

# Schwarze Alpenschweine auf Adlerfarn

## Zwischenbericht nach den ersten zwei Projektjahren 2022 und 2023



**Verena Bühl und Anna Jenni**

Juni 2024

Projektbeteiligung: Yasmin Spengler und Oliver Schmutz

Unterstützt durch den Verein **Pro Patrimonio Montano**, die **Alpe Soladino**  
und Weitere.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Kurzbeschrieb Projekt</b> .....	<b>4</b>
1.1 Projektziele .....	4
1.2 Projektaufbau .....	4
1.2.1 WP 1: Flächenentwicklung .....	4
1.2.2 WP 2: Tierverhalten .....	4
1.2.3 WP 3: Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren auf Ptaquilosid .....	5
1.2.4 WP 4: Analyse von Kot und Urin .....	5
1.3 Zeitplan .....	6
1.4 Ansprechpersonen .....	6
<b>2. Zusammenfassung der Resultate, Schlussfolgerung und Empfehlungen</b> ....	<b>7</b>
2.1 Nach dem zweiten Jahr der Datenerhebung .....	7
<b>3. Einleitung / Problemstellung</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Material und Methoden</b> .....	<b>10</b>
4.1 WP 1: Flächenentwicklung.....	10
4.2 WP 2: Tierverhalten.....	12
4.3 WP 3: Analyse von Leber, Nieren und Muskelfleisch auf Ptaquilosid....	12
4.4 WP 4: Analyse von Kot und Urin.....	13
<b>5. Resultate</b> .....	<b>14</b>
5.1 WP 1: Flächenentwicklung.....	14
5.1.1 Versuchsjahr 1 (2022) .....	14
5.1.2 Versuchsjahr 2 (2023) .....	19
5.1.3 Entwicklung des Adlerfarns in den Versuchsjahren 1 und 2 .....	24
5.2 WP 2: Tierverhalten.....	27
5.3 WP 3: Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren auf Ptaquilosid....	27
5.4 WP 4: Analyse von Kot und Urin.....	28
<b>6. Diskussion</b> .....	<b>28</b>
<b>7. Literatur</b> .....	<b>29</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Veränderung Adlerfarnbewuchs im Versuchsjahr 2022.....	24
Tabelle 2: Veränderung Adlerfarnbewuchs im Versuchsjahr 2023.....	25
Tabelle 3: Laborergebnisse der Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren ....	27

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Versuchsgebiet im Valle Soladino TI, nahe Maggiatal, 1200 m.ü.M.11	
Abbildung 2: Hangneigung im Versuchsgebiet (30–35°). .....	11
Abbildung 3: Versuchs- und Referenzfläche, Versuchsjahr 1 (2022). .....	14
Abbildung 4: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 1 (21.05.2022). .....	15
Abbildung 5: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 2 (18.08.2022). .....	16

Abbildung 6: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 3 (06.10.2022).....	17
Abbildung 7: Entwicklung adlerfarnfreie Flächen, Versuchsjahr 1 (2022). ....	18
Abbildung 8: Versuchs- und Referenzflächen, Versuchsjahr 2 (2023).....	19
Abbildung 9: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 1 (25.05.2023).....	20
Abbildung 10: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 2 (18.08.2023).....	21
Abbildung 11: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 3 (06.10.2023).....	22
Abbildung 12: Entwicklung adlerfarnfreie Flächen, Versuchsjahr 2 (2023). ....	23
Abbildung 13: Effekt ein- und zweimaliger Beweidung auf den Adlerfarn. ....	26
Abbildung 14: Die Versuchsfläche zum Ende der Datenerhebung 2022. ....	26
Abbildung 15: Schwarzes Alpenschwein im Adlerfarn .....	28

# **I. Kurzbeschreibung Projekt**

## **I.1 Projektziele**

Das Projekt verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele bzw. Forschungsfragen: Einerseits wird untersucht, wie sich die Beweidung mit Schweinen auf die Bestandesentwicklung von Adlerfarn auswirkt; dies mit dem Ziel, das optimale Management für Flächen mit starkem Adlerfarnbewuchs zu definieren. Andererseits werden Muskelfleisch und Organe der Schweine auf Rückstände von Ptaquilosid untersucht mit dem Ziel, sicherzustellen, dass das essbare Gewebe nach dem Weiden auf intensiv mit Adlerfarn bewachsenen Flächen bedenkenlos konsumiert werden kann oder ob die Schweine nach dem Alpbazug noch einige Wochen im Tal gemästet werden müssen. Weiter wird die Gesundheit und das Wohlbefinden der Schweine überprüft und ihr Fressverhalten untersucht. Dieses wird zusätzlich zu Beobachtungen mit der Untersuchung der Ausscheidungsdynamik analysiert.

## **I.2 Projektaufbau**

Um einen möglichst ganzheitlichen Überblick über die verschiedenen Aspekte der Beweidung von Adlerfarnflächen mit Schweinen zu geben, wurde das Projekt in vier verschiedene Arbeitspakete/Work Packages (WP) unterteilt.

### **I.2.1 WP 1: Flächenentwicklung**

Um den Einfluss der Beweidung auf die Adlerfarnbestände zu untersuchen, wird die Entwicklung der Fläche mittels GPS-Gerät erhoben. Dabei wird die gesamte Versuchs- und Referenzfläche zu Beginn der jährlichen Erhebung in Flächen mit und ohne Adlerfarnbewuchs unterteilt. Während der Vegetationsperiode werden die Flächen total dreimal untersucht. Dabei wird die Entwicklung der Fläche unter Einfluss der Schweinebeweidung (Versuchsfläche) mit der Entwicklung ohne Massnahmen (Referenzfläche) verglichen. Um den Einfluss der mehrjährigen Beweidung mit Schweinen zu untersuchen, wird das Beweidungsschema im zweiten und dritten Versuchsjahr weiter differenziert in Teilflächen, die nur während eines Jahres bzw. während zwei und drei Jahren beweidet werden. Ebenso wird der Einfluss einer anschließenden Einsaat mit einer UFA-Standardmischung für den biologischen Futterbau untersucht.

### **I.2.2 WP 2: Tierverhalten**

Die tägliche Beobachtung des Tierverhaltens dient zwei Zielen: Einerseits wird das Fressverhalten auf der mit Adlerfarn bewachsenen Fläche erhoben, um zu untersuchen, inwieweit die Alpenschweine vom Adlerfarn als Futterpflanze Gebrauch machen und welche Pflanzenteile sie gegebenenfalls bevorzugt fressen (oberirdisch/unterirdisch).

Andererseits soll die Beobachtung sicherstellen, dass die Tiere gesund und vital sind und keine Vergiftungserscheinungen zeigen. Dafür liegt der Fokus auf der Beobachtung von Sozialverhalten, Koordination und Bewegungsabläufen, Wachheit und Aufmerksamkeit sowie Tagesrhythmus.

Im dritten Versuchsjahr wird zusätzlich zur täglichen Beobachtung durch das Alppersonal ein Beobachtungsprotokoll angewendet. Das Ziel dieser zusätzlichen Erhebung ist es, den Zusammenhang zwischen dem Fressverhalten und der Ausscheidungsdynamik des Ptaquilosids genauer zu untersuchen.

### **1.2.3 WP 3: Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren auf Ptaquilosid**

Um festzustellen, ob sich das Ptaquilosid in Nieren, Lebern oder Muskelfleisch einlagert, werden die Tiere nach Beendigung der Alpsaison nicht gleichzeitig geschlachtet, sondern zeitlich versetzt in einem Abstand von vier bis sechs Wochen. Dies erlaubt eine Aussage über die Anreicherung von Ptaquilosid bezogen auf die Zeit zwischen der letzten Beweidung und der Schlachtung. Die Daten geben weiter Aufschluss darüber, ob bei der Beweidung der Adlerfarnflächen mit Schweinen und der anschliessenden Nutzung des Fleisches für die menschliche Ernährung ein zeitlicher Abstand eingehalten werden muss.

### **1.2.4 WP 4: Analyse von Kot und Urin**

Für die Untersuchung von Kot und Urin werden unterschiedliche Methoden angewendet:

#### **Kotanalyse**

Innerhalb des Weidesystems wachsen nebst Adlerfarn noch weitere Pflanzen. Ausserdem finden sich im Boden Weichtiere, Insekten und kleine Säugetiere, welche von den Schweinen zusätzlich zum täglichen Mastfutter und der Schotte gefressen werden können. Um bessere Rückschlüsse auf die effektiv gefressenen Spezies ziehen zu können, wird der Kot der Schweine auf DNA-Basis untersucht.

#### **Urinanalyse**

Um die Ausscheidungsdynamik von Ptaquilosid zu erfassen, werden Urinproben der Tiere entnommen. Diese werden direkt auf der Wiese beim spontanen Urinieren gesammelt und anschliessend gekühlt. Pro Flächenerhebung wird pro Tier eine Probe entnommen. Die Urinproben werden ab Herbst 2024 am FiBL analysiert. Um die Konzentration von Ptauilosid im Farn zu messen, werden im Mai 2024 Adlerfarnwedel gesammelt, getrocknet und gemahlen und dann auf ihren Gehalt an Ptaquilosid untersucht.

### I.3 Zeitplan

2022	Flächenerhebung Tierbeobachtung	21.05. / 18.08. / 06.10. Täglich
2023	Flächenerhebung Tierbeobachtung Probennahme nach Schlachtung Analyse Leber, Nieren und Muskelfleisch Ansaat nach Schweinebeweidung	25.05. / 18.08. / 06.10. Täglich 9.10. / 6.11. / 4.12. / 15.01. 29.01.2024 Oktober 2023
2024	Flächenerhebung Tierbeobachtung Erweiterte Beobachtung (Protokoll) Probennahme Kot Probennahme Urin	24.05. / August / Oktober Täglich 24.05. / August / Oktober 24.05. / August / Oktober

### I.4 Ansprechpersonen

#### Projektdurchführung FiBL

Anna Jenni

[anna.jenni@fibl.org](mailto:anna.jenni@fibl.org)

+41 (0)62 865 17 13 // +41 (0)79 637 16 57

Verena Bühl

[verena.buehl@fibl.org](mailto:verena.buehl@fibl.org)

+41 (0)62 865 72 29



## **2. Zusammenfassung der Resultate, Schlussfolgerung und Empfehlungen**

### **2.1 Nach dem zweiten Jahr der Datenerhebung**

Nach dem Abschluss des zweiten Versuchsjahrs soll hier ein kurzes Zwischenfazit gezogen werden.

