

Universität für Bodenkultur Wien
Institut für Botanik
Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Auswirkungen von Flussrenaturierungen auf die Diasporenbank invasiver Neophyten am Beispiel des LIFE+ Projekts TRAISEN in Niederösterreich

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades Diplomingenieurin (Dipl. Ing.)

eingereicht von

Claudia HORVATH

Matrikelnummer: 0846055

Studienfach: Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur

Betreut von: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dipl. Geograph Karl-Georg Bernhardt
Co-Betreuerin: Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Katharina Lapin

Wien, Oktober 2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere eidesstattlich, dass die vorliegende Arbeit mit dem Titel

AUSWIRKUNGEN VON FLUSSRENATURIERUNGEN AUF DIE DIASPORENBANK
INVASIVER NEOPHYTEN AM BEISPIEL DES LIFE+ PROJEKTS TRAISEN IN
NIEDERÖSTERREICH

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.

Baden, am 18.10.2016

Claudia Horvath

I. Zusammenfassung

Die Ausbreitung von gebietsfremden Pflanzenarten stellt ein immer größer werdendes Problem dar. Vor allem in den letzten Jahrzehnten hat die Verbreitung invasiver Neophyten zugenommen, was eine Bedrohung für die heimische Flora darstellt. Diese speziellen Pflanzenarten können die Flora eines Gebietes stark beeinträchtigen, da sie einheimische Arten verdrängen und dadurch die Artenvielfalt verringern. Vor allem die Vegetation an Fließgewässern ist durch die Einwanderung gebietsfremder Arten betroffen, die sich entlang von Flüssen rasch ausbreiten können. Außerdem werden durch wechselnde Wasserstände Ruderalstandorte geschaffen, die rasch von invasiven Neophyten besiedelt werden. Diese Arbeit befasst sich mit der Vegetation des renaturierten Abschnitts „Mitte West“ der Traisen in Niederösterreich. Das LIFE+ Projekt sieht eine Verbesserung der Fließgewässerstruktur zwischen Traismauer und Zwentendorf vor. Im Rahmen der Renaturierung ist ein neuer, natürlicher Flusslauf entstanden. Zur Untersuchung der Diasporenbank wurden Bodenproben in diesem neuen Flusslauf entnommen und auf das Vorkommen invasiver Neophyten untersucht. Die gewonnenen Daten wurden mit den der vorangegangenen Untersuchungen aus den Jahren 2011 und 2014 verglichen. Außerdem wurden die Daten aus der Diasporenbankuntersuchung mit den Ergebnissen aus einer Vegetationskartierung desselben Jahres verglichen. Die Samenbank wurde auf Samen von *Acer negundo*, *Bunias orientalis*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Robinia pseudoacacia* und *Solidago gigantea* untersucht. Die Diasporenbankanalyse hat gezeigt, dass sich die Anzahl an Samen invasiver Neophyten in den Untersuchungsjahren 2011 – 2014 und 2015 signifikant verringert hat. Bei dieser Untersuchung wurden keine Samen invasiver Neophyten festgestellt. Dennoch kamen Individuen an der Oberfläche auf. Das ist auf den Samenflug und die Verbreitung aus benachbarten Habitaten, sowie auf die Verbreitung durch Hochwasser zurückzuführen. Aus diesem Grund ist es ratsam, das Vorkommen invasiver Neophyten im Untersuchungsgebiet auch weiterhin zu beobachten und ein Neophytenmonitoring ist empfehlenswert.

II. Abstract

The spread of non-native species is a rising problem. The distribution of invasive alien species has increased, especially during the last decades, which is a threat to native flora. These specific plant species can severely affect the flora of an area, because they can repress native species and thereby reduce the biodiversity. However, the vegetation of riparian habitats is particularly affected by the immigration of non-native species as they spread rapidly along river systems. Additionally, due to fluctuating water levels ruderal sites are created which are colonized rapidly by invasive alien plants. This thesis deals with the vegetation of the restored section „Mitte West“ of the Traisen river in Lower Austria. The LIFE+ Project schedules an improvement of the river structure between Traismauer and Zwentendorf. As a result of the renaturation, a new, natural river channel has developed. To analyze the seed bank, soil samples were taken in the new river bed and examined for the occurrence of invasive alien plants. The received data was compared with previous studies from 2011 and 2014. In addition, the data from the seed bank analysis was compared with the results from a vegetation mapping of the same year. The seed bank was tested for seeds of *Acer negundo*, *Bunias orientalis*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Robinia pseudoacacia* and *Solidago gigantea*. The analysis has shown that the number of seeds of invasive alien plants has significantly decreased in the study years 2011 – 2014 and 2015. In 2015, no seeds of non-native plants were found. Nevertheless, individuals appeared on the surface due to seed dispersal by wind from neighboring habitats, as well as the transport of seeds through flood events. For this reason, it is recommendable to continue observing the presence of invasive alien species in the project area and a further monitoring of these species is advisable.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Methoden	4
2.1. Untersuchungsgebiet	4
2.2. LIFE+ Projekt TRAISEN	5
2.3. Beschreibung der untersuchten invasiven Neophyten	7
2.3.1. <i>Acer negundo</i>	8
2.3.2. <i>Bunias orientalis</i>	10
2.3.3. <i>Impatiens glandulifera</i>	12
2.3.4. <i>Impatiens parviflora</i>	14
2.3.5. <i>Robinia pseudoacacia</i>	16
2.3.6. <i>Solidago gigantea</i>	18
2.4. Diasporenbank Untersuchung.....	20
2.5. Datenauswertung und Vergleich	25
3. Ergebnisse	25
3.1. Diasporenbankanalyse.....	25
3.1.1. Untersuchung der auftretenden Samen.....	25
3.1.2. Auftretende Samen in den unterschiedlichen Bodentiefen	29
3.1.3. Auftretende Samen unterteilt nach Baumaßnahmen	36
3.1.4. Auftretende Samen in den unterschiedlichen Transekten.....	48
3.2. Vergleich der Ergebnisse von 2015 mit denen der Jahre 2011 und 2014.....	53
3.2.1. Vergleich der im Boden auftretenden Samen invasiver Neophyten mit den oberflächlich Aufkommenden in den Jahren 2011, 2014 und 2015.....	53
3.2.2. Unterschiede betreffend der Bodentiefen in den Jahren 2011, 2014 und 2015 und der vorkommenden invasiven Neophyten.....	58
3.2.3. Unterschiede betreffend die Baumaßnahmen in den Jahren 2014 und 2015	59
3.3. Vergleich der gefundenen Samen mit der oberflächlich aufkommenden Vegetation bei den Untersuchungen im Jahr 2015.....	61
3.4. Statistische Auswertung	65

4.	Diskussion	74
4.1.	Untersuchung der Diasporenbank in Hinblick auf invasive Neophyten	74
4.2.	Vergleich mit den oberflächlich auftkommenden invasiven Neophyten.....	76
4.3.	Artenzusammensetzung der vorliegenden Diasporenbank und Vergleich mit der oberflächlich auftkommenden Vegetation.....	77
5.	Schlussfolgerung	83
6.	Literaturverzeichnis	85
7.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	90

1. Einleitung

Der Begriff „Invasive Neophyten“ beschreibt gebietsfremde, meist durch den Menschen direkt oder indirekt eingeschleppte Pflanzenarten, die über ein starkes Ausbreitungspotential verfügen und sehr konkurrenzstark gegenüber einheimischen Pflanzen sind (Aeberhard et al., 2005, 48ff; Daehler, 2003, 183). In den vergangenen Jahrzehnten hat sich durch diese gebietsfremden Pflanzenarten die Artenzusammensetzung verändert, was in weiterer Folge zu einem starken Rückgang der Biodiversität führte (Essl und Hauser, 2003, 76).

Invasive Neophyten üben einen starken Druck auf die einheimische Flora aus. Zum einen, da sie über ein rasches Ausbreitungs- und Regenerationspotential verfügen, zum anderen, weil sie nur geringe Ansprüche an den Standort, an dem sie auftreten, stellen (Aeberhard et al., 2005).

Die Weltnaturschutzunion (IUCN) hat im Jahr 2004 Neophyten als zweitwichtigste Ursache für den Verlust der Biodiversität eingestuft (Gigon und Weber, 2005, 20). In Österreich zählen heute bereits 1110 der vorkommenden Gefäßpflanzen zu den Neophyten. Von diesen sind 17 Arten aus Sicht auf den Naturschutz problematisch, da sie in natürliche Lebensräume eindringen und einheimische Arten verdrängen können (Essl und Rabitsch, 2002, 6; Walter et al., 2005, 15ff). In dieser Arbeit wird auf sechs dieser Arten näher eingegangen.

Lebensräume, die die Ausbreitung von invasiven Neophyten begünstigen, sind lineare Habitate, wie Fließgewässer, Straßen, Bahnlinien, aber auch Abbaugelände und Deponien (Aeberhard et al., 2005; Haag et al., 2013, 357). Insbesondere Flüsse unterstützen die Ausbreitung von Neophyten. Durch Wasserspiegelschwankungen, meist infolge von Überschwemmungen, entstehen offene Ruderalflächen, die konkurrenzarm sind und die Etablierung von Neophyten fördern. Durch wasserbauliche Eingriffe in den Fließgewässern wurde die Vegetation der Uferzonen zusätzlich verändert, ebenso wie die Boden- und Lichtverhältnisse dieser Standorte (Haag et al., 2013, 358; Pysek und Prach, 1994, 19).

Die Flusslandschaften in Europa zählen zu den am stärksten mit Neophyten besiedelten Lebensräumen (Lapin et al., 2015, 76). Besonders betroffen sind hier die Weichholzauen des Tieflandes. Aber auch die Uferstandorte an Fließgewässern sind stark mit Neophyten besiedelt. Die Pflanzengesellschaften der Flussufer weisen, im Gegensatz zu naturnahen Pflanzengesellschaften, die größte Dichte an Neophyten in Mitteleuropa auf (Essl und Rabitsch, 2002, 379). Durch anthropogene Eingriffe in Fließgewässer, wie beispielsweise Regulierungen, wird die Ausbreitung invasiver Neophyten, zusätzlich zur Verbreitung durch Hochwasserereignisse, gefördert (Lapin et al., 2015, 76; Haag et al., 2013, 358). Des Weiteren führen die mit Überflutungen einhergehenden Störungen zu Öffnungen in der Vegetationsschicht, was eine Etablierung für invasive Neophyten vereinfacht (Pysek und Prach, 1994, 19).

Um die Biodiversität der heimischen Flusslandschaften wiederherzustellen, werden Renaturierungsmaßnahmen getroffen (Lapin et al., 2015, 76). Diese Maßnahmen dienen dazu, die flussmorphologische Dynamik wiederherzustellen, die auch mit Hochwasser einhergehende Störungen beinhaltet. Im Zuge einer Flussrenaturierung wird also versucht, die Vernetzung des Flusses mit seiner Umgebung wiederherzustellen, sodass ein dynamisches Gleichgewicht zwischen flussmorphologischer Dynamik und hochwasserbedingten Störungen entstehen kann (Schiemer und Waidbacher, 1998, 9).

