

Anhang IV

Dokumentation

Versuche Mechanik

Dokumentation 2024:

Teilprojekt Mechanik

Hintergrund

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

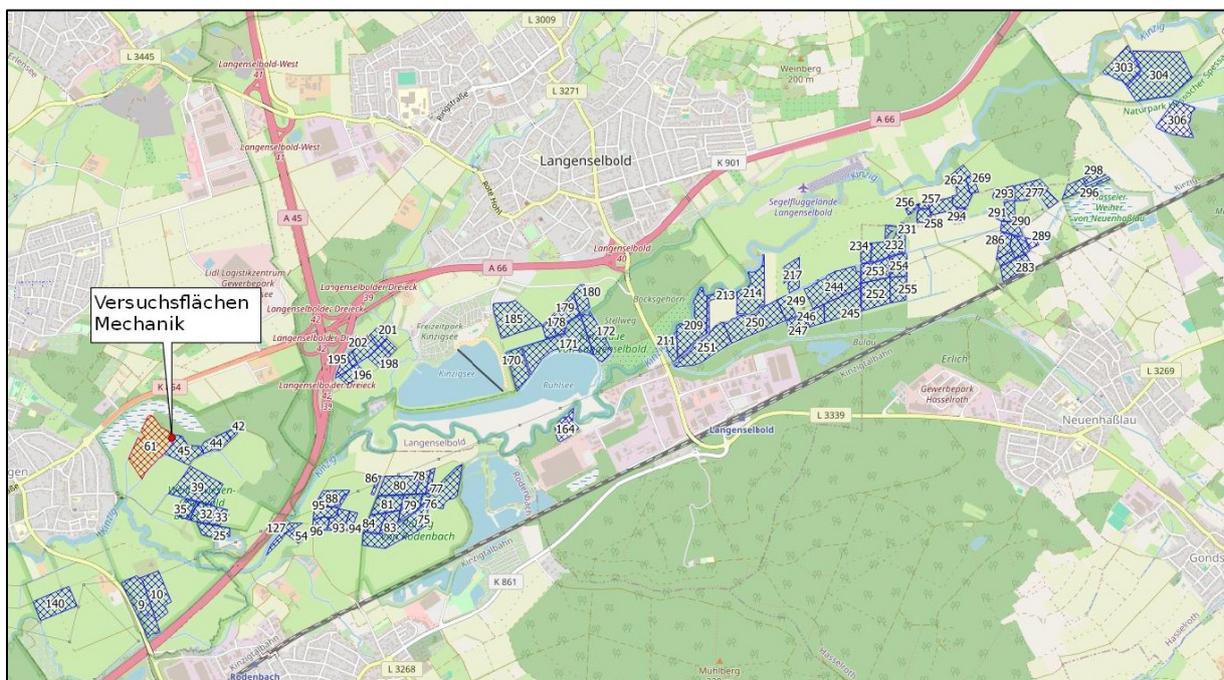
Zielsetzung

Ziel ist, verschiedene mechanische Bekämpfungsvariante ausprobieren, die später automatisiert d.h. in Roboter oder Anbaugerät eingebaut werden können. Dies soll parallel zu den Versuchen mit der Firma Paltech laufen, deren Schwerpunkt auf der Software-Seite liegt (Pflanzenerkennung, Robotersteuerung).

