

MASTERARBEIT

BEKÄMPFUNG VON  
*FALLOPIA JAPONICA*  
AGG. DURCH  
ABDECKUNG MIT FOLIEN

eingereicht von

Paul Josef Loibner

01140607

an der Universität für Bodenkultur, Wien

- Institut für Botanik

Betreuung: Univ.Prof. Dipl.Geograph Dr.  
Karl-Georg Bernhardt

2020

## Eidstattliche Erklärung

Ich versichere eidesstattlich, dass die vorliegende Arbeit mit dem Titel

BEKÄMPFUNG VON *FALLOPIA JAPONICA* AGG. DURCH ABDECKUNG MIT FOLIEN

von mir selbstständig, ohne Hilfe Dritter und ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Quellen angefertigt wurde. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form, auch nicht in Teilen, keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, den 21.1.2020

---

Paul Josef Loibner

## Zusammenfassung

*Fallopia japonica agg.* konnte sich durch Eigenschaften wie eine weite ökologische Amplitude, eine hohe genetische Anpassungsfähigkeit, Besonderheiten in der Fortpflanzung, das Fehlen von Schädlingen und nicht zuletzt durch menschliche Hilfe in ganz Mitteleuropa ausbreiten und wird in Österreich auch zunehmend zu einem Problem. Flüsse und Verkehrswege werden als willkommene Ausbreitungskorridore genutzt. So auch das über 5000 Kilometer lange Streckennetz der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB).

Um die Schäden, die diese Pflanze dabei verursacht zu minimieren, wurden viele Bekämpfungsmethoden entwickelt und in der Praxis ausprobiert. Eine davon ist die Abdeckung von *Fallopia japonica agg.* mit Folie. Um die Effektivität dieser Methode zu steigern, wurde sie mit verschiedenen anderen Bekämpfungsarten kombiniert, um die wirksamste Strategie zu finden.

Das Ziel dieser Methode ist, die Pflanze durch Sonnenlichtentzug an der Produktion von Energie zu hindern und dadurch zu erreichen, dass die unterirdischen Speicherorgane des Staudenknöterichs absterben. Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, diesen mehrjährigen Versuch wissenschaftlich zu dokumentieren und ein Zwischenergebnis festzuhalten.

Es zeigte sich, dass die Rhizome von *Fallopia japonica agg.* ausdauernder als die meisten Abdeckungsmaterialien sind, doch es konnte in Luttenfolie ein geeignetes Material gefunden werden. Es stellte sich heraus, dass der Erfolg den Staudenknöterich mit Abdeckung zu bekämpfen höher ist, wenn die Pflanze schon vorher durch andere Bekämpfungsmethoden geschwächt wurde. An den seit drei Jahren abgedeckten Versuchsflächen sind bereits große Teile des Rhizomsystems abgestorben. Um davon auszugehen, dass das gesamte Rhizom tot ist und die Abdeckung abzunehmen ist der Zeitraum von drei Jahren jedoch zu kurz.

## Abstract

*Fallopia japonica agg.* was able to spread over Central Europe through properties like a wide ecological amplitude, a high genetic adaptability, a special reproduction strategy, the absence of varminths and last but not least through human help. Nowadays the plant gets more and more a problem also in Austria. Rivers and traffic infrastructure are a welcome spreading corridor. Also, the over 5000 kilometers long route system of the Austrian National Railways (ÖBB).

To minimize the damage, which is caused by these plants, a lot of control measures were developed and tried in practice. One of these methods is to cover *Fallopia japonica agg.* with foil. To increase the effectivity of this method, it gets combined with other control measures to find the best working strategy.

The aim of this method is, to hinder the plant from producing energy through sunlight and to achieve the dieback of the subsurface reservoir organs. The aim of this master thesis is the scientific documentation of this perennial experiment and to get an intermediate result.

It becomes apparent, that *Fallopia japonica agg.* is more persistent than many cover materials, but an appropriate material got found in air pipe foil. It turned out that success in controlling the Japanese knotweed with foils is higher when the plant got debilitated by other control measures previously. At the for three years covered test areas, big parts of the rhizome systems are already dead. But the covering time of three years is too short to extinguish that the whole rhizome system is dead and to remove the foil.

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>EINLEITUNG</b> .....  | <b>5</b>  |
| 1.1      | AUSGANGSSITUATION.....   | 5         |
| 1.2      | ZIELSETZUNG, HYPOTHESEN & FORSCHUNGSFRAGEN .....               | 6         |
| <b>2</b> | <b>UNTERSUCHUNGSGEBIET</b> .....                               | <b>8</b>  |
| 2.1      | BEGINN DER ABDECKUNGSVERSUCHE .....                            | 8         |
| 2.2      | GEOGRAFISCHE LAGE.....   | 9         |
| 2.3      | KLIMA.....   | 10        |
| <b>3</b> | <b>UNTERSUCHUNGSOBJEKT FALLOPIA JAPONICA AGG.</b> .....        | <b>11</b> |
| 3.1      | ALLGEMEINE BESCHREIBUNG .....                                  | 11        |
| 3.2      | HERKUNFT & VORKOMMEN .....                                     | 11        |
| 3.3      | RHIZOM UND VEGETATIVE VERMEHRUNG .....                         | 12        |
| 3.4      | ERFOLGSSTRATEGIEN & PROBLEMATIK.....                           | 17        |
| 3.5      | BEKÄMPFUNG DURCH ABDECKUNG .....                               | 18        |
| <b>4</b> | <b>METHODE</b> .....   | <b>20</b> |
| 4.1      | ABDECKEN UND MATERIALVERWENDUNG.....                           | 20        |
| 4.2      | VERSUCHSFLÄCHEN UND PROBENENTNAHME .....                       | 20        |
| 4.3      | BEWERTUNG DER RHIZOME .....                                    | 24        |
| <b>5</b> | <b>ERGEBNISSE</b> .....  | <b>26</b> |
| 5.1      | STANDORTAUSWAHL UND GEEIGNETE MATERIALEN .....                 | 26        |
| 5.2      | EINFLUSS DER ABDECKUNG AUF <i>FALLOPIA JAPONICA AGG.</i> ..... | 34        |
| 5.2.1    | Einfluss der Abdeckung auf Austrieb .....                      | 34        |
| 5.2.2    | Einfluss der Abdeckung auf Rhizom .....                        | 37        |
| 5.3      | VERGLEICHE DER KOMBINATIONSMÖGLICHKEITEN.....                  | 39        |
| 5.4      | KOSTENVERGLEICH .....  | 49        |
| <b>6</b> | <b>DISKUSSION</b> .....  | <b>52</b> |
| 6.1      | WIRKUNG DER ABDECKUNG AUF <i>FALLOPIA JAPONICA AGG.</i> .....  | 52        |
| 6.2      | VERGLEICH 1.....   | 54        |
| 6.3      | VERGLEICH 2.....   | 56        |
| 6.4      | VERGLEICH 3.....   | 58        |
| 6.5      | KOSTENVERGLEICH .....  | 59        |
| 6.6      | AUSBLICK UND HANDLUNGSEMPFEHLUNG .....                         | 61        |
| <b>7</b> | <b>QUELLENVERZEICHNIS</b> .....                                | <b>67</b> |
| 7.1      | LITERATURVERZEICHNIS.....                                      | 67        |

|            |                                   |           |
|------------|-----------------------------------|-----------|
| <b>7.2</b> | <b>INTERNETQUELLEN .....</b>      | <b>69</b> |
| <b>8</b>   | <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b> | <b>69</b> |
| <b>9</b>   | <b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>  | <b>71</b> |
| <b>10</b>  | <b>ANHANG.....</b>                | <b>72</b> |

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 AUSGANGSSITUATION

Zwischen den beiden Landeshauptstädten Graz in der Steiermark und Klagenfurt in Kärnten wird seit elf Jahren am sechstlängsten Eisenbahntunnel der Welt gebaut – dem Koralmtunnel. Im Vorjahr wurde bei einer Röhre des Koralmtunnels der erfolgreiche Durchschlag gefeiert. Mit einer Streckenlänge von 130 Kilometern, 47 Kilometer Tunnel (davon gehören 33 Kilometer zum Koralmtunnel), über 100 Brücken und Unterführungen und 12 neuen Bahnhöfen und Haltestellen sollen diese beiden Städte durch eine Hochleistungsstrecke verbunden werden und die Fahrzeit von Graz nach Klagenfurt von derzeitigen drei Stunden über Bruck an der Mur auf 45 Minuten durch den neuen Tunnel verkürzt werden. Neben vielen Vorteilen für die südösterreichische Bevölkerung wie verbesserte Mobilität und Schaffung von Arbeitsplätzen stellt dieses Projekt aus europäischer Sicht eine wichtige Verbindung zwischen der Ostsee und der Adria (transeuropäische Route) dar und ist daher Teil des Kernnetzes der Europäischen Union (ÖBB- INFRASTRUKTUR AG, 2015, 2ff).

Beim Bau der Koralmbahn wurde für die Errichtung von Lärmschutzwällen und bei der Ausführung von Geländemodellierungen mit Wurzelwerk von Staudenknöterich verunreinigtes Aushubmaterial verwendet (Schuh, 2013,1). Aus diesem Grund finden sich mittlerweile entlang der Strecke in beiden Ländern Vorkommen von Neophyten. Als Neophyten gelten Pflanzen, die nach der Entdeckung des amerikanischen Kontinents durch Christoph Columbus im Jahre 1492 vom Menschen absichtlich oder unabsichtlich in Europa eingeführt wurden (Weber, 2013, 12). Einem kleinen Teil der eingeschleppten Pflanzen gelingt es, sich außerhalb menschlicher Kontrolle oder Hilfe in ihrem neuen Lebensraum zu vermehren und auszubreiten. Neben erfolgreicher Vermehrung und den durch den Klimawandel immer günstiger werdenden klimatischen Verhältnissen brauchen diese neuen Pflanzen auch geeignete Standorte, um sich zu etablieren. Hier kommt den verschiedenen Neophyten der Einfluss des Menschen auf seine Umwelt zugute. Durch Rodung von Wäldern, den Bau von Straßen und Eisenbahnen und durch die moderne Landwirtschaft wurde die natürliche Beschaffenheit von Boden und Vegetation verändert und es wurde und wird stetig Platz für Neophyten geschaffen (Weber, 2013, 13).

Durch das 5.000 Kilometer lange Streckennetz der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) wurde nicht nur ein weit verzweigtes Verkehrsnetz für die österreichische Bevölkerung, sondern auch optimale Korridore für die Ausbreitung von Neophyten in Österreich geschaffen.

Einige dieser Arten, darunter auch der Japanische Staudenknöterich, verursachen Schäden an der Infrastruktur der ÖBB (Schuh, 2011, 3). Neben der Verminderung der biologischen Vielfalt, kann diese Pflanze auch große Schäden am Gleiskörper, an Gebäuden, Uferverbauungen oder Bauland und damit hohe Kosten verursachen. Durch den schnellen Wuchs besiedelt die Pflanze innerhalb kürzester Zeit den für die Streckenerhaltung und Sicherheit wichtigen Sicherheitsraum. Es sind leider keine hundertprozentig wirksamen Maßnahmen zur Auslöschung von Staudenknöterichbeständen bekannt (Schuh, 2011, 34f). Erschwerend kommt hinzu, dass ein Bestand nur dann nachhaltig zum Verschwinden gebracht werden kann, wenn die unterirdischen Organe des Staudenknöterichs geschädigt werden (Diaz Buschmann, 1997, 3). Für Bekämpfungsmaßnahmen, die das zum Ziel haben, wie zum Beispiel das Abdecken von Beständen durch Folien und Planen, fehlen derzeit leider Langzeiterfahrungen (Schuh, 2013, 3).

Aus diesem Grund sollen die praktischen Erfahrungen, die Herr Dipl.-Ing. Martin Sattlegger in den letzten drei Jahren durch Abdeckungsversuche mit verschiedenen Materialien und Kombinationen mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen gesammelt und dokumentiert hat, in dieser Masterarbeit wissenschaftlich dargestellt werden. Es sollen die vorhandenen Vorversuche möglichst effektiv bearbeitet werden, um ein Zwischenergebnis dieses mehrjährigen Experiments zu erhalten.

## 1.2 ZIELSETZUNG, HYPOTHESEN & FORSCHUNGSFRAGEN

In der vorliegenden Masterarbeit soll untersucht werden, wie effektiv die Abdeckung mit Folien zur Bekämpfung der *Renoutria*-Sippen ist. Es soll durch Sonnenlichtentzug die Photosynthese verhindert und so die unterirdischen Organe des Japanischen Staudenknöterichs geschädigt werden. Das Ziel ist dadurch nicht nur einen Weg zu finden, um den enormen maschinellen und personellen Aufwand zur Pflege der Bahnböschungen zu verringern, sondern überhaupt einen Beitrag zur Bekämpfung invasiver Neophyten zu leisten, um auch die autochthone Artenvielfalt in Österreich und Europa zu unterstützen.

Es sollen in diesem Rahmen die praktischen Erfahrungen und jahrelang dokumentierten Versuche von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger zusammengefasst und mit internationaler Literatur zu diesem Thema zusammengeführt werden. Schlussendlich soll das Potential der Bekämpfungsmaßnahme des Abdeckens von *Fallopia japonica agg.*-Beständen mit verschiedenen Materialien sowie in Kombination mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen erfasst werden. Dabei soll nicht nur ein theoretischer, sondern auch ein praktischer Blick unter die Erdoberfläche erfolgen, um die Wirkung der Maßnahmen beurteilen zu können.



Meine Hypothese lautet wie folgt:

**Durch das Abdecken von *Fallopia*-Beständen mit Folien können deren Rhizome geschädigt werden und beginnen abzusterben.**

Folgende Fragestellungen werden in der Forschungsarbeit behandelt:

- Welche Materialien eignen sich besonders zu einer sicheren Abdeckung von *Fallopia*-Beständen?
- Können durch Freilegen von Rhizomen abgedeckter *Fallopia*-Bestände Veränderungen am Rhizom festgestellt werden?
- Welche anderen Bekämpfungsmethoden können erfolgreich mit Abdeckungen kombiniert werden?

## 2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

### 2.1 BEGINN DER ABDECKUNGSVERSUCHE

Obwohl die Anwendung von Glyphosat eine wirksame Maßnahme gegen den Staudenknöterich darstellt, ist sie jedoch zum Beispiel in Gewässernähe oder auf ökologisch wertvollen Flächen gesetzlich nicht erlaubt (ÖBB Infrastruktur AG, 2017, 6). Zudem steht Glyphosat im Verdacht, Krebserkrankungen auszulösen (Haseke, 2013, 24).

Aus diesen Gründen arbeitet die ÖBB mit verschiedenen Neophytenexperten aus Österreich, sowie auch mit dem Umweltbundesamt und Universitäten zusammen, um andere Strategien und Lösungen zu finden, um gegen invasive Neophyten vorzugehen (Schuh, 2011, 4). Dazu gehört die Entwicklung und Durchführung verschiedener Bekämpfungsstrategien.

Zum Beispiel wurde im Jahr 2014 das Pilotprojekt „SchaZi“ von der ÖBB Infrastruktur AG ins Leben gerufen. In Kooperation mit dem Maschinenring und einem lokalen Landwirt wurden von Staudenknöterich flächig bewachsene Bahndämme mit Schafen und Ziegen beweidet, um den Knöterich zurückzudrängen und in Folge dessen die biologische Vielfalt zu erhöhen. Dieses Projekt wurde auch von Frau Dipl.-Ing. Jasmin Hartner, zu dieser Zeit Studentin an der Universität für Bodenkultur in Wien, wissenschaftlich begleitet und es wurde darüber eine Masterarbeit von ihr verfasst (Hartner, 2019, 10). In den Folgejahren 2017 bis 2019 wurde das Projekt von E.C.O. Institut für Ökologie, Klagenfurt, wissenschaftlich begleitet.

Weiters wurde im Jahre 2014 von der ÖBB-Infrastruktur AG ein Versuch unternommen, Staudenknöterich mit Metallgitter abzudecken. Dabei wurde die Idee verfolgt, dass die Staude durch das Gitter durchwächst. Wird der Spross dicker, schnürt das Gitter ihn ein und er bricht ab. Allerdings konnte dieses Phänomen nur vereinzelt beobachtet werden. Eine Schwächung der Pflanze konnte damit nicht erreicht werden.

Seit 2017 ist Herr Dipl.-Ing. Martin Sattlegger, Bauingenieur bei den ÖBB und Mitglied der Projektleitung Koralmbahn 4 in Kärnten, damit beschäftigt, Staudenknöterich im Bereich und in der Umgebung von Gleisanlagen mit verschiedenen Materialien abzudecken und auch in Kombination mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen den Staudenknöterich zurückzudrängen. Insgesamt werden von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger aktuell 15 Standorte mit Abdeckungen betreut. Es werden verschiedene Bekämpfungsstrategien in Kombination mit Abdeckung in dieser Masterarbeit beschrieben. Die Aufgabe dieser Masterarbeit soll es sein, diese Versuche wissenschaftlich zu dokumentieren und ein Zwischenergebnis festzuhalten.

## 2.2 GEOGRAFISCHE LAGE

Das Untersuchungsgebiet, in dem sich die Versuchsflächen befinden, verläuft entlang der Koralmbahn am östlichen Stadtrand der Kärntner Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee und ist im Bahnstreckenabschnitt Althofen an der Drau bis Klagenfurt zwischen Streckenkilometer 120,900 und Streckenkilometer 125,450 gelegen. Abbildung 1 soll die Lage des Versuchsgebiets und die ungefähre Lage der Versuchsflächen am Ostrand der Stadt Klagenfurt zeigen.



Abbildung 1: Geografische Lage des Untersuchungsgebiets und Lage der Versuchsflächen (ÖBB)

## 2.3 KLIMA

Das Gedeihen einer Pflanze ist stark von den klimatischen Bedingungen an ihrem Standort abhängig (Alberternst, 1998, 28). Einen großen Vorteil für die Ausbreitung von Neophyten bringen sogenannte Homoklimate mit sich. Ist das Klima im synanthropen Wuchsgebiet vergleichbar mit dem im autochthonen Wuchsgebiet, wird die Wahrscheinlichkeit einer Etablierung dieser Pflanzen in den neuen Lebensräumen stark erhöht (Alberternst, 1998, 14). Dass die *Reynoutria*-Sippen an Gebiete angepasst sind, in denen kalte Winter vorherrschend sind, lässt sich bereits an ihrer Wuchsform als Hochstaude erkennen. Im Lebensraum der Knöterichsippen sind regelmäßige Fröste Teil des natürlichen Lebenszyklus. Für eine gewisse Zeit müssen die mittleren Tagestemperaturen unter 5 °C sinken und die mittlere Tagestemperatur von 10 °C darf nicht viel länger als über einen Zeitraum von 210 Tagen anhalten. Trotz dieser Vorliebe der Knöterichsippen für eher kühlere Gebiete, besteht eine Anpassung an eine lange Vegetationsperiode. Ihre späte Blüte am Ende des Sommers und die hohe Empfindlichkeit gegenüber Spät- und Frühfrösten führen dies vor Augen.

