

Jahresbericht 2023



**zum HALM Förderverfahren A.2:
Umsetzung und Begleitung von Konzepten**

Rückdrängung der Herbstzeitlosen aus extensiv genutztem Grünland mit innovativen, naturverträglichen Methoden

Antragsteller: Klaus Fuchs
Rödelberghof
63505 Langenselbold

Projektleitung: Gesellschaft für Naturschutz
und Auenentwicklung (GNA e.V.)
Mühlstraße 11
63517 Rodenbach
gna.aue@web.de

Projektmanager: Dr. Helmut Steiner | Dipl.-Biologe

Mitarbeiter: Susanne Hufmann | Dipl.-Biologin
Konstantin Helder | Cand. B.Sc Landschaftsökologie
Günter Könitzer

Dezember 2023



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Zusammenfassung | 2 |
| 1 Einleitung | 3 |
| 1.1 Vorhaben | 5 |
| 1.2 Fragestellungen..... | 7 |
| 2 Umsetzung und Begleitung (HALM A.2) | 8 |
| 2.1 Vorbereitende Tätigkeiten..... | 9 |
| 2.1.1 Sachmittelanträge | 9 |
| 2.1.2 Ausnahmegenehmigungen..... | 9 |
| 2.1.3 Vorbereitung GIS | 9 |
| 2.2 Maßnahmendurchführung und Datenerhebung..... | 10 |
| 2.2.1 Kartierungen..... | 10 |
| 2.2.2 Teilprojekt Düngung | 11 |
| 2.2.3 Teilprojekt Beweidung | 16 |
| 2.2.4 Teilprojekt Mechanik..... | 20 |
| 2.2.5 Teilprojekt Roboter | 26 |
| 2.2.6 Datenaustausch QGIS - QFIELD | 32 |
| 2.2.7 Vegetationsaufnahmen | 32 |
| 2.3 Ergebnisdokumentation/ Berichterstattung | 32 |
| 2.3.1 Auswertung der Daten..... | 32 |
| 2.3.2 Dokumentation der Ergebnisse | 34 |
| 2.3.3 Weiterführende Recherchen | 34 |
| 2.3.4 Zwischenbericht | 34 |
| 2.3.5 Informationsaustausch mit den Projektpartnern..... | 34 |
| 2.3.6 Öffentlichkeitsarbeit | 34 |
| 3 Kooperationspartner..... | 38 |
| 4 Literatur | 39 |
| 5 Ansprechpartner..... | 41 |
| 6 Anhänge | 42 |

Zusammenfassung

Rückdrängung der Herbstzeitlosen aus extensiv genutztem Grünland mit innovativen, naturverträglichen Methoden

Die Zunahme der Herbstzeitlose, einer einheimischen Giftpflanze, die hervorragend an naturnahe Bewirtschaftung angepasst ist, stellt ein wirtschaftliches Problem für die Landwirte, und in Folge, durch Nutzungsaufgabe von Mähwiesen, auch ein Naturschutzproblem dar. Um die im Vorgängerprojekt erprobten Maßnahmen zur Bekämpfung zu optimieren und/oder durch wirtschaftlichere Methoden zu ersetzen, werden in diesem Projekt weitere, darunter neue und innovative Maßnahmen erprobt:

- **Düngung:** Es wird erprobt, inwieweit eine Düngung mit Festmist den Erfolg der bisherigen Maßnahmen (Ausreißen, frühes Mulchen) verbessern kann.
- **Beweidung:** Es wird erprobt, inwieweit eine Beweidung durch Vertritt zu einer Rückdrängung der Herbstzeitlosen führt.
- **Mechanikversuche:** Es wird erprobt, welche Mechanik für einen späteren Einbau in Roboter oder Anbaugeräte zur Bekämpfung der Herbstzeitlosen am effektivsten ist.
- **Robotereinsatz:** Es wird erprobt, inwieweit die von der Firma Paltech zur Ampferbekämpfung entwickelten autonomen Feldroboter gegen Herbstzeitlose eingesetzt werden können.

Die für Frühjahr und Herbst geplanten Versuche wurden weitestgehendst durchgeführt und die Versuchsflächen zur künftigen Erfolgskontrolle kartiert. In Zusammenarbeit mit der Firma Paltech wurde im Herbst eine erste Bekämpfungsaktion der Herbstzeitlose durch deren Roboter durchgeführt. Hierbei wurden die Roboter manuell gesteuert, um dabei Bilder der Pflanze zu speichern und so die Erkennungssoftware auf die Zielpflanze zu trainieren. Dieses Verfahren wird sich im nächsten Frühjahr zur Erkennung der Blätter wiederholen, künftige Einsätze sollen die Roboter dann autonom durchführen.

Um die Gesamtsituation weiter im Blick zu halten, wird unabhängig von der Erfolgskontrolle der Versuchsflächen die jährliche Frühjahrs- und Herbstkartierung der Herbstzeitlosen fortgesetzt. Diese zeigte im Frühjahr 2023 eine starke Zunahme der Pflanzen gegenüber dem Vorjahr. Interessanterweise hat die Anzahl der Blüten im Herbst dagegen abgenommen.

1 Einleitung

Das 2015 etablierte Projekt zur Rückdrängung der Herbstzeitlosen aus extensiven Grünlandbeständen ging 2021 zu Ende. Wie der Verlauf des Projektes zeigen konnte, sind einige Methoden zur Bekämpfung der hochgiftigen und für die Heugewinnung problematischen Herbstzeitlose weniger zielführend, andere hingegen vielversprechend. Neben der Methode der frühen Mahd/des frühen Mulchens, zeigte sich vor allem das manuelle Ausreißen der Herbstzeitlosen bei einer Blattlänge von 20 bis 25 cm als besonders effektiv, da zu diesem Zeitpunkt die Energiereservebildung der Pflanze massiv gestört werden kann (SCHULZE et al. 2020).

Das manuelle Ausreißen der Herbstzeitlosen ist jedoch eine außerordentlich arbeitsintensive Methode. Da viele der befallenen Flächen eine enorm hohe Dichte an Herbstzeitlosen aufweisen, ist dieses Vorgehen für die Landwirte personell nicht leistbar oder zumindest unwirtschaftlich. Mit Herbstzeitlose kontaminiertes Heu oder Silage ist jedoch aufgrund der Toxizität der Pflanze, die auch beim Trocknen oder Silieren nicht abnimmt, weder verwertbar noch verkäuflich. Die Flächen sind daher für den Landwirt als extensive Mähwiesen nicht nutzbar.

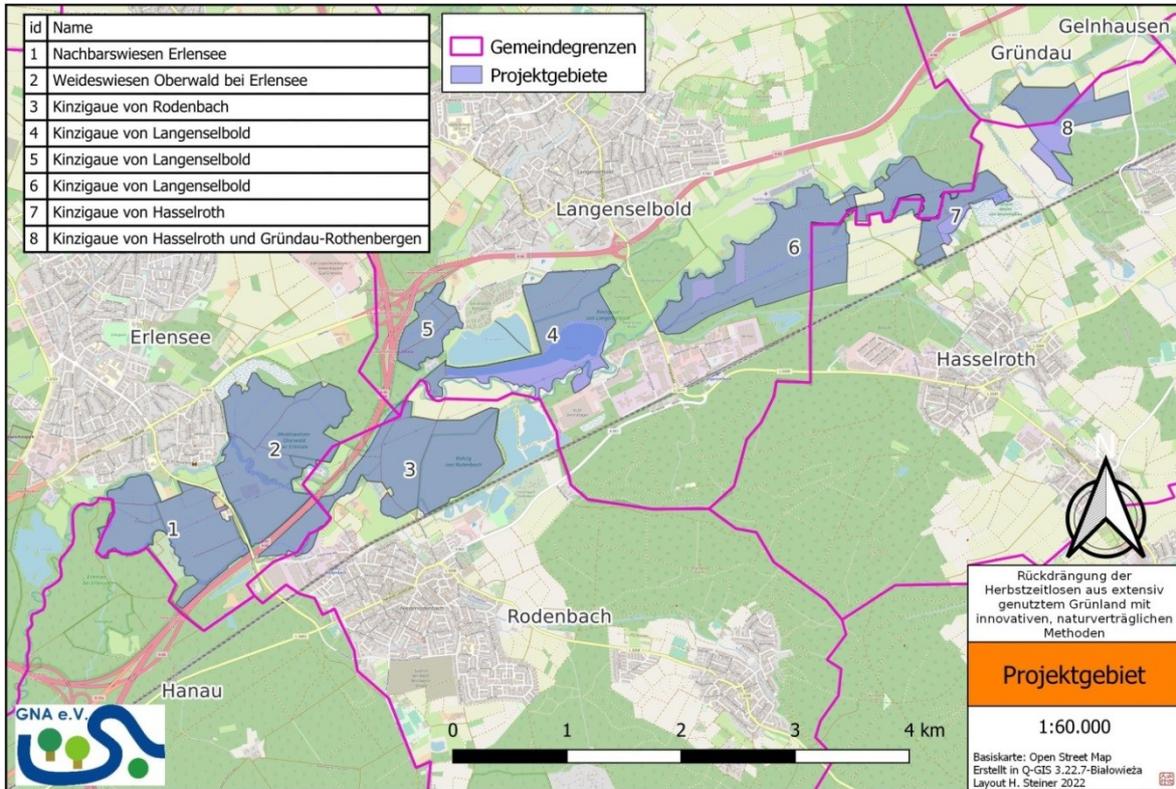
Aus naturschutzfachlicher Sicht wäre jedoch eine Nutzungsaufgabe der von der Herbstzeitlosen befallenen Grünlandflächen fatal. Innerhalb weniger Jahre würden durch Sukzession verholzte Sträucher und Bäume das Areal überwachsen und viele der an eine offene Landschaft angepassten Tier- und Pflanzenarten würden daraus verschwinden. Ein Rückgang der Biodiversität wäre unweigerlich die Folge. Magere Flachland-Mähwiesen sind daher in der europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie als eigener, schützenswerter Lebensraumtyp ausgewiesen (LUBW 2021). Der Erhaltungszustand dieses Lebensraumtyps bedarf dringend der Verbesserung (MICHEL 2021; NABU 2014; WEIßBECKER et al. 2019).

Es ist daher von höchster Wichtigkeit, die Evaluierung von Methoden zur naturverträglichen Rückdrängung der Herbstzeitlosen auf dem für den Erhalt der Artenvielfalt so bedeutenden extensiv genutzten Grünland fortzuführen.



Abb. 1: Blätter der Herbstzeitlose im Frühjahr und Blüten im Herbst

Basierend auf den bisherigen Erkenntnissen und unter Verwendung der Daten des vorangegangenen Projekts, wurde 2022 ein neues Konzept erstellt, das den Fokus auf die Erprobung innovativer Methoden und eine Optimierung der bisher schon als zielführend eingestuften Rückdrängungsmethoden legt. Dieses Konzept ging 2023 in das erste Jahr seiner Umsetzung.



Karte 1: Projektgebiet im unteren Kinzigtal (Main-Kinzig-Kreis)



Abb. 2: Massiv von Herbstzeitlose betroffene Fläche im Frühjahr

1.1 Vorhaben

Im Vorgängerprojekt wurde die Herbstzeitlose ausschließlich manuell oder mechanisch bekämpft. Im vorliegenden Projekt wird geprüft, ob sich dieses Vorgehen automatisieren lässt und ob anderweitige Störungen das Wachstum der Herbstzeitlosen negativ beeinflussen können und so zu ihrer Eindämmung führen.

Die Methoden, die geprüft werden, sind Düngung mit Festmist (Kapitel 2.2.2), eine Beweidung (Kapitel 2.2.3) und der Einsatz eines autonomen Feldroboters zum Ausbohren der Knollen (Kapitel 2.2.4 und 2.2.5).

Teil I: Erprobung der Düngung und mögliche Optimierung bisheriger Maßnahmen

Durch die jährliche Mahd ohne anschließende Düngung werden dem Boden Nährstoffe entzogen. Dies magert den Boden auf Dauer aus. Naturschutzfachlich ist dies im Allgemeinen erwünscht, da so langsamer wachsende, konkurrenzschwächere Arten bevorteilt werden und die Artenzahl stabil bleibt oder ansteigt. Leider fördert dies auch die Entwicklung der Herbstzeitlosen. Im Vorgängerprojekt war Düngung nicht unter den durchgeführten Maßnahmen zur Rückdrängung der Herbstzeitlosen, da die Sorge bestand, dass dies sich negativ auf das Artenspektrum auswirken könnte. Allerdings kann eine moderate, an die Nährstoffverhältnisse der Fläche angepasste Düngung unter Berücksichtigung des Standorts, der Bestandszusammensetzung und der Häufigkeit der Nutzung auf extensiv bewirtschafteten Flächen auch eine stabilisierende Wirkung haben (SEITHER et al. 2018).

Die Hypothese, die geprüft wird, ist, dass durch moderate Düngung mit Festmist, in welchem der Stickstoff organisch gebunden vorliegt und langsam abgegeben wird, der Aufwuchs der die Herbstzeitlose umgebenden Pflanzen im Frühjahr gefördert wird und diese somit die Herbstzeitlose überschatten. Die Maßnahme des Düngens soll auf diese Weise helfen, die Pflanze zu schwächen.

Ob eine naturverträgliche Menge an Dünger für die entsprechenden Flächen einen spürbaren Effekt auf die Herbstzeitlose hat, ohne sich negativ auf die restliche Artenzusammensetzung auszuwirken, wird im Projekt untersucht. Außerdem wird eruiert, ob Düngung in Kombination mit Ausreißen der Blätter oder Mulchen den Erfolg dieser Methoden erhöhen kann.

Deshalb werden die Auswirkung von Düngung ohne zusätzliche Maßnahmen und in Kombination mit den Maßnahmen Ausreißen der Blätter und Mulchen, unter Berücksichtigung der für die entsprechenden Flächen gesetzlich erlaubten Düngemenge, verglichen.

Teil II: Erprobung der Beweidung

Aus diversen Berichten geht hervor, dass die Herbstzeitlose trittempfindlich ist (STEILEN & HERGENRÖTHER 2020, SEITHER & ELSÄSSER 2014, ELLENBERG et al. 2001, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (undat.)). Dabei wird berichtet, dass erfahrenes Weidevieh die Herbstzeitlose in frischem Zustand meidet und Schafe relativ unempfindlich reagieren (SEITHER & ELSÄSSER 2014, BAYERISCHER LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (undat.)). Die Trittschädigung bei hohem Viehbesatz scheint einen ausreichend großen Effekt zu haben, um eine weitere Ausbreitung der Herbstzeitlosen auf Weiden einzudämmen (STEILEN & HERGENRÖTHER 2020). Als geeignet werden weideerfahrene Rinder, Pferde, Ziegen oder Schafe aufgeführt (STEILEN & HERGENRÖTHER 2020).