Durch die getroffenen Maßnahmen kommt es zu starken Eingriffen in die Vegetation, wodurch eine Besiedelung mit invasiven Neophyten wahrscheinlich ist (Haag et al., 2013, 358) und deren Etablierung sogar gefördert werden kann (Hood und Naiman, 2000, 105). Durch die Eingriffe werden Habitate geschaffen, die von invasiven Neophyten bevorzugt werden (Strayer et al., 2005, 141). Es entstehen damit temporäre Ruderalstandorte (Lapin et al., 2015, 76). Da es sich bei invasiven Neophyten oftmals um Ruderalpflanzen handelt, werden ebendiese Flächen rasch besiedelt (Schneider und Burga, 2010, 61ff).

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Diasporenbank invasiver Neophyten zu untersuchen und festzustellen, wie diese sich bei Flussrenaturierungen verhält.

Als Diasporenbank wird eine „Reserve“ an verschiedenen Samen, Früchten oder anderen Fortpflanzungsorganen von Pflanzen verstanden. Sie bildet sich, wenn die Samen in den Boden eingetragen werden und dort lebensfähig bleiben (Goodson et al., 2001, 301). Die Samen vieler Arten bleiben auch über lange Zeit hinweg keimfähig (Karlík und Poschlod, 2014, 22). Eine Diasporenbank spielt in Ökosystemen wie Flusslandschaften eine bedeutende Rolle. Sie sorgt für die Neubildung der Vegetation nach Überflutungen oder nach Trockenheit. Das Vorhandensein einer artenreichen Samenbank steht oft für die Fähigkeit, die Vegetation wiederherstellen zu können (Robertson und James, 2007, 146). Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde allein die generative Diasporenbank untersucht (Poschlod und Jackel, 1993, 50).

Im Laufe dieser Arbeit soll die Diasporenbank des Untersuchungsgebietes analysiert werden, um das Auftreten invasiver Neophyten im Boden festzustellen und somit Rückschlüsse auf die Verbreitung invasiver Neophyten durch Flussrenaturierungen zu ziehen.

Die Forschungsfragen und Hypothesen dieser Arbeit lauten wie folgt:

F1: Welche Arten kommen als Diasporen im Untersuchungsgebiet vor?

H1: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen der Bodentiefe und der Diasporenanzahl.

H2: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen der Bodentiefe und der Artenzahl.

H3: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen den Baumaßnahmen und der Diasporenanzahl.

H4: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen den Baumaßnahmen und der Artenzahl.

H5: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen den Transekten und der Diasporenanzahl.

H6: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen den Transekten und der Artenzahl.

H7: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Diasporen, die im Boden vorkommen und der oberflächlich auftretenden Vegetation.

F2: Welche invasiven Neophyten kommen als Diasporen im Untersuchungsgebiet vor?

H8: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Diasporen invasiver Neophyten, die im Boden vorkommen und den oberflächlich Aufkommenden.

H9: Durch die Renaturierung besteht ein signifikanter Rückgang invasiver Neophyten als Diasporen im Boden in den Untersuchungsjahren 2011 – 2014 – 2015

2. Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit ist Teil des LIFE+ Traisen Projektgebiets in Niederösterreich. Es liegt in der Gemeinde Zwentendorf an der Donau und ist Teil des Natura 2000 Gebietes „Tullnerfelder Donauauen“. Diese Arbeit befasst sich mit dem Mündungsabschnitt der Traisen in die Donau (Lapin et al., 2015, 76) (Abbildung 1).

Untersucht wurde der erste Bauabschnitt, der Abschnitt Mitte-West, wo im Jahr 2014 die Baumaßnahmen zur Flussrenaturierung abgeschlossen wurden und der Durchstich erfolgte (Verbund AG, 2015).

Die „Tullnerfelder Donauauen“ selbst erstrecken sich von Wien bis Krems und liegen hauptsächlich entlang des nördlichen Ufers der Donau. Ein kleiner Teil befindet sich auch am südlichen Donauufer (Haberreiter und Grinschgl, 2003). In jenem südlichen Teil liegt auch das Untersuchungsgebiet.

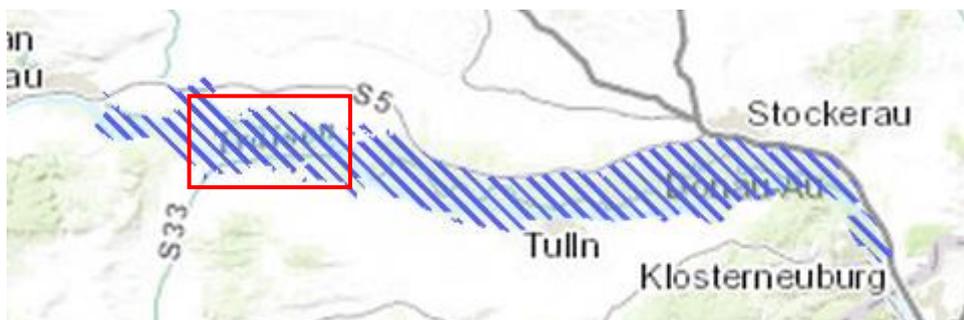


Abbildung 1: Verortung des Untersuchungsgebiets (Quelle: European Environment Agency, 2015)

Die Traisen stellt einen der größten Flüsse in Niederösterreich dar (Verbund AG, 2015). Im 19. Jahrhundert wurde das Gebiet rund um den Fluss reguliert. Zum einen, um Überflutungen zu verhindern, zum anderen, um die Flächen, die den Fluss umgaben, für die landwirtschaftliche Nutzung verfügbar zu machen (Lapin und Bernhardt, 2013, 449). Dadurch wurde der Flusslauf begradigt und infolgedessen verkürzt. Um der aufkommenden Sohleintiefung entgegenzuwirken, wurden Querbauwerke etabliert (Drescher und Egger, 2000, 180). In weiterer Folge wurde der Fluss von seiner natürlichen Umgebung abgeschnitten, was eine Bedrohung für die ökologische Struktur und Funktion von Flusslandschaften darstellt (Frazier und Page, 2006, 133; Nilsson und Berggren, 2000, 783-785).

Durch den Bau des Donaukraftwerks Altenwörth in den 1970er Jahren wurde der Mündungsabschnitt der Traisen um 7,5 Kilometer verlängert (Verbund AG, 2015). Eine Folge des Kraftwerksbaus waren starke Veränderungen in der Hydrologie der Donau. Durch die Regulierungen und den Bau des Kraftwerks wurden Mäander und Seitenarme abgeschnitten und verlandeten (Lapin und Bernhardt, 2013, 449). Für die Aufrechterhaltung der ökologischen

Funktionsfähigkeit eines Fließgewässersystems ist gerade diese Vernetzung des Flusses mit seiner Umgebung von großer Bedeutung (Schiemer und Waidbacher, 1998, 10).

Die Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet ist aber dennoch hoch. Zahlreiche Arten finden sich auf den Listen der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie. So wurde das Gebiet im Jahr 2004 zum Natura 2000 Schutzgebiet „Tullnerfelder Donauauen“ erklärt (Lapin et al., 2015, 76). Die Tullnerfelder Donauauen erstrecken sich auf einer Fläche von 17.990 Hektar und bilden zudem die größten zusammenhängenden Auwälder Österreichs (Amt der NÖ Landesregierung, 2009). Seit 2005 wurde eine Renaturierung des Traisenunterlaufs angedacht, die einen neuen Flusslauf schaffen soll (Verbund AG, 2015) (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Darstellung des geplanten Flusslaufs (Quelle: DonauConsult, 2015)

2.2. LIFE+ Projekt TRAISEN

Durch die Renaturierungsmaßnahmen im Zuge des LIFE+ Traisen Projekts soll ein mäandrierender Flusslauf entstehen, der durch eine dynamische Uferentwicklung charakterisiert ist. Der neue Flusslauf soll sich über 12,5 Kilometer erstrecken und direkt mit der umgebenden Au in Verbindung stehen. Er soll neue Lebensräume für Flora und Fauna bieten und auch die Passierbarkeit für Fische und andere Gewässerorganismen ermöglichen. Altarme und Nebengewässer sollen wieder an den Hauptfluss angebunden werden, ebenso sollen große Überflutungszonen etabliert werden. Diese Standorte werden 82 Hektar einnehmen und direkt entlang des neuen Flusslaufes liegen (bmlfuw, 2015, Verbund AG, 2015). Das Projektgebiet selbst befindet sich zwischen Traismauer und Zwentendorf (Verbund AG, 2015).

Nachdem im Jahr 2005 mit der Planung der Renaturierung im Zuge des LIFE+ Traisen Projekts begonnen wurde (Lapin et al., 2015, 76), wurde das Projekt im Jahr 2008 bewilligt

(Verbund AG, 2015). Das Ziel war es, den Unterlauf der Traisen zu einer Flusslandschaft umzugestalten, die ökologisch wertvoll und funktional ist und der EU-Wasserrahmenrichtlinien entspricht. Außerdem sollen FFH-Lebensräume gefördert werden. Das entspricht hier beispielsweise einem rund 80 Hektar großen Silberweidenauwald (FFH-Lebensraum 91E0*), der auf die natürlichen Überflutungen eines mäandrierenden Flusslaufs angewiesen ist (Lapin et al., 2015, 76).

Gefördert wird das LIFE+ Traisen Projekt, dessen Kosten sich auf rund 26,5 Millionen Euro belaufen, zu einem großen Teil durch finanzielle Mittel aus dem LIFE+Nature-and-Biodiversity-Fonds. Weitere Projektpartner sind die Verbund AG, der Niederösterreichische Fischereiverband, der Landschaftsfonds Niederösterreich, die via donau und die Bundeswasserbauverwaltung (Verbund AG, 2015).

Durch die Neuentstehung des Flusslaufs werden Kies, Humus und Sedimente abgetragen und umgelagert. Der abgegrabene Kies wird mit Schiffen auf der Donau abtransportiert. Er wird verwendet, um einerseits die Eintiefung der Donau zu reduzieren, andererseits werden damit Laichplätze für Fische in der Donau geschaffen (Verbund AG, 2015).

Ab 2019 soll der renaturierte Bereich sich selbst überlassen werden (Verbund AG, 2015).

Der in dieser Arbeit behandelte Abschnitt Mitte-West ist der erste fertiggestellte Bauabschnitt. Wie bereits erwähnt, wurden die Arbeiten in diesem Bereich im Jahr 2014 fertiggestellt. Die Abbildung 3 zeigt den Abschnitt Mitte-West nach dem Durchstich. Abbildung 4 zeigt den bisherigen Flusslauf der Traisen (in rot) und den geplanten, neuen Flusslauf (in blau).