Von großer Wichtigkeit für das Gedeihen der Knöterich-Sippen spielen sowohl die Niederschlagsmenge als auch die Niederschlagsverteilung in ihrem Lebensraum. Besonders ausreichend starke Sommerniederschläge sind für das Wachstum dieser Pflanzen entscheidend (Jäger, 1995. Zit. n. Alberternst, 1998, 28f). Bei Untersuchungen stellte sich heraus, dass der Japanische Staudenknöterich bei mittleren Jahrestemperaturen von zwischen 8 °C und 12 °C (Maximum bei 10-12 °C Jahrestemperatur) am häufigsten vorkommt. Stieg die Temperatur über diese Marke, sank die Häufigkeit der registrierten Pflanzen signifikant. Zu einem sehr hohen Anteil war bei dieser Untersuchung *Fallopia japonica* auf sandigem Lehm oder lehmigen Sand anzutreffen, und das bei zwischen 1000 mm und 2200 mm Niederschlag im Jahr (Nashiki et al., 1986. Zit. n. Alberternst, 1998, 29).

Im Untersuchungsgebiet in Kärnten ist in den Jahren von 1981 bis 2010 eine mittlere Jahrestemperatur von 8,9° C und eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 893 mm pro Jahr gemessen worden (ZAMG, 2019).

Diese Zahlen machen deutlich, dass *Fallopia japonica agg.* trotz weiter ökologischer Amplitude im Untersuchungsgebiet die optimalsten Voraussetzungen und ein Homoklima vorfindet.

# 3 UNTERSUCHUNGSOBJEKT *FALLOPIA JAPONICA* AGG.

## 3.1 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Mehr als 40 Gattungen mit 800 Arten umfasst die Familie der Polygonaceen, der Knöterichgewächse (Lousley et al., 1981. Zit. n. Alberternst, 1998, 18). Die aus Ostasien stammenden *Reynoutria*-Sippen waren in der Vergangenheit systematisch nicht immer klar einzuordnen. Aus diesem Grund treten viele verschiedene Bezeichnungen in Büchern und anderen wissenschaftlichen Quellen auf (Bailey et al., 1992. Zit. n. Alberternst, 1998, 18).

Die Knöterichsippen gehörten zu der Gattung *Reynoutria* und wurden mit den lateinischen Namen *Reynoutria japonica* bzw. *Reynoutria sachalinensis* versehen (Alberternst, 1998, 18). In der Gegenwart werden die Staudenknöteriche der eigenen Gattung *Fallopia* zugeordnet, benannt nach dem italienischen Anatomomen und Arzt Gabriel Fallopi, der von 1523 bis 1562 lebte und wirkte (Storl, 2012, 218).

Im Untersuchungsgebiet kommen der Japanische Staudenknöterich (*Fallopia japonica*) und der Sachalin-Knöterich (*Fallopia sachalinensis*) vor. Hinzu kommt noch der Hybrid dieser beiden Arten mit der Bezeichnung *Fallopia x bohemica* (Weber, 2013, 40). Alle drei Arten haben dieselbe vegetative Vermehrungsstrategie und werden hinsichtlich der Bekämpfungsstrategie im Untersuchungsgebiet nicht unterschieden.

Aus diesem Grund werden auch in dieser Arbeit die drei Arten nicht unterschieden, sondern unter dem Begriff *Fallopia japonica agg.* zusammengefasst.

## 3.2 HERKUNFT & VORKOMMEN

Der Japanische Staudenknöterich ist auch in seiner Heimat Japan in vielen verschiedenen Lebensräumen und vergesellschaftet mit verschiedenen anderen Pflanzen zu finden. Weil die Pflanzenart auf nassen, nitratreichen Böden, aber auch auf trockenen, mageren Kiesböden wächst, wird ihr eine weite ökologische Amplitude zugeschrieben (Sukopp & Sukopp, 1988. Zit. n. Alberternst, 1998, 19).

*Fallopia japonica* erreichte im Jahr 1823 die Niederlande und im Jahr 1825 England. Die exotischen Stauden waren in den englischen Parks und in Landschaftsgärten nach nicht allzu langer Zeit sehr beliebt und wurden schnell in England und danach in ganz Europa angepflanzt (Weber, 2013, 43). Aber auch als Bienenweide, Viehfutter und zum Teil in der Forstwirtschaft fand der Staudenknöterich Verwendung, wie zum Beispiel zur Sicherung von Böschungen und als Wildäsung (Bauer, 1995, 105). Durch unsachgemäße Entsorgung von Staudenknöterich in freier Natur wurden an vielen verschiedenen Orten Staudenknöterichbestände begründet (Adler, 1993. Zit. n. Kowarik, 2003, 217).

Zu den charakteristischen Standorten, an denen *Fallopia japonica agg.* häufig anzutreffen ist, werden Ruderalflächen, Fließgewässer, Waldränder, Bahndämme, Böschungen und Straßenränder gezählt (Bauer, 1995, 106).

### **3.3 RHIZOM UND VEGETATIVE VERMEHRUNG**

Charakteristisch für alle neophytischen Knötericharten ist die sehr erfolgreiche, vegetative Fortpflanzung durch unterirdische Wurzelausläufer. Die generative Vermehrung spielt bei diesen Pflanzen, besonders in Europa, eine untergeordnete Rolle (Bauer, 1995, 105f).

Da diese Eigenschaft die Hauptursache für dessen rasante Ausbreitung und gleichzeitig schwierige Bekämpfung ist, soll diesem Thema hier besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Durch die gespeicherte Energie in den unterirdischen Organen, kann die Pflanze durch ihre Rhizome auch Bereiche besiedeln, die bereits von anderen Pflanzen bewachsen sind. Die Strategie dahinter ist, am Anfang der Vegetationsperiode hoch und schnell wachsende oberirdische Sprosse mit großen Blättern zu produzieren, um im Anschluss daran die benachbarten Pflanzen darunter vom Sonnenlicht abzuschirmen und ihnen dadurch die Lebensgrundlage zu rauben. Währenddessen werden auch die Außengrenzen eines *Fallopia*-Bestandes unterirdisch von Rhizomen durchzogen (Hayen, 1995, 135).

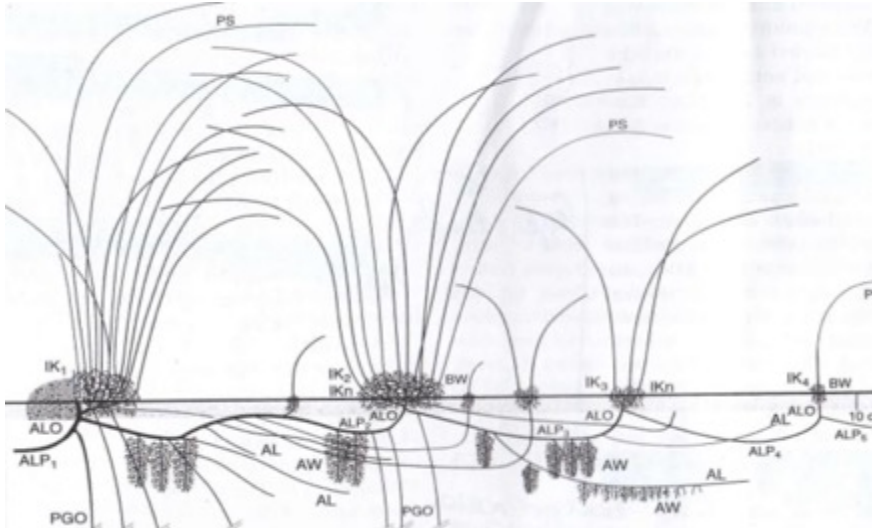


Abbildung 2: Bildung von Fallopija-Ausläufern (Kowarik, 2003, 219. Nach Hagemann, 1995)

Um den Aufbau des unterirdischen Wurzelkörpers, der in Abbildung 2 schematisch dargestellt ist, systematisch zu beschreiben, wird an der Erdoberfläche begonnen, um von oben nach unten vorzugehen.

Nachdem am Ende Herbstes alle oberirdischen Organe abgestorben sind und ihre Blätter abgeworfen haben, warten schon die an den verdickten Basalteilen angelegten Knospen auf das nächste Frühjahr, um wieder, meist büschelförmig, auszutreiben und den Lebenszyklus des Staudenknöterichs von Neuem zu beginnen. Die sich unter der Erde befindliche Biomasse der Pflanze lässt sich grob in drei Teile gliedern (Hayen, 1995, 127):

#### Verdickte Basalteile:

Diese ungleichmäßig dicken, knolligen Organe, die sich nach unten hin dünner werden und in ein Rhizom übergehen, können ab einem gewissen Alter mehrere Kilogramm wiegen (Adler, 1993. Zit. n. Hayen, 1995, 127). An den Basalteilen befinden sich Anlagen für neue Organe in Form von Knospen, die Sprossbasisknospen (Hayen, 1995, 127). Diese sind neben dem ganzen Basalteil auch gut auf Abbildung 3 erkennbar.

Die kräftigsten, auf Bodenniveau liegenden Knospen wachsen meist zu photophilen Trieben heran. Die meist etwas abseits, schwächeren, tieferliegenden Knospen können sich zu Ausläufern und neuen Rhizomen entwickeln (Hagemann, 1995, 186). In etablierten Beständen bilden sich meist große Horste, deren Oberfläche man in der vegetationslosen Zeit über der Erde erkennen kann (Hagemann, 1995, 180).



*Abbildung 3: Verdickter Basalteil mit Sprossbasisknospen (eigene Aufnahme)*

#### Rhizome:

Sie entspringen den verdickten Basalteilen und wachsen unterirdisch parallel zur Bodenoberfläche entlang. In Abhängigkeit des Alters können Rhizome Maße von wenigen Millimetern bis zu über fünf Zentimeter im Durchmesser erreichen (Hayen, 1995, 127). In anderen Quellen werden als Höchstwerte für den Durchmesser von Rhizomen sieben bis acht Zentimeter und eine Länge von 15 bis 20 Meter genannt (Fuchs, 1957. Zit. n. Alberternst, 1998, 60). Bei einer aus einem Rhizomstück gezogenen Pflanze konnte beobachtet werden, dass erst in der dritten Vegetationsperiode Rhizome ausgebildet wurden (Alberternst, 1998, 62). Das Rhizom verholzt mit fortgeschrittenem Alter und die Färbung der Rhizodermis verändert sich von zuerst gelblich-braun zu schwarz-braun (Alberternst, 1998, 60).

Nachdem im Frühjahr das Wachstum der Rhizome beginnt, endet es erst am Ende der Vegetationsperiode. Ein Rhizom kann in einem Jahr bis zu einem halben Meter wachsen. Nachdem Reservestoffe in den älter werdenden Rhizomen gespeichert werden, werden diese immer stärker und dicker. Jedoch nimmt die Stärke der Rhizome mit zunehmender Entfernung zu den Sprossen ab, da die überschüssige Energie möglichst in der Nähe der Sprosse gespeichert werden soll.



Meist wird die Wuchsrichtung vom Mutterrhizom vorgegeben. Auf diese Weise entsteht ein lineares Muster, weil die meisten neuen Rhizome diesem folgen. Aus dem Rhizomstrang wachsen in einer Entfernung von einigen Zentimetern immer neue Elemente, die sich auch wieder verzweigen können, bis nach mehreren Jahren ein vielverzweigtes, verbundenes Netzwerk entsteht, das den Erdboden in einem Ausmaß von vielen Kubikmetern durchziehen kann (Hayen, 1995, 132f). In Abbildung 4 ist ein über ein Meter langer Rhizomstrang zu sehen mit den darauf befindlichen verdickten Basalteilen und dem darunter liegenden Feinwurzelfilz.



Abbildung 4: Rhizomteil (eigene Aufnahme)

#### Wurzeln:

Am Anfang der Entwicklung einer Staudenknöterichpflanze wird eine Primärwurzel gebildet, die zunächst vertikal in den Boden wächst. Mit der Zeit bildet sie immer mehr Seitenwurzeln aus und die Wurzel gewinnt an Durchmesser dazu (Lukasiewicz, 1962. Zit. n. Hayen, 1995, 128). Bei großen, etablierten Beständen sind die Wurzeln das kleinste Element der unterirdischen Organe. Es werden knapp unter der Erdoberfläche an den Internodien Adventivwurzeln und an den Sprossbasen und unter den verdickten Basalteilen viele

Feinwurzeln gebildet, die zusammen einen dichten Feinwurzelfilz ergeben, welcher auf Abbildung 5 gut zu erkennen ist (Hayen, 1995, 127).



Abbildung 5: Feinwurzelfilz unter verdickten Basalteilen (eigene Aufnahme)

Wenn von vegetativer Vermehrung gesprochen wird, muss in Verbindung mit *Fallopia japonica* agg. auch die Vermehrung mit Fragmenten und Teilstücken angesprochen werden, da diese Eigenschaft bei der Verbreitung dieser Pflanze durch den Menschen eine große Rolle spielt. Rhizomstücke mit einer Größe von nur einem Zentimeter können neue Sprosse bilden und sich zu großen Beständen entwickeln (Brock et al. 1992. Zit. n. Diaz-Buschmann, 1997, 11).

### 3.4 ERFOLGSSTRATEGIEN & PROBLEMATIK

Durch Eigenschaften wie eine weite ökologische Amplitude, eine hohe genetische Anpassungsfähigkeit, Besonderheiten in der Fortpflanzung und durch das Fehlen von Schädlingen sind Arten wie *Fallopia japonica* agg. in der Lage, neue Lebensräume zu besiedeln (Kowarik, 1985. Zit. n. Alberternst, 1998, 10).

Die Problematik ist, welche Schäden diese Pflanzen im neophytischen Gebiet verursachen:

- *Fallopia japonica* agg. produziert jährlich dicht belaubte Triebe von etwa drei Metern Höhe in kurzer Zeit. Durch ihre rasante Vermehrung und Ausbreitung verdrängt sie autochthone Pflanzengesellschaften aus ihren Lebensräumen.
- Weil alle oberirdischen Triebe der Pflanze im Herbst absterben, ist im Winter der Boden von Bachböschungen vegetationslos und dadurch erhöht sich die Gefahr, dass bei starken Regenfällen oder wenn nach der Schneeschmelze der Wasserstand steigt, das Ufer erodiert.
- Die Rhizome können in Gebäude, Straßen, Ufersicherungen und andere Bauwerke einwachsen und diese sprengen und instabil werden lassen.
- An Eisenbahnlinien und Straßen kann durch die hohen Pflanzen die Sicht eingeschränkt werden, was die Sicherheit gefährdet (Weber, 2013, 40). Insbesondere wenn der Staudenknöterich im Bahnbetrieb am und neben dem Gleiskörper wächst wird er zu einem großen Problem, da dieser an solchen Orten Fluchttüren blockieren, sowie die Sicht auf Signalanlagen und Eisenbahnkreuzungen behindern kann (Schuh, 2011, 35).
- Durch die nötige, mehrmalige Mahd im Jahr entstehen hohe Kosten (Weber, 2013, 40). Auch andere Bekämpfungsmaßnahmen verursachen bereits hohe Aufwendungen (Schuh, 2011, 4). Einmal festgesetzte Bestände sind nur unter großen Anstrengungen wieder zu beseitigen (Schuh, 2011, 9). Es sind keine wirksamen Maßnahmen zur nachhaltigen Vernichtung von problematischen Neophyten bekannt (Schuh, 2011, 35).
- Der Japanische Staudenknöterich verbreitet sich durch Flüsse oder durch Erdtransport immer weiter (Weber, 2013, 42). Rhizome etablierter Bestände können sich bis zu zwei Meter pro Jahr seitlich ausbreiten. Auf diese Weise entstehen zum Beispiel aus linienhaften Beständen an Fließgewässern immer breitere Säume (Kretz, 1995, 152).

Schäden, die *Fallopia japonica agg.* explizit auf Bahnanlagen verursachen kann sind in Abbildung 6 dargestellt:

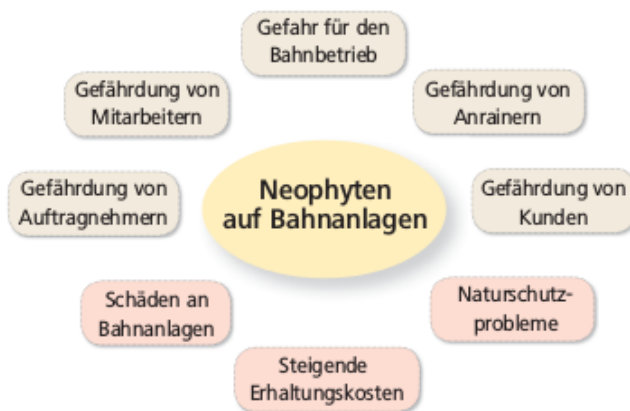


Abbildung 6: Probleme mit Neophyten auf Bahnanlagen (Schuh, 2011, 8)

### 3.5 BEKÄMPFUNG DURCH ABDECKUNG

Zur Bekämpfung des Staudenknöterichs durch Abdeckung sind wenige Beiträge in der Literatur bzw. wenige Berichte über die vollständige Auslöschung von Beständen durch Abdeckung zu finden. Oft sind Aussagen über diese Methode auch widersprüchlich von „unpraktikabel“ (Kowarik, 2003, 223) bis „rasche und unkomplizierte Umsetzung“ (Schuh, 2013, 3).

Berichte über Langzeiterfahrungen mit Abdeckungen sind nicht zu finden. Angaben zum Zeitraum, über den ein Staudenknöterichbestand abgedeckt werden muss, lauten meist „mehrjährig“ (Schuh, 2011, 38). Auch die Tatsache, dass diese Methode für den großflächigen Einsatz nicht geeignet, aber abgegrenzte Bestände dadurch stark geschwächt werden können wird mehrmals erwähnt (Bollens, 2005, 36). Sehr viele Beiträge über Bekämpfung von *Fallopia japonica agg.* mittels Folien sind in Internetportalen und Gartenjournalen zu finden.

Auf die Erde fallendes Sonnenlicht kann durch die Photosynthese von Pflanzen in biologisch nutzbare Energie umgewandelt werden (Brennike et al., 2010, 1f). Diese Energie kann in den immer dicker werdenden Rhizomen von *Fallopia japonica agg.* gespeichert werden (Hayen, 1995, 132f). Dadurch ist der Staudenknöterich in der Lage, in der nächsten Vegetationsperiode den benachbarten Pflanzen durch seine schnell aufwachsenden Triebe das Sonnenlicht zu nehmen und sich gegen sie durchzusetzen (Diaz-Buschmann, 1997, 98).

Deshalb soll in erster Linie das Ziel der Abdeckung der Pflanzen die Verhinderung der Photosynthese und damit der Energiegewinnung der Pflanzen, zu der Sonnenlicht unabdingbar ist, sein.

Daneben sollen auch die unterirdischen Organe, von denen sich ein Teil dicht unter der Erdoberfläche befindet, und die Austriebe unter der Folie durch die entstehenden hohen Temperaturen unter der Folie, besonders in den Sommermonaten, geschädigt werden. Um möglichst hohe Temperaturen unter den Folien zu erreichen, werden ausschließlich Folien und Planen mit schwarzer Oberfläche verwendet. Dabei wurden von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger Temperaturen von bis zu 66 Grad Celsius unter der Folie gemessen (Sattlegger, mündl., 2019).