Unter Berücksichtigung der Richtlinien für maximal erlaubten Viehbesatz pro Hektar für extensive Beweidung wird im Projekt untersucht, ob eine nennenswerte Beeinträchtigung der Herbstzeitlosen durch Weidevieh stattfindet.

Die Idee einer kurzzeitigen Vorbeweidung im Frühjahr musste verworfen werden, da kein Landwirt bereit ist, mit seinen Tieren an diesem Versuchsaufbau teilzunehmen. Die Bedenken, dass die Tiere auf den Probeflächen Herbstzeitlose fressen sind zu groß. Es ist aus der Literatur bekannt, dass hungrende Tiere Herbstzeitlose fressen (MÜLLER 2022, WINTER et al. 2011, TRAUB (undat.)). Weiterhin wäre die Haftungsfrage im Vergiftungsfall ungeklärt.

Da im Projektgebiet eine im Spätsommer bis Herbst durch Rinder beweidete Fläche zur Verfügung steht, soll durch Auszäunen von Kontrollflächen festgestellt werden, welche Auswirkung eine Beweidung auf die Entwicklung der Herbstzeitlosen hat.

Teil III: Innovativer Einsatz moderner Technik zur Bekämpfung der Herbstzeitlose

In alter landwirtschaftlicher Literatur wird, neben dem Umbrechen und Neueinsäen, das aus Naturschutzsicht nicht in Frage kommt, durchgehend das Ausziehen per Hand als effektivste Bekämpfungsmethode beschrieben (z.B. ANON. 1796, KIRCHHOF 1855, RIEDEL 1862, ZTSCHR. D. V. NASSAUISCHER LANDWIRTHE 1878). Dies ist bei den heutigen Arbeitskosten kaum leistbar. Schon im Vorgängerprojekt war das Ausreißen enorm zeitaufwändig und aufgrund der sehr großen Anzahl von Herbstzeitlosen innerhalb bestimmter Flächen nicht umsetzbar, da nicht ökonomisch. Das ersatzweise erprobte frühe Mulchen/frühe Mähen zeigte, neben Ernteverlusten und Naturschutzbedenken, nicht den gleich hohen Erfolg.

Da die naturverträgliche, minimalinvasive Bekämpfung von Unkräutern, Giftpflanzen oder Schädlingen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sehr zeit- und arbeitsintensiv ist, gibt es diverse Bemühungen, diesen Aufwand durch den Einsatz moderner technischer Geräte zu reduzieren (DIRKSMEYER & MENRAD 2021,

KOPFINGER & VINZENT 2021, MASSON ET AL. 2021, REDWITZ et al. 2022). So werden, neben anderen, von dem Allgäuer Startup Paltech-Robotics (www.paltech-robotics.eu) Roboter zur naturverträglichen, minimalinvasiven Bekämpfung von Ampfer und Jakobskreuzkraut entwickelt, welche die Zielpflanzen selbstständig erkennen und entsprechend punktgenau inklusive Wurzel entfernen sollen. Paltech verfolgt damit das Ziel einer herbizidfreien Landwirtschaft.

Die GNA erprobt mit dieser Firma, ob deren Technik auch auf die Herbstzeitlose anwendbar ist.

Der innovative Ansatz der Firma Paltech beruht vor allem auf der Pflanzenerkennungssoftware und der Roboter-Steuerung. Parallel dazu sollen andere mögliche Varianten einer Mechanik zur Bekämpfung erprobt werden, die zum Einbau in einen Roboter geeignet sind.

1.2 Fragestellungen

- Lässt sich durch moderate Düngung die Herbstzeitlose zurückdrängen?
- Lässt sich die Effizienz bisher erprobter Maßnahmen durch Düngung steigern?
- Lässt sich durch eine Beweidung die Herbstzeitlose in ähnlichem Maße oder sogar besser zurückdrängen als dies durch Mulchen möglich ist?
- Kann das manuelle Ausreißen/Ausstechen der Herbstzeitlosen durch Feldroboter ersetzt werden?
- Kann durch den Feldrobotereinsatz auf das frühe Mulchen/Mähen verzichtet werden?

2 Umsetzung und Begleitung (HALM A.2)

Tab. 1: Durchgeführte Arbeiten für die Umsetzung und Begleitung (HALM A.2) 2023

| Jahr | 2023 | | | | 2024 | | | | 2025 | | | | 2026 | | | | 2027 | | | |
|--|------|----|-----|----|------|----|-----|----|------|----|-----|----|------|----|-----|----|------|----|-----|----|
| | I | II | III | IV |
| HALM A.2: Umsetzung und Begleitung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorbereitende Tätigkeiten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sachmittelanträge zur Finanzierung anfallender Kosten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beantragung Ausnahmegenehmigungen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anpassung der Maßnahmedurchführung basierend auf den Ergebnissen der Vorjahre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorbereitung der Karten in QGIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Arbeiten zur Durchführung und Datenerhebung im Gelände | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HZL-Kartierung Frühjahr/Herbst mit QField | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Festlegen der Versuchsplots Düngung & Magnete zur dauerhaften Markierung vergraben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einmessen & temporäres Markierung der Versuchsplots Düngung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kartierung der Versuchsplots Düngung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Begleitung/Durchführung der manuellen Maßnahmen Düngung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Festlegen der Versuchsplots Beweidung & Magnete zur dauerhaften Markierung vergraben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einmessen & temporäre Markierung der Versuchsplots Beweidung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kartierung der Versuchsplots Beweidung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Begleitung/Durchführung der manuellen Maßnahmen Beweidung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Festlegen der Versuchsplots Mechanik & Magnete zur dauerhaften Markierung vergraben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einmessen & temporäre Markierung der Versuchsplots Mechanik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kartierung der Versuchsplots Mechanik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Begleitung/Durchführung der manuellen Maßnahmen Mechanik | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Festlegen der Versuchsplots Roboter & Magnete zur dauerhaften Markierung vergraben | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einmessen & temporäre Markierung der Versuchsplots Roboter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kartierung der Versuchsplots Roboter | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Begleitung/Durchführung des Robotereinsatzes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kartenübermittlung von QGIS auf Q-Field und Datenübermittlung von Q-Field auf QGIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vegetationsaufnahmen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ergebnisdokumentation/ Berichterstattung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Auswerten der Daten, statistische Auswertung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dokumentieren der Ergebnisse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Weiterführende Informationen recherchieren | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zwischenbericht verfassen und veröffentlichen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Endbericht verfassen und veröffentlichen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Information und Austausch der Projekt- und Kooperationspartner über Ergebnisse | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presseartikel, Webseiteninformationen, Vorträge, Poster etc. verfassen und veröffentlichen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

■ durchgeführt, ■ größtenteils durchgeführt, ■ nicht durchgeführt; siehe Text

2.1 Vorbereitende Tätigkeiten

2.1.1 Sachmittelanträge

Sachmittelanträge für die unbedingt im Projekt benötigten Gerätschaften sowie den Einsatz der Firma Paltech wurden bei folgenden Stiftungen bzw. möglichen Fördermittelgebern eingereicht:

- Beatrix Nolte Stiftung Nov 2022 gestellt, 07.11.2023 abgelehnt
- Lotto Tronc 07.12.2022 gestellt, 5.07.2023 abgelehnt
- Stiftung Hessischer Naturschutz 17.01.2023 gestellt, noch offen
- Stiftung Flughafen Frankfurt 30.01.2023 Voranfrage, 30.01.2023 abgelehnt
- Michael Otto Stiftung 06.02.2023 gestellt, 17.04.2023 abgelehnt
- Heidehof Stiftung 08.02.2023 gestellt, 07.03.2023 abgelehnt
- Kurt & Maria Dohle-Stiftung 08.02.2023 gestellt, keine Reaktion
- Polytechnische Stiftung Frankfurt 13.02.2023 Voranfrage, 16.02.2023 abgelehnt

Da keine Mittel akquiriert werden konnten, wurden die Sachmittelkosten notgedrungen von der GNA e.V. selbst getragen.

2.1.2 Ausnahmegenehmigungen

Für das Projekt wurde 2022 durch das Regierungspräsidium Darmstadt eine Betretungserlaubnis für die folgenden Naturschutzgebiete erteilt:

- NSG „Erlensee bei Erlensee“
- NSG „Weideswiesen – Oberwald bei Erlensee“
- NSG „ Röhrig von Rodenbach“
- NSG „Kinzigau von Langenselbold“
- NSG „Hässeler Weiher“

Für den Robotereinsatz auf der Fläche 61, die im NSG „Weideswiesen – Oberwald bei Erlensee“ liegt, wurde speziell abgeklärt, ob der Einsatz durch die bestehende Genehmigung abgedeckt ist. Dies wurde 2023 durch das Regierungspräsidium Darmstadt bestätigt.

Weiterhin wurde bei den Gemeinden Rodenbach, Erlensee, Langenselbold und Hasselroth Fahrgenehmigungen für die landwirtschaftlichen Wege der Schutzgebiete beantragt und von diesen ausgestellt.

2.1.3 Vorbereitung GIS

Für die Kartierung der Herbstzeitlose benötigte Karten und Dateien wurden in QGIS erstellt, für den Transfer auf die zur Erfassung im Feld verwendeten Geräte vorbereitet und auf einwandfreie Funktion getestet.

2.2 Maßnahmendurchführung und Datenerhebung

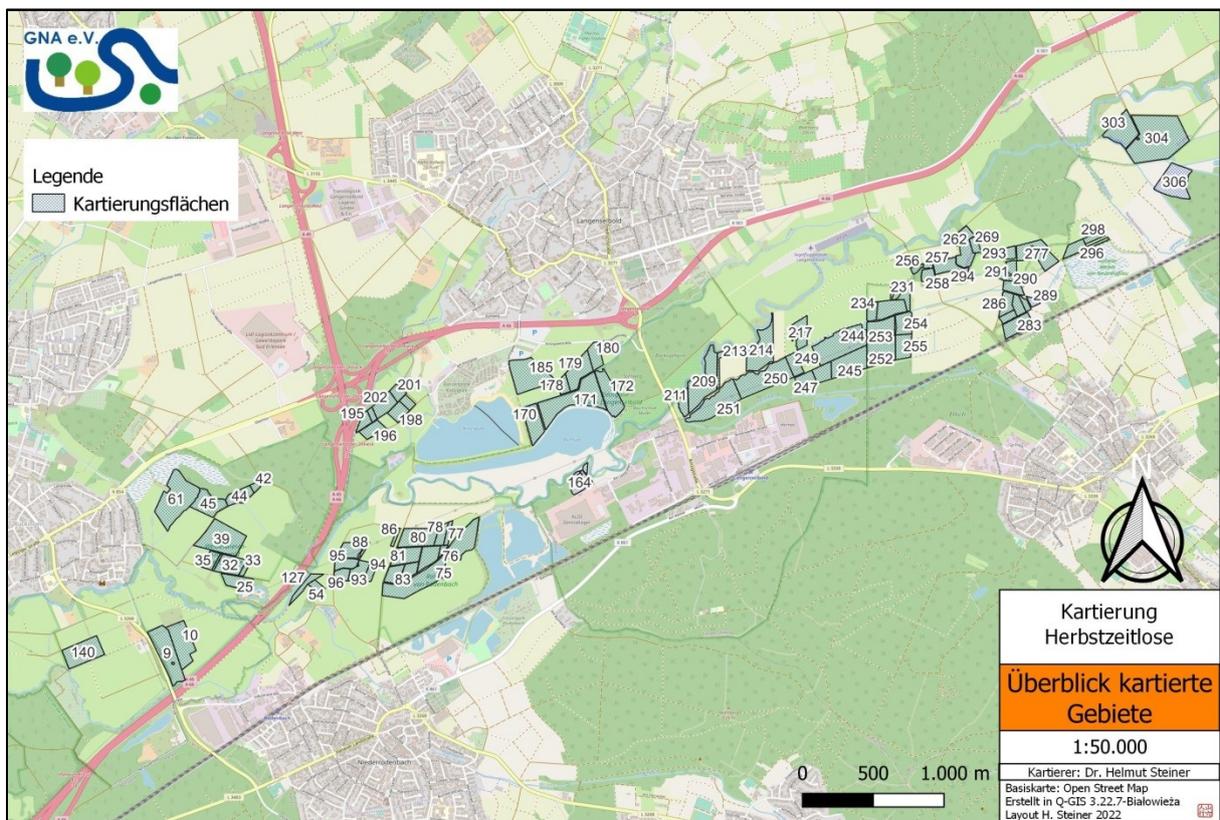
2.2.1 Kartierungen

Um die generelle Bestandsentwicklung der Herbstzeitlosen im Kinzigtal beurteilen zu können, zuständigen Behörden und Institutionen belastbare Daten für politische und naturschutzfachliche Entscheidungen liefern zu können, sowie betroffenen Landwirten Daten zur Entscheidungsfindung und für konkrete Bekämpfungsmaßnahmen an die Hand geben zu können, wird die seit Frühjahr 2015 erfolgende Herbstzeitlosenkartierung fortgeführt.

Hierbei soll festgestellt werden, wie sich die Gesamtpopulation der Herbstzeitlose im Projektgebiet entwickelt.

Kartiert werden alle Flächen im Projektgebiet (Karte 1), die im Vorgängerprojekt in die Prioritäten 1 und 2 eingestuft wurden.

Kartiert und ausgewertet wurde in dem GIS-Programm QGIS und dessen Erfassungs-App QFIELD. Eine ausführliche Beschreibung der Methodik findet sich in den Dokumentationen zur Frühjahrs- und Herbstkartierung im Anhang I.



Karte 2: Lage der einzelnen Kartierungsflächen

Frühjahrskartierung 2023

Kartierer: Dr. Helmut Steiner.

Zeitraum: 15.04.2023 bis 12.05.2023.

Umfang: 85 Flächen mit insgesamt 186 ha.

Die Ergebnisse sind in Kapitel 2.3.1 aufgeführt.

Herbstkartierung 2023

Kartierer: Dr. Helmut Steiner, Konstantin Helder.

Zeitraum: 28.08.2022 bis 07.10.2023.

Umfang: 85 Flächen mit insgesamt 186 ha.

Zusammenfassende Bewertung:

Die Herbstkartierung 2023 wurde verhältnismäßig früh begonnen. Zu diesem Zeitpunkt waren auf etlichen Flächen noch relativ wenige Blüten. Zum späteren Zeitpunkt war auf vielen Flächen der Bewuchs schon sehr hoch (aufgrund des nassen Sommers wurde generell sehr spät gemäht), damit werden die Sichtbarkeit und folglich der Erfassungsgrad schlechter und der Zeitaufwand höher. Andere Flächen waren aus demselben Grund sehr frisch gemäht, was ebenfalls den Erfassungsgrad senkt. Generell ist festzustellen, dass es nicht möglich ist, die Blüte auf allen Flächen zum optimalen Zeitpunkt zu erfassen. Blütenkartierungen sollten daher mit Vorsicht interpretiert werden.