#### **WP 1: Flächenentwicklung**

In den ersten beiden Versuchsjahren wurde der Adlerfarn durch die Beweidung mit den Alpenschweinen deutlich zurückgedrängt. Dabei zeigte sich, dass eine Beweidung während nur eines Jahres keinen anhaltenden Effekt hat, sondern mindestens in einem weiteren Jahr wiederholt werden muss. Die zur Verfügung gestellte Weidefläche pro Schwein war mit 234 m<sup>2</sup> (erstes Jahr) bzw. 268 m<sup>2</sup> (zweites Jahr) so bemessen, dass der Adlerfarn um 100 % (Jahr 1) bzw. 79.6–89.2 % (Jahr 2) zurückgedrängt werden konnte.

#### **WP 2: Tierverhalten**

Die tägliche Aufnahme von Pflanzenteilen des Adlerfarns auf der Weide hatte keinen erkennbaren negativen Effekt auf die Vitalität der Schweine. Es waren zu keinem Zeitpunkt Vergiftungsanzeichen zu beobachten. Das Gewicht der Tiere bzw. die Gewichtszunahme sollte (wie bei jeder Form der Schweinemast) regelmässig kontrolliert werden, um eine ausreichende Menge an Zufütterung sicherzustellen.

#### **WP 3: Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren auf Ptaquilosid**

Im Muskelfleisch sowie in Leber und Nieren der geschlachteten Schweine lag der Gehalt an Ptaquilosid in allen Proben unter dem Messbaren Wert von 0.2 mg/kg. Die Schweine waren zu unterschiedlichen Zeitpunkten geschlachtet worden: zwei Tage nach dem Ende der Adlerfarnbeweidung sowie 4, 8 und 14 Wochen nach dem Verlassen der Adlerfarnfläche. Die genommenen Proben unterschieden sich nicht im analysierten Ptaquilosidgehalt.

### 3. Einleitung / Problemstellung

Das vorliegende Forschungsprojekt basiert auf den folgenden vier Ausgangsfragen, die mit verschiedenen Methoden beantwortet werden:

- Sind Schweine der Rasse Schwarzes Alpenschwein geeignet, um Alpweiden mit starkem Adlerfarnbewuchs zu beweiden und den Adlerfarn dadurch effektiv zurückzudrängen?
- Erweist sich das Beweidungsschema als effektiv?
- Ist das Fleisch der Schweine anschliessend für die menschliche Ernährung geeignet oder ist der im Adlerfarn enthaltene Giftstoff Ptaquilosid im Fleisch oder in den verzehrbaren inneren Organen der Schweine nach der Alpung noch nachweisbar?
- Wie beeinflusst das Fressverhalten der Schweine die Ausscheidungsdynamik des Adlerfarns?

Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*) stellt als invasive einheimische Pflanze auf vielen Alpweiden ein Problem dar. Die Pflanze ist insbesondere auf extensiv genutzten Wiesen und Weiden sehr konkurrenzstark. Sie breitet sich durch unterirdische Kriechtriebe (Rhizome) aus und kann dichte Bestände bilden, die den Boden beschatten und wertvolle Futterpflanzen nicht mehr aufkommen lassen. Typische Ausgangsstandorte sind lichte Wälder, Waldränder und Waldschläge auf nährstoffarmen, eher sauren Böden, von denen aus sich der Adlerfarn in benachbarte Weiden und Wiesen hinein ausbreitet. In dichten Grasbeständen mit intensiver Bewirtschaftung bzw. hohem Weidedruck kann sich der Adlerfarn dagegen kaum ausbreiten.

Insbesondere ältere Pflanzen sind bei länger andauernder Aufnahme giftig für Wiederkäuer und werden vom Vieh nach Möglichkeit gemieden. Der enthaltene Giftstoff Ptaquilosid ist unter anderem karzinogen. Wenn betroffene Tiere das Ptaquilosid mit der Milch ausscheiden und diese verzehrt wird, erhöht sich auch bei den Konsumenten das Risiko von Krebserkrankungen der Verdauungs- und Ausscheidungsorgane (vgl. Gil da Costa et al. 2012).

Herkömmlich wird der Adlerfarn durch regelmässiges Mähen zurückgedrängt. Dabei hat sich als geeignetes Vorgehen das dreimalige Mähen pro Jahr über einen Zeitraum von mindestens drei Jahren etabliert.<sup>1</sup> In einem zehnjährigen Feldversuch im Kanton Graubünden erwies sich das Ausreissen der Adlerfarntriebe als überlegen gegenüber dem Mähen, war jedoch extrem zeitaufwändig mit durchschnittlich 290 Stunden je ha und Durchgang in den ersten drei Jahren (vgl. Frei et al. 2019). In Berggebieten oder auf Alpen an steilen Lagen ist sowohl das Ausreissen als auch das Mähen mit der Motorsense auf grösseren mit Adlerfarn bewachsenen Flächen zu aufwändig und

---

<sup>1</sup> Vgl. die Empfehlungen zu mechanischen Regulierungsmassnahmen im Verbundprojekt Patura Alpina von AGRIDEA und FiBL, [www.patura-alpina.ch](http://www.patura-alpina.ch).



personell nicht zu bewältigen. Auch die Beweidung mit Schafen eignet sich nicht, um etablierte Adlerfarnbestände wirksam zurückzudrängen (vgl. Briemle 2001).

Es gibt Hinweise darauf, dass Wildschweine die Rhizome des Adlerfarns regelmässig verzehren (vgl. Schley et al. 2003). Anekdotisch wurde von zwei Züchtern der Verzehr von Adlerfarn auch durch Schwarze Alpenschweine berichtet. Schwarze und gefleckte Alpenschweine gehen zurück auf verschiedene alte Schweinerassen, die im Alpenraum traditionell genutzt wurden. Die hochbeinigen Tiere mit gefleckter oder durchgehend schwarz pigmentierter Haut und Behaarung sind an den Lebensraum Alpen sehr gut angepasst durch hervorragende Berggängigkeit, hohe Sonnenverträglichkeit und extensive Futteransprüche. Oft werden Schweine zur Verwertung der Schotte auf Alpen mit Milchvieh gehalten und anschliessend zur Fleischgewinnung für die menschliche Ernährung geschlachtet.

## 4. Material und Methoden

### 4.1 WP I: Flächenentwicklung

Zu Projektbeginn wurden geeignete Versuchs- und Referenzflächen am Standort ermittelt (vgl.

Abbildung 1) und nach folgenden Kriterien festgelegt:

- Versuchs- und Referenzfläche annähernd gleich gross, mit ähnlicher Hangneigung (vgl. Abbildung 2), Exposition und vergleichbarem Adlerfarn-Ausgangsbestand (im ersten Jahr vor Versuchsbeginn 89.9 bis 98.5 % der Fläche mit mindestens 8 Trieben je m<sup>2</sup> bewachsen; im zweiten Jahr 68.1 bis 70.4 % auf den neuen Flächen)
- Flächengrösse angepasst an die Anzahl Tiere (2022: 6 Tiere, 2023 und 2024: 4 Tiere): Einhaltung der gesetzlichen Mindestvorgabe (200 m<sup>2</sup> pro Tier für Mastschweine) und zugleich gewährleisten, dass die Fläche während der Alpweidezeit möglichst komplett durchgearbeitet werden kann; Fläche pro Tier 2022: 234 m<sup>2</sup>, 2023: 268 m<sup>2</sup>
- Erreichbarkeit der Flächen von der Alpe Soladino aus (nahe Fusspfad/Weg)

Für die Erhebung des Adlerfarnbewuchses auf den Versuchsflächen wurde folgende Definition zugrunde gelegt:

Als «**adlerfarnfrei**» wurden Flächen **mit weniger als 8 lebenden Adlerfarntrieben je m<sup>2</sup>** definiert. Dies entspricht einem ungefähren **Deckungsgrad von maximal 12.6 %** (bei 7 Trieben; Durchschnittswerte nach Frei et al. 2019). Nach den Empfehlungen der AGRIDEA zum Umgang mit Problempflanzen im Sömmerungsgebiet (Jucker et al. 2015) besteht bei Adlerfarn Handlungsbedarf ab einem Deckungsgrad von 15 resp. 20 % auf mittel-ertragreichen resp. mageren Standorten, was einem Bestand ab 8 resp. 11 Trieben je m<sup>2</sup> entspricht.

Die zusammenhängenden adlerfarnfreien Flächen wurden jeweils als Teilflächen innerhalb der Versuchs-/Referenzflächen kartiert. Die Erhebung erfolgte nach Augenschein mit Auszählen der Triebe je m<sup>2</sup> und anschliessender Aufnahme der zusammenhängenden Teilflächen mittels TSC7 von Trimble.

Nach der Erhebung wurden die GPS-Daten in der Software QGIS Desktop 3.28.7 (Firenze) eingelesen und Kartenansichten erstellt. Erkennbare Messungenauigkeiten des GPS-Gerätes wurden von Hand korrigiert (z. B. Ausdehnung einer vermessenen Teilfläche über die Grenzen der Versuchs- oder Referenzfläche hinaus, Randüberlappung von Teilflächen).