## 4 METHODE

### 4.1 ABDECKEN UND MATERIALVERWENDUNG

Da Langzeitergebnisse zu Abdeckungsmaterial weitgehend fehlen, hat Herr Dipl.-Ing. Sattlegger nahezu alle im Handel erhältlichen Arten von Folien und Planen selbst getestet. Um das optimale Material für die Abdeckung zu finden wurden im Vorhinein verschiedene Materialeigenschaften geprüft und anschließend die Materialien im Felde ausprobiert.

Es werden von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger aktuell 15 abgedeckte und verschieden vorbehandelte Versuchsflächen östlich der Stadt Klagenfurt betreut. Die ersten wurden im Frühjahr 2017 abgedeckt. Ungeeignete Materialien wurden von Wind, Wetter oder *Fallopia japonica agg.* relativ schnell zerstört und durch bessere Materialien ersetzt bis sich schlussendlich die am längsten haltbarsten Materialien herauskristallisierten.

Zur Beschreibung der optimalen Standortauswahl und des Abdeckvorgangs wurden einerseits viele Gespräche mit Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger über seine Erfahrungen geführt und die ausführliche, fotografische Dokumentation seiner Arbeit bearbeitet und andererseits mit ihm gemeinsam neue Versuchsflächen ausgewählt, gesäubert und abgedeckt.

Auch die Gewinnung der Daten zu den Materialeigenschaften und Erfahrungen mit den verschiedenen verwendeten Materialien fand durch Recherche in den Aufzeichnungen und Protokollen von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger und in der Literatur statt.

### 4.2 VERSUCHSFLÄCHEN UND PROBENENTNAHME

Auch zur Dokumentation des Einflusses der Abdeckung auf den Austrieb von *Fallopia japonica agg.* im ersten Jahr der Abdeckung mussten die Fotos und Aufzeichnungen von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger herangezogen werden, da diese Phase bereits drei Jahre zurückliegt.

Um einen größeren Erfolg bei der Bekämpfung von *Fallopia japonica agg.* durch Abdeckung zu erreichen, wird versucht, die Pflanze auch auf andere Weise zu schwächen. Es ist möglich, die Pflanze vor der Anbringung der Abdeckung oder die Pflanze während der Zeit der Abdeckung mit verschiedenen mechanischen und chemischen Maßnahmen in ihrer Entwicklung zu stören. Dadurch soll auch der Aufwand für die Wartung der Fläche und die Abdeckdauer reduziert werden.

Um die Versuchsfelder in den Gruppen miteinander vergleichen zu können, mussten Flächen ausgewählt werden, die seit dem gleichen Jahr (meist 2017) durchgehend mit Folie abgedeckt wurden. Es wurde bei der Auswahl der Versuchsfelder auch darauf geachtet, dass jede Art der angewandten Vorbehandlungen in den Vergleichen vorkommt.

Es wurden folgende, in der Tabelle 1 dargestellten, neun verschiedenen vorbehandelten Versuchsfelder ausgewählt und in drei Gruppen miteinander verglichen:

| Flächen-<br>nummer | Station/<br>Kilometer | Vorbehandlung |       |          |              |                   |          | Abdeckung seit  |             |
|--------------------|-----------------------|---------------|-------|----------|--------------|-------------------|----------|-----------------|-------------|
|                    |                       | keine         | mähen | abgraben | überschütten | Rhizome ausreißen | beweiden |                 |             |
| 1                  | 120,900 a             |               |       | x        |              |                   |          | 04.09.17        | Vergleich 1 |
| 2                  | 120,900 b             |               |       |          | x            |                   |          | 04.09.17        |             |
| 3                  | 121,500               | x             |       |          |              |                   |          | 06.04.17        |             |
| 4                  | 125,450               |               | x     |          |              |                   |          | 02.08.17        |             |
| 5                  | 120,900 c             | x             |       |          |              |                   |          | keine Abdeckung |             |
| 6                  | 122,900 a             |               |       |          |              |                   | x        | 22.03.18        | Vergleich 2 |
| 7                  | 122,900 b             |               |       |          |              |                   | x        | keine Abdeckung |             |
| 3                  | 121,500               | x             |       |          |              |                   |          | 06.04.17        | Vergleich 3 |
| 8                  | 121,350 a             |               |       |          |              | x                 |          | 04.07.17        |             |
| 9                  | 121,350 b             | x             |       |          |              |                   |          | keine Abdeckung |             |

*Tabelle 1: Daten der Versuchsfelder*

Um den Einfluss der Vorbehandlung und der Abdeckung auf das Rhizom zu bestimmen, mussten Proben der Rhizome an allen Versuchsfeldern genommen werden. Es wurden auf den verschiedenen großen Versuchsfeldern möglichst gleichmäßig verteilt über die Fläche jeweils an drei Orten Stichproben des Rhizoms genommen. Auf den folgenden Abbildungen 7 bis 9 ist die Lage der verschiedenen Versuchsfelder ersichtlich.



Abbildung 7: Lage der Versuchsflächen von Streckenkilometer 120,900 bis 121,900 (ÖBB Infrastruktur AG, 2019)



Abbildung 8: Lage der Versuchsflächen von Streckenkilometer 122,500 bis 123,200 (ÖBB Infrastruktur AG, 2019)

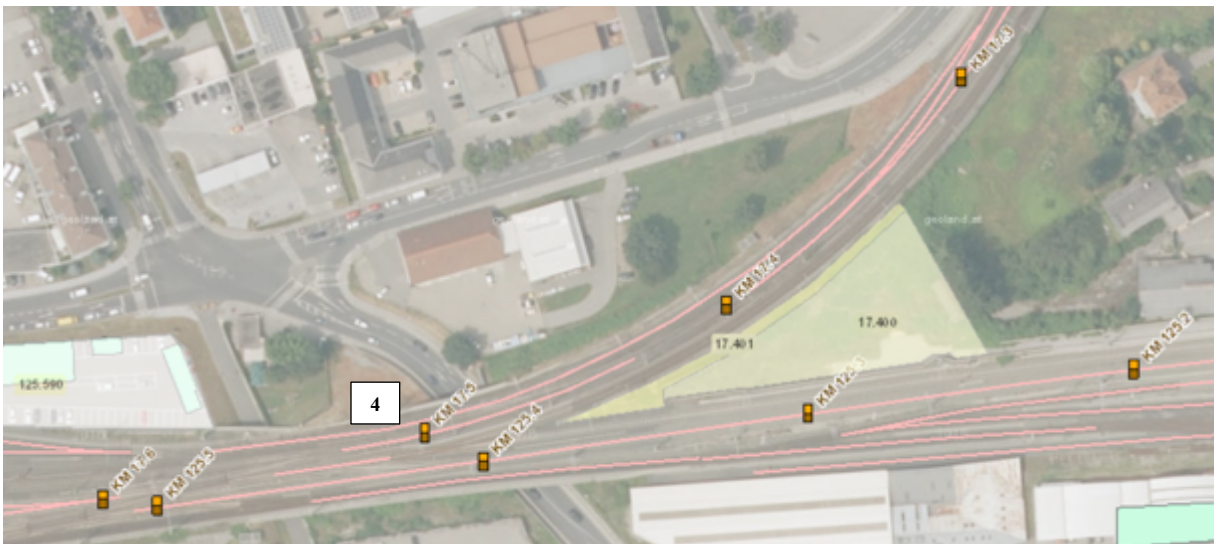


Abbildung 9: Lage der Versuchsflächen von Streckenkilometer 125,200 bis 125,500 (ÖBB Infrastruktur AG, 2019)



Zuerst musste die am Rand teilweise in die Bodenvegetation eingewachsene Abdeckung entfernt werden. Mit Spaten und Schaufel wurden die oberen 20 Zentimeter des Bodens abgetragen, mit einer Gartenschere ein Teil des Rhizoms abgetrennt, grob gesäubert und in einen beschrifteten Sack gegeben. Anschließend wurde jede Fläche wieder abgedeckt. Die Entnahme der Proben fand wie in Tabelle 2 zu sehen, nach der Vegetationsperiode im Oktober und November 2019 statt.

| Versuchsfläche | Datum<br>Probenentnahme |
|----------------|-------------------------|
| 1              | 7.10.2019               |
| 2              | 7.10.2019               |
| 3              | 7.10.2019               |
| 4              | 28.11.2019              |
| 5              | 7.10.2019               |
| 6              | 28.11.2019              |
| 7              | 28.11.2019              |
| 8              | 28.11.2019              |
| 9              | 28.11.2019              |

*Tabelle 2: Datum der Probenentnahmen an den Versuchsflächen*

### 4.3 BEWERTUNG DER RHIZOME

Um die Rhizomproben zu bewerten wird eine dreistufige Bewertungsmethode verwendet.

Die Bewertung **1 Punkt** wird vergeben, wenn die Rhizomprobe folgende Merkmale aufweist:

- Kern hohl
- Epidermis nicht vorhanden
- Farbe an Schnittstelle dunkelbraun
- Feinwurzeln nicht vorhanden

Die Bewertung **2 Punkte** wird vergeben, wenn die Rhizomprobe folgende Merkmale aufweist:

- Kern weich
- Epidermis teilweise vorhanden
- Farbe an Schnittstelle hellbraun
- Feinwurzeln teilweise vorhanden

Die Bewertung **3 Punkte** wird vergeben, wenn die Rhizomprobe folgende Merkmale aufweist:

- Kern hart
- Epidermis fest
- Farbe an Schnittstelle gelb
- Feinwurzeln vorhanden



Abbildung 10: Drei verschieden zu bewertende Rhizomproben (1,2 und 3 Punkte) (eigene Aufnahme)

Sind alle drei Proben einer Versuchsfläche bewertet, wird die Summe der Bewertungen ausgerechnet.

Ergibt die Summe der Bewertungen einen Wert von **3 Punkten**, wird davon ausgegangen, dass alle Rhizomproben tot sind und somit auf der Versuchsfläche **kein Wachstumspotential** aus diesen mehr besteht.

Wird eine Summe der Bewertungen von **4 bis 8 Punkten** errechnet, so waren nicht alle Rhizomproben sicher tot und dies bedeutet, dass auf der Versuchsfläche noch **reduziertes Wachstumspotential** besteht.

Ergibt die Summe der Bewertungen einen Wert von **9 Punkten**, wird davon ausgegangen, dass alle Rhizomproben vollkommen vital sind und auf der Versuchsfläche **volles Wachstumspotential** besteht.

## 5 ERGEBNISSE

Um die wirksamste Vorbehandlung und das am besten geeignetste Material um einen Bestand von *Fallopia japonica agg.* erfolgreich zu bekämpfen, wurden verschieden vorbehandelte Staudenknöterichbestände mit verschiedenen Materialien abgedeckt. Um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu beurteilen, wurden von jeder Versuchsfläche Rhizomteile freigelegt, mittels eines Bewertungsschlüssels bewertet und miteinander verglichen. Auch Erkenntnisse und praktische Erfahrungen zur erfolgreichen und möglichst Zeit und Kosten sparenden Durchführung von Abdeckungen von *Fallopia japonica agg.* sollen hier erwähnt werden.

### 5.1 STANDORTAUSWAHL UND GEEIGNETE MATERIALEN

Der abzudeckende Staudenknöterichbestand sollte nicht zu großflächig sein, da mit jedem Quadratmeter Abdeckungsfläche der Material- und Arbeitsaufwand steigt. Es sollte nämlich die Abdeckung den gesamten Bestand bedecken und noch bis zu zwei Meter über den Bestand hinausragen. Optimal ist es, wenn die abzudeckende Fläche flach oder süd- und ostseitig geneigt und nicht beschattet ist, um durch die Sonneneinstrahlung höhere Temperaturen unter der Folie zu erreichen, und damit die Pflanze zusätzlich zu schädigen. Dabei muss aber erwähnt werden, dass damit auch die UV-Belastung des Materials steigt. Material, das stärker der Sonne ausgesetzt ist, ist weniger lange haltbar, als Material, das zumindest teilweise im Schatten liegt.

Schwierig ist es, in die Abdeckungsfläche Fremdkörper wie Verkehrstafeln, Schaltkästen oder Bäume zu integrieren. Diese müssen nämlich vollkommen lichtdicht umschlossen werden, was einen viel höheren Arbeitsaufwand mit sich bringt. Es sollte daher eine Fläche ohne Hindernisse sein.

Ist nun ein Bestand, der all diesen Voraussetzungen entspricht, ausgemacht, muss die Bodenvegetation, die meist ausschließlich aus *Fallopia japonica agg.* besteht, so knapp wie möglich über der Bodenoberfläche entfernt werden, damit später die Folie gut am Untergrund aufliegen kann. Dies kann durch tiefe Mahd oder durch händisches abschneiden erfolgen. In der folgenden Abbildung 11 ist dieser Arbeitsschritt mit einer Motorsense auf Versuchsfläche 3 im April zu sehen. Der optimalste Zeitpunkt für diese Arbeit wäre nach dem Winter im März, dort müssen nur die alten, trockenen Stängel des Vorjahres abgebrochen und die Fläche mit einem Rechen gesäubert werden.

Wichtig ist es, dass keine einzelnen, spitzen Pflanzenteile wie zum Beispiel alte, verholzte Sprossreste des Staudenknöterichs, aufragen und die Folie beschädigen oder gar durchstechen, was bei billigerem und dünnerem Abdeckungsmaterial möglich ist.



*Abbildung 11: Säuberung der Versuchsfläche mit Motorsense im April (Aufnahme Sattlegger)*



*Abbildung 12: Anschließend wird die Fläche abgedeckt (Aufnahme Sattlegger)*

Ist die Fläche sauber, wird wie in Abbildung 12 die Folie oder Plane, mit der, falls vorhandenen, schwarzen Seite nach oben, über der Fläche ausgebreitet.

Diese beiden Arbeitsschritte des Fläche Säuberns und Abdeckung Anbringens erfordern den höchsten Zeit- und Arbeitsaufwand und somit auch den höchsten finanziellen Aufwand. Aus diesem Grund ist die Qualität des Materials von hoher Wichtigkeit, denn die Abdeckung sollte für mehrere Jahre auf der Fläche verbleiben. Darum soll das Material für die Abdeckung wetter- und feuchtigkeitsbeständig und lichtundurchlässig sein. Neben UV-Beständigkeit sollte das Material auch Eigenschaften wie Reißfestigkeit und Trittfestigkeit aufweisen, damit es während der Abdeckungsphase nicht ausgetauscht werden muss. Folgende Materialien wurden getestet:

Fahrsilofolie ist ein Material, das hauptsächlich im Agrarsektor verwendet wird. Sie wird aus Polyethylen hergestellt und dient dem Schutz von Silage, die oft im Freien in Fahrsilos gelagert wird. Darum muss diese Folie recht stark und stabil sein und für mindestens 12 Monate ihre Schutzfunktion behalten. Sie ist wasserdicht, blickdicht und relativ lichtundurchlässig (dm-folien, 2019).

Ein weiteres im Handel angebotenes Material ist schwarze LDPE-Abdeckfolie. Dieses Produkt ist zwar preiswert und durch die schwarze Farbe trägt es auch zur Erhitzung des Bodens darunter bei, jedoch ist es dünn, nicht reißfest und, wie Abbildung 13 erkennen lässt, nur für wenige Monate UV-beständig.



*Abbildung 13: Nicht UV-stabile Abdeckfolie (Aufnahme Sattlegger)*

Teichfolie erweist sich als genügend dick und schwer um Flächen damit nachhaltig abzudecken, jedoch für den großflächigen Einsatz leider als sehr teuer.

Abdeckplanen werden aus sehr robustem High Density Polyethylen-Gewebe gefertigt und bleiben durch die beidseitige Polyethylen-Beschichtung wasserdicht. Sie sind darüber hinaus reißfest und lassen sich durch die rostfreien Metallösen an den Rändern sehr gut befestigen.



*Abbildung 14: Mehrere mehr oder weniger ungeeignete Materialien auf einer Versuchsfläche (Aufnahme Sattlegger)*

LKW Plane ist reiß- und stoßfest und ebenso wasserdicht, hitzeresistent und kältetolerant, sowie auch UV-stabil. Auch besitzt sie eingearbeitete, rostfreie Aluminiumösen und ist in vielen verschiedenen Farben erhältlich.

Karton ist zwar lichtundurchlässig, billig und kann Vorort verrotten, er ist aber nicht feuchtigkeitsbeständig und auch nicht formbeständig. Es wird jeder kleinste Lichtspalt entdeckt und von den Pflanzen aufgeweitet.

Silofolie, mit der Rundballen gewickelt werden, ist als Silo-Wickelfolie oder Agrarstretchfolie im Handel erhältlich. Sie hat den Vorteil preiswert und zeitweise UV-beständig zu sein, aber den Nachteil nur bedingt reißfest zu sein. Unbeschichtete Wickel- und Fahrhilfolien haben zudem noch den Nachteil nur blickdicht zu sein, das heißt, dass die Pflanzen, wie in Abbildung 15 zu sehen, noch genug Licht erlangen, um unter der Silofolie zu wachsen.



*Abbildung 15: Unter Silofolie wachsender Staudenknöterich (Aufnahme Sattlegger)*

Luttenplanen sind speziell entwickelte PVC-Bahnen und werden speziell für Ventilationskanäle hergestellt. Das Polyestertextil ist nicht wie üblich gewebt, sondern gestrickt. Das hat den Vorteil, dass Länge und Umfang von Rissen und anderen Beschädigungen minimiert werden. Das Gewebe ist mit kräftigem PVC beschichtet. Es trägt bei zu hohem Druck und Beanspruchung zur optimierten Festigkeit bei und verhindert Delaminierung (Protan, 2019).



