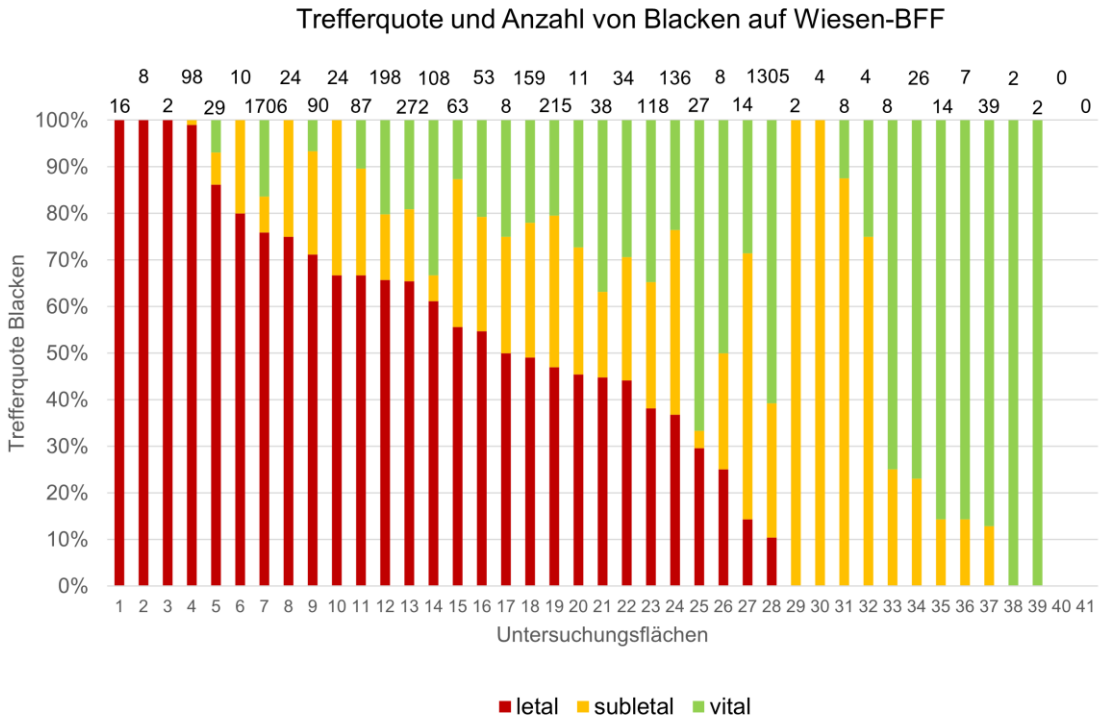


Abbildung 6: Trefferquoten und Anzahl der gefundenen Blacken (über den Säulen) pro Untersuchungsfläche (180 m²) in Wiesen-BFF; Schädigungsgrad letal = rot, subletal = gelb, vital = grün.

3.4 Bekämpfung von Wiesenblacken und Acker-Kratzdisteln in Acker-BFF

Von den zwölf DA-Anwendungen in Acker-BFF wurden neun Parzellen bonitiert. Davon wurden auf fünf Parzellen ausschliesslich die Blacke als Zielart bekämpft, und auf zwei Parzellen wurden sowohl Blacken als auch Acker-Kratzdisteln gleichzeitig behandelt (Abbildung 7, Flächen 3 a, 3b und 6 a, 6b). Zwei Applikationen betrafen Parzellen, auf denen ausschliesslich die Acker-Kratzdistel als Zielart behandelt wurde (Abbildung 7, Flächen 8 und 9). In zwei der untersuchten Flächen wurde im bonitierten Bereich entlang des Transektes jedoch keine Zielart gefunden, was darauf hindeutet, dass diese entweder nicht in der Parzelle vorkam oder nur in sehr geringer Individuenzahl vorhanden war. Auch ausserhalb des Transektes konnten keine Nester der Zielart gefunden werden (Abbildung 7, Flächen 7 und 9). Die Gründe für die Durchführung der Applikation auf diesen Acker-BFF wurden im Rahmen der Studie nicht erhoben.

Die Trefferquoten der Blacke und der Acker-Kratzdistel sowie die Anzahl erfasster Individuen variierten stark zwischen den Untersuchungsflächen. Im Durchschnitt wurden in Acker-BFF 67 % der Blacken (n = 7) und 63 % der Acker-Kratzdisteln (n = 4) letal oder subletal getroffen. Die Anzahl gezählter Zielarten variierte zwischen den Untersuchungsflächen erheblich und reichte von null bis zu 337 Individuen (Abbildung 7, Flächen 7 und 9 bzw. 6b).

Trotz gezielter Information der Kantone und Lohnunternehmen blieb die Anzahl angemeldeter Acker-BFF gering, sodass aufgrund der kleinen Stichprobe keine vertieften Analysen möglich waren.

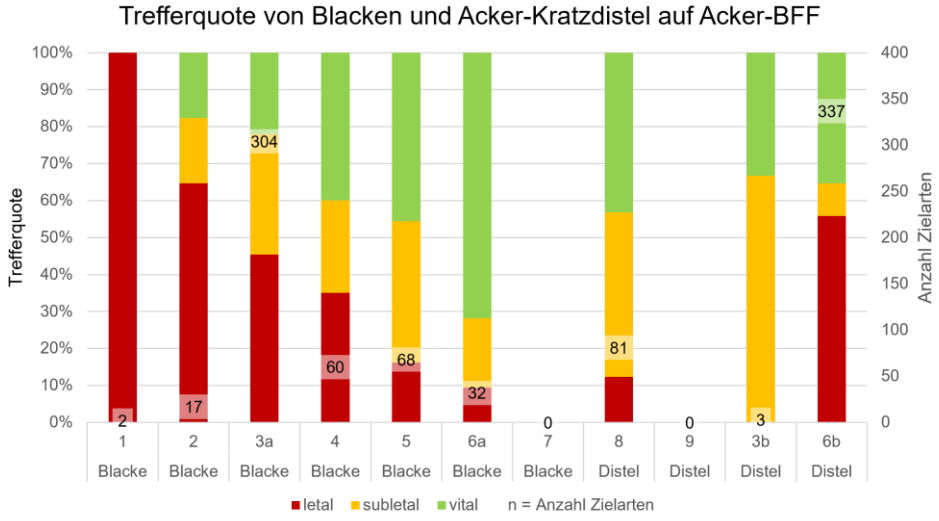


Abbildung 7: Trefferquoten und Anzahl gefundene Zielarten (Blacken und Acker-Kratzdisteln; Zahl über den Säulen) pro Parzelle in Acker-BFF (Untersuchungsfläche 180 m²); Schädigungsgrad letal = rot, subletal = gelb, vital = grün). In den Untersuchungsflächen 3 (a, b) und 6 (a, b) wurden jeweils beide Zielarten bekämpft.

3.5 Artenvielfalt auf den Untersuchungsflächen

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich auf die im Jahr 2023 durchgeführten Vegetationserhebungen (Perseus, 2024). Für die Untersuchungsflächen des Jahres 2024 können keine Ergebnisse zur Artenvielfalt ausgewiesen werden, da die Erhebungsmethode im Jahr 2024 angepasst wurde und die Erfassung der Artenvielfalt nicht mehr zum Untersuchungsschwerpunkt gehörte. Die entsprechenden Details können dem Bericht von Perseus (2024) entnommen werden.

3.5.1 Anzahl gefundener Arten

Wie erwartet wiesen die BFF der Qualitätsstufe II insgesamt höhere Artenzahlen auf als die BFF der Qualitätsstufe I (Abbildung 8). Es traten jedoch auch einzelne Ausnahmen mit sehr geringer Artenvielfalt auf. Ein Beispiel ist eine Parzelle im Kanton Waadt, auf der lediglich 13 Arten nachgewiesen wurden. Aufgrund der Artenzusammensetzung ist anzunehmen, dass es sich um eine Neuansaat einer blumenreichen Wiese handelt, in der sich im Verlauf der Jahre zunehmend Gräser als bestandsbildende Arten durchgesetzt haben.

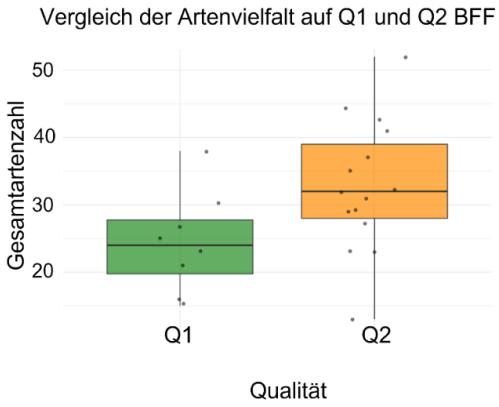


Abbildung 8: Direkter Vergleich der Gesamtartenzahl pro Parzelle in Abhängigkeit der Qualitätsstufe QI und QII BFF (n = 34).

3.5.2 Korrelation der Artenvielfalt mit der Blackendichte

Die im Rahmen der Feldstudie 2023 bonitierten Parzellen zeigten einen negativen Zusammenhang zwischen dem Blackenvorkommen und der Artenvielfalt (Perseus, 2024). In den untersuchten Parzellen war eine höhere Artenzahl tendenziell mit einer geringeren Blackendichte verbunden (Abbildung 9). Jede untersuchte Parzelle wurde in der FlorApp (Info Flora) automatisiert einem Lebensraumtyp zugeordnet (Delarze et al., 2015). Es wurden drei verschiedene Lebensraumtypen identifiziert (farblich markiert). Dabei wird erkennbar, dass die Typischen und die Trockenen Fromentalwiesen tendenziell eine höhere Artenzahl und eine geringere Blackendichte aufweisen. Die Raigras-Intensiv-Wiesen hingegen zeigen niedrigere Artenzahlen und entsprechend einen höheren Blackenbestand.