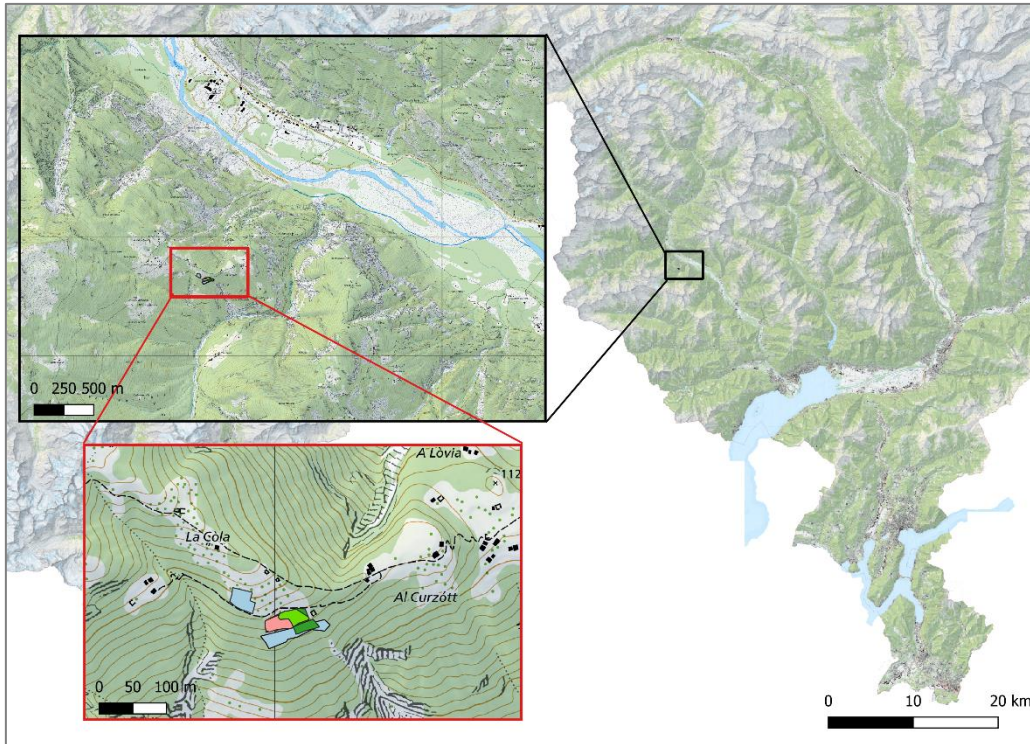


Abbildung 1: Versuchsgebiet im Valle Soladino TI, nahe Maggiatal, 1200 m.ü.M.

Quelle: Kartenübersicht erstellt in QGIS, Hintergrundkarte Swisstopo, EPSG:2056 CHI 903+/LV95.

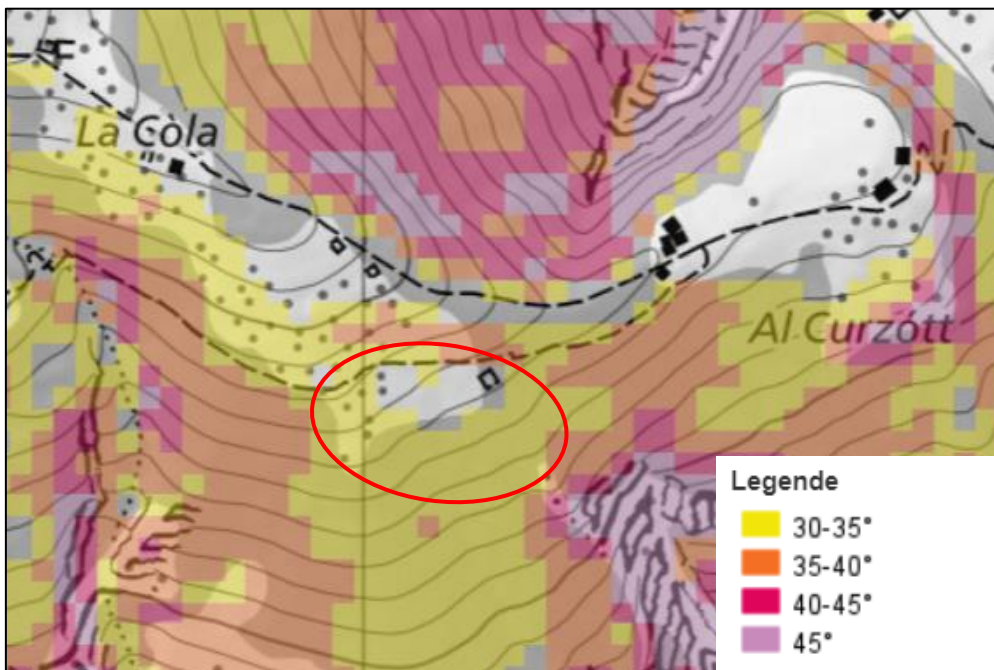


Abbildung 2: Hangneigung im Versuchsgebiet (30–35°).

Quelle: Geoportal des Bundes, swisstopo, geo.admin.ch; verändert.

## 4.2 WP 2: Tierverhalten

Die Schweine stammen vom Landwirtschaftsbetrieb in Grafenort (Kanton Obwalden) von Peter Zumbühl. Die Tiere hatten vor der Alpsaison auf der Alpe Soladino keinen Zugang zu Adlerfarn.

Die tägliche Beobachtung der Schweine wird vom Alppersonal geleistet und folgt keinem wissenschaftlichen Protokoll. Sie dient einerseits der Erhebung des Fressverhaltens auf der mit Adlerfarn bewachsenen Fläche mithilfe folgender Fragen:

- Verteilen sich die Schweine auf der mit Adlerfarn bewachsenen Fläche und fressen sie die Triebe und/oder Rhizome des Adlerfarns?
- Meiden sie den Adlerfarn oder halten sie sich zur Futtersuche bevorzugt auf Flächen ohne Adlerfarnbewuchs auf?

Zweitens dient die Beobachtung der Erhebung des Gesundheitszustands der Schweine sowie dem Erkennen von möglichen Vergiftungserscheinungen<sup>2</sup>:

- Zeigen die Tiere Unruhe, Aggression, abweichendes Sozialverhalten oder Apathie? Ist Fressunlust oder sind Abmagerungserscheinungen erkennbar?
- Sind Körperhaltung und Bewegungsabläufe (Gehen, Stehen etc.) sicher und zielgerichtet oder sind motorische Abweichungen erkennbar?
- Sind die Tiere wach, aufmerksam, normal lebhaft, ist ihr Schlaf-Wach-Rhythmus unverändert?

Im dritten Versuchsjahr wird zusätzlich zur täglichen Beobachtung durch das Alppersonal ein wissenschaftliches Beobachtungsprotokoll angewendet, um einerseits das Verhalten der Tiere auf der Weide zu dokumentieren und andererseits das Fressverhalten in Bezug auf den Adlerfarn genauer zu untersuchen. Das Ziel dieser zusätzlichen Erhebung ist es, Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem Fressverhalten und der Ausscheidungsdynamik des Ptaquilosids zu erhalten.

## 4.3 WP 3: Analyse von Leber, Nieren und Muskelfleisch auf Ptaquilosid

Die Nieren, Lebern und ein Teil des Rückenmuskels wurden jeweils direkt bei der Schlachtung entnommen, gekühlt und nach ca. einer Stunde tiefgekühlt. Die Proben wurden tiefgekühlt an das Prüfinstitut Chemische Analytik GmbH in Berlin versendet.

Für die Analyse wurde eine an das QuEChERS-Verfahren angelehnte Methode verwendet (vgl. Anastassiades et al. 2003). Nach der Einwaage des homogenisierten Probenmaterials wird dieses mit internem Standard versetzt und mit Wasser und Acetonitril extrahiert. Anschließend wird eine Phasentrennung durchgeführt und die

---

<sup>2</sup> In der Literatur beschriebene akute Vergiftungserscheinungen durch Ptaquilosid bei Monogastriern sind zurückzuführen auf Thiaminmangel (Mangel an Vitamin B1) und äussern sich durch Abmagerung, Ataxien (Koordinationsstörungen) und Krämpfe (vgl. Gil da Costa et al. 2012).

Acetonitrilphase filtriert und mittels LC-MSMS vermessen. Parallel werden Wiederfindungsproben, die mit dem Analyten dotiert sind, und ein Blindwert analog aufgearbeitet und zur Qualifizierung und Quantifizierung herangezogen.

#### **4.4 WP 4: Analyse von Kot und Urin**

##### **Kotanalyse**

Die Kotproben werden im letzten Jahr der Datenerhebung (2024) genommen und laufend analysiert. Die Analyse erfolgt über ein semiquantitatives Bestimmungsverfahren auf DNA-Basis, das derzeit am FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick) entwickelt wird und im vorliegenden Projekt erstmals zum Einsatz kommt. Der Fokus der Untersuchung liegt auf dem Adlerfarn und den weiteren Pflanzen, die auf der Versuchsfläche wachsen.

##### **Urinanalyse**

Um die Ausscheidungsdynamik besser zu verstehen, wird im Jahr 2024 an jedem Tag der Flächenerhebung je eine Urinproben von jedem der vier Schweine genommen. Dabei handelt es sich um Urin, der bei spontanem Urinieren der Schweine aufgefangen wird. Die Entnahme geschieht jeweils am Morgen. Die Analyse des Urins mittels HPLC Methode kann am FiBL durchgeführt werden durch die Begleitung der Universität Kopenhagen, Section for Environmental Chemistry and Physics, unter der Leitung von Professor Hans Chr. Bruun Hansen. Das Institut publizierte die Methode zur Untersuchung von Urin, Milch und Plasma auf Ptaquilosid im Jahr 2013



## 5. Resultate

### 5.1 WP I: Flächenentwicklung

#### 5.1.1 Versuchsjahr I (2022)

##### Kartierung adlerfarnfreie Flächen

Im ersten Versuchsjahr (2022) wurde die Entwicklung des Adlerfarnbestands auf zwei Flächen erhoben: auf der Versuchsfläche V\_22, die von Schwarzen Alpenschweinen beweidet wurde, sowie auf der Referenzfläche Ref\_22, die nicht beweidet wurde.

Abbildung 3 zeigt die Lage der beiden Flächen. Sie liegen am unteren Rand eines ehemaligen Hangrutsches mit lückigem Baumbestand, einem typischen Ausgangsstandort für die Besiedlung mit Adlerfarn.