Die Ergebnisse sind in Kapitel 2.3.1 aufgeführt. Kartendarstellungen und eine ausführliche Dokumentation sind im Anhang I wiedergegeben.

2.2.2 Teilprojekt Düngung

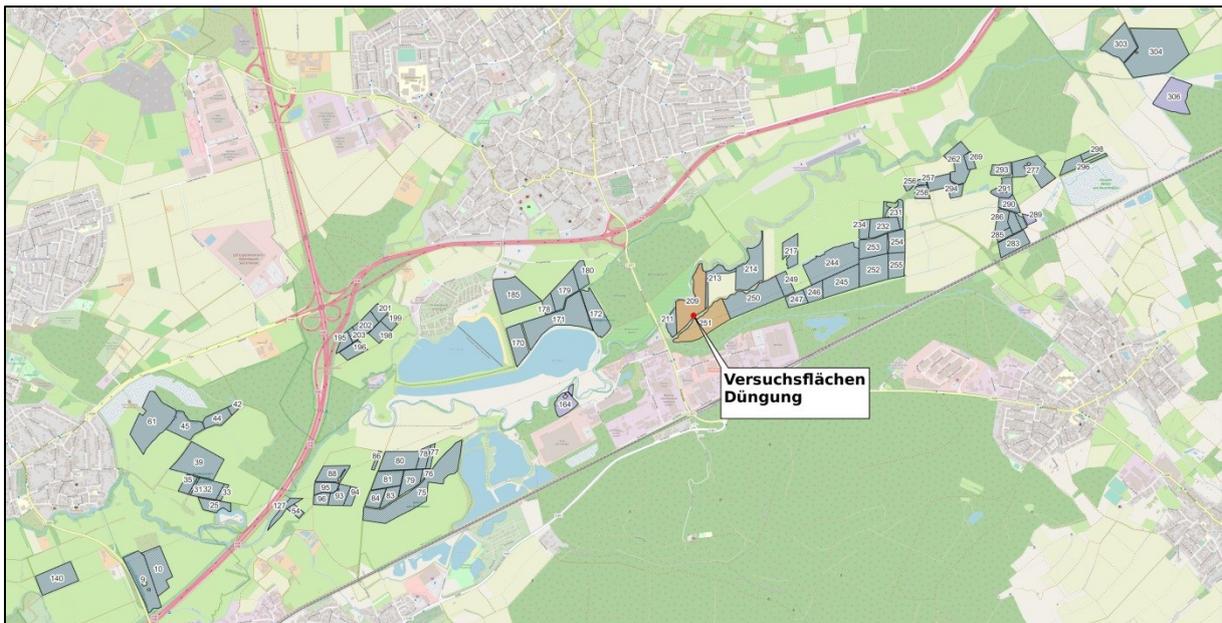
Es soll festgestellt werden, ob eine naturverträgliche, gesetzlich für die entsprechenden Flächen erlaubte Menge an Dünger einen spürbaren Effekt auf die Herbstzeitlose hat, ohne sich negativ auf die restliche Artenzusammensetzung auszuwirken. Außerdem soll festgestellt werden, ob Düngung in Kombination mit Ausreißen der Blätter oder Mulchen den Erfolg dieser Methoden erhöhen kann.

Eine ausführliche Dokumentation des Teilprojekts ist in Anhang II wiedergegeben.

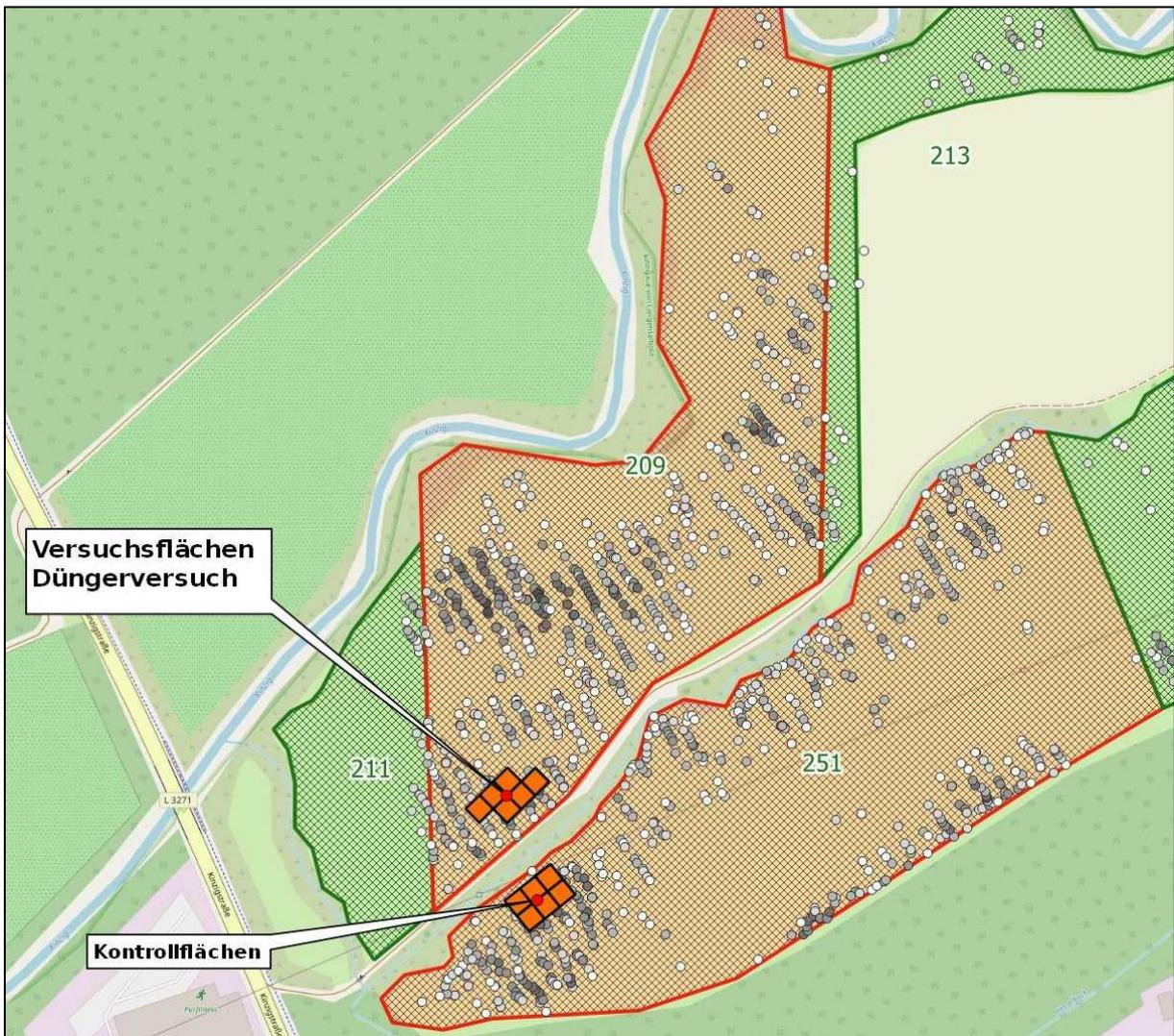
Festlegen der Versuchsplots und dauerhafte Markierung

Versuchsfläche: Flächen-Nr. 209, in der Kinzigaue von Langenselbold.

Kontrollfläche: Flächen-Nr. 251, in der Kinzigaue von Langenselbold.



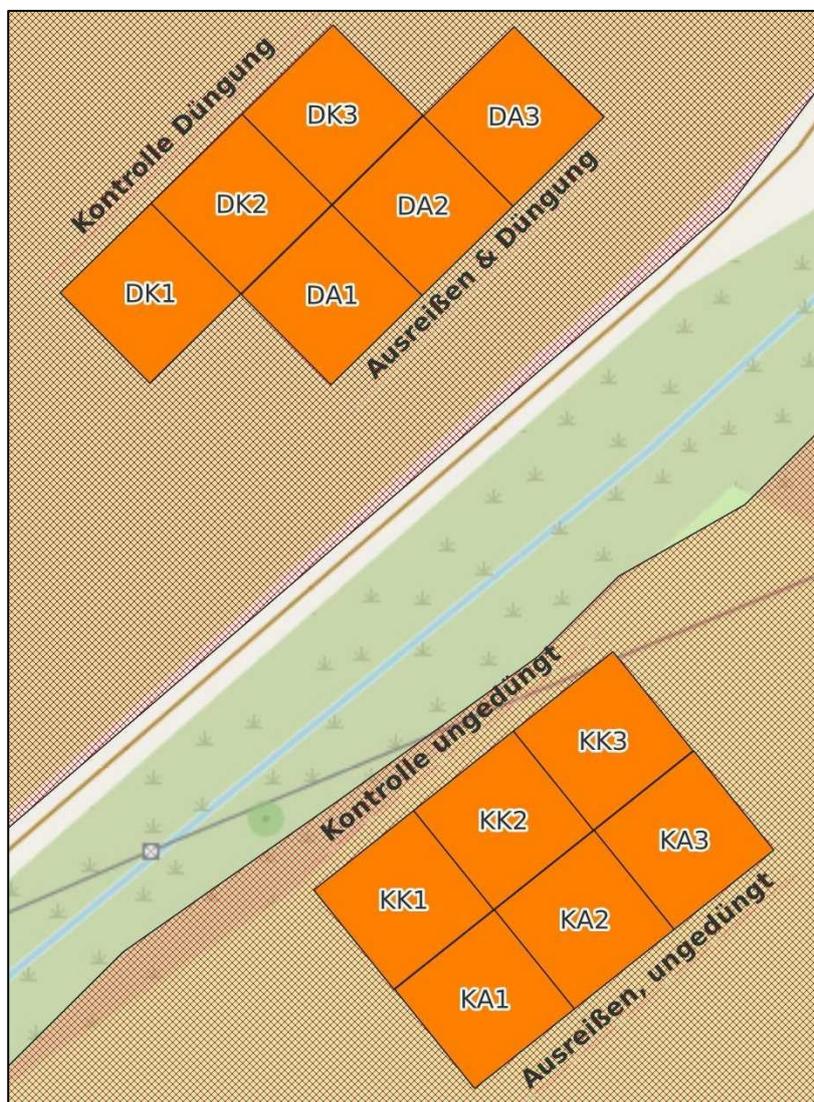
Karte 3: Lage der Versuchsflächen



Karte 4: Versuchsquadrate zur Düngung auf den Flurstücken 209 und 251 sowie die Verteilung der Herbstzeitlose im Frühjahr 2023

Die Fläche 209 ist eine stark mit Herbstzeitlose befallene Wiese angelegt, die seit Jahren mit Festmist gedüngt wird und daher zur Anlage der zu düngenden Versuchsquadrate ausgewählt wurde. Für die nicht zu düngenden Versuchsquadrate wurde die benachbarte Fläche 251 ausgewählt, eine ähnlich befallene Wiese, die, soweit bekannt, noch nie gedüngt wurde. Durch dieses Arrangement kann auf der Fläche 209 Festmist ungehindert und breit gestreut werden, weiterhin kann die Ausbringung bereits im Herbst vor Maßnahmenbeginn möglich.

Auf jeder der beiden Flächen wurden am 05. bzw. 06.06.2023 sechs Versuchsquadrate mit den Abmessungen 10 x 10 m so ausgewählt, dass genügend Herbstzeitlose auf jeder Parzelle stehen. Die Versuchsquadrate wurden in 3er-Blöcken angelegt und durch vergrabene Magnete dauerhaft markiert. Zur schnelleren Lokalisierung wurden zusätzlich alle Eckpunkte mittels GPS eingemessen.



Karte 5: Versuchsquadrate der Düngungsversuche

Einmessen und temporäre Markierung der Versuchsplots

Im Zuge der Auswahl der Versuchsquadrate im Frühjahr (05. bzw. 06.06.2023) wurden die Quadrate mit Weidezaunpfosten ausgesteckt und die Flächengrenzen mittels Flatterband markiert.



Abb. 3: Einrichtung der Versuchsquadrate

Für die Kartierung im Herbst wurden die Versuchsquadrate am 20.09.2023 mittels GPS lokalisiert, anschließend wurden die im Frühjahr vergrabenen Magnete mittels Magnetsuchgerät aufgespürt, mit Weidezaunpfosten markiert und mit Schnur ausgespannt.

Unmittelbar nach Beendigung der Maßnahmen bzw. Kartierung im Frühjahr und Herbst wurden Weidezaunpfosten und Flatterband bzw. Schnur wieder entfernt, um eine uneingeschränkte Bearbeitung zu ermöglichen.

Kartierung der Versuchsplots

Zur Erfolgskontrolle wurden die Versuchsflächen einmal im Frühjahr vor der Maßnahmendurchführung (05.-06.06.2023) und einmal im Herbst (20.09.2023) kartiert (unabhängig von der allgemeinen Kartierung der Gesamtfläche). Hierbei wurden alle Pflanzen bzw. Blüten (einschließlich der verblühten, soweit noch erkennbar) gezählt.

Tab. 2: Kartierung der Versuchsquadrate im Frühjahr 2023

| | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|
| Kontrollflächen | KK1 | KK2 | KK3 |
| Anzahl HZL | 36 | 74 | 58 |
| TF Ausreißen | KA1 | KA2 | KA3 |
| Anzahl HZL | 103 | 171 | 208 |
| TF Düngen | DK1 | DK2 | DK3 |
| Anzahl HZL | 60 | 49 | 13 |
| TF Düngen & Ausreißen | DA1 | DA2 | DA3 |
| Anzahl HZL | 93 | 344 | 77 |

Tab. 3: Kartierung der Versuchsquadrate im Herbst 2023

| | | | |
|-----------------------|-----|-----|-----|
| Kontrollflächen | KK1 | KK2 | KK3 |
| Anzahl HZL | 6 | 9 | 9 |
| TF Ausreißen | KA1 | KA2 | KA3 |
| Anzahl HZL | 18 | 78 | 9 |
| TF Düngen | DK1 | DK2 | DK3 |
| Anzahl HZL | 33 | 51 | 33 |
| TF Düngen & Ausreißen | DA1 | DA2 | DA3 |
| Anzahl HZL | 126 | 99 | 41 |

Durchführung der Maßnahmen

Die Düngung der Fläche erfolgte am 30.11.2022 durch Streuen von 10t/ha Festmist durch den Flächenbewirtschafter. Sie wird alle drei Jahre wiederholt werden.