Dieser Zusammenhang wird auch durch den Datensatz des Monitoringprogramms „Arten und Lebensräume Landwirtschaft“ (ALL-EMA, 2025) gestützt. In den «Trockenen Fromentalwiesen» (TypoCH 4.5.1.3) lag der Mittelwert der Artenzahl bei 33 Arten, während lediglich in 2 % dieser Vege-tationsaufnahmen Blacken vorkamen. In den «Typischen Fromentalwiesen» (TypoCH 4.5.1.2) wurden durch-schnittlich 27 Arten und ein Blacken-vorkommen in 6 % der Vegetations-aufnahmen ermittelt. In den «Raigras-Intensiv-Wiesen» (TypoCH 4.5.1.6) lag die durchschnittliche Artenzahl bei 20 Arten, verbunden mit einem deutlich höheren Anteil von Vegetationsaufnah-men mit Blackenvorkommen von 17 % (Perseus, 2024).

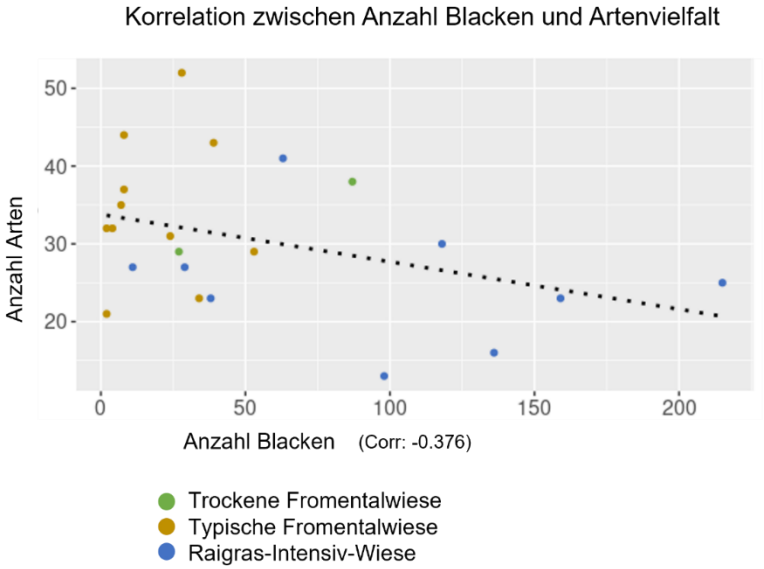


Abbildung 9: Total der Anzahl Arten und der Anzahl gezählter Blacken auf den 23 Untersuchungsflächen entlang des Transektes. Die drei Farben repräsentieren die drei zugeordneten Lebensraumtypen.

3.6 Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten

3.6.1 Getroffene Nicht-Zielarten

Neben der hohen Wirksamkeit der Herbizidapplikation gegen die Zielart Blacke traten zahlreiche falsch-positive Treffer an Nicht-Zielarten auf. Abbildung 10 zeigt die durchschnittliche Anzahl letal oder subletal geschädigter Pflanzen

pro Art. In diese Auswertung wurden ausschliesslich Wiesen-BFF einbezogen. Auf den 42 untersuchten Wiesen-BFF wurden insgesamt 43 Nicht-Zielarten je mindestens einmal fälschlicherweise durch Fehlklassifikation oder als Kollateralschaden getroffen. In Abbildung 10 sind sämtliche festgestellten Schäden zusammengefasst und in Relation zum Vorkommen der jeweiligen Art dargestellt.

Die im Verhältnis zu ihrer Häufigkeit am stärksten betroffene Art war der Krause Ampfer (*Rumex crispus*), gefolgt vom Breitwegerich (*Plantago major*). Beide Arten weisen eine der Blacke ähnliche Blattform auf, was vermutlich zu einer erhöhten Fehlklassifikationsrate führte. Darüber hinaus wurden auch mehrere Arten getroffen, bei denen aufgrund ihrer morphologischen Merkmale keine Fehlklassifikation zu erwarten gewesen wäre.

Alle geschädigten Nicht-Zielarten in BFF-Wiesen wurden neun verschiedenen Blattformentypen zugeordnet (Anhang, Tabelle 3). Die Blacke besitzt ampferartige Blätter, und 14 der geschädigten Nicht-Zielarten zeigen eine ähnliche Blattform, darunter der Wiesen-Sauerampfer (*Rumex acetosa*) oder der Wiesensalbei (*Salvia pratensis*). Die übrigen geschädigten Nicht-Zielarten weisen hingegen deutlich unterschiedliche Blattformen auf. Dazu zählen mehrere Arten der Qualitätsstufe II (QII-Zeigerarten), wie die Feld-Witwenblume (*Knautia arvensis*), das Gewöhnliche Bitterkraut (*Picris hieracioides*) oder der Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*) (Abbildung 10).

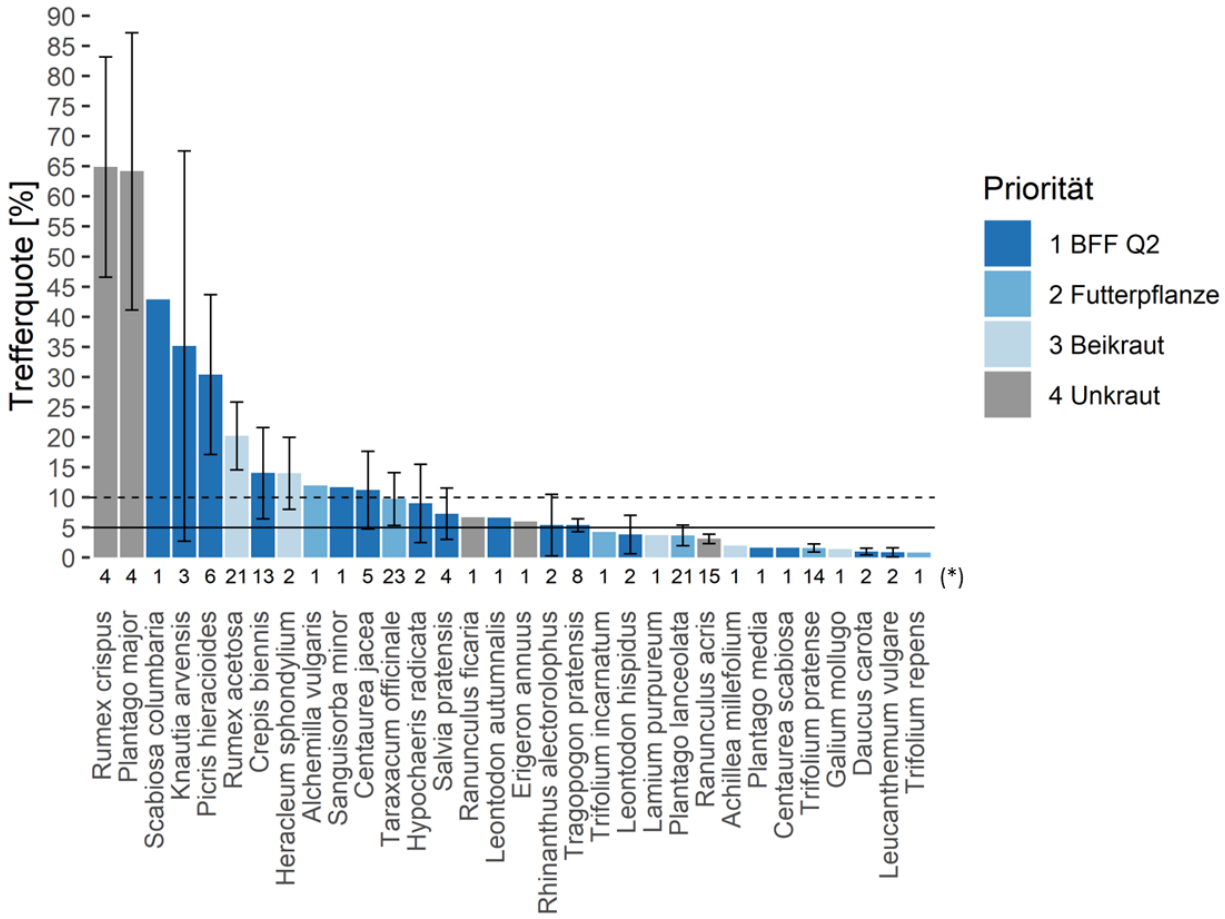


Abbildung 10: Die Barplots zeigen, wie viele Prozent einer Nicht-Zielart im Durchschnitt beschädigt wurden (unter Berücksichtigung der mittleren Deckung). Dabei wurden letal und subletal geschädigte Pflanzen als 'Treffer' zusammengefasst. Pflanzen mit grosser Überlebenswahrscheinlichkeit (vital) blieben unberücksichtigt. Die Zahl unter der X-Achse (*) zeigt die Anzahl Untersuchungsflächen in denen die entsprechende Nicht-Zielart getroffen wurde. Jeder Art wurde eine Priorität für Schutzwürdigkeit zugeordnet: 1. = BFF QII-Zeigerarten, 2. = wertvolle Futterpflanze, 3. = Beikraut, 4. = Unkraut.

Entsprechend ihrem futterbaulichen Nutzen sowie ihrer Zuordnung zur Liste der Zeigerarten der Qualitätsstufe II von Wiesen-BFF wurden die getroffenen Nicht-Zielarten in vier Kategorien eingeteilt. Die Kategorie der BFF-Zeigerarten basiert auf den Weisungen zur Direktzahlungsverordnung für Wiesen-BFF (BLW, 2013). Die weiteren Kategorien –

Futterpflanzen, Beikräuter und Unkräuter – wurden anhand ihrer Futterwertzahlen nach Briemle (2003) klassifiziert (Anhang, Tabelle 4).

