

Pilotprojekt zur Bekämpfung von *Fallopia x bohemica* auf Bahndämmen im Raum Klagenfurt

Masterarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieurin
der Studienrichtung Landschaftsplanung und Landschaftspflege

Verfasserin **JASMIN HARTNER**, 0840079

Betreuer **Univ. Prof. Dipl. Geograph Dr. Karl-Georg BERNHARDT**

Department für Integrative Biologie und Biodiversität
Universität für Bodenkultur

Wien Februar 2019

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere eidesstattlich, dass die vorliegende Arbeit mit dem Titel

PILOTPROJEKT ZUR BEKÄMPFUNG VON *FALLOPIA X BOHEMICA* AUF BAHNDÄMMEN
IM RAUM KLAGENFURT

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 11.02.2019

Jasmin Hartner

Zusammenfassung

Aktuell zählen in Österreich 17 etablierte Neophyten als Problemarten, da sie wirtschaftliche, gesundheitliche und ökologische Schäden verursachen. Bei der Errichtung der Koralmbahn wurde eine dieser gebietsfremden Pflanzen, *Fallopia x bohemica* und deren Elternarten, durch verunreinigtes Aushubmaterial entlang der gesamten Bahnstrecke angesiedelt. Durch ihren üppigen Wuchs und ihre Fähigkeit, aus den meterweit reichenden Rhizomen, Ausläufer zu bilden, können *Fallopia*-Bestände die Sicherheit und Funktionalität im Bahnbetrieb gefährden.

Deshalb startete die ÖBB, gemeinsam mit dem Maschinenring, im Jahr 2014 ein Pilotprojekt in Klagenfurt zur Bekämpfung von *Fallopia*. Mit Hilfe von Schafen und Ziegen will man den Knöterich zurückdrängen, im besten Fall bekämpfen und die biologische Artenvielfalt steigern. Die Bewirtschaftung von zwei ausgewählten Versuchsflächen erfolgt durch eine Dauer- und eine Rotationsbeweidung.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Entwicklung des Deckungsgrades von *Fallopia x bohemica* unter dem Einfluss der Beweidung, über die gesamte Weideperiode zu dokumentieren. Des Weiteren wurde geprüft, wie sich die Begleitflora entwickelt, welche Vegetationsgesellschaften vorherrschen und wie sich die Beweidung auf zwei weitere Neophyten, *Solidago canadensis* und *Robinia pseudoacacia*, auswirkt.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Beweidung eine effektive Methode zur Bekämpfung des Knöterichs darstellt. Vor allem die Dauerbeweidung erweist sich als recht erfolgreich. Ein gleichzeitiges Zurückdrängen von *Fallopia* und die Steigerung der Artenvielfalt konnte aber nicht beobachtet werden. Die Beweidung wirkt sich auch positiv auf die Verdrängung von *Solidago canadensis* und *Robinia pseudoacacia* aus.

Abstract

In Austria 17 neophytes are currently counted as species, which cause damage among health, ecology and economy. With the construction of the Koralm railway and the used contaminated material along the whole railway, one of these invasive alien species, *Fallopia x bohemica*, could settle. Due to its opulent growth and its ability to build stolons with wide ranging rhizomes, *Fallopia* populations may jeopardize security and functionality of the railway operation.

That is why ÖBB and Maschenring started a project to destroy *Fallopia* in Klagenfurt in 2014. With the help of sheep and goats one tries to repel or even destroy knotweed in order to raise diversity of species. The cultivation of two test areas succeeds through permanent- and rotation grazing.

The aim of this paper is to document the development of the dominance of *Fallopia x bohemica* under the influence of grazing over the whole grazing period. Furthermore it was proven how the collateral flora has developed, which species of vegetation dominates and how the grazing affects two further alien species *Solidago canadensis* and *Robinia pseudoacacia*.

The investigations show, that grazing is an effective method to combat knotweed. Particularly permanent grazing has been successful. Moreover it has also positive effects on the replacement of *Solidago canadensis* and *Robinia pseudoacacia*. However, a simultaneous decline of *Fallopia x bohemica* and an increase of the diversity of species has not been determined.

Inhaltsverzeichnis

1.	EINLEITUNG	7
	1.1.AUSGANGSSITUATION	7
	1.2.ZIELSETZUNG, HYPOTHESEN & FORSCHUNGSFRAGEN.....	9
2.	UNTERSUCHUNGSGEBIET & PILOTPROJEKT „SCHAZI“	10
	2.1.PILOTPROJEKT „SCHAZI“	10
	2.2.GEOGRAFISCHE LAGE	11
	2.3.KLIMA.....	13
3.	UNTERSUCHUNGSOBJEKT FALLOPIA X BOHEMICA.....	15
	3.1.ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	15
	3.2.HERKUNFT & VORKOMMEN	16
	3.3.ERFOLGSSTRATEGIEN & PROBLEMATIK.....	18
	3.4.BEKÄMPFUNG DURCH BEWEIDUNG	22
	3.5.BEWEIDUNG AUF BAHNDÄMMEN	22
	3.5.1.EIGENSCHAFTEN DER KLEINWIEDERKÄUER & VERWENDETEN RASSE	24
4.	METHODE	28
	4.1.VEGETATIONSAUFNAHME.....	28
	4.2.VEGETATIONSAUFNAHMEN IN DEN VERSUCHSFLÄCHEN.....	28
	4.2.1.PFLANZENBESTIMMUNG	31
	4.2.2.BESTIMMUNG DES DECKUNGSGRADES NACH BRAUN-BLANQUET	31
	4.2.3.PFLANZENSOZIOLOGISCHE ZUORDNUNG.....	32
	4.3.DATENAUSWERTUNG.....	33
5.	ERGEBNISSE	34
	5.1.VERSUCHSFLÄCHE 1 & KONTROLLFLÄCHE.....	34
	5.1.1.EINFLUSS DER DAUERBEWEIDUNG AUF <i>FALLOPIA X BOHEMICA</i>	34
	5.1.2.AUSWIRKUNG DER BEWEIDUNG AUF DIE BIOLOGISCHE ARTENVIELFALT	46
	5.2.VERSUCHSFLÄCHE 2	52
	5.2.1.EINFLUSS DER ROTATIONSBEWEIDUNG AUF <i>FALLOPIA X BOHEMICA</i>	52
	5.2.2.AUSWIRKUNG DER BEWEIDUNG AUF DIE BIOLOGISCHE ARTENVIELFALT	58

5.2.3.EINFLUSS DER BEWEIDUNG AUF <i>SOLIDAGO CANDENSIS</i> &	
<i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i>	63
5.3.KOSTENVERGLEICH	71
6. DISKUSSION	72
6.1.EINFLUSS DER BEWEIDUNG AUF <i>FALLOPIA X BOHEMICA</i> UND DIE BIOLOGISCHE ARTENVIELFALT	74
6.1.1.VERSUCHSFLÄCHE 1 & KONTROLLFLÄCHE	74
6.1.2.VERSUCHSFLÄCHE 2.....	76
6.2.EINFLUSS DER BEWEIDUNG AUF <i>SOLIDAGO CANADENSIS</i> &	
<i>ROBINIA PSEUDOACACIA</i>	78
6.3.KOSTENVERGLEICH.....	79
6.4.SCHLUSSFOLGERUNG & EMPFEHLUNG FÜR DAS MANAGEMENT AUF BAHNDÄMMEN	80
7. QUELLENVERZEICHNIS	84
7.1.LITERATURVERZEICHNIS	84
7.2.INTERNETQUELLEN	88
8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	91
9. TABELLENVERZEICHNIS	93
10. ANHANG	94

1. Einleitung

1.1. Ausgangssituation

Im Jahre 1999 begann die Österreichische Bundesbahnen mit dem Bau der Koralmbahn. Mit einer Gesamtstreckenlänge von rund 130 km, davon 32,9 km Tunnel, knüpft sie die Weststeiermark und den südlichen Raum Kärntens hervorragend an die Landeshauptstädte Graz und Klagenfurt an. Die Koralmbahn dient als wichtige Verbindungsstrecke innerhalb von Österreich und soll die Erreichbarkeit und das Pendeln erleichtern. Auf Grund der möglichen Höchstgeschwindigkeit von 250 km/h können pro Tag bis zu 256 Züge passieren und die Fahrzeiten, beispielsweise von Graz nach Klagenfurt, von derzeitigen drei Stunden durch den Koralmtunnel auf 45 Minuten, verkürzt werden. Zudem verbindet sie den Süden Österreichs mit den europäischen Verkehrsknoten und fungiert als Verlängerung des transeuropäischen Korridors VI in den oberitalienischen Raum. Die Gesamtinbetriebnahme der Bahn ist vorläufig bis 2023 vorgesehen (vgl. ÖBB-INFRASTRUKTUR AG 2015).

Im Zuge der Errichtung der Koralmbahn wurde verunreinigtes Aushubmaterial für die Erstellung von Bahndämmen und Anschütтарbeiten verwendet. Dies führte dazu, dass es entlang der gesamten Strecke, sowohl in der Steiermark als auch in Kärnten, flächige und punktuelle Vorkommen von Neophyten gibt.

Neophyten sind nicht heimische Pflanzenarten und besiedeln seit der Entdeckung Amerikas 1492 durch Christoph Columbus fremde Gebiete (vgl. KOWARIK 2010, RABITASCH & ESSL 2010, STORL 2012, WEBER 2013). Mit Hilfe des Menschen, absichtlich oder unabsichtlich verschleppt, gelang es diesen gebietsfremden Arten geographische Barrieren zu überwinden. Aufgrund ihrer speziellen Fähigkeiten, wie Anpassung, Starkwüchsigkeit, Konkurrenzstärke, Widerstandsfähigkeit und hohe Reproduktion (ESER 2005), erobern sie spielend leicht anthropogen beeinflusste Lebensräume. In den letzten Jahren wurde ihre Verbreitung zudem durch den Klimawandel begünstigt. Die meisten Neophyten sind wärmeliebende Arten und profitieren vom globalen Temperaturanstieg (RABITASCH & ESSL 2010). In Österreich werden 1269 neophytische Gefäßpflanzenarten, das sind 31,3 % der gesamt vorkommenden Gefäßpflanzen, gelistet (RABITASCH & ESSL 2010). Von den rund 300 etablierten Neophyten gelten 17 Arten als Problemarten (UMWELTBUNDESAMT 2016), da sie die natürlich vorkommenden Arten verdrängen, wirtschaftliche Schäden verursachen, die Gesundheit beeinträchtigen und im Hinblick auf die Bekämpfung sehr kostenintensiv sein können (ESER 2005).

Im gesamteuropäischen Raum sind Neophyten vorzufinden, weshalb in den vergangenen Jahren in zahlreichen Übereinkommen und Konventionen, Maßnahmen gegen invasive Arten und deren Einfluss auf die biologische Vielfalt erstellt wurden, um negative

Auswirkungen zu verringern oder zu vermeiden. Durch die Unterzeichnung hat sich Österreich dazu verpflichtet, den internationalen Vorgaben, wie beispielsweise dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (CBD), der EU-Verordnung über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten sowie der Berner, Bonner oder Ramsar Konvention, Folge zu leisten. Aus diesem Anlass wird in der aktuellen Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+ vorgeschrieben „negative Auswirkungen invasiver gebietsfremder Arten zu reduzieren“ (BMLFUW 2014) und soll somit als Orientierungshilfe für Bund, Land, Gemeinden, NGOs und anderen Akteuren dienen.

Eine dieser invasiven Pflanzenarten sind die *Fallopia* - Arten. Nach der Entdeckung des ostasiatischen Raumes gelangten diese im 19. Jahrhundert in die Gärten von Europa (KOWARIK 2010). Mitte des 20. Jahrhunderts kam es zu einer massiven Ausbreitung von *Fallopia japonica* und *Fallopia sachalinensis*, sowie Jahre später zur Entdeckung des Hybriden *Fallopia x bohemica* (KOWARIK 2010). Der Verbreitungsschwerpunkt dieser Arten liegt an Fließgewässern. Doch besiedeln sie auch extreme und von Menschenhand geschaffene Standorte (ESER 2005), wie Ruderalflächen, Bahndämme und -böschungen. Der Knöterich kann dadurch in den Gleisbereich sowie das Umland gelangen und enorme Schäden als auch hohe Kosten verursachen. Um eine weitere Ausbreitung und zukünftige Beeinträchtigungen zu verhindern, unternehmen die Österreichischen Bundesbahnen entlang der Koralmbahn zahlreiche Managementmaßnahmen. Unter anderem auch punktuelle Ausgrabungen, eine Abtragung des Oberbodens, Pflegemaßnahmen wie Mähen, auf Gleisanlagen werden teilweise auch Herbizide eingesetzt oder die Bekämpfung mit Gittern versucht. Wie sich herausstellte, zeigte der Bekämpfungsversuch mit Gittern nicht den gewünschten Erfolg.

Eine Bekämpfungsmaßnahme, die 2014 als Pilotprojekt namens „SchaZi“ in Klagenfurt startete, war die Beweidung zweier Versuchsflächen mit Schafen und Ziegen. Wie Versuche von WALSER (1995) in Baden-Württemberg zeigten, wurde *Fallopia japonica* durch den Verbiss geschädigt, sodass nachwachsende Jungtriebe deutlich geschwächt wurden und ihre Blattgröße abnahm. Zusätzlich entwickelte sich eine dichte Grasnarbe und der Oberboden wurde gefestigt. Ausgehend von gesetzlichen Vorgaben sowie verschärften Auflagen bei Bauprojekten, welche gezieltes Neophytenmanagement fordern (SCHUH et al. 2011), den positiven Beobachtungen im Versuchsjahr 2014 und dem Willen der ÖBB verstärkt Bekämpfungsmaßnahmen gegen den invasiven Eindringling durchzuführen, wurde das Beweidungsprojekt im Jahr 2015 auf den beiden Versuchsflächen weitergeführt und im Zuge dieser Masterarbeit über den gesamten Beweidungszeitraum, Ende April bis Anfang Oktober, wissenschaftlich begleitet.

1.2. Zielsetzung, Hypothesen & Forschungsfragen

Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, an Hand der Bekämpfungsmethode Beweidung mit Schafen und Ziegen, festzustellen, inwiefern die weitere Ausbreitung der *Fallopia*-Sippe unterbunden und die biologische Vielfalt gesteigert werden kann. Da die Arten teilweise unterschiedliche Eigenschaften bezüglich Wuchs, Ausbreitung und Bekämpfung aufweisen, wurde mit Hilfe der morphologischen Merkmale die jeweilige Art bestimmt. Um die Sicherheit entlang der Bahn zu gewährleisten und den Gleisbereich zu schützen, bedarf es in Bezug auf den Knöterich und die fachgerechte Bahnböschungspflege einen enormen maschinellen und personellen Pflegeaufwand. Durch den Einsatz von kleinen Wiederkäuern auf steilen Böschungen können spezielle Mähmaschinen, teure Entsorgungskosten sowie ein arbeitsintensives Entfernen der Knöterichreste eingespart werden. Allerdings müssen höchste Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, damit die Tiere nicht ausbrechen und einen Unfall verursachen können. Im Sinne der ÖBB werden deshalb Faktoren festgelegt, die eine möglichst reibungslose Abwicklung des Projektes ermöglichen und zukünftige Vorhaben unterstützen.

Im Zuge dessen lautet meine **Hypothese** wie folgt:

1. Die Beweidung ist eine kostenextensive Bekämpfungsmethode, um *Fallopia x bohemica* in seinem Wachstum zu hemmen. Parallel dazu wird das Aufkommen von Pflanzenarten, die durch den Konkurrenzdruck des Knöterichs verdrängt werden, ermöglicht.

2. Der Verbiss der Tiere reduziert zudem den Deckungsgrad von *Solidago canadensis* und unterbindet die Ausbreitung von *Robinia pseudoacacia* durch Wurzelausläufer.

Folgende Fragestellungen werden in der Forschungsarbeit behandelt:

- Ist die Beweidung mit Schafen und Ziegen geeignet, um *Fallopia*-Arten zu bekämpfen?
- Kann das Vegetationsbild mittels Beweidung verbessert und somit die biologische Vielfalt erhöht werden?
- Wie wirkt sich die Beweidung auf die dort vorkommende *Robinia pseudoacacia*, und *Solidago canadensis* aus?
- Welchen Unterschied in Bezug auf Kosten und Arbeitsaufwand bietet die Beweidung im Vergleich zur Mahd?
- Welche Faktoren müssen für eine erfolgreiche Beweidung im Bahnumfeld beachtet werden?

2. Untersuchungsgebiet & Pilotprojekt „SchaZi“

2.1. Pilotprojekt „SchaZi“

Im Zuge der zweiten Ausbaumaßnahme des Koralmtunnels wurde 2014 das Pilotprojekt „SchaZi“ von der ÖBB Infrastruktur ins Leben gerufen. Es ist eines von vielen Projekten, die unter der Nachhaltigkeitskampagne „Österreich blüht auf“ laufen und einen Beitrag zum Erhalt der Artenvielfalt leisten können. Als „grasende Landschaftspfleger“ (MINARIK 2014) sollen Schafe und Ziegen invasive neophytische Gefäßpflanzen, vor allem die Knötericharten, auf Bahndämmen zurückdrängen und die Biodiversität erhöhen.

In Kooperation mit dem Maschinenring Klagenfurt und einem regionalen Landwirt, welcher auch Maschinenring-Dienstleister ist, wurden 18 Tiere für die Rotationsbeweidung zur Verfügung gestellt. Bevor Anfang Juni 2014 mit der Beweidung begonnen werden konnte, wurden beide Versuchsflächen, mit einem flächigen Knöterichaufkommen, gemäht. Nach dem Besatz der ersten Fläche mit vier Schafen und 14 Ziegen wurden die Tiere Anfang Juli auf den zweiten eingezäunten Bahndamm umgetrieben. In Kalenderwoche 34, nach vierwöchiger Beweidung, wurden die Tiere abgezogen und verbrachten die Zeit bis zum erneuten Auftrieb im heimatlichen Stall. Anfang September wurden beide Versuchsflächen, mit der halben Anzahl an Tieren, für rund drei Wochen beweidet. Insgesamt dauerte die Weideperiode 2014 auf den Versuchsflächen 11 Wochen und war geprägt von starken Niederschlagsüberschüssen.

Der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Klagenfurt zufolge wurde für das Jahr 2014, seit 1813, der fünfthöchste Jahresniederschlag von 1341 mm gemessen und für die Weidemonate Ende Juni, Anfang Juli bzw. September neue Maximalwerte erreicht. Zusätzlich war 2014 auch das wärmste Jahr seit der Messgeschichte, mit Spitzenwerten im Jänner, März, Juni sowie Oktober und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 10,5°C (vgl. ZAMG 2016).

Trotz der relativ kurzen Weidedauer und des vielen Regens war im Jahr 2014 ein Erfolg ersichtlich.

2.2. Geografische Lage

Das Untersuchungsgebiet, in dem sich die beiden Versuchsflächen auf Bahndämmen befinden, verläuft entlang der Koralmbahn im Bahnstreckenabschnitt Althofen an der Drau bis Klagenfurt zwischen km 121,200 und km 123,250. Es liegt am östlichen Rand der Landeshauptstadt Klagenfurt am Wörthersee und bildet die Grenze zu Klagenfurt Land. Die Versuchsflächen befinden sich in den Stadtbezirken X. St. Peter und XV. Hörtendorf und sind etwa 1,5 km voneinander entfernt.

Im genannten Streckenabschnitt gibt es einige Bereiche mit massiven Knöterichbefall und punktuellen Vorkommen weiterer invasiver Neophyten. Die Gesamtfläche wird auf etwa 40 Hektar (MINARIK 2014) geschätzt und betrifft hauptsächlich Lärmschutzwälle, welche im Zuge der Errichtung der Koralmbahn aus vorbelastetem Aushubmaterial erstellt wurden. Das Aushubmaterial wurde in der Umgebung gewonnen und besteht vorwiegend, wie es für das Klagenfurter Becken üblich ist, aus Schotter (BÄTZING 1997), Lockersedimenten und tertiären Konglomeraten (SAUBERER et. al. 2008).

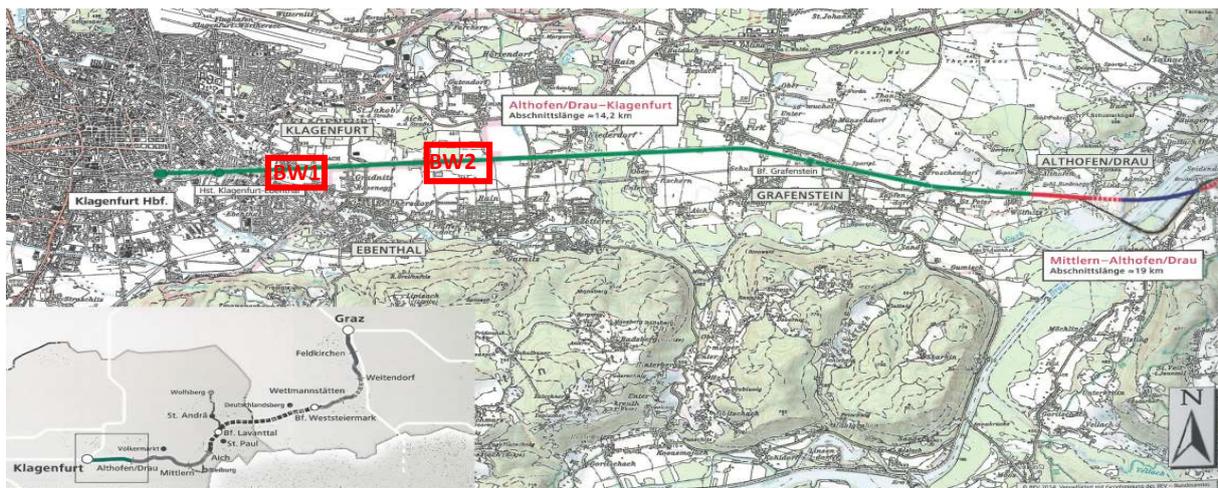


Abbildung 1: Streckenabschnitt Althofen/Drau-Klagenfurt mit Versuchsflächen (ÖBB INFRA 2014)

Die **erste Versuchsfläche** und die **Kontrollfläche** befinden sich an der Südbahnstrasse im Stadtbezirk St. Peter und liegen zwischen der Wächterstrasse und dem Südring. Die zwei Drittel steile Bahnböschung wurde laut Herrn DI Sattlegger, Bauingenieur der ÖBB, im Jahre 2006 aus einem sandig erdigen Material errichtet und ohne Humusaufgabe begrünt.

Die Versuchsfläche wurde 2015 durch das Versetzen von Weide- und Elektrozäunen hinter den Bahngraben auf den Lärmschutzwall zum Vorjahr verringert. Sie weist aktuell eine Größe von etwa 2800 m² und einen Neigungsgrad von rund 28° südseitig sowie 23° auf der

nördlichen Böschung auf. Über zwei Drittel dieser Ruderalfläche sind mit *Fallopia x bohemica* bedeckt.



Abbildung 2: Versuchsfläche 1 & Kontrollfläche (eigene Aufnahme)

Die **zweite Versuchsfläche** liegt im Stadtbezirk Hörtendorf, etwa 1,5 km weiter östlich von der ersten Weidefläche, ungefähr im Bereich der Wildbrücke. Neben dem starken Befall von *Fallopia x bohemica* beinhaltet sie zusätzlich noch punktuelle Vorkommen von *Solidago canadensis* und von *Robinia pseudoacacia*. Der Aufbau und das Material des Lärmschutzwalls sind ähnlich der ersten Fläche. Der Boden der südlich exponierten Seite weist im unteren Drittel des Böschungsfußes einen hohen Anteil an Kies und Sand auf. Die Größe beträgt ca. 3650 m² und hat eine Neigung von 32° südlich sowie 24° nördlich.



Abbildung 3: Versuchsfläche 2 (eigene Aufnahme)

2.3. Klima

Das Untersuchungsgebiet wird geprägt vom gemäßigt kontinentalen Klima (LANDESHAUPTSTADT KLAGENFURT AM WÖRTHERSEE 2016). Dieser Klimatyp weist starke Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter sowie ganzjährigen Niederschlag auf. Durch die Lage im Klagenfurter Becken bilden sich im Herbst häufig Inversionswetterlagen (BÄTZING 1997). Dabei kommt es zu einer Temperaturumkehr, wobei die obere Luftschicht wärmer ist als die untere und dadurch Hochnebel entstehen (SAUBERER, MOSER, GRABHERR 2008). Im Zeitraum von 1981 bis 2010 wurden eine mittlere Jahrestemperatur von $8,9^{\circ}\text{C}$ und eine durchschnittliche Niederschlagssumme von 893 mm pro Jahr gemessen (ZAMG 2015).

Im Jahr 2015 erreichte die mittlere Jahrestemperatur $9,7^{\circ}\text{C}$ und der Niederschlagsdurchschnitt lag bei 885 mm. Als zweitwärmstes Jahr in der 248-jährigen Messgeschichte stechen besonders die Beweidungsmonate April bis September mit hohen Temperaturen hervor (siehe Abb.4). Sie gelten für die Jahreszeit als zu warm und weisen zudem ein schwaches Niederschlagsdefizit auf.

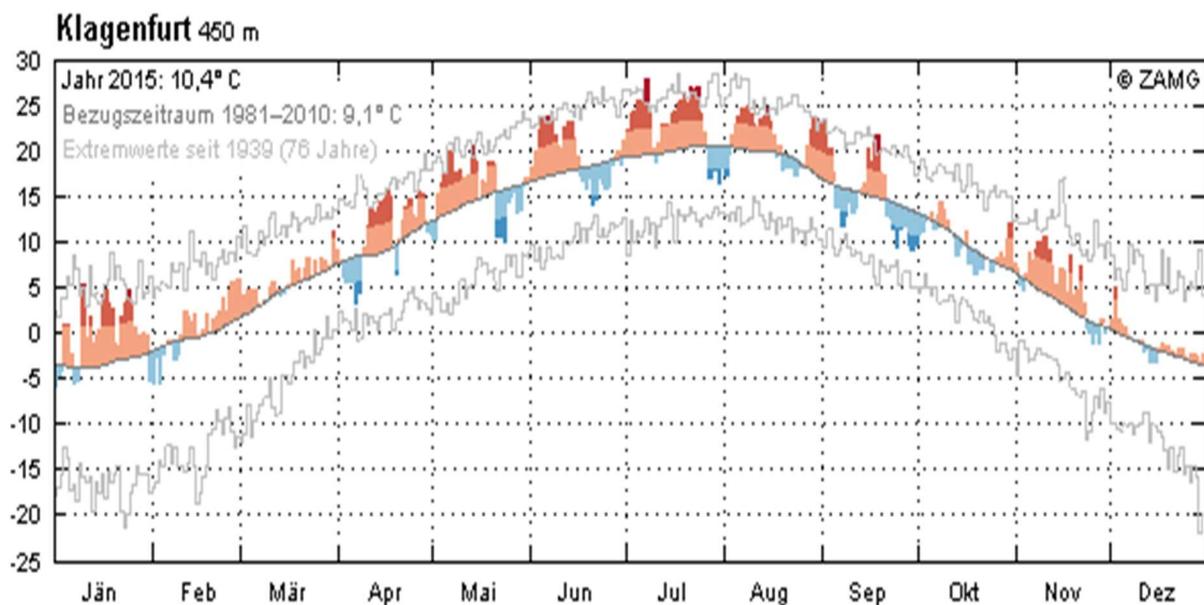


Abbildung 4: Jährlicher Temperaturdurchschnitt (ZAMG 2016)

Die Tabelle 1 listet die Temperaturmittelwerte, das absolute Temperaturminimum sowie den durchschnittlichen Niederschlag der Weideperiode der Jahre 2014 und 2015 auf. Diese Klimadaten wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, kurz ZAMG, erhoben. Im April wurde der absolute Minimumwert auf $-3,5^{\circ}\text{C}$ gemessen.