Abbildung 3: Bauabschnitt Mitte-West (Quelle: Verbund AG, 2015)

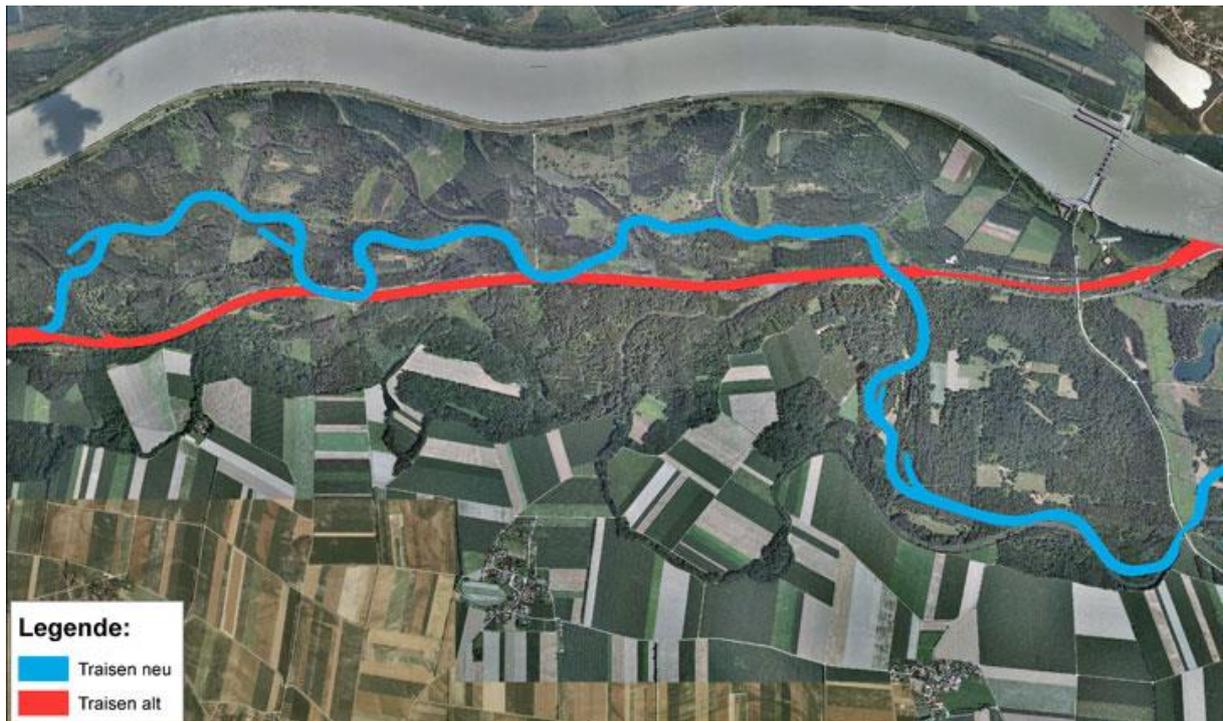


Abbildung 4: Ehemaliger Flusslauf der Traisen (rot) und geplanter Flusslauf (blau) (Quelle: Life+ Traisen, 2015)

2.3. Beschreibung der untersuchten invasiven Neophyten

In dieser Arbeit werden sechs invasive, gebietsfremde Pflanzenarten behandelt. Vier Arten der Krautschicht (*Bunias orientalis*, *Impatiens parviflora*, *Impatiens glandulifera* und *Solidago gigantea*) und zwei Baumarten (*Acer negundo* und *Robinia pseudoacacia*) werden im folgenden Abschnitt beschrieben.

2.3.1. *Acer negundo*

Der ursprünglich aus dem östlichen Nordamerika stammende Eschenahorn kommt in der unteren Baumschicht vor und ist somit schattentolerant (Wallner, 2005, 51, 232). Er ist ein kleiner bis mittelgroßer Baum, der selten über 20 Meter hoch wird. Sein maximaler Durchmesser beträgt um die 1,2 Meter. Der Stamm ist unregelmäßig und zum Boden hin in mehrere Äste verzweigt (Maeglin und Ohmann, 1973, 357). *Acer negundo* ist raschwüchsig und verfügt über eine kurze Lebensspanne von etwa 75 Jahren (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 115). Das Wurzelsystem verläuft in der Regel flach. Die Blätter sind gegenständig, bestehend aus drei bis sieben Blättchen, die 15 bis 38 Zentimeter lang sind. Sie sind eiförmig bis elliptisch, an der Blattoberseite hellgrün, an der Ballunterseite graugrün. Die Rinde ist hellgrau und glatt, mit dem Alter wird sie dunkler und es bilden sich Risse. *Acer negundo* blüht vor oder während des Blattaustriebs. Die Blüten sind zweihäusig, klein und gelbgrün in ihrer Farbe. Die Früchte besitzen Flügel zur Ausbreitung und behalten ihre Keimfähigkeit über einen langen Zeitraum hinweg (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 116; Maeglin und Ohmann, 1973, 357).

Der Eschenahorn ist in Fluss- und Sumpflandschaften weit verbreitet. Er verfügt über eine große Toleranz hinsichtlich Bodentyp und Wasserverfügbarkeit, und kann sich sowohl in der vollen Sonne, als auch im Schatten etablieren (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 116). Der Eschenahorn ist eine Auenpflanze, die selbst stark schwankende Wasserstände ertragen kann (Zentralverband Gartenbau, 2008, 21).

Da es sich bei *Acer negundo* um eine Pionierart handelt, kommt es, vor allem in Weichholzauen, zu Problemen. Dort werden einheimische Arten verdrängt, die ebenfalls Pionierpflanzen sind (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 119). In Dominanzbeständen mit *Acer negundo* herrscht ohnehin ein artenarmer Zustand (Zentralverband Gartenbau, 2008, 21).

Ein weiterer Problemstandort, an dem sich *Acer negundo* sehr schnell etablieren kann, sind Ruderalflächen, auf denen keine Konkurrenz herrscht. Solche Standorte sind beispielsweise offene Flächen nach Störungen oder nach anthropogenen Eingriffen (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 119).



Abbildung 5: Spross von *Acer negundo* (Quelle: nhm, 2016)



Abbildung 6: Blatt und Früchte von *Acer negundo* (Quelle: nhm, 2016)

2.3.2. *Bunias orientalis*

Bunias orientalis (Orientalisches Zackenschötchen) ist eine raschwüchsige, mehrjährige Staude (Zentralverband Gartenbau, 2008, 5). Sie stammt ursprünglich aus dem Südwesten Russlands und ist im 18. Jahrhundert in Mitteleuropa eingeführt worden (Zotz et al., 2000, 653). Die Pflanzen können ein Alter von bis zu 10 Jahren und dabei eine Höhe von 0,50 bis 2 Metern erreichen (Harvey et al., 2010, 3047; Zotz et al., 2000, 653). Die Samen von *Bunias orientalis* keimen bereits im Herbst, woraus sich im folgenden Jahr neue Rosetten bilden, die aus hunderten von Blättern bestehen (Harvey et al., 2010, 3047). Diese Art bildet eine Pfahlwurzel aus, aus der im Frühling bis zu 30 Ausläufer wachsen, die mit der Pfahlwurzel verbunden bleiben (Dietz et al., 1999, 622). *Bunias orientalis* blüht im zweiten Jahr, zwischen Mai und Juni, anschließend werden die ovalen Samen gebildet, die im späten Juli reifen (Dietz et al., 1999, 622; Harvey et al., 2010, 3047; Zotz et al., 2000, 653). *Bunias orientalis* bildet eine beständige Samenbank aus. Die Samen keimen entweder sofort oder nach einer Ruhepause. Die Keimspitzen sind im Frühjahr oder, in einem geringeren Ausmaß, im Herbst (Dietz et al., 1999, 622).

Diese Art ist eine gut an den Standort angepasste, invasive Ruderalpflanze, die ebenfalls gut an anthropogen veränderte Lebensräume adaptiert ist. Vor allem dehnt sie sich in Habitaten nach Eingriffen oder Störungen aus, da es sich dabei um eine Art handelt, die sich nach Störungen sehr schnell etablieren kann und dann dominant ist (Dietz et al., 1999, 622).

Durch Bodenstörungen wird sowohl die vegetative Vermehrung, als auch die Keimfähigkeit dieser Art gefördert. Durch das rasche Wachstum werden andere Arten, die Ruderalflächen besiedeln, verdrängt (Zentralverband Gartenbau, 2008, 5).



Abbildung 7: Erscheinungsbild von *Bunias orientalis* (Quelle: nhm, 2016)



Abbildung 8: Teile von *Bunias orientalis* (Quelle: nhm, 2016)

2.3.3. *Impatiens glandulifera*

Impatiens glandulifera, das drüsige Springkraut, ist eine einjährige, aus dem westlichen Himalaya stammende Pflanze, die heute in vielen Teilen Europas als invasiv gilt. Ursprünglich als Schmuckstaude in Gärten eingeführt, verbreitet sie sich heute weitläufig entlang von Fließgewässern. Sie zählt zu den häufigsten invasiven Arten in Europas Schutzgebieten, wo sie große Bestände bildet und heimische Pflanzen verdrängt (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 130; Foxcroft et al., 2013, 33).

Die Pflanze erreicht eine Höhe von 0,50 bis 2 Metern. Der bis zu 5 Zentimeter dicke, rötliche Stängel ist aufrecht, einfach oder manchmal verzweigt. (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 129; Zentralverband Gartenbau, 2008, 15). Die Wurzeln von *Impatiens glandulifera* reichen nur etwa 10 – 15 Zentimeter in den Boden (Beerling und Perrins, 1993, 367). Die Blätter werden zwischen 5 und 18 Zentimeter lang, und 2,5 bis 7 Zentimeter breit und sind gegenständig. Die Form der Blätter ist oval bis lanzettförmig (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 129). Die Blüten von *Impatiens glandulifera* blühen etwa 12 Wochen lang, wobei die Hauptblütezeit von Juli bis August reicht (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 131). Die Blüten sind zweigeschlechtlich und reich an Nektar, wodurch sie für viele Insekten eine attraktive Nahrungsquelle darstellen. Die Farbe der süßlich duftenden Blüten ist rosa (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 129; Waldburger und Staub, 2006, 100). Die Früchte sind lanzettförmig und beinhalten 4 bis 16 graubraune Samen (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 130), die, wenn sie reif sind, bis zu 7 Meter weit ausgeschleudert werden können (Beerling und Perrins, 1993, 376; Zentralverband Gartenbau, 2008, 15).

Die Art bildet dichte, monotypische Bestände in Auwaldgebieten aus und verdrängt andere Arten. Samen von *Impatiens glandulifera* keimen Anfang März, die Pflanze wächst dann sehr rasch. Die Besonderheit dabei ist, dass die Samen auch unter Wasser keimen können. Die Ausbreitung erfolgt hauptsächlich durch den „Samenwurf“, auf längere Distanzen werden die Samen mit dem fließenden Wasser mitgetragen (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 131-133; Perrins et al., 1993, 33; Zentralverband Gartenbau, 2008, 15).

Da die Samen frostempfindlich sind, verfügt *Impatiens glandulifera* nur über eine kurzlebige Samenbank (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 131; Willis und Hulme, 2002, 531).

Viele heimische Ruderalarten werden von *Impatiens glandulifera* negativ beeinflusst und infolgedessen verdrängt. Somit trägt die Art dazu bei, dass die Artenzahl in Auwäldern reduziert wird (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 133; Hulme und Bremner, 2006, 43).