In den Wiesen-BFF wurden insgesamt 17 Nicht-Zielarten aus der Liste der QII-Zeigerarten für BFF-Wiesen sowie acht Futterpflanzen mit hoher Futterwertzahl mindestens einmal getroffen. Zu den acht in Wiesen-BFF getroffenen Unkrautarten gehört das Einjährige Berufkraut (*Erigeron annuus*), eine invasive gebietsfremde Pflanze, für die gemäss Freisetzungsverordnung das Inverkehrbringen für den direkten Umgang in der Umwelt verboten ist.

In den neun untersuchten Acker-BFF wurden insgesamt 50 verschiedene Nicht-Zielarten getroffen, also deutlich mehr als auf BFF-Wiesen. Davon finden sich elf Arten auf der Liste der QII-Zeigerarten für Wiesen. Die übrigen in den Acker-BFF gefundenen Nicht-Zielarten sind futterbaulich weniger bedeutend und wurden als Beikräuter oder Unkraut klassifiziert (Abbildung 11).

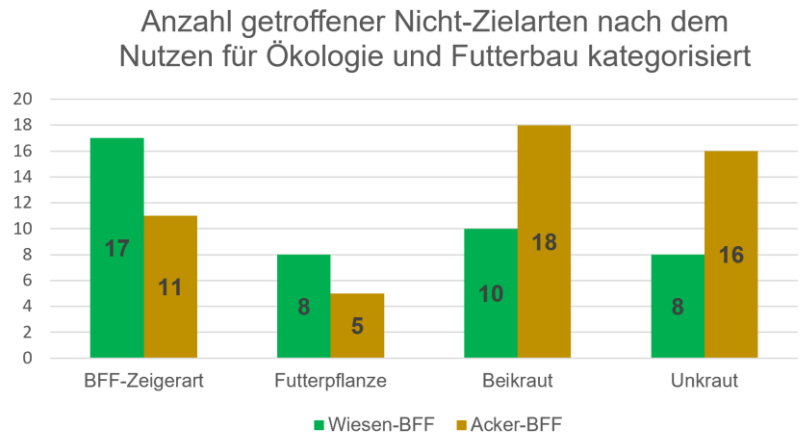


Abbildung 11: Einteilung der letal und subletal getroffenen Nicht-Zielarten nach ihrem ökologischen und futterbaulichen Nutzen in vier Kategorien unterteilt: BFF QII-Zeigerarten; wertvolle Futterpflanze; Beikraut; Unkraut.

3.6.2 Vergleich von falsch-positiven Treffern und kollateralen Spritzschäden in Wiesen-BFF

Um besser beurteilen zu können, ob geschädigte Nicht-Zielarten durch eine Fehlklassifikation der Bilderkennungssoftware mit der Blacke verwechselt wurden oder ob sie als benachbarte Pflanzen innerhalb des Spritzkegels der Zielpflanze getroffen wurden, wurden diese beiden Kategorien anhand der Daten des Jahres 2023 getrennt ausgewertet (Perseus, 2024). Letztere Kategorie wird als Kollateral-schaden bezeichnet (Abbildung 3).

Im ersten Untersuchungsjahr wurden der Wiesen-Sauerampfer (*Rumex acetosa*), gefolgt vom Gewöhnlichen Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), dem Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), dem Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*) sowie dem Gewöhnlichen Bitterkraut (*Picris hieracioides*), am häufigsten fälschlicherweise als Blacke fehlklassifiziert. Der Scharfe Hahnenfuss (*Ranunculus acris*) wurde etwa gleich häufig als falsch-positiver Treffer wie als Kollateralschaden erfasst (Abbildung 12). Die drei Kleearten – Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum*), Rotklee (*Trifolium pratense*) und Weissklee (*Trifolium repens*) – wurden hingegen seltener fehlklassifiziert, waren jedoch auffallend häufig von Kollateralschäden betroffen (Anhang, Tabelle 5).

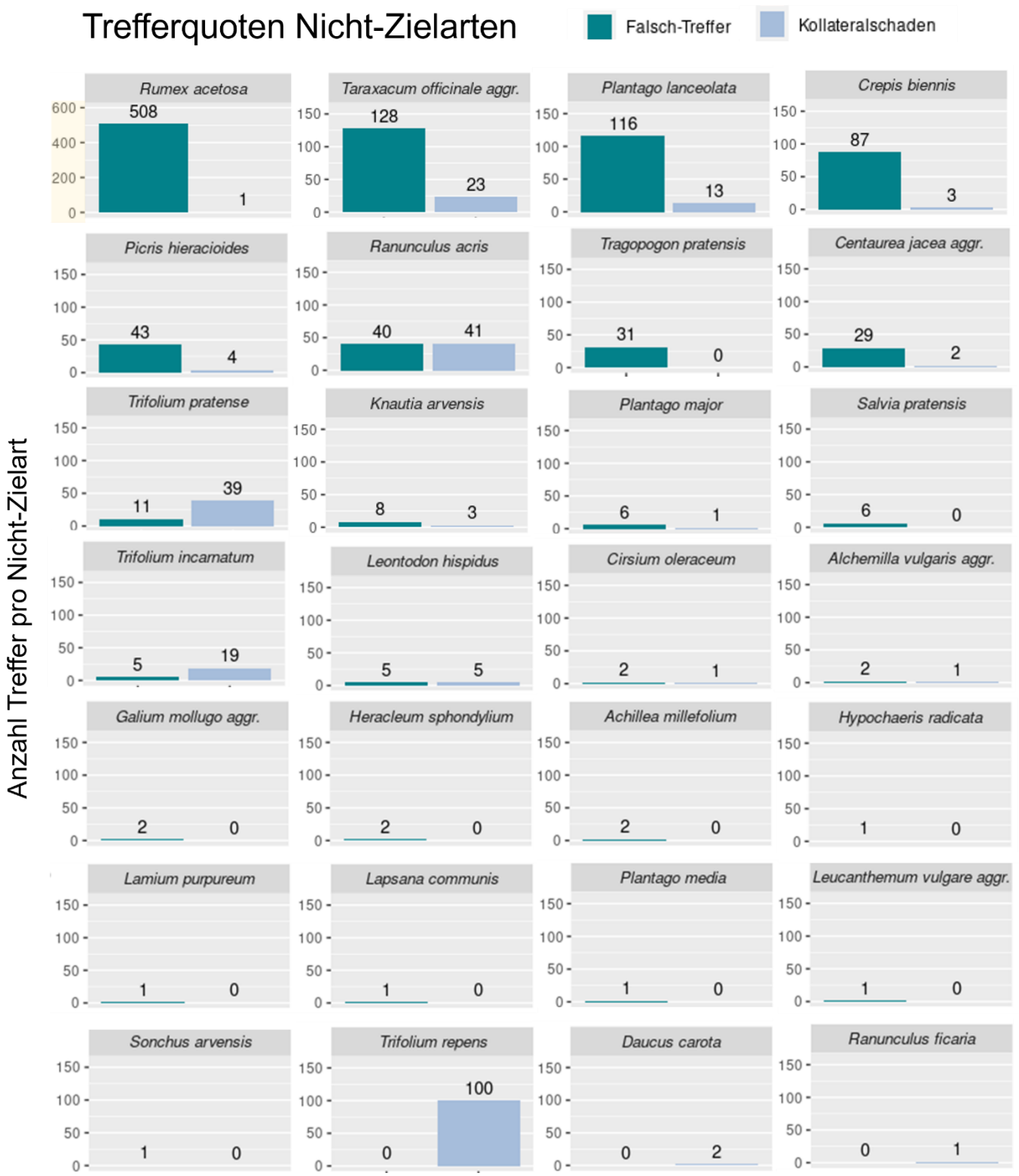


Abbildung 12: Dargestellt werden die absoluten Zahlen pro Art, welche entweder als falsch-positiver Treffer mit der Wiesenblacke verwechselt wurden oder als Kollateralschaden im Spritzkegel vom Herbizid getroffen wurden. Die Skala von Wiesen-Sauerampfer (Rumex acetosa) ist angepasst (gelb markiert). Daten aus 2023, n = 23.

3.7 Deskriptiver Vergleich der eingesetzten Gerätetypen beim Einsatz von DA in BFF

3.7.1 Effektivität der eingesetzten Gerätetypen

Für die Applikation der Herbizide kamen drei unterschiedliche Gerätetypen zum Einsatz. Da sich die Geräte hinsichtlich ihrer technischen Ausstattung und Funktionsweise deutlich unterscheiden, ist eine differenzierte Einordnung der Ergebnisse nach Gerätetyp erforderlich (siehe Kapitel 1.3). Wie bereits anhand der Daten aus dem Jahr 2023 gezeigt werden konnte, lag die Trefferquote der drei Gerätetypen bei der Bekämpfung der Blacke in Wiesen-BFF im Untersuchungsjahr 2024 bei 69 % (Perseus, 2024).

In Abbildung 13 sind die durchschnittlichen Trefferquoten dargestellt: **rot** markiert sind die letal und subletal geschädigten Individuen, **grün** die vitalen, d. h. nicht oder kaum geschädigten Pflanzen (siehe Kapitel 2.2.3). Alle Gerätetypen zeigten eine hohe Wirksamkeit gegenüber der Blacke, wobei im Mittel 69 % der Individuen letal oder subletal getroffen wurden. Deskriptiv lag der Anteil letal oder subletal geschädigter Blacken beim System «Ecorobotix ARA» etwas höher als bei den übrigen untersuchten Gerätetypen; aufgrund der ungleichen Stichprobengrössen ist dieser Vergleich jedoch nur eingeschränkt interpretierbar. Der durchschnittliche Anteil vitaler, also überlebender oder nicht getroffener Blacken lag für «Ecorobotix ARA» und «Rumex» bei 30 % bzw. 33 %.