Auf den sechs zur Bearbeitung vorgesehenen Versuchsquadraten wurden am 05 bzw. 06.06.2023 alle Herbstzeitlosen per Hand ausgerissen, in Müllsäcke gepackt und entsorgt.



Abb. 4: Ausgerissene und zu entsorgende Blätter der Herbstzeitlose

Aufgrund des extrem nassen Frühjahrs und Staunässe auf den Flächen konnte das für sechs weitere Quadrate vorgesehene frühe Mulchen zum empfohlenen Zeitpunkt (Ende April bis Mai) nicht durchgeführt werden. Zum Bearbeitungszeitpunkt war die Jahreszeit für ein frühes Mulchen bereits zu weit fortgeschritten. Diese Versuchsquadrate werden daher auch erst im Frühjahr 2024 angelegt werden.

2.2.3 Teilprojekt Beweidung

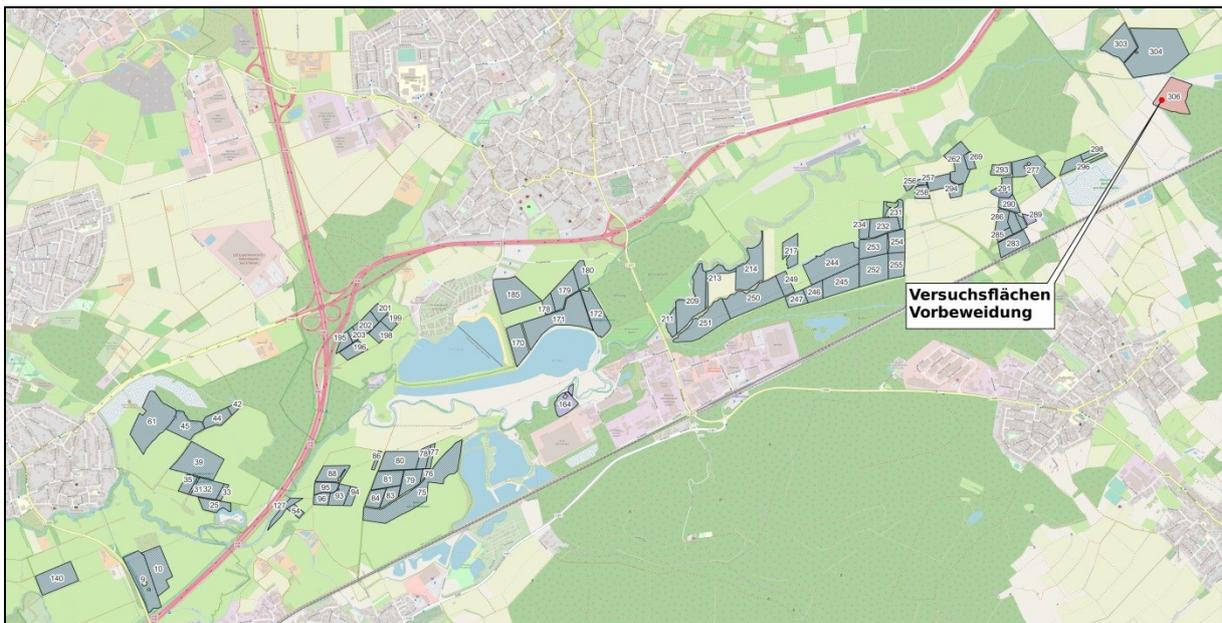
Aus diversen Berichten geht hervor, dass die Herbstzeitlose trittempfindlich ist. Dabei wird berichtet, dass erfahrenes Weidevieh die Herbstzeitlose in frischem Zustand meidet. Die Trittschädigung bei hohem Viehbesatz soll einen ausreichend großen Effekt zu haben, um eine weitere Ausbreitung der Herbstzeitlosen auf Weiden einzudämmen.

In diesem Teilprojekt soll festgestellt werden, ob die Beweidung der Versuchsflächen mit einem für extensive Beweidung zulässigem Besatz einen spürbaren Effekt auf die Herbstzeitlose zeigt.

Eine ausführliche Dokumentation des Teilprojekts ist in Anhang III wiedergegeben.

Festlegen der Versuchsplots und dauerhafte Markierung

Versuchsfläche: Flächen-Nr. 306, in der Kinzigau von Hasselroth (Feuchtgebiet Herrenbruch).



Karte 6: Lage der Versuchsflächen

Die Fläche 306 ist eine Wiese im Feuchtgebiet Herrenbruch, die regelmäßig beweidet wird. Entlang der Nordseite ist die Fläche stark von Herbstzeitlose befallen, die übrigen Teile sind größtenteils mit Binsen bestanden. Auf der Fläche wurden am 07.06.2023 sechs Versuchsquadrate mit den Abmessungen 10 x 10 m so ausgewählt, dass genügend Herbstzeitlose auf jeder Parzelle stehen. Die Kontrollflächen wurden zusätzlich so angelegt, dass sie an den bestehenden Weidezaun angrenzen, d.h. möglichst problemlos auszuzäunen sind. Die Versuchsquadrate wurden in 3er-Blöcken angelegt und durch vergrabene Magnete dauerhaft mar-

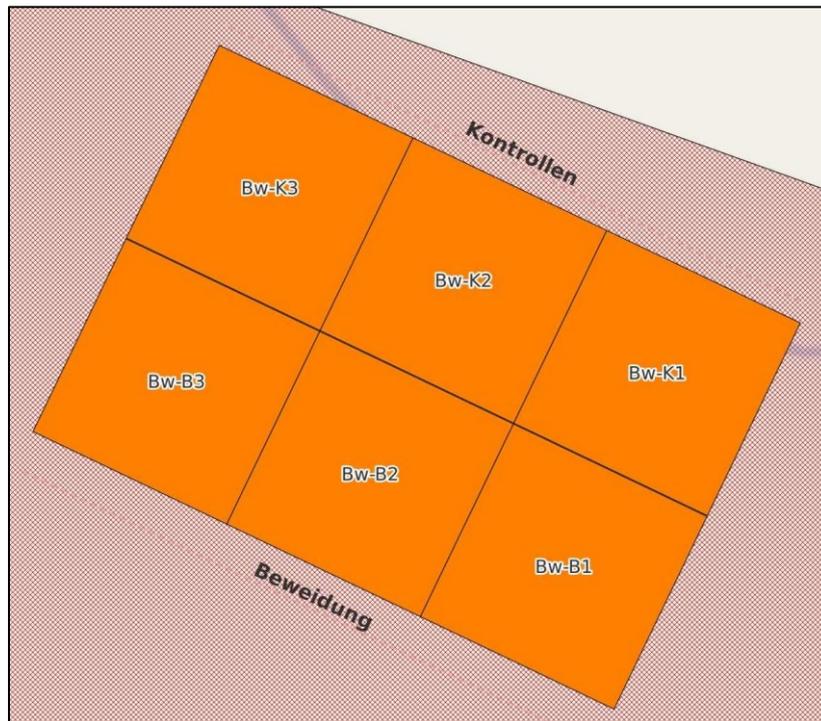
kiert. Zur schnelleren Lokalisierung wurden zusätzlich alle Eckpunkte mittels GPS eingemessen.



Karte 7: Versuchsquadrate zur Beweidung auf dem Flurstück 306 und Verteilung der Herbstzeitlose im Frühjahr 2023



Abb. 5: Versuchsquadrate im Frühjahr 2023



Karte 8: Versuchsquadrate der Beweidungsversuche

Einmessen und temporäre Markierung der Versuchsplots

Im Zuge der Auswahl der Versuchsquadrate im Frühjahr wurden die Quadrate mit Weidezaunpfosten ausgesteckt und die Flächengrenzen mittels Flatterband markiert.

Unmittelbar nach Beendigung der Kartierung im Frühjahr wurden Weidezaunpfosten und Flatterband von den Beweidungsflächen (B) wieder entfernt, um eine uneingeschränkte Beweidung zu ermöglichen. Die Kontrollquadrate (K) blieben markiert, und wurden durch entsprechende Schilder gekennzeichnet. Diese Flächen wurden vor der Beweidung ausgezäunt.



Abb. 6: Markierung der Kontrollfläche und ausgezäunte Kontrollfläche

Für die Kartierung im Herbst am 07.10.2023 wurden die Versuchs- und Kontrollquadrate mittels GPS grob lokalisiert, anschließend wurden die im Frühjahr vergrabenen Magnete mittels Magnetsuchgerät aufgespürt, mit Weidezaunpfosten markiert und mit Schnur ausgespannt.

Nach der Kartierung im Herbst wurden Weidezaunpfosten und Schnur von allen Versuchsquadraten entfernt. Der Weidezaun blieb bestehen.

Kartierung der Versuchsplots

Zur Kontrolle wurden die Versuchsquadrate einmal im Frühjahr und einmal im Herbst nach der Beweidung kartiert (unabhängig von der allgemeinen Kartierung der Gesamtfläche). Hierbei wurden alle Pflanzen bzw. Blüten (einschließlich der verblühten, soweit noch erkennbar) gezählt.

Tab. 4: Kartierung der Versuchsquadrate im Frühjahr 2023

| | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Kontrollflächen | Bw-K1 | Bw-K2 | Bw-K3 |
| Anzahl HZL | 223 | 189 | 145 |
| Beweidungsflächen | Bw-B1 | Bw-B2 | Bw-B3 |
| Anzahl HZL | 300 | 299 | 192 |

Tab. 5: Kartierung der Versuchsquadrate im Herbst 2023

| | | | |
|-------------------|-------|-------|-------|
| Kontrollflächen | Bw-K1 | Bw-K2 | Bw-K3 |
| Anzahl HZL | 5 | 6 | 7 |
| Beweidungsflächen | Bw-B1 | Bw-B2 | Bw-B3 |
| Anzahl HZL | 80 | 92 | 57 |

Durchführung der Maßnahmen

Die Beweidung der Fläche wurde mit einer Herde von acht Rindern und Kälbern der Rassen Charolais und Angus von Ende Juni bis Anfang Oktober durchgeführt.



Abb. 7: Die zur Beweidung verwendeten Rinder (hier auf einer Nachbarfläche)

2.2.4 Teilprojekt Mechanik

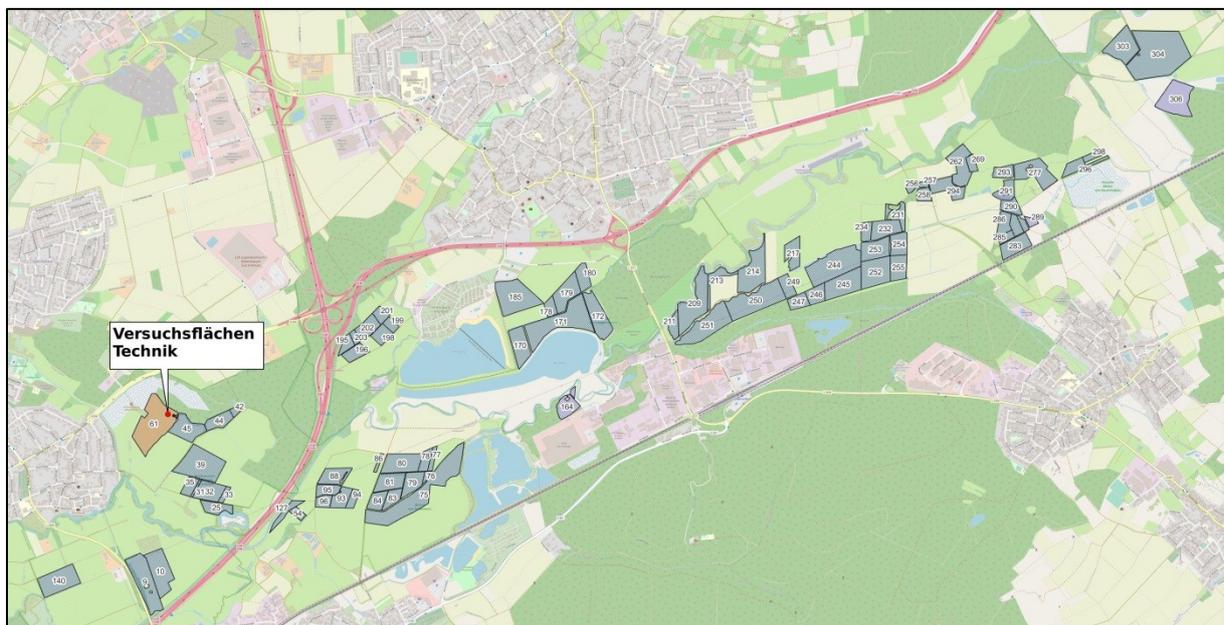
Da die naturverträgliche, minimalinvasive Bekämpfung von Unkräutern auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sehr zeit- und arbeitsintensiv ist, gibt es diverse Bemühungen, diesen Aufwand durch den Einsatz moderner technischer Geräte zu reduzieren.

Ziel des Teilprojektes ist, verschiedene mechanische Bekämpfungsvarianten auszuprobieren, die später automatisiert, d.h. in Roboter oder Anbaugeräte eingebaut werden können. Dies soll parallel zu den Versuchen mit der Firma Paltech laufen, deren Schwerpunkt mehr auf der Software-Seite liegt (Pflanzenerkennung, Robotersteuerung). Versucht werden das Anstechen mittels schmaler Zinken sowie das manuelle Ausbohren mittels Erdbohrer mit und ohne Zugabe von Wasser. Letzteres basiert auf Literaturhinweisen, dass Feuchtigkeit ein Verfaulen beschädigter Knollen fördert.