Abbildung 9: Blüte und Frucht von *Impatiens glandulifera* (Quelle: nhm, 2016)



Abbildung 10: Dichter Bestand von *Impatiens glandulifera* (Quelle: nhm, 2016)

2.3.4. *Impatiens parviflora*

Das kleine Springkraut (*Impatiens parviflora*) zählt, wie *Impatiens glandulifera*, zu den am meisten verbreiteten invasiven Arten in Mitteleuropa, wo es vielerorts dichte Bestände bildet (Foxcroft et al., 2013; Hejda, 2012, 1).

Die ursprünglich aus Zentralasien stammende, einjährige Pflanze wird in der Regel zwischen 20 und 60 Zentimeter hoch. Manchmal erreicht sie sogar Höhen von bis zu 1,50 Metern (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 139-140; Coombe, 1956, 363). Sie wurzelt flach, wobei die Seitenwurzeln stärker wachsen als die Hauptwurzel und der Stamm zusätzliche Wurzeln ausbildet. Der Stängel ist aufrecht und nur bei freistehenden Individuen reich verzweigt. Die an der oberen Seite des Stängels sitzenden Blätter sind blassgrün und spiralförmig angeordnet. Sie erreichen eine Länge von 3 – 17 Zentimeter und eine Breite von 4 – 8 Zentimeter und sind oval, elliptisch, bis breit-lanzettförmig (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 139). Die blassgelben Blüten sind 7 – 15 Millimeter lang und blühen von Ende Mai bis Ende September (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 139, 142). Die dann entstehenden, zapfenartigen Früchte, sind blassgrün, 15 – 20 Millimeter lang und enthalten 1 – 5 Samen. Sie reifen 3 – 4 Wochen nach der Blüte bis Ende September, sind 3 – 5 Millimeter lang und braun (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 139, 142; Coombe, 1956, 363). Die Samen breiten sich selbst aus, indem sie von der Fruchtkapsel ausgeschleudert werden. Mit diesem Mechanismus können sie 3 – 4 Meter weit fliegen (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 142).

Ursprünglich wurde *Impatiens parviflora* in botanischen Gärten, Parkanlagen, Gärten und Friedhöfen gepflanzt. Von dort breitete sich die Pflanze auf Ruderalflächen und anschließend in naturnahen Waldgebieten aus (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 140). Die Pflanze kommt in feuchten, nährstoffhaltigen, leicht kalkhaltigen Habitaten vor. Sie ist auf schattigen bis halbschattigen Standorten verbreitet, die gut mit Wasser versorgt sind, aber nicht überflutet werden (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 142).

Da *Impatiens parviflora* gut an den Schatten angepasst ist, dringt es stark in Europas Waldgebiete ein (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 142-143). Dort werden vor allem gestörte Flächen sehr rasch besiedelt (Schulze und Zwölfer, 2012, 269). Auch an Flussufern ist *Impatiens parviflora* weit verbreitet, ebenso wie in Plantagen (Coombe, 1956, 363). Durch die rasche Ausbreitung dieser Art kann davon ausgegangen werden, dass einheimische Arten verdrängt werden und die lokale Artenvielfalt verringert wird (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 146; Hejda, 2012, 1).



Abbildung 11: Dichter Bestand von *Impatiens parviflora* (Quelle: nhm, 2016)



Abbildung 12: Blüte von *Impatiens parviflora* (Quelle: nhm, 2016)

2.3.5. *Robinia pseudoacacia*

Die gewöhnliche Robinie stammt ursprünglich aus dem östlichen Nordamerika. Die größten Bestände finden sich in den Appalachen auf 150 bis 1500 Metern Seehöhe. Ursprünglich wurde die Robinie zu dekorativen Zwecken in Europa eingeführt. Außerdem wurde sie an Böschungen und Hängen mit steilem Gefälle gepflanzt, um Erosion zu verhindern (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 65). Der schnell wachsende Baum spielt auch in der Biomasseproduktion eine Rolle und das Holz ist von hoher Qualität. Heute ist die Art in Europa weit verbreitet und zählt zu den häufigsten invasiven Gehölzen (Wei et al., 2009, 320).

Robinia pseudoacacia wird, wenn sie an einem adäquaten Standort wächst, 30 – 35 Meter hoch (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 64). Die Rinde ist graubraun bis braun und wird mit der Zeit rissig (Cierjacks et al., 2013, 1623-1624). Die Wurzeln reichen tief in die Erde. Mit der Zeit werden reich verzweigte Seitenwurzeln gebildet (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 64).

Die Blätter sind gefiedert, 10 – 35 Zentimeter lang und bestehen aus 9 – 19 gegenständigen Blättchen. Die Blättchen sind länglich, elliptisch bis eiförmig und 2,5 – 4,5 Zentimeter lang und 1 – 2,5 Zentimeter breit. Die Nebenblätter sind zu dunkelbraunen, bis zu 2 Zentimeter langen Dornen umgebildet (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 64; Cierjacks et al., 2013, 1624).

Die Blüten von *Robinia pseudoacacia* duften, sind weiß bis cremefarben und hängen in Trauben von vielen Blüten zusammen (Cierjacks et al., 2013, 1624). Die Trauben sind 10 bis 20 Zentimeter lang und beinhalten 10 bis 25 Blüten (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 64). Die bräunlichen Früchte haben die Form einer Hülse oder Schote und sind 6 – 11 Zentimeter lang und 1 – 2 Zentimeter breit. Sie beinhalten 4 – 8 schwarzbraune, bohnenartige Samen (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 64; Cierjacks et al., 2013, 1624). Die Keimung der Samen findet, in Abhängigkeit der Bodentemperatur, Ende April, innerhalb von 7 – 10 Tagen statt (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 65).

Diese Art stellt ein Risiko für einheimische Arten dar, die von *Robinia pseudoacacia* verdrängt werden. Dadurch kann die Vielfalt einheimischer Arten reduziert werden (Wei et al., 2009, 320). Die Pionierart benötigt für ihr Wachstum viel Licht. Sie kommt vorwiegend an gestörten Standorten vor. Natürlich besiedelt die gewöhnliche Robinie Lücken in Wäldern, die sie durch ihr schnelles Wachstum schnell füllt. Nach 15-30 Jahren wird sie dort aber von konkurrierenden, besser angepassten Baumarten ersetzt. Durch das Fehlen von konkurrenzstarken Baumarten bestehen diese Populationen allerdings länger (Cierjacks et al., 2013, 1626).

Limitierende Faktoren für die Ausbreitung von *Robinia pseudoacacia* sind Temperatur und Durchlüftung des Bodens. Die Robinie reagiert empfindlich auf Frost und einen Mangel an Sauerstoff im Boden (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 73).



Abbildung 13: Blüte von *Robinia pseudoacacia* (Quelle: nhm, 2016)



Abbildung 14: Blätter und Früchte (Schoten) von *Robinia pseudoacacia* (Quelle: nhm, 2016)

2.3.6. *Solidago gigantea*

Die Riesen-Goldrute ist ursprünglich in den USA und Kanada beheimatet. Sie wurde im 17. Jahrhundert als Zierpflanze in die europäischen botanischen Gärten eingeführt. Danach entwickelte sich die Pflanze zu einem sich rapide ausbreitenden, invasiven Neophyten in Europa (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 170).

Solidago gigantea ist eine mehrjährige Pflanze, die eine Höhe von 50 – 150 Zentimetern erreicht. Ihr Wuchs ist aufrecht, der kahle Stängel ist unterhalb des Blütenstandes unverzweigt. Die Blätter sind lanzettförmig zugespitzt und an den Rändern gezahnt. Am Ende des Stängels befindet sich der rispenförmige Blütenstand, der von gelben Blüten besetzt ist (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 170; EPPO, 2004, 2). Die oberflächlichen Triebe sind einjährig, die unterirdischen Rhizome mehrjährig (EPPO, 2004, 2). Die Wurzel reicht dabei 10-20 Zentimeter tief in den Boden und bildet Ausläufer, die mit den älteren Pflanzen verbunden sind. Die Bildung der Wurzel ausläufer erfolgt im Herbst und führt zu einem verzweigten Wurzelsystem. Im folgenden Frühjahr bildet jedes neue Rhizom wiederum einen oberflächlichen Stängel aus (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 170; EPPO, 2004, 2). Die Verbreitung erfolgt somit durch Wurzelvermehrung, aber auch durch Samenausbreitung (EPPO, 2004, 3). Die Samen von *Solidago gigantea* zeigen keine Dormanz. Sie sind maßgeblich für die Ausbreitung über weitere Entfernungen und zur Besiedelung neuer Standorte und weniger bedeutend für die flächendeckende Verbreitung. Das Wachstum der oberirdischen Triebe beginnt im April, die endgültige Höhe wird Ende Juli erreicht. Im Juni wird mit der Bildung der Blütenstände begonnen. Die Blüte selbst dauert von Juli bis Oktober. Die anschließend in großen Mengen gebildeten Samen werden mit dem Wind transportiert und über weite Strecken verteilt (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 171-172; EPPO, 2004, 3,5).

Solidago gigantea verfügt über eine große ökologische Plastizität und ist tolerant in Bezug auf das Angebot an Wasser und Nährstoffen. Die Pflanze bildet große, geschlossene Bestände auf verschiedenen Bodentypen aus. Sie besiedelt kalkhaltige Böden ebenso wie Torfböden. Die Ausnahme bilden salzige Bereiche, die nicht besetzt werden (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 172). Die Riesen-Goldrute ist in Europa weit verbreitet. Sie kommt in Auwäldern, an Flussufern, Wald- und Wegrändern sowie in Feuchtgebieten und auf gestörten Standorten vor (EPPO, 2004, 4). Die Pflanze stellt einen ernst zu nehmenden Eindringling dar, der dichte, monotypische Bestände ausbildet (Weber und Jakobs, 2005, 109). Das führt zur Zerstörung der typischen Vegetation und zum Verlust der Artenvielfalt (Botta-Dukát und Balogh, 2008, 174).