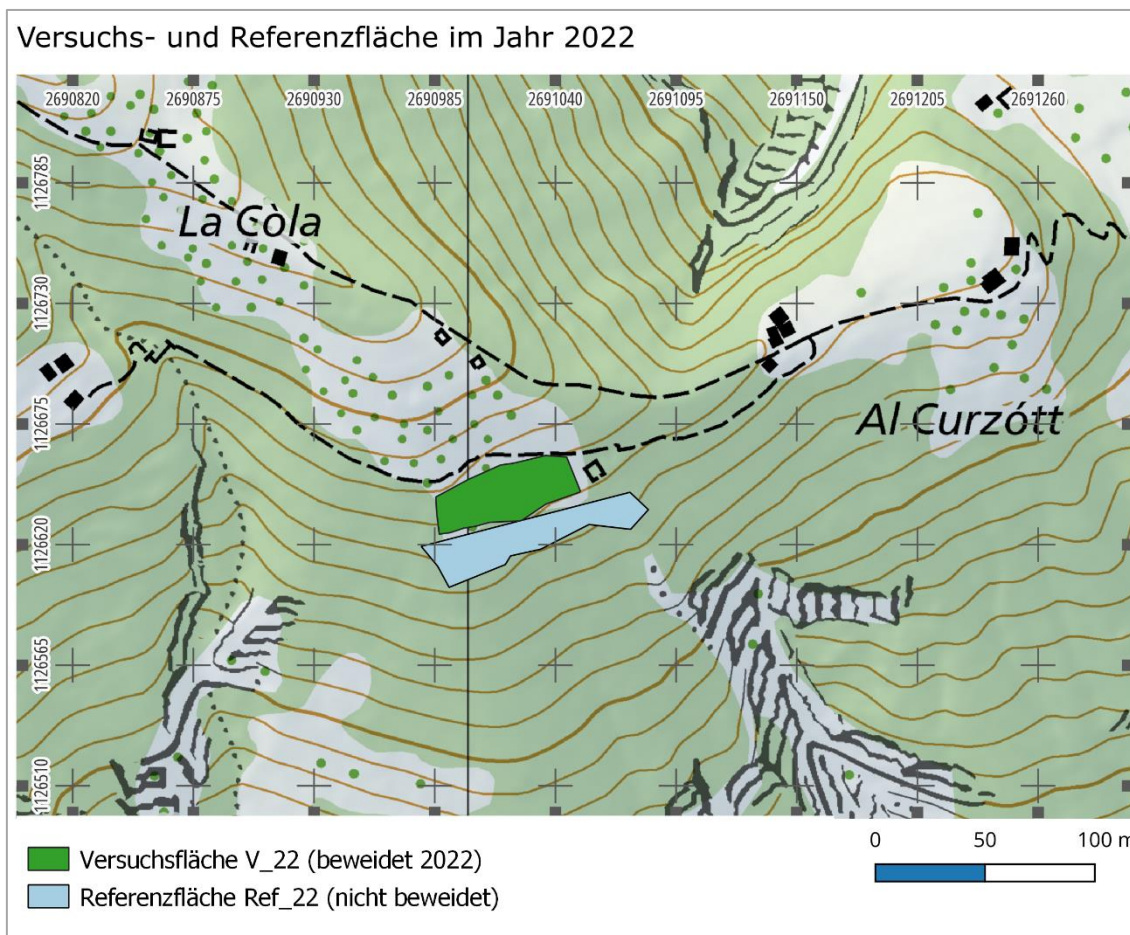


Abbildung 3: Versuchs- und Referenzfläche, Versuchsjahr I (2022).



Die erste Erhebung fand am 21. Mai 2022 statt, einen Tag vor Beginn der Beweidung. Die zu diesem Zeitpunkt kartierten adlerfarnfreien Flächen sind in Abbildung 4 dargestellt.

Innerhalb der Versuchsfläche V\_22 (1403 m<sup>2</sup>) waren vier Teilflächen mit einer Ausdehnung von total 142 m<sup>2</sup> adlerfarnfrei<sup>3</sup>. Dies entspricht 10.1 % der Versuchsfläche. In der Referenzfläche Ref\_22 (1491 m<sup>2</sup>) waren zum Messzeitpunkt 1 drei Teilflächen von total 23 m<sup>2</sup> frei von Adlerfarn, was einem Anteil von 1.5 % entspricht.

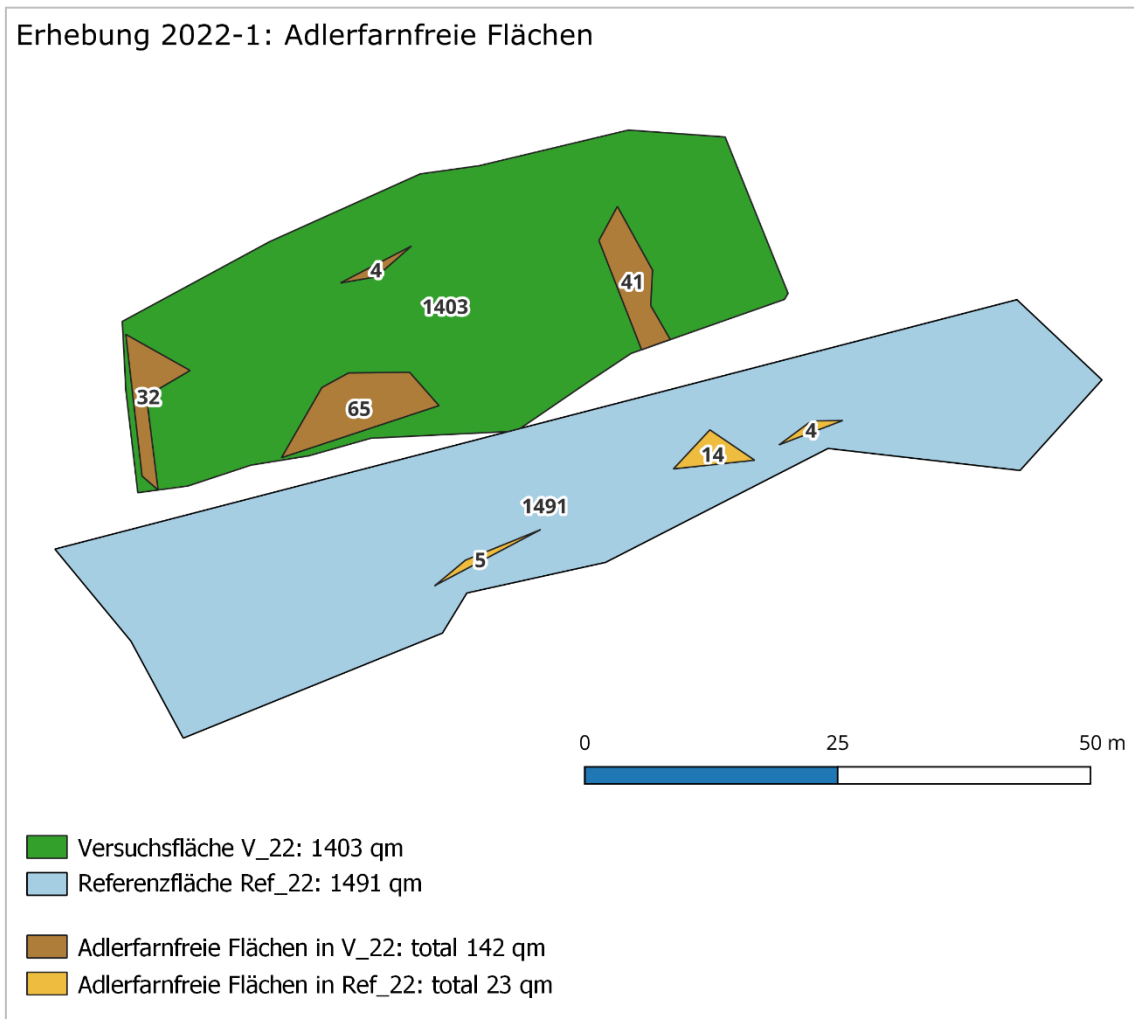


Abbildung 4: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt I (21.05.2022).

<sup>3</sup> Die Definition einer «adlerfarnfreien» Fläche lautet im Projekt «weniger als 8 Adlerfarntriebe pro m<sup>2</sup>» (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) und beschreibt einen Adlerfarnbewuchs unterhalb der Schwelle für Handlungsbedarf.

Die zweite Erhebung fand am 18. August 2022 statt, also 89 Tage nach Weidebeginn. Zu diesem Zeitpunkt betrug die adlerfarnfreie Fläche in der von Alpenschweinen beweideten Versuchsfläche V\_22 total 775 m<sup>2</sup>, dies entspricht 55.2 % der Fläche. In der nicht beweideten Referenzfläche Ref\_22 betrug die adlerfarnfreie Fläche 136 m<sup>2</sup>, was einem Anteil von 9.1 % entspricht (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 2 (18.08.2022).

Die dritte Erhebung fand am 6. Oktober 2022 statt, einen Tag nach Ende der Beweidung. Wie in Abbildung 6 ersichtlich ist, war zu diesem Zeitpunkt, also nach insgesamt 138 Tagen Beweidung mit Alpenschweinen, die Versuchsfläche V\_22 komplett frei von Adlerfarn. Die freien Teilflächen in der nicht beweideten Referenzfläche Ref\_22 hatten eine Ausdehnung von total 170 m<sup>2</sup>, was einem Anteil von 11.4 % entspricht.