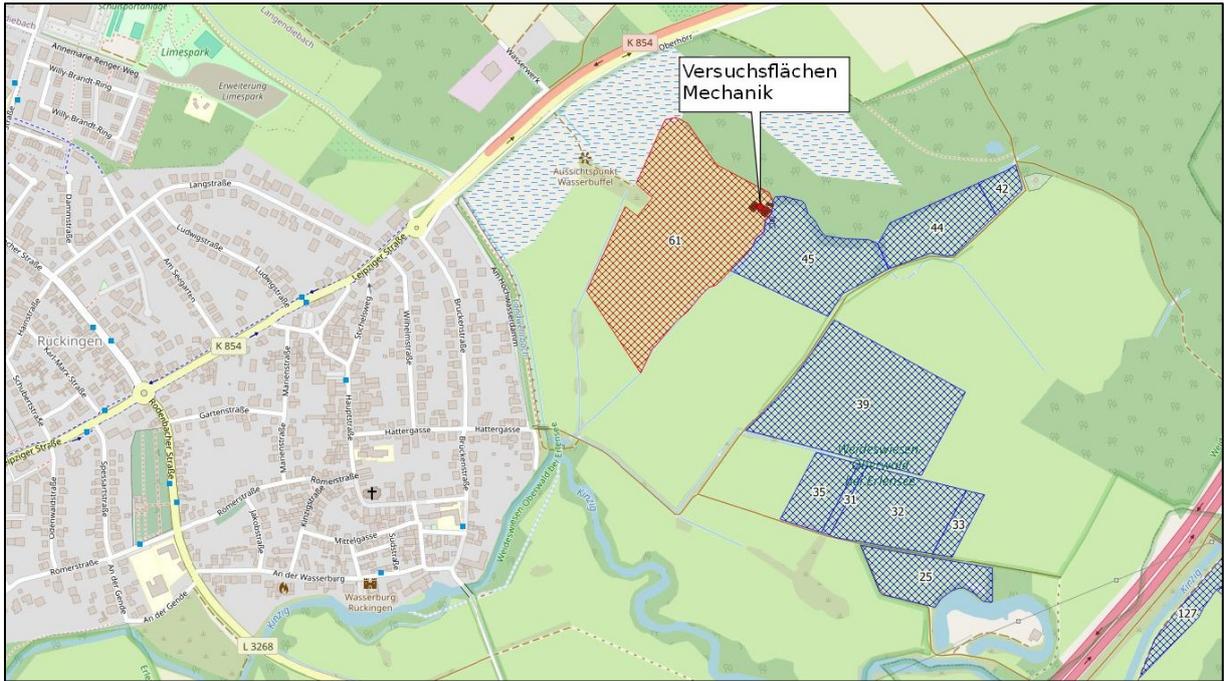
Projektlaufzeit: 5 Jahre, 2023-2027

Versuchsfläche: Flurstück-Nr. 61, Weideswiesen bei Erlensee

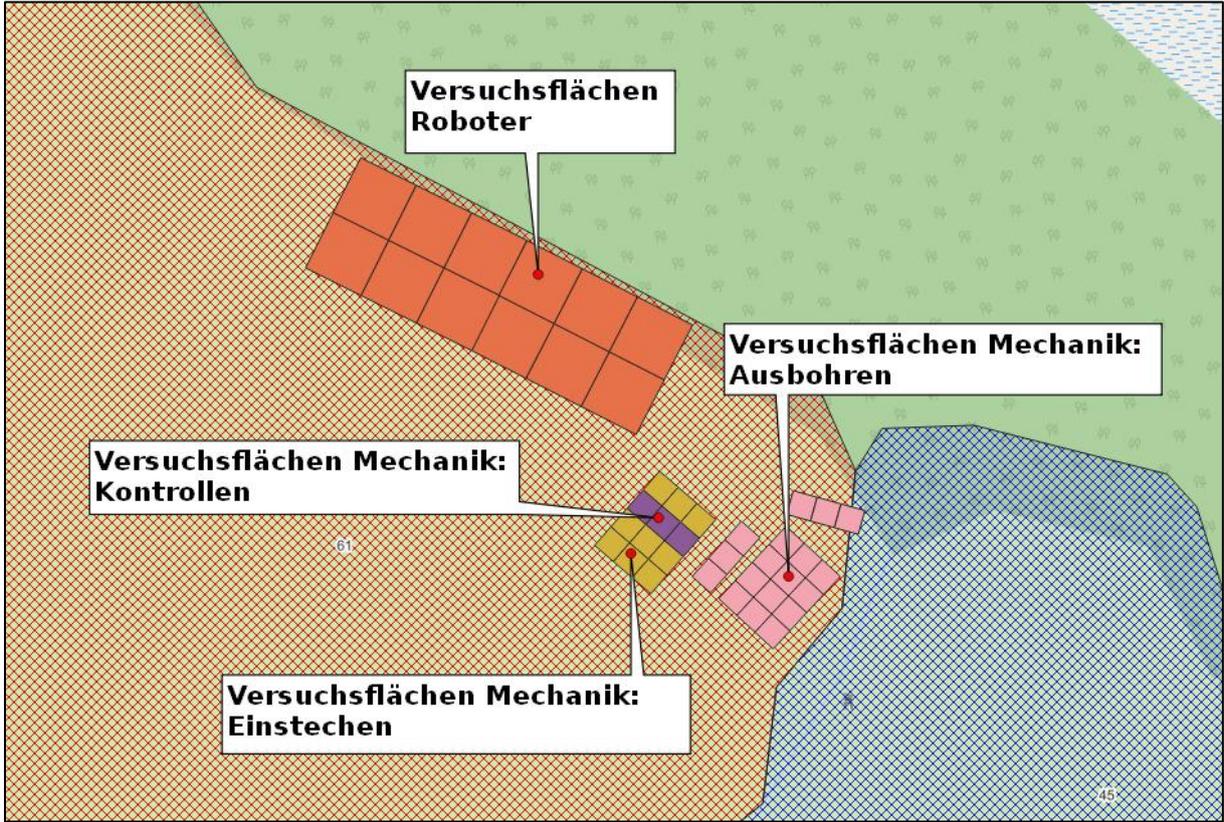
Bewirtschafter: Oliver Richter



Karte 1: Lage des Flurstücks 61 im Projektgebiet



Karte 2: Lage des Flurstücks 61 im Detail



Karte 3: Lage der Versuchsflächen Technik zueinander und in Relation zu den Versuchsflächen Roboter



Karte 4: Versuchsflächen mit Bezeichnungen (T-E-***: Versuchsflächen für Einstichversuche; T-A-***: Versuchsflächen für Ausbohrversuche; T-K*: Kontrollflächen für beide)



Einsteich-Versuche

Methode

Anstechen der Knolle: Einstechen mit einer geraden, dreizinkigen Grab-Gabel, Mittelzinken im Zentrum der Pflanze, zweiter Einstich um 90° versetzt. Einstichtiefe 0,2m. Dimensionen der Gabel: Zinkenabstand 50mm, Zinken trapezförmig 10x6mm.