Abbildung 15: Blütenstand von *Solidago gigantea* (Quelle: nhm, 2016)



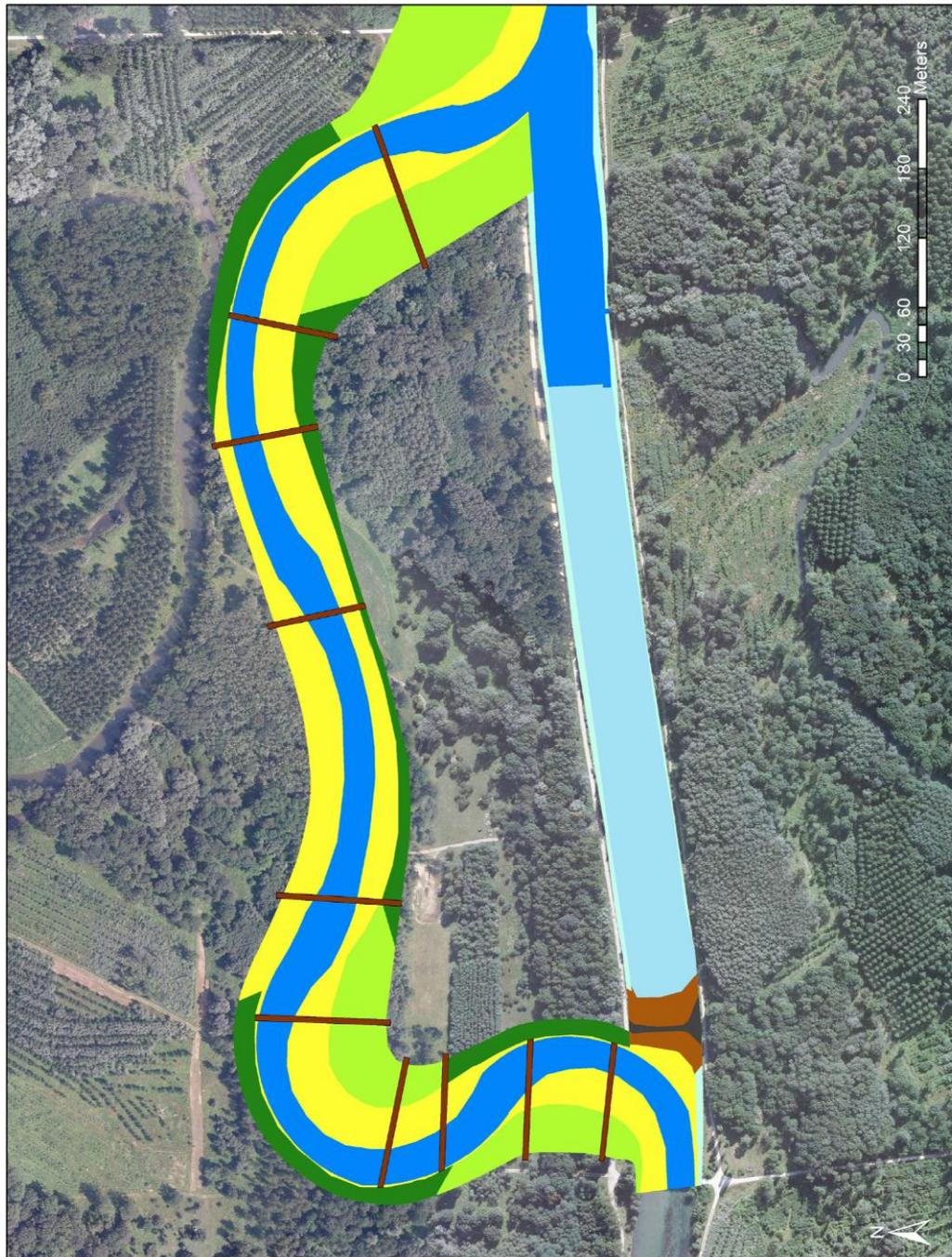
Abbildung 16: Erscheinungsbild von *Solidago gigantea* (Quelle: nhm, 2016)

2.4. Diasporenbank Untersuchung

Um die gewonnenen Daten auch mit anderen Forschungsarbeiten vergleichbar zu machen, wurden standardisierte Methoden angewandt.

Schon im Frühjahr 2014 wurden von Joachim Neureiter und Stefanie Roithmayr entlang des Abschnitts Mitte-West zehn Transekte quer zur Fließrichtung gelegt (Abbildung 17). Dazu wurde jeweils ein Fixpunkt am linken und ein Fixpunkt am rechten Ufer festgelegt. Diese Fixpunkte befanden sich an den äußeren Rändern des neu gestalteten Ufers (Neureiter, 2014, 7; Roithmayr, 2014, 25). Die Koordinaten der Transekte sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Projektgebiet LIFE + Traisen
 Gemeinde: Zwentendorf
 Botanik, BOKU Wien



Autor: J. Neureiter, K. Lapin

- Legende**
- Transekte
- Massnahmen LIFE Stand 02.2013**
- Bauwerk
 - Böschung Bestand
 - HQ1-Bett (über MW)
 - MW-Bett
 - Pufferflächen (Gelände wird erhalten)
 - Schüttung
 - Stilgewässer: temporär
 - Umlandabsenkung
 - einseitig angegeb. Altarm

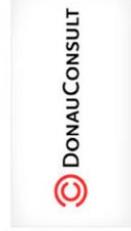


Abbildung 17: Darstellung der Transekte entlang des renaturierten Abschnitts „Mitte West“ (Quelle: Neureiter, 2014)

Tabelle 1: Koordinaten der Transekte für die Probenentnahme (Roithmayr 2014)

Transekt I							
A1	N 48° 22' 10,7"	A2	N 48° 22' 10,8"	A3	N 48° 22' 10,7"	B1	N 48° 22' 10,7"
	E015° 48' 06,6"		E015° 48' 07,3"		E015° 48' 08,2"		E015° 48' 12,1"
Transekt II							
A1	N 48° 22' 12,5"	A2	N 48° 22' 12,3"	A3	N 48° 22' 12,4"	B1	N 48° 22' 12,3"
	E015° 48' 07,1"		E015° 48' 07,6"		E015° 48' 08,4"		E015° 48' 12,0"
Transekt III							
A1	N48°22'14,7"	B1	N48°22'14,9"	B2	N48°22'14,9"	B3	N48°22'15,1"
	E015°48'06,5"		E015°48'09,7"		E015°48'09,9"		E015°48'10,2"
Transekt IV							
A1	N48°22'16,0"	B1	N48°22'16,1"	B2	N48°22'16,0"	B3	N48°22'16,0"
	E015°48'05,9"		E015°48'10,4"		E015°48'10,7"		E015°48'10,4"
Transekt V							
A1	N48°22'20,4"	B1	N48°22'17,2"	B2	N48°22'17,0"	B3	N48°22'16,8"
	E015°48'13,3"		E015°48'12,7"		E015°48'12,8"		E015°48'12,7"
Transekt VI							
A1	N48°22'20,0"	A2	N48°22'19,8"	B1	N48°22'17,5"	B2	N48°22'17,1"
	E015°48'17,2"		E015°48'17,2"		E015°48'17,4"		E015°48'17,4"
Transekt VII							
A1	N48°22'21,0"	A2	N48°22'20,8"	B1	N48°22'18,2"	B2	N48°22'18,0"
	E015°48'30,2"		E015°48'30,3"		E015°48'31,6"		E015°48'31,6"
Transekt VIII							
A1	N48°22'21,7"	A2	N48°22'21,2"	B1	N48°22'19,4"	B2	N48°22'19,2"
	E015°48'35,6"		E015°48'35,8"		E015°48'36,7"		E015°48'37,0"
Transekt IX							
A1	N48°22'21,4"	B1	N48°22'20,2"	B2	N48°22'20,0"	B3	N48°22'19,6"
	E015°48'43,3"		E015°48'42,2"		E015°48'42,0"		E015°48'41,8"

Transekt X							
A1	N48°22'19,4"	B1	N48°22'17,6"	B2	N48°22'17,3"	B3	N48°22'17,4"
	E015°48'48,2"		E015°48'44,4"		E015°48'44,1"		E015°48'44,0"

Die Transekte tragen die römischen Ziffern I bis X. Die am rechten Ufer liegenden Flächen wurden mit „A“ bezeichnet, jene am linken Ufer mit „B“. Außerdem wurden Ziffern von „1“ bis „3“ vergeben, die vom linksten Punkt des Ufers ausgehen. Jedes Transekt wurde, je nach flussbaulichen Maßnahmen, in vier Flächen unterteilt und den Bereichen PZ (Pufferzone), UA (Umlandabsenkung) und HQ1 – Bett (höchste Abflussmenge innerhalb des Beobachtungszeitraums von einem Jahr) zugeordnet (Neureiter, 2014, 7-8).

Die erste Begehung und die Entnahme der Bodenproben erfolgten am 22. März 2015.

Um das Ausbreitungspotential von invasiven Neophyten zu untersuchen, wurde eine Diasporenbankuntersuchung durchgeführt (Wäldchen et al. 2005, 146). Dafür wurden auf jedem der zehn Transekte, auf jeder der vier Flächen, jeweils zehn Bodenproben mit einem Bodenbohrer entnommen. Der Bohrer hatte einen Durchmesser von 5,2 cm. Für jede Probe gilt eine Bohrtiefe von 20 cm. Die Erdschichten wurden in Abschnitte von 0 – 5 cm, 5 – 10 cm und 10 – 20 cm unterteilt, um das Vorkommen von Samen in den verschiedenen Bodentiefen festzustellen (Karlík und Poschlod 2014, 25). Die Proben von jedem der 40 Standorte und von jeder entnommenen Bodentiefe wurden zu Mischproben von zehn Entnahmen in Plastikbeuteln zusammengefasst (n = 120 Mischproben).

Die Bodenproben wurden anschließend im Kühlraum bei 4°C bis zum Tag des Auswachsens gelagert (Bernhardt et al. 2008, 172).

Nach der Lagerung im Kühlraum wurden die Bodenproben im Waschlabor gewaschen. Die Maschenweite der Siebe wurde an die kleinsten zu untersuchenden Samen angepasst. Die Proben wurden mit einem weichen Wasserstrahl durch sechs Siebe mit einer Maschenweite von 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 0,8 mm, 0,5 mm und 0,2 mm gespült. Durch das Auswaschen und Sieben wird der Anteil an organischem Material in der Probe stark verringert. Dadurch wird das Finden von Samen erleichtert (Bernhardt et al. 2008, 173).

Die ersten Proben wurden von der Siebmaschine fünf Minuten lang gewaschen. Allerdings war die Menge der Proben zu groß und es verblieben Reste von organischem Material in den Sieben und verstopften diese. Aus diesem Grund wurden die Proben zwischen 10 und 15 Minuten lang gewaschen. Die Dauer des Siebens der 120 Proben belief sich auf etwa drei Wochen. Die verbliebenen Inhalte der Proben (hauptsächlich Sand und Schotter) wurden auf Papierblätter gekippt und getrocknet.

Nachdem die Proben nach etwa zwei Wochen bei einer Lufttemperatur von etwa 20 °C getrocknet waren, wurden sie unter dem Vergrößerungsglas auf enthaltene Samen untersucht (Bernhardt et al. 2008, 173). Vorrangig gesucht wurde nach Samen von *Bunias orientalis*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora* und *Solidago gigantea*. Dennoch wurden alle ersichtlichen Samen aus den Proben entnommen. Durch den hohen Sandanteil, der in den Proben zurückblieb, war das Finden der kleinen Samen von *Solidago gigantea* (Weber und Schmid, 1998, 1112) sehr schwer und wurde schließlich aufgegeben. Für das Suchen und das anschließende Bestimmen der Samen wurde die Vergleichssammlung des Instituts für Botanik an der Universität für Bodenkultur verwendet. Das Suchen nach Samen dauerte, sowie das Waschen, etwa drei Wochen.

Die gefundenen Samen wurden gesammelt und mit Hilfe der Vergleichssammlung sowie Bestimmungsbüchern bestimmt. Da durch Ähnlichkeiten mancher Samen nicht genau gesagt werden konnte, um welche Arten es sich handelt, wurden die Samen ausgepflanzt (Karlík und Poschlod 2014, 25). Das geschah im unbeheizten Gewächshaus der Universität für Bodenkultur. Um Fehler zu vermeiden, wurden neben den Pflanzgefäßen mit den Samen auch acht „0-Proben“ gepflanzt, die nur Substrat enthielten (Karlík und Poschlod 2014, 25). Bis zur endgültigen Bestimmung der Pflanzen dauerte es sechs Wochen. In diesem Zeitraum wurden die Pflanzen regelmäßig bewässert und deren Wachstumsprozess beobachtet.