Die Ergebnisse für «RumboJet» basieren auf lediglich drei untersuchten Flächen. Davon wies eine Fläche eine auffallend niedrige Trefferquote von 23 % auf, während in den beiden anderen Flächen mit diesem Gerät Trefferquoten von 80 % beziehungsweise 90 % erzielt wurden.

In zwei Fällen konnte eingesetzte Gerätetyp nicht ermittelt werden.

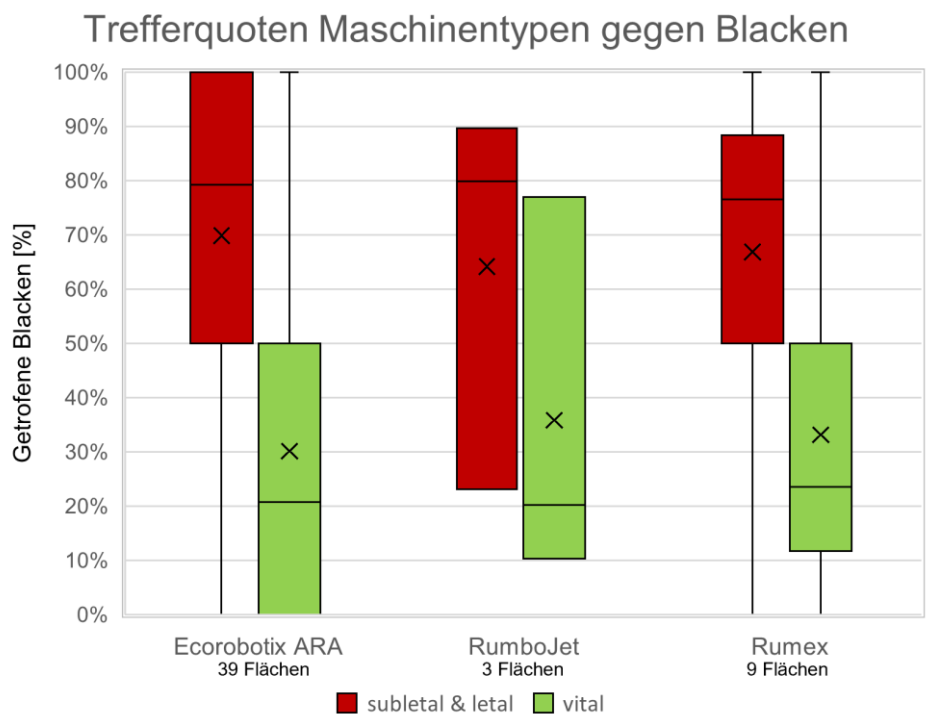


Abbildung 13: Zwei Boxplots pro Gerätetyp. Durch «Ecorobotix ARA» wurden 39 Flächen, durch «RumboJet» 3 Flächen und durch «Rumex» 9 Flächen behandelt. Durchschnittswerte werden als (X) angezeigt.

Unter Berücksichtigung der Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten und ihrer jeweiligen Häufigkeit wurden für «RumboJet» die höchsten Anteile falsch-positiver Treffer beobachtet. Für die beiden anderen Gerätetypen, «Ecorobotix ARA» und «Rumex», wurden niedrigere Anteile an Fehlklassifikationen festgestellt (Abbildung 14A). Abbildung 14B zeigt die Gesamtzahl der letal und subletal geschädigten Nicht-Zielarten pro Gerätetyp. Dabei wird zwischen falsch-positiven Treffern und Kollateralschäden unterschieden. Letztere umfassen Pflanzen, die innerhalb des Spritzkegels einer Zielpflanze getroffen wurden (Abbildung 3). Da mit «Ecorobotix ARA» die grösste Anzahl Flächen behandelt

wurde, war auch die absolute Anzahl geschädigter Nicht-Zielarten am höchsten. Zudem war bei diesem Gerätetyp die Anzahl der falsch-positiven Treffer höher als die Anzahl der Kollateralschäden.

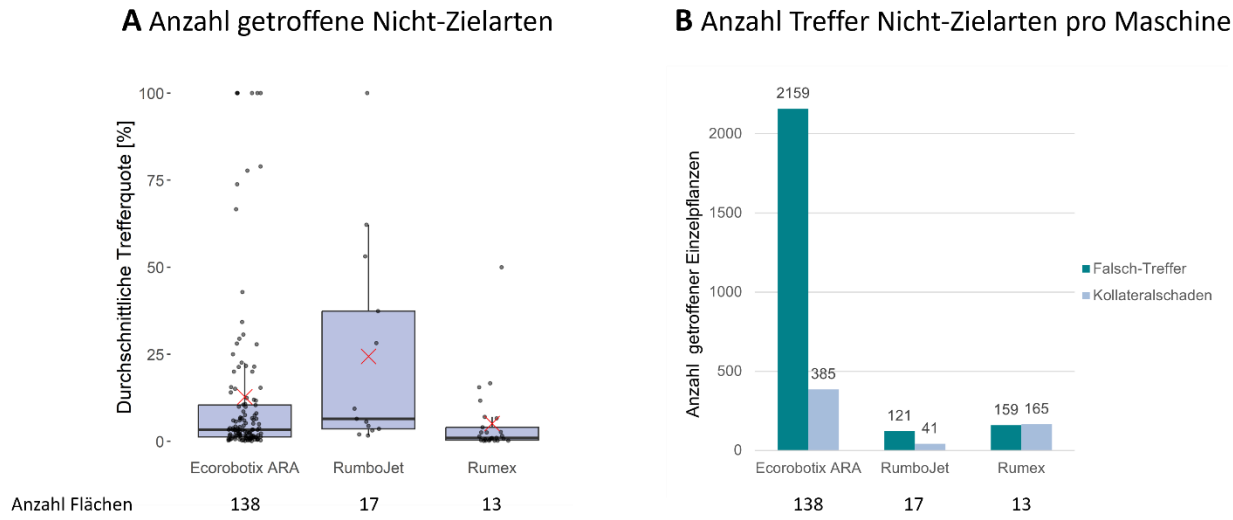


Abbildung 14: (A) Boxplots, welche die durchschnittlichen Fehltrefferquoten (letal und subletal) [%] aller Nicht-Zielarten pro Gerätetyp darstellen unter Berücksichtigung der mittleren Deckung der Arten. Darunter wird die Anzahl beobachteter Flächen pro Gerätetyp und der Durchschnitt (rotes Kreuz) abgebildet. (B) Anzahl absoluter Zahlen als falsch-positive Treffer und Kollateralschaden an Nicht-Zielarten pro Gerätetyp. Gleiche Anzahl Untersuchungsflächen pro Gerätetyp wie in (A).

4 Diskussion

4.1 Nachfrage nach detektionsbasierter Applikation in BFF

Insgesamt lag die Zahl der angemeldeten Parzellen deutlich unter den Erwartungen, die sich aus den Vorabklärungen mit Fachleuten ergeben hatten. Dies, obwohl Anfang 2024 sowohl landwirtschaftliche Betriebe als auch Lohnunternehmen über verschiedene Kanäle erneut auf die Möglichkeit einer Ausnahmebewilligung für den Einsatz von DA in BFF aufmerksam gemacht wurden. Insbesondere für DA in Acker-BFF gingen nur wenige Anmeldungen ein, weshalb keine differenzierte Auswertung durchgeführt werden konnte. Ein möglicher Grund dafür ist, dass die ursprünglich vorgesehene Einführung eines Mindestanteils von 3,5 % BFF im Ackerbaugebiet nach mehrmaliger Verschiebung vom Parlament 2024 wieder aufgehoben wurde und die erwartete starke Zunahme an Acker-BFF daher ausblieb.

Über die drei Untersuchungsjahre hinweg wurden für den Einsatz von DA in Wiesen- und Acker-BFF kantonale Bewilligungen für insgesamt rund 230 ha erteilt. Dies verdeutlicht, dass die Nachfrage nach dieser Anwendung derzeit noch sehr gering ist. Für die geringe Nachfrage kommen mehrere Gründe in Betracht: Erstens dürfte das Interesse an der Anlage von Acker-BFF nach dem negativen Parlamentsentscheid entsprechend gering gewesen sein. Zweitens deuten die Ergebnisse dieser Studie darauf hin, dass Blacken und Disteln in artenreichen Wiesen-BFF mit geschlossenem Pflanzenbestand seltener in problematischen Dichten auftreten. Dieser Zusammenhang zeigte sich sowohl auf den untersuchten Flächen als auch im Vergleich mit Daten aus dem Monitoringprogramm ALL-EMA (Kapitel 3.5.2). Drittens könnte das Bewilligungsverfahren – bestehend aus der Anmeldung beim Kanton und der anschliessenden Datenerfassung durch die Lohnunternehmer/-in mittels Online-Formular – für einige Bewirtschaftende eine zu hohe Hürde dargestellt haben. Zudem kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Möglichkeit einem Teil der Bewirtschaftenden nicht ausreichend bekannt war.

4.2 Zielarten Blacke und Acker-Kratzdisteln mit hohen Anteilen letal oder subletal geschädigter Individuen

Auf 42 Wiesen-BFF wurden entlang eines Transektes die Individuen der Wiesenblacke erfasst und der Grad der Schädigung (letal / subletal / vital) beurteilt. Zwischen den Stadien „vital“, „subletal“ und „letal“ bestehen fliessende Übergänge; der Zeitpunkt der Bonitur ist dabei entscheidend, da die Herbizidwirkung in Abhängigkeit von der Witterung zeitlich verzögert eintreten kann. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Grossteil der Blacken entweder als letal oder als subletal geschädigt eingestuft wurde; für einen Anteil der Pflanzen blieb der Applikationserfolg jedoch unklar, da jede Parzelle im Rahmen der Feldstudie nur einmal bonitiert wurde.