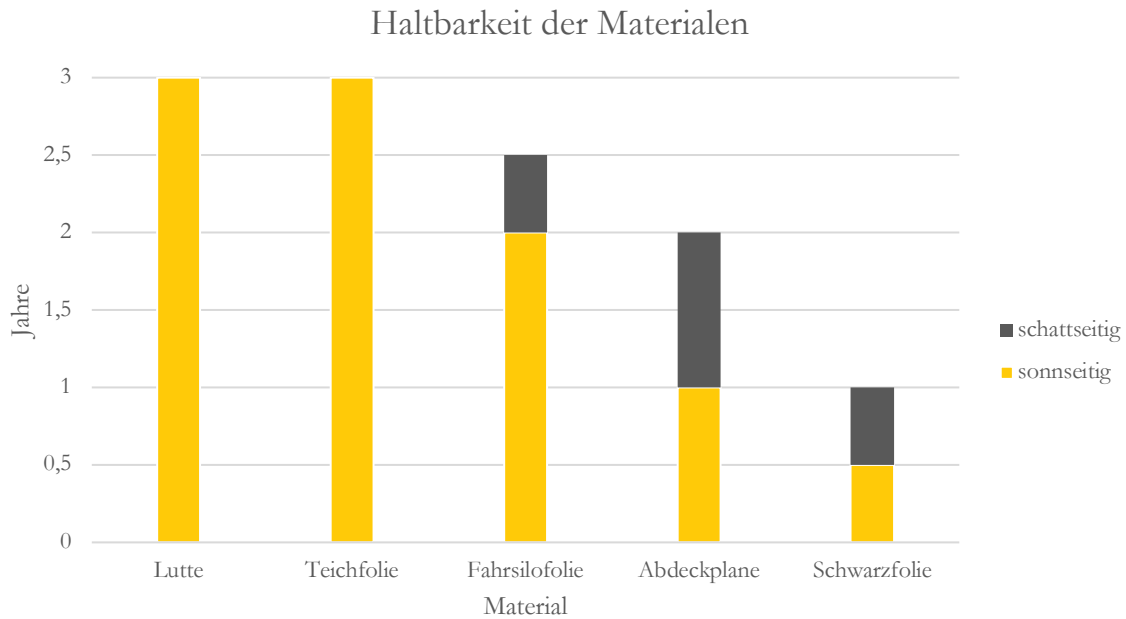


Abbildung 16: Haltbarkeit der verschiedenen verwendeten Materialien

Abbildung 16 soll zeigen, dass auf keiner Versuchsfläche sich die Materialien Fahrhilfsfolie, Abdeckplane und Schwarzfolie, auch wenn sie im Schatten oder auf einer nordseitig geneigten Fläche angewandt wurden und somit vor starker UV-Belastung geschützt waren, während der drei Jahre der Abdeckungsphase unbeschädigt halten konnten.

Tunnellutte und Teichfolie erwiesen sich hingegen als am längsten haltbar. Auf den am längsten abgedeckten Versuchsflächen wird Luttenfolie bereits seit drei Jahren verwendet. Es kann davon ausgegangen werden, dass sie dort, trotz UV-Belastung, noch für weitere Jahre liegen bleiben kann. Tunnellutte als Abdeckmaterial für Staudenknöterich erfüllt alle positiven Voraussetzungen und hat obendrein noch den Vorteil, dass sie relativ schwer ist und daher gut auf der Erdoberfläche aufliegt, was gut auf Abbildung 17 zu erkennen ist. Luttenplane ist gewebeverstärkt, daher reißfest, einseitig schwarz mit den Ösen an den Rändern kann sie gut auf Böschungen befestigt werden. Darüber hinaus wird es im Kärntner Versuchsgebiet noch kostenlos von der ÖBB zur Verfügung gestellt, da es als Recyclingmaterial aus dem Koralmountainbau verwendet werden kann, wo Lutte als Belüftungsschlauch zum Belüften der Tunnelbaustellen verwendet wird (ÖBB Infrastruktur AG, 2017). Darum wird mittlerweile ausschließlich Luttenfolie auf allen Versuchsflächen verwendet.



*Abbildung 17: Lutzenplane liegt gut am Gelände auf. Mit den Ösen an den Rändern kann sie gut auf Böschungen befestigt werden (Aufnahme Sattlegger)*

Das Material sollte in ausreichend großer Dimension vorhanden sein, um möglichst in einem Stück auf der Fläche platziert werden zu können. Einzelne Teilstücke zu verbinden bringt nicht nur einen höheren Arbeitsaufwand mit sich, sondern birgt auch das Risiko, dass Licht oder die Pflanze selbst durch die verbundenen Stellen kommt, oder dass dem Wind eine Angriffsfläche geboten wird. Bei dem Versuch, die Planen mit Klebebändern zu verbinden, stellte sich heraus, dass auch Klebebänder nicht UV-stabil sind und in der Sonne bald ihre Wirkung verlieren.

Anschließend muss die Abdeckung je nach verwendetem Material am Erdboden befestigt werden. Haben Planen Ösen an den Seiten, wie die Lutzenfolie, lässt sich das Material mittels Metallhaken sehr gut am Boden festmachen. Folien ohne Ösen wie zum Beispiel Teichfolie, werden meist mit größeren Steinen oder Kies in regelmäßigen Abständen beschwert. Alternativ kann dazu auch Bodenmaterial verwendet werden. Besonders wichtig ist eine sichere Beschwerung des Materials an den Rändern der Abdeckung, um dem Wind keine Angriffsfläche zu bieten. Von Vorteil sind hier natürlich Planen mit einem gewissen Eigengewicht, wie zum Beispiel die Lutzenfolie.

Im ersten Jahr ist die Abdeckung 14-tägig und außerdem nach Starkwindereignissen zu kontrollieren und, wenn erforderlich, auszubessern. Wenn Löcher entdeckt werden, müssen diese mit einem lichtdichten Klebeband wieder verschlossen werden. Erfahrungsgemäß liegt die Folie ab dem zweiten Jahr der Abdeckung gut am Boden auf und die Kontrollgänge können reduziert werden. Als förderlich erwies sich das Einwachsen der Abdeckung in die Vegetation an den Rändern der abgedeckten Standorte, sodass dem Wind die Angriffsfläche genommen wird, wie auf Abbildung 18 ersichtlich ist.



*Abbildung 18: An den Rändern in die Vegetation eingewachsenen Plane (eigene Aufnahme)*

Versuche, bei abgedeckten Flächen im Winter die Abdeckung zu entfernen, um die Oberfläche dem Frost auszusetzen, damit nicht die Pflanzen durch die Abdeckung vor dem Frost geschützt sind und das Abdeckmaterial der Witterung ausgesetzt ist, erwiesen sich als nicht zielführend. Am Ende der Frostperiode konnte festgestellt werden, dass dies keine Vorteile gegenüber nicht abgedeckten Standorten hat und nur zu einem viel höheren Arbeitsaufwand führt.

## 5.2 EINFLUSS DER ABDECKUNG AUF *FALLOPIA JAPONICA* AGG.

### 5.2.1 Einfluss der Abdeckung auf Austrieb

Es ist der Strategie von *Fallopia japonica agg.* geschuldet, dass diese Pflanze am Anfang der Vegetationsperiode stark wachsende, oberirdische Sprosse ausbildet, um damit einen Konkurrenzvorteil gegenüber den anderen Pflanzen in dem Habitat im Kampf um das Sonnenlicht zu haben (Hayen, 1995, 135). Dieses Phänomen ist auch bei einem frisch abgedeckten Bestand trotz Abdeckung zu beobachten, was auf einer vorbehandelten und einer nicht vorbehandelten Versuchsfläche dokumentiert wurde, um die unterschiedlichen Entwicklungen miteinander vergleichen zu können.

Die nicht vorbehandelte Versuchsfläche 3 wurde am 6. April 2017 mit Folie abgedeckt und am 9. Mai waren die auf Abbildung 19 zu sehenden, im Durchschnitt 1,5 Zentimeter dicken, chlorophyllfreien Sprosse ausgebildet.



Abbildung 19: Innerhalb eines Monats unter der Abdeckung gebildete Sprosse des Staudenknöterichs (Aufnahme Sattlegger)

Diese Sprosse wurden abgeschnitten und die Fläche wurde erneut abgedeckt. Am 8. August wurde die Folie wieder abgenommen und die in der Zwischenzeit gebildeten, auf Abbildung 20 zu sehenden, ca. einen Zentimeter dicken Sprosse wurden wieder abgeschnitten und die Fläche wurde wieder abgedeckt.



*Abbildung 20: Schwächere unter der Abdeckung gebildete Sprosse des Staudenknöterichs 4 Monate nach Abdeckung (Aufnahme Sattlegger)*

Nach der Vegetationsperiode konnten noch Sprosse unter 0,5 Zentimeter Durchmesser nachgewiesen werden, die nicht mehr abgeschnitten wurden. In der nächsten Vegetationsperiode konnten keine Austriebe mehr festgestellt werden.

Im Gegensatz dazu wurde der Austrieb unter der Abdeckung auch auf der jährlich mehrmals gemähten Versuchsfläche 4 dokumentiert. Diese Fläche wurde erst am 2. August 2017 abgedeckt und am Ende des Monats konnten lediglich ca. 0,8 Zentimeter dicke Sprosse festgestellt werden. Die ausgebildeten Sprosse wurden nicht abgeschnitten und sind auf Abbildung 21 zu sehen.



*Abbildung 21: Austriebe unter der Abdeckung auf vorbehandelter Versuchsfläche 4 (Aufnahme Sattlegger)*

Das Wachstum der unter der Abdeckung aufkommenden Sprosse war zu Beginn der Abdeckungsphase bei der nicht vorbehandelten Versuchsfläche 3 stark, sank dann aber innerhalb des Jahres stark ab. Das Wachstum der Sprosse unter der Abdeckung, auf der zuvor jährlich mehrmals gemähten Versuchsfläche 4, begann einen Monat nach der Abdeckung auf einem signifikant niedrigerem Niveau, wie das folgende Diagramm in Abbildung 22 erkennen lässt.

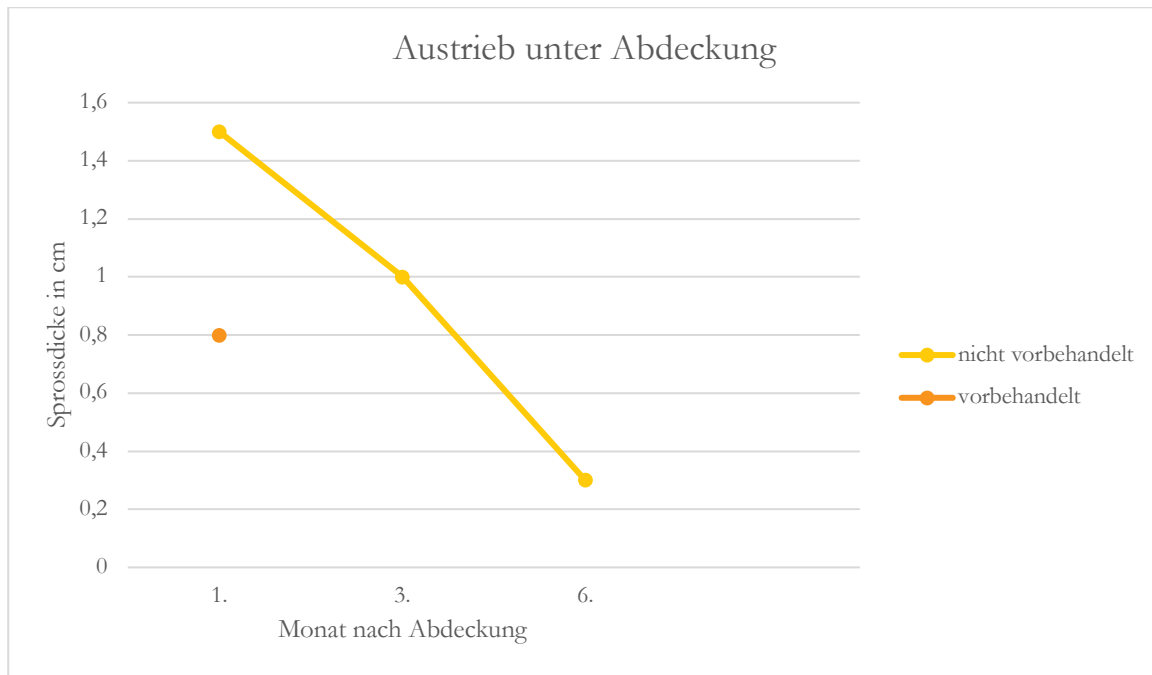


Abbildung 22: Abnahme des Sprosswachstums von *Fallopia japonica* agg. unter der Abdeckung innerhalb einer Vegetationsperiode

### 5.2.2 Einfluss der Abdeckung auf Rhizom

Es wird angenommen, dass bei einem nicht abgedeckten Bestand von *Fallopia japonica* agg. zwischen Wurzeln, Rhizomen und oberirdischen Organen vom Frühjahr bis zum Herbst ein ununterbrochener Assimilatefluss besteht (Diaz-Buschmann, 1997, 45). Durch die gespeicherte Energie in den unterirdischen Organen ist der Staudenknöterich am Beginn der vegetativen Phase in der Lage, sehr schnell große, oberirdische Organe auszubilden (Diaz-Buschmann, 1997, 98). Im Frühjahr setzt auch wieder das Wachstum der Rhizome ein, welches bis in den Herbst dauert (Hayen, 1995, 132).

Jedoch ist wie auf den folgenden Abbildung 23 erkennbar, dass die verschiedenen, im Herbst entnommenen, durchgeschnittenen Rhizomteile eines abgedeckten und eines nicht abgedeckten Staudenknöterichbestandes zum Teil große Unterschiede aufweisen.

Zum einen ist der Farbunterschied zwischen einem gesunden und dem seit drei Jahren abgedeckten Rhizom sehr auffallend. Das nicht abgedeckte Rhizom wies an der Schnittstelle Gelb- und Orangetöne auf während das abgedeckte Rhizom an dieser Stelle braun und schwarz ist. Auch löste sich beim abgedeckten Rhizom teilweise die Wurzelepidermis ab und es begann im Kern weich und hohl zu werden während Kern und Rhizodermis bei dem nicht abgedeckten Rhizom fest war. Besonders am Basalteil des abgedeckten Stocks ist auch das Fehlen der sonst zahlreichen Feinwurzeln auffällig.



*Abbildung 23: Vergleich von Rhizomproben unterschiedlicher Durchmesser (eigene Aufnahme)*

Ein Rhizom kann in einem Jahr bis zu einem halben Meter wachsen (Hayen, 1995, 132). Rhizome können aber auch mehrere Jahre im Boden verbleiben, ohne oberirdische Triebe zu produzieren (Hayen, 1995, 135). Die Rhizomproben aus den abgedeckten Beständen lassen aber nicht darauf schließen, dass sie in vollem Wachstum sind oder nur ruhen, sondern dass sie zum größten Teil abgestorben sind.



### 5.3 VERGLEICHE DER KOMBINATIONSMÖGLICHKEITEN

Nachdem das Ziel aller Staudenknöterich-Bekämpfungsmaßnahmen, nämlich die Beseitigung der Pflanze, oft nicht erreicht werden kann, wird jedoch meist zumindest eine Schwächung des bekämpften Bestandes erreicht. Dies ist eine gute Ausgangssituation, um die Bekämpfung mittels Abdeckung fortzusetzen. So gesehen lässt sich jede Bekämpfungsmaßnahme erfolgreich mit Abdeckungen kombinieren, jedoch wurden im Rahmen der Untersuchungen doch Unterschiede in der Wirksamkeit der unterschiedlichen Kombinationen identifiziert.

Bei **Versuchsfläche 1** wurde am 1.9.2017 mit einem Bagger der Oberboden der mit Staudenknöterich bewachsenen Fläche 15 bis 25 Zentimeter stark abtragen und das abgetragene, belastete Material auf die ebenfalls mit Staudenknöterich bewachsene **Versuchsfläche 2** aufgeschüttet. Am 4.9.2017 wurden beide Flächen abgedeckt. Auf Abbildung 24 ist links die abgetragene Versuchsfläche 1 und rechts die angeschüttete Versuchsfläche 2 zu sehen.



*Abbildung 24: Oberbodenabtrag und -anschüttung auf Versuchsfläche 1 und 2 (Aufnahme Sattlegger)*

Am 7.10.2019 wurde auf beiden Flächen die seit drei Vegetationsperioden dort liegende Abdeckung aus Luttenplane kurzzeitig entfernt, um einen Blick unter die Bodenoberfläche zu werfen. Es wurden sowohl an der abgegrabenen Versuchsfläche 1 als auch an der aufgeschütteten Versuchsfläche 2 je drei ungefähr 50 Zentimeter tiefe Löcher gegraben und der Aushub wurde durch ein Kompostsieb mit 4 x 2,5 Zentimeter Maschenweite geworfen. Dies war an diesen Standorten nötig, da die Rhizome schon bei der Arbeit mit dem Bagger mehr oder weniger zerkleinert und verstreut wurden.

Durch das Sieb trennten sich grobe und feine Bestandteile des Bodens und die Rhizomreste des vormaligen Staudenknöterichbestandes, der dort bis vor drei Jahren wuchs, kamen zum Vorschein und ließen sich sammeln und untersuchen, wie folgende Abbildungen 25 und 26 zeigen sollen.



*Abbildung 25: Probenentnahme auf Versuchsfläche 1 (eigene Aufnahme)*



*Abbildung 26: Probenentnahme auf Versuchsfläche 2 (eigene Aufnahme)*

Bei Versuchsfläche 1 und bei Versuchsfläche 2, konnten keine lebenden Rhizomteile freigelegt werden und demnach sind alle Proben dieser Fläche mit 1 beurteilt worden, was eine Summe von 3 Bewertungspunkten ergibt und somit davon ausgegangen wird, dass die Rhizome tot sind und kein Wachstum daraus mehr stattfinden kann.

Nachdem auf **Versuchsfläche 3** die toten Sprosse des Vorjahres abgemäht und entfernt wurden, wurde diese Fläche ohne Vorbehandlung am 6.4.2017 nach der Frostperiode abgedeckt. Im ersten Jahr der Abdeckung wurden Anfang Mai und Anfang August die unter der Folie gebildeten Austriebe abgeschnitten. Am 7.10.2019, drei Vegetationsperioden später, wurde an drei verschiedenen Stellen der Versuchsfläche ein Teil des Rhizoms zur Untersuchung freigelegt. Danach wurden die Rhizomproben dieser Fläche mit 5 Bewertungspunkten beurteilt. Große Teile des Rhizoms ließen darauf schließen, dass kein Wachstum mehr aus ihnen erfolgen kann, aber nicht sicher bei allen. Abbildung 27 zeigt einen großen Teil des freigelegten Rhizoms mit zusätzlichem verdickten Basalteil.



*Abbildung 27: Großer Teil eines freigelegten, abgedeckten Rhizoms auf Versuchsfläche 3 (eigene Aufnahme)*

Noch mehr tote Rhizomteile wurden in **Versuchsfläche 4** gefunden, die über mehrere Jahre mehrmals jährlich gemäht und schließlich am 6.4.2017, wie auf Abbildung 29 zu sehen, abgedeckt wurde.

Beim Abmähen verliert der Knöterich, im Gegensatz zur Beweidung, sofort alle oberirdischen Organe und die Assimilation wird plötzlich unterbrochen (Alberternst, 1998, 105).

Diese Maßnahme schädigt und schwächt aber auch die unterirdischen Teile der Pflanze. Dabei schädigt die Mahd die Pflanze noch mehr als der Verbiss (Alberternst, 1998, 183). Folgende Abbildung 28 macht deutlich, wie *Fallopia japonica agg.* aufgrund der mehrmaligen, jährlichen Mahd des Standortes, lediglich höchstens einen Meter hohe, buschförmige Bestände auszubilden vermag.



Abbildung 28: Versuchsfeld 4 vor der Abdeckung (Aufnahme Sattlegger)



Abbildung 29: Versuchsfeld 4 mit Abdeckung (Aufnahme Sattlegger)

Am 28.11.2019 wurden drei Proben des Rhizoms an unterschiedlichen Stellen der Versuchsfäche freigelegt und zur Untersuchung mitgenommen. Doch kann auch an diesem Standort nicht sicher davon ausgegangen werden, dass wirklich schon alle Teile des Rhizoms abgestorben sind und somit wird wie auch auf Fläche 3 von einem reduzierten Wachstumspotential ausgegangen.