Versuchsaufbau

12 Versuchsquadrate 3x3m:

- 3 Flächen, auf denen keine Maßnahmen durchgeführt werden (Kontrolle)
- 3 Flächen, auf denen die Knollen nur im Frühjahr angestochen wird
- 3 Flächen, auf denen die Knollen im Frühjahr und Herbst angestochen wird
- 3 Flächen, auf denen die Knollen nur im Herbst angestochen wird

| Je 3x | Frühjahr | Frühjahr & Herbst | Herbst |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Keine Maßnahme (Kontrolle) | Einstechen trocken | Einstechen trocken | Einstechen trocken |

Frühjahr 2024

Maßnahmendurchführung

15.04.2024 - 6 Personenstunden - 1 Person

Einmessen bzw. Anlegen der Versuchsflächen

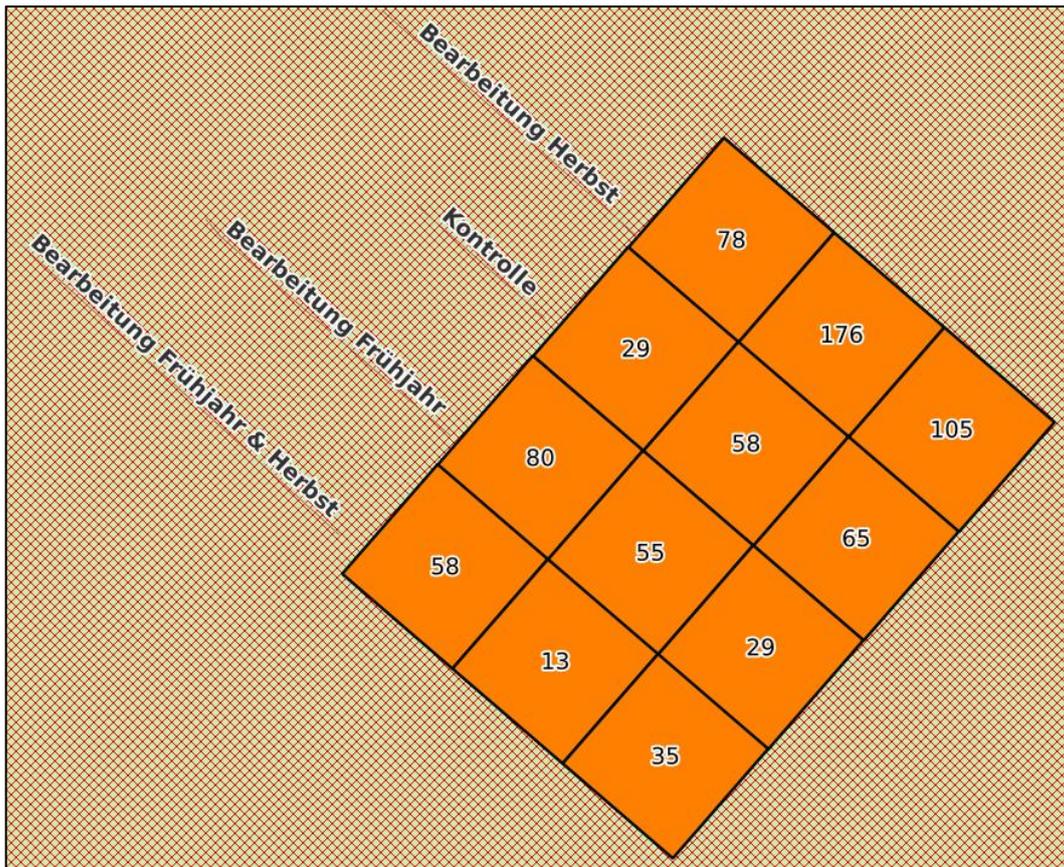
Ungefähr Lokalisierung der Versuchsflächen mittels GPS, Aufspüren der vergrabenen Magnete mittels Magnetsuchgerät, Markierung mit Weidezaunpfosten, Ausspannen mit einer vorbereiteter Maurerschnur, die alle 3m markiert ist.