	2014				2015		
	Temperatur (°C)		Niederschlag (mm)		Temperatur (°C)		Niederschlag (mm)
	Mittel	Absolutes Minimum			Mittel	Absolutes Minimum	
				April	10,2	-3,5	6
				Mai	15,5	4,4	150
Juni	18,6	6,8	188	Juni	19,2	7,9	93
Juli	19,7	9,4	125	Juli	22,6	10,8	103
Aug	18,1	9,1	185	Aug	20,6	9,9	81
Sept	14,8	4,9	133	Sept	14,1	1,8	183
				Okt	9	0,2	184

Tabelle 1: Monatliche Temperatur & Niederschlagsmenge der Weideperioden 2014 & 2015 (ZAMG 2016)

3. Untersuchungsobjekt *Fallopia x bohemica*

In Österreich sind drei Arten des eingeführten Staudenknöterichs bekannt: der Japanische Staudenknöterich, *Fallopia japonica*, ist dabei am häufigsten verbreitet; der Sachalin-Knöterich, *Fallopia sachalinensis*, welcher eng verwandt mit *Fallopia japonica* ist und seinen Ursprung auf der Insel Sachalin (DIAZ 1997) hat, und die Kreuzung der beiden Elternarten, *Fallopia x bohemica*. Während sich *Fallopia japonica* und *Fallopia sachalinensis* klar in ihrer Blattmorphologie unterscheiden, gleicht der Hybrid je nach Standort mehr dem einen als dem anderen Elternteil (ALBERTERNST 1998).

Bei den Aufnahmen der Versuchsflächen wurden vorwiegend Exemplare des Hybridknöterichs festgehalten, weshalb in diesem Kapitel näher auf die Entwicklung, die morphologischen Merkmale und die Eigenschaften von *Fallopia x bohemica* eingegangen wird. Zusätzlich werden die negativen Folgen der Knötericharten auf die Vegetationsgesellschaften beschrieben und die Bekämpfungsmethode mittels Beweidung erläutert.

3.1. Allgemeine Beschreibung

Beschreibung laut HARTMANN et al. (1995), HAYEN (1995) und ALBERTERNST (1998)

***Fallopia x bohemica* (Reynoutria x bohemica):** Hybridknöterich

Höhe: 3 bis 4,5 Meter

Wurzelstock: verdickter Basalteil mit Sprossbasisknospen, aus denen sich der oberirdische Teil entwickelt. Unterirdisch besitzt die Pflanze eine starke Primärwurzel mit vielen Rhizomen. Dieses Wurzelsystem kann bis zu zwei Meter in die Tiefe reichen.

Spross: oberirdischer Teil. Die unverholzten kantigen Sprossen werden in Internodien und verdickte Nodien gegliedert. Vom Aufbau her



Abbildung 5: *Fallopia x bohemica* (eigene Aufnahme)

ähnlich des Bambus. Die durchschnittliche Anzahl von Internodien liegt bei 11 Gliedern mit einer Maximallänge vom 16 cm. Der Sprossaustrieb erfolgt je nach Witterung Ende März bis Mitte April.

Blätter: sind 25 bis 30cm lang und 18 bis 21cm breit, gestielt und variieren von rundlich mit stark herzförmigen Blattgrund bis dreieckig-spitz mit gestutzten oder eher schwach

herzförmigen Blattgrund. Wichtig ist, immer die Blätter des Hauptsprosses zu vergleichen! Die Blätter der Seitensprossen und Jungtriebe sind eher gestutzt. Die Behaarung zumeist auf der Blattunterseite mit einer Trichomlänge von ca. 0,5 mm.

Blüten: sind rispenartig verzweigt und diözisch, das heißt die weiblichen und männlichen Blütenstände sitzen auf verschiedenen Individuen. Die weiblichen Blütenstände sind in ihrer Erscheinung gestreckt bis bogig, die männlichen hingegen aufrecht. Blütezeit Juli bis September

Für die Differenzierung der drei Arten werden hauptsächlich die Blätter herangezogen. Diese weisen markante Merkmale in Größe, Grund, Trichome und Blattstruktur (siehe Abb. 6) auf. Es gibt aber auch morphologische Unterschiede anhand der Blüten oder der Sprossaustriebe.

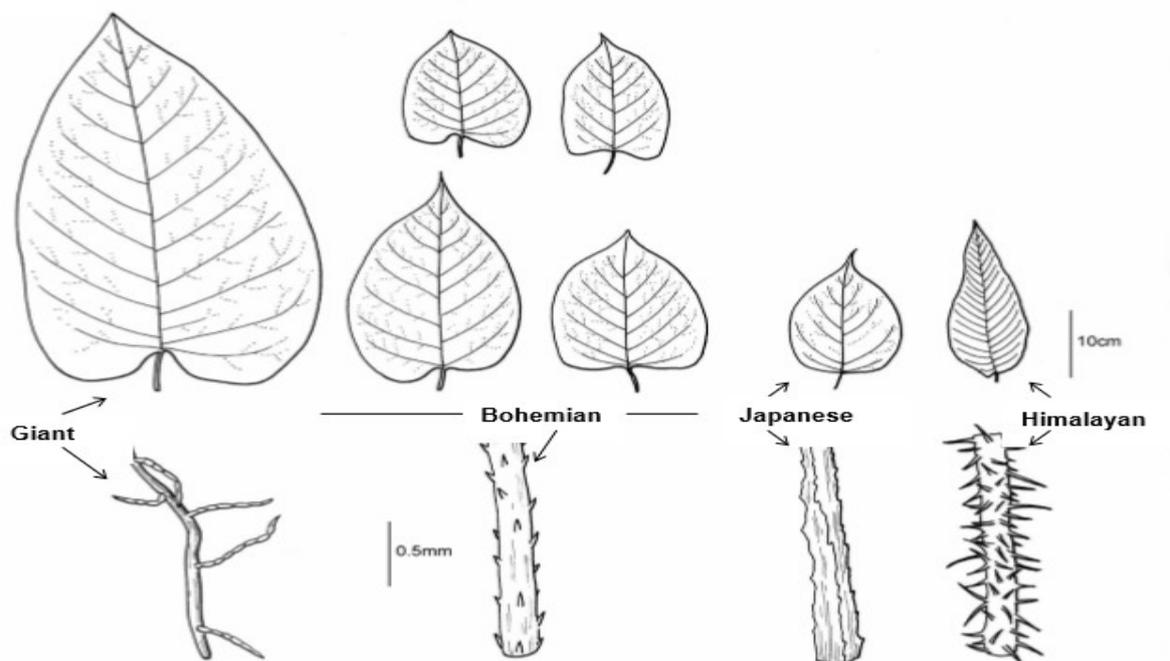


Abbildung 6: Blattmorphologie und Trichome (WILSON 2007)

3.2. Herkunft & Vorkommen

Der Hybrid, *Fallopia x bohemica*, geht aus der generativen Vermehrung der Elternpflanzen, *Fallopia japonica* und *Fallopia sachalinenses* (ALBERTERNST 1998) im neophytischen Gebiet (KOWARIK 2010) hervor. Erste wissenschaftlich belegte Vorkommen kamen aus Tschechien 1982 (KOWARIK 2010). Ein Jahr später finden auch Chrtek und Chrtkova in Böhmen Hybriden und bezeichnen diesen als *Reynoutria x bohemica* (ALBERTERNST 1995). Doch allererste Herbarbelege gehen bis auf 1942 zurück (KOWARIK 2010).

Seine Elternarten wurden im Jahr 1823, *Fallopia japonica* und 1863, *Fallopia sachalinensis*, als Zierpflanzen für Gärten und Parks aus Ostasien eingeführt (KOWARIK 2010). Damals wurden die Knötericharten noch geschätzt und *Fallopia japonica* wurde 1847 sogar für die Verwendung als Viehfutter von der niederländischen Gesellschaft für Ackerbau und Gartenkultur in Utrecht als interessanteste Neueinführung geehrt (WEBER 2013). Verwendet wurde die Pflanze als Wildfutter, Deckungspflanze und Bienenweide (HARTMANN et al 1995), zur Stabilisierung von Böschungen, zur Sanierung schwermetallbelasteter Böden, zur Begrünung von Halden und aus Sicht des biologischen und integrierten Landbaus als Heilpflanze sowie für die Herstellung von Extrakten (KOWARIK 2010). Zudem wurde der Knöterich wegen seiner unzähligen Ausläufer zur Böschungsbefestigung verwendet. Durch ihre dichten, großen Bestände und ihrer vegetativen Vermehrung wurde die Pflanze laut WEBER (2013) zu einem lästigen Unkraut, weshalb sie schließlich als Gartenabfall entsorgt wurde und somit verwilderte.

In Österreich wurde der Hybrid bis dato selten dokumentiert. Es wurde aber nachgewiesen, dass die Art im Umfeld der Elternpflanzen, von der collin bis submontanen Höhenstufe (ESSL & WALTER 2005), vorkommt.

Der Verbreitungsschwerpunkt der *Fallopia*-Arten bezieht sich auf den Uferbereich an Fließgewässern. Dort gedeihen die Pflanzen auf lehmigen, skeletthaltigen Auböden, Schotterböden (HARTMANN 1995) oder auf überschwemmten Standorten (KOWARIK 2013). Dank ihrer breiten ökologischen Amplitude kommen die mehrjährigen Hochstauden auf trockenen Ruderalflächen, an Straßenrändern, auf Böschungen oder in Wäldern vor (ALBERTERNST 1998). Die wichtigsten Voraussetzungen sind laut HARTMANN (1995) genügend Licht und eine gute Wasserversorgung. Als Lichtpflanze bilden sie an sonnigen Standorten dichte üppige Bestände und auch bei Halbschatten entwickelt sich die Pflanze noch recht gut. In dichten Wäldern mit mäßigem Lichteinfall kommen hingegen nur noch einzelne schwachwüchsige Individuen vor. Verbreitungsgebiete mit einer jährlichen Niederschlagsmenge zwischen 1000 mm und 2200 mm (ALBERTERNST 1998), sowie mit einem durchlässigen Boden, bieten den Pflanzen optimale Wuchsbedingungen. ALBERTERNST et al. (1995) konnten feststellen, dass Pflanzen mit ausreichender Wasserversorgung eine intensivere Behaarung der Sprosstriebe besitzen als Pflanzen unter Trockenverhältnissen. In Bezug auf die Temperatur benötigen Knöteriche winterkalte Gebiete mit zyklischen Frösten und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur zwischen 8° C und 12° C (ALBERTERNST 1998). Empfindlich reagieren die jungen Triebe auf Spät- und Herbstfrost, die Blüten- und Fruchtentwicklung kann dadurch negativbeeinflusst werden (ALBERTERNST 1998).

3.3. Erfolgsstrategien & Problematik

Die *Fallopia*-Arten haben besondere biologische Strategien entwickelt, welche diesen Neophyten von der einheimischen Pflanzenwelt hervorheben. Typische Eigenschaften sind hohe vegetative Reproduktionsraten, eine breite ökologische Amplitude, eine enorme Konkurrenzkraft, ein gigantisches Wuchsverhalten und eine hohe Widerstandsfähigkeit. Des Weiteren gibt es kaum bis keine natürlichen Gegenspieler, wodurch ein Konkurrenzvorteil zur natürlich vorkommenden Arten entsteht (ALBERTERNST 1998).

Als Kreuzung der beiden Elternteile sind die Eigenschaften beim Hybriden, *Fallopia x bohemica* stärker ausgeprägt als die der Elternpflanzen. Es tritt der Heterosis-Effekt (KONOLD et al. 1995) auf, weshalb eine Bekämpfung schwieriger ist (STORL 2012).

Hohe Reproduktion durch vegetative Vermehrung

Von der Mutterpflanze, dem sogenannten Polykormon ausgehend, verlaufen im Erdreich austriebsfähige unterirdische Wurzel ausläufer (BAUER 1995), die Rhizome. Diese wachsen horizontal und bilden Rhizomknospen aus, welche erneut Ausläufer bilden (siehe Abb.7). Somit ist die Pflanze in der Lage sich innerhalb eines Jahres zentrifugal bis zu einem Meter, selten auch bis zu zwei Meter, zu vergrößern (KOWARIK 2013) und massive Dickichte zu bilden. Mit einem Durchmesser von bis zu 10 cm (KOWARIK 2013) und der Zähigkeit, welche auf Einlagerung von Reservestoffen basiert (HARTMANN 1995), können Rhizome mittels Dickenwachstum sogar Asphalt sprengen. Der Rhizomanteil macht etwa zwei Drittel der gesamten Biomasse (KOWARIK 2013) der Pflanze aus und speichert den Energievorrat.

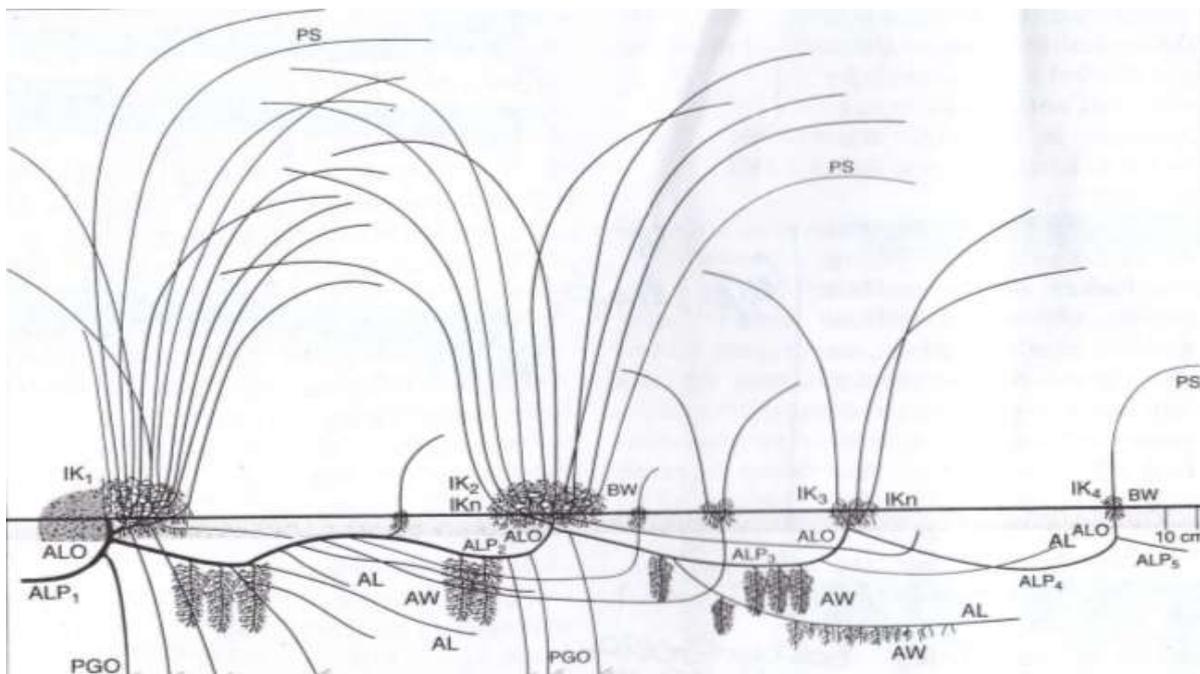


Abbildung 7: Bildung von *Fallopia*-Ausläufern (KOWARIK 2013)

Eine weitere Möglichkeit der vegetativen Vermehrung ist die Fernverbreitung. Durch Gartenabfälle, Nagetiere, Wasser und Erdarbeiten können Rhizomfragmente oder Sprosstteilen verschleppt werden (HARTMANN 1995) und dank ihrer hohen Regenerationsleistung an den Nodien der Rhizome (HAYEN 1995) wieder austreiben. Es wurde nachgewiesen, dass 1 bis 8 cm lange Rhizome in einem Zeitraum von 48 Tagen mit einer Wahrscheinlichkeit von 69 % wieder Wurzeln und Sprosse bilden können (DIAZ 1997). Versuche von De Waal zur Regenerationsfähigkeit von Sprossfragmenten ergaben, dass geschredderte Sprosstücke von etwa 4 cm mit vollständigem oder halben Nodium wieder wachsen. Im Vergleich zu den Eltern (*F. japonica* 39 % und *F. sachalinensis* 21 %), wurde bei *Fallopia x bohemica* mit 61 % die höchste Regenerationsrate festgestellt. Die Regeneration von geschnittenen Sprosstücken im Mai/Juni war durch zu wenig Nährstoffeinlagerung gering (vgl. BOLLENS 2005).

Konkurrenzkraft und Wachstumsstärke

Die im Herbst angelegten Sprossen der ausdauernden Hochstaude schießen im Frühjahr und beginnen mit dem Längenwachstum (HAYEN 1995). Während der Hauptwachstumszeit für das Längenwachstum, Mai bis Mitte Juni, kann die Pflanze am Tag bis zu 15 cm zulegen (KOWARIK 2013). Anschließend treiben die Seitenäste und die Blattmasse wird gebildet. Es entwickeln sich dichte hohe Bestände, die bereits Ende Mai einen Deckungsgrad von 100 % aufweisen können (HAYEN 1995). Der Aufbau des Sprosssystems und das schnelle Höhenwachstum bewirken eine optimale Ausnutzung des Lichts und verdrängen durch Beschattung und

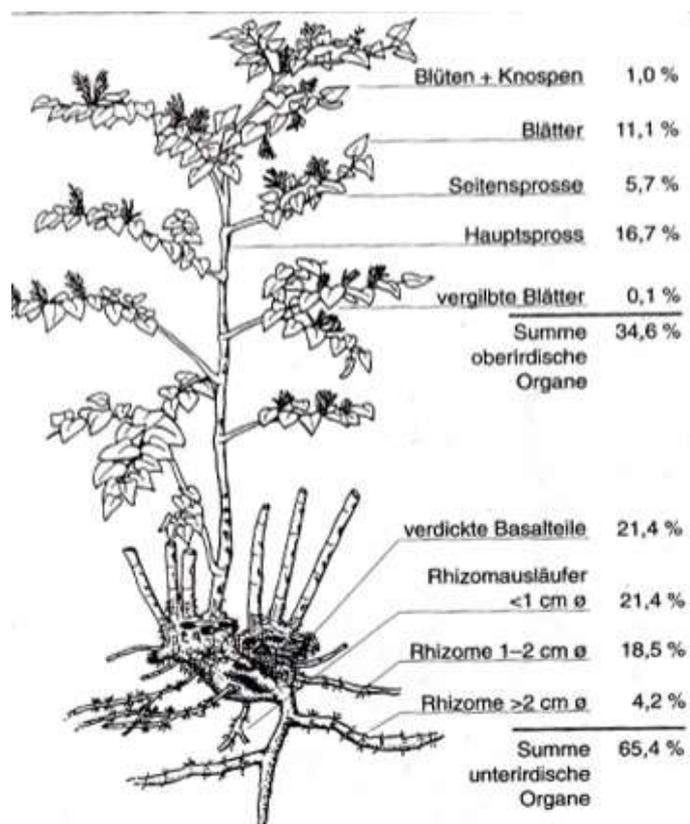


Abbildung 8: Verteilung der Biomasse und Sprossaufbau (KOWARIK 2013)

Wurzelkonkurrenz (HARTMANN et al. 1995) die Vorgängervegetation. HAYEN (1995) stellte

fest, dass dadurch fast alle einheimischen krautigen Arten unterdrückt werden. Ausschließlich Frühlingsblüher können wegen ihres frühen Wachstums am selben Standort dauerhaft existieren, und wenige Individuen wachsen mäßig im Inneren der Bestände. Neben der Verdrängung von einheimischen Pflanzen kann der Hybrid, wegen des hohen und starken Wuchses, am gleichen Standort auch mit den Eltern konkurrieren. In Tschechien beispielsweise vermehrt sich *Fallopia x bohemica* zweimal schneller als die Elternarten (KOWARIK 2013). Konkurrenzversuche von KONOLD et al. (1995) zeigten, dass der Hybrid sehr viel wuchskräftiger und konkurrenzfähiger ist als *Fallopia japonica*.

Widerstandsfähigkeit

Als Rhizomgeophyten (DIAZ 1997) besitzt die *Fallopia*-Sippe die Fähigkeit, hohe Nährstoffreserven (HARTMANN 1995) in den Rhizomen anzulegen. Deshalb sind sie in der Lage, ungünstige Bedingungen über Jahre, ohne einmalige Bildung von Sprossen, zu überdauern. DIAZ (1997) beschreibt den Vorgang folgendermaßen: Nach Wachstumsende der oberirdischen Sprossen werden die restliche Assimilate als Stärke im Spross gebunden. Diese gelangen umgewandelt in Saccharose, nach endgültiger Ausbildung von Blättern und Blüten im Spätsommer zur Ausdehnung ins Wurzel- und Rhizomsystem. Bei Bekämpfungsmaßnahmen wird daher versucht, durch die Vernichtung der oberirdischen Sprossen, die ausdauernden unterirdischen Organe zu schädigen (DIAZ 1997). Dabei soll die Photosynthese der Pflanze behindert und die Einlagerung von Reservestoffen unterbunden werden.

Problematik

Fallopia x bohemica und seine Eltern verursachen viele Probleme und Schäden in ihren Lebensräumen. Die Bildung von Dominanzbeständen verdrängt die ursprüngliche Pflanzengesellschaft, wodurch entlang von Flussufern Abschwemmungen des vegetationslosen Bodens – die Pflanzen sterben im Winter ab, wodurch eine starke Erosionsgefahr besteht – bei Winter- und Frühjahreshochwasser gefördert und Rhizomfragmente transportiert werden können (GIGON & WEBER 2005). Die Verdrängung der einheimischen Flora kann sich auch negativ auf die dort ursprüngliche Tierwelt auswirken. Laut KOWARIK (2013) sind *Fallopia*-Bestände für heimische Phytophage (z.B. Langhornbiene *Tetralonia salicariae*) ungeeignet, weshalb sie durch das Verschwinden ihrer Nahrungsquelle gezwungen sind, auf andere Biotope auszuweichen.

Andere Schäden, die durch ihren starken Rhizomwuchs verursacht werden, sind die Sprengung von Asphalt, die Beschädigung von Uferverbauungen (GIGON & WEBER 2005), die Konkurrenz für Kulturpflanzen in Hinblick auf Licht, Wasser und Nährstoffe sowie die

Behinderung der Ernte und ein Qualitätsverlust der Ernteprodukte (FOLLAK 2010) oder eine Behinderung der forstlichen Nachverjüngung (WALSER 2015). Die Folgen sind erhöhter Unterhaltsaufwand und -kosten, hohe Sanierungskosten bei Wiederherstellungen oder hohe Entschädigungskosten.

In Bezug auf Bahnanlagen und den Bahnbetrieb können dichte *Fallopia*-Bestände die Sicherheit und Funktionstüchtigkeit gefährden (WEBER 2013), sowie Schäden und steigende Kosten verursachen. Früher eingeführt, zur Befestigung von sandigen oder schottrigen Böschungen, zeigt sich heute, dass die „dicken, feinzurzelarmen Rhizome“ (ALBERTERNST 1998) kaum eine Stabilisierung der Böschung ermöglichen. Wird der vegetationslose Untergrund im Herbst freigelegt, kann Material bei Starkregen leicht abgetragen werden. Infolgedessen verstopfen Sickerschächte und können ihre Funktion nicht mehr erfüllen. Der Knöterich kann durch seine Wuchshöhe und Dichtheit die freie Sicht (SBB et al. 2001) beeinträchtigen und Rhizome können von dort aus unterirdisch in den Gleisbereich gelangen. Der Bewuchs und die Wurzel im Schotterbett wirken sich negativ auf die Elastizität desselben, die Gleislage sowie auch auf die Kraftübertragung aus (SBB et al. 2001) und stellen eine große Gefahr für vielbefahrene Strecken mit hoher Verkehrsgeschwindigkeit dar. Aus diesen Gründen versucht die ÖBB einerseits bestehenden Bestand mittels Bekämpfungsmaßnahmen zu regulieren, andererseits durch Präventionsmaßnahmen Neuansiedlungen zu verhindern. Einige Beispiele, welche Mag. SCHUH in seiner Broschüre „Neophyten – nichteinheimische Pflanzenarten auf Bahnanlagen“ beschreibt, wären eine schnelle Begrünung von Vegetationslücken mit standortgerechten Pflanzen, kontinuierliche Pflegemaßnahmen, eine fachgerechte Entsorgung von Schnittgut oder bei einem Bodenaustausch auf spross- und rhizomfreies Material zu achten.



Abbildung 9: Probleme von Neophyten auf Bahnanlagen (ÖBB Infrastruktur 2011)

3.4. Bekämpfung durch Beweidung

Die Beweidung durch Schafe und Ziegen für den Erhalt und die Pflege der Kulturlandschaft gewann in den letzten Jahren wieder mehr an Bedeutung. Dank ihres breiten Futterspektrums können sie der Vergrasung und Verbuschung von Ungustlagen und Grenzertragsböden entgegenwirken (LANDESVERBAND BAYRISCHER SCHAFHALTER e. V. 2016). Bei Beobachtungen in Deutschland konnte festgestellt werden, dass diese sehr genügsamen Tiere auf Weiden in Ufernähe saftige Knöterichbestände bevorzugten (WALSER 1995). Auf Grund dieser Erkenntnis startete WALSER (1995) Beweidungsversuche entlang der Rench und stellte positive Ergebnisse in Bezug auf die Knöterichbekämpfung, Grasnarbenbildung sowie Bodenverfestigung fest. An der Nordrach konnte sogar eine dauerhafte Vernichtung mit Hilfe von Galloway-Rindern, Heideschnucken und Ziegen erzielt werden (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 1994). Der Verbiss reduziert die oberirdische Biomasse und beeinträchtigt das Wachstum sowie die Entwicklung des Knöterichs. Vertritt und das Knicken der Stängel schädigen zusätzlich. Ein großer Vorteil der Beweidung ist, dass durch den Verzehr der Sprossen die Ausbreitung über Sprossfragmente blockiert wird und kostspielige Entsorgungen für die Kompostierung wegfallen. Somit bietet die Beweidung eine naturschonende und kostengünstigere Alternative zur personal- und maschinenintensiven Mahd (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 1994). Als langfristig geltende Bekämpfungsmethode muss die Beweidung mit Schafen und Ziegen über mehrere Jahre betrieben werden.