*Abbildung 30: Freigelegtes, vitales Rhizom von Referenzfläche Versuchsfäche 5 (eigene Aufnahme)*

**Versuchsfäche 5** dient als Referenzfläche und wurde in den letzten Jahren weder mit einer Vorbehandlung, noch mit einer Abdeckung versehen. Es handelt sich um einen gesunden, etablierten Bestand, von dem ebenfalls an drei verschiedenen Orten Rhizomproben gesammelt wurden. Auf Abbildung 30 kann man einen freigelegten Rhizomteil dieser Fläche sehen, mit zwei verdickten Basalteilen aus denen jeweils drei starke Sprosse wachsen. Auf dieser Versuchsfäche wurden, wie zu erwarten war, ausschließlich vitale Rhizomteile ausgegraben wurden, die allesamt mit drei Punkten bewertet wurden und somit in die Kategorie „volles Wachstum“ fallen. Diese fünf Flächen wurden im Rahmen des 1. Vergleichs miteinander verglichen und wird in folgendem Diagramm in Abbildung 31 dargestellt.

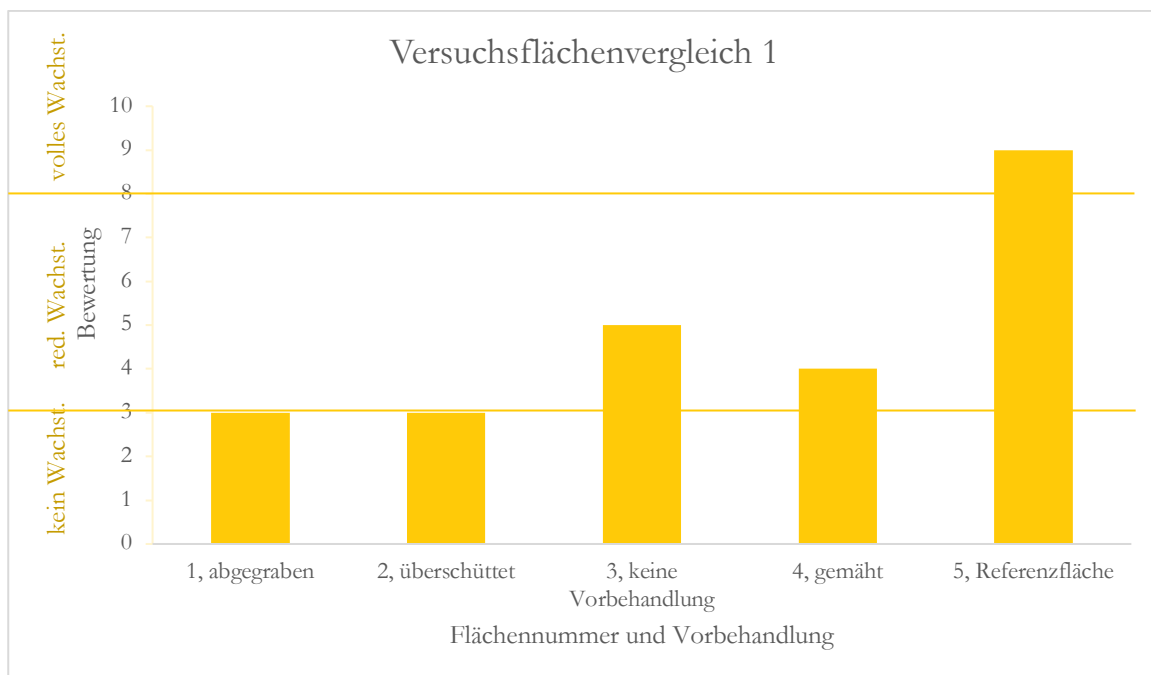


Abbildung 31: Vergleich des Wachstumspotentials unterschiedlich vorbehandelter Versuchsflächen

**Versuchsfläche 6 und 7** befinden sich auf der Südseite eines im Jahr 2006 aus erdig-sandigen Material errichteten, zwei Drittel steilen Lärmschutzdamm, der nach Angaben von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger ohne Humusaufgabe begrünt wurde. Innerhalb von zehn Jahren war die Fläche vollständig von *Fallopia japonica agg.* bewachsen. Nachdem durch die Beweidung mit Schafen und Ziegen über mindestens zwei Jahre der Knöterich geschwächt wurde, ist ein Teil der Fläche am 22.3.2018 mit Luttenfolie abgedeckt worden. Auf der übrigen Fläche wurde die Beweidung über zwei weitere Vegetationsperioden fortgesetzt. Abbildung 32 zeigt beide Versuchsflächen während der Bestoßung mit Schafen und Ziegen im Sommer.

Bereits in den 1990er Jahren wurden zur Bekämpfung des Staudenknöterichs Schafe und Ziegen herangezogen, nachdem in Deutschland auf Weiden in der Nähe von Gewässern Schafe, Ziegen und auch Rinder dabei beobachtet wurden, wie sie gerne Staudenknöterich fraßen. Versuche zeigten, dass die Pflanze durch das Abfressen der Staudenknöterichblätter großen Schaden erleidet (Walser, 1995, 167ff). Auch durch das Zertreten der oberirdischen Organe durch die Hufe der Weidetiere wird der Staudenknöterich in seinem Wuchs gestört (Alberternst, 1998, 105). Diese Störung betrifft auch die unterirdischen Organe und schwächt sie (Alberternst, 1998, 183).



*Abbildung 32: Versuchsflächen 6 und 7 (Aufnahme Sattlegger)*

Am 28.11.2019 wurden auf den beiden benachbarten Flächen jeweils drei Rhizomproben an unterschiedlichen Stellen der Versuchsflächen entnommen und bewertet. Die Ergebnisse daraus werden im zweiten Vergleich angeführt.

Die seit vier Jahren durchgehend beweidete Versuchsfläche 7 wurde mit 7 Bewertungspunkten versehen. Im Gegensatz dazu die unmittelbar daneben liegende Versuchsfläche 6 mit 6 Bewertungspunkten. Somit fallen beide Versuchsflächen in die Kategorie „reduziertes Wachstum“, wie in folgendem Diagramm in Abbildung 33 ersichtlich.

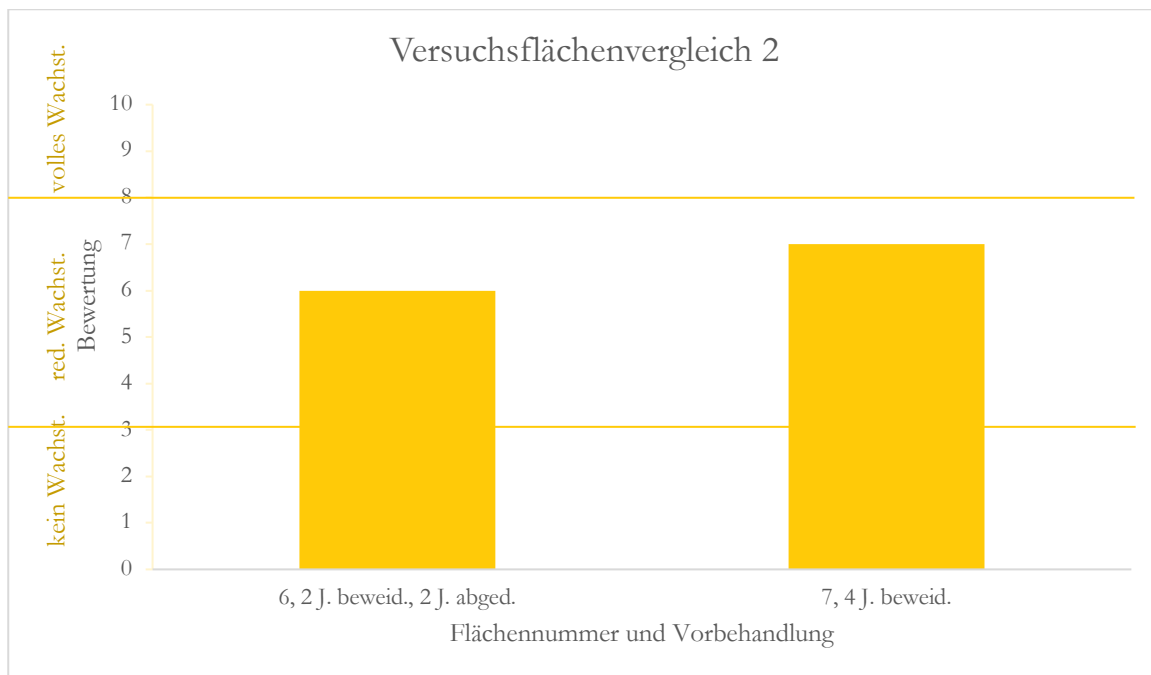


Abbildung 33: Vergleich des Wachstumspotentials von Versuchsfläche 6 und 7

Durch mechanische Bekämpfung wie regelmäßige Mahd oder Beweidung von Knöterichbeständen können diese nur geschwächt, aber nicht zum Verschwinden gebracht werden, da sie immer wieder aus den Rhizomen austreiben (Weber, 2013, 42). Darum werden diese Maßnahmen in Kombination mit Abdeckung angewandt, um einen Erfolg zu erzielen, der sich in diesem Versuch beginnt abzuzeichnen.

Beim dritten Vergleich wurde die **Versuchsfläche 8**, bei der vor der Abdeckung am 4.7.2017 die Rhizome oberflächlich ausgerissen wurden, der **Versuchsfläche 3**, die 6.4.2017 ohne Vorbehandlung abgedeckt wurde, gegenübergestellt. Es stellte sich heraus, dass, obwohl in Versuchsfläche 8 noch weniger vermutlich lebende Proben gefunden wurden, beide mit den Bewertungen 5 beziehungsweise 4 in die Kategorie „reduziertes Wachstum“ fallen.





Abbildung 34: Versuchsfläche 8 und rechts neben der Abdeckung Versuchsfläche 9 im Sommer 2017 (Aufnahme Sattlegger)

**Versuchsfläche 9**, direkt neben Versuchsfläche 8 gelegen, diente als Referenzfläche, auf der ein unbehandelter, nicht abgedeckter Bestand von *Fallopia japonica agg.* gedeiht und somit wenig überraschend mit 9 Punkten bewertet wurde und somit volles Wachstumspotential aufweist. Von allen drei Flächen wurden am 28.11.2019 an drei verschiedenen Flächen Proben des Rhizoms ausgegraben und bewertet. In Abbildung 34 kann man Versuchsfläche 8 und Versuchsfläche 9 nebeneinander sehen und der Vergleich der drei Flächen wurde in Abbildung 35 in einem Diagramm visualisiert.

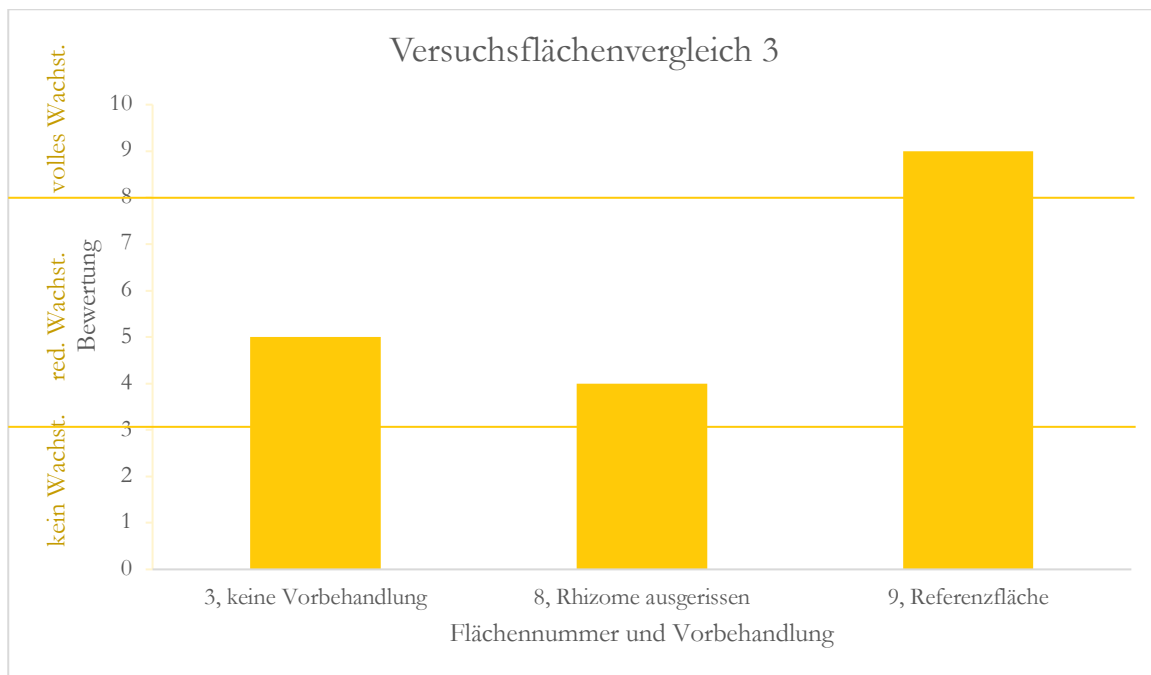


Abbildung 35: Vergleich des Wachstumspotentials von Versuchsfläche 3, 8 und 9

Zusammengefasst wurde festgestellt, dass die Vorbehandlung mit dem Bagger durch abgraben des Oberbodens, beziehungsweise die Anschüttung dieses Materials auf einen bestehenden Bestand die wirksamste war und bereits nach drei Jahren Abdeckung keine lebenden Rhizomteile gefunden werden konnten. Die Maßnahmen Mahd und Rhizome ausreißen vor der Abdeckungsphase zeigten auch eine erkennbare Wirkung und die Rhizomproben waren im Vergleich zur nicht vorbehandelten Versuchsfläche weniger vital. Die beiden beweideten Flächen zeigten, dass Abdecken eines zuvor beweideten Bestandes wirksamer ist, als die Beweidung ohne Abdeckung fortzusetzen.

## 5.4 KOSTENVERGLEICH

Um die Kosten einer abgedeckten Fläche zur Bekämpfung von *Fallopia japonica agg.* zu ermitteln wurden die Kosten von unterschiedlich vorbehandelten Flächen angenommen (laut Schätzung von Dipl.-Ing. Sattlegger nach Preisspiegel der ÖBB), um günstigere und teurere Varianten zu unterscheiden. Es wird von einer Flächengröße von 20 Quadratmetern Abdeckungsfläche und einem Abdeckungszeitraum von vier Jahren ausgegangen.

In **Szenario 1** in Tabelle 3 wird damit gerechnet, dass, wie normalerweise üblich, die Arbeitsschritte Fläche reinigen, Folie aufbringen, Nacharbeiten, jährliche Kontrollen und Ausbesserungsarbeiten und Abtrag und Entsorgung des Abdeckmaterials von angestellten Facharbeitern durchgeführt werden müssen, wofür ein Stundenlohn von 35 Euro angenommen wurde. In die Gesamtkosten pro Quadratmeter wurden auch die Materialkosten einberechnet, denn Material muss unter üblichen Umständen neu gekauft werden.

Schlussendlich ergeben sich als teuerste Variante in Szenario 1 bei einem unbehandelten Standort, der vier Jahre lang abgedeckt wurde Kosten von 24,25 Euro pro Quadratmeter. Die günstigste Variante in Szenario 1 wäre eine chemische Vorbehandlung, mit der man auf einen Preis von 16,50 Euro pro Quadratmeter kommen würde.

|  |         |       |                     |             |                    | Standort<br>unbehandelt | 25 cm<br>Boden-<br>abtrag | Chemisch<br>behandeln | 3 Jahre,<br>4-mal<br>Mahd/Jahr | 3 Jahre<br>Intensiv-<br>beweidung |
|--|---------|-------|---------------------|-------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
|  | Einheit | Größe | Arbeits-<br>aufwand | Stundenlohn | Arbeits-<br>kosten | Kosten/ m2              | Kosten/<br>m2             | Kosten/<br>m2         | Kosten/<br>m2                  | Kosten/ m2                        |
| Fläche reinigen                              | m2      | 20    | 3                   | 35          | 105                | 5,25                    | 4                         | 1                     | 3,6                            | 1,5                               |
| Folie aufbringen                             | m2      | 20    | 1                   | 35          | 35                 | 1,75                    | 1,75                      | 1,75                  | 1,75                           | 1,75                              |
| Materialkosten                               | m2      |       |                     |             |                    | 5                       | 5                         | 5                     | 5                              | 5                                 |
| 1. Nacharbeiten                              | m2      | 20    | 1                   | 35          | 35                 | 1,75                    | 0                         | 0                     | 0                              | 0                                 |
| 2. Nacharbeiten                              | m2      | 20    | 1                   | 35          | 35                 | 1,75                    | 0                         | 0                     | 0                              | 0                                 |
| Kontrolle und Ausbesserung<br>1. Jahr        | m2      | 20    | 2                   | 35          | 70                 | 3,5                     | 3,5                       | 3,5                   | 3,5                            | 3,5                               |
| Kontrolle und Ausbesserung<br>2. Jahr        | m2      | 20    | 1                   | 35          | 35                 | 1,75                    | 1,75                      | 1,75                  | 1,75                           | 1,75                              |
| Kontrolle und Ausbesserung<br>3. und 4. Jahr | m2      | 20    | 1                   | 35          | 35                 | 1,75                    | 1,75                      | 1,75                  | 1,75                           | 1,75                              |
| Abtrag und wegschaffen der<br>Folie          | m2      | 20    | 1                   | 35          | 35                 | 1,75                    | 1,75                      | 1,75                  | 1,75                           | 1,75                              |
| <b>Gesamtkosten/m2</b>                       |         |       |                     |             |                    | <b>24,25</b>            | <b>19,5</b>               | <b>16,5</b>           | <b>19,1</b>                    | <b>17</b>                         |

Tabelle 3: Kostenvergleich mit Facharbeitern und Materialkauf (Szenario 1)

Im in Tabelle 4 dargestellten **Szenario 2** wird die Möglichkeit in Betracht gezogen mit freiwilligen Helfern oder in Kooperation mit Langzeitarbeitslosenprogrammen zu arbeiten und somit die Kosten für den Stundenlohn absenken zu können, welcher mit acht Euro angenommen wird. Mit dieser Strategie würden sich die Kosten pro Quadratmeter bei der günstigsten Variante auf einem chemisch vorbehandelten Standort auf 8,40 Euro reduzieren.