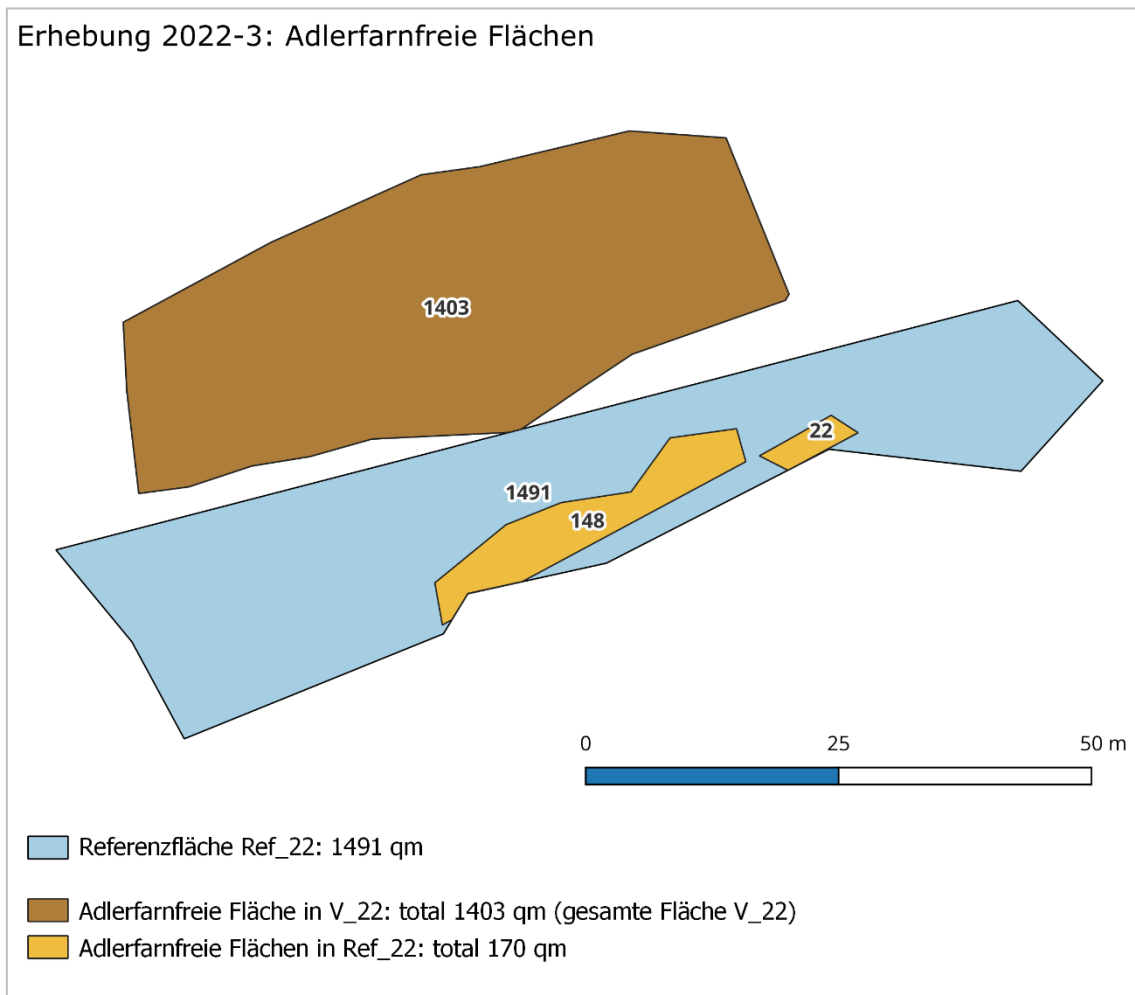


Abbildung 6: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 3 (06.10.2022).

## Entwicklung Adlerfarnbewuchs

Im Verlauf des ersten Versuchsjahres reduzierte die Beweidung den Adlerfarnbestand in der Versuchsfläche deutlich im Vergleich zur Referenzfläche (vgl. Abbildung 7). Der Anteil adlerfarnfreier Flächen (mit maximal 7 Trieben je m<sup>2</sup>) nahm unter Beweidung um 89.9 % zu (von 10.1 % auf 100 %), während er in der unbeweideten Referenzfläche um 9.9 % zunahm (von 1.5 % auf 11.4 %).

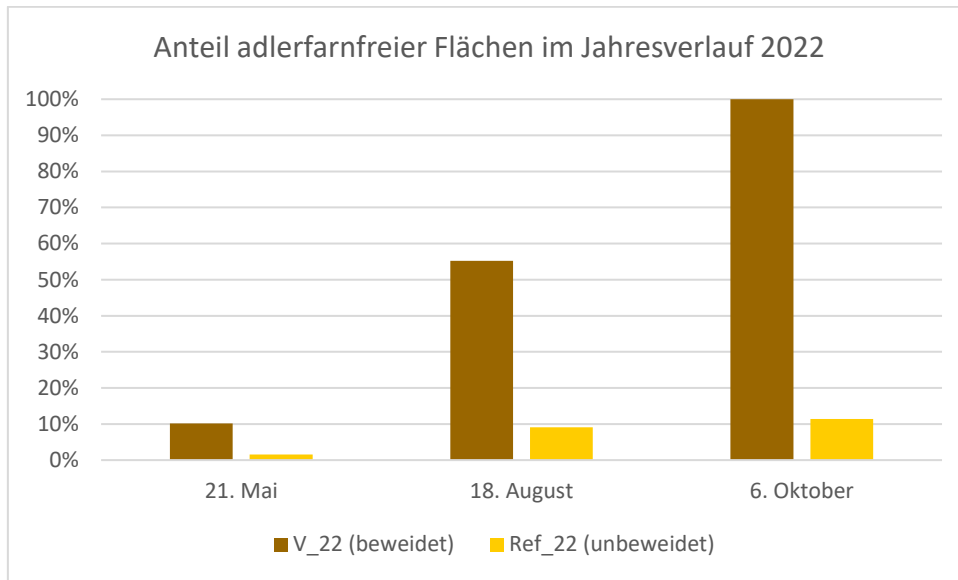


Abbildung 7: Entwicklung adlerfarnfreie Flächen, Versuchsjahr I (2022).

## 5.1.2 Versuchsjahr 2 (2023)

### Kartierung adlerfarnfreie Flächen

Im zweiten Versuchsjahr (2023) wurden insgesamt drei Versuchsflächen und eine Referenzfläche festgelegt (vgl. Abbildung 8).

Die Teilflächen V 1\_23 und V 3\_23 befinden sich auf der Fläche, die bereits im Jahr 2022 beweidet worden war. Die Teilfläche V 1\_23 wurde im Jahr 2023 erneut mit Alpenschweinen beweidet, die Teilfläche V 3\_23 wurde nicht erneut beweidet.

Eine weitere Versuchsfläche (V 2\_23) wurde im Jahr 2023 zum ersten Mal beweidet (diese Fläche war im ersten Versuchsjahr Teil der nicht beweideten Referenzfläche). Die neue Referenzfläche Ref\_23 liegt nordwestlich der Versuchsflächen.

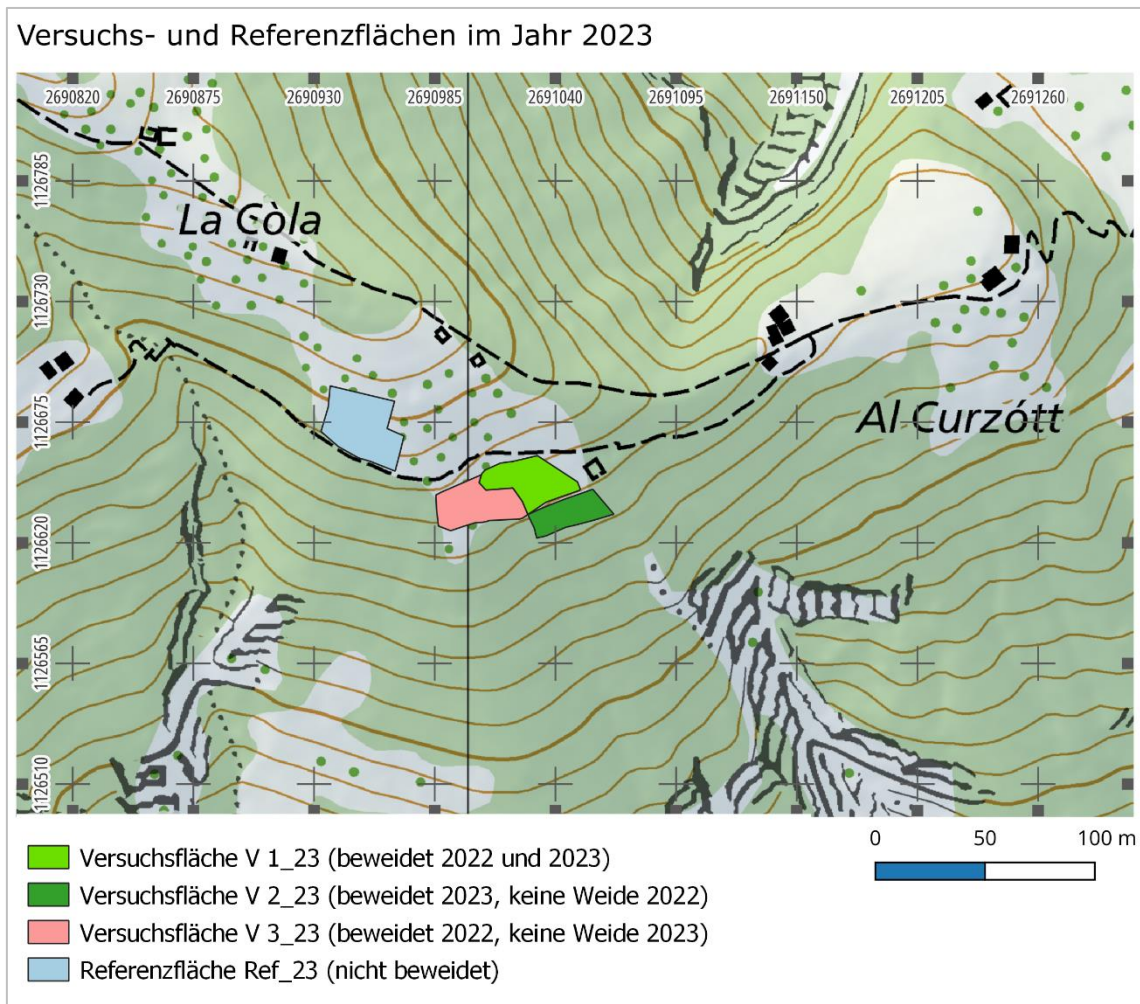


Abbildung 8: Versuchs- und Referenzflächen, Versuchsjahr 2 (2023).

Die erste Kartierung im Versuchsjahr 2023 fand am 25. Mai statt, einen Tag vor Beginn der Beweidung. Zu diesem Zeitpunkt befand sich in der Versuchsfläche V 1\_23 (638 m<sup>2</sup>) eine adlerfarnfreie Fläche von 137 m<sup>2</sup> (21.5 %), in der Versuchsfläche V 2\_23 (433 m<sup>2</sup>) war eine Fläche von 138 m<sup>2</sup> adlerfarnfrei (31.9 %). In der Versuchsfläche V 3\_23 (649 m<sup>2</sup>) waren zwei Teilflächen mit einer Ausdehnung von total 315 m<sup>2</sup> adlerfarnfrei (48.5 %), in der Referenzfläche Ref\_23 (916 m<sup>2</sup>) betragen die adlerfarnfreien Flächen total 271 m<sup>2</sup> (29.6%). Die Ergebnisse der Kartierung sind in Abbildung 9 ersichtlich.