3.5. Beweidung auf Bahndämmen

Schon in früher Zeit hielten Bahnwärter Ziegen entlang von Eisenbahndämmen, da sie sehr genügsam und anpassungsfähig an ihre Nahrung (HAGENKÖTER 2012) sind. Als „die Kuh des kleinen Mannes“ waren die Ziegen für die Bahnwärter, welche in Bahnwärterhäuschen lebten und für die Überwachung der Eisenbahnschranken und Gleisanlagen zuständig waren, ein kleiner Nebenverdienst zu ihrem gering entlohnten Beruf und aus diesem Grunde wichtig für die Selbstversorgung. Die Ziegen wurden aus Sicherheitsgründen mit einem Laufstrick, welcher die Länge der Böschungsbreite des Dammes hatte, an einen Pfahl festgebunden und grasten oft über mehreren hundert Metern die Dämme ab (vgl. ROGG 2010).

Heutzutage ist das Anbinden der Tiere laut Tierhaltungsverordnung in Österreich verboten (BUNDESKANZLERAMT ÖSTERREICH 2016). Deshalb wurden im Pilotprojekt die Flächen mit einem ca. 1,5 m hohen, verzinkten Knotengitter mit geringerem Abstand der Querdrähte

im unteren Bereich, umzäunt. Zusätzlich wurden entlang des Zauninneren stromleitende Weideseile gespannt.

Als Haltungsform wurde die Koppelhaltung gewählt. Anders als bei Beweidungsbeispielen entlang von Flussufern kann aus Sicherheitsgründen, wegen der hohen Geschwindigkeit und Frequenz der Züge, keine Hüttehaltung betrieben werden. Die verwendete Form der Koppelhaltung ist die Standweide. Die Tiere bleiben während der gesamten Weideperiode, im Projekt von Ende April bis Anfang Oktober 2015, auf denselben Flächen. Daher ist ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Flächengröße und Tieranzahl wichtig. Die Anzahl der Tiere sollte je nach Futterangebot angepasst werden, um eine Unter- oder Überbeweidung zu vermeiden. Wegen den Innenparasiten, die von den Tieren ausgeschieden und beim Grasen wiederaufgenommen werden, sollten des Öfteren Wurmkuren durchgeführt werden (SÜLLENTROP 2013).

Die Besatzdichte der Fläche ist abhängig von der Stärke des Aufwuchses und der Regenerationsfähigkeit (SÜLLENTROP 2013). Ein gesetzlicher Richtwert in Österreich ist, dem österreichischen Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft (ÖPUL) zufolge, für eine Großvieheinheit Schafe und Ziegen ab einem Jahr eine Fläche von 0,15 ha vorgesehen (Agrarmarkt Austria 2016). In zahlreichen Literaturen (ACHAMMER 2008, BURGKART 1998, HAGENKÖTTER 2012) wird die Faustregel von sieben bis zehn Tieren pro Hektar, Ziegen benötigen mehr Fläche als Schafe (FREITH 2009), festgelegt. Auf der Versuchsfläche eins wurden sieben Tiere auf etwa 2800 m² gehalten. Auf der zweiten Fläche, mit einer Größe von 3650 m², variierte die Anzahl von elf Tieren beim ersten Auftrieb, bis hin zu sieben Tieren beim zweiten Auftrieb.

Wegen ihres geringen Gewichts und ihrer Geländegängigkeit sind Schafe und Ziegen besonders geeignet um steile Bahnböschungen, erosionsgefährdete Hanglagen und Deiche zu beweiden. Der Dammkörper bleibt unter der geringen Trittbelastung erhalten (LANDESVERBAND BAYRISCHER SCHAFHALTER 2016) und der Tritt der Hufe bewirkt eine Verdichtung des Oberbodens (WALSER 1995, FREITH 2009). Durch das Grasens entsteht eine geschlossene als auch üppige Grasnarbe und eine Verbuschung und Verwaldung wird nachhaltig unterbunden (Williams 2011). Wie BURGKART (1998) beschreibt, zeigte die langjährige Deichschäferei in Küstengebieten, dass der tiefe Verbiss der Schafe die Bestockung stärkte und die Grasnarbe verdichtete, womit ein positiver Effekt in Bezug auf die Standfestigkeit der Böschungsdämme bei Sturmfluten eintrat. Der Vertritt fördert die Samenausbreitung von Gräsern und Kräutern (FREITH 2009) und erweist sich zudem auch für eine Zwischensaat als vorteilhaft. Überdies wurde bei Deichdämmen

festgestellt, dass Schafritte, aufgrund der Erschütterung und Festigung, Wühlmäuse vertreiben (BURGKART 1998). Die Neugierde, das ausgeprägte Erkundungsverhalten und die schnelle Lernfähigkeit (HAGENKÖTTER 2012) der Ziegen sind wertvolle Eigenschaften bei vorbeifahrenden Zügen. Anfängliches Fluchtverhalten wird somit schnell überwunden, die Situation beurteilt und vorteilhaft genutzt (VON KORN et. al. 2007). Schafe agieren, im Gegensatz zu Ziegen, in der Herde zurückhaltend (FREITH 2009), infolgedessen übernehmen Ziegen in Schafherden oft die Leitfunktion (HAGENKÖTTER 2012).

3.5.1. Eigenschaften der Kleinwiederkäuer & verwendeten Rasse

Schafe und Ziegen gehören zur Familie der Hornträger, *Bovidae*, und zur Unterfamilie der Ziegenartigen, *Caprinae*. Sie wurden vor ca. 9000 Jahren im vorderen Orient domestiziert und gelten als die ältesten Nutztiere (WILLIAMS 2011). Beide Gattungen weisen ein selektives Fressverhalten auf, welches es ihnen ermöglicht, ein geringes Futterangebot bestmöglichst zu nutzen (WINCKLER & LEEB 2014). Während Schafe als Raufutter-Fresser in erster Linie Leguminosen und Gräser (FREITH 2009) fressen, zeigen Ziegen als Intermediärtyp (= Mischäser) ein sehr weites Futterspektrum (WINCKLER & LEEB 2014) und fressen von allem etwas (WALLNER 2004). Bevorzugt werden Kräuter, und wenn die Möglichkeit gegeben ist, wird rund ein Drittel der Nahrungsaufnahme damit verbracht, Laub, Sprösslinge, frische Triebe, Rinde und Zweige zu verzehren (SPÄTH 2012). Ziegen sind zwar in Bezug auf ihr Futter anspruchslos, sie nehmen sogar Pflanzen mit hohem Gerbsäureanteil zu sich (SPÄTH 2012), sind aber grundsätzlich sehr wählerisch und favorisieren nährstoffreiches Futter (VON KORN et. al.2007). Weitere Eigenschaften, die bei der Haltung im Freien beachtet werden sollten: Ziegen scheuen Regen (HAGENKÖTTER 2012), daher sollten auf der Weide Bäume oder ein Unterstand vorhanden sein. Der Unterstand sollte allen Platz bieten und wenn möglich erhöht sein. Bäume in der Koppel sollten einen Schutz erhalten, um ein Schälen der Rinde zu vermeiden.

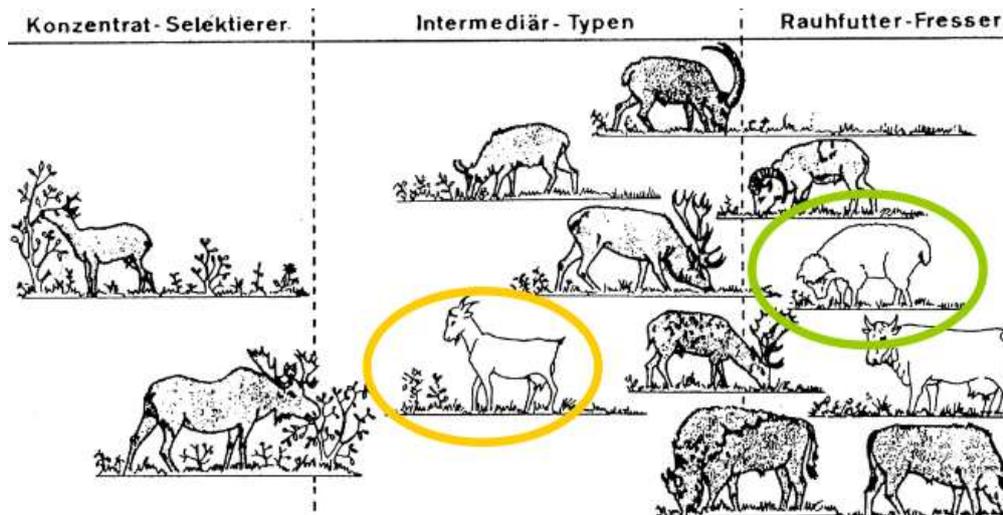


Abbildung 10: Nahrungsspektrum von Pflanzenfresser (WINCKLER & LEEB 2014)

Für das Pilotprojekt wurden folgende Rassen zur Verfügung gestellt:

Die **Saanenziege** ist eine großrahmige Milchziege mit einem kurzen, glatten, weißen Fell (SCHIERING 2012). Ihren Ursprung, wie ihr Name schon verrät, hat sie im Saanenland und im Simmental in der Schweiz (WILLIAMS 2011). Durch ihre ausgezeichnete Milchleistung wurde die Saanenziege weltweit exportiert. In Österreich stand sie im Jahre 2009 mit einem Vorkommen von 7654 Individuen (SAMBRAUS 2011) an erste Stelle.



Abbildung 11: zwei Saanenziegen & eine Gämbsfärbige Gebirgsziege (eigene Aufnahme)

Die **Gämsfarbige Gebirgsziege** ist mittelgroß und kurzhaarig mit brauner Färbung. Typisches Kennzeichen ist, dass der Bauch und der untere Teil der Beine sowie der Aalstrich entlang des Rückens schwarz ist (Williams 2011). Sie stammt aus der Schweiz und war mit einem Ziegenbestand von 4664 Tieren im Jahre 2009 die zweitgrößte Rasse in Österreich (SAMBRAUS 2011). Gämsfarbige Gebirgsziegen sind sehr robust und können extreme klimatische und harte Bedingungen gut ertragen (SAMBRAUS 2011).

Die **Burenziege** ist eine großrahmige und kompakte Ziege mit einer sehr mächtigen Erscheinung und langen Hängeohren (SAMBRAUS 2011). Typisches Merkmal für diese kurzhaarige Rasse ist der braune wuchtige Kopf, der Rest des Körpers ist weiß. Sie stammt ursprünglich aus Südafrika und kam wegen ihrer exzellenten Fleischleistung und sehr guten Kreuzungseigenschaften als Vaterrasse mit Milchziegen erst nach Deutschland und später nach Österreich (WILLIAMS 2011). Im Jahre 2009 wurde der Bestand in Österreich auf 1492 Tiere beziffert (SAMBRAUS 2011). Des Weiteren haben sie ein ruhiges Temperament, eine hohe Fruchtbarkeit (WILLIAMS 2011), sind anspruchslos bei der Nahrungsaufnahme und sehr gut für die Landschaftspflege geeignet (SCHIERING 2012).



Abbildung 12: Burenziegenbock auf Versuchsfläche 1 (eigene Aufnahmen)

Die **Toggenburger Ziege** ist mittelgroß mit hellbrauner bis mausgrauer Färbung. Auffällig ist der weiße Streifen, ausgehend vom Ohrgrund bis zum Maul, sowie die weiße Färbung des Maules und der Beine (SAMBRAUS2011). Diese Rasse hat ihren Ursprung in der

Ostschweiz und wurde von dort aus aufgrund ihrer hohen Milchleistung und ihrer guten Eigenschaften zur Veredelung weltweit exportiert (WILLIAMS 2011). Die Bestandszahl in Österreich betrug im Jahre 2009 rund 670 Individuen (SAMBRAUS 2011). Toggenburger Ziegen sind wegen ihrer langen Haare sehr widerstandsfähig gegen extreme Kälte und Regen sowie langlebig und fruchtbar.

Bei den verwendeten Schafen handelt es sich um eine **Kreuzung** zwischen der Fleischrasse **Ile de France** und der Milchrasse **Lacaune**. Beide stammen ursprünglich aus Frankreich. Ile de France Schafe sind großrahmig, weiß behaart, hornlos mit stehenden Ohren. Sie haben einen hohen Anteil an wertvollen Fleischteilstücken und eignen sich optimal zur Veredelung. Lacaune Schafe sind mittelgroß, weiß bis gelblich gefärbt, hornlos mit abgedacht getragenen Ohren. Sie haben eine hervorragende Milchleistung und eignen sich zudem noch gut als Fleischrasse (vgl. SAMBRAUS 2011).

4. Methode

Um die Frage zu klären, welchen Einfluss die Beweidung auf *Fallopia x bohemica* und die biologische Vielfalt hat, müssen pflanzensoziologische Methoden durchgeführt werden. Diese Methoden werden im folgenden Kapitel beschrieben.

4.1. Vegetationsaufnahme

Die Vegetationsaufnahme ist eine stichprobenartige Erfassung des Pflanzenbestandes auf den Versuchsflächen und repräsentiert den gesamten Bestand auf Bahnböschungen in diesem Gebiet. Aus diesem Grund muss die pflanzensoziologische Datenerhebung überlegt und ausführlich durchgeführt werden. Bei der Auswahl der Probeflächen sollte auf dessen strukturelle und floristische Homogenität geachtet werden. DIERSCHKE (1994) beschreibt die Homogenität als „Grad der Gleichförmigkeit der Zusammensetzung eines konkreten Bestandes bzw. einer Aufnahmefläche“. Als subjektives Merkmal wird sie aus Sicht des Bearbeiters geprägt, sollte aber in ihrer Vegetationsschicht homogen sein. Ein weiteres Kriterium bei der Auswahl der Aufnahmefläche ist die Größe. Unter Berücksichtigung der Pflanzengesellschaft wird, basierend auf Erfahrungswerten der Pflanzensoziologie nach DIERSCHKE (1994), für Wiesen und Hochstaudenfluren ein Quadrat oder Rechteck von 10 m² bis 25 m² vorgeschlagen (vgl. DIERSCHKE 1994).

4.1.1. Auswahl der Vegetationsflächen

Für die Vegetationsaufnahmen wurden auf beiden Versuchsflächen je fünf Aufnahmeflächen bestimmt. Da *Fallopia x bohemica* im Fokus der Untersuchung steht, wurde auf dessen Vorkommen in allen Probeflächen geachtet. Neben der ersten Versuchsfläche wurde eine 1920 m² große Kontrollfläche ausgewiesen. Diese wurde nicht bearbeitet und sollte die Entwicklung von *Fallopia x bohemica* und dessen Pflanzengesellschaft ohne Bekämpfungsmaßnahmen zeigen. Die Kontrollfläche diente als Vergleichsfläche, auf welcher drei Aufnahmeflächen bestimmt wurden.

Folgende Parameter wurden bei jeder der insgesamt 13 Probeflächen aufgenommen: Größe, Exposition, Koordinaten mittels GPS und Vegetation. Mit Hilfe eines Maßbandes wurden Länge und Breite der zwei Versuchsflächen und der Kontrollfläche, sowie die Aufnahmeflächen gemessen, anschließend die Quadratmeter berechnet. Die Neigung wurde an Hand der Dammhöhe und den Böschungsfußpunkten, welche mittels Höhenmesser ermittelt wurden, beziffert. Tabelle 2 gibt Aufschluss über die Bezeichnung der Versuchs- und Aufnahmeflächen sowie dessen Größe, Exposition und Koordinaten.

	Aufnahmefläche	Größe in m ²	Exposition	Koordinaten
Versuchsfläche 1 (BW1)	1	10	Nord	N 46° 61' 76,7" E 14° 35' 17,5"
	2	12	Nord	N 46° 61' 76,1" E 14° 35' 11,2"
	3	10	Damm	N 46° 61' 75,7" E 14° 35' 10,2"
	4	18	Süd	N 46° 61' 75,6" E 14° 35' 11,0"
	5	18	Süd	N 46° 61' 74,9" E 14° 35' 06,4"
Versuchsfläche 2 (BW2)	1	16	Süd	N 46° 37' 07,0" E 14° 22' 25,2"
	2	10	Nord	N 46° 37' 07,4" E 14° 22' 25,9"
	3	15	Süd	N 46° 37' 07,3" E 14° 22' 25,7"
	4	17	Damm	N 46° 37' 07,3" E 14° 22' 27,2"
	5	10	Nord	N 46° 37' 07,3" E 14° 22' 28,7"
Kontroll- fläche	1	15	Nord	N 46° 61' 76,3" E 14° 35' 03,5"
	2	20	Süd	N 46° 61' 75,5" E 14° 35' 03,6"
	3	12	Süd	N 46° 61' 75,2" E 14° 35' 00,0"

Tabelle 2: Angaben zu den Aufnahmeflächen

Um nachfolgend einen Vergleich zwischen nördlich und südlich exponierten Aufnahmeflächen machen zu können, wurden je zwei Flächen auf dem nördlichen und südlichen Bahndamm, sowie eine auf dem Damm positioniert. Auf der Nullfläche befinden sich zwei südseitig und eine nordseitig, keine am Damm. Die Abbildungen 13 und 14 geben einen genauen Überblick über die Lage der Aufnahmeflächen in den Versuchsflächen und auf der Kontrollfläche.

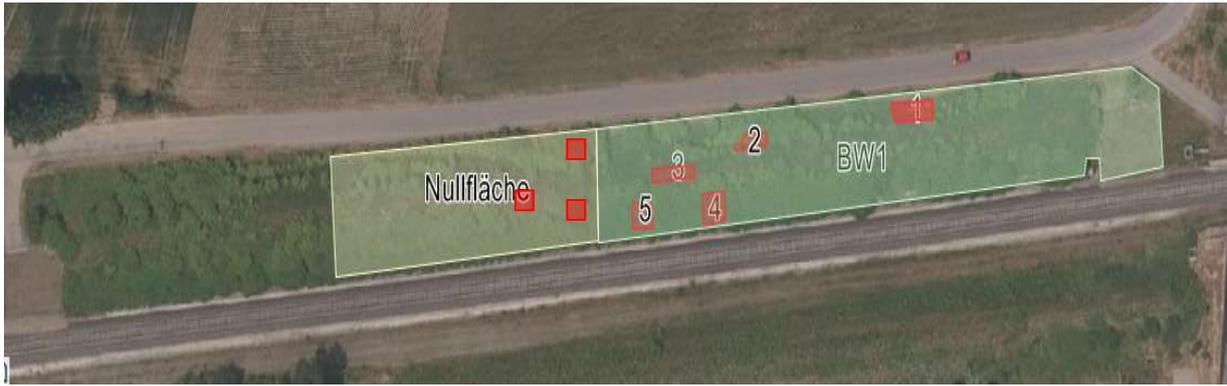


Abbildung 13: Beweidungsfläche 1 grün mit Aufnahmeflächen rot und Kontrollfläche gelb (KAGIS-Kärnten 2015)



Abbildung 14: Versuchsfläche 2 grün mit roten Aufnahmeflächen (KAGIS Kärnten 2015)

4.2. Vegetationsaufnahmen in den Versuchsflächen

Die Vegetationsaufnahmen der ersten Versuchsfläche wurden in einem Zeitabstand von zwei Monaten erhoben. Insgesamt erfolgten die Kartierungen viermal, die ersten zwei Tage vor Auftrieb der Tiere und die letzten nach Abtrieb. Die Nullfläche wurde zeitgleich aufgenommen, Zwischenaufnahmen waren nicht nötig. Die Vegetationsaufnahmen der zweiten Versuchsfläche wurden jeweils vor Auf- und nach Abtrieb dokumentiert. Wegen dem geringen Futterangebot mussten die Tiere die Fläche bereits nach einem Monat verlassen, weshalb keine Zwischenaufnahmen gemacht werden mussten. Tabelle 3 zeigt die Tage der Vegetationsaufnahmen.

	1.Aufn.	2.Aufn.	3.Aufn.	4.Aufn.
BW1	27.04	12.06	13.08	17.10
BW2	07.05	19.06	21.07	22.09
Kontroll	27.04	17.10		

Tabelle 3: Datum der Vegetationsaufnahmen

Die Kartierung des Pflanzenbestandes erfolgte mittels vorab erstellten Aufnahmeformulars (siehe Anhang). Dieses listet alle wichtigen Punkte in Reihenfolge auf und erleichtert die Arbeit im Gelände sowie die statistische Auswertung und Vergleiche. Der erste Abschnitt des Formulars beinhaltet allgemeine Daten über die Probeflächen (Datum, Versuchsfläche, Aufnahmefläche und Größe, Koordinaten und Exposition). Im Anschluss wurden die Grasnarbendichte, der Deckungsgrad der Pflanzen und Vitalitätsmerkmale zu *Fallopia x bohemica* aufgenommen.

4.2.1. Pflanzenbestimmung

Die Bestimmung der Pflanzen im Gelände erfolgte vorwiegend mit Hilfe des „Großen BLV Pflanzenführer“ nach SCHAUER und CASPARI (2004). Gräser wurden nach KLAPP (1978) und DEUTSCH (2007) zu bestimmten versucht. Der Großteil der Pflanzen wurde zudem herbarisiert und in Heimarbeit unter Verwendung der „Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol“ nach FISCHER et al. (2008) oder durch Herrn Professor Bernhardt identifiziert und kontrolliert.

4.2.2. Bestimmung des Deckungsgrades nach Braun-Blanquet

Um die erhobenen Vegetationsdaten der Probeflächen vergleichen zu können, wurde die Methode nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt. Als pflanzensoziologische Grundlage wird bei dieser Methode an Hand des Deckungsgrades die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft ermittelt. DIERSCHKE (1994) beschreibt den Deckungsgrad als „relativ leicht erfassbaren Wert, der Hinweise auf die Wüchsigkeit, Konkurrenzkraft und bestandesbildende Bedeutung einer Sippe gibt“. Die Basis bildet eine Deckungsgrad-Skala (siehe Tabelle 4), welche bei homogenen Vegetationsausbildungen herangezogen wird. Dabei wird von jeder Art in der Probefläche eine Schätzung der Abundanz und Dominanz gemacht und anhand der 7-stufigen Skala prozentual bewertet (vgl. DIERSCHKE 1994).

Skala	Deckungsgrad %
r	rar, oft ein Individuum
+	spärlich, < 1
1	1-5
2	5-25
3	25-50
4	50-75
5	75-100

Tabelle 4: Deckungsgrad-Skala nach BRAUN-BLANQUET (DIERSCHKE 1994, modifiziert)

Bei den ersten Vegetationserfassungen im Gelände wurde die Hilfstafel von Gehlker verwendet. Die Deckungsgrad-Muster erlauben für Ungeübte eine deutlich vereinfachte Einschätzung und schnelle Dokumentation des Deckungswertes und der Artmächtigkeit. Je nach Auswertungsziel kann der Prozentsatz der detaillierteren oder großzügigeren Skala verwendet werden (vgl. DIERSCHKE 1994).

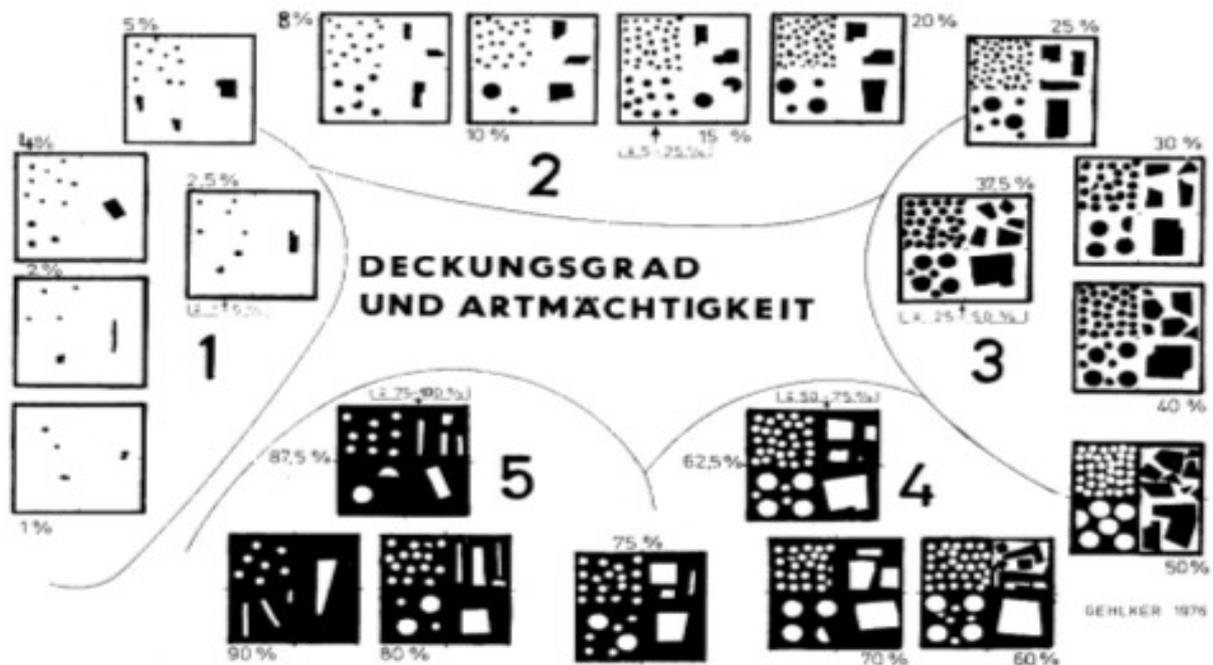


Abbildung 15: Hilfstafel nach GEHLKER mit BRAUN-BLANQUET-Skala 1-5 (DIERSCHKE 1994)

4.2.3. Pflanzensoziologische Zuordnung

Um eine Aussage über die Pflanzengesellschaften auf den Versuchsflächen treffen zu können, wurden die gesammelten Daten der Vegetationsaufnahmen tabellarisch im Programm Excel gelistet. Mit Hilfe einer Rohtabelle wurden die Aufnahmen nach Deckungsrad sortiert und anschließend, unter Verwendung des Werkes von ELLMAUER et al. (1993) „Die Pflanzengesellschaften Österreich Teil I – Anthropogene Vegetation“, in dessen jeweilige pflanzensoziologische Zuordnung eingeteilt. Die Zuordnung wurde in Klasse, Ordnung und Verband gegliedert. Teilweise konnte sogar die Assoziationszugehörigkeit bestimmt werden.

4.3. Datenauswertung

Die im Gelände erhobenen Deckungswerte der Arten wurden in Rohtabellen gelistet. Laut DIERSCHKE (1994) ist die Tabellenarbeit eine der „wichtigsten Grundlagen der Pflanzensoziologie“ und erlaubt einen schnellen floristischen Vergleich umfangreicher Datensätze. Im Zuge der Auswertung wurde die BRAUN-BLANQUET-Skala in prozentuale Mittelwerte umgewandelt, wodurch eine grafische Darstellung der Deckungsgrad-Summe ermöglicht wird.