Zum Zeitpunkt der Bonitur wurden bei 69 % der erfassten Blacken letale oder subletale Schädigungen festgestellt. Da in der Kategorie „vital“ nicht eindeutig zwischen nicht behandelten Pflanzen und behandelten Pflanzen mit keiner oder nur geringer sichtbarer Schädigung unterschieden werden konnte, entspricht der Anteil letal oder subletal geschädigter Individuen wahrscheinlich einer konservativen Schätzung des tatsächlichen Bekämpfungserfolgs. Genaue Aussagen zur Anzahl verfehlter Pflanzen und zur Arbeitsgenauigkeit der Geräte sind auf Basis dieser Erhebung jedoch nicht möglich. Von allen erfassten Blacken wurden 50 % als letal und 19 % als subletal geschädigt eingestuft. Der Anteil vital eingestufter Blacken von 31 % kann verschiedene Ursachen haben. Dazu gehören insbesondere: (i) Fehlklassifikation beziehungsweise Nicht-Erkennung von Blacken durch die Bilderkennungssoftware, beispielsweise infolge eines ungünstigen Entwicklungsstadiums oder einer starken Überdeckung durch die umgebende Vegetation; (ii) eine erfolgte Applikation mit unzureichender Wirkstoffaufnahme oder verminderter Herbizidwirkung aufgrund des Entwicklungsstadiums der Blacke oder der Witterungsbedingungen; (iii) ein zum Boniturzeitpunkt noch nicht vollständig sichtbares Schadbild.

In einer unabhängigen Studie des Kantons Waadt wurden gemäss eigenen Beobachtungen Erkennungsraten von über 70 % in 24 untersuchten Flächen berichtet. In 15 dieser Flächen lagen die Erkennungsraten bei 85 % (mündliche Mitteilung A. Zimmermann). Auch in einem Tastversuch von Agroscope wurden ähnliche Erkennungsraten von 85 % ermittelt (Anken & Latsch, 2023). Diese Werte wurden in der vorliegenden Untersuchung annähernd erreicht. Ein methodischer Unterschied ist jedoch zu beachten: In den beiden Vergleichsstudien erfolgte die Erfassung unmittelbar nach der Applikation (Zählung „getroffen“), während wir nach einer Wartefrist nur geschädigte Individuen erfassten.

Auf mehreren von uns bonitierten Untersuchungsflächen war die Blackendichte so gering, dass ein DA-Einsatz ökonomisch nicht gerechtfertigt erscheint. In zwei Parzellen wurden auf der gesamten Untersuchungsfläche keine Blacken gefunden. Dies könnte darauf hindeuten, dass DA teilweise auch auf Parzellen mit sehr geringem Befall eingesetzt wurde. In einem Fall wurde uns vom Lohnunternehmer bestätigt, dass er den Auftrag erhielt, alle BFF-Wiesen des Betriebs mit dem DA-Gerät zu behandeln, unabhängig vom tatsächlichen Vorkommen von Blacken.

In BFF ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln grundsätzlich verboten. Die DZV erlaubt jedoch manuelle Einzelstock- oder Nesterbehandlungen von Problempflanzen, sofern diese nicht mit angemessenem Aufwand mechanisch bekämpft werden können (DZV: Art. 58 Abs. 4 Bst. a). Bei sehr hohen Blackendichten kann die applizierte Herbizidmenge trotz detektionsbasierter Applikation Werte erreichen, die einer nahezu flächendeckenden Behandlung entsprechen. In solchen Fällen stellt sich die Frage, ob die Anwendung noch der in der DZV vorgesehenen Einzelstock- oder Nesterbehandlung entspricht. Eine rechtliche Beurteilung dieser Abgrenzung liegt jedoch nicht im Rahmen der vorliegenden Studie. Oft zeigen sich inhomogene Verteilungen von Problempflanzen (Nesterbildung), meist am Parzellenrand, während die Parzellenmitte nur eine geringe Dichte aufweist. Unter solchen Bedingungen kann eine gezielte DA zur Nesterbekämpfung sinnvoll sein, auch bei insgesamt hoher Problempflanzen-Dichte.

In den Wiesen-BFF lag der Anteil letal oder subletal geschädigter Acker-Kratzdisteln bei 69 % und damit in einer ähnlichen Grössenordnung wie bei der Blacke. Aufgrund der geringen Stichprobengrösse sind diese Ergebnisse jedoch mit Vorsicht zu interpretieren. Da keine Anmeldungen zur Distelbekämpfung mit den Gerätetypen «Rumbo-Jet» und «Rumex» vorlagen, konnten keine Aussagen zur Eignung dieser Systeme für die Bekämpfung der Acker-Kratzdistel getroffen werden.

4.3 Detektionsbasierte Applikation in Acker-BFF liefert derzeit keine ausreichende Grundlage für eine Zulassung

In Acker-BFF kam ausschliesslich der Gerätetyp «Ecorobotix ARA» zum Einsatz. Er wurde in acht Buntbrachen, zwei Rotationsbrachen, einem Saum auf Ackerfläche sowie einem Nützlingsstreifen verwendet. In den neun untersuchten Acker-BFF wurden insgesamt 50 Nicht-Zielarten mindestens einmal getroffen. Es kann davon ausgegangen werden, dass der zugrunde liegende Algorithmus für diesen Einsatzkontext noch nicht ausreichend trainiert ist und dass die Zahl der falsch-positiven Treffer mit wachsender Stichprobe – also mit mehr untersuchten Acker-BFF und einer damit breiteren Artengarnitur – weiter ansteigen würde.

Aufgrund der sehr geringen Zahl angemeldeter und bewilligter DA-Anwendungen in Acker-BFF sowie der hohen Zahl falsch-positiv getroffener Nicht-Zielarten wurde entschieden, diese Anwendung von DA in Acker-BFF im Rahmen des Projekts ab 2025 nicht weiter zu bewilligen.

4.4 Artenvielfalt auf den Untersuchungsflächen

Wie erwartet war die Artenzahl auf Wiesen der Qualitätsstufe II (BFF-QII) deutlich höher als auf Wiesen der Qualitätsstufe I (BFF-QI) (Tabelle 2). Gleichzeitig zeigte sich, dass auf Flächen mit geringerer Artenvielfalt tendenziell höhere Anteile letal oder subletal geschädigter Blacken festgestellt wurden. Die Pflanzenzusammensetzung sowie das Vegetationsstadium beziehungsweise die Pflanzenhöhe spielen hierbei eine wesentliche Rolle für die Wirksamkeit von DA.

Korrelationsanalysen zwischen Blackenvorkommen beziehungsweise Blackendichte und Artenvielfalt ergaben, dass auf den Untersuchungsflächen geringere Blackenvorkommen beobachtet wurden, wenn die Artenzahl hoch war. Dieses Muster konnte durch eine zusätzliche Analyse von ALL-EMA-Daten bestätigt werden, in der vergleichbare Lebensraumtypen untersucht wurden (nicht publizierte Daten). Beide Datensätze deuten darauf hin, dass Blacken in artenreichen Wiesen tendenziell seltener beziehungsweise in geringerer Dichte auftreten. Dadurch dürfte das Risiko unbeabsichtigter Beeinträchtigungen der Biodiversität bei einer gezielten Blackenbekämpfung geringer sein als in Beständen mit hoher Blackendichte. Es ist davon auszugehen, dass Magerwiesen mit seltenen oder geschützten Arten, beispielsweise Orchideen, aufgrund ihrer standorttypischen Vegetationszusammensetzung und Bodeneigenschaften in der Regel keine hohen Blackendichten aufweisen. In solchen Fällen wäre eine manuelle Einzelstockbehandlung mit der Rückenspritze eine geeignete und schonende Alternative.

4.5 Die Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten sind teilweise noch zu hoch

Die drei untersuchten Gerätetypen erreichten in Wiesen-BFF hohe Anteile letal oder subletal geschädigter Wiesenblacken. Die Anzahl falsch-positiver Treffer (Applikation aufgrund einer Fehlklassifikation) bei zahlreichen Nicht-Zielarten liegt jedoch weiterhin auf einem deutlich zu hohen Niveau. Diese Fehlklassifikationen können nicht ausschliesslich durch eine morphologische Ähnlichkeit der Blattformen mit jener der Blacke erklärt werden.

Die auffälligen Unterschiede in den Trefferquoten zwischen den beiden blattmorphologisch der Blacke sehr ähnlichen Rumex-Arten, die beim Krausen Ampfer (*Rumex crispus*) bei rund 65 % und beim Wiesen-Sauerampfer (*Rumex acetosa*) bei rund 20 % liegen, sind derzeit nicht erklärbar. Der Breitwegerich (*Plantago major*) weist mit über 60 % ebenfalls eine sehr hohe Fehltrefferquote auf, was mit seiner blattmorphologischen Ähnlichkeit zur Blacke vereinbar ist. Demgegenüber zeigen Arten mit ungeteilten, ampferähnlichen Blättern – wie Gemeiner Frauenmantel (*Alchemilla vulgaris*) und Wiesensalbei (*Salvia pratensis*) – deutlich tiefere Fehltrefferquoten.

Bemerkenswert sind die Fehltrefferquoten von über 35 % bei Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*) und Feld-Witwenblume (*Knautia arvensis*), obwohl deren fiederschnittige und gelappte Blätter klar von der Blattform der Blacke abweichen. Weitere Nicht-Zielarten wie Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), Wiesen-Pippau (*Crepis biennis*), Gewöhnliches Bitterkraut (*Picris hieracioides*), Wiesen-Bocksbart (*Tragopogon pratensis*) sowie Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*) wurden ebenfalls regelmässig fälschlich erkannt, obwohl ihre Blattformen (schmal, grasartig bis fingerförmig beziehungsweise fiederschnittig) deutliche Unterschiede zur Blacke aufweisen.