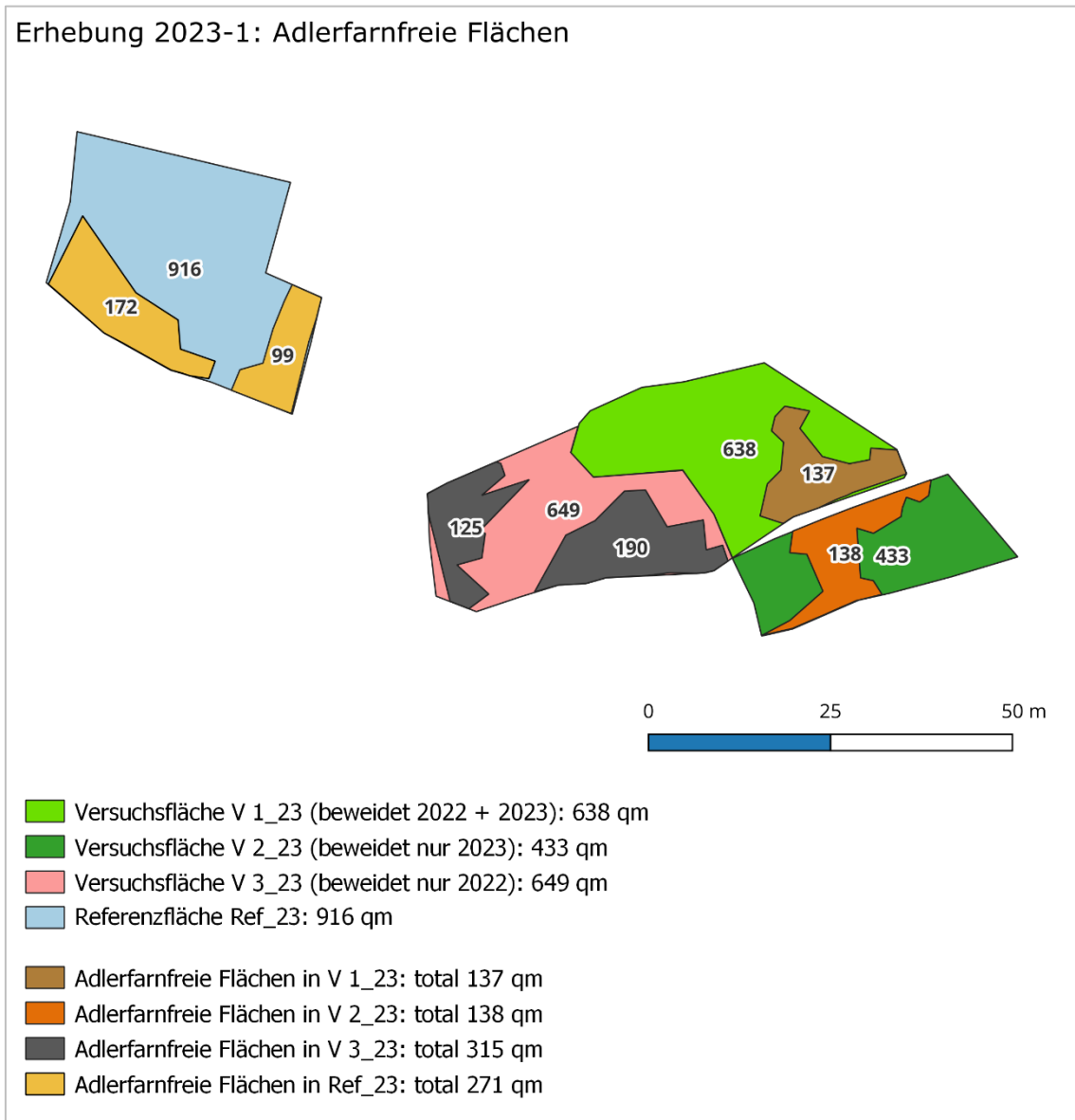


Abbildung 9: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt I (25.05.2023).



Nach 85 Tagen Beweidung, am 18. August 2023, fand die zweite Erhebung statt (Abbildung 10). Zu diesem Zeitpunkt waren in der beweideten Versuchsfläche V 1\_23 (beweidet in beiden Versuchsjahren) insgesamt 384 m<sup>2</sup> adlerfarnfrei, was einem Anteil von 60.2 % entspricht. In der ebenfalls beweideten Versuchsfläche V 2\_23 (beweidet nur im zweiten Versuchsjahr) waren 339 m<sup>2</sup> bzw. 78.3 % adlerfarnfrei. In der Versuchsfläche V 3\_23 (beweidet im ersten Versuchsjahr, jedoch nicht 2023) war eine Fläche von total 226 m<sup>2</sup> adlerfarnfrei, dies entspricht einem Anteil von 34.8 %. In der Referenzfläche war die mit Adlerfarn bewachsene Fläche nahezu gleich gross wie drei Monate zuvor, sie betrug 273 m<sup>2</sup> bzw. 29.8 %.

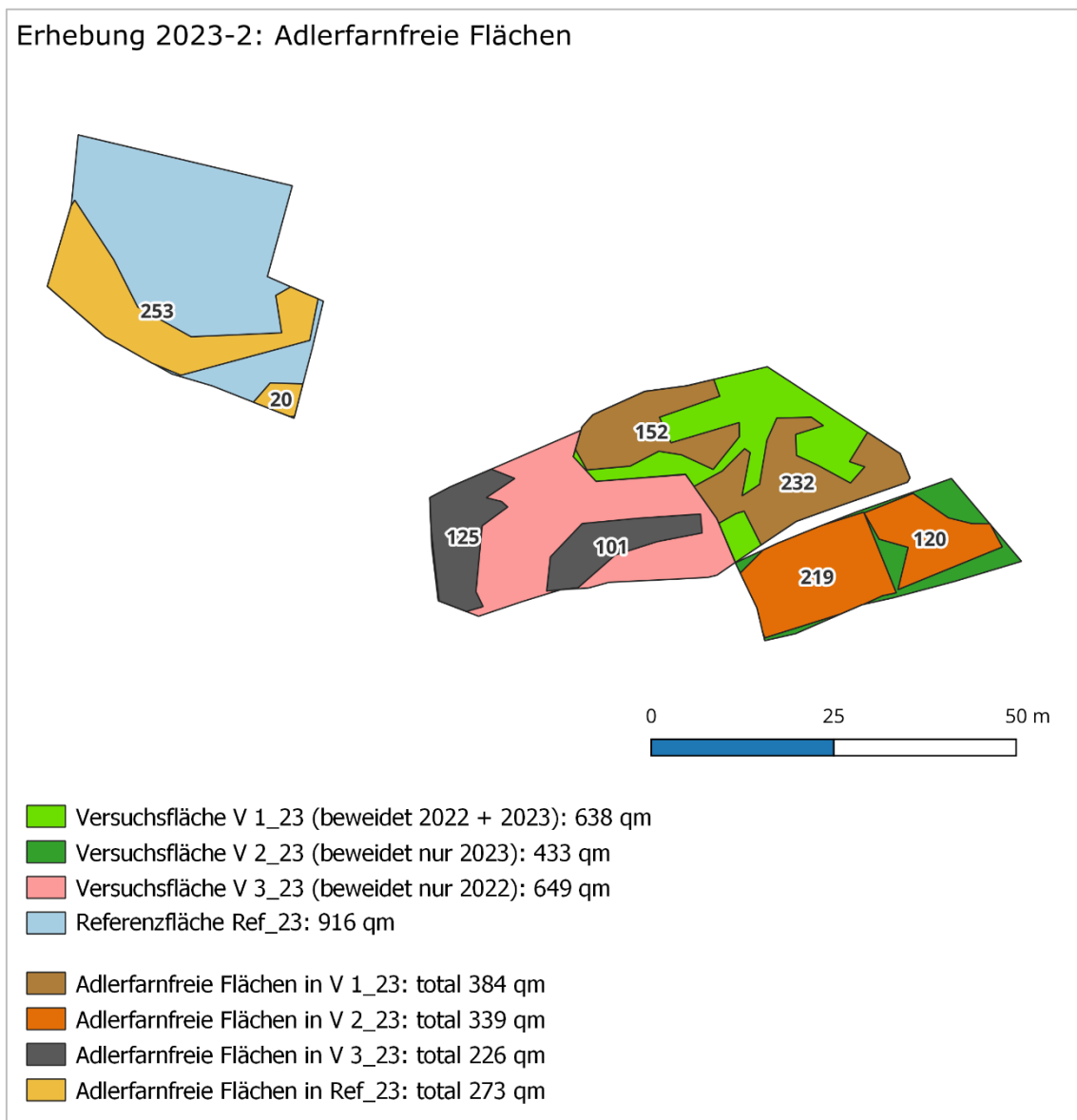


Abbildung 10: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 2 (18.08.2023).

Zum Zeitpunkt der dritten Erhebung am 6. Oktober 2023, einen Tag nach Ende der Beweidung, hatte sich die adlerfarnfreie Fläche in den zwei nicht beweideten Flächen (Versuchsfläche V 3\_23 sowie Referenzfläche Ref\_23) nicht mehr verändert im Vergleich zum zweiten Messzeitpunkt (vgl. Abbildung 11).

Auf den zwei mit Alpenschweinen beweideten Flächen war der Adlerfarnbewuchs dagegen weiter zurückgegangen: In der Fläche V1\_23 waren total 536 m<sup>2</sup> adlerfarnfrei, was einem Anteil von 84 % entspricht. In der Fläche V 2\_23 waren total 401 m<sup>2</sup> bzw. 92.6 % adlerfarnfrei.