Skala	Deckungsgrad %	Mittelwert %
r	rar, oft ein Individuum	0,1
+	Spärlich, < 1	0,5
1	1-5	2,5
2	5-25	15,0
3	25-50	37,5
4	50-75	62,5
5	75-100	87,5

Tabelle 5: Mittelwert des Deckungsgrads nach BRAUN-BLANQUET (DIERSCHKE 1994)

Die Datenauswertung und die Erstellung der Grafiken erfolgte mit Microsoft Excel.

5. Ergebnisse

Ziel des Projektes „SchaZi“ war es, mit Hilfe der Managementmaßnahme Beweidung, die oberirdische Biomasse des Knöterichs einzudämmen und dadurch die ausdauernden unterirdischen Organe zu schädigen. Eine weitere Ausbreitung durch Wurzelausläufer sollte somit unterbunden und das Aufkommen anderen Pflanzenarten gefördert werden. Auf der zweiten Versuchsfläche wurde zudem noch der Einfluss der Beweidung auf zwei weitere Neophyten, nämlich *Solidago canadensis* und *Robinia pseudoacacia*, untersucht. Mit Hilfe der Literatur von MUCINA L. et al. (1993) wurde die floristische Zusammensetzung bestimmt.

5.1. Versuchsfläche 1 & Kontrollfläche

Um die Auswirkung der Managementmaßnahme Standweide bzw. Dauerbeweidung auf das Vorkommen und Wuchsverhalten des Knöterichs einschätzen zu können, wurde am selben Bahndamm eine Kontrollfläche mit Probeflächen angelegt. Diese Referenzfläche unterlag keiner Managementmaßnahme und wurde folglich mit der Versuchsfläche verglichen. Die Untersuchung sollte mögliche Unterschiede in der Entwicklung von *Fallopia x bohemica* mit und ohne Managementmaßnahmen und dessen Auswirkung auf die Pflanzengesellschaft widerspiegeln.

5.1.1. Einfluss der Dauerbeweidung auf *Fallopia x bohemica*

Versuchsfläche 1

Bei der ersten Vegetationsaufnahme, am 27.04.2015, lag der mittlere Deckungswert von *Fallopia x bohemica* auf den Probeflächen zwischen 15 % und 63 %. Im Laufe der Vegetationsperiode, unter dem stetigen Fraß der Tiere, konnte ein konstanter Rückgang ermittelt werden. Bei den letzten Vegetationsaufnahmen am 17.10.2015 betrug die Deckung 0,5 bis 15 %. Zu Beginn der Beweidung wurde die mächtigste Deckung mit 63 % auf der südlich exponierten fünften Probefläche und der geringste Deckungswert von 15 % auf der nördlich gelegene zweiten Fläche sowie am Damm verortet. Bei den Probeflächen 3 bis 5 konnte bis zur dritten Aufnahme ein gleichmäßiger Rückgang des Knöterichbestandes beobachtet werden, die letzte Aufnahme blieb unverändert gegenüber der dritten Aufnahme. Die Aufnahmen auf den ersten beiden Probeflächen hingegen verzeichneten einen etwas anderen Rückgang des Deckungswertes. Die Deckung auf der ersten Probefläche sank, blieb konstant und verringerte sich wieder. Bei der zweiten Probefläche verringerte sich der Wert nur einmal, nämlich von der zweiten auf die dritte Aufnahme. Diese beiden Flächen

befinden sich nordseitig, wodurch eventuelle Unterschiede im Wachstum von *Fallopia* ersichtlich werden.

Nachfolgende Abbildung 16 gibt eine grafische Übersicht über den Einfluss der Beweidung auf die Entwicklung des Deckungsgrades des Knöterichs in Bezug auf die einzelnen Probeflächen.

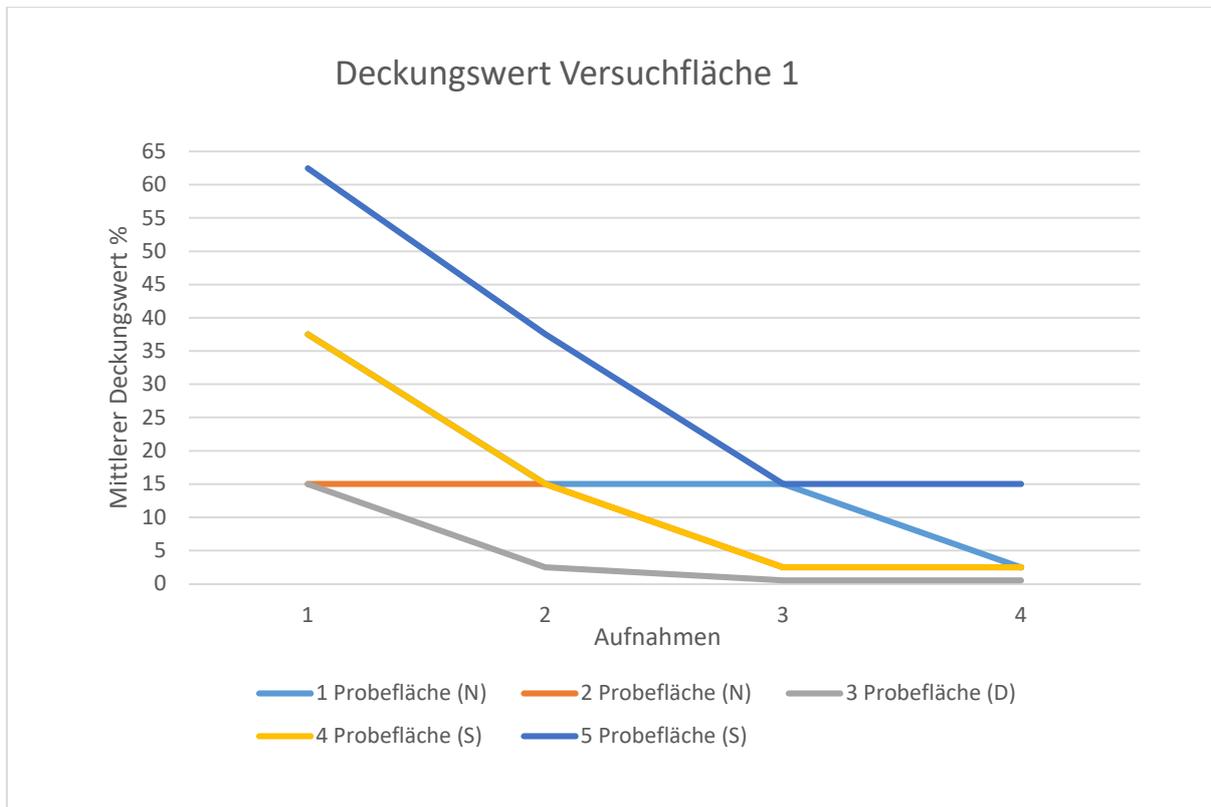


Abbildung 16: Mittlerer Deckungswert von *Fallopia x bohemica* auf Versuchsfäche 1

Entwicklung von *F. x bohemica* während der Weideperiode

Die **erste Probefläche** liegt nordseitig im unteren Böschungsbereich, misst etwa 10 m² und besaß zur Zeit der Aufnahme zwei größere Knöterichstöcke sowie flächendeckende Ausläufer. Zu Beginn der Beweidung betrug die Höhe der etwa 80 Triebe zwischen 2 und 60 cm mit 3 bis 5 Seitentrieben. Teilweise waren noch braune Blätter und Triebe, verursacht durch den Spätfrost im April, am gesamten Bestand ersichtlich. Bei der zweiten Vegetationsaufnahme im Juni wurden die zwei Stöcke auf eine Höhe von ungefähr 37cm zurückgefressen. Dies aber hatte zur Folge, dass die Pflanzen animiert wurden Wurzel ausläufer zu bilden, wodurch sich die allgemeine Zahl der Trieb auf fast 150 verdoppelte. Die neugebildeten Ausläufer zeigten eine Länge von 2 bis 4 cm. Der bereits bestehende, doch anfangs sehr bewachsene Trampelpfad, wurde auch wieder neu

ausgetreten. Bis August waren beide Stöcke komplett abgefressen, lediglich neue Stockaustriebe und viele maximal 21cm hohe Ausläufer waren sichtbar. Am Ende der Weideperiode wurden die Ausläufer und Stockaustriebe auf 19 cm zurückgefressen, bei vielen Trieben war ein kümmerlicher Wuchs erkennbar und waren sehr leicht ausreißbar. Allgemein war der Beginn der Vegetationsruhe erkennbar.



Abbildung 17: Probefläche 1 bei der ersten Vegetationsaufnahme (eigene Aufnahme)



Abbildung 18: Letzte Vegetationsaufnahme Probefläche 1 (eigene Aufnahme)

Probefläche 2 liegt ebenfalls auf der Nordböschung im oberen Drittel und wird flächig von *Fallopia* bedeckt. Bei der Erstaufnahme hatten die Triebe eine Höhe zwischen 10 und 70 cm mit durchschnittlich 3 bis 6 Seitentrieben und wurden während der ersten sechswöchigen Beweidung auf ca. 30 cm mit 2 bis 4 Seitentrieben minimiert. Zudem wurde der Großteil der Blätter abgefressen sowie viele Triebe umgetreten oder abgeknickt, wodurch die Pflanzen auch diesmal vermehrt Ausläufer bildeten. Bei der dritten Kartierung wurden die Hauptstöcke auf knapp 12 cm zurückgefressen. Die Ausläufer waren ungefähr 20 cm hoch und konnten sehr leicht ausgerissen werden. Bei der letzten Aufnahme waren die Stöcke zum größten Teil abgestorben, nur manche entwickelten noch Stockaustriebe.



Abbildung 19: Probefläche 2 am 27.04.2015 (eigene Aufnahme)



Abbildung 20: Zweite Kartierung (eigene Aufnahme)



Abbildung 21: Letzte Aufnahme Probestfläche 2 (eigene Aufnahme)

Entlang des **Dammes** wurde auf der 10 m² großen Probestfläche ein großer *Fallopia* - Stock mit Ausläufern dokumentiert. Dieser hatte eine Höhe von bis zu 60 cm mit 3 bis 5 Seitentrieben. Die jungen Ausläufer waren durch den Frost teilweise braun und abgefroren. Durch den Tierfraß wurde der Stock auf 5 bis 30 cm mit 2 bis 4 Seitentrieben dezimiert, aber

viele Ausläufer, etwa 97, mit einer durchschnittlichen Höhe von 8 cm gebildet. Im August war der Stock nur mehr 18 cm hoch und die Ausläufer maximal 10 cm hoch mit wenigen Blättern. Zudem bildete sich ein Trampelpfad. Bei der vierten Aufnahme zeigte sich ein sehr ausgeprägter Trampelpfad und der Knöterich wurde auf 29 Triebe mit einer Höhe von 5 cm reduziert. Der Stock war abgefressen und braun.



Abbildung 22: Erste und letzte Aufnahme von Probefläche 3 (eigene Aufnahmen)

Die südseitig gelegene **vierte Probefläche** hat sechs *Fallopia*-Stöcke, welche zu Beginn der Aufnahmen eine Höhe zwischen 10 bis 110 cm und 2 bis 9 Seitentrieben aufwiesen. Durch die Beweidung nahm die Blattmasse enorm ab, lediglich vereinzelte Blätter an der Basis der Stöcke sowie die Hauptsprossen (max. 120 cm Höhe) blieben erhalten. Stattdessen nahm die Anzahl der Ausläufer zu. Bei der dritten Aufnahme waren die Hauptsprossen größtenteils abgestorben und die Ausläufer sehr stark zurückgefressen. Am Ende der Weideperiode gab es vereinzelt Stockaustriebe und einige Ausläufer von 2 bis 8 cm.



Abbildung 23: Erste und zweite Kartierung von Probefläche 4 (eigene Aufnahmen)



Abbildung 24: Letzte Aufnahme Probefläche 4 (eigene Aufnahme)

Probefläche 5 liegt auch südlich und ist mit 18 m² die größte Probefläche auf der ersten Versuchsfeldfläche. Zudem wurde im Vergleich zu den anderen Flächen bei der Erstaufnahme bei dieser der höchste Deckungswert des Knöterichs festgehalten. Die Fläche besaß zur Zeit der Erstaufnahme acht größere Stöcke von bis zu einem Meter Höhe und 2 bis 9 Seitensprossen. Auch wurden Frostschäden an den Pflanzen beobachtet. Die zweite Aufnahme zeigt, dass der Knöterich gefressen wurde, aber durch das Überangebot an Nahrung sowie der Entfernung zum Unterstand, die Höhe des Bestands relativ gleich der Erstaufnahme blieb. Nur die Deckung nahm durch den Verzehr der Blattmasse ab. Bei der letzten Vegetationskartierung konnte festgestellt werden, dass der Knöterich enorm zurückgedrängt wurde. Die Hauptsprossen der Stöcke wurden komplett vernichtet, nur einige Stockaustriebe von bis zu 8 cm und vermehrtes Aufkommen von Wurzelaufläufeln wurden wahrgenommen.



Abbildung 25: Erste und zweite Vegetationsaufnahme von Probefläche 5 (eigene Aufnahmen)



Abbildung 26: Letzte Aufnahme von der fünften Probefläche (eigene Aufnahme)

Kontrollfläche

Der Vergleich von der Versuchsfläche mit dem Referenzobjekt zeigt, dass *Fallopia x bohemica* bei ungehindertem Wachstum während einer Vegetationsperiode, enorm an oberirdischer Masse zunimmt. Lag der mittlere Deckungswert am Anfang zwischen 2,5 % bis 15 %, stieg er mit Ende auf 38 % bis 88 %.

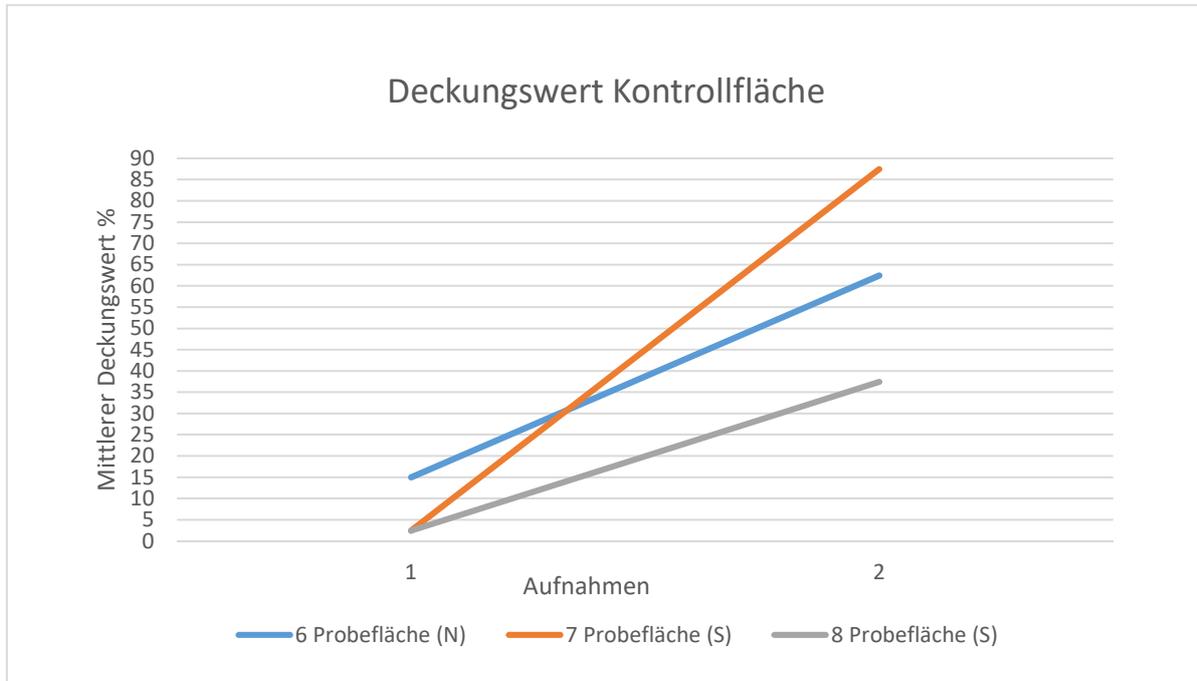


Abbildung 27: Mittlerer Deckungswert von *Fallopia x bohemica* auf der Kontrollfläche

Entwicklung *Fallopia x bohemica*

Die Entwicklung von *Fallopia x bohemica* ohne Bekämpfungsmaßnahme war enorm. Auf der nordseitigen Probefläche 6 hatte der Bestand bei der ersten Kartierung eine Höhe zwischen 10 und 120 cm mit 3 bis 9 Seitensprossen. Leider wurde im Laufe des Sommers die Probefläche bei Mäharbeiten versehentlich mit abgeschlegt. Trotz alle dessen wuchs der Bestand auf bis zu 150 cm heran. Auf den beiden südlich gelegenen Probeflächen war der Knöterich anfangs bis zu 140 cm hoch mit 3 bis 12 Seitensprossen, und am Ende der Periode hatte das dichte Dickicht eine Wuchshöhe von bis zu 200 cm.



Abbildung 28: Probefläche 6 am 29.04. und 17.10., diese Fläche wurde versehentlich einmal geschlegelt (eigene Aufnahmen)



Abbildung 29: Südseitige Probefläche 7 (eigene Aufnahme)



Abbildung 30: Probefläche 8 bei Letzttaufnahme (eigene Aufnahme)



Abbildung 31: Versuchsfläche 1 und angrenzende Kontrollfläche nach Ende der Weideperiode (eigene Aufnahme)

5.1.2. Auswirkung der Beweidung auf die biologische Artenvielfalt

Versuchsfläche 1

Im Zuge der Vegetationsaufnahmen wurden auf den fünf Probeflächen der ersten Versuchsfläche insgesamt 66 Arten kartiert. Das höchste Artenvorkommen wurde bei der Erstaufnahme, vor Beginn der Beweidung, festgestellt. Die höchste Gesamtartenzahl mit 39 Arten wurde auf der zweiten Probefläche aufgenommen. Die kleinste Artenzahl von 31 verzeichnete Probefläche 4 (siehe Abb. 32).

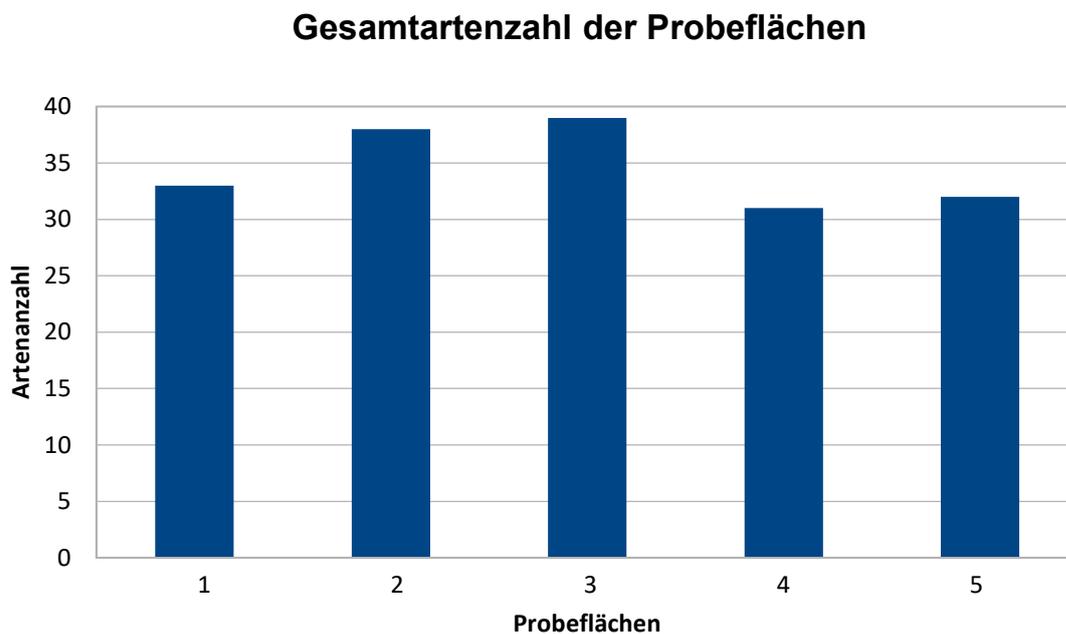


Abbildung 32: Gesamtartenzahl auf Versuchsfläche 1

Im Tabellenkopf zur Übersicht der Auswertung der Vegetationsaufnahmen (siehe Abb. 33) deutlich sichtbar, ist der Unterschied zwischen der Exposition und der Artenzahl. Im Vergleich zu den hangseitig gelegenen Probeflächen, zeigt die Aufnahmefläche am Damm während der gesamten Weideperiode einen stetigen Rückgang der Artenzahlen. Grund hierfür ist der ständige Betritt der Tiere und daraus resultierender Trampelpfadbildung. Selbst die letzte Vegetationsaufnahme, nach Abtrieb der Tiere am Ende der Weideperiode, zeigte keinen Anstieg der Arten. Auf allen anderen Flächen regenerierte sich der Bestand nahezu vollständig der Erstaufnahme.

Managementmaßnahme Größe Exposition Aufnahme Nummer Grasnarbendichte Artenzahl	1				2				3				4				5			
	Standweide																			
	10m ²				12m ²				10m ²				18m ²				18m ²			
	Nord				Nord				Damm				Süd				Süd			
	1	14	29	39	2	15	30	40	3	16	31	41	4	17	32	42	5	18	33	43
	sl	l	l	l	sl	sl	l	l	md	l	sl	l	sl	sl	-	sl	l	sl	sl	sl
	22	17	19	21	21	22	23	22	25	23	19	18	22	14	11	17	19	16	13	18

Abbildung 33: Tabellenkopf - Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Versuchsfläche 1

Bei den Vegetationsaufnahmen wurde zusätzlich die Grasnarbendichte kartiert. Eine dichte Grasnarbe wäre auf Bahnböschungen wünschenswert, weil dadurch die Abtragung von Bodenmaterial und in weiterer Folge die Verstopfung der Abwasserschächte verhindert werden kann. Die Probeflächen weisen, je nach Ausrichtung, eine unterschiedliche Grasnarbendichte auf. Allgemein konnte die Dichte durch die dauerhafte Trittbelastung als lückig bezeichnet werden. Bei der Erstaufnahme hatte die Probefläche am Damm, mit einem Wert von mäßig dichten (md), im Vergleich zu den anderen Probeflächen die höchste Grasnarbendichte. Im Laufe der Beweidung sank dieser Wert auf sehr lückig (sl). Auch bei den Flächen am Südhang gab es eine Verschlechterung der Grasnarbendichte von lückig (l) auf sehr lückig. Teilweise wurde die Vegetationsdecke so stark beschädigt, dass, wie auf Probefläche 4, keine Grasnarbendichte mehr vorhanden war. Die nördlich exponierten Flächen konnten hingegen die Dichte von sehr lückig auf lückig verbessern.

Floristische Zusammensetzung nach ELLMAUER et al. (1993)

Mittels pflanzensoziologischer Zuordnung der Vegetation wurden auf Versuchsfläche 1 zwei prägnante Klassen festgestellt.

Die dominante Klasse, mit *Fallopia x bohemica* als Kennart, ist die der *Galio-Urticetea*. Sie unterteilt sich in zwei Ordnungen: *Lamio albi-Chenopodietalia* (Kopecký 1969) und *Convolvuletalia sepium* (R. Tx. 1950). Die Zweite wird auf der Versuchsfläche mit dem Verband *Fallopia x bohemica- (Senecionion fluviatilis)-Gesellschaft* vertreten. Die Gesellschaft verbreitet sich auf anthropogen beeinflussten Standorten, welche die Einwanderung von Neophyten begünstigen. *Fallopia x bohemica* als Kennart wird begleitet von nitrophilen, schattenertragenden Arten, wie *Urtica dioica* und *Galium aparine*. Als Indikator für stickstoffreichen Boden wurde *Urtica dioica* ausschließlich auf Probefläche 1 kartiert und entlang des nördlichen Böschungsfußes wahrgenommen. Zusätzlich wurden auch klassenspezifische Kennarten (*Rubus caesius*, *Solidago canadensis*) kartiert.

Die zweite Klasse *Molinion-Arrhenatheretea* umfasst nährstoffreiche Mäh- und Streuwiesen, Weiden sowie Trittrassen. Vertreten wird die Klasse durch den Weideverband *Cynosurion*

(R.tx. 1947), welcher aus der Ordnung *Arrhenatheretalia* (R.Tx.1931) stammt. Die Pflanzengesellschaft gedeiht auf tiefgründigen, frischen, nährstoffreichen, mäßig sauer bis basischen Braunerdeböden der planaren bis submontanen Höhenlage. Charakteristisch für diese floristisch artenarmen Bestände sind dominante Arten mit hoher Stetigkeit wie *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Trifolium repens* oder das Rosettenkraut *Plantago major*. Neben den typischen Verbandsarten kommen noch charakteristische Arten der Klasse hinzu: *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Lathyrus pratensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Lotus coniculatus*, *Plantago lanceolata* und *Trifolium pratense*.

Das *Cynosurion* wird differenziert in zwei Hauptgesellschaften, dem *Lolio perennis-Cynosuretum* und dem *Festuco commutatae-Cynosuretum*. Auf den Probeflächen konnte der Einfluss der Assoziationsebene *Lolio perennis-Cynosuretum* bestimmt werden. Die intensiv genutzte Vegetationsgesellschaft verweist auf eine geringe Artendiversität und durch den Viehtritt wird einerseits die Vegetationsdecke lückig, wodurch das Einwandern von Acker- und Ruderalpflanzen, zum Beispiel *Cirsium arvense*, begünstigt wird. Andererseits kommt es zur Ansiedlung von trittrobusten Arten wie *Plantago major*, *Carex hirta* oder *Potentilla reptans*.

Beim Vergleich der Probeflächen kann auch hier ein Unterschied zwischen Ausrichtung und pflanzensoziologischer Zuordnung festgestellt werden.

Die Klasse der *Molinion-Arrhenatheretea* ist auf den nördlich exponierten Probeflächen 1 und 2 deutlicher ausgebildet als auf den anderen drei Flächen. Die Fläche am Damm zeigt eine geringe Stetigkeit von *Lolium perenne* und durch den Trampelpfad begünstigt, eine Zunahme der trittresistenten Kräuter wie *Potentilla reptans* und *Trifolium repens*.

Neben den klassenspezifischen Arten konnten im Bestand auch Pflanzen der Nachsaat festgestellt werden. Verwendet wurde ein regionales Saatgut, welches sich laut Hersteller hervorragend für sonnige und sommertrockene Böschungen auf einer Seehöhe von bis zu 1000 m eignet. Die Abbildung 34 zeigt die Zusammensetzung der ReNatura Böschungsmischung B3 Mantelsaat. Davon wurden folgende Arten zusätzlich zu den bereits erwähnten Arten der Vegetationsgesellschaften, zum Teil mit einem sehr geringem Deckungswert, ermittelt: *Festuca ovina*, *Festuca rupicola*, *Poa aquigustifolia*, *Medicago sativa* und *Onobrychis viciaefolia*.