Die meisten dieser Fehlklassifikationen traten im Rosettenstadium der Pflanzen auf. Mit zunehmendem Höhenwachstum und der Ausbildung typischer artspezifischer Blattformen ist von einer Reduktion der Verwechslungsrate auszugehen (siehe Kapitel 3.6.1 und Tabelle 3 bis 5 im Anhang).

Aus den Ergebnissen ist zu folgern, dass die Algorithmen derzeit noch nicht ausreichend trainiert sind. Für den Einsatz in artenreichen Wiesen wird daher weiteres Machine Learning-Training notwendig sein, um die Präzision insbesondere bei Nicht-Zielarten zu verbessern.

Die Nicht-Zielarten wurden hinsichtlich ihres Beitrags zur Biodiversität sowie ihres Wertes für den Futterbau in vier Prioritätsstufen eingeteilt. Die hohe Anzahl falsch-positiver Treffer bei den insgesamt 17 Arten der QII-Zeigerartenliste ist aus Sicht der Biodiversitätsförderung kritisch zu beurteilen. Auch die Zahl der falsch-positiven Treffer bei wertvollen Futterpflanzenarten (acht Arten in Wiesen-BFF) ist deutlich zu hoch. Demgegenüber dürften Fehltreffer bei futterbaulich weniger bedeutenden Beikräutern und unproblematischen Unkrautarten hinsichtlich ihrer agronomischen Auswirkungen weniger kritisch sein.

4.6 Deskriptiver Vergleich der drei eingesetzten Gerätetypen

Ein Vergleich zwischen den drei Gerätetypen ist derzeit nur eingeschränkt möglich, da lediglich für den «Ecorobotix ARA» ausreichend Daten vorliegen. Für die Gerätetypen «Rumex» und «RumboJet» wurden hingegen zu wenige behandelte Flächen gemeldet, um eine robuste Auswertung vorzunehmen. Grundsätzlich erzielten jedoch alle drei Systeme zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Anzahl letal und subletal geschädigter Wiesenblacken in Wiesen-BFF.
Gleichzeitig wurden bei allen Gerätetypen relevante Fehltreffer bei Nicht-Zielarten beobachtet, insbesondere bei QII-Zeigerarten und futterbaulich wertvollen Arten.

Die Geräte unterschieden sich zudem in ihrem Abschneiden hinsichtlich der falsch-positiven Treffer sowie der verursachten Kollateralschäden. Es deutet sich an, dass der «Ecorobotix ARA» zwar häufiger Nicht-Zielarten mit der Wiesenblacke verwechselt, dafür jedoch präziser appliziert und insgesamt geringere Kollateralschäden verursacht als die beiden anderen Systeme. Diese Beobachtung steht im Einklang mit den Ergebnissen von Anken und Latsch (2023), wonach die Treffgenauigkeit hinsichtlich der benetzten Fläche um die Zielpflanzen mit jener einer manuellen Rückenspritzenbehandlung vergleichbar war.

Für den Gerätetyp «Rumex» wurden in dieser Untersuchung geringere Anzahlen falsch-positiver Treffer, jedoch höhere Anzahlen von Kollateralschäden beobachtet. Diese Unterschiede können nicht allein durch den Düsenabstand erklärt werden, da dieser mit jenem des Systems «Ecorobotix ARA» vergleichbar ist. Beim «RumboJet» waren die Anzahl falsch-positiver Treffer und die Anzahl Kollateralschäden relativ ausgeglichen.
Basierend auf den im Feld beobachteten Sprühbildern konnte bei keinem der drei Gerätetypen eine systematische Fehlapplikation aufgrund einer zu frühen oder zu späten Ventilöffnung festgestellt werden. Dies weist darauf hin, dass die Systeme hinsichtlich der Ventilsteuerung zuverlässig arbeiten.

4.7 Typenzulassung für detektionsbasierte Applikation von Herbiziden in BFF

Die vorliegenden Ergebnisse zur Häufigkeit falsch-positiver Treffer sowie zur Erkennung von Nicht-Zielarten durch die drei Gerätetypen «Ecorobotix ARA», «Rumex» und «RumboJet» genügen derzeit nicht, um eine Zulassung dieser Systeme für das DA in BFF-Wiesen zu rechtfertigen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Verbesserung der Erkennungsalgorithmen das Potenzial haben könnte, die Zahl der Fehlklassifikationen und damit die Fehltrefferquote bei Nicht-Zielarten zu reduzieren.

Wir empfehlen daher ein standardisiertes Verfahren zur Homologation dieser Geräte für den Einsatz mit DA in BFF-Wiesen. Dieses sollte sowohl computergestützte Bildtests mit einem definierten Trainingsdatensatz als auch Feldversuche in mindestens zwei artenreichen BFF-Wiesen umfassen, wobei zur Überprüfung der Applikationspräzision ein Farbtracer eingesetzt werden soll.

Weiterhin schlagen wir vor, Toleranzwerte für falsch-positive Treffer festzulegen:

Maximal 5 % Fehltrefferquote bei QII-Zeigerarten.

Maximal 10 % bei anderen häufig vorkommenden Arten.

Eine Zulassung des DA in Acker-BFF kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht empfohlen werden. Zudem wird empfohlen, auf den Einsatz von DA in Magerwiesen mit Vorkommen seltener oder geschützter Arten zu verzichten beziehungsweise diesen nur nach sorgfältiger Prüfung des standörtlichen Artenspektrums in Betracht zu ziehen.

5 Schlussfolgerungen

Ausgangslage & Nachfrage: Trotz Informationsmassnahmen blieb die Nachfrage nach DA in BFF gering. In den Jahren 2023 bis 2025 wurden insgesamt 168 Bewilligungen für DA-Anwendungen in BFF erteilt. Gründe könnten unter anderem die geringe Problempflanzendichte in artenreichen Wiesen und Hürden im Bewilligungsverfahren sein.

Wirksamkeit bei Zielarten: In Wiesen-BFF wurden 69 % der erfassten Wiesenblacken als letal oder subletal geschädigt eingestuft. Die Bekämpfung der Acker-Kratzdistel erreichte ähnliche Trefferquoten; die Nachfrage nach Bekämpfung von Acker-Kratzdisteln in Wiesen-BFF ist derzeit gering.

Acker-BFF: Für den Einsatz von DA in Acker-BFF steht derzeit nur eine begrenzte Datengrundlage zur Verfügung. Gleichzeitig wurden zahlreiche Fehltreffer bei Nicht-Zielarten festgestellt. Aufgrund hoher Raten falsch-positiver Treffer und geringer Fallzahlen wurden ab 2025 keine Ausnahmebewilligungen mehr erteilt.

Artenvielfalt und Blackenvorkommen: Die Ergebnisse der Feldstudie sowie zusätzliche Auswertungen von ALL-EMA-Daten deuten darauf hin, dass Blacken in artenreichen Wiesen tendenziell seltener beziehungsweise in geringerer Dichte auftreten. In Magerwiesen mit seltenen oder geschützten Arten empfiehlt sich die manuelle Einzelstockbehandlung. Auf Alpweiden kommt primär die Alpenblacke (*Rumex alpinus*) vor. Diese kann in Lägerfluren dichte und ausgedehnte Bestände bilden. Für die Sanierung von Lägerfluren sind DA nicht geeignet, da es sich nicht um Einzelstock- oder Nesterbehandlungen handelt. Ein Herbizideinsatz ist nur auf Flächen sinnvoll, die sorgfältig und geregelt nutzbar sind (AGFF-Merkblatt 7: Wiesenblacken und Alpenblacken; Hebeisen, 2011).

Falsch-positive Treffer auf Nicht-Zielarten (Applikation aufgrund einer Fehlklassifikation): Zentraler limitierender Faktor eines möglichen DA-Einsatzes ist die zu hohe Fehltrefferquote bei Nicht-Zielarten, insbesondere bei QII-Zeigerarten und wertvollen Futterpflanzen. Morphologische Ähnlichkeit erklärt die Fehlklassifikationen nur teilweise; die Ergebnisse zeigen, dass die Erkennungsgenauigkeit in artenreichen Beständen noch verbessert werden sollte.

Gerätevergleich: Der Vergleich der drei eingesetzten Gerätetypen ist aufgrund der ungleichen und teilweise geringen Stichprobengrössen nur eingeschränkt belastbar. Unter den Bedingungen der Feldstudie erzielten alle drei Systeme bei der Wiesenblacke vergleichbare Anteile letal oder subletal geschädigter Individuen. Unterschiede zeigten sich vor allem bei falsch-positiven Treffern und Kollateralschäden an Nicht-Zielarten. Diese Unterschiede sollten jedoch nicht als abschliessende Bewertung einzelner Gerätetypen interpretiert werden, sondern als Hinweis darauf, dass künftige Prüfverfahren sowohl die Erkennungsleistung der Algorithmen als auch die Applikationspräzision der Systeme berücksichtigen müssen.

Regulatorische Konsequenz: Für eine Zulassung in Wiesen-BFF ist ein standardisiertes Prüfverfahren für DA-Systeme erforderlich, bestehend aus (i) computergestützten Bildtests auf einem definierten Bild-Trainingsdatensatz und (ii) Feldversuchen in mindestens zwei artenreichen BFF-Wiesen unter Einsatz eines Farbtracers. Es werden folgende Toleranzwerte für Fehltrefferquoten für die Zulassung vorgeschlagen: Toleranzwert bei **QII-Zeigerarten ≤ 5 %** und Toleranzwert bei anderen **häufigen Arten ≤ 10 %.** Eine Zulassung für Acker-BFF ist derzeit nicht angezeigt. In Magerwiesen mit seltenen oder geschützten Arten sollte auf DA grundsätzlich verzichtet werden.