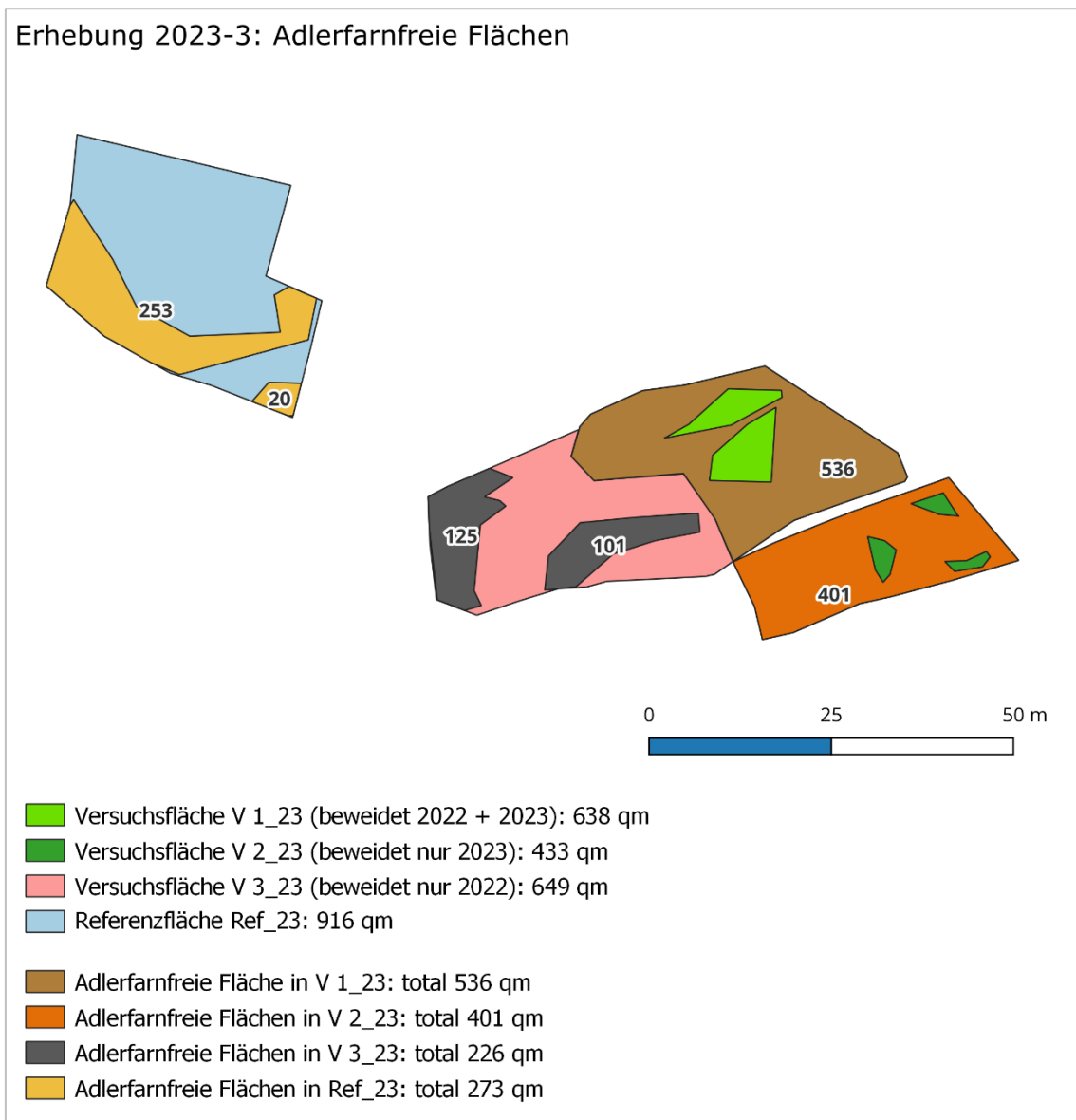


Abbildung 11: Adlerfarnfreie Flächen, Messzeitpunkt 3 (06.10.2023).

## Entwicklung Adlerfarnbewuchs

Auch im Verlauf des zweiten Versuchsjahres vergrösserte sich der Anteil adlerfarnfreier Flächen unter Beweidung durch die Alpenschweine im Vergleich zu den nicht beweideten Flächen (vgl. Abbildung 12).

In der Versuchsfläche V1\_23 (Beweidung in beiden Jahren) nahm der Anteil freier Flächen um 62.5 % zu (von 21.5 auf 84 %), in der Versuchsfläche V2\_23 (beweidet nur 2023) um 60.7 % (von 31.9 auf 92.6 %).

In der Versuchsfläche V3\_23 (beweidet nur im ersten Jahr, aber nicht im Jahr 2023) nahm der Anteil adlerfarnfreier Flächen dagegen ab, und zwar um 13.7 % (von 48.5 auf 34.8 %).

In der unbeweideten Referenzfläche Ref\_23 blieb der Anteil freier Flächen nahezu stabil (geringfügiger Anstieg von 29.6 auf 29.8 %).

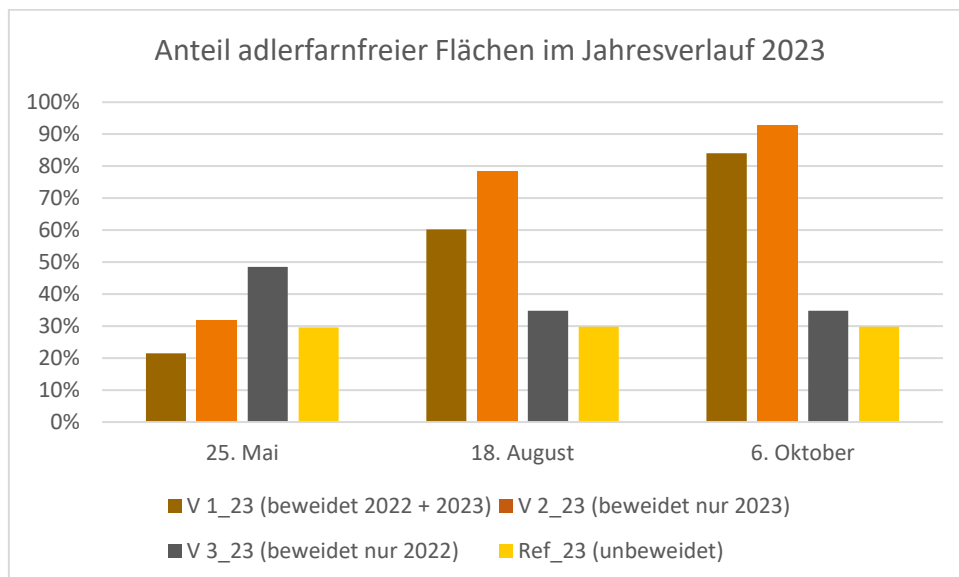


Abbildung 12: Entwicklung adlerfarnfreie Flächen, Versuchsjahr 2 (2023).

### 5.1.3 Entwicklung des Adlerfarns in den Versuchsjahren 1 und 2

In den beiden ersten Versuchsjahren (2022 und 2023) wurde der Bewuchs mit Adlerfarn durch die Beweidung zurückgedrängt. Die folgenden Tabellen geben eine Übersicht darüber, wie sich der Anteil adlerfarnfreier<sup>4</sup> Flächen in Versuchs- und Referenzflächen jeweils nach 138 bzw. 134 Tagen Beweidung verändert hat. Der Einfluss von Beweidung vs. Nichtbeweidung wird dabei jeweils auf die mit Adlerfarn bewachsenen Flächen innerhalb von Versuchs- und Referenzfläche bezogen (Teilflächen, die schon vor Versuchsbeginn adlerfarnfrei waren, werden hier entsprechend nicht eingerechnet).

Im Versuchsjahr 2022 (vgl.

Tabelle 1) wurde der Bewuchs mit Adlerfarn in der beweideten Versuchsfläche um 100 % reduziert. In der nicht beweideten Referenzfläche ging der Bewuchs während der 138-tägigen Versuchszeit um 10 % zurück.

**Tabelle 1: Veränderung Adlerfarnbewuchs im Versuchsjahr 2022**

	Fläche total	Davon mit Adlerfarn bewachsen 05/22	Mit Adlerfarn bewachsen 10/22	Veränderung Adlerfarnbewuchs* im Jahr 2022
V_22	1403	1261	0	-100.0%
Ref_22	1491	1468	1321	-10.0%

\* Ausgangsgrösse ist die von Adlerfarn bewachsene Fläche innerhalb der Versuchs-/Referenzfläche zum Zeitpunkt der ersten Erhebung im Mai 2022.

Im Versuchsjahr 2023 (vgl.

Tabelle 2) wurde der Adlerfarnbewuchs am stärksten in der Versuchsfläche V\_2\_23 zurückgedrängt, die nur im zweiten Versuchsjahr mit Alpenschweinen beweidet wurde. Die Reduktion über die 134-tägige Versuchszeit betrug hier 89.2 %.

In der Versuchsfläche V\_1\_23 (Weide 2022 und 2023) betrug die Reduktion 79.6 %.

In der Versuchsfläche V\_3\_23, die im Jahr 2022 beweidet worden war, im Jahr 2023 jedoch nicht beweidet wurde, nahm der Bewuchs mit Adlerfarn dagegen zu, und zwar um 26.6 %.

In der unbeweideten Referenzfläche Ref\_23 blieb der Adlerfarnbestand im zweiten Versuchsjahr weitgehend stabil, er ging lediglich um 0.3 % zurück.

<sup>4</sup> Die Definition einer «adlerfarnfreien» Fläche lautet im Projekt «weniger als 8 Adlerfarntriebe pro m<sup>2</sup>» und beschreibt einen Adlerfarnbewuchs unterhalb der Schwelle für Handlungsbedarf.

**Tabelle 2: Veränderung Adlerfarnbewuchs im Versuchsjahr 2023**

	Fläche total	Davon mit Adlerfarn bewachsen 05/23	Mit Adlerfarn bewachsen 10/23	Veränderung Adlerfarnbewuchs* im Jahr 2023
V 1_23	638	501	102	-79.6%
V 2_23	433	295	32	-89.2%
V 3_23	649	334	423	+26.6%
Ref_23	916	645	643	-0.3%

\* Ausgangsgrösse ist die von Adlerfarn bewachsene Fläche innerhalb der Versuchs-/Referenzfläche zum Zeitpunkt der ersten Erhebung im Mai 2023.