Abbildung 18: Darstellung des Forschungsprozesses

Um das Vorkommen der gefundenen Samen pro m² abschätzen zu können, wurde ein Umrechnungsfaktor herangezogen. Das ist wichtig, um die Ergebnisse mit anderen Forschungsarbeiten vergleichbar zu machen. Die gefundenen Samen wurden folgendermaßen umgerechnet (Bernhardt, 1993, 18):

$$r \text{ Bodenbohrer: } 5,2 \text{ cm} \quad 5,2 / 2 = 2,6 \text{ cm} = 0,026 \text{ m}$$

$$A \text{ Bodenbohrer: } \pi * r^2 \quad 0,081681409 = 0,002123717 \text{ m}^2$$

Bei 400 Bohrungen (je 10 Bohrungen auf 40 Flächen → 4 Flächen auf jedem der 10 Transekte):

$$A = A \text{ Bodenbohrer} * 400 = 0,849486654$$

$$1 \text{ m}^2 / 0,849486654 = 1,177181532 = \text{Umrechnungsfaktor } 1,2$$

Anzahl der gefundenen Samen pro m² → Anzahl * 1,2

2.5. Datenauswertung und Vergleich

Zur Auswertung und Darstellung der Ergebnisse aus der Diasporenbankuntersuchung wurde Microsoft Excel 2013 verwendet. Ebenso wurden die gewonnenen Daten mit jenen der Vegetationskartierung in Microsoft Excel 2013 verglichen und dargestellt. Für die statistische Auswertung wurde IBM SPSS Statistics 22 verwendet. Mit diesem Programm wurden die Ergebnisse auf Normalverteilung getestet und anschließend auf signifikante Unterschiede und Zusammenhänge untersucht. Zum einen wurde die Spearman-Korrelation angewandt, um Zusammenhänge zu testen, zum anderen der Friedman-Test, um Unterschiede zu analysieren.

3. Ergebnisse

3.1. Diasporenbankanalyse

3.1.1. Untersuchung der auftretenden Samen

In den 120 Mischproben wurden insgesamt 283 Samen gefunden. Samen der oben genannten invasiven Neophyten waren nicht darunter. Am häufigsten treten Samen von *Setaria pumila* (n = 131) und *Echinochloa crus-galli* (n = 77) auf. Häufig kommen außerdem Samen von *Persicaria dubia* vor (n = 22). Die Tabelle 2 und die Abbildung 19 geben einen Überblick über die totale Anzahl der gefundenen Samen aller Arten.

Tabelle 2: Überblick über die gefundenen Samen im gesamten Untersuchungsabschnitt

Bereich	Tiefe	Alnus incana	Carex acutiformis	Carex riparia	Chenopodium album	Echinochloa crus-galli	Glechoma hederacea	Humulus lupulus	Moos- kapsel	Panicum miliaceum	Persicaria amphibia	Persicaria dubia	Persicaria maculosa	Prunus padus	Rumex obtusifolius	Salvia glutinosa	Sambucus nigra	Setaria pumila	Sparganium erectum	Viola rviniana	nicht mehr bestimmbar	
I A1	0-5	3																				
	5-10																					
	10-20																					
I A2	0-5				1						1							2				
	5-10																					
	10-20																					
I A3	0-5						1															
	5-10																					
	10-20																					
II A1	0-5			1		4												8				
	5-10					3												4				
	10-20					2					1							3				
II A2	0-5					5												3				
	5-10																	4				
	10-20					3												2				
II A3	0-5												1									
	5-10																					
	10-20																					
II B1	0-5																					
	5-10																		1			
	10-20																		2			
III A1	0-5																					
	5-10					3																
	10-20					1										1						
III B1	0-5																					
	5-10																					
	10-20																					
III B2	0-5																					
	5-10																					
	10-20																					
III B3	0-5																					
	5-10					1																
	10-20									1												
IV A1	0-5																					
	5-10																					
	10-20												1									
IV B1	0-5																					
	5-10																					
	10-20											4										

Bereich	Tiefe	Alnus incana	Carex acutiformis	Carex riparia	Chenopodium album	Echinochloa crus-galli	Glechoma hederacea	Humulus lupulus	Moos- kapsel	Panicum miliaceum	Persicaria amphibia	Persicaria dubia	Persicaria maculosa	Prunus padus	Rumex obtusifolius	Salvia glutinosa	Sambucus nigra	Setaria pumila	Sparganium erectum	Viola riviniana	nicht mehr bestimmbar
IV B2	0-5					3			1									4			
	5-10																		8		
	10-20									1						1					
IV B3	0-5					6													13		
	5-10								2										3		
	10-20					2													6		
VA1	0-5																				
	5-10															1				1	1
	10-20																				
V B1	0-5					8						5			2				6		2
	5-10																				
	10-20										5								1		
V B2	0-5					7									2				10		
	5-10					6													10		
	10-20														1				5	1	
V B3	0-5																				
	5-10																				
	10-20					6															
VI B1	0-5																				
	5-10										1		4	4							
	10-20											1									
VI B2	0-5																				
	5-10	1				3									1						
	10-20					2															
VII B2	0-5																				
	5-10					3															
	10-20					2	1														
IX B3	0-5																				
	5-10							1													
	10-20																				
XA1	0-5																				
	5-10																				
	10-20													1							
XB2	0-5																				
	5-10																				
	10-20												1								
XB3	0-5					3															
	5-10																				
	10-20					1															
Total		4	1	1	3	77	2	1	3	2	2	22	6	1	8	4	1	131	1	2	11

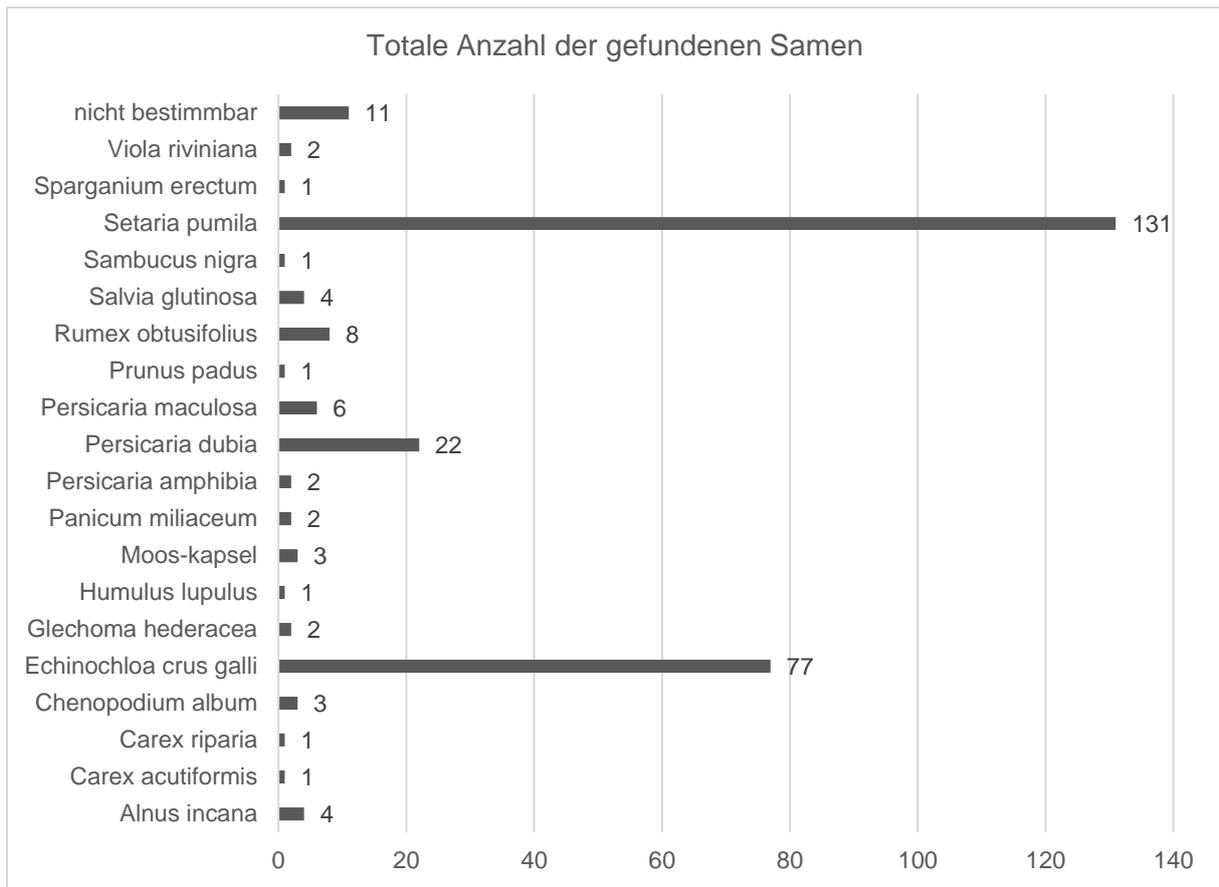


Abbildung 19: Übersicht über die totale Anzahl der gefundenen Samen im gesamten Untersuchungsgebiet

Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurde die totale Anzahl der gefundenen Samen mit dem Umrechnungsfaktor 1,2 multipliziert. So lässt sich die Anzahl der Samen pro m² ermitteln. Die Tabelle 3 zeigt nochmals die totale Anzahl der gefundenen Samen sowie die Anzahl der gefundenen Samen pro m².

Die Abbildung 20 stellt die Samen pro m² grafisch dar.