Fazit: DA besitzt Potenzial für eine gezielte, herbizidsparende Regulierung von Problempflanzen in Wiesen-BFF. Voraussetzung für einen breiteren, biodiversitätsschonenden Einsatz sind jedoch ein substanzielles Algorithmus-Training (Machine Learning), klare Zulassungskriterien und ein konsequentes Monitoring der Fehltrefferquoten bei Nicht-Zielarten.

6 Literaturverzeichnis

ALL-EMA, (2025): Monitoringprogramm „Arten und Lebensräume Landwirtschaft“ - ALL-EMA

Allmendinger, A., Spaeth, M., Saile, M., Peteinatos, G. G., & Gerhards, R. (2022). Precision chemical weed management strategies: A review and a design of a new CNN-based modular spot sprayer. Agronomy, 12(7).

Agridea (2025). «Herbizideinsatz auf Biodiversitätsförderflächen und Nützlingsstreifen – bewilligte Wirkstoffe»: Ergänzungen zum Merkblatt: «Biodiversitätsförderung auf dem Landwirtschaftsbetrieb – Wegleitung» URL: 1443___1a___D_25_LINK_Beilage Herbizideinsatz 2S A4 quer.pdf

Agridea (2022). Problempflanzen und Verbuschung: Ein Leitfaden für den Vollzug auf der Landwirtschaftlichen Nutzfläche. Problempflanzen und Verbuschung – Agripedia

Anken, T., & Latsch, A. (2023). "Characteristics of a spot sprayer for the treatment of Rumex obtusifolius in meadows." Landtechnik 78(3).

BLV, (2026) Pflanzenschutzmittelverzeichnis: Handelsbezeichnung: Asulam (Stand 11.03.2026) Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV – Pflanzenschutzmittelverzeichnis

BLW, (2026) "Herbizideinsatz auf Biodiversitätsförderflächen 2026" (https://www.blw.admin.ch/dam/de/sd-web/Yu7DZ1FbEyUO/Herbizideinsatz_BFF_2026_BLW_D.pdf)

BLW, 2025). "Informationsnotiz betreffend den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln anhand detektionsbasierter Applikation" ([722957483] 2026_Infonotiz_detektionsbasierte_Applikation von Herbiziden_de.pdf)

BLW, (2013). Weisungen nach Artikel 59 und Anhang 4 der Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (Direktzahlungsverordnung, DZV) vom 23. Oktober 2013, SR 910.13:

Extensiv genutzte Wiesen, wenig intensiv genutzte Wiesen und Streueflächen der Qualitätsstufe II.

Briemle, G., Nietsche, S., & Nitsche, L. (2003). Grünlandpflanzen Und Ihre Nutzungswertzahlen. Jahrb. Naturschutz Hess, 8, 81-96.

Buholzer, S., Indermaur, A., Riedel, S., Bühler, C., & Frei, M. (2015). Bestimmungsschlüssel für Lebensräume der offenen Kulturlandschaft. Agroscope Science, 17, 1-40.

Delarze R., Gonseth Y., Eggenberg S. & Vust M. (2015). Lebensräume der Schweiz, Ökologie – Gefährdung – Kennarten. 3. Auflage. Ott-Verlag.

Hebeisen H., Gago. R., Jeangros B., & Lüscher A. (2011). "Wiesenblacke und Alpenblacke — vorbeugen und bekämpfen." AGFF Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues (5. Überarbeitete Auflage) URL: agff-merkblatt_7_korr2-s.pdf

Verordnung über landwirtschaftliche Begriffe und die Anerkennung von Betriebsformen (Landwirtschaftliche Begriffsverordnung, LBV). vom 7. Dezember 1998 (Stand am 1. Juli 2026)

Perseus, L., Anken T., & Buholzer, S. (2024). "Detektionsbasierte Applikation in Biodiversitätsförderflächen". Agroscope Technischer Bericht, 02 / 2024.

Stutz, J. & Lüscher, A. (2009). "Disteln in Wiesen und Weiden: Merkmale, Vorkommen, Regulierungen". AGFF Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues.

Witsoe J., Total R., Haberey P., Heitkämper K., Bravin E., Möri H., Steffen P., Wyssa T., Anken T., Matter R., Keller M. (2024) Nachhaltiger Pflanzenschutz im Gemüsebau durch Spotspraying-Technik (2021-2023). Agroscope Science, 186. https://doi.org/10.34776/as186g

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl erteilter Ausnahmebewilligungen unterschieden nach eingesetztem Geräte-Typ; ●: «Ecorobotix ARA»; ▲: «RumboJet»; ★«Rumex»: Karte: © Swisstopo 13

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Untersuchungsflächen. Im Jahr 2023 wurde entlang eines 50 m langen Transektes eine Fläche von 180 m² (50 × 3,6 m) bonitiert und vier Vegetationsaufnahmen à 10 m² durchgeführt. Im Jahr 2024 umfasste die bonitierte Fläche 90 m² (50 × 1,8 m); die Erfassung der Nicht-Zielarten erfolgte zusätzlich in fünf Halbkreisen von jeweils 5 m². 14

Abbildung 3: Erfassung der Ziel- und Nicht-Zieltreffer innerhalb der Untersuchungsfläche. Gezählt wurden Individuen von: (A) getroffene und nicht getroffene Zielpflanzen; (B) getroffene Nicht-Zielpflanzen als Kollateralschäden im Spritzbereich der Zielpflanzen; (C), durch Fehlklassifikation direkt getroffene Nicht-Zielpflanzen (falsch-positive Treffer); (D) Kollateralschäden im Spritzkegel einer durch Fehlklassifikation getroffenen Nicht-Zielpflanzen. Alle getroffenen Pflanzen wurden entsprechend ihrer Schädigung als letal, subletal oder vital eingestuft. 14

Abbildung 4A: Letal getroffene Blacken: Es sind klare Herbizidschäden sichtbar und die Blacke überlebt mit Sicherheit nicht. 16

Abbildung 5: Bewilligter Einsatz von DA in BFF von 2023 bis 2025; ●: bonitierte Parzellen; ●: nicht bonitierte Parzellen; © swisstopo 17

Abbildung 6: Trefferquoten und Anzahl der gefundenen Blacken (über den Säulen) pro Untersuchungsfläche (180 m^2) in Wiesen-BFF; Schädigungsgrad letal = rot, subletal = gelb, vital = grün. 18

Abbildung 7: Trefferquoten und Anzahl gefundene Zielarten (Blacken und Acker-Kratzdisteln; Zahl über den Säulen) pro Parzelle in Acker-BFF (Untersuchungsfläche 180 m^2); Schädigungsgrad letal = rot, subletal = gelb, vital = grün). In den Untersuchungsflächen 3 (a, b) und 6 (a, b) wurden jeweils beide Zielarten bekämpft. 19

Abbildung 8: Direkter Vergleich der Gesamtartenzahl pro Parzelle in Abhängigkeit der Qualitätsstufe QI und QII BFF (n = 34). 20

Abbildung 9: Total der Anzahl Arten und der Anzahl gezählter Blacken auf den 23 Untersuchungsflächen entlang des Transektes. Die drei Farben repräsentieren die drei zugeordneten Lebensraumtypen. 20

Abbildung 10: Die Barplots zeigen, wie viele Prozent einer Nicht-Zielart im Durchschnitt beschädigt wurden (unter Berücksichtigung der mittleren Deckung). Dabei wurden letal und subletal geschädigte Pflanzen als ‘Treffer’ zusammengefasst. Pflanzen mit grosser Überlebenswahrscheinlichkeit (vital) blieben unberücksichtigt. Die Zahl unter der X-Achse (*) zeigt die Anzahl Untersuchungsflächen in denen die entsprechende Nicht-Zielart getroffen wurde. Jeder Art wurde eine Priorität für Schutzwürdigkeit zugeordnet: 1. = BFF QII-Zeigerarten, 2. = wertvolle Futterpflanze, 3. = Beikraut, 4. = Unkraut. 21

Abbildung 11: Einteilung der letal und subletal getroffenen Nicht-Zielarten nach ihrem ökologischen und futterbaulichen Nutzen in vier Kategorien unterteilt: BFF QII-Zeigerarten; wertvolle Futterpflanze; Beikraut; Unkraut. 22

Abbildung 12: Dargestellt werden die absoluten Zahlen pro Art, welche entweder als falsch-positiver Treffer mit der Wiesenblacke verwechselt wurden oder als Kollateralschaden im Spritzkegel vom Herbizid getroffen wurden. Die Skala von Wiesen-Sauerampfer (Rumex acetosa) ist angepasst (gelb markiert). Daten aus 2023, n = 23. 23

Abbildung 13: Zwei Boxplots pro Gerätetyp. Durch «Ecorobotix ARA» wurden 39 Flächen, durch «RumboJet» 3 Flächen und durch «Rumex» 9 Flächen behandelt. Durchschnittswerte werden als (X) angezeigt. 24

Abbildung 14: (A) Boxplots, welche die durchschnittlichen Fehltrefferquoten (letal und subletal) [%] aller Nicht-Zielarten pro Gerätetyp darstellen unter Berücksichtigung der mittleren Deckung der Arten. Darunter wird die Anzahl beobachteter Flächen pro Gerätetyp und der Durchschnitt (rotes Kreuz) abgebildet. (B) Anzahl absoluter Zahlen als falsch-positive Treffer und Kollateralschaden an Nicht-Zielarten pro Gerätetyp. Gleiche Anzahl Untersuchungsflächen pro Gerätetyp wie in (A). 25

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aktuell in der Schweiz eingesetzte Gerätetypen für DA in Wiesen: Informationen von Herstellern (Stand 2025) 11

Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl der Flächen, welche durch den Kanton bewilligt, behandelt und durch den Lohnunternehmer/-in via Online-Formular an Agroscope gemeldet, besichtigt bzw. nicht besichtigt wurden. 33

Tabelle 3: Unterteilung der geschädigten Nicht-Zielarten in Gruppen mit ähnlichen Blattformen (Liste unvollständig). 34

Tabelle 4: Kategorien für den futterbaulicher Nutzen und QII-Qualität von Wiesen-BFF und Acker-BFF 35

Tabelle 5: Liste der Getroffenen Nicht-Zielarten für jeden Gerätetyp mit Anzahl falsch-positiver Treffer und Kollateralschäden in Wiesen-BFF ohne Anwendungen gegen Acker-Kratzdisteln 35

9 Abkürzungsverzeichnis

BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
BFF	Biodiversitätsförderflächen
ALL-EMA	Monitoringprogramm „Arten und Lebensräume Landwirtschaft“
DZV	Direktzahlungsverordnung: Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft
DA	Detektionsbasierte Applikation von Pestiziden
KI	Künstliche Intelligenz
QII	Qualitätsstufe II: BFF mit weitergehenden Anforderungen an die Biodiversität (DZV)

10 Appendix

10.1 Tabellen zu den aufgenommenen Flächen

Tabelle 2: Übersicht über die Anzahl der Flächen, welche durch den Kanton bewilligt, behandelt und durch den Lohnunternehmer/-in via Online-Formular an Agroscope gemeldet, besichtigt bzw. nicht besichtigt wurden.

	Bonitiert	Nicht bonitiert
Zielpflanze		
Wiesenblacken	45	105
Blacken & Acker-Kratzdisteln	2	7
Acker-Kratzdisteln	4	5
BFF-Typ		
Buntbrache	6	2
Rotationsbrache	2	0
Saum auf Ackerflächen	0	1
Nützlingsstreifen	1	0
Extensiv genutzte Wiese	37	74
Wenig intensiv genutzte Wiesen	3	0
Pâturages extensifs	2	
unbekannt	0	40
Qualität Wiesen		
QI	12	12
QII	32	43
Acker-BFF	9	3
Unbekannt (insb. 2025)		59
Zeitraum Applikation		
vor 1. Schnitt (Mrz/Apr)	17	47
nach 1. Schnitt (Mai-Okt)	34	70
Maschinentyp		
Ecorobotix ARA	39	99
RumboJet	3	14
Rumex	9	4
Wirkstoff		
Metsulfuron-methyl	38	92
Asulam[3] + Thifensulfuron-methy	6	1
Triclopyr + Clopyralid	4	6
Andere	3	18
Kanton		

[3] Asulam: Bewilligung beendet: Ausverkaufsfrist: 01.07.2025, Aufbrauchfrist: 01.07.2026 (BLV, 2026) Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV – Pflanzenschutzmittelverzeichnis

	Bonitiert	Nicht bonitiert
Waadt	33	70
Zürich	9	12
Aargau	4	10
Luzern	2	9
Freiburg	1	9
Zug	2	6
Solothurn		1

Tabelle 3: Unterteilung der geschädigten Nicht-Zielarten in Gruppen mit ähnlichen Blattformen (Liste unvollständig).

Blattform	Arten
Ampfer-artige Blätter (eiförmig-oval, ungeteilt)	Rumex obtusifolius, Alchemilla vulgaris, Cirsium oleraceum, Dipsacus fullonum, Heracleum sphondylium, Plantago major, Plantago media, Ranunculus ficaria, Rumex acetosa, Rumex crispus, Salvia pratensis, Symphytum officinale, Verbascum densiflorum, V. lychnitis, V. thapsus
Schmal, grasartige Blätter	Agrostemma githago, Centaurea cyanus, Plantago lanceolata, Tragopogon pratensis
Fingerartige geteilte Blätter	Geranium dissectum, Geranium pusillum, Ranunculus acris, Ranunculus bulbosus, Ranunculus repens
Fiederschnittig, gelappte Blätter	Anthemis tinctoria, Centaurea jacea, Centaurea scabiosa, Crepis biennis, Erigeron annuus, Hypochaeris radicata, Knautia arvensis, Lapsana communis, Leontodon autumnalis, Leontodon hispidus, Leucanthemum vulgare, Picris hieracioides, Scabiosa columbaria, Sonchus arvensis, Taraxacum officinale
Herzförmig, runde Blätter	Tussilago farfara
Mehrfach gefiedert	Daucus carota, Achillea millefolium
Dreiteilige Blätter	Trifolium incarnatum, Trifolium pratensis, Trifolium repens, Medicago sativa
Lanzettlich und quirlständige Blätter	Galium mollugo, Galium aparine
Lanzettlich, oval	Hieracium pilosella, Lamium purpureum, Lythrum salicaria, Myosotis arvensis, Origanum vulgare, Rhinanthus alectorolophus, Silene pratensis, Stellaria media; Veronica chamaedrys

Tabelle 4: Kategorien für den futterbaulicher Nutzen und QII-Qualität von Wiesen-BFF und Acker-BFF

Futterbaulicher Nutzen	Getroffene Nicht-Zielarten
QII-Zeigerarten	*Centaurea cyanus, Centaurea jacea, Centaurea scabiosa, Cirsium oleraceum, Crepis biennis, Hieracium pilosella, Hypochaeris radicata, Knautia arvensis, Leontodon autumnalis, Leontodon hispidus, Leucanthemum vulgare, Origanum vulgare, Picris hieracioides, Plantago media, Ranunculus bulbosus, Reseda luteola, Rhinanthus alectorolophus, Salvia pratensis, Sanguisorba minor, Scabiosa columbaria, Tragopogon pratensis*
Futterpflanzen	*Alchemilla vulgaris, Alopecurus pratensis, Lolium perenne, Medicago sativa, Plantago lanceolata, Taraxacum officinale, Trifolium incarnatum, Trifolium pratense, Trifolium repens, Trifolium resupinatum*
Beikräuter	*Achillea millefolium, Agrostemma githago, Cerastium fontanum, Chenopodium polyspermum, Daucus carota, Dipsacus fullonum, Foeniculum vulgare, Galium mollugo, Heracleum sphondylium, Holcus lanatus, Lamium purpureum, Lapsana communis, Malva moschata, Myosotis arvensis, Rumex acetosa, Silene pratensis, Silene sp., Symphytum officinale, Tripleurospermum inodorum, Tussilago farfara, Verbascum densiflorum, Verbascum lychnitis, Verbascum thapsus, Veronica chamaedrys*
Unkräuter	*Alopecurus myosuroides, Cichorium intybus, Epilobium parviflorum, Erigeron annuus, Eupatorium cannabinum, Galium aparine, Geranium dissectum, Geranium pusillum, Lythrum salicaria, Papaver rhoeas, Plantago major, Ranunculus acris, Ranunculus ficaria, Ranunculus repens, Rumex crispus, Salix caprea, Senecio vulgaris, Sonchus arvensis, Sonchus sp., Stellaria media, Rumex obtusifolius, Cirsium arvense*

Tabelle 5: Liste der Getroffenen Nicht-Zielarten für jeden Gerätetyp mit Anzahl falsch-positiver Treffer und Kollateralschäden in Wiesen-BFF ohne Anwendungen gegen Acker-Kratzdisteln

«Ecorobotix ARA» (39 Flächen)	Falsch-positiv Treffer	Kollateral-schaden	«RumboJet» (3 Fläche)	Falsch-positiv Treffer	Kollateral-schaden
Rumex acetosa	1145	41	*Plantago lanceolata*	33	8
Plantago lanceolata	275	58	*Ranunculus acris*	28	127
Taraxacum officinale	182	48	*Rumex acetosa*	20	0
Crepis biennis	132	95	*Trifolium pratense*	14	0
Rumex crispus	94	0	*Picris hieracioides*	8	0
Ranunculus acris	76	62	*Taraxacum officinale*	6	32
Tragopogon pratensis	36	44	*Plantago major*	6	0
Trifolium pratense	35	60	*Salvia pratensis*	5	0
Trifolium incarnatum	24	1	*Achillea millefolium*	1	0
Centaurea jacea	22	13	*Trifolium repens*	0	10
Picris hieracioides	22	12			
Trifolium repens	20	54			
Centaurea scabiosa	16	0			
Knautia arvensis	13	1			
Scabiosa columbaria	12	0			
Salvia pratensis	8	2			

Rhinanthus alectorolophus	8	2	**«Rumex» (9 Flächen)**	**Falsch-positiv Treffer**	**Kollateral-schaden**
Leontodon hispidus	8	0			
Heracleum sphondylium	6	1	*Plantago lanceolata*	46	2
Erigeron annuus	6	0	*Hypochaeris radicata*	32	0
Plantago major	4	0	*Taraxacum officinale*	27	4
Leucanthemum vulgare	3	3	*Trifolium pratense*	14	6
Galium mollugo	2	1	*Sanguisorba minor*	10	0
Holcus lanatus	2	0	*Rumex acetosa*	10	3
Alchemilla vulgaris	2	0	*Leontodon autumnalis*	8	0
Plantago media	1	2	*Ranunculus acris*	6	12
Ranunculus ficaria	1	8	*Leontodon hispidus*	4	0
Hypochaeris radicata	1	0	*Daucus carota*	4	0
Daucus carota	1	0	*Centaurea jacea*	4	0
Lamium purpureum	1	0	*Trifolium repens*	0	22
Lolium perenne	1	0	*Salvia pratensis*	2	0
Lapsana communis	0	3	*Picris hieracioides*	0	2
Veronica chamaedrys	0	2	*Plantago major*	0	1
Achillea millefolium	0	2	*Achillea millefolium*	0	1
Cirsium oleraceum	0	1	*Salvia pratensis*	0	1