### Vergleich ein- und zweijährige Beweidung

Im zweiten Versuchsjahr wurde die Fläche, die im ersten Jahr beweidet worden war (V\_22), aufgeteilt in eine Fläche, die erneut beweidet wurde (V1\_23), und eine Fläche, die nicht mehr beweidet wurde (V3\_23). Der Vergleich der Adlerfarnentwicklung auf diesen beiden Flächen zeigt deutlich, dass einmaliges Beweiden keinen nachhaltigen Effekt auf den Adlerfarnbewuchs hatte.

Während der Adlerfarn im Verlauf des ersten Jahres durch Beweidung zu 100 % reduziert werden konnte, hatte er sich über den Winter wieder so weit regeneriert, dass zu Beginn der Vegetationsperiode im zweiten Jahr 78.5 % (V1\_23) bzw. 51.5 % (V3\_23) der Fläche erneut mit Adlerfarn bewachsen waren. Unter erneuter Beweidung (V1\_23) reduzierte sich der Adlerfarnbestand im zweiten Versuchsjahr um knapp 80 %, sodass im Oktober 2023 nur noch 15.9 % der Fläche mit Adlerfarn bewachsen waren. Ohne erneute Beweidung (V3\_23) nahm der Bewuchs mit Adlerfarn zu, und zwar um 26.6 %. Hier waren im Oktober 2023 65 % der Fläche mit Adlerfarn bewachsen (vgl. Abbildung 13).

Die Reduktion des Adlerfarns über zwei Jahre hinweg war damit bei zweimaliger Beweidung etwa 4-mal höher als bei nur einmaliger Beweidung (Reduktion von 89.9 % auf 15.9 % resp. auf 65.2 %).

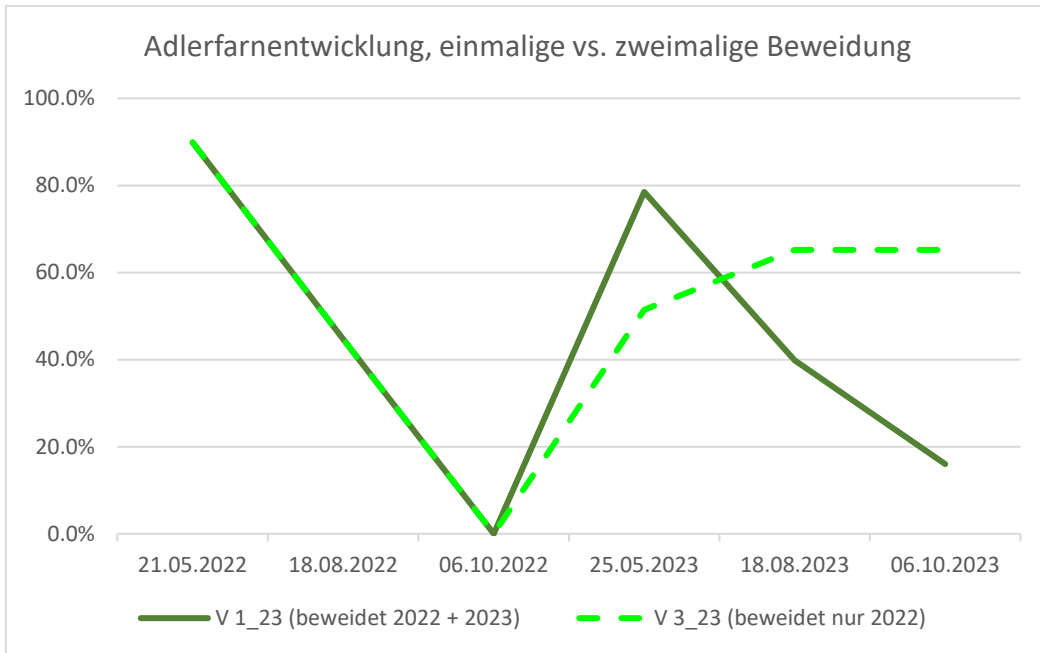


Abbildung 13: Effekt ein- und zweimaliger Beweidung auf den Adlerfarn.



Abbildung 14: Die Versuchsfläche zum Ende der Datenerhebung 2022.

Abbildung 14 zeigt einen Teil der Versuchsfläche V<sub>22</sub> nach Abschluss des ersten Versuchsjahres. In der Luftaufnahme ist erkennbar, dass auf der Versuchsfläche nach Beweidung oberirdisch kein Adlerfarnbestand mehr nachweisbar war, während die angrenzenden Flächen noch von Adlerfarn bewachsen sind.



## 5.2 WP 2: Tierverhalten

Die tägliche Beobachtung in den ersten zwei Versuchsjahren ergab, dass die Schweine keine auffälligen Verhaltensweisen zeigten, die auf eine Vergiftung durch Adlerfarn hätten schliessen lassen. Die Tiere zeigten zu keiner Zeit ein Torkeln oder Desorientiertheit, sie hatten immer Appetit und teilten den Tag in klar strukturierte Aktiv- und Ruhephasen ein, die dem Wesen der Schweine entsprechen.

Im ersten Versuchsjahr stellte das Alppersonal unabhängig von der projektbezogenen Datenerhebung eine stagnierende Gewichtszunahme fest. Diese war auf eine unzureichende Zufütterung zurückzuführen. Nachdem die zugefütterten Tagesrationen angepasst worden waren, nahmen die Schweine stetig an Gewicht zu. Im zweiten Jahr wurde über die ganze Alpzeit eine angepasste Futtermenge verabreicht, sodass die Tiere stetig an Gewicht zunahmen.

## 5.3 WP 3: Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren auf Ptaquilosid

Für die Analyse wurden nach der Schlachtung der Schweine jeweils Proben von Muskelfleisch (Rückenmuskel), Leber und Nieren genommen und tiefgekühlt gelagert. Die gesammelten Proben wurden tiefgekühlt versandt und erreichten am 29.01.2024 das Prüfinstitut Chemische Analytik GmbH in Berlin. Die Analyse der Proben auf Ptaquilosid startete noch am selben Tag. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 ersichtlich.

**Tabelle 3: Laborergebnisse der Analyse von Muskelfleisch, Leber und Nieren**

Datum Probenahme	Organ	Resultat
09.10.2023	Leber	< 0.2 mg/kg
09.10.2023	Niere	< 0.2 mg/kg
09.10.2023	Muskel	< 0.2 mg/kg
06.11.2023	Leber	< 0.2 mg/kg
06.11.2023	Niere	< 0.2 mg/kg
06.11.2023	Muskel	< 0.2 mg/kg
04.12.2023	Leber	< 0.2 mg/kg
04.12.2023	Niere	< 0.2 mg/kg

04.12.2023	Muskel	< 0.2 mg/kg
15.01.2024	Leber	< 0.2 mg/kg
15.01.2024	Niere	< 0.2 mg/kg
15.01.2024	Muskel	< 0.2 mg/kg

Anmerkung zu den Resultaten: Gehalte unter 0.2 mg/kg liegen bei der angewendeten Analyse-methode unterhalb der Nachweisgrenze.

## 5.4 WP 4: Analyse von Kot und Urin

Kot- und Urinproben werden erst im dritten Versuchsjahr genommen und analysiert. Sie sind daher in diesem Zwischenbericht noch nicht enthalten.

## 6. Diskussion

Die Diskussion der Projektergebnisse folgt im Gesamtbericht nach dem Abschluss des dritten Versuchsjahrs. Ein Zwischenfazit mit ersten Schlussfolgerungen findet sich in Kapitel 2.1. Die Abbildung 15 zeigt ein Schwarzes Alpenschwein auf der Versuchsfläche im Jahr 2022.



Abbildung 15: Schwarzes Alpenschwein im Adlerfarn

## 7. Literatur

- Anastassiades, M.; Lehotay, S.J.; Stajnbaher, D.; Schenck, F.J. (2003): Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce. *J AOAC Int.* 2003 Mar-Apr; 86(2): 412-31. PMID: 12723926.
- Aranha, P.C.R.; Hansen, H.C.B.; Rasmussen, L.H.; Strobel, B.W.; Friis, Ch. (2014): Determination of ptaquiloside and pterosin B derived from bracken (*Pteridium aquilinum*) in cattle plasma, urine and milk. *Journal of Chromatography B*, 951-952:44-51.
- Briemle, G. (2001): Verschiedene Strategien zur Adlerfarnbekämpfung und ihr Erfolg. Versuchsbericht LVVG Aulendorf, unveröffentlicht. Zitiert in Grant, K. (2021): Problempflanzen im Grünland. LAZ BW. [https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Freiburg/Abteilung\\_3/Referat\\_33/ DocumentLibraries/Gruenlandtagung2022/Grant\\_LAZBW\\_Giftpflanzen.pdf](https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Freiburg/Abteilung_3/Referat_33/DocumentLibraries/Gruenlandtagung2022/Grant_LAZBW_Giftpflanzen.pdf), abgerufen am 8.3.2024.
- Frei, E.; Widmer, S.; Babbi, M.; Krüsi, B. (2019): Extensive Bekämpfung des Adlerfarns an einem voralpinen Trockenstandort. Erkenntnisse aus einem zehnjährigen Feldversuch. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 51:374-381.
- Gil da Costa, R.M.; Bastos, M.M.S.M.; Oliveira, P.A.; Lopes, C. (2012): Bracken-associated human and animal health hazards: Chemical, biological and pathological evidence. *Journal of Hazardous Materials* 203-204:1-12.
- Jucker, Ph.; Werder, C. (2015): Verbuschung und Problempflanzen im Sömmerungsgebiet. Leitfaden für Kontrollierende. AGRIDEA (Hrsg.).
- Park, H.; Cho, Y.; Lee, J.; Lee, K.M.; Kim, H.J.; Lee, J.; Bahn, Y.-S.; Son, J. (2023): Evaluation and Monitoring of the Natural Toxin Ptaquiloside in Bracken Fern, Meat, and Dairy Products. *Toxins* 2023, 15, 231.
- Schley, L.; Roper, T.J. (2003): Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Rev.* 33, 1:43-56.