Kartierung

Auf allen Versuchsflächen wurden alle Individuen der Herbstzeitlose gezählt.

| | | | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| Kontrollflächen | T-K 1 | T-K 2 | T-K 3 |
| Anzahl HZL | 29 | 58 | 65 |
| TF Einstechen Frühjahr & Herbst | T-E-FH 1 | T-E-FH 2 | T-E-FH 3 |
| Anzahl HZL | 58 | 13 | 35 |
| TF Einstechen Frühjahr | T-E-F 1 | T-E-F 2 | T-E-F 3 |
| Anzahl HZL | 80 | 55 | 29 |
| TF Einstechen Herbst | T-E-H 1 | T-E-H 2 | T-E-H 3 |
| Anzahl HZL | 78 | 176 | 105 |



Karte 5: Ergebnisse der Kartierung Frühjahr 2024: Anzahl Pflanzen



Entwicklungstrend

Die Änderungen gegenüber dem Vorjahr sind uneinheitlich, für jede Maßnahmenart gab es sowohl Zu- als auch Abnehmen. Im Mittel zeigen die Kontrollen nur eine geringe Zunahme von 17%, die Frühjahrsbearbeitung eine deutlichere Zunahme von 72% sowie die Frühjahrs- und Herbstbearbeitung eine leichte Abnahme von 16%.

| Veränderungen | | |
|-------------------------------------|-----------------------|------|
| Jahr | 2023 > 2024 | |
| Kartierung | Frühjahr | |
| Plot | Faktor | |
| Kontrolle* | T-K 1 | 1,21 |
| | T-K 2 | 0,60 |
| | T-K 3 | 1,71 |
| | Mittel | 1,17 |
| Bearbeitung Frühjahr | T-E-F_ 1 | 1,25 |
| | T-E-F_ 2 | 3,06 |
| | T-E-F_ 3 | 0,85 |
| | Mittel | 1,72 |
| Bearbeitung Herbst | T-E-H_ 1 | --- |
| | T-E-H_ 2 | --- |
| | T-E-H_ 3 | --- |
| | Mittel | |
| Bearbeitung Frühjahr & Herbst | T-E-FH 1 | 1,29 |
| | T-E-FH 2 | 0,20 |
| | T-E-FH 3 | 1,03 |
| | Mittel | 0,84 |

Durchgeführte Maßnahmen

- Kontrollflächen (K): Keine Maßnahmen auf 3 Flächen
- Frühjahrs-Flächen (F): Anstechen aller Knollen auf 3 Flächen
- Frühjahr & Herbst-Flächen (HF): Anstechen aller Knollen auf 3 Flächen

Beräumen der Fläche

Entfernen von Mauererschnur und Weidezaunpfosten, um uneingeschränkte Bearbeitung zu ermöglichen.

Herbst 2024

Maßnahmendurchführung

24.09.2024 - 9 Personenstunden - 2 Personen

Einmessen bzw. Anlegen der Versuchsflächen

Ungefähr Lokalisierung der Versuchsflächen mittels GPS, Aufspüren der vergrabenen Magnete mittels Magnetsuchgerät, Markierung mit Weidezaunpfosten, Ausspannen mit einer vorbereiteter Maurerschnur, die alle 3m markiert ist.

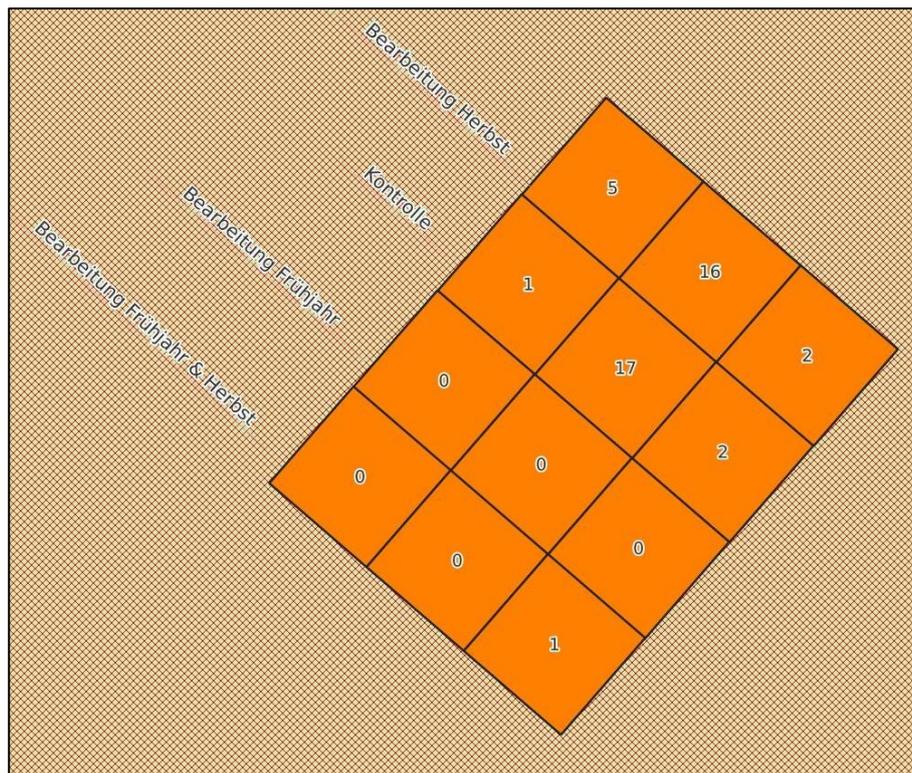


Kartierung Herbst 2024

Auf allen Versuchsflächen wurden alle individuellen Blüten der Herbstzeitlose gezählt (einschließlich der verblühten, soweit noch erkennbar).