Tabelle 3: Totale Anzahl der gefundenen Samen und Anzahl der Samen pro m² im gesamten Untersuchungsgebiet

	Alnus incana	Carex acutiformis	Carex riparia	Chenopodium album	Echinochloa crus galli	Glechoma hederacea	Humulus lupulus
Totale Samenzahl	4	1	1	3	77	2	1
Samen pro m ²	4,8	1,2	1,2	3,6	92,4	2,4	1,2
	Mooskapsel	Panicum miliaceum	Persicaria amphibia	Persicaria dubia	Persicaria maculosa	Prunus padus	Rumex obtusifolius
Totale Samenzahl	3	2	2	22	6	1	8
Samen pro m ²	3,6	2,4	2,4	26,4	7,2	1,2	9,6
	Salvia glutinosa	Sambucus nigra	Setaria pumila	Sparganium erectum	Viola riviniana	nicht mehr bestimmbar	Gesamt
Totale Samenzahl	4	1	131	1	2	11	283
Samen pro m ²	4,8	1,2	157,2	1,2	2,4	13,2	339,6

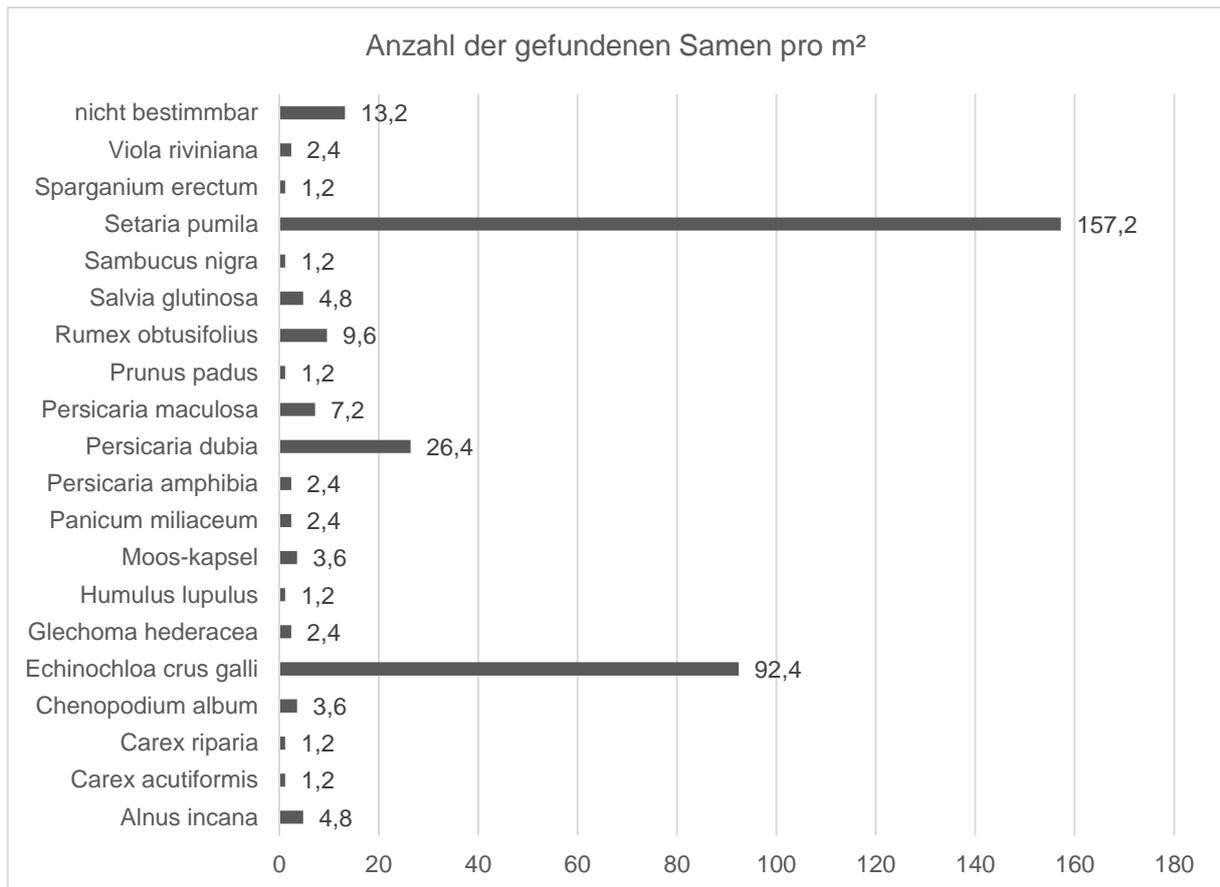


Abbildung 20: Übersicht über die Anzahl der gefundenen Samen pro m² im gesamten Untersuchungsgebiet

Setaria pumila zeigt mit 157,2 Samen pro m² die größte Häufigkeit. 92,4 Samen pro m² konnten von *Echinochloa crus-galli* festgestellt werden, von *Persicaria dubia* waren es 26,4 Samen pro m². Diese Zahlen belaufen sich auf alle Transekte und alle Bodentiefen.

3.1.2. Auftretende Samen in den unterschiedlichen Bodentiefen

Samen wurden in allen untersuchten Bodentiefen gefunden. Dennoch waren in der Bodenschicht von 0-5 cm die meisten Samen enthalten (n = 157). In 5-10 cm Tiefe konnten n = 51, in 10-20 cm Tiefe n = 75 Samen gefunden werden. Die Verteilung der totalen Anzahl an Samen über die Bodentiefe ist in Abbildung 21 dargestellt.

In 0-5 cm Tiefe dominieren *Setaria pumila* (n = 68) und *Echinochloa crus-galli* (n = 45). Von *Persicaria dubia* wurden n = 15 Samen gefunden (siehe Abbildung 22).

Auch in der Bodentiefe von 5-10 cm treten diese Arten am häufigsten auf: *Setaria pumila* (n = 32), *Echinochloa crus-galli* (n = 14) (Abbildung 23).

In der untersten untersuchten Schicht, in 10-20 cm Tiefe, wurden ebenfalls *Setaria pumila* (n = 31), *Echinochloa crus-galli* (n = 18) und *Persicaria dubia* (n = 6) am häufigsten gefunden (Abbildung 24).

In 5-10 cm Tiefe wurden also die wenigsten Samen gefunden.

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der totalen Anzahl an gefundenen Samen über die unterschiedlichen Bodentiefen.

Tabelle 4: Verteilung der gefundenen Samen über die Bodentiefen

Bodentiefe	<i>Alnus incana</i>	<i>Carex acutiformis</i>	<i>Carex riparia</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Echinochloa crus galli</i>	<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Humulus lupulus</i>
0-5 cm	3	0	1	2	45	2	1
5-10 cm	1	0	0	0	14	0	0
10-20 cm	0	1	0	1	18	0	0
Bodentiefe	Moos-kapsel	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Persicaria amphibia</i>	<i>Persicaria dubia</i>	<i>Persicaria maculosa</i>	<i>Prunus padus</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
0-5 cm	1	1	1	15	4	0	4
5-10 cm	0	0	1	1	0	0	1
10-20 cm	2	1	0	6	2	1	3
Bodentiefe	<i>Salvia glutinosa</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Setaria pumila</i>	<i>Sparganium erectum</i>	<i>Viola riviniana</i>	nicht bestimmbar	TOTAL
0-5 cm	2	1	68	0	1	5	157
5-10 cm	1	0	32	0	0	0	51
10-20 cm	1	0	31	1	1	6	75