ReNatura® Böschung B3 und B3 Mantelsaat® (MS)			
Anwendungsbereich:	Zur Böschungsbegrünung in Seehöhen bis 1.000 m, bevorzugt auf sonnigen und sommertrockenen Standorten		
Aussaatzmenge:	80 - 100 kg/ha	Packungsgröße: 10 kg	Art.-Nr. B3: 21055 Art.-Nr. B3 MS: 21057
Anteil	Art		
4,00 %	Aufrechte Trespe	<i>Bromus erectus</i> **)	
5,00 %	Wehrlose Trespe	<i>Bromus inermis</i> **)	
3,00 %	Glatthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i> **)	
5,00 %	Knäulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	
8,00 %	Schafschwingel	<i>Festuca ovina</i>	
10,00 %	Furchenschwingel	<i>Festuca rupicola</i> **)	
30,00 %	Rotschwingel	<i>Festuca rubra rubra</i>	
4,00 %	Rotstraußgras	<i>Agrostis capillaris</i>	
8,00 %	Englisches Raygras	<i>Lolium perenne</i>	
4,00 %	Weißklee	<i>Trifolium repens</i>	
2,00 %	Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>	
6,00 %	Luzerne	<i>Medicago sativa</i>	
11,00 %	Esparssette	<i>Onobrychis viciifolia</i>	

Abbildung 34: Zusammensetzung der Mantelsaat speziell für Böschungen (Kärntner Saatbau 2017)

Bei dem Saatgut handelt es sich um eine sogenannte Mantelsaat. Hierfür werden die Samenkörner mit einer Schutzmasse aus keimfördernden Substanzen umschlossen. Diese Hülle wirkt wie ein Wasserspeicher, der die Umgebungfeuchtigkeit absorbiert und langsam an den Keimling abgibt. Dadurch wird die Keimfähigkeit maximiert und auch bei Trockenheit begünstigt. Des Weiteren versorgt der Mantel den Keimling mit Nährstoffen, bietet Schutz vor Pilzkrankungen und Vögeln und erhöht das Tausendkorngewicht, wodurch eine gezielte Aussaat bei Wind sowie ein gesicherter Bodenanschluss ermöglicht wird (vgl. KÄRNTNER SAATBAU 2017).



Abbildung 35: Aufbau vom Mantelsaatgut (KAERNTNER SAATBAU 2017)

Kontrollfläche

Insgesamt konnten auf den drei Probeflächen 30 Pflanzenarten ermittelt werden. Bei der Erstaufnahme lag die Artenanzahl zwischen 13 und 21. *Fallopia x bohemica* hatte zu diesem Zeitpunkt bereits eine gute Deckung, trotzdem konnten sich auf der offenen Vegetationsdecke einzelne unterschiedliche Pflanzen kurzfristig ansiedeln. Die höchste Anzahl mit 21 Arten konnte auf der nördlich exponierten Fläche festgestellt werden. Die kleinste auf der zweiten Probefläche. Aufgrund der mächtigen Zunahme des Knöterichs und der damit verbundenen Verdichtung des Blätterdachs, konnte nur noch wenig Licht an die Erdoberfläche gelangen, wodurch die Artenanzahl der Krautschicht während der Vegetationsperiode auf 3 bis 9 sank.

Vergleich der Gesamtartenzahl

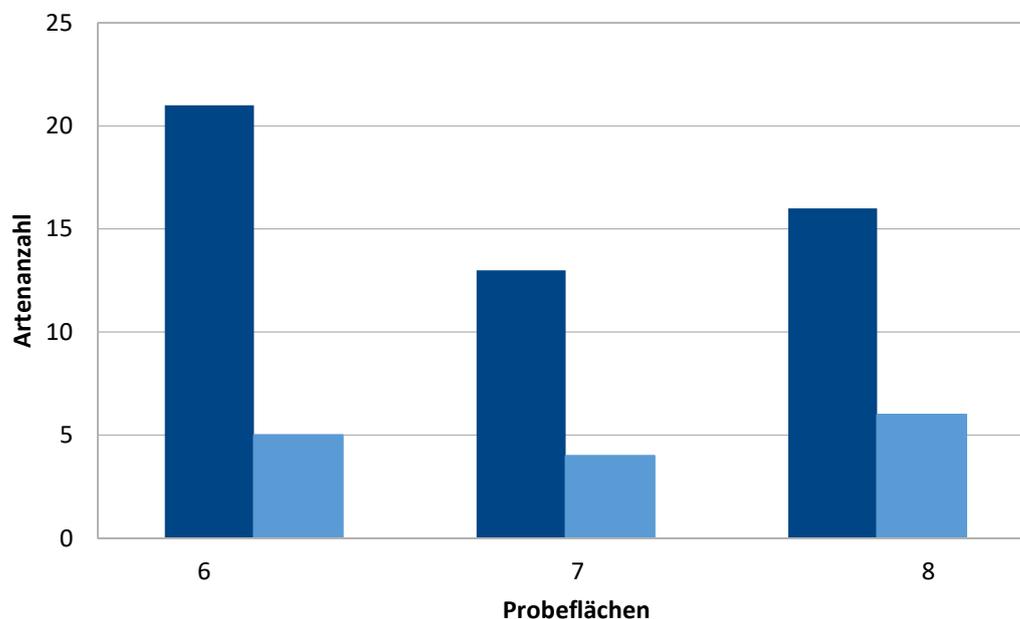


Abbildung 36: Vergleich der Gesamtartenzahl beider Vegetationsaufnahmen auf der Kontrollfläche

Nachfolgende Abbildung 36 zeigt den Tabellenkopf der pflanzensoziologischen Übersicht. Dieser gibt Auskunft über Größe, Exposition, Managementmaßnahme, Artenzahl und Grasnarbindichte.

Managementmaßnahme Größe Exposition Aufnahme Nummer Grasnarbendichte Artenzahl	6		7		8	
	Keine					
	15m ² Nord		20m ² Süd		12m ² Süd	
	6	44	7	45	8	46
-	-	-	-	sl	sl	
21	5	13	3	16	9	

Abbildung 37: Tabellenkopf- Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Kontrollfläche

Eine Grasnarbendichte war aufgrund der oberirdischen Biomasse des Knöterichs auf den ersten beiden Flächen nicht vorhanden. Es konnten nur wenige Exemplare von *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra* und *Festuca rupicola* auf der offenen Vegetationsdecke festgestellt werden. Auf Probefläche 2 fehlten bei der letzten Aufnahme genannte Grasarten zur Gänze. Die einzige Fläche mit einer geringen aber konstanten Grasnarbendichte von sehr lückig (sl) wurde auf der dritten kartiert.

Floristische Zusammensetzung nach ELLMAUER et al. (1993)

Durch fehlende Managementmaßnahmen konnte der Knöterich ungehindert wuchern und verdrängte durch seine Beschattung und Konkurrenzkraft viele Pflanzenarten. Die Klasse der *Galio-Urticetea*, mit der *Fallopia x bohemica*-Gesellschaft, dominiert die Vegetationsgesellschaft. Bei der Erstaufnahme von Probefläche 1 und 2 wurden viele Arten dokumentiert, welche laut ELLENBERG (2001) zu den Halblichtpflanzen gehören. Diese benötigen eine relative Beleuchtungsstärke von mind. 30 %. Die relative Beleuchtungsstärke gibt Aufschluss über den Lichtbedarf von vollbelaubten sommergrünen Pflanzen bei Nebel oder trübem Wetter. Dieser Lichtbedarf wird in Ziffern von 1 bis 9 dargelegt und als Lichtzahl deklariert. Die Lichtzahl ist zusammen mit der Wärme- und Kontinentalzahl ein ökologischer Zeigerwert und gibt Auskunft über die klimatischen Ansprüche einer Pflanze an ihren Standort (vgl. ELLENBERG 2001). Mit zunehmender Entwicklung des Blätterdachs wird das meiste Licht von *Fallopia* absorbiert. Infolgedessen ist der Lichtbedarf für *Galium album* und *aperine*, *Cerastium glomeratum* und *Vicia hirtusa* sowie für Arten mit höheren Lichtansprüchen nicht mehr gegeben. Daher konnten ausschließlich die konstanten Begleitarten der Pflanzengesellschaft bis zum Ende der Vegetationsperiode florieren. Auf der dritten Probefläche war der Deckungsgrad des Knöterichs im Vergleich zu den anderen nicht so stark ausgeprägt, sodass sich einige Begleitarten ausbreiten konnten. Zum Beispiel blieb der Deckungsgrad bei *Cirsium arvense* und *Galium album* konstant. Die Arten *Erigeron annuus*, *Galium verum*, *Rubus caesius*, *Plantago lanceolata* und *Sanguisorba minor* nahmen an Biomasse zu.

5.2. Versuchsfläche 2

Bedingt durch das knappe Futterangebot im Sommer war eine durchgängige Beweidung nicht möglich, weshalb aus der geplanten Managementmaßnahme Standweide eine Umtriebsweide wurde. Bei dieser Form der Koppelhaltung werden die Tiere in regelmäßigen Abständen auf andere Weideflächen getrieben. Das hat den Vorteil gegenüber der Standweide, dass die ausgeschiedenen Innenparasiten der Tiere in der Weidepause absterben (SÜLLENTROP 2013).

Bei der Untersuchung wird der Einfluss der Beweidung auf die Entwicklung von *Fallopia x bohemica* und dessen hervorragende Regenerationsfähigkeit während einer Weideunterbrechung gezeigt. Des Weiteren wird die Auswirkung der Beweidung auf die Artenvielfalt und die auf Versuchsfläche 2 vorkommenden Neophyten, *Solidago canadensis* und *Robinia pseudoacacia*, dargestellt.

5.2.1. Einfluss der Rotationsbeweidung auf *Fallopia x bohemica*

Fallopia x bohemica hatte bei der Erstaufnahme am 07.05.2015 einen mittleren Deckungswert von 0,5 bis 37,5 %. Während der fünfwöchigen Beweidung wurde die Deckung auf 0,1 bis 15% reduziert. Der anschließende Umtrieb dauerte knapp sieben Wochen. In diesem Zeitraum konnte der Knöterich ungehindert wuchern und erreichte auf nahezu allen Probeflächen denselben Deckungsgrad, wie bei der ersten Vegetationsaufnahme. Die Ausnahmen waren Probefläche 9, mit einer Zunahme der mittleren Deckung auf 62,5 %, und Probefläche 11. Bei dieser blieb der Wert konstant der zweiten Aufnahme. Die zweite Beweidung dauerte sieben Wochen und wurde am 22.09.2015 beendet. Die Deckung von *Fallopia x bohemica* wurde auf 0 bis 15 % minimiert (vgl. Abb. 37).

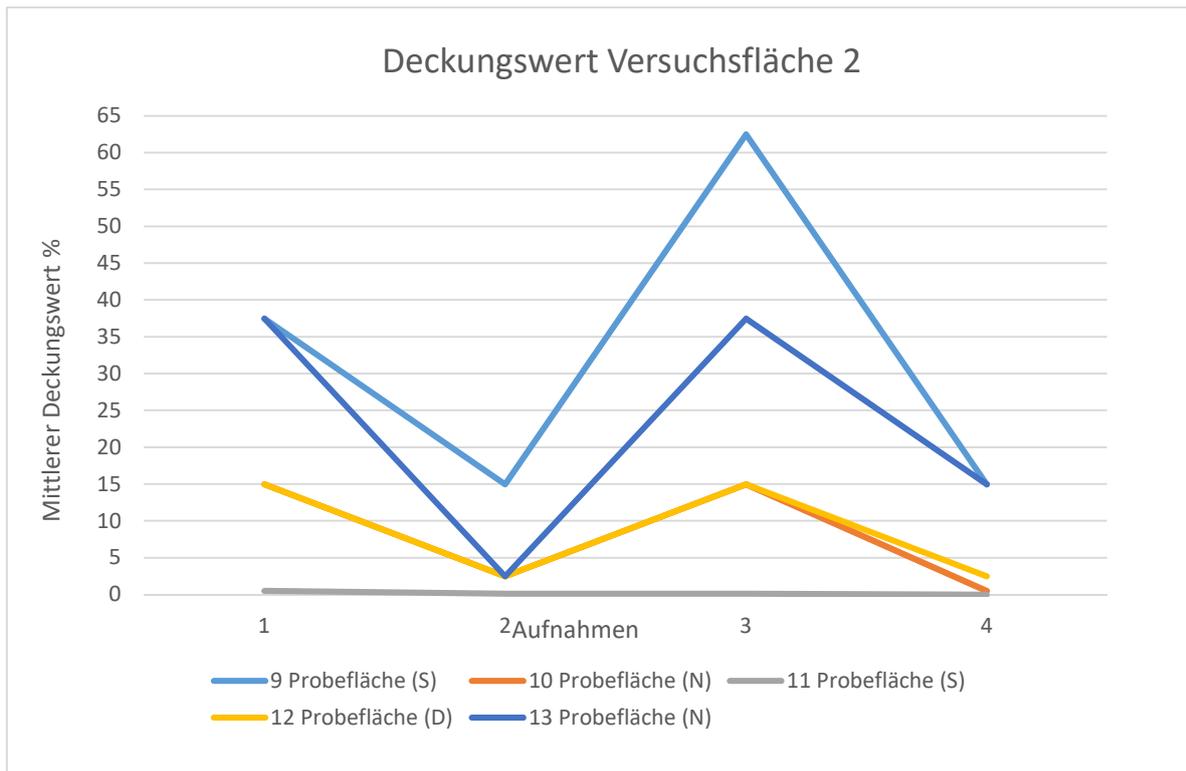


Abbildung 38: Mittlerer Deckungswert von *Fallopia x bohemica* auf Versuchsfläche 2

Entwicklung von *F. x bohemica* während der Weideperiode

Die südlich exponierte **neunte Probefläche** mit einer Fläche von 16 m² beinhaltete bei der Erstaufnahme zwei größere Knöterichstöcke mit einer Höhe von 10 bis 150 cm und 3 bis 11 Seitentrieben. Mit dem Abtrieb des ersten Weidegangs wurde die Blattmasse enorm dezimiert und viele Stängel abgeknickt. Im Laufe der Abwesenheit der Tiere konnte sich der Bestand regenerieren und trieb auch bei den Knickstellen wieder aus. Der Bestand war dichter als bei Erstauftrieb. Die Neubildung von Ausläufern war kaum gegeben, da die Hauptstöcke noch triebig waren. Am Ende des zweiten Auftriebs wurden die Hauptstöcke auf 80 cm zurückgefressen, wodurch viele Stockaustriebe gefördert wurden. Diese zeigten eine durchschnittliche Höhe von 10 cm mit drei bis vier Blättern.

Probefläche 10 mit 10 m² liegt nördlich im oberen Teil des Böschungsabschnittes und hatte zur Zeit der Aufnahme zwei kleine Stöcke mit durchschnittlich neun Seitentrieben sowie 16 Wurzeläusläufern. Bei der zweiten Vegetationsaufnahme wurde die Blattmasse erheblich dezimiert und die Triebe, welche zum Teil eine Gesamtlänge von 180 cm vorweisen konnten, mehrmals abgeknickt. Die Anzahl der Wurzeläusläufer stieg leicht an. Während der Weideunterbrechung konnten sich die zwei Stöcke erholen. Die Blattmasse nahm wieder zu und an den Knickstellen kam es vermehrt zu einer Seitentriebbildung. Folglich wirkten die

Stöcke dichter und hatten eine Gesamthöhe von 130 cm. Die Neubildung von Ausläufern stagnierte. Beim zweiten Weidegang wurden die Stöcke auf die Hälfte, als auch die Ausläufer, zurückgefressen.



Abbildung 39: Probefläche 9 bei Beginn der Beweidung (eigene Aufnahme)



Abbildung 40: Erstaufnahme Probefläche 10 und während der Weidepause (eigene Aufnahmen)



Abbildung 41: Probefläche 10 nach zweitem Weidegang (eigene Aufnahme)

Auf der südseitig liegenden **Probefläche elf** wurde in erster Linie die Entwicklung von *Robinia pseudoacacia* dokumentiert. *Fallopia x bohemica* war nur durch einige Wurzelausläufer, vom oberhalb wuchernden Stock, vertreten. Insgesamt konnten bei der ersten Aufnahme zehn Ausläufer mit einer Höhe zwischen 5 und 30 cm festgestellt werden. Die Tiere reduzierten die Ausläuferanzahl durch Verbiss und Vertritt rapide. Im Laufe der Weidepause kam es zu keiner erkenntlichen Verbesserung, und bei der vierten Kartierung waren alle Ausläufer für diese Saison bekämpft.

Die 17 m² große **zwölfte Probefläche** liegt am Damm und wies zur Zeit der Aufnahme etwa 60 Ausläufer vor. Diese waren bis zu 50 cm hoch und stammen vom böschungabwärts wuchernden *Fallopia*-Stock. Mit Hilfe der Tiere konnte die Anzahl der Jungtriebe auf die Hälfte reduziert werden. Bei der dritten Aufnahme verdreifachte sich die Zahl der Ausläufer und zeigten eine Höhe von 30 cm. Mit Weideende wurden die Triebe um rund 10 cm abgefressen und auch viele abgetreten.

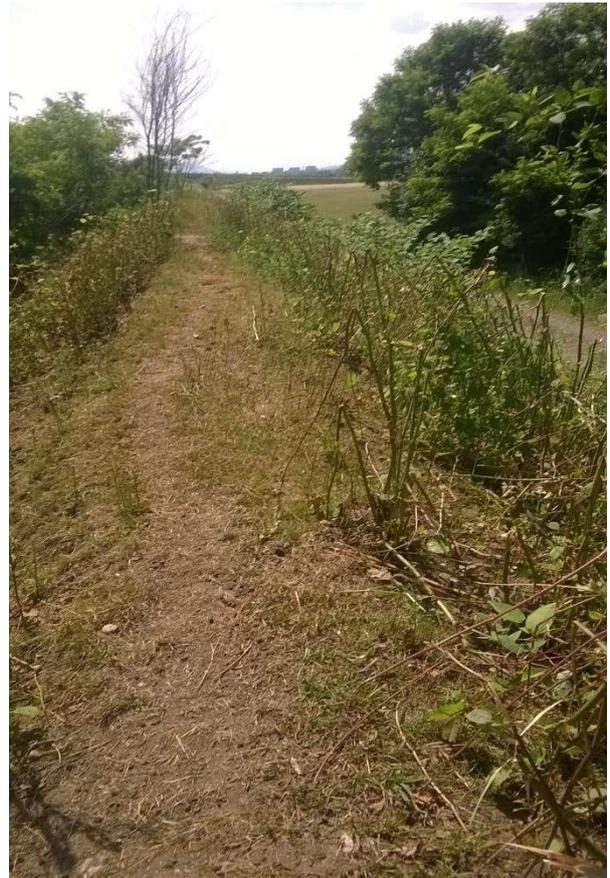


Abbildung 42: Damm bei erster und zweiter Aufnahme (eigene Aufnahmen)



Abbildung 43: Damm nach Weidepause (eigene Aufnahme)

Die Probefläche 13 liegt nördlich und umfasste auf rund 16 m² sechs Knöterichstöcke mit bis zu 150 cm Höhe sowie viele Wurzelasläufer. Nach dem ersten Weidegang wurden sowohl die Blätter als auch die Stängel von *Fallopia x bohemica* massiv zurückgefressen. Zudem wurden viele Pflanzen, durch den häufigen Aufenthalt der Tiere in diesem Bereich, auf dem sehr lockeren Oberboden leicht abgetreten oder auch ausgerissen. Die Höhe bei der zweiten Vegetationsaufnahme lag zwischen 50 cm und 100 cm. Bei der dritten Kartierung wurden sehr viele neue Wurzelasläufer dokumentiert. Die Stöcke erreichten eine Höhe von bis zu 110 cm. Der letzte Weidegang bewirkte ein Zurückfressen der *Fallopia*-Stöcke auf 5 cm. Infolgedessen kam es vermehrt zu einer Wurzelasläuferbildung sowie einem Durchtreiben an der Stockbasis.



Abbildung 44:Erstaufnahme Probefläche 13 (eigene Aufnahme)



Abbildung 45: Während dem ersten Weidegang und in der Weidepause (eigene Aufnahmen)



Abbildung 46: Probefläche 13 nach dem zweiten Weidedurchgang am Ende der Beweidung (eigene Aufnahme)

5.2.2. Auswirkung der Beweidung auf die biologische Artenvielfalt

In Hinblick auf die Artenvielfalt konnten bei den Vegetationsaufnahmen der Versuchsfläche 2 insgesamt 76 Pflanzenarten dokumentiert werden. Die Gesamtartenzahl der jeweiligen Probeflächen wird in Abbildung 23 dargestellt. Mit 37 Arten hatte Probefläche 12 die meisten und Probefläche 11 und 13 mit je 32, die wenigsten.

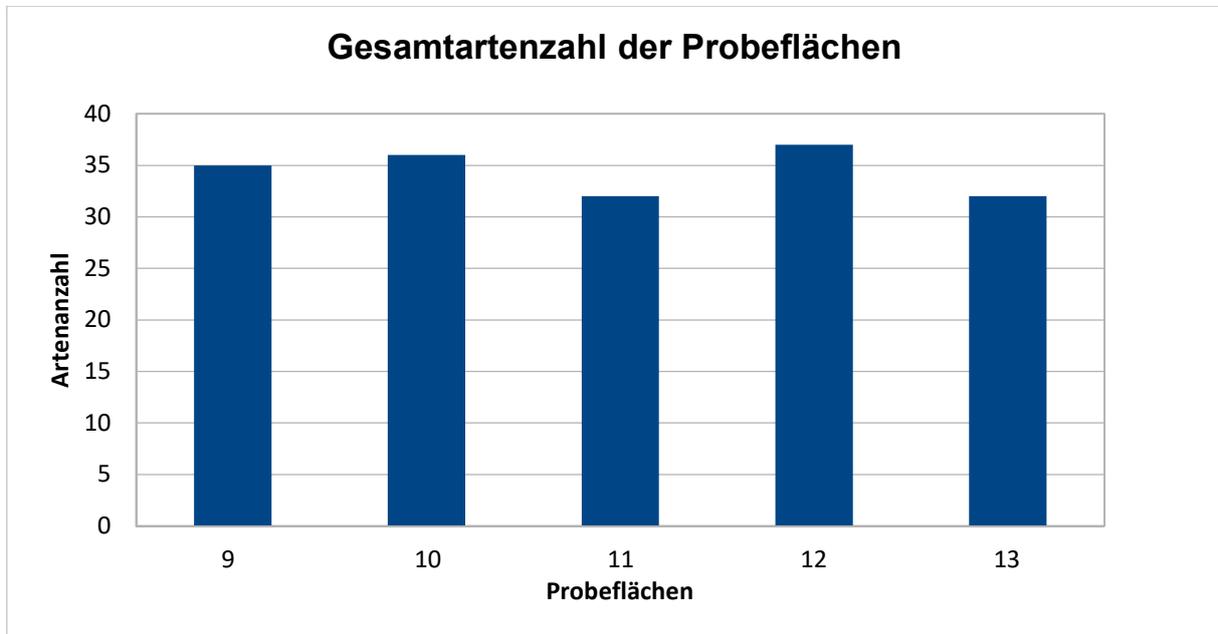


Abbildung 47: Gesamtartenzahl der jeweiligen Probeflächen auf Versuchsfläche 2

Die Entwicklung der Artenzahl mit der Managementmaßnahme Umtriebsweide ist in der Übersicht zur Auswertung der Vegetationsaufnahmen auf Versuchsfläche 2 (siehe Abb. 46) ersichtlich. Das größte Artenaufkommen wurde zu Beginn des zweiten Auftriebs, auf vier von fünf Probeflächen, registriert. Dabei wurde auf der am Damm gelegenen Probefläche mit 29 Arten die höchste Anzahl festgestellt. Die einzige Fläche bei der nicht das größte Artenaufkommen zu Beginn des zweiten Auftriebs kartiert wurde war Probefläche 11. Bei ihr kamen die meisten Arten bei der Erstaufnahme vor und nahmen während der Beweidung ab. In der Zeit der Nichtbeweidung blieb die Artenzahl auf Probefläche 11 konstant. Auf den restlichen Flächen konnte sich das Artenaufkommen im Laufe der Weidepause erholen und sogar über den Erstaufnahmewert steigern.

Wie auch bei Versuchsfläche 1 kann auch hier ein Unterschied zwischen Artenaufkommen und Exposition festgestellt werden. Die südlich exponierten Probeflächen wiesen konstante Artenzahlen auf. Auf den anderen Flächen hingegen sind Artenzu- und abnahmen ersichtlich.

Die Grasnarbendichte wies bei der Erstaufnahme auf den beiden südlich exponierten Flächen und auf Probefläche 13 einen sehr lückigen (sl) Zustand auf. Auf Probefläche 10

hatte der Bestand eine mäßig dichte (md) und auf dem Damm eine lückige (l) Grasnarbendichte. Im Zuge der Beweidung kam es zur Verschlechterung der Dichte bis hin zur Freilegung des Oberbodens. Während der Weidepause regenerierte sich die Grasnarbe gleich der Erstaufnahme und auf Probefläche 12 verbesserte sich der Wert auf dicht (d).

Probeflächen	9				10				11				12			13				
Größe	16m ²				10m ²				15m ²				17m ²			10m ²				
Exposition	Süd				Nord				Süd				Damm			Nord				
Managementmaßnahme	Umtriebsweide																			
Aufnahme Nummer	9	19	24	34	10	20	25	35	11	21	26	36	12	22	27	37	13	23	28	38
Grasnarbendichte	sl	-	sl	-	md	l	md	d	sl	-	sl	-	l	l	d	sl	sl	-	sl	sl
Artenzahl	19	19	23	23	21	20	25	24	25	20	20	18	18	16	29	19	19	16	22	20

Abbildung 48: Tabellenkopf – Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Versuchsfläche 2

Floristische Zusammensetzung nach ELLMAUER et al. (1993)

Bei der pflanzensoziologischen Zuordnung der Vegetation konnte auf der Versuchsfläche der Einfluss mehrerer Klassen festgestellt werden. Deutlich geprägt wurde der Bestand durch das dominante Vorkommen von *Fallopia x bohemica* sowie Trockenheits- bis Frischezeiger. Die Klasse der *Galio-Urticetea* ist auf vier von fünf Probeflächen die dominierende Art. Wie bei der ersten Versuchsfläche konnte die Klasse, bis auf Verbandsebene mit *Fallopia x bohemica* als andere Gesellschaft des Verbandes *Senecionion fluviatilis* (R. Tx.1950), bestimmt werden. Zusätzlich konnte der Einfluss von drei weiteren Klassen erhoben werden.