| | | | |
|---------------------------------|----------|----------|----------|
| TF Einstechen Herbst | T-E-H_1 | T-E-H_2 | T-E-H_3 |
| Anzahl HZL | 5 | 16 | 2 |
| Kontrollflächen | T-K_1 | T-K_2 | T-K_3 |
| Anzahl HZL | 1 | 17 | 2 |
| TF Einstechen Frühjahr | T-E-FH_1 | T-E-FH_2 | T-E-FH_3 |
| Anzahl HZL | 0 | 0 | 0 |
| TF Einstechen Frühjahr & Herbst | T-E-F_1 | T-E-F_2 | T-E-F_3 |
| Anzahl HZL | 0 | 0 | 1 |





Karte 6: Ergebnisse der Kartierung Herbst 2024: Anzahl Blüten

Das Verhältnis von Pflanzen zu Blüten scheint in keiner festen Beziehung zu stehen und schwankt für die einzelnen Probeflächen zwischen 3:1 und 80:0. Rückschlüsse von der Anzahl der Blüten auf die Pflanzenpopulation einer Fläche scheinen somit nicht möglich zu sein. Auf einen Vergleich der Blütenzahlen mit dem Vorjahr wurde daher verzichtet.

Durchgeführte Maßnahmen

- Herbst-Flächen (H): Anstechen aller Knollen auf 3 Flächen
- Kontrollflächen (K): Keine Maßnahmen auf 3 Flächen
- Frühjahr & Herbst-Flächen (HF): Anstechen aller Knollen auf 3 Flächen
- Frühjahr-Flächen (F): Keine Maßnahmen auf 3 Flächen

Beräumen der Fläche

Entfernen von Maurerschnur und Weidezaunpfosten, um uneingeschränkte Bearbeitung zu ermöglichen.

Ausbohr-Versuche

Methode

Mittels einer Benzinbohrmaschine mit einem Erdbohrer 100mm Durchmesser werden alle erfassten Blüten bzw. Blütencluster bis auf eine Tiefe von 25cm ausgebohrt. Auf der Hälfte der Versuchsflächen wurden in jedes Bohrloch mittels Meßkanne 0,5l Wasser nachgegossen, da es Literaturhinweise gibt, dass dies ein Faulen beschädigter Knollen begünstigen soll.



Versuchsaufbau

21 Versuchsquadrate 3x3m:

- 3 Flächen, auf denen keine Maßnahmen durchgeführt werden (Kontrolle)
- 3 Flächen, auf denen die Knollen nur im Frühjahr ausgebohrt werden (wird erst Frühjahr 2024 angelegt)
- 3 Flächen, auf denen die Knollen im Frühjahr und Herbst ausgebohrt werden
- 3 Flächen, auf denen die Knollen nur im Herbst ausgebohrt werden
- 3 Flächen, auf denen die Knollen nur im Frühjahr ausgebohrt werden und 0,5 l Wasser nachgegossen werden (wird erst Frühjahr 2024 angelegt)
- 3 Flächen, auf denen die Knollen im Frühjahr und Herbst ausgebohrt werden und 0,5 l Wasser nachgegossen werden
- 3 Flächen, auf denen die Knollen nur im Herbst ausgebohrt werden und 0,5l Wasser nachgegossen werden

| Je 3x | Frühjahr | Frühjahr & Herbst | Herbst |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Keine Maßnahme (Kontrolle) | Ausbohren trocken | Ausbohren trocken | Ausbohren trocken |
| | Ausbohren & Wasser nachgießen | Ausbohren & Wasser nachgießen | Ausbohren & Wasser nachgießen |

Frühjahr 2024

Maßnahmendurchführung

15.04. & 13.05.2024 - 12 Personenstunden - 2 Personen

Einmessen bzw. Anlegen der Versuchsflächen

Ungefähr Lokalisierung der Versuchsflächen mittels GPS, Aufspüren der vergrabenen Magnete mittels Magnetsuchgerät, Markierung mit Weidezaunpfosten, Ausspannen mit einer vorbereiteter Maurerschnur, die alle 3m markiert ist.