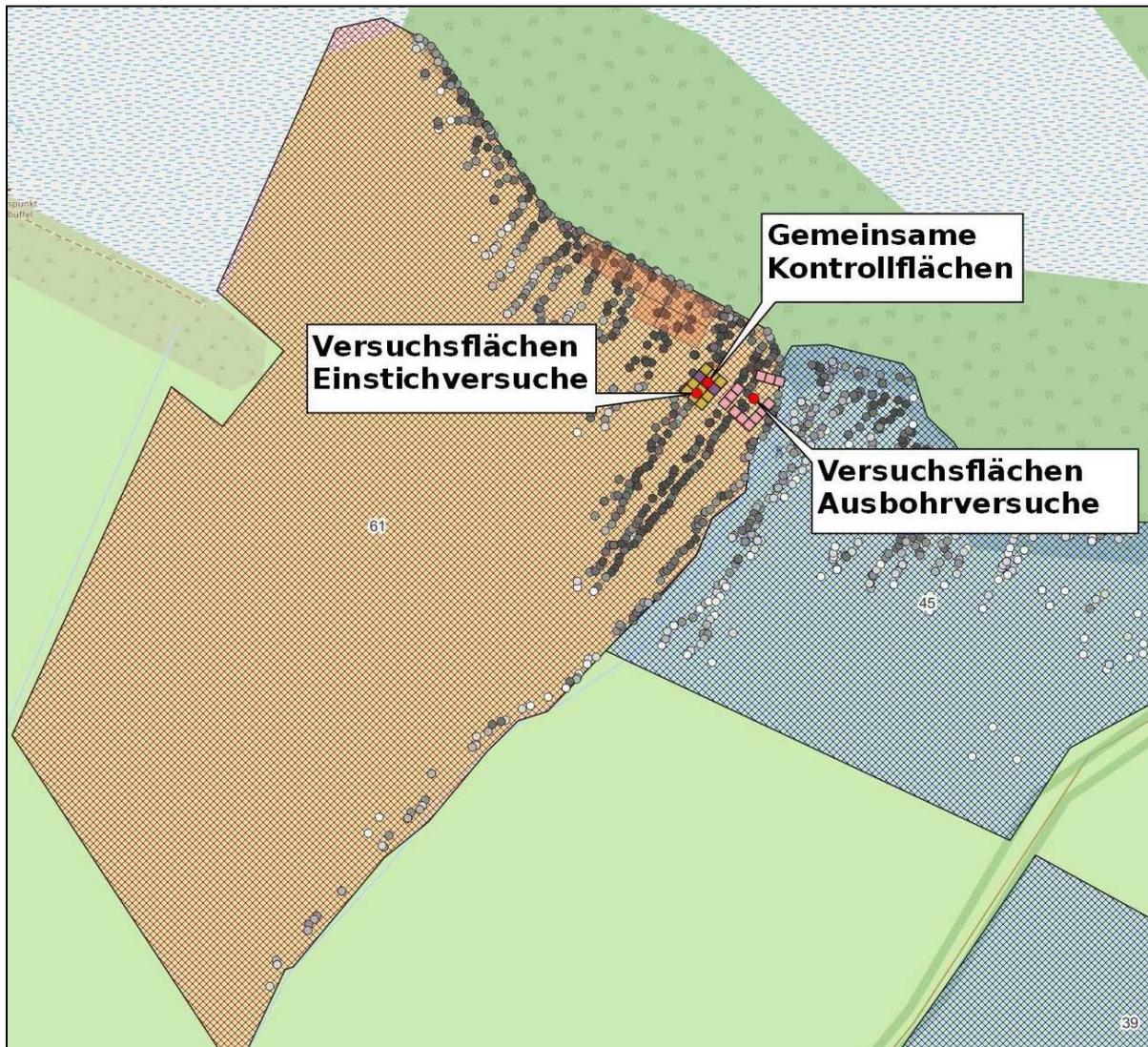
Eine ausführliche Dokumentation des Teilprojekts ist in Anhang IV wiedergegeben.

Festlegen der Versuchsplots und dauerhafte Markierung

Versuchsfläche: Flächen-Nr. 61, in den Weideswiesen bei Erlensee.

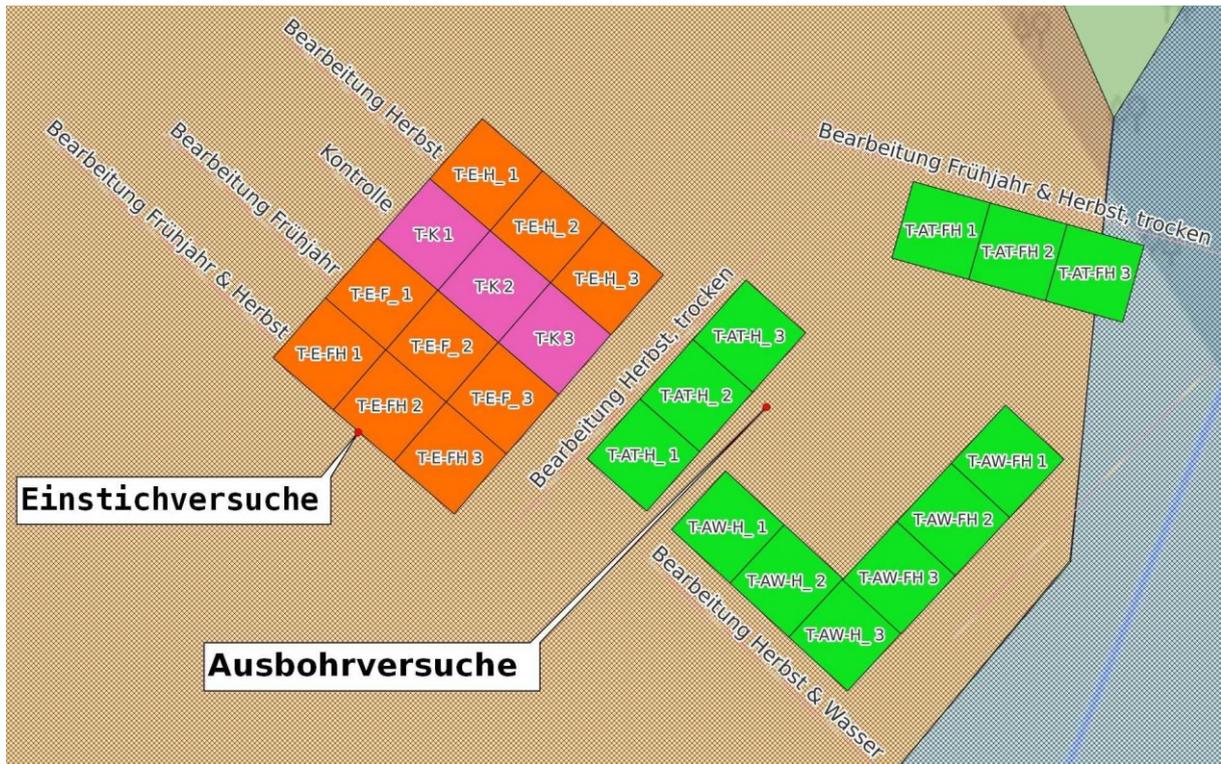


Karte 9: Lage der Versuchsflächen



Karte 10: Versuchsquadrate der Mechanikversuche auf dem Flurstück 61 und Verteilung der Herbstzeitlose im Frühjahr 2023

Die Fläche 61 in den Weideswiesen bei Erlensee ist die Fläche mit dem stärksten Herbstzeitlose-Befall im Projektgebiet. Aus diesem Grunde wurden hier sowohl die Versuchsquadrate für das Teilprojekt Mechanik als auch für die Roboter-Versuche angelegt. Für das Teilprojekt Mechanik wurden am 08.06.2023 und 26.09.2023 insgesamt 24 Versuchsquadrate mit den Abmessungen 3 x 3 m so ausgewählt, dass genügend Herbstzeitlose auf jeder Parzelle stehen. Die drei Kontrollflächen sind für beide Versuchsreihen. Die Versuchsquadrate wurden in 3er-Blöcken angelegt und durch vergrabene Magnete dauerhaft markiert. Zur schnelleren Lokalisierung wurden zusätzlich alle Eckpunkte mittels GPS eingemessen.



Karte 11: Versuchsquadrate der Mechanikversuche



Abb. 8: Die Versuchsquadrate der Einstichversuche im Frühjahr 2023

Einmessen und temporäre Markierung der Versuchsplots

Im Zuge der Auswahl der Versuchsquadrate im Frühjahr (Einstichversuche, 08.06.2023) bzw. Herbst (Ausbohrversuche, 26.09.2023) wurden die Quadrate mit Weidezaunpfosten ausgesteckt und die Flächengrenzen mittels Flatterband oder Maurerschnur markiert.

Für die Einstichversuche und deren Kartierung im Herbst wurden die Versuchsquadrate ungefähr mittels GPS lokalisiert, anschließend wurden die im Frühjahr vergrabenen Magnete mittels Magnetsuchgerät aufgespürt, mit Weidezaunpfosten markiert und mit Schnur ausgespannt.

Unmittelbar nach Beendigung der Maßnahmen bzw. Kartierung im Frühjahr und Herbst wurden Weidezaunpfosten und Flatterband bzw. Schnur wieder entfernt, um eine uneingeschränkte Bearbeitung zu ermöglichen.

Kartierung der Versuchsplots

Zur Kontrolle wurden die Versuchsquadrate einmal im Frühjahr und einmal im Herbst vor der jeweiligen Maßnahmendurchführung kartiert. Hierbei wurden alle Pflanzen bzw. Blüten (einschließlich der verblühten, soweit noch erkennbar) der Herbstzeitlose gezählt.

Tab. 6: Einstichversuche - Kartierung der Versuchsquadrate im Frühjahr 2023

| | | | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| Kontrollflächen | T-K 1 | T-K 2 | T-K 3 |
| Anzahl HZL | 24 | 97 | 38 |
| TF Einstechen Frühjahr & Herbst | T-E-FH 1 | T-E-FH 2 | T-E-FH 3 |
| Anzahl HZL | 45 | 65 | 34 |
| TF Einstechen Frühjahr | T-E-F 1 | T-E-F 2 | T-E-F 3 |
| Anzahl HZL | 64 | 18 | 34 |

Tab. 7: Einstichversuche - Kartierung der Versuchsquadrate im Herbst 2023

| | | | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| TF Einstechen Herbst | T-E-H 1 | T-E-H 2 | T-E-H 3 |
| Anzahl HZL | 8 | 8 | 5 |
| Kontrollflächen | T-K 1 | T-K 2 | T-K 3 |
| Anzahl HZL | 2 | 22 | 2 |
| TF Einstechen Frühjahr | T-E-FH 1 | T-E-FH 2 | T-E-FH 3 |
| Anzahl HZL | 3 | 10 | 4 |
| TF Einstechen Frühjahr & Herbst | T-E-F 1 | T-E-F 2 | T-E-F 3 |
| Anzahl HZL | 2 | 1 | 2 |

Tab. 8: Ausbohrversuche - Kartierung der Versuchsquadrate im Herbst 2023

| Kontrollflächen | T-K 1 | T-K2 | T-K 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Anzahl HZL | 2 | 22 | 2 |
| TF Ausbohren Herbst | T-AT-H_1 | T-AT-H_2 | T-AT-H_3 |
| Anzahl HZL | 6 | 14 | 10 |
| TF Ausbohren Herbst & Wasser | T-AW-H_1 | T-AW-H_2 | T-AW-H_3 |
| Anzahl HZL | 11 | 4 | 8 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Herbst | T-AT-FH 1 | T-AT-FH 2 | T-AT-FH 3 |
| Anzahl HZL | 8 | 5 | 7 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Herbst & Wasser | T-AW-FH 1 | T-AW-FH 2 | T-AW-FH 3 |
| Anzahl HZL | 5 | 5 | 10 |

Die Kontrollflächen für Einstich- und Ausbohrversuche sind identisch.

Durchführung der Maßnahmen

Einstichversuche: Auf allen sechs Versuchsquadraten, für die Maßnahmen im Frühjahr vorgesehen sind, wurden bei allen vorhandenen Pflanzen mit einer dreizinkigen Grabgabel eingestochen, um die Knolle anzustechen. Auf den drei Kontrollquadraten wurden keine Maßnahmen durchgeführt.



Abb. 9: Einstichversuche im Frühjahr 2023

Entsprechend wurde am 21.09.2023 auf allen sechs Versuchsquadraten, für die Maßnahmen im Herbst vorgesehen sind, bei allen vorhandenen Blüten eingestochen, um die Knolle anzustechen.

Auf den Versuchsquadraten, die zur jeweiligen Jahreszeit nicht bearbeitet werden, sowie den drei Kontrollquadraten wurden keine Maßnahmen durchgeführt.



Abb. 10: Einstichversuche im Herbst 2023

Ausbohrversuche: Da im Frühjahr für das vorgesehene Ausbohren der Knollen aufgrund eines Sendungsverlustes das bestellte Bohrgerät noch nicht zur Verfügung stand, konnten die entsprechenden Maßnahmen nicht durchgeführt werden. Die entsprechenden Versuchsflächen wurden daher auch erst im Herbst angelegt.

Am 27.09.2023 wurde auf allen zwölf Versuchsquadraten, für die Maßnahmen im Herbst vorgesehen sind, bei allen vorhandenen Blüten der Bohrer der Erdbohrmaschine angesetzt, um die Knolle auszubohren. Da die Blüten oft in zweier oder dreier-Clustern stehen, wurden vielfach mehrere mit einem Bohrvorgang erfasst. Bei sechs der Versuchsquadrate wurde anschließend in jedes Bohrloch 0,5 l Wasser nachgegossen.



Abb. 11: Ausbohrversuche im Herbst 2023

Erfahrungen bei der Maßnahmendurchführung:

Die zu bearbeitende Fläche war nicht gemäht und mit hohem Gras bestanden. Durch den hohen Bewuchs wickelt sich das Gras häufig um den Bohrer und verhindert weiteres Eindringen des Bohrers. Daher mussten die Herbstzeitlosen-Pflanzen zum Ausbohren von Hand freigeräumt werden.

Der Bohrer bohrt die Knolle z.T. im Ganzen oder wenigen Teilstücken aus, zerstört sie aber nicht unbedingt. Ausgebohrte Teilstücke der Knollen wurden daher in einem Gartenbeet eingesetzt, um festzustellen, ob die beschädigte Knollen-Teilstücke wieder austreiben können.



Abb. 12: Teilstücke einer ausgebohrten Knolle

2.2.5 Teilprojekt Roboter

Die Firma Paltech-Robotics entwickelt technische Hilfsmittel zur naturverträglichen, minimalinvasiven Bekämpfung von Ampfer und Jakobskreuzkraut, welche mittels Drohne und Feldroboter die Zielpflanzen erkennen und entsprechend punktgenau inklusive Wurzel entfernen können. Wir erproben mit dieser Firma, ob deren Technik auch auf die Herbstzeitlose anwendbar ist.