In **Szenario 3** werden schließlich noch die Materialkosten von fünf Euro pro Quadratmeter abgezogen, da von der Möglichkeit ausgegangen wird, kostenloses Recyclingmaterial oder, wie im Klagenfurter Versuchsgebiet von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger und der ÖBB praktiziert wird, das Abdeckmaterial als Restwertstoff wieder zu verwenden. Dabei kostet die Bekämpfung für einen Quadratmeter chemisch behandelte Abdeckungsfläche für vier Jahre nur mehr 3,40 Euro.

|  |         |       |                     |             |                    | Standort<br>unbehandelt | 25 cm<br>Boden-<br>abtrag | Chemisch<br>behandeln | 3 Jahre, 4-<br>mal<br>Mahd/Jahr | 3 Jahre<br>Intensiv-<br>beweidung |
|--|---------|-------|---------------------|-------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|  | Einheit | Größe | Arbeits-<br>aufwand | Stundenlohn | Arbeits-<br>kosten | Kosten/ m2              | Kosten/<br>m2             | Kosten/<br>m2         | Kosten/<br>m2                   | Kosten/<br>m2                     |
| Fläche reinigen                              | m2      | 20    | 3                   | 8           | 24                 | 1,2                     | 4                         | 1                     | 3,6                             | 1,5                               |
| Folie aufbringen                             | m2      | 20    | 1                   | 8           | 8                  | 0,4                     | 0,4                       | 0,4                   | 0,4                             | 0,4                               |
| Materialkosten                               | m2      |       |                     |             |                    | 5                       | 5                         | 5                     | 5                               | 5                                 |
| 1. Nacharbeiten                              | m2      | 20    | 1                   | 8           | 8                  | 0,4                     | 0                         | 0                     | 0                               | 0                                 |
| 2. Nacharbeiten                              | m2      | 20    | 1                   | 8           | 8                  | 0,4                     | 0                         | 0                     | 0                               | 0                                 |
| Kontrolle und Ausbesserung<br>1. Jahr        | m2      | 20    | 2                   | 8           | 16                 | 0,8                     | 0,8                       | 0,8                   | 0,8                             | 0,8                               |
| Kontrolle und Ausbesserung<br>2. Jahr        | m2      | 20    | 1                   | 8           | 8                  | 0,4                     | 0,4                       | 0,4                   | 0,4                             | 0,4                               |
| Kontrolle und Ausbesserung<br>3. und 4. Jahr | m2      | 20    | 1                   | 8           | 8                  | 0,4                     | 0,4                       | 0,4                   | 0,4                             | 0,4                               |
| Abtrag und wegschaffen der<br>Folie          | m2      | 20    | 1                   | 8           | 8                  | 0,4                     | 0,4                       | 0,4                   | 0,4                             | 0,4                               |
| <b>Gesamtkosten/m2</b>                       |         |       |                     |             |                    | <b>9,4</b>              | <b>11,4</b>               | <b>8,4</b>            | <b>11</b>                       | <b>8,9</b>                        |

|  |  |  |  |  |  |     |     |     |   |     |
|--|--|--|--|--|--|-----|-----|-----|---|-----|
| <b>Gesamtkosten/m2 mit<br/>freiwilligen Helfern /<br/>Langzeitarbeitslosen und<br/>Folie als Restwertstoff</b> |  |  |  |  |  | 4,4 | 6,4 | 3,4 | 6 | 3,9 |
|--|--|--|--|--|--|-----|-----|-----|---|-----|

Tabelle 4: Kostenvergleich mit freiwilligen Helfern/Langzeitarbeitslosen und mit und ohne Materialkauf (Szenario 2 und 3)

Es zeigt sich, dass die Kosten des Materials im Verhältnis zu den Arbeitskosten eine untergeordnete Bedeutung haben. Bei jedem der drei Szenarien ist der Arbeits- und demnach auch der Kostenaufwand am Beginn des ersten Jahres der Abdeckung am höchsten. Die Kosten sinken jedoch ab dem zweiten Jahr rasch ab und ab dem dritten Jahr befinden sie sich stabil auf einem sehr niedrigen Wert, der, solange das Material den Umwelteinflüssen standhält, bis zum Ende der Abdeckungsphase konstant niedrig bleibt.

Der Erfolg dieser Bekämpfungsmaßnahme ist nach dem ersten Jahr der Abdeckung noch bei null, steigt ab dem zweiten Jahr jedoch deutlich an. Die Linie wurde aus dem Durchschnitt der Bewertungen der Versuchsflächen errechnet. Der nachhaltige Bekämpfungserfolg tritt erst ein, wenn die Linie 100 Prozent erreicht.

Wie in Abbildung 36 zu erkennen, steigt mit der Dauer der Abdeckung der Erfolg und die Kosten sinken.

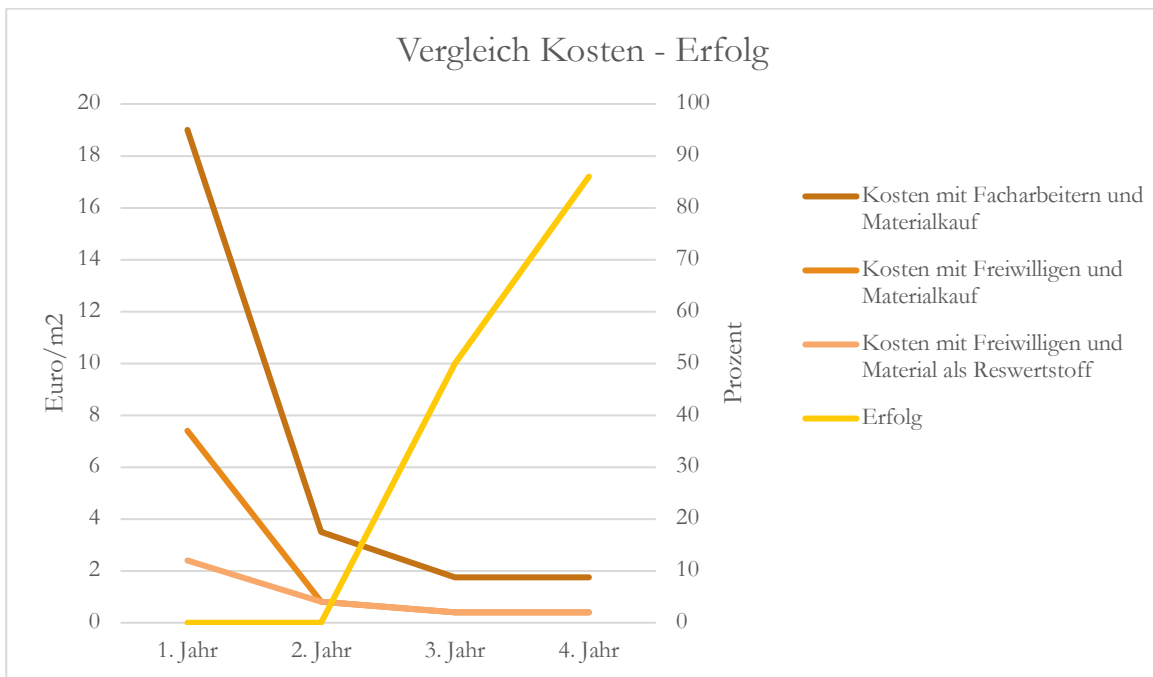


Abbildung 36: Vergleich Erfolg mit drei verschiedenen Kostenszenarien

## 6 DISKUSSION

### 6.1 WIRKUNG DER ABDECKUNG AUF *FALLOPIA JAPONICA AGG.*

Grundsätzlich ist die Auswirkung der Abdeckung auf *Fallopia japonica agg.* der Lichtentzug und damit die Zerstörung der Pflanze (Weber, 2013, 42). Um diesen Effekt zu unterstützen und zu beschleunigen werden verschiedene Bekämpfungsmethoden miteinander kombiniert. In den Versuchen hat sich gezeigt, dass zuvor nicht bekämpfte Bestände von *Fallopia japonica agg.*, im Gegensatz zu vorbehandelten Beständen, auch unter der Abdeckung mehrfach sehr starke Austriebe bilden können, die die Abdeckung vom Boden abheben können. Dieser Effekt wurde besonders auf der nicht vorbehandelten Versuchsfläche 3 deutlich, bei der die Austriebe unter der Abdeckung zweimal in einem Jahr abgeschnitten wurden (vgl. Kapitel 5.2). Der Vorteil daran ist, dass durch diese Sprosse dem Rhizom Energie entzogen wird, die ohne die Möglichkeit zur Photosynthese von der Pflanze nicht mehr hergestellt werden kann.

Auf der zuvor mehrmals jährlich gemähten Versuchsfläche 4 wurden wesentlich schwächere Austriebe unter der Folie dokumentiert, was darauf schließen lässt, dass die Speicherorgane dieser Pflanzen grundsätzlich weniger Energie zur Verfügung stellen konnten als jene Pflanzen auf nicht vorbehandelten Flächen, da ihre Wuchskraft bereits vor der Abdeckungsphase gehemmt wurde. Dies äußerte sich vor der Abdeckungsphase bei der gemähten Versuchsfläche 4 auch am höchstens ein Meter hohen, buschförmigen Wuchs der Sprosse (siehe Abbildung 28).

An abgedeckten Standorten wurde beobachtet, dass an südseitig geneigten, mit schwarzer Folie abgedeckten Beständen, die Austriebe durch die entstehende Hitze unter der Abdeckung im Wuchs behindert werden. Einerseits erscheint es vorteilhaft, stark von der Sonne beschienene Bestände abzudecken, um diesen Effekt nützen zu können. Andererseits wurde beobachtet, dass Abdeckungsmaterial, das starker UV-Strahlung ausgesetzt ist, weniger lange haltbar ist. An nordseitig oder schattseitig gelegenen Standorten hält das Abdeckungsmaterial über einen längeren Zeitraum. Außerdem sind die Pflanzen an beschatteten Standorten insgesamt weniger vital und wuchsfreudig als auf gut besonnten Plätzen (Schuh, 2011, 38).

Bis jetzt ist allerdings noch nicht bekannt, wie lange das Material bei Außenanwendung UV- und witterungsbeständig ist (ÖBB Infrastruktur AG, 2017).

Nach drei Sommern lässt sich jedoch noch keine Materialminderung feststellen, daher wird Luttenfolie auch zum Abdecken von Holzstößen verwendet. Nimmt man eine Abdeckdauer von vier bis fünf Jahren an, um *Fallopia japonica agg.* nachhaltig zu schädigen, kann man davon ausgehen, dass Luttenplanen zumindest für diesen Zeitraum ausreichende Materialeigenschaften aufweisen.

Förderlich für den Erfolg einen Bestand an *Fallopia japonica agg.* durch Abdeckung mit Folien vollständig zu beseitigen ist, neben der Kombination mit anderen Methoden, früh genug damit zu beginnen. Eine junge Pflanze des Hybrids *Reynoutria x bohemica*, die im April 1993 als Rhizomstück mit 21 Gramm Gewicht und fünf Zentimeter Länge gepflanzt wurde, bildete erst in der dritten Vegetationsperiode in einer Tiefe von ca. zehn Zentimetern bis zu 100 Zentimeter lange Rhizome aus. Dies lässt darauf schließen, dass die Pflanze sich erst an ihrem Standort etablieren musste (Alberternst, 1998, 60f).

Der Einfluss der Abdeckung auf das Rhizom wurde beim Freilegen und Durchschneiden der Rhizomproben deutlich. Es wurden an fast allen Versuchsflächen Teile des Rhizomsystems freigelegt, die abgestorben waren.

In einer Untersuchung an einem gesunden Bestand von *Reynoutria japonica* konnten aber keinerlei Anzeichen von Fragmentation durch tote Teile des Systems nachgewiesen werden. Aus diesem Grund wird angenommen, dass der Japanische Staudenknöterich ein funktionales, unterirdisches Netzwerk bildet und dies über lange Zeit bestehen kann (Hayen, 1995, 133).

Das heißt, dass im Kärntner Versuchsgebiet die dreijährige Abdeckung aus Luttenfolie, teilweise in Kombination mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen, zum Absterben von Teilen des oder des ganzen Rhizomsystems von isolierten Beständen von *Fallopia japonica agg.* geführt hat.

## 6.2 VERGLEICH 1

Im ersten Vergleich wurde die Auswirkung der Abdeckung auf das Rhizom von *Fallopia japonica* agg. an vier unterschiedlich vorbehandelten Versuchsfeldern untersucht und mit einer nicht vorbehandelten und nicht abgedeckten Versuchsfeld verglichen. Die abgedeckten Versuchsfeldern wurden im Jahr 2017 mit Luttenfolie abgedeckt.

Bei **Versuchsfeld 1** wurde vor der Abdeckungsphase der Oberboden mit Hilfe eines Baggers entfernt und dieses Material wurde auf **Versuchsfeld 2** aufgeschüttet. Da sich, wie Abbildung 37 deutlich machen soll, der größte Teil der unterirdischen Biomasse des Staudenknöterichs knapp unter der Bodenoberfläche befindet, soll durch Entfernung dieser oberen Schicht eine grobe Schädigung und Entfernung großer Teile der unterirdischen Organe erfolgen. Die dadurch geschwächten, restlichen Rhizomteile sollen durch Lichtentzug an der weiteren Entwicklung durch Abdeckung gehindert werden.

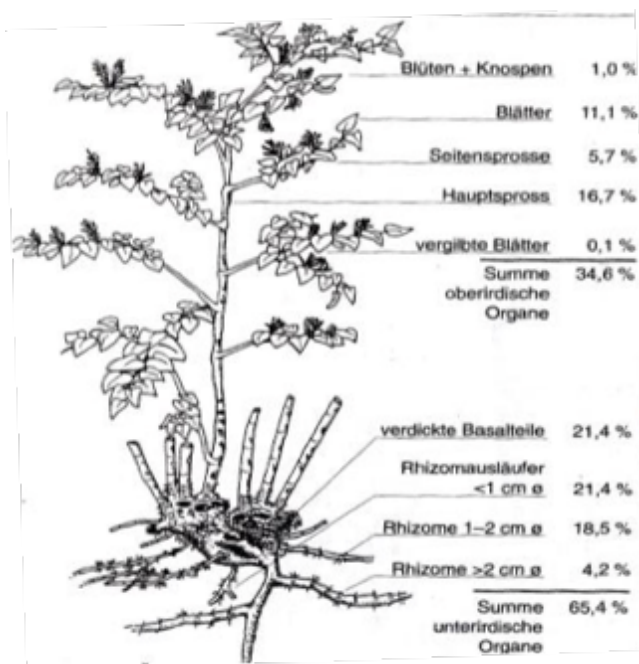


Abbildung 37: Verteilung der Biomasse bei *Fallopia japonica* agg. (Kowarik, 2003, 218. Nach Adler, 1993)

Die Idee bei dem Versuch war, die Anzahl der Standorte von zwei auf einen Standort zu reduzieren und durch das Abtragen der oberen 20 Zentimeter des Wurzelwerkes sollte eine Schwächung der Pflanze erreicht werden. Durch das Abdecken beider Standorte soll ein Vergleich der beiden Maßnahmen nebeneinander stattfinden. Zudem ist diese Methode die bei Weitem günstigste und praktischste Möglichkeit, Staudenknöterich und mit ihm belastetes Erdreich zu „entsorgen“.



Wie zu erwarten war, wurden auf der zuvor abgegrabenen Fläche B sehr wenige Rhizomüberreste gefunden und diese nur oberflächlich. Es waren meist verdorrte, dünne Austriebe, die unter der Folie austrieben. Der Boden war mit vielen Steinen durchsetzt und das gestaltete die Grabarbeiten schwierig.

Auf der aufgeschütteten Fläche A lagen bereits auf der Erdoberfläche schon deutlich mehr Rhizomteile als auf Fläche B. Das Graben der Löcher gestaltete sich um Einiges leichter, da der Boden sandig war und sich weniger Steine darin befanden. Dafür waren im Boden signifikant mehr Pflanzenteile des Staudenknöterichs zu finden. Auch dickere Rhizome und verdickte Basalteile kamen zum Vorschein.

Nach Bewertung und Vergleich der freigelegten Rhizomproben zeigte sich, dass in Versuchsfläche 1 und Versuchsfläche 2 keine lebenden Rhizomteile gefunden wurden und somit kein Wachstum aus diesen mehr erfolgen kann. Damit war die Kombination von Abgraben beziehungsweise Anschütten und dreijähriger Abdeckung auf Versuchsfläche 1 und 2 die erfolgreichste der sieben verschiedenen untersuchten Kombinationen.

Dieses Ergebnis stimmt mit dem Ergebnis eines ähnlichen Versuches zur mechanischen Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs in Kombination mit Abdeckung überein, der im Schweizer Naturschutzgebiet Häfli im Kanton Bern durchgeführt wurde. Zu allererst wurde die ungefähr 740 Quadratmeter große Fläche, die von Japanischem Staudenknöterich bewachsen war, gemäht und das Mähgut abtransportiert. Dann wurde der Boden in zwei Durchgängen mit einer Spezial-Baggerschaufel, dem Schaufelseparator, bearbeitet. Dadurch werden alle Wurzeln und Rhizome, die sich bis zu einem Meter im Boden befinden, zerkleinert. Danach wurde die Fläche zwei Jahre lang abgedeckt mit schwarzer Baufolie. Als die Folie wieder abgenommen wurde, waren fast alle Teile des Knöterichs tot. Die gesamte Fläche ist eingesät worden und die einzeln wachsenden Sprosse des Knöterichs sind per Hand ausgerissen worden. Der Standort wurde danach weiterhin gejätet und ist jährlich dreimal gemäht worden. Der Autor meint, dass dieser Versuch sehr gut funktioniert hat, man den Vorgang aber noch optimieren könnte zum Beispiel durch den Einsatz eines noch feineren Schaufelseparators, um die unterirdischen Organe von *Fallopia* noch kleiner zu machen. Zur Abdeckung soll in Zukunft stabileres Material verwendet werden. Die Kosten des Projekts beliefen sich im Endeffekt auf rund 18.200 Euro gekostet, da die Arbeiten des Schaufelseparators fünf Tage dauerten und nicht, wie angenommen, zweieinhalb Tage (Jörg, 2014, 1f)!

**Versuchsfläche 3** wurde ohne Vorbehandlung über drei Vegetationsperioden lang abgedeckt und **Versuchsfläche 4** wurde vor der dreijährigen Abdeckung über mehrere Jahre regelmäßig und mehrmals im Jahr gemäht. Bei der Mahd setzt, anders als bei der Beweidung, die Assimilation zwischen Spross und Rhizom plötzlich aus (Alberternst, 1998, 105). Dadurch wird auch das Rhizom geschwächt. Und das in einem größeren Ausmaß als durch den Verbiss (Alberternst, 1998, 183). Trotzdem können durch mechanische Bekämpfung wie regelmäßige Mahd oder Beweidung von Knöterichbeständen diese jedoch nur geschwächt, aber nicht zum Verschwinden gebracht werden, da sie immer wieder aus den Rhizomen austreiben (Weber, 2013, 42). Darum werden diese Maßnahmen in Kombination mit Abdeckung angewandt, um einen Erfolg zu erzielen.

Bei Versuchsfläche 3 und Versuchsfläche 4 ist aufgrund der Bewertung der Rhizomproben durch den Bewertungsschlüssel davon auszugehen, dass noch nicht das ganze Rhizomsystem unter der Abdeckung vollständig abgestorben ist und die Abdeckung noch mindestens ein Jahr, wenn möglich noch zwei oder drei Jahre fortzusetzen ist, um sicher sein zu können, dass *Fallopia japonica agg.* nicht mehr Sprosse aus den Rhizomen bilden kann.