Einrichten zusätzlicher Versuchsflächen (Bearbeitung nur Frühjahr)

6 Versuchsquadrate 3x3m:

- Auswahl einer Fläche mit starkem Befall, auf denen bisher keine Maßnahmen durchgeführt wurden
- Einmessen der Versuchsflächen mittels Maßband
- Versuchsflächen wurden in 3-er Blöcken angelegt
- Markieren aller Ecken mit Weidezaunpfosten
- Markieren der Flächengrenzen mittels vorbereiteter Maurerschnur (je 30m, alle 3m markiert)

Dauerhafte Markierung der neuen Versuchsflächen

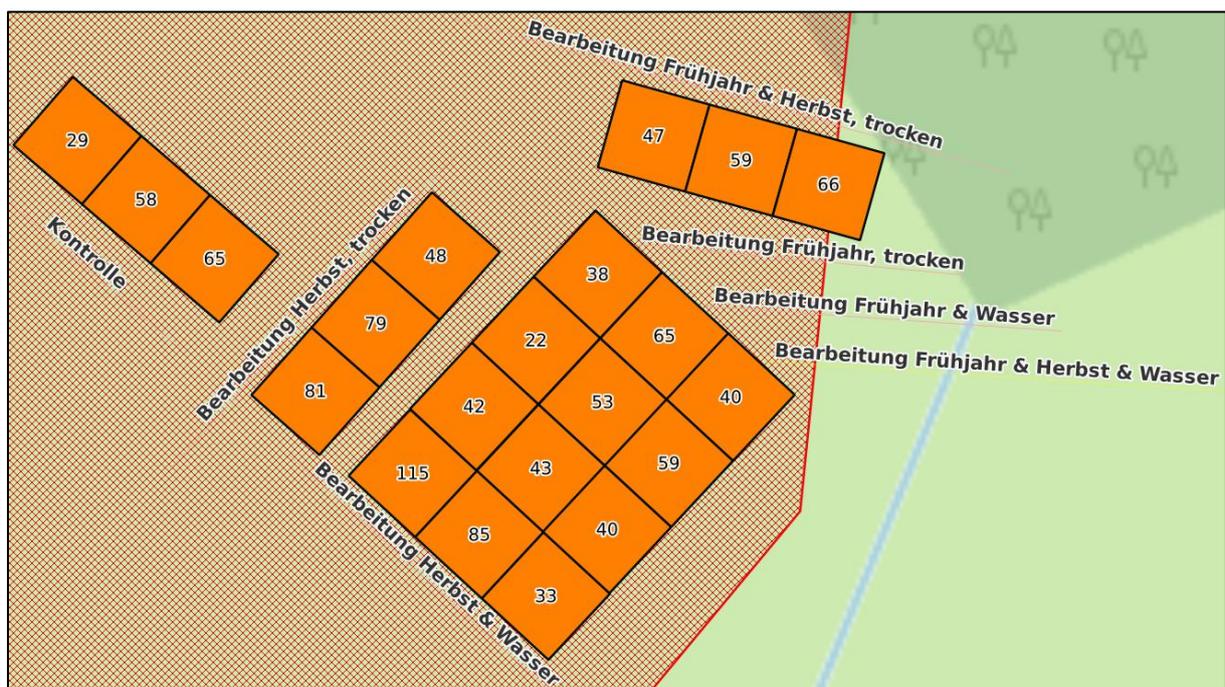
- Einmessen der Ecken der Versuchsflächen-Blocks mittels GPS zur ungefähren Lokalisierung.
- Vergraben von Magneten an den Ecken des 3er-Blocks mittels einer schmalen Gartenschaufel und Magnetsetzer, Einsetztiefe ca. 15cm.



Kartierung

Auf allen Versuchsflächen wurden alle Individuen der Herbstzeitlose gezählt.

| Kontrollflächen | T-K 1 | T-K2 | T-K 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Anzahl HZL | 29 | 58 | 65 |
| TF Ausbohren Herbst | T-AT-H_1 | T-AT-H_2 | T-AT-H_3 |
| Anzahl HZL | 81 | 79 | 48 |
| TF Ausbohren Herbst & Wasser | T-AW-H_1 | T-AW-H_2 | T-AW-H_3 |
| Anzahl HZL | 115 | 85 | 33 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Herbst | T-AT-FH 1 | T-AT-FH 2 | T-AT-FH 3 |
| Anzahl HZL | 47 | 59 | 66 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Herbst & Wasser | T-AW-FH 1 | T-AW-FH 2 | T-AW-FH 3 |
| Anzahl HZL | 40 | 59 | 40 |
| TF Ausbohren Frühjahr | T-AT-F_1 | T-AT-F_2 | T-AT-F_3 |
| Anzahl HZL | 38 | 22 | 42 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Wasser | T-AW-F_1 | T-AW-F_2 | T-AW-F_3 |
| Anzahl HZL | 65 | 53 | 43 |



Karte 7: Ergebnisse der Kartierung Frühjahr 2024: Anzahl Pflanzen

Durchgeführte Maßnahmen

Bei dem bereits sehr hohen Bewuchs im Mai wickelt sich das Gras um den Bohrer und verhindert weiteres Eindringen des Bohrers. Der Bohrer musste bei jedem Bohrvorgang zum Teil mehrfach von aufgewickelten Gras befreit werden, was aus Sicherheitsgründen jedes Mal ein Abschalten der Maschine erfordert. Da die Fläche nicht gemäht und mit hohem Gras bestanden war, hätten alle Herbstzeitlosen-Pflanzen zum Ausbohren von Hand freigeräumt werden müssen. Dies war bei der Bewuchsdichte und der Dichte der Herbstzeitlose nicht leistbar. Die Versuche wurden daher nach mehreren Stunden abgebrochen.