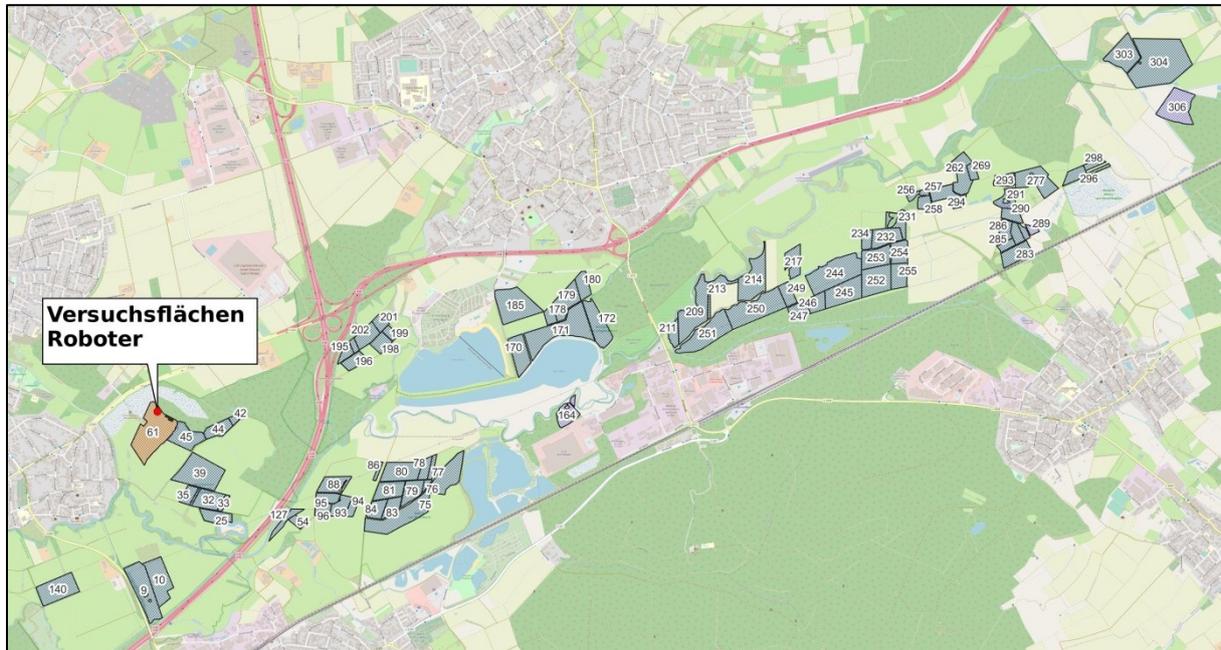
Eine ausführliche Dokumentation des Teilprojekts ist in Anhang V wiedergegeben.



Abb. 13: Feldroboter der Firma Paltech

Festlegen der Versuchsplots und dauerhafte Markierung

Versuchsfläche: Flächen-Nr. 61, in den Weideswiesen bei Erlensee.



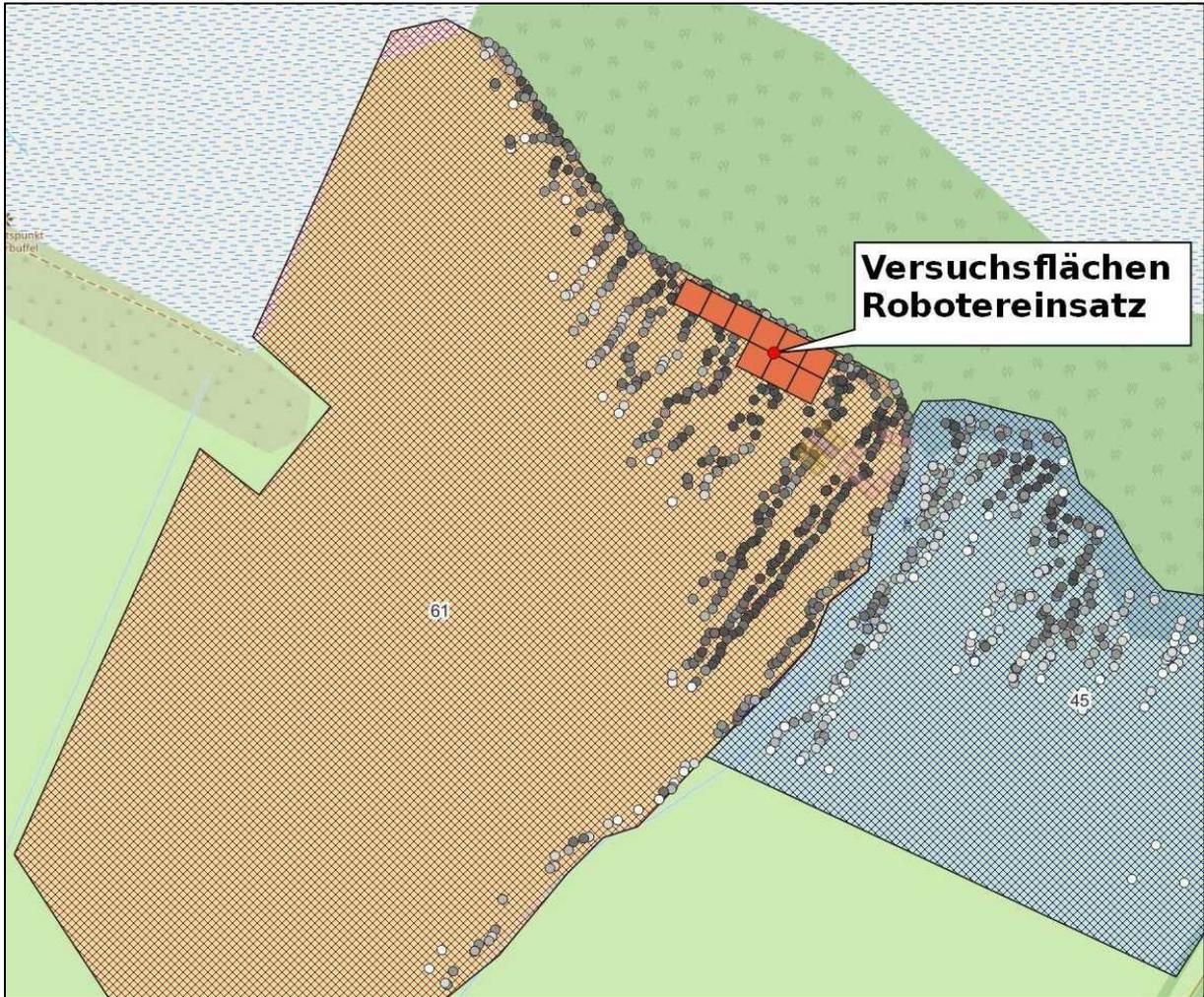
Karte 12: Lage der Versuchsflächen

Die Fläche 61 in den Weideswiesen bei Erlensee ist die Fläche mit dem stärksten Herbstzeitlose-Befall im Projektgebiet. Aus diesem Grunde wurden hier sowohl die Versuchsquadrate für das Teilprojekt Mechanik als auch für die Roboter-Versuche angelegt.

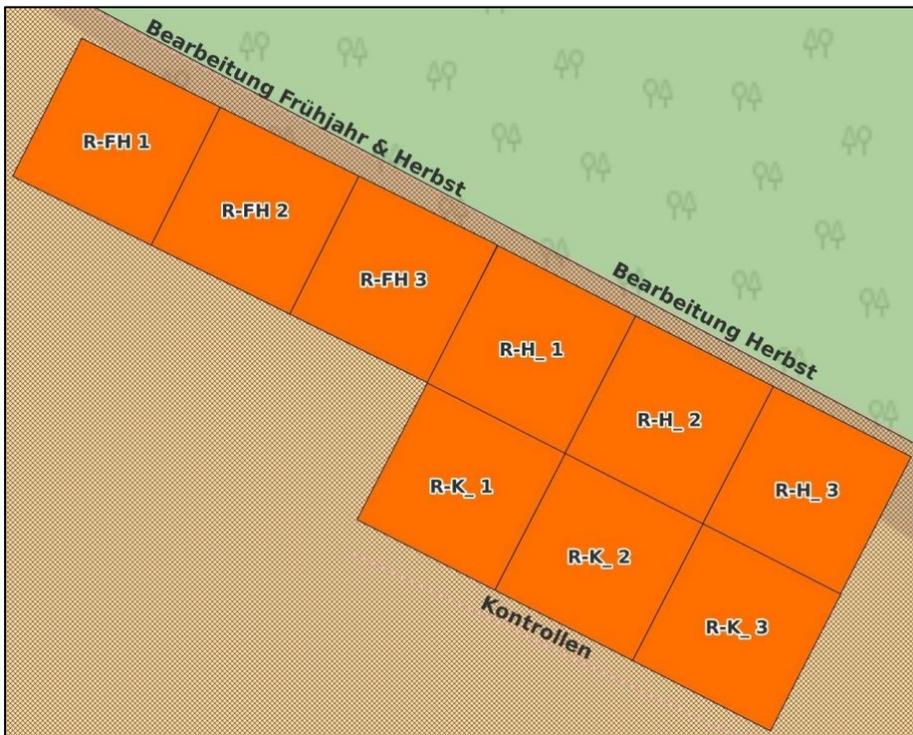
Für das Teilprojekt Roboter wurden neun Versuchsquadrate mit den Abmessungen 10 x 10 m so ausgewählt, dass genügend Herbstzeitlose auf jeder Parzelle stehen.

Bei einer ersten Anlageversuch am 30.08.2023 ergab die Kartierung der sechs zu bearbeitenden Versuchsquadrate im Mittel 26 Blüten pro Versuchsquadrat (Einzelnanzahlen: 15 / 17 / 18 / 38 / 35 / 12). Da nach Konsultation aller Beteiligten die ermittelte Anzahl als zu wenig für einen aussagekräftigen Robotereinsatz erachtet wurden, und eine weitere Zunahme der Blüten für wahrscheinlich angesehen wurde, wurden die Markierungen wieder abgebaut und der Einsatz einvernehmlich verschoben. Die endgültigen Versuchsquadrate wurden am 21.09.2023 angelegt. Die Flächen für den Robotereinsatz nur im Frühjahr werden erst 2024 angelegt.

Die Versuchsquadrate wurden in 3er-Blöcken angelegt und durch vergrabene Magnete dauerhaft markiert. Zur schnelleren Lokalisierung wurden zusätzlich alle Eckpunkte mittels GPS eingemessen.



Karte 13: Versuchsquadrate des Robotereinsatzes auf dem Flurstück 61 und Verteilung der Herbstzeitlose im Frühjahr 2023



Karte 14: Versuchsquadrate der Roboterversuche

Einmessen und temporäre Markierung der Versuchsplots

Im Zuge der Auswahl der Versuchsquadrate (30.08.2023 bzw. 21.09.2023) wurden die Quadrate mit Weidezaunpfosten ausgesteckt und die Flächengrenzen mittels Maurerschnur markiert.

Unmittelbar nach Beendigung der Maßnahmen wurden Weidezaunpfosten und Flatterband bzw. Schnur wieder entfernt, um eine uneingeschränkte Bearbeitung zu ermöglichen.

Kartierung der Versuchsplots

Zur Kontrolle wurden die Versuchsquadrate im Herbst vor der Maßnahmendurchführung (21.09.2023) kartiert. Hierbei wurden alle Blüten (einschließlich der verblühten, soweit noch erkennbar) der Herbstzeitlose gezählt.

Tab. 9: Kartierung der Versuchsquadrate im Herbst 2023

| | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Kontrollflächen | R-K_1 | R-K_2 | R-K_3 |
| Anzahl HZL | 34 | 80 | 43 |
| TF Roboter Frühjahr & Herbst | R-FH_1 | R-FH_2 | R-FH_3 |
| Anzahl HZL | 66 | 45 | 92 |
| TF Roboter Herbst | R-H_1 | R-H_2 | R-H_3 |
| Anzahl HZL | 56 | 42 | 88 |

Durchführung des Robotereinsatzes

Die Roboter erfassen Pflanzen bzw. Blüten mit einer externen Kamera (d.h. außerhalb des Gehäuses) und positionieren sich danach. Die Bohreinheit des Roboters wird nach einer internen Kamera (im Gehäuse) positioniert. Die Knolle wird auf eine Tiefe von 180 mm mit einem Durchmesser von 100 mm ausgebohrt. Durch eine Abdeckung sowie die Umkehr der Drehrichtung verbleibt das Bohrgut im Loch. Im ersten Einsatz wird der Roboter mittels Konsole von Hand gesteuert, und die von der Kamera erfassten Zielpflanzen auf einem Display manuell vorgegeben. Hierbei lernt die Erkennungssoftware die Pflanzen zu erkennen, so dass die Roboter in den Folgejahren autonom arbeiten können.

Auf allen sechs Versuchsquadraten wurden am 25. und 26.09.2023 alle vorhandenen Blüten gemäß der zuvor beschriebenen Methode vom Roboter samt Knolle ausgebohrt. Auf den drei Kontrollquadraten wurden keine Maßnahmen durchgeführt.

Der für 2023 vorgesehene Frühjahrseinsatz konnte aufgrund von Verzögerungen in der Softwareentwicklung nicht stattfinden. Zu diesem Zeitpunkt stand noch kein einsatzfähiger Roboter zur Verfügung.



Abb. 14: Manuelle Steuerung des Feldroboters



Abb. 15: Minimale Bohrspuren des Feldroboters

Erkenntnisse bei der Maßnahmendurchführung:

Die zu bearbeitende Fläche war nicht gemäht und mit hohem Gras bestanden. Durch den hohen Bewuchs wickelt sich das Gras häufig um den Bohrer und verhindert weiteres Eindringen des Bohrers. Daher mussten die Herbstzeitlosen-Pflanzen zum Ausbohren von Hand freigeräumt werden.

Die Blüten sind zwar immer noch zu erkennen, bilden im hohen Bewuchs aber sehr lange Blütenstiele aus (bis zu 20cm). Speziell im niederliegenden Gras ist der Ort des Erdaustritts der Blüte (= Position Knolle) z.T. deutlich vom Blütenkopf entfernt. Auch aus diesem Grunde muss die Blüte manuell freigeräumt und die Bohreinheit manuell positioniert werden.

Der Bohrer zerstückerl die Knolle weitgehend, die Teile verbleiben im Bohrloch. Ausgegrabene Teilstücke wurden in einem Gartenbeet eingesetzt, um festzustellen, ob die beschädigte Knolle wieder austreibt.

Im hohen Gras hinterlässt der Roboter naturgemäß deutliche Spuren.

Da das Training der Bilderkennungs-Software mit den gespeicherten Bildern aus dem hohen Bewuchs unter Umständen problematisch sein könnte, wurde ein weiterer Versuchslauf auf einer Fläche unternommen, die vor ca. 2 Wochen gemäht worden war und ausreichend Herbstzeitlosen-Blüten aufwies (Flurstück 209). Hier wurde nur zum Teil ausgebohrt, da es hier in erster Linie um Erstellung von Bildmaterial ging.

Um eine erste Abschätzung des Erfolgs vorzunehmen, wurden auf beiden Flächen je 5 Bohrlöcher nachgegraben. Auf dem Flurstück 61 war in zwei Fällen die Knolle unbeschädigt, einmal weil sie tiefer als die Arbeitstiefe saß und einmal weil sie sich seitlich des Bohrbereichs befand. Auf dem Flurstück 209 wurde in allen Fällen die Knolle zerstört.