### 6.3 VERGLEICH 2

Im Rahmen des zweiten Vergleichs wurden auf **Versuchsfläche 6 und 7** die Auswirkung der Abdeckung auf einer beweideten Fläche dokumentiert. Ein Teil einer seit vier Jahren beweideten Fläche wurde nach zwei Jahren Beweidung zwei Jahre lang abgedeckt. Nun konnte die Effektivität dieser beiden Methoden direkt nebeneinander bewertet werden.

Bereits vor einigen Jahrzehnten wurden in Deutschland Weidetiere beobachtet, die Staudenknöterich fressen, seitdem wird diese Bekämpfungsmethode bewusst angewandt, um den Knöterich zurückzudrängen (Walser, 1995, 167ff). Auch der Viehtritt trägt zur Schädigung des Staudenknöterichs bei (Alberternst, 1998, 105). Auf Versuchsfläche 7 konnte beobachtet werden, dass größere Rhizomteile durch die Hufe der Kleinwiederkäuer freigelegt und abgebrochen werden (siehe Abbildung 38) und aufgrund der Steilheit über die Böschung in den Graben rollen und dort liegen bleiben (siehe Abbildung 39).



Abbildung 38: Durch die Hufe von Schafen und Ziegen teilweise freigelegtes Rhizom von *Fallopia japonica* agg. auf Versuchsfläche 7 (eigene Aufnahme)



Abbildung 39: Im Graben liegende, abgestorbene Rhizomteile (schwarze Teile) (eigene Aufnahme)

Andererseits wurde die Luttenfolie nicht von den Hufen der Tiere beschädigt, obwohl diese regelmäßig von ihnen betreten wurde (siehe Abbildung 32).

Ein großer ökologischer sowie ökonomischer Vorteil der Beweidung ist, dass die Staudenknöterich-Biomasse von den Tieren verwertet wird und im Gegensatz zur Mahd die teure und aufwendige Entsorgung entfällt (Konold et al., 1995, 150).

Nach der Bewertung der Rhizomproben beider Flächen durch den Bewertungsschlüssel konnte festgestellt werden, dass die Rhizome auf der seit vier Jahren beweideten Versuchsfläche 7 noch größtenteils vital sind. Würde die Beweidung abgebrochen werden, kann davon ausgegangen werden, dass die Pflanze in der Lage ist, wieder in volles Wachstum überzugehen. Damit würde die Fläche wieder innerhalb weniger Jahre den Zustand erreichen, der vor der Beweidung geherrscht hat und *Fallopia japonica* agg. würde wieder eine Monokultur bilden.

Auch die Rhizomproben der zuvor beweideten und seit zwei Jahren abgedeckten Versuchsfläche 6 wurden ähnlich bewertet. Zwar wurden geringfügig mehr Rhizomteile gefunden, die Anzeichen beginnenden Absterbens zeigten, jedoch ist der Abdeckungszeitraum von lediglich zwei Jahren zu kurz, um auch einen zuvor durch zwei Jahre Beweidung geschwächten Knöterichbestand zum Absterben zu bringen. Trotzdem lässt sich am Ergebnis bereits ablesen, dass die Kombination der Bekämpfungsmaßnahme mit Abdeckung wirksamer ist als die Bekämpfungsmaßnahme Beweidung allein.

Es wäre sehr interessant diese Flächen in zwei Jahren wieder mittels Rhizomproben zu bewerten und die Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Es ist anzunehmen, dass sich die Unterschiede zwischen den beiden Methoden dann noch verdeutlichen.

## 6.4 VERGLEICH 3

Bei Vergleich 3 sollten die Auswirkungen auf die Rhizome eines vorbehandelten (**Versuchsfläche 8**) und eines nicht vorbehandelten Knöterichbestands (**Versuchsfläche 3**), welche drei Jahre lang abgedeckt wurden, miteinander verglichen werden. Als Referenzfläche dient ein nicht vorbehandelter, nicht abgedeckter Bestand, der als **Versuchsfläche 9** bezeichnet wird.

Bei Versuchsfläche 8 wurden vor Anbringung der Abdeckung die Rhizome oberflächlich manuell ausgerissen. Das Ausreißen der Rhizome hat sich dadurch ergeben, dass in der zwei Drittel steilen Böschung mit sandigem Untergrund es einfacher war, die Pflanze am Spross samt Rhizom aus der Erde zu ziehen, als jeden Spross abzuschneiden. Diese Maßnahme stellt sich nun als sinnvolle Vorbereitung einer Abdeckfläche heraus. Es wird ein ähnlicher Effekt erzielt, als durch das Abgraben der Rhizome wie in Versuchsfläche 1, nur ohne einen kostenintensiven Baggereinsatz.

Dies spiegelte sich auch in der Bewertung der Rhizomproben wider. Es wurden wenig vitale Rhizomproben gefunden. Es ist aber davon auszugehen, dass das gesamte übrige Rhizom noch nicht vollständig abgestorben ist aber doch schon der überwiegende Teil. Wenn der Abdeckungsversuch noch zwei Jahre fortgeführt wird, ist damit zu rechnen, dass nach Abnahme der Luttenfolie keine Sprosse mehr aus der Versuchsfläche 8 wachsen.

Auch am nicht vorbehandelten Bestand von Versuchsfläche 3 konnten tote Rhizomproben freigelegt werden und es ist auch anzunehmen, dass in zwei bis drei Jahren das gesamte Rhizom abgestorben ist und die Abdeckung abgenommen werden kann.

Grundsätzlich zeigte dieser dritte Vergleich wie auch Vergleich 1, dass Rhizome von zuvor durch verschiedene Maßnahmen geschwächten Beständen schneller unter der Abdeckung absterben als jene Rhizome unbehandelter Bestände.

## 6.5 KOSTENVERGLEICH

Um die Kosten einer erfolgreichen Bekämpfung von *Fallopia japonica agg.* durch Abdeckung und in Kombination mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen möglichst genau darzustellen wurden drei Szenarien entwickelt und für jede Kombination in jedem Szenario die Kosten für einen Quadratmeter ermittelt (siehe Kapitel 5.4).

Die höchsten Kosten entstehen durch die Arbeitskosten und die Materialkosten, die jedoch in den drei verschiedenen Szenarien variieren.

Darum ist in **Szenario 1** die Abdeckung eines unbehandelten Standortes mit 24,25 Euro pro Quadratmeter am teuersten, da dort *Fallopia japonica agg.* ungehindert wächst und es am meisten Zeit- und Arbeitseinsatz fordert, die Fläche für die Abdeckung entsprechend sauber zu bekommen. Billig würde der Einsatz von Herbiziden kommen (16,50 Euro pro Quadratmeter) und auch die Beweidung mit Schafen und/oder Ziegen (17 Euro pro Quadratmeter).

Bei **Szenario 2** verändert sich dieses Ergebnis. Durch die Verringerung der Arbeitskosten von 35 auf 8 Euro Stundenlohn ist die Abdeckung eines nicht vorbehandelten Bestandes nicht mehr die teuerste Variante. Nun würde der Abtrag der obersten Bodenschicht mit einem Bagger und auch die viermal jährliche Mahd über drei Jahre lang 11,40 Euro pro Quadratmeter kosten und chemische Behandlung und die Intensivbeweidung über drei Jahre mit 8,40 bzw. 8,90 Euro pro Quadratmeter billiger kommen.

Nach Abzug der Materialkosten von 5 Euro pro Quadratmeter in **Szenario 3** verändert sich zwar die Summe der Gesamtkosten um diesen Faktor, nicht aber die Reihung.

Die Bestimmung der Kosten der verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen vor der Abdeckung war nicht einfach, weil es verschiedene Angaben in Literatur darüber gibt und weil bei jedem Versuch die Voraussetzungen und Umstände anders sind. Zum Beispiel die Beweidung als kostengünstige Bekämpfungsmethode ist dann realistisch, wenn die Fläche eine Mindestgröße hat. Kostentreiber sind die erstmalige Errichtung der Einzäunung und des Unterstandes für die Tiere sowie die regelmäßige Betreuung der Tiere. Es gibt auch Gebiete in Österreich, wo man kaum noch Bauern findet, die Schafe und Ziegen halten und zu so einer Zusammenarbeit bereit sind (Sattlegger, 2019, mündl.). Für die insgesamt rund 6450 Quadratmeter große Weidefläche auf den Bahndämmen der Koralmbahn sind Kosten von rund 0,95 Euro pro Quadratmeter angefallen (Hartner, 2019, 79). Da es sich dabei aber um einen Versuch handelt, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich diese Kosten noch reduzieren können (Sattlegger, 2019, mündl.).

In einem anderen Beweidungsprojekt zur Bekämpfung des Staudenknöterichs wurden als Kosten 0,02 Euro pro Quadratmeter ermittelt. In diesem Fall waren es aber (im Vergleich zum Projekt „Schazi“) 253 Weidetiere auf rund 10 Hektar (Walser, 1995, 169).

Die Schätzung zu den Kosten der Vorbehandlungsmaßnahmen in dieser Arbeit setzen sich aus der Erfahrung von Herrn Dipl.-Ing. Sattlegger und aus dem Preisspiegel der ÖBB zusammen.

Da die Bekämpfung von *Fallopia japonica agg.* eine längerfristige Aufgabe ist, die mindestens einige Jahre in Anspruch nimmt, sollte man die unterschiedlich hohen Kosten der verschiedenen Bekämpfungsmethoden, die auch zur Vorbehandlung von zukünftigen Abdeckungsflächen angewandt werden können, auch über mehrere Jahre betrachten. Abbildung 40 soll vor Augen führen, wie sich die Kosten verschiedenster Maßnahmen, auch von solcher, die nicht in den Kärntner Versuchen erprobt wurden, über 15 Jahre aufsummieren. Die Daten dazu stammen von BOLLENS, 2005.

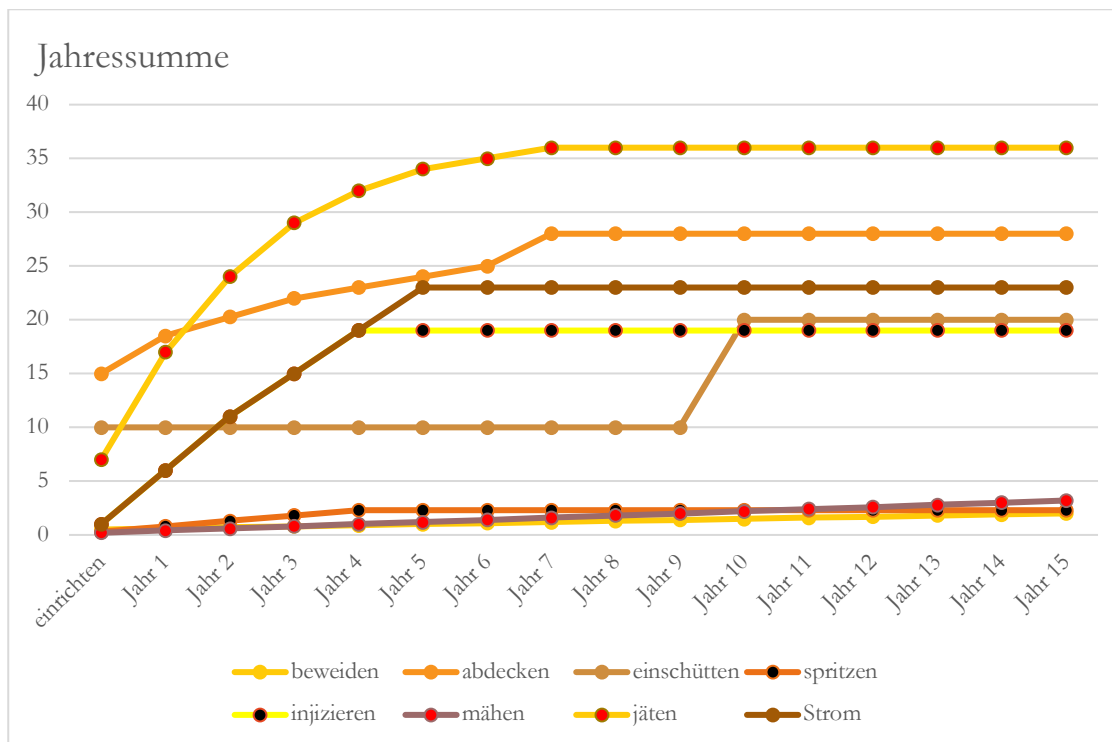


Abbildung 40: Jahressumme von acht verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen

## 6.6 AUSBLICK UND HANDLUNGSEMPFEHLUNG

Bei jenen Versuchsflächen, die ein reduziertes Wachstumspotential aufweisen, also nicht ausschließlich sicher tote Teile gefunden wurden, wird davon ausgegangen, dass dort *Fallopia japonica agg.* nach Beendigung der Maßnahmen wieder in volles Wachstum übergehen wird. Es kann jedoch auch davon ausgegangen werden, dass bei Belassung der Abdeckung auf den Flächen sich der Erfolg mit jedem Jahr erhöhen wird, beziehungsweise das Wachstumspotential sinken wird.

Es ist damit zu rechnen, dass, wie es in Deutschland, der Schweiz oder in Neuseeland heute schon üblich ist, auch in Österreich die Auswirkungen von Problemen Neophyten rechtlich geregelt werden müssen. Mittlerweile entstehen hohe Kosten durch die Einwirkung von Neophyten auf Wirtschaft, Umwelt und Gesundheit, wobei nicht immer klar ist, wer für diese Kosten verantwortlich, beziehungsweise haftbar ist und wer für die entstandenen Kosten aufkommen muss.

Diese Kosten sind nicht leicht zu beziffern, jedoch hat eine im Jahr 2009 entstandene Studie des Instituts für europäische Umweltpolitik die Summe der jährlichen Aufwendungen, die in Europa gegenwärtig für Kosten dieser Art aufgewendet werden müssen, mit mindestens zwölf Milliarden Euro angegeben. Es ist also anzunehmen, dass die Europäische Union Gesetze zu diesem Thema entwerfen wird, die von den Mitgliedsstaaten zu befolgen sein werden (Schuh, 2011, 4f).

Eine andere Bekämpfungsmethode, die auch europarechtlich immer wieder diskutiert wird und in dieser Arbeit nicht unerwähnt bleiben sollte, ist die chemische Bekämpfung mittels Glyphosat.

Chemische Behandlung, meist durch Herbizide mit dem Wirkstoff Glyphosat, ist die effektivste Maßnahme zur Bekämpfung des Staudenknöterichs (Diaz-Buschmann, 1997, 94). Es hat eine systemische und totalherbizide Wirkung und auf der behandelten Fläche kann keine Pflanze mehr wachsen. In einem Versuch wurden nach Behandlung mit dem glyphosathaltigen Mittel „Round-up“ in der darauffolgenden Vegetationsperiode lediglich wenige, verkrüppelte, büschelförmig und stark verzweigte Triebe des Staudenknöterichs mit gelblichen und kleinen Blättern gefunden (Kretz, 1995, 159). Jedoch ist diese Methode nicht uneingeschränkt erlaubt, da die Richtlinien des Gewässer- und Umweltschutzes zu berücksichtigen sind (ÖBB Infrastruktur AG, 2017, 6) und außerdem wegen dem Verdacht auf eine krebserregende Wirkung auf den Menschen umstritten (Haseke, 2013, 24). Auch wird immer wieder über ein generelles Verbot des Wirkstoffes Glyphosat diskutiert. Doch dort wo die Anwendung von Herbiziden erlaubt und vertretbar ist, lässt sich *Fallopia japonica agg.* durch deren Einsatz erheblich schwächen, und erhöht damit die Erfolgchancen einer darauffolgenden Abdeckung mit Folien zur Bekämpfung eines *Fallopia*-Bestandes.

Auch erwähnt werden sollte die Tatsache, dass durch die Kreuzung von *Fallopia japonica* mit *Fallopia sachalinensis* der Heterosiseffekt zum Tragen kommt. Das bedeutet, dass der daraus entstandene Hybride *Fallopia x bohemica* durchwegs wuchskräftiger und konkurrenzstärker als seine Eltern ist und somit auch dessen Kontrolle schwieriger ist (Konold et al., 1995, 149).

Eine überall funktionierende Lösung für alle Probleme, die durch *Fallopia japonica agg.* entstehen wurde noch nicht gefunden und wird wahrscheinlich auch in Zukunft nicht gefunden werden. Zur Bekämpfung und nachhaltiger Auslöschung von Staudenknöterichbeständen wird eine standortangepasste Mischung aus verschiedenen Methoden nötig sein, wobei die Abdeckung von begrenzten Beständen von *Fallopia japonica agg.* mit Folien auch eine gewisse Rolle spielen kann.



„Nachträgliche Bekämpfung erweist sich allerdings als äußerst aufwendig und wenig erfolgreich, daher sollte die Prävention die größte Aufmerksamkeit erhalten“ (Schuh, 2011, 4).

„Die beste und kostengünstigste Bekämpfung ist die Prävention“ (Weber, 2013, 24).

Die in diesen Zitaten von beiden Experten genannte Prävention soll erreicht werden durch die Schaffung von Bewusstsein bei der Bevölkerung, Verbote und Konkurrenz für invasive Neophyten wie den Staudenknöterich. Zusätzlich sollen Empfehlungen für Baumaßnahmen genannt werden, um die weitere Ausbreitung, in diesem Fall von *Fallopia japonica agg.*, zu unterbinden.

### Bewusstsein schaffen

Auch die ÖBB Infrastruktur AG versucht unter anderem mit Informationsaktionen und Schulungen Bewusstsein für die Neophytenproblematik zu bei Mitarbeitern und Bevölkerung zu schaffen, um die entstehenden Schäden an Umwelt und Wirtschaft zu begrenzen. Es wurde auch ein Meldeformular entworfen, mit dem jedermann Neophytenvorkommen auf Bahnanlagen melden kann (Schuh, 2011, 4).

Die Einbeziehung der Bevölkerung ist sehr wichtig im Kampf gegen die Ausbreitung von invasiven Neophyten. Besonders in touristisch geprägten Regionen Österreichs, setzen sich mittlerweile immer mehr Einheimische mit den Folgen der Ausbreitung von Neophyten auseinander. Allen voran Gemeinde- und Tourismusvertreter die die Attraktivität der Landschaft erhalten wollen. Aber auch Vertreter von Naturschutz sorgen sich um gefährdete Lebensräume und Habitate. 90 Prozent der Neophyten-Standorte sind die Folge von unsachgemäßer Grünschnittentsorgung aus Privatgärten. Öffentliche oder staatliche Institutionen können *Fallopia japonica agg.* nur auf den eigenen Grundstücken entgegentreten. Neophyten breiten sich aber unabhängig von den Besitzverhältnissen aus. Es wäre von großer Wichtigkeit, dass alle Grundbesitzer ausreichend über die Gefahren informiert und zur Mithilfe in der Neophytenprävention ermutigt werden. (Haseke et al., 2013, 99). Anrainer von Bahnanlagen, auf deren Grund invasive Neophyten vorkommen, sollten über die Problematik und die potentiell entstehenden Kosten informiert werden und um Entfernung des Bewuchses gebeten werden (Schuh, 2011, 11).