Herbst 2024

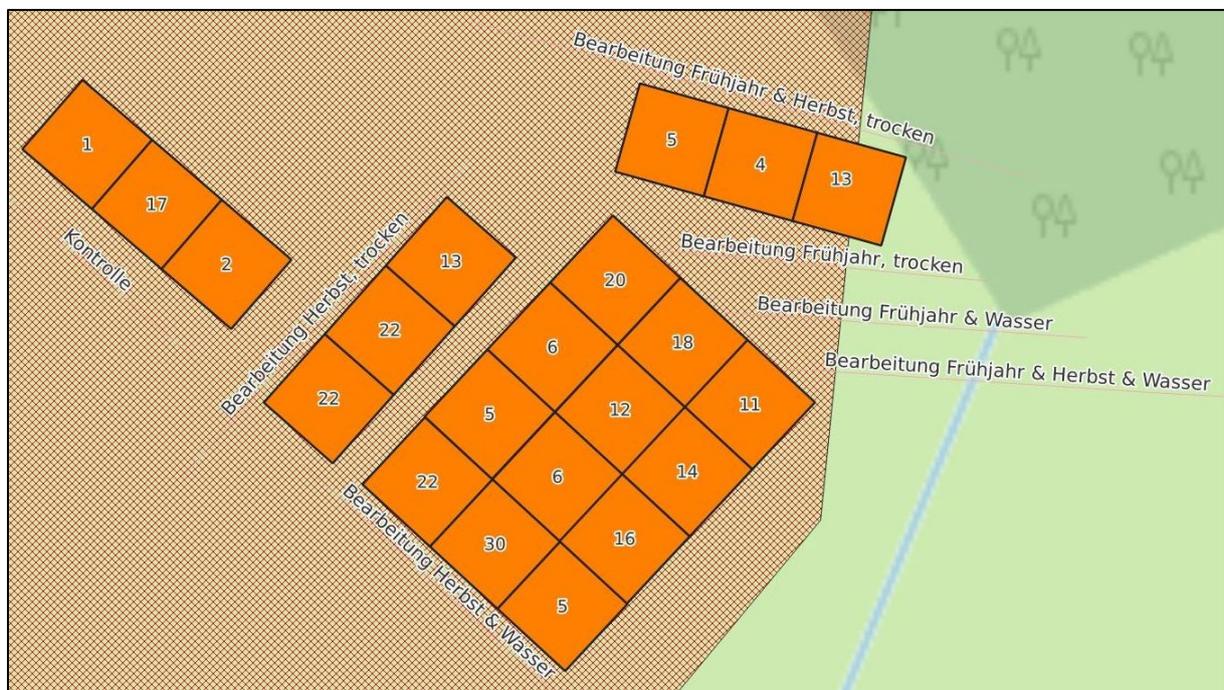
Maßnahmendurchführung

02.-03., 09. & 25.09.2024 - 14 Personenstunden - 2 Personen

Kartierung Herbst 2024

Auf allen Versuchsflächen wurden alle individuellen Blüten der Herbstzeitlose gezählt (einschließlich der verblühten, soweit noch erkennbar).

| Kontrollflächen | T-K 1 | T-K2 | T-K 3 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Anzahl HZL | 1 | 17 | 2 |
| TF Ausbohren Herbst | T-AT-H 1 | T-AT-H 2 | T-AT-H 3 |
| Anzahl HZL | 22 | 22 | 13 |
| TF Ausbohren Herbst & Wasser | T-AW-H 1 | T-AW-H 2 | T-AW-H 3 |
| Anzahl HZL | 22 | 30 | 5 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Herbst | T-AT-FH 1 | T-AT-FH 2 | T-AT-FH 3 |
| Anzahl HZL | 5 | 4 | 13 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Herbst & Wasser | T-AW-FH 1 | T-AW-FH 2 | T-AW-FH 3 |
| Anzahl HZL | 11 | 14 | 16 |
| TF Ausbohren Frühjahr | T-AT-F 1 | T-AT-F 2 | T-AT-F 3 |
| Anzahl HZL | 20 | 6 | 5 |
| TF Ausbohren Frühjahr & Wasser | T-AW-F 1 | T-AW-F 2 | T-AW-F 3 |
| Anzahl HZL | 18 | 12 | 6 |



Karte 8: Ergebnisse der Kartierung Herbst 2024: Anzahl Blüten

Das Verhältnis von Pflanzen zu Blüten scheint in keiner festen Beziehung zu stehen und schwankt für die einzelnen Probeflächen zwischen 2:1 und 50:1. Rückschlüsse von der Anzahl der Blüten auf die Pflanzenpopulation einer Fläche

scheinen somit nicht möglich zu sein. Auf einen Vergleich der Blütenzahlen mit dem Vorjahr wurde daher verzichtet.