Arbeitsbericht der Firma Paltech:

Die Berichte der Firma Paltech mit den Arbeitsprotokollen der beiden Roboter sind im Anhang V wiedergegeben.



Abb. 16: Arbeitseinsatz der Firma Paltech

2.2.6 Datenaustausch QGIS - QFIELD

Im Rahmen der Kartierungsarbeiten wurden regelmäßig Daten zwischen den für die Felderfassung verwendeten Geräten und dem Desktop-Computer ausgetauscht. Da die Synchronisierungs-Funktion für QFIELD in QGIS problematisch ist, erforderte dies öfters den Einsatz von Work-Arounds, und gelegentlich größere Arbeiten zur Datenbereinigung. Eine Evaluierung von Alternativ-Programmen ergab jedoch keine zufriedenstellendere Lösung mit freier Software.

2.2.7 Vegetationsaufnahmen

Aufgrund des extrem nassen Frühjahrs mit Staunässe auf den Flächen wurde eine Vegetationsaufnahme als wenig aussagekräftig erachtet. Es ist anzunehmen, daß durch die langanhaltende Nässe wichtige Wiesenarten fehlen. Eine Anfangskartierung in einem Ausnahmejahr könnte daher die Ergebnisse der geplanten Vegetationsaufnahmen verfälschen. Die Anfangsaufnahme der Beweidungs- und Düngerversuchsflächen wurde daher auf das Frühjahr 2024 verschoben.

2.3 Ergebnisdokumentation/ Berichterstattung

2.3.1 Auswertung der Daten

Die Kartierungsergebnisse für Frühjahr und Herbst wurden hinsichtlich der Veränderungen gegenüber dem Vorjahr ausgewertet. Hierbei wurden sowohl das Gesamtergebnis als auch die Daten für alle 85 kartierten Flächen verglichen.

Ergebnisse der Frühjahrskartierung 2023 und Vergleich mit der Frühjahrskartierung 2022

Insgesamt wurden 154.850 Pflanzen der Herbstzeitlose im Frühjahr 2023 erfasst. Gegenüber dem Jahr 2022 (80.384 Pflanzen) entspricht dies knapp einer Verdopplung (Faktor 1,93). Ursache ist vermutlich das sehr feuchte Frühjahr und die relativ lange Flutung vieler Flächen. Die größere Anzahl und der generell höhere Bewuchs schlagen sich auch im hohen Zeitaufwand für das Jahr 2023 nieder.

Die folgende Aufschlüsselung basiert auf der Gesamtzahl von erfassten Pflanzen auf den jeweiligen Flächen.

- Verbesserung oder keine Veränderung: 8 Flächen.
- Zunahme bis zur Verdopplung des Bestandes: 23 Flächen.
- 2- bis 10fache Zunahme des Bestandes: 44 Flächen.
- Mehr als 10fache Zunahme des Bestandes: 6 Flächen.
- Keine Aussage möglich: 4 Flächen.

Drei der letztgenannten Flächen waren im Jahr 2022 zum Kartierzeitpunkt frisch gemäht, daher fehlen die Vergleichsdaten. Auf einer Fläche war zum Kartierzeitpunkt 2022 der Bewuchs bereits zu hoch für eine sinnvolle Erfassung.

Eine Kartendarstellung der Ergebnisse im Detail ist im Anhang I wiedergegeben (Kartenanhang Frühjahrskartierung).

Ergebnisse der Herbstkartierung 2023 und Vergleich mit der Herbstkartierung 2022

Insgesamt wurden 22.916 Blüten der Herbstzeitlose im Herbst 2023 erfasst. Gegenüber dem Jahr 2022 (42.428 Blüten) entspricht dies knapp einer Halbierung (Faktor 0,54). Zu beachten ist dabei die oben ausgeführte generelle Problematik der Blütenkartierung.

Die generell deutliche Abnahme der Herbstzeitlose-Blüten auf den kartierten Flächen steht im krassen Gegensatz zu der Zunahme der Pflanzen im Frühjahr. Dies ist vermutlich durch den sehr feuchten Sommer 2023 und die dadurch bedingte extrem späte oder ausgebliebene Mahd zurückzuführen. Dem subjektiven Eindruck nach wird bei sehr hohem Bewuchs die Ausbildung von Blüten stark vermindert. Speziell niederliegendes langes Gras bildet noch dichtere Flächen, was diesen Effekt offensichtlich noch verstärkt.

Die folgende Aufschlüsselung basiert auf der Gesamtzahl von erfassten Blüten auf den jeweiligen Flächen.

- Verbesserung oder keine Veränderung: 53 Flächen.
- Zunahme bis zur Verdopplung des Bestandes: 14 Flächen.
- 2- bis 10fache Zunahme des Bestandes: 11 Flächen.
- Mehr als 10fache Zunahme des Bestandes: 5 Flächen.
- Zunahme von 0: 2 Flächen.

Auf den beiden letztgenannten Flächen waren im Jahr 2022 zum Kartierzeitpunkt keine Blüten zu finden, im Jahr 2023 sind vereinzelte Blüten gefunden worden.

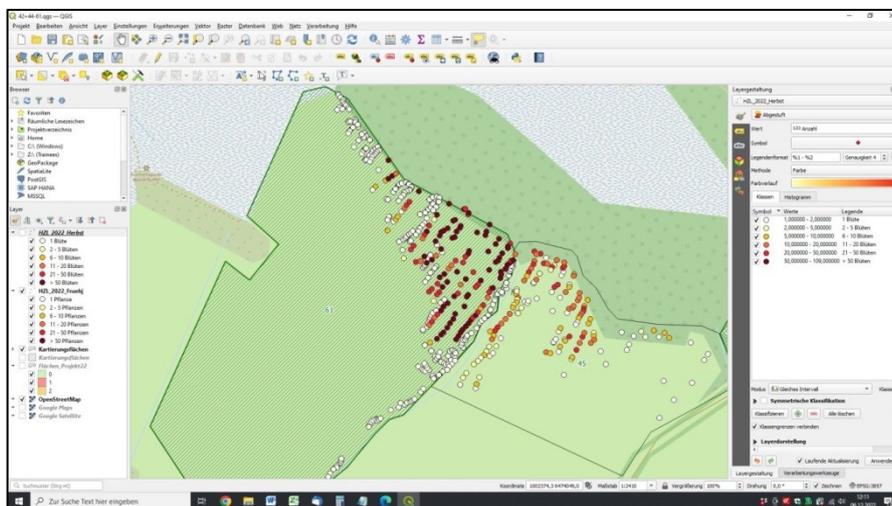


Abb. 17: Screenshot einer Datenauswertung in QGIS

Eine Kartendarstellung der Ergebnisse im Detail ist im Anhang I wiedergegeben (Kartenanhang Herbstkartierung).

Ergebnisse der weiteren Teilprojekte

Da sich die Maßnahmenumsetzung für die weiteren Teilprojekte erst im ersten Jahr befindet, liegen für die Versuchsflächen der verschiedenen Maßnahmen noch keine Vergleichsdaten vor.

2.3.2 Dokumentation der Ergebnisse

Für die Kartierung sowie alle vier Teilprojekte wurden unmittelbar nach Beendigung der Maßnahmen ausführliche Dokumentationen erstellt, die sich in den Anhängen I bis V wiederfinden.

2.3.3 Weiterführende Recherchen

Neu erscheinende oder noch nicht gesehene Publikationen zur Herbstzeitlose, insbesondere zu deren Bekämpfung, wurden im Berichtszeitraum laufend recherchiert. Ebenso wurde laufend die Entwicklung autonomer Agrarroboter zur Unkrautbekämpfung in Internetauftritten und Publikationen recherchieren.

2.3.4 Zwischenbericht

Der hier vorliegende Zwischenbericht dokumentiert die Aktivitäten des Projektjahres 2023. Er wird allen beteiligten Landwirten, Kommunen und Behörden auf der projekteigenen Website (www.gna-aue.de/projekte/projekt-herbstzeitlose/) im Portal Landwirte zur Verfügung gestellt.

2.3.5 Informationsaustausch mit den Projektpartnern

Mit einem Newsletter informierte das Projektteam beteiligte Landwirte, Kommunen und Behörden regelmäßig über den Fortgang des Projektes. Im Jahr 2023 wurden bis dato zehn Ausgaben versandt.

Mit den unmittelbar beteiligten Projekt- und Kooperationspartnern bestand darüber hinaus enger Kontakt per Telefon, E-Mail oder persönlichen Treffen.

2.3.6 Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit wurde das Herbstzeitlosenprojekt in Pressemeldungen, per Internetpräsenz und auf Informationsveranstaltungen einem breiten Publikum dargestellt, aber auch in Vorträgen auf Fachtagungen entsprechenden Fachleuten und Behördenvertretern präsentiert. Zusammenfassend sind hier im Folgenden Veranstaltungen aus den Jahren 2022 und 2023 aufgeführt.

Artikel, Websites und Veranstaltungsprogramme sind in Anhang VI wiedergegeben.

Leitfaden

2022 gab die GNA einen 33 Seiten-starken Leitfaden mit dem Titel *Die Herbstzeitlose – Ein Leitfaden mit Handlungsempfehlungen. Wissenswertes zur Biologie und Rückdrängung* heraus. Der Leitfaden wurde in einer Auflage von 500 Exemplaren gedruckt und auf Anforderung kostenlos an Vertreter von Behörden und Kommunen, Landwirte und an die interessierte Öffentlichkeit verschickt. Der Leitfaden ist inzwischen vergriffen und steht daher als Pdf-Datei auf der Website der GNA zum Download zur Verfügung.

(www.gna-aue.de/projekte/projekt-herbstzeitlose/veroeffentlichungen/)

Fachvortrag an der Naturschutzakademie des HLNUG

Auf der Tagung der Naturschutzakademie des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie „Grünland-(Über-)Lebensräume: Leitlinien zur Erhaltung und Entwicklung von Lebensraumtypen im Grünland“ am 30.03.2023 in Wetzlar wurde das Projekt in einem Vortrag mit dem Titel „Grünlandproblem Herbstzeitlose – Erfahrungen aus dem Main-Kinzig-Kreis“ vorgestellt.

Fachvortrag am Biodiversitätszentrums Rhön des Bayerischen LfU

Auf der Tagung des Biodiversitätszentrums Rhön des Bayerisches Landesamtes für Umwelt „Rückdrängung der Herbstzeitlosen (*Colchicum autumnale*) auf Grünland“ vom 14. bis 15. Oktober 2023 in Bischofsheim in der Rhön wurde das Projekt in einem Vortrag mit dem Titel „Rückdrängung der Herbstzeitlosen aus extensiv genutztem Grünland mit innovativen, naturverträglichen Methoden wie Robotertechnologie“ präsentiert. Auf dieser Tagung stellte auch die Firma Paltech die von ihr entwickelte Robotertechnologie im Einsatz gegen die Herbstzeitlose vor.



Abb. 18: Diskussionsrunde auf der Fachtagung des Bayerischen LfU.

Faltblatt

Ein Faltblatt mit dem Titel *Naturschutz in genutzten Landschaften. Herbstzeitlose. Rückdrängung aus extensiv genutztem Grünland mit innovativen, naturverträglichen Methoden* wurde 2023 von der GNA herausgegeben. Es wurde in einer Auflage von 500 Exemplaren gedruckt und wird auf Anforderung kostenlos an Vertreter von Behörden und Kommunen, Landwirte und die interessierte Öffentlichkeit verschickt.

(www.gna-aue.de/projekte/projekt-herbstzeitlose/veroeffentlichungen/)

Hessische Landesnaturschutztagungen

Wie schon im Vorjahr war auch auf der 7. Hessischen Landesnaturschutztagung am 2. November 2023 rund um des Themenfeld „Naturschutz und Landwirtschaft“ in Gießen die GNA e.V. mit Postern und Infomaterialien zum Herbstzeitlosenprojekt vertreten.

(www.hlnug.de/themen/naturschutz/veranstaltungen-und-ausstellungen/posterpraesentation)

Umweltfest Rodenbach

Auf dem alljährlichen Umweltfest am 3. Oktober in Rodenbach war die GNA e.V. 2022 und 2023 mit einem Stand vertreten, auf dem unter anderem mit zwei Postern über das Herbstzeitlosenprojekt informiert wurde.

Pressemeldungen und Internetpräsenz

Die GNA e.V. informiert auf ihrer Website (www.gna-aue.de/projekte/projekt-herbstzeitlose/) sowie im Magazin NATUR Online (www.natur-online.info/landwirtschaft/) über das Herbstzeitlose-Projekt. Weiterhin wurden mehrere Pressemeldungen herausgegeben, die in verschiedenen Zeitungen abgedruckt wurden. Eine Auswahl davon ist im Anhang VI wiedergegeben.

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
Naturschutzakademie

HESSEN

Grünland-(Über-)Lebensräume: Leitlinien zur Erhaltung und Entwicklung von Lebensraumtypen im Grünland

30. 3. 2023, Wetzlar

Im Rahmen einer Arbeitsgruppe wurden Leitlinien von FFH-Lebensraumtypen entwickelt. Die Versuche in denen die Erhaltung und Entwicklung artenreicher Grünlandflächen diskutiert werden, denen die Grünland- (Über-)Lebensräume...

NATUR Online

Start Natur Arten Klima Umwelt & Verkehr Energie Landwirtschaft Meer Bildung

Werben

Aktuell
 Informativ
 Monatspublikation

NATUR UND UMWELT

14. August 2023 | Herbstzeitlose

Neuerscheinung

Naturschutz in genutzten Landschaften

Main-Kinzig-Kreis. In einer Auflage von 500 Exemplaren hat die Gesellschaft für Naturschutz und Auenentwicklung (GNA) ein neues Projektblatt veröffentlicht. Es informiert über die geplante Verdrängung der Pflanze von landwirtschaftlichen Flächen mit innovativen, aber naturverträglichen Methoden.

Die Herbstzeitlose hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einem großen Problem für die Landwirtschaft und den Naturschutz entwickelt. Der Grund: Die Pflanze ist in allen Bestandteilen giftig und breitet sich gerade auf extensiv genutztem Grünland immer weiter aus. „Würde man diesem Trend nicht entgegensteuern, würde irgendwann die Bewirtschaftung durch die Landwirte ausfallen. Die Wiesen an der Kinzig wären für immer verändert. Wir würden unersetzliche Lebensräume, Biotope und viele Tier- und Pflanzenarten der Auen verlieren.“ berichtet Projektmanager Dr. Helmut Steiner.