Auf den beiden südlich exponierten Probeflächen konnte der Einfluss der Klasse *Festuca-Brometea* dokumentiert werden. Hierbei handelt es sich um Trocken-, Halbtrocken- und basiphile Magerrasen. Bedingt durch einen Wassermangel, einer Biomassenentnahme durch Beweidung oder Mahd sowie dem flachgründigen Boden, wies der Standort eine Nährstoffarmut auf. Als Kennarten dieser Klasse wurden, stellvertretend für die Gräser, *Carex caryophylla*, *Festuca rupicola* sowie *Poa angustifolia* und für die Krautschicht *Centaurea scabiosa*, *Galium verum*, *Hypericum perforatum* und *Salvia pratensis* nachgewiesen. *Salvia pratensis* konnte als dominante Art auf dem tendenziell vegetationslosen Boden der beiden Probeflächen festgestellt werden. Als Lichtpflanze ist sie eine Zeigerart für trockene Standorte auf stickstoffarmen bis mäßig stickstoffreichen Boden (ELLENBERG 2001). Eine genaue Unterteilung in eine der fünf Ordnungen bzw. die Bestimmung des Verbandes war leider nicht möglich.

Die Klasse der *Artemisietea vulgaris* steht für stickstoff-, wärme- und trockenheitsliebende Vegetationsgesellschaften auf Ruderalstandorten wie Eisenbahnböschungen. Sie wird in zwei Ordnungen unterteilt: die *Agropyretalia repentis* (Oberd. et al. 1969) und *Onopordetalia*

(Br.-Bl. et R. Tx. ex Klika et Hadac 1944), welche auf den Probeflächen 10,12 und 13 durch die Gesellschaft *Solidago canadensis*-(*Onopordetalia*) vertreten ist (siehe Kapitel 5.3.2). Die Gesellschaft besiedelt häufig verwahrloste Vegetationsflächen zwischen Bahnanlage und Begleitwegen auf planarer bis colliner Höhenlage. Als dominante Art wird *Solidago canadensis* begleitet von *Galium album*, einem Wiesenelement mit breiter ökologischer Toleranz, *Rubus caesius* und *Urtica dioica*, *Artemisia vulgaris* und einem weiteren Neophyten amerikanischen Ursprungs, *Erigeron annuus*, welcher unter anderem auf allen Probeflächen anzutreffen ist. Weitere Kennarten, welche nur exemplarisch vorzufinden waren, sind *Equistum arvense*, *Daucus carota*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* und *Taraxacum officinale*.

Des Weiteren konnte nachgewiesen werden, dass die Bestände von Charakterarten der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* leicht beeinflusst wurden. Obwohl keine genauere Unterteilung in Ordnung und Verband stattfand, lässt sich wie bei Versuchsfläche 1, eine Tendenz zum Verband *Cynosurion* (R. Tx. 1947) ermitteln. Am deutlichsten wurde das Vorkommen der Klasse auf Probefläche 10. Die nördlich gelegene Fläche wies im Vergleich zu den anderen Flächen die beste Grasnarbendichte, den höchsten Deckungsgrad und das meiste Vorkommen klassencharakteristischer Arten auf. Der Bestand setzte sich aus weiderobusten, horst- und ausläuferbildenden Gräsern, wie *Lolium perenne* und *Festuca rubra* sowie den eher rar vorkommenden *Dactylis glomerata* und *Phleum pratense*, einem relativ großen Anteil von Kleearten (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*), trittresistenden Pflanzen (*Ranunculus acris*, *Veronica chamaedys*) und anderen typischen Arten wie *Achillea millefolium*, *Galium album*, *Knautia arvensis* und *Lotus corniculatus* zusammen. Hinzu kamen Kennarten der Klasse mit einem raren bis spärlichen Deckungsgrad auf den restlichen Probeflächen. Hierzu zählen *Centaurea jacea*, *Lathyrus pratensis*, *Rumex acetosa*, *Vicia cracca*, *Capsella bursa-pastoris*, *Leucanthemum vulgare*, *Medicago lupulina*, *Pimpinella major*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major*, *Tragopogon spp.* und *Veronica arvensis* sowie Weideunkräuter auf den Gailstellen und Lücken in der Grasnarbe (*Cirsium arvense*, *Rumex obtusifolius* und *Taraxacum officinale*). Häufiger vorkommende Arten sind *Achillea millefolium*, *Festuca rubra*, *Galium album* und *Trifolium repens*.

Unter den allgemeinen Begleitern, welche kartiert aber keiner Klasse zugeordnet werden konnten, befindet sich beispielsweise *Carex hirta*. Das Gras gehört zu den Arten der Trittgemeinschaft und gedeiht auf Standorten mit extremen Umweltbedingungen. Auf den Probeflächen anzutreffen war es auf der trockenen Böschung der Fläche 9, auf Fläche 10, als Einwanderer intensiv genutzter Weideflächen und am Damm, welcher unter extremen Vertritt leidet und stark exkrementhaltig ist.

Sowie auf Versuchsfläche 1, gibt es Unterschiede in Bezug auf Exposition und Vegetationsgesellschaft. Die südlichen Flächen werden geprägt von Neophyten und der Klasse *Festuco-Brometea*, die Nordseite und der Damm von Neophyten und der Klasse *Artemisietea vulgaris*, sowie typische Arten der Wiesengesellschaft.

5.2.4. Einfluss der Beweidung auf *Solidago canadensis* & *Robinia pseudoacacia*

Solidago canadensis

Die Kanadische Goldrute wurde 1648 als Zierpflanze von Nordamerika nach England eingeführt und später von Imkern als wertvoller Nektar- und Pollenspender lieben gelernt (HARTMANN & KONOLD 1995). Dank ihrer erfolgreichen Vermehrungsstrategie, überwiegend in vegetativer Form und in geringem Maße generativ, kommt es zur Bildung dichter Bestände auf landwirtschaftlichen Brachflächen und Ruderalstandorten. Entlang von Bahnanlagen wirkt *Solidago canadensis* in kürzester Zeit verdrängend auf die dort vorkommende bahnbegleitende Vegetationsgesellschaft und es entstehen artenarme Bestände der Klasse *Artemisietea vulgaris*. Die Pflanze gedeiht an Standorten der planaren bis collinen Höhenstufe auf mäßig nitrophilen bis stickstoffreichen Böden (ELLENBERG 2001). Bei den Vegetationsaufnahmen konnte die Kanadische Goldrute auf beiden Versuchsflächen und auf der Kontrollfläche registriert werden.

Auf der ersten Versuchsfläche wurde *Solidago canadensis* auf den Probeflächen 1 bis 3, mit einem Deckungswert von rar bis spärlich, kartiert. Der ständige Fraß der Tiere hielt die Pflanzen kurz über der Bodenfläche und führte zu einem rosettenartigen Wachstum. Infolgedessen konnten keine Blüten gebildet werden, die Verbreitung durch Samen wurde unterbunden. Der Deckungsgrad blieb während der gesamten Weideperiode unverändert.

Auf der Kontrollfläche konnten einzelne Exemplare mit einem sehr geringem Deckungswert nur auf Probefläche 6 bei der Erstaufnahme nachgewiesen werden. Durch den enormen Wuchs von *Fallopia x bohemica* und der damit verbundenen Zunahme der oberirdischen Biomasse, konnten die Ansprüche der Lichtpflanze (Lichtzahl 8, Erkläuterung S.50) (ELLENBERG 2001) nicht mehr erfüllt werden, weshalb bei der zweiten Aufnahme keine Exemplare mehr vorhanden waren.

Auf der zweiten Versuchsfläche konnte *Solidago canadensis* auf vier von fünf Probeflächen in größerer Zahl dokumentiert werden. Bei der Erstaufnahme betrug die mittlere Deckung einen Wert von 15 % und konnte während der Beweidung auf 2,5 % reduziert werden. Der größte Einfluss der Beweidung konnte auf Probefläche 12 festgestellt werden. Die Triebe wurden bis knapp über dem Boden abgefressen, lediglich vereinzelt waren noch Blätter ersichtlich. Dadurch wurde die Pflanze animiert, aus den verbleibenden oberirdischen Stängelknospen und unterirdischen Rhizomknospen weitere Triebe zu bilden, wodurch ein büschelartiger Wuchs mit vermehrter Stängelanzahl gefördert wurde. Zusätzlich kam es durch den Vertritt der Tiere am Damm zur Bildung eines Trampelpfades, wodurch eine weitere Ausbreitung eingedämmt wurde. In der Weidepause konnte sich der Bestand

vollständig regenerieren und eine Höhe bis zu 20 cm erreichen. Probestfläche 13 zeigte hingegen bei der Erst- und Letzaufnahme einen Deckungswert von 2,5 %. Dazwischen blieb der Wert mit 0,5 % konstant. Auch hier wurde die Goldrute stark zurückgefressen. Es kam zur Bildung von Seitentrieben und einem buschigen Erscheinungsbild. Auf den beiden anderen Flächen blieb der Bestand relativ gleichmäßig und zeigte ein ähnliches Erscheinungsbild wie auf den anderen Flächen.

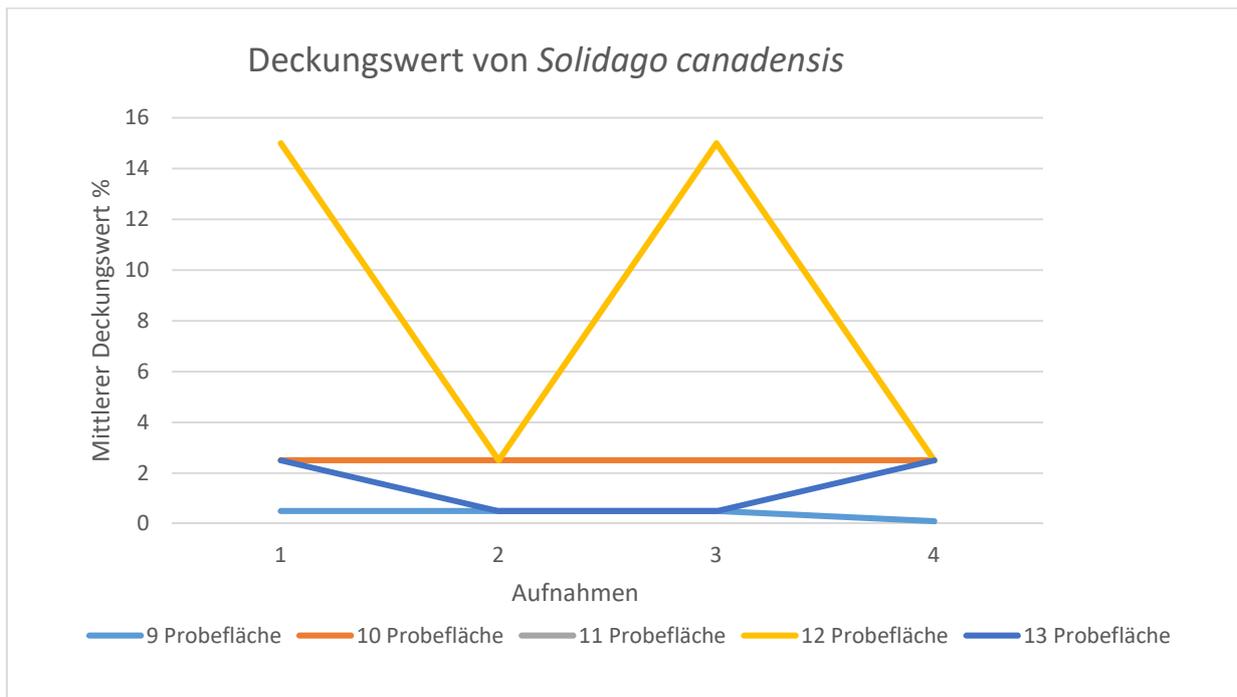


Abbildung 49: Mittlerer Deckungswert der Goldrute

In Bezug auf die Vegetationsgesellschaft wird *Solidago canadensis* in die Klasse der *Artemisietea vulgaris* eingereiht. Eine nähere Erläuterung wurde bereits im vorherigen Kapitel 5.2.2 dargelegt.



Abbildung 50: Erstaufnahme auf Probefläche 12 sowie die Regeneration im Laufe der Weidepause (eigene Aufnahmen)



Abbildung 51: Zweite Vegetationsaufnahme von Probefläche 12 (eigene Aufnahme)

Robinia pseudoacacia

Die Robinie ist eine neophytische Gehölzart, welche als Zierpflanze eingeführt und später als Forstbaum kultiviert wurde. Weltweit gilt sie laut KOWARIK (2010) „als dritt wichtigste Laubholzart“ und wird immer gefragter „als Alternative zum importierten Tropenholz“. Geschätzt wird die Fröhsommertracht pflanze auch als Bienenweide und als Bodenfestiger für erosionsgefährdete Flächen. *Robinia pseudoacacia* besitzt eine sehr weite ökologischen Amplitude und wächst auch auf extrem trockenen oder nährstoffarmen Standorten (BÖCKER 1995). Wie bei allen Leguminosen wird Luftstickstoff gebunden und an den Boden weitergegeben. Durch die Stickstoffanreicherung kommt es zur Veränderung der Artenzusammensetzung. KOWARIK (2010) stellte fest, dass nitrophile Arten gefährdete Pflanzenarten und von dessen abhängige Tierarten auf Kalkmager- und Sandtrockenrasen verdrängen. Eine weitere Erfolgsstrategie ist ihre vegetative Vermehrung. So wie die *Fallopia*-Arten verbreitet sich auch die Robinie durch Wurzelausläufer. Wird der Mutterbaum gestört oder sogar beschädigt, erfolgt eine rasante Regeneration durch Stockaustriebe und Wurzelausläufern, wodurch eine Bekämpfung erschwert wird (vgl. KOWARIK 2010).

Eine erfolgreiche Bekämpfungsmethode ist das Ringeln. Wie DIRK et al. (2015) in ihrem Versuch zeigen, wird im ersten Jahr partiell geringelt. Dabei wird am Stamm ein etwa 10 cm breiter und bis ins Hartholz gelangender Rindenstreifen entfernt. Nur eine Restbrücke, welches etwa 10 % des Stammumfanges misst, bleibt stehen. Dieses bewirkt eine Versorgung der Krone mit Speicherstoffen aus den Wurzeln. Die Versorgung der Wurzeln mit Assimilaten wird allerdings durch die Entfernung der restlichen Rinde und daraus resultierenden Unterbindung des Saftstroms, verhindert. Im Folgejahr wurde die Restbrücke entfernt, die Rhizomverbreitung könnte verhindert werden, und 3 bis 4 Jahre später wurde gefällt (vgl. DIRK et al.2015).



Abbildung 52: Das Ringeln der Robinien auf der Versuchsfläche (eigene Aufnahme)

Im Untersuchungsgebiet gab es zur Zeit der Aufnahmen nur einige Exemplare auf Versuchsfläche 2. Bei den Vegetationsaufnahmen wurden nur Wurzelausläufer berücksichtigt, welche auf den Probeflächen 11 bis 13 vorkamen. Es wurde beobachtet, ob die Tiere die jungen Triebe fressen und inwiefern dadurch eine Bekämpfung möglich ist.

An Hand der Abbildung 52 wird ersichtlich, dass der Deckungswert der Jungtriebe von *Robinia pseudoacacia* während der Beweidung abnahm, sich im Zuge der Weidepause aber wieder regenerierten.

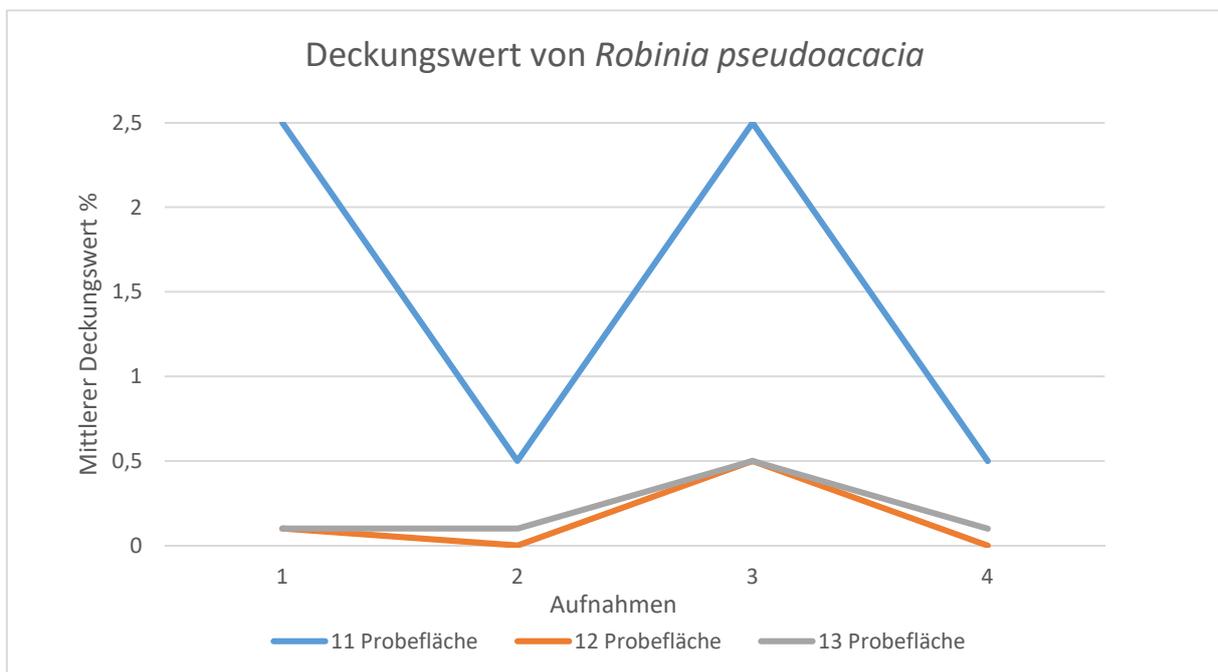


Abbildung 53: Mittlerer Deckungswert der Robinie

Die Fläche mit dem höchsten Robinienaufkommen war die südlich gelegen **Probefläche 11**. Auf der Fläche wurden insgesamt sieben Wurzelaustriebe der umliegenden adulten Bäume festgestellt. Davon hatte ein Austrieb eine Höhe von ungefähr einem Meter, etwa 10 Seitentriebe, einige Stockausschläge und war bis auf 70 cm verholzt. Die restlichen Wurzelaustriebe waren zwischen 10 und 25 cm hoch. Im Laufe der Beweidung wurden die frischen Ausläufer, als auch der verholzte Teil stark zurückgefressen, abgetreten und umgeknickt. Im Anschluss regenerierte sich der Bestand wieder laut Erstaufnahme und Stammaustriebe wurden verstärkt gebildet. Bei der letzten Aufnahme war ein Rückgang erkennbar.



Abbildung 54: Probefläche 11 bei der ersten Kartierung (eigene Aufnahme)



Abbildung 55: Erste und zweite Aufnahme (eigene Aufnahmen)



Abbildung 56: Aufnahme während der Weidepause (eigene Aufnahme)

Auf den zwei weiteren Probeflächen konnten einzelne Wurzelausläufer zu Beginn der Weideperiode mit einem raren Deckungswert dokumentiert werden. Am Damm waren zwei ungefähr 10 cm hohe Wurzelaustriebe eines abgestorbenen Altbaumes bei der ersten Vegetationsaufnahme erkennbar. Diese wurden von den Tieren vollständig abgefressen. In der Weidepause entwickelten sich neue Wurzelausläufer, welche höher und kräftiger waren als die Ersten (siehe Abb.57). Insgesamt konnten auf Probefläche12 sechs Triebe dokumentiert werden, wovon ein Exemplar mit einer Höhe von gut 35 cm besonders auffällig war. Wie bei der ersten Beweidung konnten beim zweiten Weidegang alle Wurzelausläufer oberirdisch beseitigt werden.

Da sich *Robinia pseudoacacia* im Untersuchungsgebiet aufgrund anthropogenen Handels entwickeln konnte, lag das Hauptaugenmerk auf den „spontan entwickelten Unterwuchs“ (MUCINA 1993) und wurde daher floristisch in die Klasse der *Galio-Urticetea* gegliedert. In der Baumschicht dominierte die Robinie, weshalb die Gesellschaftsgruppe *Robinia pseudoacacia-(Lamio albi-Chenopodietaial)* erkennbar wird. In der Strauchschicht der Versuchsfläche, nicht aber auf den Probeflächen, wurden einzelne Exemplare der für diese Gesellschaft charakteristischen Begleitart *Euonymus europaea* vorgefunden. Typische Begleitarten im Unterwuchs sind *Urtica dioica* und *Artemisia vulgaris*.



Abbildung 57: Stockaustrieb am Damm bei Erstaufnahme (eigene Aufnahme)



Abbildung 58: Stockaustrieb und Wurzelaufläufer während Weidepause, adulter Baum ist abgestorben (eigene Aufnahme)

5.3. Kostenvergleich

Die ÖBB versuchte den Knöterich auf den Böschungen einerseits unter Einsatz von Schafen und Ziegen, andererseits durch manuelles Mähen zu bekämpfen. Die Gesamtkosten für die Beweidungsperiode 2015 ergaben rund 6.835 € (laut Herrn DI PAJER, Projektleiter der ÖBB) und setzen sich aus Zaunmaterial, Zaunaufstellung bzw. -versetzen, Instandhaltung, Saatgut, Transport der Tiere inklusive Arbeitsaufwand, sowie dessen tägliche Kontrolle und Versorgung mit Frischwasser zusammen. Im Vergleich dazu beliefen sich die Kosten für die siebenmalige manuelle Mahd mit Motorsense, Schlegelmähwerk und Unimog auf 8.855 € (laut Herrn HOBBER, Mitarbeiter der ÖBB im Bereich Streckenmanagement und Anlagenentwicklung). Die Mäharbeiten wurden im Zeitraum Mai bis September einmalig, mit Ausnahme einer zweimaligen Mahd im August, durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Flächengröße für die verschiedenen Methoden ergeben die Kosten für die Beweidung rund 0,95 €/m² und für die Mahd 6,85 €/m².

6. Diskussion

Der unkontrollierte Wuchs der *Fallopia*-Sippen entlang der Gleisanlagen kann mit der Zeit enorme ökologische und ökonomische Probleme verursachen. Daher sollten Präventionsmaßnahmen beziehungsweise eine langfristige Vernichtung angestrebt werden, um eine massenhafte Bestandsausbreitung zu verhindern.

Mit dem Projekt „SchaZi“ wird gezeigt, dass die Beweidung von Bahndämmen mit kleinen Wiederkäuern eine effektive Methode zur Bekämpfung des extrem anpassungsfähigen, schnellwüchsigen und konkurrenzstarken Neophyten ist. Diese Art der Bekämpfung erwies sich als kostenintensiv und wirkte sich, im Vergleich zu einem Einsatz von Herbiziden, positiv auf die dort vorherrschende Artenvielfalt aus.

Die biologische Artenvielfalt ist, neben der genetischen Vielfalt und der Lebensraumvielfalt, eine der drei Biodiversitätsindikatoren und gibt somit Auskunft über das Wirkungsgefüge in einem Lebensraum. Durch das Einführen gebietsfremder Arten wird die natürliche Artzusammensetzung allmählich verändert und intakte Ökosysteme werden gestört (vgl. STREIT 2007).

Im Fall der *Fallopia*-Bestände auf den Bahnböschungen zeigt sich, dass sich diese ohne Bekämpfungsmaßnahmen im Laufe der Jahre zu Reinbeständen entwickeln würden. Spätfröste, sowie diese im Untersuchungsjahr, schädigen zwar junge Blätter und Sprossen, hemmen den Hybriden aber nur kurzfristig. Im Allgemeinen ist erkennbar, dass im Vergleich zum ursprünglichen Verbreitungsgebiet (vgl. Kapitel 3.2) im Untersuchungsgebiet mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 8,9° C und einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 893 mm (Mittel von 1981 bis 2010), optimale Wuchsbedingungen herrschen. Im Zuge der Monotonisierung würden lebensraumtypische Pflanzen- als auch Tierarten verschwinden, Schäden an Bahnanlagen sich häufen, die Gefährdung von Bahnbetrieb und allen Personen die mit der Bahn in Kontakt stehen begünstigen sowie die Erhaltungskosten zunehmen.

Auf den zwei Versuchsflächen wurden zwei unterschiedliche Managementmaßnahmen angewendet. Durch die auf Versuchsfläche 1 praktizierte Standweide konnte eine Abnahme der Deckung des Knöterichs erzielt werden. In Bezug auf die Begleitflora konnten Unterschiede der Artenanzahl an Hand der Exposition festgestellt werden. *Galio-Urticetea* konnte als dominante Klasse bestimmt werden. Aber auch Einschläge von den Klassen *Molinion-Arrhenatheretea* und *Cynosurion* waren erkennbar. Aufgrund einer Nahrungsknappeit wurde auf der zweiten Versuchsfläche aus der geplanten Standweide eine Umtriebsweide. Dies hatte zur Folge, dass sich *Fallopia x bohemica* während der Weideruhe vollständig regenerierte und sogar an Bestandsdichte zunahm. Einen positiven

Einfluss erzielte die Weidepause auf die Artenanzahl. Diese stieg leicht an und bezüglich der floristischen Zusammensetzung konnten sich neben der dominierenden Klasse *Galio-Urticetea* vermehrt Arten der Klassen *Artemisietea vulgaris* und vereinzelt *Molinio-Arrhenatheretea* durchsetzen.

6.2. Einfluss der Beweidung auf *Fallopia x bohemica* und die biologische Artenvielfalt

Die Beweidung sollte in Abhängigkeit von der Witterung, bis spätestens Mitte April starten, um eine rasante Blattbildung in der Hauptwachstumsphase von Ende April bis Ende Mai (HAYEN 1995) einzudämmen. Durch den oberirdischen Biomassenentzug wird die Photosynthese gestört und die Einlagerung von Assimilate reduziert. Des Weiteren ermöglicht ein lückenhaftes Blätterdach mehr Licht für das Gedeihen der Begleitvegetation. Auf den Fraß reagiert *Fallopia* vermehrt mit Wurzelaustrieb.