Durchgeführte Maßnahmen

- Herbst-Flächen (T-AT-H₁): Ausbohren aller Knollen auf 3 Flächen
- Herbst-Flächen (T-AW-H₁): Ausbohren aller Knollen auf 3 Flächen, Nachgießen von 0,5l Wasser ins Bohrloch
- Kontrollflächen (T-K): Keine Maßnahmen auf 3 Flächen
- Frühjahr & Herbst-Flächen (T-AT-FH): Ausbohren aller Knollen auf 3 Flächen
- Frühjahr & Herbst-Flächen (T-AW-FH): Ausbohren aller Knollen auf 3 Flächen, Nachgießen von 0,5l Wasser ins Bohrloch



Probleme bei der Maßnahmendurchführung

Um die Probleme durch hohen Bewuchs zu vermeiden, wurden alle zu bearbeitenden Flächen zwei Wochen vor der Maßnahmendurchführung mittels Freischneider gemäht.



Trotzdem bildet abgerissene Vegetation bei jedem Ansatz des Bohrers ein Polster, das weiteres Eindringen des Bohrers verhindert. Erst nachdem dies vom Bohrer entfernt ist und der Bohrer auf blanker Erde angesetzt wird, geht der eigentliche Bohrvorgang problemlos. Aus Sicherheitsgründen muss zu jedem Reinigungsvorgang die Bohrmaschine abgeschaltet und anschließend neu gestartet werden.

Der Bohrer bohrt die Knolle in wenigen Teilstücken aus, zerstört sie aber nicht unbedingt. Da der Auswurf wieder ins Bohrloch gefüllt wird, um Schäden an der Wiese zu minimieren, besteht die Möglichkeit, dass übersehene Teilstücke der Knolle wieder eingebracht werden und wieder austreiben können. Ausgebohrte Teilstücke wurden daher mitgenommen, um festzustellen, ob die beschädigte Knolle wieder austreibt.



Beräumen der Fläche

Entfernen von Maurerschnur und Weidezaunpfosten, um uneingeschränkte Bearbeitung zu ermöglichen.



Anhang



Karte 9: Lage der Einmesspunkte zu den Versuchsflächen

Da die mittels GPS gemessenen Einmesspunkte relativ ungenau sind (GPS Genauigkeit je nach Satellitenkonstellation zwischen 1 und 4m), wurden sie durch geometrische Einmesspunkte aus dem GIS ersetzt, die auf das Mobilgerät übertragen wurden. Das Auffinden im Gelände erfolgt in OSMAMD+ Pro 4.1.

Liste der Einmesspunkte (kml-Datei)

| id | wkt_geom | Versuch | Plot |
|----|--|-----------|------|
| 22 | Point (9.00340718895271941 50.16092518683790047) | Technik-E | HE |
| 23 | Point (9.00353409143152916 50.16085482952799879) | Technik-E | HE |
| 24 | Point (9.00338722086081944 50.16074676857750347) | Technik-E | FH |
| 25 | Point (9.00326031838200969 50.16081695772729887) | Technik-E | FH |
| 26 | Point (9.00359215654087919 50.16085196810409741) | Technik-A | HE-T |
| 27 | Point (9.00363393189103967 50.16082857174939846) | Technik-A | HE-T |
| 28 | Point (9.00352279369531949 50.16074794681350113) | Technik-A | HE-T |
| 29 | Point (9.00348101834515013 50.16077151152700253) | Technik-A | HE-T |
| 30 | Point (9.00369304795260028 50.16084489870309682) | Technik-A | FJ-T |
| 31 | Point (9.00381627209869073 50.16077184816570167) | Technik-A | FH-W |
| 32 | Point (9.00366388402889939 50.1606661435036969) | Technik-A | HE-W |
| 33 | Point (9.00354118535891068 50.16073936252210075) | Technik-A | HE-W |
| 34 | Point (9.00370933771177917 50.16089674095230322) | Technik-A | FH-T |
| 35 | Point (9.00387170982751961 50.1608677900928015) | Technik-A | FH-T |
| 36 | Point (9.00385620828249067 50.16083311636590025) | Technik-A | FH-T |
| 37 | Point (9.00369462438091084 50.16086206724639851) | Technik-A | FH-T |

Verwendetes Material & Geräte

- Magnetsuchgerät ProNivo SmartTrak ST101
- 16 Magnete (Fa. Attenberger)
- Magnetsetzer (Fa. Attenberger)
- 56 Weidezaunpfosten
- 246m vorbereitete, 3m-markierte Maurerschnur
- Gerade, 3-zinkige Grabgabel (Eigen-Umbau)
- Bitux Benzin Erdlochbohrer MS-18085 / AG63D
- Erdbohrer 100mm (Bitux MS 12933)
- Zweitakt-Gemisch 1:30
- 0,5l-Meßkanne
- 20l-Wasserkarister
- Schmale Gartenschaufel (Gardenline)
- Smartphone (Blackview BV6200 Pro) zum Einmessen (Osmand+ Pro 4.1.)