Gärtnerinnen und Gärtner sollen zu verantwortlichem Gärtnern motiviert werden, damit sie nicht länger mit dem Vorwurf konfrontiert werden, zur weiteren Ausbreitung von Neophyten beizutragen. Dazu müssen auch Verwandte und Mitmenschen über gefährliche und verbotene Arten informiert werden, um auf das Anpflanzen von jenen verzichten zu können.

Und nicht zuletzt darf diese Verantwortung bei der Entsorgung von Gartenabfällen nicht enden (Alterias, 2019).

In der Abfallwirtschaft muss mit Staudenknöterich belastetes Material gesondert behandelt werden, weil es bis jetzt einfach als organisches Material gilt, mit dem Wälle und Dämme gebaut werden dürfen (Sattlegger, 2019, mündl.)

### Verbot

Handel und Erwerb von Staudenknöterich sollte gesetzlich untersagt sein und in privaten Gärten nicht mehr vorkommen. Wenn Staudenknöterich ausgerissen oder ausgegraben wird, müssen auch kleinste Rhizom- und Pflanzenteile entfernt und richtig entsorgt werden (Weber, 2013, 42). Darum sollen auch Maßnahmen wie Mulchen oder Kompostieren zur Entsorgung von Staudenknöterich unterlassen werden. Mit Neophyten belastetes Material soll verbrannt, einer Biogasanlage oder der Restmüllverwertung zugeführt werden (Schuh, 2011, 11). Die Entsorgung von mit Neophyten belastetem Material wird in Zukunft immer mehr eine behördliche Anforderung (Schuh, 2011, 39).

### Konkurrenz

Als eine biologische Maßnahme, um *Fallopia japonica agg.* die Besiedelung von neuen Flächen zu erschweren, sollte ein natürlicher, stabiler und standortangepasster Uferbewuchs an beiden Seiten von Fließgewässern gefördert werden (Alberternst, 1998, 178).

Es gibt auch Beispiele für autochthone Pflanzen, die sich unter gewissen Umständen gegen zuvor zum Beispiel durch Mahd geschwächte *Fallopia japonica agg.*-Bestände durchsetzen können wie Schwarzer Holunder, Liguster, Schlehe, Efeu, Brombeere, Klette und Weidenarten (Schuh, 2011, 10). An nassen Stellen und in Feuchtgebieten kann Schilf die Entwicklung des Staudenknöterichs hemmen. Andere Beispiele für einheimische Gegner des Staudenknöterichs wären Schwarzerle, Rohrglanzgras, Pestwurz und Weidenspreitanlagen. Weidenspreitanlagen müssen die von *Fallopia japonica agg.* bewachsenen Fläche um wenigstens zwei Meter überragen. Offene Flächen sollten eingesät oder mit heimischen Bäumen und Büschen bepflanzt werden (Schuh, 2011, 40).

Bei Bahnanlagen und Lärmschutzwällen aber auch bei neuen Bauprojekten soll in Zusammenarbeit mit der Landschaftsplanung besonders auf natürliche Prävention geachtet werden. Durch stabile Bodenvegetation und besonderer Vorsicht gegenüber Ansiedelung von Staudenknöterich durch Verschleppung soll die Ausbreitung der Pflanze gebremst werden (Schuh, 2011, 4). Unnötige Humusierung ist zu vermeiden, da sich der Staudenknöterich auf mageren Standorten schwieriger ausbreiten kann (Schuh, 2011, 10).

## Empfehlungen für Baumaßnahmen

Die Tatsache, dass die Entsorgung von mit Staudenknöterich belastetem Erdreich noch immer oft nicht fachgerecht erfolgt trägt zur weiteren Verbreitung der Pflanze und Verteilung ihrer Teile bei. Verwendung von belasteter Erde bei Auffüllarbeiten und Geländemodellierungen, beim Forststraßenbau oder sogar auf Äckern ausgebrachte Erde mit Rhizomen verschlimmern die Lage immer weiter. Vor allem erfolgt die Verbreitung aber beim Wasserbau (Kretz, 1995, 152). In einem Versuch wurde gezeigt, dass 69% von Rhizomstücken mit einer Länge von eins bis acht Zentimetern in einem Zeitraum von 48 Tagen Triebe bildeten. Von den nur ein Zentimeter großen Rhizomen haben 40% ausgetrieben. Besonders wichtig für eine starke Regenerationsfähigkeit war der Faktor Wasser (Brock et al. 1992. Zit. n. Diaz-Buschmann, 1997, 11). Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, Schnittgut von *Fallopia japonica agg.* gründlich und fachgerecht, besonders in Gewässernähe, zu entsorgen. Eine mögliche Vorsorgemaßnahme bei Baumaßnahmen wäre, nur mit staudenknöterichfreiem Erdreich zu arbeiten. Durch die Einhaltung dieser Regel würde die Hauptverbreitungsquelle für *Fallopia japonica agg.* wegfallen (Alberternst, 1998, 178). Diese Erkenntnis stammt aus dem Jahre 1998. Dass die Einhaltung dieser Regel alles andere als einfach ist, ist bekannt. Darum sollen zum Schluss noch folgende Empfehlungen explizit für die Planungsphase von Bauprojekten aufgelistet werden, die von der Projektleitung Koralmbahn 4 in Kärnten erarbeitet wurden.

Beim Bau von Neubaustrecken soll in den Einreichplanungen (UVE, Naturschutzverfahren, wasserrechtliche Einreichprojekte) und auch bei der Landschaftspflegerischen Begleitplanung und in Abstimmung mit den anderen Planern (Wasserbau, Streckenplaner, Sonderbauwerke etc.) besonderes Augenmerk auf die Neophytenproblematik und davon betroffene Flächen gelegt werden.

In den Ausschreibungen soll dem richtigen Umgang mit belastetem Erdreich, den Bekämpfungsmaßnahmen während des Baus und den Regeln für Lagerung und Verwendung von belastetem Material Beachtung geschenkt werden.

Vor dem Start der Baumaßnahmen müssen alle Auftragnehmer und Mitarbeiter des Projekts durch ein Schreiben informiert werden und an einer geführten Begehung der Arbeitsorte teilnehmen. Dies wird unter Mitarbeit der Ökologischen Bauaufsicht unter Überwachung der Örtlichen Bauaufsicht stattfinden.

Es sollen Schulungen die Baggerfahrer über die Auswirkungen von Staudenknöterichrhizomen im Humus informieren. Darüber hinaus soll jeder Projektleiter eine Fachkraft für Neophyten im Team benennen.

Lastkraftwagen, Bagger und andere Fahrzeuge, die Baustellen auf Baustellen mit Neophytenvorkommen arbeiten, müssen beim Verlassen der Baustellen gründlich gereinigt werden.

Bei Landschaftsplanerischen Maßnahmen soll mit so wenig Humus wie möglich und mit standortgerechten, konkurrenzstarken, heimischen Pflanzen und mit ingenieurbiologischen Bauweisen wie beispielsweise Weidenspreitlagen gearbeitet werden (Koralmbahn-PLK4, 2017, 3ff).

# 7 QUELLENVERZEICHNIS

## 7.1 LITERATURVERZEICHNIS

ALBERTERNST, B. (1998): Biologie, Ökologie, Verbreitung und Kontrolle von *Reynoutria*-Sippen in Baden-Württemberg. Albert Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Landschaftspflege, Freiburg, 198 S.

BAUER, M. (1995): Verbreitung neophytischer Knötericharten an Fließgewässern in Baden-Württemberg In: BÖCKER et al. 1995, S.105-111.

BÖCKER, R., GEBHARDT, H., KONOLD., W. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.) (1995): Gebietsfremde Pflanzenarten: Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, Kontrollmöglichkeiten und Management. ecomed, Baden-Württemberg, 215 S.

BOLLENS, U. (2005): Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs (*Reynoutria japonica* Houtt., Syn. *Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene, *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc.). Literatur- review und Empfehlungen für Bahnanlagen. Umwelt- Materialien Nr. 192. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 44 S.

BRENNIKE, A., SCHOPFER, P. (2010): Pflanzenphysiologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 681 S.

DIAZ BUSCHMANN, M. (1997): Untersuchungen zur chemischen Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs (*Reynoutria japonica* Houtt.) unter spezieller Berücksichtigung der Stärkespeicherung & der Translokation von Saccharose. Dissertation, Universität Hohenheim, 121 S.

HASEKE, H. (2013): LIFE+ Projekt „Naturwald, Moore und Lebensraumverbund im Ausseerland“ A.10 Managementplan Neophyten. Österreichische Bundesforste AG (ÖBf), Forstbetrieb Inneres Salzkammergut, Bad Goisern, 100 S.

HAYEN, B. (1995): Populationsökologische Untersuchungen an *Reynoutria japonica*: Erste Ergebnisse. In: BÖCKER et al. 1995, S.125-140.

JÖRG, E. (2014): Mechanische Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs beim Naturschutzgebiet Häftli mit dem Schaufelseparator. Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, Bern, 2 S.

KONOLD, W. et al. (1995): Versuch zur Regulierung von *Reynoutria*-Sippen durch Mahd, Verbiss und Konkurrenz: Erste Ergebnisse. In: BÖCKER et al. 1995, S.141-150.

KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 380 S.

KRETZ, M. (1995): Praktische Bekämpfungsversuche des Japanknöterichs (*Reynoutria japonica*) in der Ortenau. In: BÖCKER et al. 1995, S.151-160.

ÖBB INFRASTRUKTUR AG (Hrsg.) (2017): Neophytenmanagement in der Projektabwicklung. 6 S.

PROJEKTLEITUNG KORALMBAHN 4 (2017): Empfehlungskatalog Neophyten Planung und Bau. Kärnten, 10 S.

SCHUH, T. (2013): Fachbeitrag. Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile, ausgewählter Maßnahmen zur Bekämpfung des Japanischen Staudenknöterichs (*Fallopia* sp.) im Bereich der Strecke Althofen – Klagenfurt 2 Ausbaustufe (Koralmbahn, PLK4). Broschüre im Auftrag der ÖBB-Infrastruktur AG, Wien, 6 S.

SCHUH, T. et al. (2011): Neophyten: Nichteinheimische Pflanzenarten auf Bahnanlagen. Broschüre im Auftrag der ÖBB-Infrastruktur AG, Wien, 63 S.

STORL, W.-D. (2012): Wandernde Pflanzen. AT Verlag, Aarau und München, 320 S.

WALSER, B. (1995): Praktische Umsetzung der Knöterichbekämpfung. In: BÖCKER et al. 1995, S.161-171.

WEBER, E. (2013): Invasive Pflanzen der Schweiz: erkennen und bekämpfen. Haupt Verlag, Bern, 224 S.

## 7.2 INTERNETQUELLEN

ALTERNATIVES FOR INVASIVE PLANTS:

[www.alterias.be](http://www.alterias.be), letzter Zugriff am 12.8.2019.

DM-FOLIEN: <https://www.dm-folien.com/shop/folien/silofolie>, letzter Zugriff am 25.9.2019.

GRANITOL: <https://www.granitol.cz/de/uber-uns/fertigungsprogramm/ldpe-folie/>, letzter Zugriff am 25.9.2019.

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG:

<https://infrastruktur.oebb.at/de/projekte-fuer-oesterreich/bahnstrecken/suedstrecke-wien-villach/koralmbahn/rund-um-den-bau/printproduktionen-koralmbahn/dokument?datei=01+%7C+Koralmbahn+Broschüre>, letzter Zugriff am 14.8.2019.

PROTAN: <https://www.protan.de/ventiflex/produkte/ventiflex-air-7498fr/>, letzter Zugriff am 25.9.2019.

ZAMG: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/daten-download/klimamittel>, letzter Zugriff am 16.8.2019.

## 8 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Geografische Lage des Untersuchungsgebiets und Lage der Versuchsflächen (ÖBB) .....                  | 9  |
| Abbildung 2: Bildung von Fallopia-Ausläufern (Kowarik, 2003, 219. Nach Hagemann, 1995) .....                      | 13 |
| Abbildung 3: Verdickter Basalteil mit Sprossbasisknospen (eigene Aufnahme).....                                   | 14 |
| Abbildung 4: Rhizomteil (eigene Aufnahme).....  | 15 |
| Abbildung 5: Feinwurzelfilz unter verdickten Basalteilen (eigene Aufnahme).....                                   | 16 |
| Abbildung 6: Probleme mit Neophyten auf Bahnanlagen (Schuh, 2011, 8).....   | 18 |
| Abbildung 7: Lage der Versuchsflächen von Streckenkilometer 120,900 bis 121,900 (ÖBB Infrastruktur AG, 2019)..... | 22 |

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 8: Lage der Versuchsflächen von Streckenkilometer 122,500 bis 123,200 (ÖBB Infrastruktur AG, 2019).....                                       | 22 |
| Abbildung 9: Lage der Versuchsflächen von Streckenkilometer 125,200 bis 125,500 (ÖBB Infrastruktur AG, 2019).....                                       | 22 |
| Abbildung 10: Drei verschieden zu bewertende Rhizomproben (1,2 und 3 Punkte) (eigene Aufnahme).....   | 25 |
| Abbildung 11: Säuberung der Versuchsfläche mit Motorsense im April (Aufnahme Sattlegger) .....  | 27 |
| Abbildung 12: Anschließend wird die Fläche abgedeckt (Aufnahme Sattlegger) .....  | 27 |
| Abbildung 13: Nicht UV-stabile Abdeckfolie (Aufnahme Sattlegger).....   | 28 |
| Abbildung 14: Mehrere mehr oder weniger ungeeignete Materialien auf einer Versuchsfläche (Aufnahme Sattlegger) .....                                    | 29 |
| Abbildung 15: Unter Silofolie wachsender Staudenknöterich (Aufnahme Sattlegger) .....   | 30 |
| Abbildung 16: Haltbarkeit der verschiedenen verwendeten Materialien .....   | 31 |
| Abbildung 17: Luttenplane liegt gut am Gelände auf. Mit den Ösen an den Rändern kann sie gut auf Böschungen befestigt werden (Aufnahme Sattlegger)..... | 32 |
| Abbildung 18: An den Rändern in die Vegetation eingewachsenen Plane (eigene Aufnahme) .....   | 33 |
| Abbildung 19: Innerhalb eines Monats unter der Abdeckung gebildete Sprosse des Staudenknöterichs (Aufnahme Sattlegger) .....                            | 34 |
| Abbildung 20: Schwächere unter der Abdeckung gebildete Sprosse des Staudenknöterichs 4 Monate nach Abdeckung (Aufnahme Sattlegger) .....                | 35 |
| Abbildung 21: Austriebe unter der Abdeckung auf vorbehandelter Versuchsfläche 4 (Aufnahme Sattlegger) .....   | 36 |
| Abbildung 22: Abnahme des Sprosswachstums von Fallopia japonica agg. unter der Abdeckung innerhalb einer Vegetationsperiode .....                       | 37 |
| Abbildung 23: Vergleich von Rhizomproben unterschiedlicher Durchmesser (eigene Aufnahme).....   | 38 |
| Abbildung 24: Oberbodenabtrag und -anschüttung auf Versuchsfläche 1 und 2 (Aufnahme Sattlegger).....  | 39 |
| Abbildung 25: Probenentnahme auf Versuchsfläche 1 (eigene Aufnahme) .....   | 40 |
| Abbildung 26: Probenentnahme auf Versuchsfläche 2 (eigene Aufnahme) .....   | 40 |
| Abbildung 27: Großer Teil eines freigelegten, abgedeckten Rhizoms auf Versuchsfläche 3 (eigene Aufnahme).....   | 41 |
| Abbildung 28: Versuchsfläche 4 vor der Abdeckung (Aufnahme Sattlegger) .....  | 42 |
| Abbildung 29: Versuchsfläche 4 mit Abdeckung (Aufnahme Sattlegger).....   | 42 |



|  |    |
|--|----|
| Abbildung 30: Freigelegtes, vitales Rhizom von Referenzfläche Versuchsfläche 5 (eigene Aufnahme).....  | 43 |
| Abbildung 31: Vergleich des Wachstumspotentials unterschiedlich vorbehandelter Versuchsflächen.....  | 44 |
| Abbildung 32: Versuchsflächen 6 und 7 (Aufnahme Sattlegger) .....  | 45 |
| Abbildung 33: Vergleich des Wachstumspotentials von Versuchsfläche 6 und 7 .....   | 46 |
| Abbildung 34: Versuchsfläche 8 und rechts neben der Abdeckung Versuchsfläche 9 im Sommer 2017 (Aufnahme Sattlegger) .....                                | 47 |
| Abbildung 35: Vergleich des Wachstumspotentials von Versuchsfläche 3, 8 und 9.....   | 48 |
| Abbildung 36: Vergleich Erfolg mit drei verschiedenen Kostenszenarien.....   | 51 |
| Abbildung 37: Verteilung der Biomasse bei Fallopia japonica agg. (Kowarik, 2003, 218. Nach Adler, 1993).....   | 54 |
| Abbildung 38: Durch die Hufe von Schafen und Ziegen teilweise freigelegtes Rhizom von Fallopia japonica agg. auf Versuchsfläche 7 (eigene Aufnahme)..... | 57 |
| Abbildung 39: Im Graben liegende, abgestorbene Rhizomteile (schwarze Teile) (eigene Aufnahme).....   | 57 |
| Abbildung 40: Jahressumme von acht verschiedenen Bekämpfungsmaßnahmen .....  | 61 |

## 9 TABELLENVERZEICHNIS

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1: Daten der Versuchsflächen .....   | 21 |
| Tabelle 2: Datum der Probenentnahmen an den Versuchsflächen .....  | 23 |
| Tabelle 3: Kostenvergleich mit Facharbeitern und Materialkauf (Szenario 1).....  | 49 |
| Tabelle 4: Kostenvergleich mit freiwilligen Helfern/Langzeitarbeitslosen und mit und ohne Materialkauf (Szenario 2 und 3)..... | 50 |

# 10 ANHANG

| Flasche | Stueckzahl | Verpackung | Abdel. mil | Abdel mil | Probe 1 | Probe 2 | Probe 3 | Summe |
|---------|------------|------------|------------|-----------|---------|---------|---------|-------|
| 1       | 121        | 200 a      | 492017     | Stufe     | 1       |         |         | 3     |
| 2       | 121        | 200 b      | 492017     | Stufe     |         | 1       |         |       |
| 3       | 121        | 500        | 642017     | Stufe     |         |         | 1       |       |
| 4       | 126        | 200        | 642017     | Stufe     |         |         |         |       |
| 5       | 129        | 200 c      | 642017     | Stufe     |         |         |         |       |
|         |            | gesamt     |            |           |         |         |         |       |

| Verpackung                | Abdel. mil | Abdel mil |
|---------------------------|------------|-----------|
| abgepacktes<br>Kieserlich | 492017     | Stufe     |
| gesamt                    | 642017     | Stufe     |

Probe 1

Probe 2

Probe 3

Beispiel für die Bewertung der Rhizomproben