GELNHÄUSER NACHRICHTEN

GNA: Seit 20 Jahren im Dienst der Auenlandschaft



Das Team der GNA (von links): Günter Köntzke, Konstantin Helder, Dr. Helmut Steiner und Susanna Huffmann. Foto: Ulrike Pangratz

„Wir machen Projekte. Dafür steht die GNA“, sagt bei unserem Besuch Susanna Huffmann, Gründungsmitglied und seit 2015 Vorsitzende der Gesellschaft für Naturschutz und Auenentwicklung (GNA). Die Diplom-Biologin ist Geschäftsführerin, Projektleiterin und Koordinatorin der gemeinnützigen Gesellschaft mit Sitz in Rodenbach.

Interner Newsletter 9/2023

Rückdrängung der Herbstzeitlosen aus extensiv genutztem Grünland mit innovativen, naturverträglichen Methoden (Robotertechnik)

Sehr geehrte Damen und Herren, sehr geehrte Projektbeteiligte, seit unserem Newsletter 8/2023 vom 29. August hat sich einiges Wichtiges im Projekt ereignet. Darüber berichten wir heute:

1. Kartierung der Herbstblüte 2023

Die diesjährige Herbstkartierung konnte am 7. Oktober abgeschlossen werden. Kartiert wurden 83 Flurstücke auf 195 Hektar Untersuchungsfläche. Der Zaufwand betrug insgesamt 148 Personentunden. Dankenswerterweise stand mit dem GNA-Praktikanten Konstantin Helder (Student der Landschaftsökologie an der Universität Münster) ein weiterer Kartierer zur Verfügung.

Übersichtsbild wurde im Vergleich zu den Ergebnissen des Vorjahres nur in etwa die Hälfte Blüten festgestellt werden. Dies steht im starken Kontrast zur Anzahl der Pflanzen im Frühjahr, die sich gegenüber dem Vorjahr verdoppelt hatte. Über den Grund kann nur spekuliert werden. Sicher spielte der sehr nasse Sommer eine Rolle, solange dessen viele Flächen noch nicht gemäht waren. Festzuhalten bleibt, dass die Dynamik der Blüten offensichtlich nicht mit der Pflanzenanzahl korreliert.

2. Robotereinsatz

Vom 25. bis 26.09.2023 fand der erste Robotereinsatz zur mechanischen Bekämpfung der Herbstzeitlosen unseres Kooperationspartners Falck GmbH auf dem Wiesenweiden bei Entensee statt. Wir danken an dieser Stelle Herrn Oliver Richter, der uns die Flächen zur Verfügung stellt.



Auf sechs zuvor eingegrenzten 10 x 30 m großen Versuchsflächen bohrte der Roboter anhand der Herbstzeitlosen-Blüten die unterirdischen Knoten aus. In diesem ersten Versuchsdurchgang mussten die beiden eingesetzten Roboter noch manuell gesteuert werden. Währenddessen speicherte die KI die Form und Farbe der Blüten, wodurch die Pflanzenerkennung der Software trainiert wird, um künftig autonom arbeiten zu können.

Erlensee: Mit dem Roboter gegen die Herbstzeitlose

REDAKTION / 07. NOVEMBER 2023



Langsam setzt sich das kastenförmige Gefährt in Bewegung. Ein leises Brummen, dann fährt ein Bohrer in den Boden und hinterlässt ein kleines Loch... Was sich anhört wie von einer Forschungsmission auf dem Mars findet in Wirklichkeit auf der Erde statt. Genaue gesagt in Erlensee. Im Rahmen des vom Land Hessen geförderten Forschungsprojekts „Rückdrängung der Herbstzeitlosen aus extensiv genutztem Grünland mit innovativen, naturverträglichen Methoden“ kommen zwei Roboter der Firma Falck GmbH zum Einsatz, die die Blüte der Herbstzeitlose erkennen und die Pflanze mitsannt Wurzeln mit einem Bohrer ausbohren sollen.

Zeitenwende in der Landwirtschaft

GNA setzt zur Rückdrängung der Herbstzeitlosen auf Robotertechnik

Die GNA (Gesellschaft für Naturschutz und Auenentwicklung) hat ein neues Projektblatt veröffentlicht. Es informiert über die geplante Verdrängung der Pflanze von landwirtschaftlichen Flächen mit innovativen, aber naturverträglichen Methoden. Die Herbstzeitlose hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einem großen Problem für die Landwirtschaft und den Naturschutz entwickelt. Der Grund: Die Pflanze ist in allen Bestandteilen giftig und breitet sich gerade auf extensiv genutztem Grünland immer weiter aus. „Würde man diesem Trend nicht entgegensteuern, würde irgendwann die Bewirtschaftung durch die Landwirte ausfallen. Die Wiesen an der Kinzig wären für immer verändert. Wir würden unersetzliche Lebensräume, Biotope und viele Tier- und Pflanzenarten der Auen verlieren.“ berichtet Projektmanager Dr. Helmut Steiner.

Abb. 19: Collage verschiedener Presseartikel und Veranstaltungen mit Bezug zum Projekt

3 Kooperationspartner

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Mainzer Straße 80, 65189 Wiesbaden

Amt 70 des Main-Kinzig-Kreises, Amt für Umwelt, Naturschutz und ländlicher Raum:

Amtsleitung: Katrin Hess | katrin.hess@mkk.de

Abteilungsleiter Landwirtschaft: Karsten Dill | karsten.dill@mkk.de

Abteilungsleiter Umwelt und Naturschutz: Bernd Leutnant |

bernd.leutnant@mkk.de

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen:

Beratungsteam Pflanzenbau: Stephan Brand | stephan.brand@llh.hessen.de

Kreisbauernverband Main-Kinzig e.V.:

Vorsitzender: Mark Trageser, Geschäftsführerin: Meike Ross | info@kbv-main-kinzig.de

Kommunen und deren Vertreter

Gemeinde Gründau: Dirk Viegelahn | dirk.viegelahn@gruendau.de

Gemeinde Hasselroth: Matthias Rösch | M.Roesch@hasselroth.de

Gemeinde Rodenbach: Silke Fees | silke.fees@rodenbach.de

Stadt Erlensee: Iris Mattis | imattis@erlensee.de

Stadt Langenselbold: Matthias Wissel | m.wissel@langenselbold.de

Antragsteller

Landwirt Klaus Fuchs, Rödelberghof, 63505 Langenselbold

reitanlage-roedelberg@web.de

Beteiligte Landwirtschaftsbetriebe

Gerhard Groß, Waldhof, 63505 Langenselbold | gross-waldhof@gmx.de

Oliver Richter, Sonnenhof, 63526 Erlensee-Rückingen | oliverrichter77@gmx.de

Technischer Kooperationspartner:

Paltech GmbH, Kreuzweg 26, 87645 Schwangau | info@paltech-robotics.eu

<https://www.paltech-robotics.eu/>

4 Literatur

- ANON. 1796: Vorschlag die Herbstzeitlose auszurotten. - Neues Hannoverisches Magazin 1796, No. 76, 19.09.1796: 1215-1216. URL: www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10530458_00631_u001
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (LFL) (undat.): Unkraut-Steckbrief: Herbstzeitlose. - URL: www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/u_steckbriefe/053990/index.php
- DIRKSMEYER, W & MENRAD, K (Hrsg.) 2021: Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie: Digitalisierung und Automatisierung - Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich für den Gartenbau? - Tagungsband zum 3. Symposium für Ökonomie im Gartenbau am 15. November 2019 in Freising / Weißenstephan. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Rep 89, 190 S. URL: www.econstor.eu/bitstream/10419/247279/1/1775897974.pdf
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. 2001: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Aufl. - Scripta Geobotanica 18. Verlag Erich Goltze, Göttingen. 262 S.
- KIRCHHOF, E. 1855: Das Unkraut. Praktische Anleitung zur gänzlichen Vertilgung der Aecker- und Wiesen-Unkräuter mit Angabe und Abbildungen der zu ihrer Vertilgung erforderlichen Werkzeuge nebst Beschreibung der am häufigsten vorkommenden der Cultur hinderlichen Pflanzen. Zweite Auflage. - Leipzig: Reichenbach'sche Buchhandlung. URL: www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10294186
- KOPFINGER, S. & VINZENT, B. 2021: Erprobung und Bewertung eines autonomen Feldroboters. - S. 175-180 in: MEYER-AURICH, A. et al. (Hrsg.): 41. GIL-Jahrestagung, Informations- und Kommunikationstechnologien in kritischen Zeiten. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn (Lecture Notes in Informatics (LNI)). URL: dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/35668/GIL2021_Kopfinger_175-180.pdf
- LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hg.) 2021: FFH-Lebensraumtyp 6510 Magere Flachland-Mähwiesen. - URL: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/natur-und-landschaft/6510-magere-flachland-mahwiesen
- MASSON, S., CHAUVEL, B., CARLEN, C., & WIRTH, J. 2021: Neue Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Unkrautbekämpfung. - Argarforschung Schweiz 12: 78-89. URL: www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2021/05/078-089_Masson_Jarabo_Pflanzenbau_Unkrautbekaempfung_D.pdf
- MICHEL, J. 2021: Natura 2000: Schwindende Mähwiesen: EU-Kommission verklagt Deutschland. - agrarheute. URL: www.agrarheute.com/politik/schwindende-maehwiesen-deutschland-eu-kommission-zieht-gericht-588046
- MÜLLER, C. 2022: Untersuchung des equinen Selektionsverhaltens in Bezug auf Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale* L.) im Heu. - Dissertation. Universität Leipzig, Leipzig. Veterinärmedizinische Fakultät. URL: ul.qucosa.de/api/qucosa%3A79393/attachment/ATT-0/
- NABU (Hg.) 2014: Vollzugsdefizite und Verstöße gegen das Verschlechterungsverbot bei FFH-Lebensraumtypen auf Grünlandstandorten in Deutschland. Beschwerde des NABU an die Europäische Kommission wegen Nichtbeachtung des Gemeinschaftsrechts. - Berlin. URL: www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/gruenland/140403-nabu-beschwerde_ffh-gr_nland.pdf

- REDWITZ, C. V., LEPKE, J. & RICHTER, O. 2022: Precision weed control: a spatially explicit individual based model. Präzise Unkrautkontrolle: ein räumlich-explizites, Individuen-basiertes Modell. - S. 141-146 in: Ulber, L. & Rissel, D. (Hrsg.): Tagungsband 30. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und - bekämpfung 22. - 24. Februar 2022, online. Proceedings 30th German Conference on Weed Biology and Weed Control February 22-24, 2022, online. Braunschweig (Julius-Kühn-Archiv, 468). URL: www.unkrauttagung.de/dokumente/upload/7c72b_JKA_468_Unkrauttagung.pdf
- RIEDEL 1862: Vertilgung der Herbstzeitlose. - Landwirtschaftliche Blätter für Schwaben und Neuburg I. Nr. 29, 18.07.1862: 267-268. URL: www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb10371536_00279_u001
- SCHULZE, C., HUFMANN, S. & KÖNITZER, G. 2020: Die Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) in extensiv genutzten Grünlandbeständen und Auwiesen. Rückdrängung der zunehmenden Ausbreitung durch ein naturverträgliches Bewirtschaftungskonzept (modifizierte Bewirtschaftung). - Abschlussbericht zum HALM-Förderverfahren A2: Umsetzung von Konzepten für das Jahr 2020, Hessen.
- SEITHER, M. & ELSÄSSER, M. 2014: Bekämpfungsstrategien gegen Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) und deren Auswirkungen auf die botanische Zusammensetzung artenreicher Wiesen. - Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen. 58. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., Amstadt, 28. - 30. August 2014: 61-67. URL: http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/zip/dateien/aggf_2014_seither_elsaesser.pdf
- SEITHER, M., ENGEL, S., KING, K., & ELSÄSSER, M. 2018: FFH-Mähwiesen: Grundlagen-Bewirtschaftung-Wiederherstellung. - Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg (LAZBW). Aulendorf. URL: fortbildung-lazbw.lgl-bw.de/lazbw/webbasys/download/Shop/2018_GL_lazbw_FFH_Maehwiesen_Grundlagen.pdf
- STEILEN, C. & HERGENRÖTHER, K. 2020: Giftpflanzen im Grünland - Bedeutung, erkennen, bekämpfen. - Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Eifel. URL: [www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/b753b50618836316c12579ed0028fc2e/a6e9ba564ec23800c12585310027bc88/\\$FILE/Broschuere_Giftpflanzen_im_Gruenland-2020_September.pdf](http://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/b753b50618836316c12579ed0028fc2e/a6e9ba564ec23800c12585310027bc88/$FILE/Broschuere_Giftpflanzen_im_Gruenland-2020_September.pdf)
- TRAUB, A. (undat.): Der schleichende Tod auf dem Heuboden. - URL: <http://reitturniere.de/news/03072015-der-schleichende-tod-auf-dem-heuboden>
- WEIßBECKER, M., BERG, T., GESKE, C., HENKY, Y., JOKISCH, S., JÜNEMANN, M., KRUMMEL, N., MAHN, D., OPITZ, A., SCHWENKMEZGER, L. & WERNING, K. 2019: Der FFH-Bericht 2019: Ergebnisse und Schlussfolgerungen für Hessen. - Jahrbuch Naturschutz in Hessen 18: 116-124. URL: www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/naturschutz/Veroeffentlichungen/JNH18_S_116-124_Weissbecker_et_al.pdf
- WINTER, S., PENKER, M., & KRIECHBAUM, M. 2011: Integrating farmers' knowledge on toxic plants and grassland management: A case study on *Colchicum autumnale* in Austria. - Biodiversity Conservation 20 (8): 1763-87.
- ZTSCHR. D. V. NASSAUISCHER LANDWIRTHE 1878: Die Herbstzeitlose. - Wochenschrift für Landwirtschaft, Industrie und Handel 12, No. 24, 11.06.1878: 193. URL: www.digitale-sammlungen.de/de/view/bsb11364166

5 Ansprechpartner

Dr. Helmut Steiner

Tel: 06184 - 93 95 939

E-Mail: gna.steiner@web.de

Dipl.-Biol. Susanne Hufmann

Tel: 06184 - 99 33 797

E-Mail: gna.aue@web.de

Günter Könitzer

Tel: 06184 -99 344 39

E-Mail: g.koenitzer@gna-aue.de

Gesellschaft für Naturschutz und Auenentwicklung (GNA e.V.)

Mühlstraße 11 | 63517 Rodenbach

www.gna-aue.de

Alle Bilder: © GNA e.V.

6 Anhänge

- **Anhang I:** Kartenanhang Frühjahrskartierung 2023
Kartenanhang Herbstkartierung 2023
- **Anhang II:** Dokumentation Teilprojekt Düngung
- **Anhang III:** Dokumentation Teilprojekt Beweidung
- **Anhang IV:** Dokumentation Teilprojekt Mechanik
- **Anhang V:** Dokumentation Teilprojekt Roboter
- **Anhang VI:** Öffentlichkeitsarbeit