6.2.1. Versuchsfläche 1 & Kontrollfläche

Die erste Versuchsfläche wurde am 29.04.2015 mit sechs Ziegen besetzt. Zu diesem Zeitpunkt verzeichnete der Hybrid eine mittlere Deckung von 15 bis 62,5 %. Vor allem der südlich exponierte Bestand und jene Knöterichstöcke, welche am weitesten entfernt zum Unterstand wuchsen, hatten bereits eine mächtige Blattmasse entwickelt. Der Unterstand wurde seitlich der Böschung auf einer ebenen, leicht zugänglichen Fläche platziert. Zu Weidebeginn hielten sich die Tiere vermehrt in dessen Nähe auf und es konnte beobachtet werden, dass die Tiere bedingt durch den vorbeirasenden Zug zunächst häufiger auf der Nordseite weideten. Folglich konnte sich der südseitig vorkommende Bestand ungestört entwickeln. Aufgrund dessen wurde drei Wochen später ein Ziegenbock zusätzlich aufgetrieben. Durch das Kahlfressen der Polykormone, wurde bei der zweiten Kartierung ein vermehrtes Aufkommen von Wurzelausläufern festgehalten. Diese nahmen im Laufe der Beweidung ab. Am Ende der Weideperiode konnte die Deckung von *Fallopia x bohemica* auf durchschnittliche 12,5 % reduziert werden. In Hinblick auf die Entwicklung des Knöterichbestandes in Abhängigkeit der Exposition lässt sich sagen, dass die Südseite einen stärkeren Befall aufwies als der Damm und die Nordseite. Das mag einerseits mit dem Vertritt der Tiere, vor allem am Damm, zusammenhängen, andererseits an dem Vorhandensein einer Grasnarbe liegen. Wie bereits WALSER (1995) in seinen Versuchen erkannte, fördern Kleinwiederkäuer eine geschlossene Grasnarbe und festigen die Böschung. Auf der nördlich exponierten Böschung verbesserte sich die Grasnarbendichte von sehr lückig auf lückig. Auf der südlichen Böschung hingegen war ein Rückgang ersichtlich. Bedingt durch die Sonneneinstrahlung, einem Austrocknen des teilweise sandigen Bodens, dem Vertritt und einer daraus resultierenden Abtragung von Bodenmaterial, konnten sogar vegetationslose Flächen festgestellt werden.

In Hinblick auf die Artenvielfalt konnte während der Beweidung, außer auf der zweiten Probefläche, ein Rückgang festgestellt werden. Bei der letzten Vegetationsaufnahme, 10 Tage nach Abtrieb der Tiere, erhöhte sich die Artenanzahl nahezu gleich der Erstaufnahme.

Des Weiteren sind Unterschiede zwischen Exposition und Artenanzahl als auch floristischer Zusammensetzung erkennbar. Am Damm und den südlichen Probeflächen verschwanden Arten wie beispielsweise *Galium aperine*, *Medicago lupulina*, *Centaurea jacea* und *Festuca rubra*. Insgesamt sank die Artenanzahl auf der ersten Versuchsfläche zwischen 7 und 11 Arten. Gründe hierfür sind, wie bereits erwähnt, Vertritt und daraus entstehende Trampelpfade (siehe Damm), schottriges und sandiges Böschungsmaterial sowie die Sonneneinstrahlung und damit verbundenes Austrocknen. *Fallopia x bohemica* als Dominantbestand trug das restliche dazu bei. Nordseitig gab es leichte Schwankungen bei den Artenanzahlen, größtenteils blieben die Artenzahl konstant.

Bei der pflanzensoziologischen Zuordnung zeigte sich, dass neben der dominanten Klasse *Galio-Urticetea* auch Wiesenelemente der Klasse *Molinion-Arrhenatheretea* vorkamen. Besonders auf den nördlich exponierten Probeflächen konnten sich durch die dauerhafte Beweidung intensiv genutzte Pflanzengesellschaften mit hoher Stetigkeit und Trittfestigkeit entwickeln (ELLMAUER et al. 1993). Die Art mit der höchsten Deckung (2,5 bis 15 %) war *Lolium perenne*, gefolgt von Dauergrünlandarten, wie dem unempfindlichen und triebigen *Dactylis glomerata* (DEUTSCH 2007) und *Festuca rubra*. In der lückigen Grasnarbe und im vegetationslosen Boden unter dem kahlgefressen Knöterichbestand kam es zu einer Ansiedlung von *Cirsium arvensis*. Laut SCHREIBER et al. (2009) könnten sich in diesen „potentiellen Kleinstandorten“ auch Arten neu etablieren, welche auf „regelmäßige Störungen“ angewiesen sind. Am Damm nahm die Deckung von Wiesengräsern ab, trittfeste, kriechende und rosettenbildende Pflanzen, wie *Potentilla reptans*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* und *Plantago*-Arten hingegen nahmen zu. Des Weiteren konnten vermehrt wärmeliebende Arten vorgefunden werden; dazu zählen *Achillea millefolium*, *Leucanthemum vulgare*, *Daucus carota*, *Galium verum*, sowie *Origanum vulgare*. Auf der trockenen Südseite mit einem schottrig, sandigen Untergrund und einem zu Beginn der Aufnahmen enormen Knöterichbestand, waren zur Zeit der Erstaufnahme kaum Wiesenarten oder andere Arten vorhanden. Mit dem höchsten Deckungswert von 2,5 % konnten *Lolium perenne*, *Erigeron annuus*, *Festuca rupicola* und *F. ovina* vorgefunden werden. Doch auch diese und andere Arten verloren im Zuge der Beweidung an Mächtigkeit. Die Annahme, dass die Artenvielfalt mit Abnahme des Knöterichs und einer folglich erhöhten Lichtverfügbarkeit zunimmt, kann auf der Südseite der ersten Versuchsfläche nicht bestätigt werden. Die kaum vorhandene Grasnarbe auf dem lockeren Untergrund wurde durch die Tiere losgetreten. Mit Ende der Beweidung stieg bei einigen Arten die Deckung nochmals an, andere Artvorkommen blieben in ihrer Anzahl konstant.

Die Arten der Nachsaat, welche am 20.05.2015 durchgeführt wurde, konnten nur vereinzelt und spärlich bei der zweiten Vegetationsaufnahme dokumentiert werden.

Ohne Bekämpfungsmaßnahmen kann sich der Hybrid zu einem Reinbestand entwickeln, wie an der Entwicklung auf der angrenzenden Kontrollfläche beobachtet werden kann. Bei der ersten Aufnahme konnte *Fallopia x bohemica* eine Deckung von 2,5 bis 62,5 % und eine Wuchshöhe von bis zu 140 cm erreichen. Die Anzahl der Begleitarten wurde auf der nördlich exponierten Seite mit 20 Arten dokumentiert. Dieses Artenaufkommen konnte auch auf der Nordseite der angrenzenden Versuchsfläche festgestellt werden. Mit der Zunahme von des Knöterichs sank die Artenzahl der Begleitflora auf vier Arten: *Rubus caesius* und *Urtica dioica* als klassenspezifische Arten, sowie *Lolium perenne* und *Festuca rubra*, die rar bis spärlich am Rand des Horstes vorkamen. Auf der Südseite am Böschungsfuß war die Deckung des Knöterichs mit einem Wert von 62,5 % schon sehr fortgeschritten. Die anfänglichen 12 Begleitarten dezimierten sich unter dem 2 m hohen Dickicht auf *Rubus caesius* sowie *Galium verum*, wobei diese in ihrer Deckung leicht zunahmen. Auch auf Probefläche 8 konnte durch die Zunahme des Knöterichs eine Artenabnahme festgestellt werden.

6.2.2. Versuchsfläche 2

Die zweite Versuchsfläche wurde am 13.05.2015 mit neun Ziegen und zwei Schafen besetzt. Bei der ersten Vegetationsaufnahme am 07.05.2015 hatte der Knöterich an manchen Stellen bereits eine Höhe von bis zu 150 cm und eine mittlere Deckung von 15 bis 37,5 % erreicht. Anders als bei der ersten Versuchsfläche, zeigte die nördlich exponierte Böschung ein massiveres Vorkommen. Am 02.06.2015 wurden zwei Ziegen und ein Schaf wegen Niedertracht gegen sechs Schafe ausgetauscht. Zwei Wochen später musste aufgrund von Futtermangel und starkem Regenwetter abgetrieben werden. In diesen fünf Beweidungswochen wurde die Deckung des Knöterichs auf 2,5 % reduziert. In der Weidepause konnte sich der Bestand gleich der Erstaufnahme regenerieren. Die zweite Beweidung erfolgte über einen Zeitraum von sieben Wochen ausschließlich mit sieben Ziegen. Der *Fallopia* – Bestand konnte, gleich wie beim ersten Weidengang von anfänglich 15 bis 62,5 % auf 2,5 bis 15 % mittlerer Deckung reduziert werden.

Derselbe Entwicklungsverlauf konnte auch bei der Grasnarbendichte und teilweise bei der Artenanzahl beobachtet werden. Während des Weidegangs kam es zu einer Abnahme der Dichte. Vor allem auf der Südseite und auf Probefläche 13 konnte keine Grasnarbe mehr ermittelt werden. Grund hierfür ist das lockere, sandig und schottrige Böschungsmaterial, welches ohne geschlossen Grasnarbe leicht von den Tieren abgetragen werden konnte. In

der Ruhephase nahm die Grasnarbendichte zu. So entwickelte sich beispielsweise die Grasnarbe am Damm durch ausläuferbildende trittrobuste Gräser von lückig auf dicht. Im Zuge der Beweidung war wiederum eine Abnahme erkennbar, mit Ausnahme der nördlich exponierten Probefläche 10. Hier kam es zu einer Verdichtung von mäßig dicht auf dicht. Da beim zweiten Weidegang ausschließlich Ziegen aufgetrieben wurden und diese durch ihr hohes Selektionsverhalten ein breites Spektrum an Futterpflanzen, welche zum Teil sehr proteinarm und rohfaserreich sein können, verzehren (WALLNER 2004), wurde die Verdichtung der Grasnarbe gefördert. Schon WALLNER (2004) konnte in seinem Projekt auf Almflächen beobachten, dass bei einer Beweidung mit Schafen und Ziegen, Schafe bevorzugt Gräser sowie Kräuter und Ziegen vermehrt Sträucher und Bäume auf steilen Flächen fraßen.

Die Entwicklung der Begleitflora verhielt sich ähnlich des Knöterichs. Während den Weidegängen reduzierte sich bei fast allen Arten der Deckungsgrad, manche stagnierten und die Artenanzahl nahm ab. Auffällig war, dass viele Arten während der Beweidung verschwanden und danach wieder vorkamen. Vorrangig betraf es Arten der Wiesengesellschaft welche rar bis spärlich vorkamen wie beispielsweise *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea jacea*, *Lolium perenne* und *Hypericum perforatum*. In der Weidepause konnten sich die Pflanzen wieder regenerieren. Die Artenanzahl war höher als bei der Erstaufnahme und sank wiederum während der Beweidung. Trotzdem war die Anzahl bei der Letztkartierung um ein bis vier Arten höher als zu Weidebeginn. Lediglich auf Probefläche 11 kam es im Laufe der Versuchsperiode zu einem Artenschwund. Verantwortlich dafür war eine fehlende Grasnarbenbildung auf dem sehr sandig, schottrigen Untergrund und die daraus resultierende Materialabtragung durch den Viehvertritt.

Neben der vorherrschenden Klasse *Galio-Urticetea* war vermehrt die Klasse *Artemisietea vulgaris* mit *Solidago canadensis* als Pflanzengesellschaft vorzufinden. Die Pflanzengesellschaft der Goldrute war insbesondere auf der nördlichen Böschung und am Damm stark ausgeprägt. Auf der südlichen Böschung entwickelten sich in geringer Zahl Arten der Klasse *Festuco-Brometea*, wie beispielsweise *Salvia pratensis*, *Festuca rupicola* oder *Galium verum*.

Anders als bei der ersten Versuchsfläche war das Aufkommen von Wiesenelementen bei der zweiten Versuchsfläche sehr gering. Bedingt durch die flächige Ausbreitung des Knöterichs zeigten sich nur vereinzelt kleine Wiesenflächen auf der nördlich exponierten Böschung und teilweise im oberen Drittel der Südseite. Auf allen Probeflächen waren Pflanzen der Klasse *Molinio-Arrhenatheretea* nur rar bis mit geringer Deckung vorzufinden, bis auf die nördliche zehnte Fläche, welche über einen größeren Bestand verfügte.

6.3. Einfluss der Beweidung auf *solidago canadensis* & *Robinia pseudoacacia*

Das Vorhandensein von weiteren Neophyten, *Solidago canadensis* und *Robinia pseudoacacia*, führte zur Frage, ob die Beweidung auch Auswirkungen auf die Entwicklung dieser beiden invasiven Pflanzen hat.

Solidago canadensis war zur Zeit der Aufnahmen auf beiden Versuchsfeldern vorhanden und es konnte festgestellt werden, dass die Blütenbildung durch den Verbiss gestoppt wurde. Dies bedeutet, dass die Samenbildung und somit die generative Ausbreitung unterbunden wurden. Die knapp über den Boden zurückgefressene Pflanze reagierte mit einer zunehmenden Bildung von Seitentrieben. Folglich kam es zu einem büschelartigen Erscheinungsbild. Bei der Maßnahme Standweide blieb die spärlich vorhandene Goldrute durch den selektiven Fraß der Ziegen in ihrer Deckung konstant. Durch die Beweidung auf der zweiten Fläche blieb die Deckung einerseits konstant, andererseits konnte eine Abnahme als auch eine Zunahme (Probefläche 10) verzeichnet werden. Probefläche 12 war die einzige Fläche, auf der *Solidago* während der Weidepause an Deckung zunahm. Gründe dafür sind vermutlich, dass dem relativ flächigen Bestand genügend Licht zur Verfügung stand und der Konkurrenzdruck von *Fallopia* nicht so stark war wie auf den anderen Flächen. Allgemein kann festgehalten werden, dass sich eine Beweidung, aufgrund der Versuchsergebnisse, positiv auf die Eindämmung von *Solidago canadensis* auswirkt. Die generative Vermehrung wird verhindert und auch wenn Neuaustriebe gefördert werden, wird, wie HARTMANN et al. (1995) bereits feststellte, die Wüchsigkeit (Verringerung der Stängeldurchmesser) gestört. In *Fallopia*-Beständen würde *Solidago* mit der Zeit wegen zu hoher Lichtkonkurrenz verdrängt werden.

In Bezug auf *Robinia pseudoacacia* konnte durch die Beweidung ein Rückgang der Wurzelausläufe erreicht werden, wobei sowohl frische als auch verholzte Triebe verzehrt wurden. Durch einen dauerhaften Besatz der Weide mit den Tieren, bevorzugt Ziegen da diese als Mischfresser vermehrt die Triebe und Blätter von Sträucher verzehren, können Wurzelausläufer eingedämmt und auch vernichtet werden. Der Baum selbst wird von den Ziegen lediglich zum Kratzen und als Unterstand, weshalb dieser alleine von den Tieren nicht vernichtet werden kann. Daher wurden einzelne Robinien geringelt. Die angewandte Methode des Ringelns ist den Versuchen von DIRK et al. (2015) zufolge zwar erfolgreich, aber im Falle der Versuchsfeldern sollte überlegt werden, ob *Robinia pseudoacacia* überhaupt bekämpft werden muss. Es wird empfohlen, die Methode der Beweidung weiterzuführen, bis *Fallopia x bohemica* endgültig vernichtet ist. Für die *Robinia pseudoacacia* – Arten würde dies bedeuten, dass eine generative Vermehrung

verhindert würde und die vorhandenen Exemplare als Bodenfestiger Erosionsgefahren vorbeugen könnten (BÖCKER 1995).

6.4. Kostenvergleich

Bei der Beweidung von Bahndämmen müssen höchste Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, um die Sicherheit für Mensch und Tier gewährleisten zu können. Daher sollte eine Umzäunung doppelt gesichert und im Laufe der Beweidung regelmäßig kontrolliert werden, da Ziegen wahre Ausbrechkünstler sind. Zudem müssen die tägliche Versorgung der Tiere mit Trinkwasser, die Kontrolle der Tiere auf etwaige Verletzungen und ein eventueller Austausch gegeben sein. Diese Maßnahmen sind, im Gegensatz zu einer mechanischen Knöterichbekämpfung, sehr arbeitsintensiv. Beim Vergleich der jährlichen Kosten allerdings, ist die Beweidung mit einem Wert von 0,95 € / m² die günstigere Variante, im Vergleich zu einer Mahd mit 6,85 € / m². Hinzu kommen bei der Mahd weitere Kosten für eine fachgerechte Entsorgung des Knöterichs.

Bei einem Versuch von WALSER 1994 wurden 253 Tiere auf etwa 10 ha entlang der Rench von April bis Oktober gehütet. Nachts wurden sie in Nachtpferche getrieben. Die Kosten beliefen sich auf knappe 250 € / ha bzw. 0,02 € / m² (WALSER 2013).

6.5. Schlussfolgerung & Empfehlung für das Management auf Bahndämmen

Die Methode der Beweidung als Bekämpfungsinstrument gegen den invasiven Knöterich erwies sich im beschriebenen Projekt als effektiv. Der ständige Verbiss förderte die Bildung von Rhizomaustrieben und behinderte dadurch die Assimilation, welche für die Anlage eines Reservespeichers wichtig wäre. Die Pflanzen werden auf Dauer geschwächt und könnten so langfristig vernichtet werden. Zudem wird durch die Beweidung eine weitere Verbreitung durch Sprossfragmente unterbunden, da die oberirdische Biomasse vollständig verzehrt wird.

Den Ergebnissen zufolge ist eine Dauerbeweidung allerdings sinnvoller, um den *Fallopia*-Bestand nachhaltig zu schädigen bzw. zu verdrängen. Die Rotationsbeweidung hingegen nistet sich an, um die Artenvielfalt dauerhaft zu erhöhen. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Bekämpfung von *Fallopia x bohemica* und parallel dazu eine Steigerung der Artenvielfalt nicht möglich ist. Durch die Beweidung wird die ursprüngliche Pflanzengesellschaft verdrängt, wodurch sich vermehrt trittrobuste, horst- und ausläuferbildende Wiesenarten ansiedeln können. Somit würde sich allmählich eine geschlossene Grasnarbe bilden, welche das Knöterichaufkommen erschweren und Materialabtragungen verhindern würde. In Bezug auf die Grasnarbedichte konnte festgestellt werden, dass diese sehr abhängig von der Bodenbeschaffenheit, der Exposition, der Witterung und der bereits vorhandenen Grasnarbe ist. Allgemein lässt sich daher festhalten, dass unabhängig der zwei Beweidungsstrategien, die Grasnarbenentwicklung nordseitig leicht verbessert werden konnte. Ein regelmäßiges Nachsäen, wie im Versuch auch getätigt wurde, wirkt unterstützend. Ein gleichzeitiges Zurückdrängen vom Hybrid beziehungsweise der Elternarten und die Erhöhung der Artenvielfalt ist jedoch nicht möglich.

Bei der Maßnahme der Standbeweidung konnte *Fallopia x bohemica* langsam in seiner Deckung minimiert werden. Durch die Störung kam es zu einer Steigerung von Wurzelausläufern, weshalb die Deckung zwischenzeitlich stagnierte. Eine ständige Reproduktion erfordert jedoch Energie, welche der Pflanze schlussendlich zur Einlagerung fehlt. Die dauerhafte Beweidung führte im Falle des Projektes zu einem Rückgang der Artenvielfalt, wobei trittbeständigere Arten übrigblieben. Die Besatzdichte mit sieben Ziegen für knapp 2800 m² auf Versuchsfläche 1 war für die ständige Beweidung optimal. Es musste kaum zugefüttert werden und durch das ausreichende Angebot an Grünfutter, fast die gesamte Nordseite wies eine durchgängige Grasfläche auf, hätte zusätzlich noch ein Schaf beigestellt werden können. Zur Gewährung einer gleichmäßigen Abweidung von Saisonsbeginn an, wäre es vorteilhaft den Unterstand mittig der Fläche zu stellen. Somit wäre die Entfernung für die Tiere vom Futter zum Unterstand immer gleich weit. Da bei

Lärmschutzwällen die Zugänglichkeit oft beschränkt ist, müssen Kompromisse geschlossen werden, weshalb der Unterstand aus Versuchsfläche 1 nicht optimal platziert werden konnte. Bei der Beweidung der zweiten Versuchsfläche musste wegen dem zu hohen Besatz (11 Tiere) und dem daraus resultierenden Futtermangel abgetrieben werden. Wäre, wie bei der ersten Fläche, auf etwa 400 m² ein Tier gekommen, hätte eine Dauerbeweidung eventuell funktioniert. Die Methode vom Erstversuch 2014, eine Rotationsbeweidung, wurde wieder angewendet, wodurch es zwar zu einem Rückgang von *Fallopia* kam, sich der Bestand aber während der Weidepause wieder gut erholen und stark zunehmen konnte. Allerdings konnte sich durch die Weidepause auch die Begleitflora regenerieren, weswegen die Artenvielfalt auf dieser Fläche mehr gefördert wurde als auf Versuchsfläche 1.

Da die Bekämpfung von *Fallopia x bohemica* und dessen beiden Elternarten ein langwieriges Unterfangen ist, in der Literatur wird von sechs bis acht Jahre ausgegangen, sollte im Falle des beschriebenen Projektes eine Beweidung noch einige Jahre durchgeführt werden. Ersichtlich wurden erste positive Ergebnisse aufgrund einer Dauerbeweidung. Für zukünftige Versuche sollte eventuell eine Rotationsbeweidung umgesetzt sowie die Weidefrequenz und der Tierbesatz erhöht werden. Der Knöterich würde dadurch mehrmals im Jahr für einige Wochen intensiv gestört werden und die Begleitflora hätte in der Weideruhe die Möglichkeit zur Regeneration.

In Hinblick auf den Einfluss der Beweidung bezüglich *Solidago canadensis* und *Robinia pseudoacacia*, konnte festgestellt werden, dass durch den Fraß der Tiere eine generative Verbreitung bei *Solidago canadensis* unterbunden und frische, zum Teil leicht verholzte Wurzelausläufer von *Robinia pseudoacacia* verzehrt werden.

Zukünftig sollten nicht nur die zwei Bekämpfungsmethoden verbessert, sondern vor allem nachhaltige Präventionsmaßnahmen bei neuen Bauvorhaben getroffen werden. Dies würde bedeuten, dass belastetes Bodenmaterial keine Verwendung findet. In der Praxis ist es allerdings sehr schwierig, unbelastetes Material zu erhalten, weswegen eine thermische Hygienisierung oder eine Siebung durchgeführt werden sollten (AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG 2013) was einen Kostenmehraufwand mit sich bringt. Im Falle von bereits vorhandenen Neophyten-Beständen sollte eine weitere Bestandsverdichtung verhindert, punktuelle Vorkommen ausgegraben und das kontaminierte Aushubmaterial fachgerecht entsorgt werden. Bei einem flächigen Auftreten sollte der Bestand gemäht und das Schnittgut entfernt und fachgerecht entsorgt werden.

Bei einer Bekämpfung mit Hilfe von Ziegen und Schafen sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- **Flächengröße** – Die Weidefläche sollte eine Mindestbreite von 15m aufweisen. Die Länge ist abhängig von der zur Verfügung stehenden Tieranzahl. Die beiden Versuchsflächen mit 147 m x 20 m (Versuchsfläche 1) und 205 m x 20 m (Versuchsfläche 2) sind gut überschaubar. Da die Bahnböschung auf der Versuchsfläche 1 eine Gesamtlänge von etwa 300 m aufweist, würde sich dort eine komplette Beweidung gut anbieten. Zwei Unterstände entlang der Nordböschung wären von Vorteil. Bahnböschungen für Beweidungen sind besonders geeignet, da die Tiere auf der zugabgewandten Seite mehr Ruhe finden.
- **Zaun** – Der Abstand zwischen dem Zaun und den *Fallopia* – Arten sollte mindestens 1,5 m bis 2 m betragen, um sicher zu stellen, dass die Rhizome noch innerhalb der Weidefläche sind. Zudem sollte der Zaun ausbruchsicher sein. Die in diesem Projekt getroffene Lösung ist empfehlenswert.
- **Zugänglichkeit** der Weideflächen wäre wünschenswert, da die Tiere regelmäßig mit Frischwasser versorgt und ihr Gesundheitszustand kontrolliert werden muss. Zudem sollte die Möglichkeit für einen einfachen An- und Abtransport gegeben sein.
- **Wasserversorgung** – durch tägliche Anlieferung des Betreuers oder im besten Fall durch eine Frischwasserleitung. In Abhängigkeit von Futterart und Lufttemperatur benötigen Schafe 1,5 bis 3 l am Tag (BURGKART 1998).
- **Unterstand** – dieser muss unbedingt auf Flächen ohne natürliche Deckung, beispielsweise ein Wald oder ein dichtes Buschwerk, vorhanden sein, um die Tiere vor starker Sonneneinstrahlung und Regen zu schützen. Als einen Ort der Ruhe sollten neben dem Dach noch drei Seiten beplankt sein. Zudem bevorzugen Ziegen einen erhöhten Liegeplatz, um ihre Umgebung besser beobachten und bei Gefahr schnell reagieren zu können.
- **Tierbestandsgröße** – Wieviel Tiere zum Einsatz kommen ist abhängig von der Bestandsgröße von *Fallopia*. Bei massivem Befall ist es sinnvoll zwei Drittel Ziegen und ein Drittel Schafe einzustellen.
- **Baumschutz** - Falls Bäume im Weidebereich vorhanden sind und Wert auf ihren Erhalt gelegt wird, muss ein Stammschutz verwendet werden! Bei langweile oder bei mangelhafter Nährstoffversorgung kann es zum Schälen der Rinde kommen,

wodurch starke Verletzungen am Baum verursacht werden können. Auch werden Bäume gerne zum Hörner scheuern verwendet.

- **Alte Nutzierrassen** – Zum Erhalt des kulturellen Erbes könnten auf den Weideflächen alte heimischen und gefährdete Ziegen- und Schafrassen zum Einsatz kommen. Durch die Selektion spezieller Eigenschaften könnten sich die Tiere hervorragend an die Gegebenheiten anpassen. Leider wurden diese Spezialisten im Laufe der Jahre durch Hochleistungsrassen ersetzt und gelten heute als gefährdet. Ein Ziel der Biodiversitätsstrategie 2020+ ist es auch regional angepasste Nutzierrassen zu forcieren, weshalb bei zukünftigen Bekämpfungsprojekten vom Knöterich vermehrt alte Rassen wie beispielsweise das Kärntner Brillenschaf (Fleischnutzung) oder das Krainer Steinschaf eingesetzt werden könnten. Bei den Ziegen gelten vorrangig Rassen als stark gefährdet, welche sich den Gegebenheiten im Gebirge angepasst haben, wie die Pfauneziege, die Blobe-Ziege, die Pinzgauer Strahlenziege oder die Steirische Scheckenziege. Daher stellt sich die Frage, wie geeignet diese Rassen in den Niederungen sind.
- **Aufklärung der Bevölkerung** durch Schilder oder Medien um Vandalismus und unerlaubtes Füttern zu unterbinden. Leider wird es immer wieder Menschen geben, die trotz dieser Maßnahmen dagegen agieren! Vorfälle dieser Art konnten auch im Untersuchungszeitraum sowie davor und danach festgehalten werden.

7. Quellenverzeichnis

7.1. LITERATURVERZEICHNIS

ACHAMMER, N. (2008): Ziegen natürlich halten und heilen. Oertel+Spörer Verlag, Reutlingen, 125 S.

ALBERTERNST, B. et al. (1995): Genetische und morphologische Unterschiede bei der Gattung *Reynoutria*. In: BÖCKER et al. 1995, S.113-124.

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.

BÄTZING, W. (1997): Kleines Alpenlexikon: Umwelt – Wirtschaft – Kultur. Verlag C.H. Beck, München. 320 S.

BMLFUW (Hrsg.) (2014): Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+: Vielfalt erhalten – Lebensqualität und Wohlstand für uns und zukünftige Generationen sichern!. Wien, 50 S.

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

BÖCKER, R. (1995): Beispiele der Robinien-Ausbreitung in Baden-Württemberg. In: BÖCKER et al. 1995, S.57-65.

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.

BURBKART, M. (1998): Praktische Schafhaltung. BLV, München. 191 S.

DEUTSCH, A. (2007): Bestimmungsschlüssel für Grünlandpflanzen: ein Führer zur einfachen und raschen Bestimmung sowie zum Kennenlernen wichtiger Grünlandpflanzen während der ganzen Vegetation. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 180 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.

DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 683 S.

ELLENBERG, H. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3. Auflage, Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG, Göttingen, 262 S.

MUCINA, L. et al. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. Teil I: Anthropogene Vegetation. Gustav Fischer Verlag, Jena, 578 S.

ESER, U. (1999): Der Naturschutz und das Fremde: ökologische und normative Grundlagen der Umweltethik. Campus Verlag, Frankfurt/ New York, 266 S.

ESER, U. (2005): Eindringlinge, Einwanderer oder Exoten?: Betrachtungen über Verhältnis des Naturschutzes zu fremden Arten. In: BMLFUW (Hrsg.): Aliens: Neobiota in Österreich. Grüne Reihe Band 15, Böhlau Verlag, Wien/Köln/Weimar, S.12-28.

ESSL, F. & RABITSCH, W. (2004): Österreichischer Aktionsplan zu gebietsfremden Arten (Neobiota). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 26 S.

FISCHER, A. et al. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein, Südtirol. 3. Auflage. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterr. Museen, Linz, 1392 S.

FREITH, B. (2009): Unser Schaf- und Ziegenhof. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 208 S.

FOLLAK, S. (2010): Neophytische Unkräuter in einem sich wandelnden Klima. In: RABITSCH, W. & ESSL, F. (2010), S.51-59.

GIGON, A. & WEBER, E. (2005): Invasive Neophyten in der Schweiz: Lagebericht und Handlungsbedarf. Geobotanisches Institut, Zürich, 41 S.

HAGENKÖTTER, A. (2012): Ziegen: Treue Freunde mit Köpfchen. Cadmos Verlag, Schwarzenbek, 79 S.

HALLER, M. (2000): Seltene Haus- & Nutztierassen. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, 176 S.

HARTMANN, E. et al. (1995): Neophyten: Biologie, Verbreitung und Kontrolle ausgewählter Arten. Ecomed-Verl.-Ges., Landsberg, 302 S.

HARTMANN, E. & KONOLD, W. (1995): Späte und Kanadische Goldrute (*Solidago gigantea et canadensis*): Ursachen und Problematik ihrer Ausbreitung sowie Möglichkeiten ihrer Zurückdrängung. In: BÖCKER et al. 1995, S.93-104.

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

JARITZ, G. (2014): Seltene Nutztiere der Alpen: 7000 Jahre geprägte Kulturlandschaft. Verlag Anton Pustet, Salzburg.

HEGER, T. (2004): Zur Vorhersagbarkeit biologischer Invasionen: Entwicklung und Anwendung eines Modells zur Analyse der Invasion gebietsfremder Pflanzen. Band 4: Neobiota. Berlin, 197 S.

KLAPP, E. (1978): Gräserbestimmungsschlüssel: Bestimmen im blühenden und blütenlosen Zustand, Verbreitung und Wert. Paul Parey, Berlin, 57 S.

KLEINBAUER, I. et al. (2010): Das Ausbreitungspotenzial von Neophyten unter Klimawandel – Viele Gewinner, wenig Verlierer?. In: RABITSCH, W. & ESSL, F. (2010), S. 27-45.

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. (2010): Biologische Invasionen: Neophyten & Neozoen in Mitteleuropa. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 492 S.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1994): Handbuch Wasser 2: Kontrolle des Japan-Knöterichs an Fließgewässern - I. Erprobung ausgewählter Methoden. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Stuttgart, 63 S.

MINARIK, H. (2014): ÖBB setzt auch auf Biodiversität!. Natur & Land, Heft 4, S. 44-45.

RABITSCH, W. & ESSL, F. (Hrsg.) (2010): Aliens: Neobiota und Klimawandel – Eine verhängnisvolle Affäre?. Verlag Bibliothek der Provinz, Weitra, 158 S.

RABITSCH, W. & ESSL, F. (2010): Aliens unter uns? Wer sind sie wirklich? Sind sie die Gewinner des Klimawandels?. In: RABITSCH, W. & ESSL, F. (2010), S. 10-19.

REPUBLIK ÖSTERREICH (1995): Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich: 213. Übereinkommen über die biologische Vielfalt samt Anlagen und Erklärungen. Wien.

SAMBRAUS, H. (2011): Farbatlas Nutztierassen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 332 S.

SAUBERER, N., MOSER, D., GRABHERR, G. (2008): Biodiversität Österreich: Räumliche Muster und Indikatoren der Arten- und Lebensraumvielfalt. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien. 313 S.

SCHAUER, T. & CASPARI, C. (2004): Der Grosse BVL Pflanzenführer. BVL Verlagsgesellschaft, München, 480 S.

SCHREIBER, K. et al. (2009): Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft: 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. Verlag regionalkultur Heidelberg, Ubstadt-Weiher, Basel, 397 S.

SCHIERING, L. (2012): Ziegen: Freundliche Querköpfe. Komet, Köln, 112 S.

SCHRÖDER, C. (1995): Eignung von Ziegen für die Landschaftspflege: Kaschmir-, Buren- und Edelziege im Vergleich. In: Schriftreihe Studien zur Agrarökologie, Band 18, Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 193 S.

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

SCHWEIZERISCHE BUNDESBAHNEN SBB AG et al. (2001): Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen. Broschüre der SBB AG, BUWAL & BAV, Bern, 33 S.

SPÄTH, H. (2012): Ziegen halten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 200 S.

STORL, W.-D. (2012): Wandernde Pflanzen: Neophyten, die stillen Eroberer, Ethnobotanik, Heilkunde und Anwendungen. AT Verlag, Aarau und München, 320 S.

STREIT, B. (2007): Was ist Biodiversität? Erforschung, Schutz und Wert biologischer Vielfalt. Verlag C. H. Beck, München, 125 S.

SÜLLENTROP, D. (2013): Kamerunschafe. Books on Demand, 72 S.

TIEFENBACH, M. (1998): Naturschutz in Österreich. Band 91 im Auftrag des Umweltbundesamt, Wien, 18 S.

WALSER, B. (1995): Praktische Umsetzung der Knöterichbekämpfung. In: BÖCKER et al. 1995, S.161-172.

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

WILLIAM, A. (2011). Tierzucht. Vorlesungsunterlagen zur Vorlesung „Tierzucht“, Universität für Bodenkultur, Wien.

WILSON, L.M. (2007): Key to Identification of Invasive Knotweeds in British Columbia. B.C. Min.For. & Range, For. Prac. Br., Kamloops, B.C. 8 S.

WINCKLER, C. & LEEB, C. (2014): Tierhaltung. Vorlesungsunterlagen zur Vorlesung „Tierhaltung“, Universität für Bodenkultur, Wien.

7.2. INTERNETQUELLEN

Agrarmarkt Austria (2016): Tierschutz: Weide. https://www.ama.at/getattachment/9b36ea63-38b2-40c2-a34e-f61de5aa69f6/MEB_Oepul2015_Tierschutz-Weide_2-0.pdf, letzter Zugriff am 03.03.2016.

AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN UNION (2014): EU Verordnung zu invasiven Arten.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014R1143&from=EN>,
letzter Zugriff am 05.02.2016

AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG (2013): Aktionsprogramm Neophyten
und Kreuzkräuter in Vorarlberg, <file:///E:/Masterarbeit/aktionsprogramm%20Vorarlberg.pdf>,
letzter Zugriff am 06.07.2018.

ARCHE AUSTRIA, Hrsg (2015): Verein zu Erhaltung seltener Nutzierrassen. Scheffau am
Tennengebirge. <http://www.arche-austria.at/index.php?id=101>, letzter Zugriff am 21.11.2015.

BMLFUW (2016): http://www.biologischesvielfalt.at/ms/chm_biodiv_home/chm_konv_cbd/ ,
letzter Zugriff am 03.02.2016.

BUNDESKANZLERAMT ÖSTERREICH (2016): 1. Tierhaltungsverordnung,
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003820>, letzter Zugriff 02.03.2016.

DIRK, M., BÖCKER, R. & ALBERTERNST, B. (2015): Erfolgreiche Bekämpfung der Robinie
(*Robinia pseudoacacia* L.) Ringeln mit Restbrücke. <https://www.uni-hohenheim.de/organisation/projekt/erfolgreiche-bekaempfung-der-robinie-robinia-pseudoacacia-l-ringeln-mit-restbruecke>, letzter Zugriff 18.05.2017

LANDESHAUPTSTADT KLAGENFURT AM WÖRTHERSEE (Hrsg.):
<http://www.klagenfurt.at/die-stadt/statistik/klagenfurt-in-zahlen.html>, letzter Zugriff am
18.02.2016

LANDESVERBAND BAYRISCHER SCHAFHALTER e. V. (Hrsg):
<http://www.alpinetgheep.com/landschaftspflege.html> letzter Zugriff am 01.03.2016

ÖBB-INFRASTRUKTUR AG:
http://www.oebb.at/infrastruktur/de/5_0_fuer_Generationen/5_4_Wir_bauen_fuer_Generationen/5_4_1_Schieneinfrastruktur/Suedstrecke/Koralmbahn/, letzter Zugriff am 10.12.2015.

ROGG, R. (2010): Die „Eisenbahnkuh“ oder „die Kuh des kleinen Mannes“, Verband
schwäbischer Ziegenzüchter e.V.,
<http://www.ziegenzuchtbayern.de/files/ziegenzucht/seiten/literatur/literaturschnipsel/Die%20Eisenbahnerkuh%20oder%20Kuh%20des%20kleinen%20Mannes.pdf>, letzter Zugriff
02.03.2016.

KÄRNTNER SAATBAU GenmbH (2017): Rasensamen Gesamtkatalog 2017, http://www.saatbau.at/fileadmin/user_upload/PDF/RasensamenGesamtkatalog_Internet_klein.pdf, letzter Zugriff 04.04.2017

UMWELTBUNDESAMT GMBH:

<http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/naturschutz/artenschutz/neobiota/>

ZAMG: Klimaübersicht. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/klimauebersichten/klimamittel-1971-2000>, letzter Zugriff 18.02.2016

WALSER, B. (2015): Staudenknöterich an unseren Gewässern: Strategien zur Bestandregulierung. Landschaftspflegetag Baden-Württemberg Landschaftspflege vom Rheintal bis in den Schwarzwald, http://www.lrl-bw.de/pb/site/pbs-bwnew/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/alr/11_Veranstaltungen_2015/pdf_Vortrag%20A4ge_PMs/151008_beitrag_walser.pdf, letzter Zugriff 06.09.2017

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Streckenabschnitt Althofen/Drau-Klagenfurt mit Versuchsflächen (ÖBB INFRA 2014).....	11
Abbildung 2: Versuchsfläche 1 & Kontrollfläche (eigene Aufnahme).....	12
Abbildung 3: Versuchsfläche 2 (eigene Aufnahme).....	12
Abbildung 4: Jährlicher Temperaturdurchschnitt (ZAMG 2016).....	13
Abbildung 5: Fallopia x bohemica (eigene Aufnahme).....	15
Abbildung 6: Blattmorphologie und Trichome (WILSON 2007).....	16
Abbildung 7: Bildung von Fallopia-Ausläufern (KOWARIK 2013).....	18
Abbildung 8: Verteilung der Biomasse und Sprossaufbau (KOWARIK 2013).....	19
Abbildung 9: Probleme von Neophyten auf Bahnanlagen (ÖBB Infrastruktur 2011).....	21
Abbildung 10: Nahrungsspektrum von Pflanzenfresser (WINCKLER & LEEB 2014).....	25
Abbildung 11: zwei Saanenziegen & eine Gämsfärbige Gebirgsziege (eigene Aufnahme)...	25
Abbildung 12: Burenziegenbock auf Versuchsfläche 1 (eigene Aufnahmen).....	26
Abbildung 13: Beweidungsfläche 1 grün mit Aufnahmeflächen rot und Kontrollfläche gelb (KAGIS-Kärnten 2015).....	30
Abbildung 14: Versuchsfläche 2 grün mit roten Aufnahmeflächen (KAGIS Kärnten 2015)....	30
Abbildung 15: Hilfstafel nach GEHLKER mit BRAUN-BLANQUET-Skala 1-5 (DIERSCHKE 1994).....	32
Abbildung 16: Mittlerer Deckungswert von Fallopia x bohemica auf Versuchsfläche 1	35
Abbildung 17: Probefläche 1 bei der ersten Vegetationsaufnahme (eigene Aufnahme)	36
Abbildung 18: Letzte Vegetationsaufnahme Probefläche 1 (eigene Aufnahme).....	36
Abbildung 19: Probefläche 2 am 27.04.2015 (eigene Aufnahme).....	37
Abbildung 20:Zweite Kartierung (eigene Aufnahme).....	38
Abbildung 21: Letzte Aufnahme Probefläche 2 (eigene Aufnahme).....	38
Abbildung 22: Erste und letzte Aufnahme von Probefläche 3 (eigene Aufnahmen).....	39
Abbildung 23: Erste und zweite Kartierung von Probefläche 4 (eigene Aufnahmen).....	40
Abbildung 24: Letzte Aufnahme Probefläche 4 (eigene Aufnahme).....	40
Abbildung 25: Erste und zweite Vegetationsaufnahme von Probefläche 5 (eigene Aufnahmen).....	41
Abbildung 26: Letzte Aufnahme von der fünften Probefläche (eigene Aufnahme)	42
Abbildung 27: Mittlerer Deckungswert von Fallopia x bohemica auf der Kontrollfläche.....	43
Abbildung 28: Probefläche 6 am 29.04. und 17.10., diese Fläche wurde versehentlich einmal geschlegelt (eigene Aufnahmen)	44
Abbildung 29:Südseitige Probefläche 7 (eigene Aufnahme).....	44
Abbildung 30: Probefläche 8 bei Letzaufnahme (eigene Aufnahme).....	45
Abbildung 31: Versuchsfläche 1 und angrenzende Kontrollfläche nach Ende der Weideperiode (eigene Aufnahme)	45
Abbildung 32: Gesamtartenzahl auf Versuchsfläche 1.....	46
Abbildung 33: Tabellenkopf - Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Versuchsfläche 1	47
Abbildung 34: Zusammensetzung der Mantelsaat speziell für Böschungen (Kärntner Saatbau 2017).....	49
Abbildung 35: Aufbau vom Mantelsaatgut (KAERNTNER SAATBAU 2017).....	49
Abbildung 36: Vergleich der Gesamtartenzahl beider Vegetationsaufnahmen auf der Kontrollfläche.....	50

Abbildung 37: Tabellenkopf- Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Kontrollfläche	51
Abbildung 38: Mittlerer Deckungswert von Fallopia x bohemica auf Versuchsfläche 2	53
Abbildung 39: Probefläche 9 bei Beginn der Beweidung (eigene Aufnahme)	54
Abbildung 40: Erstaufnahme Probefläche 10 und während der Weidepause (eigene Aufnahmen)	54
Abbildung 41: Probefläche 10 nach zweitem Weidegang (eigene Aufnahme)	55
Abbildung 42: Damm bei erster und zweiter Aufnahme (eigene Aufnahmen)	56
Abbildung 43: Damm nach Weidepause (eigene Aufnahme)	56
Abbildung 44: Erstaufnahme Probefläche 13 (eigene Aufnahme)	57
Abbildung 45: Während dem ersten Weidegang und in der Weidepause (eigene Aufnahmen)	58
Abbildung 46: Probefläche 13 nach dem zweiten Weidedurchgang am Ende der Beweidung (eigene Aufnahme)	58
Abbildung 47: Gesamtartenanzahl der jeweiligen Probeflächen auf Versuchsfläche 2	59
Abbildung 48: Tabellenkopf – Auswertung der Vegetationsaufnahmen von Versuchsfläche 2	60
Abbildung 49: Mittlerer Deckungswert der Goldrute	64
Abbildung 50: Erstaufnahme auf Probefläche 12 sowie die Regeneration im Laufe der Weidepause (eigene Aufnahmen)	65
Abbildung 51: Zweite Vegetationsaufnahme von Probefläche 12 (eigene Aufnahme)	65
Abbildung 52: Das Ringeln der Robinien auf der Versuchsfläche (eigene Aufnahme)	66
Abbildung 53: Mittlerer Deckungswert der Robinie	67
Abbildung 54: Probefläche 11 bei der ersten Kartierung (eigene Aufnahme)	68
Abbildung 55: Erste und zweite Aufnahme (eigene Aufnahmen)	68
Abbildung 56: Aufnahme während der Weidepause (eigene Aufnahme)	69
Abbildung 57: Stockaustrieb am Damm bei Erstaufnahme (eigene Aufnahme)	70
Abbildung 58: Stockaustrieb und Wurzelausläufer während Weidepause, adulter Baum ist abgestorben (eigene Aufnahme)	70

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Monatliche Temperatur & Niederschlagsmenge der Weideperioden 2014 & 2015 (ZAMG 2016).....	14
Tabelle 2: Angaben zu den Aufnahme­flächen	29
Tabelle 3: Datum der Vegetationsaufnahmen.....	30
Tabelle 4: Deckungsgrad-Skala nach BRAUN-BLANQUET (DIERSCHKE 1994, modifiziert)	31
Tabelle 5: Mittelwert des Deckungsgrads nach BRAUN-BLANQUET (DIERSCHKE 1994) ..	33

GESAMTTABELLE DER VEGETATIONSAUFNAHMEDATEN AUF VERSUCHSFLÄCHE 1, KONTROLLFLÄCHE UND VERSUCHSFLÄCHE 2

Managementmaßnahme Größe Exposition Aufnahme Nummer Grasnarbendichte Artenzahl	Versuchsfläche 1																	Managementmaßnahme Größe Exposition Aufnahme Nummer Grasnarbendichte Artenzahl	Kontrollfläche								
	1				2				3				4				5				6	7	8				
	Standweide																		Keine								
	10m²				12m²				10m²				18m²				18m²				15m²		20m²		12m²		
	Nord				Nord				Damm				Süd				Süd				Nord		Süd		Süd		
1	14	29	39	2	15	30	40	3	16	31	41	4	17	32	42	5	18	33	43	6	44	7	45	8	46		
sl	l	l	l	sl	sl	l	l	md	l	sl	l	sl	sl	-	sl	l	sl	sl	sl	-	-	-	-	sl	sl		
22	17	19	21	21	22	23	22	25	23	19	18	22	14	11	17	19	16	13	18	21	5	13	3	16	9		
D: AC Fallopia bohemica -Gesellschaft																		D: AC Fallopia bohemica -Gesellschaft									
Fallopia x bohemica	3	2	2	1	2	2	1	1	2	1	+	+	3	2	1	1	4	3	2	2	Fallopia x bohemica	2	4	4	5	1	3
KC Galio-Urticetea																		KC Galio-Urticetea									
Artemisia vulgaris							r							r			r		r	+	Artemisia vulgaris						
Equistum arvense																					Equistum arvense			r			
Galium aperine										+							+				Galium aperine			+			
Rubus caesius	r	+	1	+	+	r	+	+	r	r	+	r	1	+	r	+	1	+	r		Rubus caesius	+	+	1	2	2	3
Urtica dioica	1	1	1	1																	Urtica dioica	+	1				
Solidago canadensis	r	r	r	r		r	r	r			+	+									Solidago canadensis	r					
AC Lolio perennis-Cynosuretum																		Begleiter									
Lolium perenne	2	1	1	2	+	1	1	1	+	+	+	+	1		r	+		+	+	1	Anchusa officinalis	r		r			
VC Cynosurion																		Cardamine hirtus									
Phleum pratense	r																				Cardamine hirtus			r			
T: Cirsium arvense	r		r		+	+	r	+	r		r	r	+		r	+	+	r	r	+	Carex hirta					+	r
T: Plantago major										+											Cerastium glomeratum	+					
OC Arrhenatheretalia																		Cirsium arvense									
Galium album		r			+	1		1		+		r									Dactylis glomerata	r					+
Veronica arvensis	r								r												Daucus carota						r
T: Medicago lupulina									+								+				Equistum arvense	+					
T: Myosotis arvensis																	r				Erigeron annuus						+
T: Rumex obtusifolius			r																		Festuca rubra	r	r	+			+
KC Molinio-Arrhenatheretea																		Festuca rupicola									
Achillea millefolium								+	+	+	+	1									Galium album	r					+
Centaurea jacea											+										Galium verum			r	+	r	2
Cerastium holosteoides				r																	Leucanthemum vulgare						r
Dactylis glomerata	1	+	+	1		r		+					+	1		+		+		r	Lolium perenne	+	+	+			+
Festuca rubra	1	+	+		+	+	+	1	+	+	+			1				r	r	r	Myosotis ramosissima	r		r			r
Leucanthemum vulgare									+	+	r	+	r								Onobrychis viciaefolia			r			2
Lathyrus pratensis		r		r																	Plantago lanceolata						1
Lotus corniculatus	+		r		+	+		r		r		r	+	+	r	r					Poa angustifolia	r					
Plantago lanceolatus									1	+	r	1									Rumex obtusifolius	r					
																	r				Sanguisorba minor					r	1
																					Taraxacum officinale	+					
																					Veronica persica	r					
																					Vicia angustifolia	r		+			+
																					Vicia hirtusa	+					

Taraxacum officinale	r			r	r		r	+		r	r	r	r			r	r		r	r
Trifolium pratense		+	r	1				+		+	+	+				r		r	+	+
Trifolium repens	+	1	+	1	1	1	1	1	1	1	+	1	+	+	+	1	+	+	r	1
Begleiter																				
Agropyron repens												r								
Anchusa officinalis							r										r		r	r
Arabidopsis thaliana									r											
Bromus sterilis		+				r				r							+			
Carex caryophyllea	r			r																
Cardamine hirtus	r				r															
Cerastium arvense							r		r											
Cerastium glomeratum	r				r												r			
Chenopodium album																r				
Clematis vitalba													+		r			r		
Crepis tectorum								r												
Daucus carota	r	r	+						r	+	+		r			r		r		
Equistum arvense	r	+	+	r	r	+	r													
Erigeron annuus					+	+		+	+	+	1		1			r	1	r	r	
Festuca rupicola									+		+		1	r	r	r				
Festuca ovina	r			r					+				1				1			
Galinsoga parviflora																				r
Galium verum		r	r	r	+	+	+	r	+	+		1	+	r	+	r		+	r	r
Geranium rotundifolium			r	r				r												
Hippocrepis comosa																r				r
Hypericum perforatum							r	r												r
Luzula campestris					+	r														
Luzula sylvatica			r																	
Medicago sativa			r	r		r	r								r			+		
Myosotis ramosissima						r	r			r										
Onobrychis viciaefolia					1				r				+	r	r		1			
Origanum vulgare			r	r					+	+	+	+		r						r
Oxalis europaea							r		r		+			r			r	r		r
Poa angustifolia	r				+	+			+				+	r			+	r		
Potentilla reptans									r	+	+									
Sanguisorba minor							r		r											
Sonchus asper							r						+							
Trifolium arvense										r										
Veronica filiformis								r												
Veronica persica					+		r		r											
Viburnum opulus					r	+	r													
Vicia angustifolia	+	r	r	r	1	+	r	r		+		+	1				1	r		r
Vicia hirtusa	+	r		r	1	+		r	1				1	r		r				
Viola arvensis													r							

Probeflächen Managementmaßnahme Größe Exposition Aufnahme Nummer Grasnarbendichte Artenzahl	Versuchsfläche 2																			
	9				10				11				12				13			
	16m²				10m²				15m²				17m²				10m²			
	Süd				Nord				Süd				Damm				Nord			
9	19	24	34	10	20	25	35	11	21	26	36	12	22	27	37	13	23	28	38	
sl	-	sl	-	md	l	md	d	sl	-	sl	-	l	l	d	sl	sl	-	sl	sl	
19	19	23	23	21	20	25	24	25	20	20	18	18	16	29	19	19	16	22	20	
D: AC Fallopia bohemica-Gesellschaft																				
Fallopia x bohemica	3	2	4	2	2	1	2	1	+	r	r		2	1	2	1	3	1	3	2
VC Gesellschaftsgruppe mit Robinia pseudoacacia																				
Robinia pseudoacacia									1	+	1	+	r		+		r	r	+	r
KC Galio-Urticetea																				
Artemisia vulgaris			r	+	r		r	+	r						r	1				
Galium album	1	r	+	1		1	1	+	r	+	+	+								
Rubus caesius				1	r				r	r	r	r								
Urtica dioica													1	1	1	+	r	+	+	1
Solidago canadensis	+	+	+	r	1	1	1	1					2	1	2	1	1	+	+	1
AC Solidagocanadensis-Gesellschaft																				
Convolvulus arvensis			r								r				r					
Galium album	1	r	+	1		1	1	+	r	+	+	+	+	+	1	+	+	r	r	
Rubus caesius				1	r				r	r	r	r			1	+	1	+	1	1
D: Solidago canadensis	+	+	+	r	1	1	1	1					2	1	2	1	1	+	+	1
KC Artemisietea vulgaris																				
Artemisia vulgaris			r	+	r		r	+	r						r	1				
Cirsium arvense							r	r					r	r	r	r				
Equistum arvense																	r	r	r	
Erigeron annuus	+	r	+	1	+	+	+	1	1	+	+	1	1	r	1	1	+			+
Dactylis glomerata							r	r												
Daucus carota					r		r			+	+	r								
Taraxacum officinale													r	r	r	r				
Urtica dioica													1	1	1	+	r	+	+	1
KC Festuco-Brometea																				
Carex caryophylla	1	r	r	r		r						h								
Centaurea scabiose			r																	
Festuca rupicola	1			+	+				+	+	+	1	+	r	+	+			r	r
Galium verum	+	+	+	r					+	+	+	+					r			
Hypericum perforatum	+		r										r		r		+	r	r	
Poa angutifolia					+	r				+		r	+				+	+	r	+
Salvia pratensis	1	1	1	1	+	r	r	r	1	+	1	1								

Pteridium aquilium																r		+	
Sanguisorba minor	+	+	r	+	r				+	+	r						r		
Silene vulgaris	r	+	+	+	+	r	+	r	+		+	r			r				
spargula arvensis									r										
Vicia angustifolia	+	r		r				r								r		r	
Vicia hirtusa		1	+		+	+	+	+	+			r			r				
Viola arvensis					r				+										
Verbascum nigrum									r	r	r								
Verbascum thapsus		r		r					r		r								