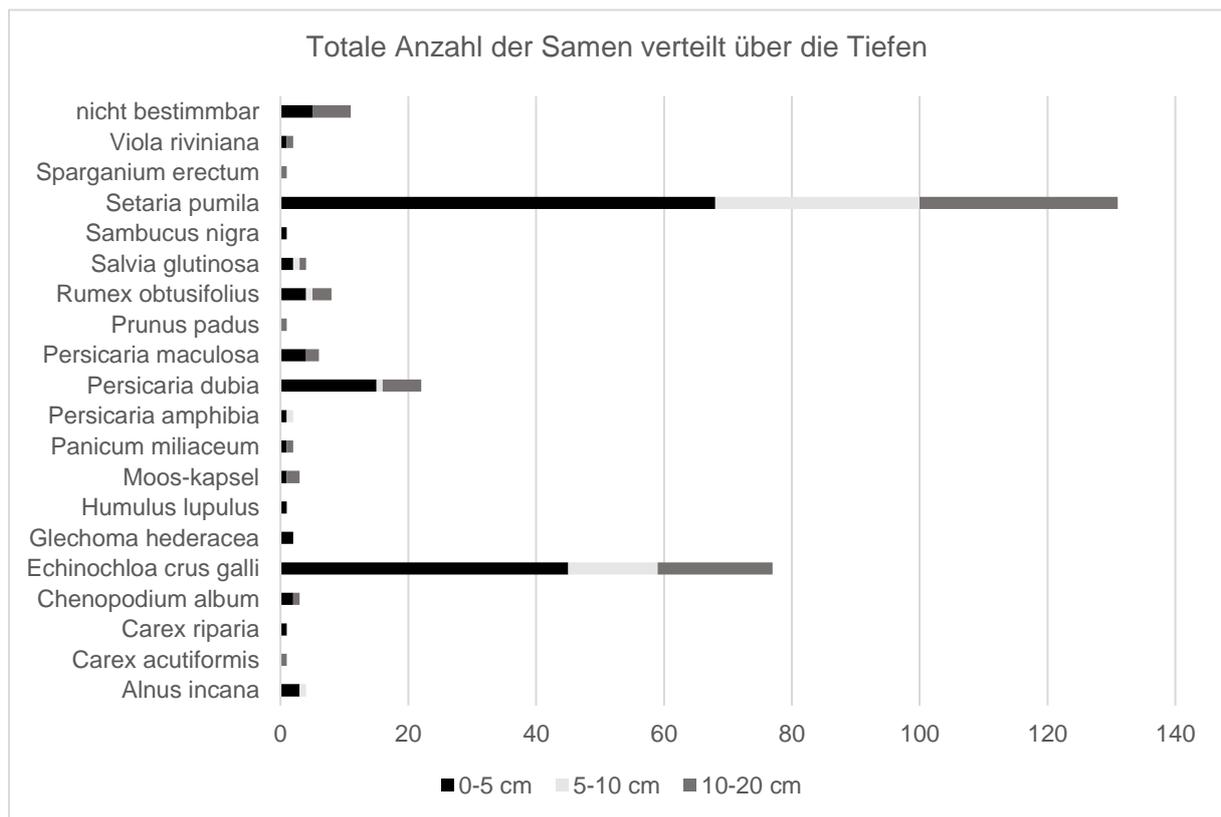


Abbildung 21: Totale Anzahl der Samen verteilt über die Bodentiefen

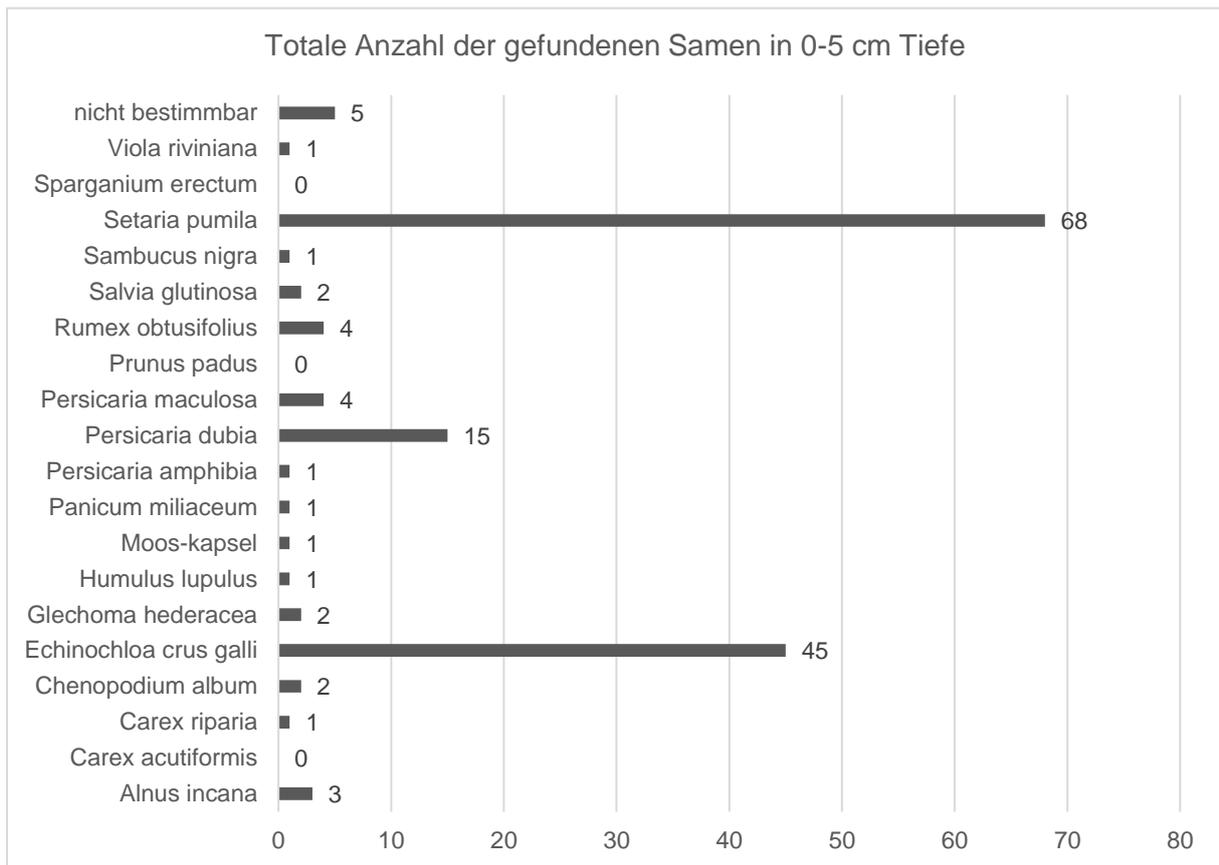


Abbildung 22: Totale Anzahl der Samen in 0-5 cm Tiefe

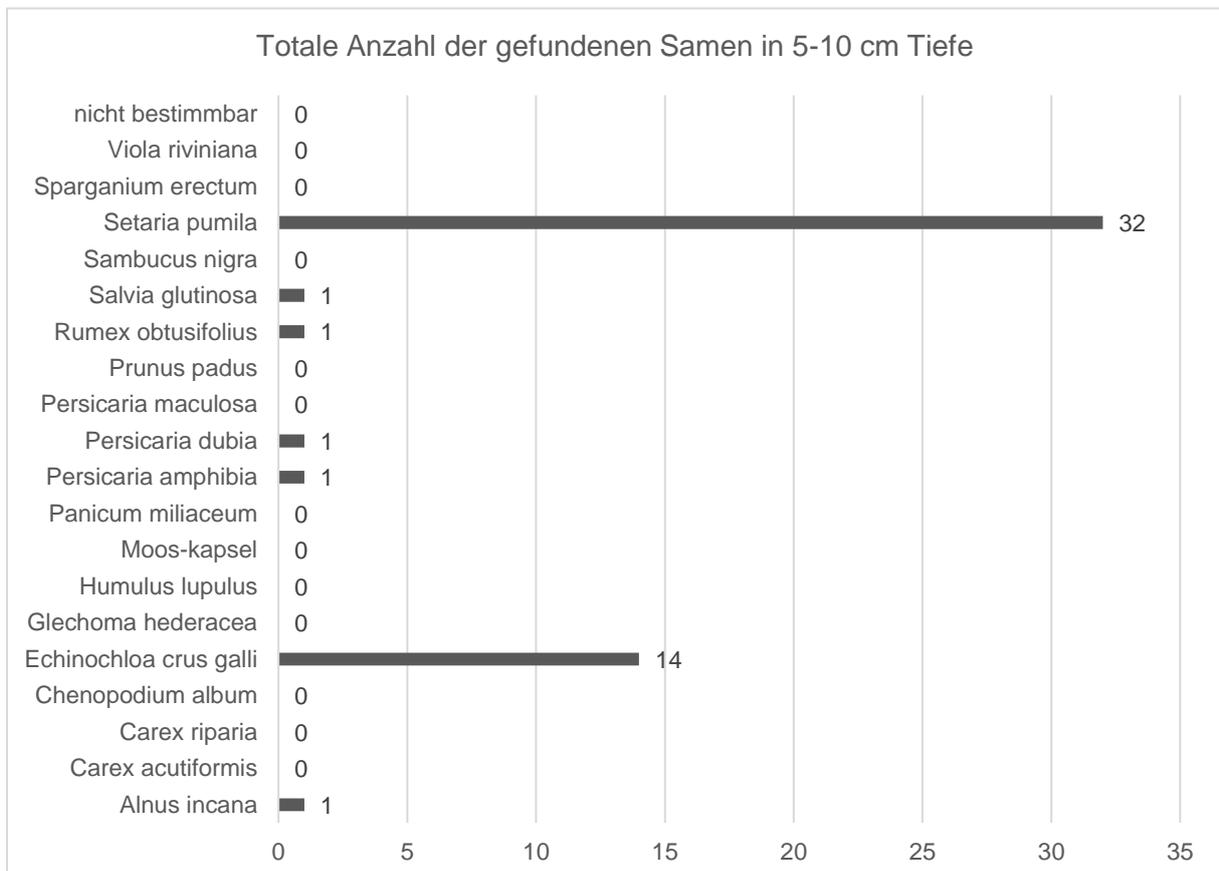


Abbildung 23: Totale Anzahl der Samen in 5-10 cm Tiefe

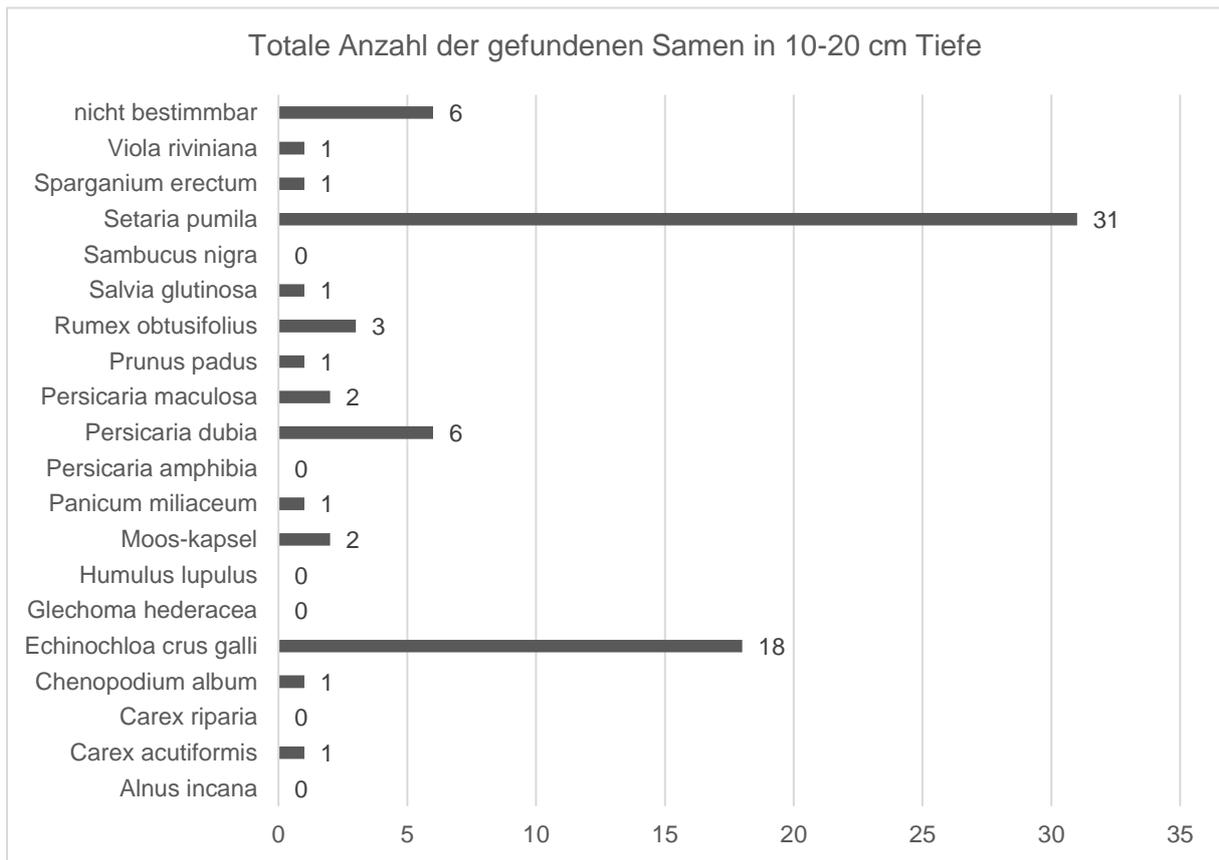


Abbildung 24: Totale Anzahl der Samen in 10-20 cm Tiefe

In Tabelle 5 wird die Anzahl der Samen pro m² in den unterschiedlichen Bodentiefen dargestellt. In der obersten Bodenschicht (0-5 cm Tiefe) wurden 188,4 Samen pro m² gefunden. Das ist jene Bodenschicht mit der größten Anzahl an Samen pro m². 61,2 Samen pro m² konnten in der mittleren Bodenschicht, in 5-10 cm Tiefe, festgestellt werden. In der untersten Schicht, in 10-20 cm Tiefe, wurden 90 Samen pro m² gefunden.

Tabelle 5: Anzahl der Samen pro m² verteilt über die Bodentiefen

Bodentiefe	Alnus incana	Carex acutiformis	Carex riparia	Chenopodium album	Echinochloa crus galli	Glechoma hederacea	Humulus lupulus
0-5 cm	3,6	0	1,2	2,4	54	2,4	1,2
5-10 cm	1,2	0	0	0	16,8	0	0
10-20 cm	0	1,2	0	1,2	21,6	0	0
Bodentiefe	Moos-kapsel	Panicum miliaceum	Persicaria amphibia	Persicaria dubia	Persicaria maculosa	Prunus padus	Rumex obtusifolius
0-5 cm	1,2	1,2	1,2	18	4,8	0	4,8
5-10 cm	0	0	1,2	1,2	0	0	1,2
10-20 cm	2,4	1,2	0	7,2	2,4	1,2	3,6
Bodentiefe	Salvia glutinosa	Sambucus nigra	Setaria pumila	Sparganium erectum	Viola riviniana	nicht bestimmbar	TOTAL
0-5 cm	2,4	1,2	81,6	0	1,2	6	188,4
5-10 cm	1,2	0	38,4	0	0	0	61,2
10-20 cm	1,2	0	37,2	1,2	1,2	7,2	90

Die oberste Bodenschicht wird von *Setaria pumila* dominiert (81,6 Samen pro m²). Häufig treten aber auch Samen von *Echinochloa crus-galli* (54 Samen pro m²) und *Persicaria dubia* (18 Samen pro m²) auf.

Die mittlere Bodenschicht ist jene mit der geringsten Samenanzahl pro m². Auch hier sind die Arten *Setaria pumila* (38,4 Samen pro m²) und *Echinochloa crus-galli* (16,8 Samen pro m²) die am häufigsten Auftretenden.

In der untersten Bodenschicht wurden Samen von *Setaria pumila* (37,2 Samen pro m²) und *Echinochloa crus-galli* (21,6 Samen pro m²) am häufigsten gefunden.

Die Abbildung 25 zeigt die Anzahl der Samen pro m² verteilt über alle Bodentiefen. Die folgenden Abbildungen 26 - 28 stellen die Anzahl der Samen pro m² in den untersuchten Bodentiefen dar.

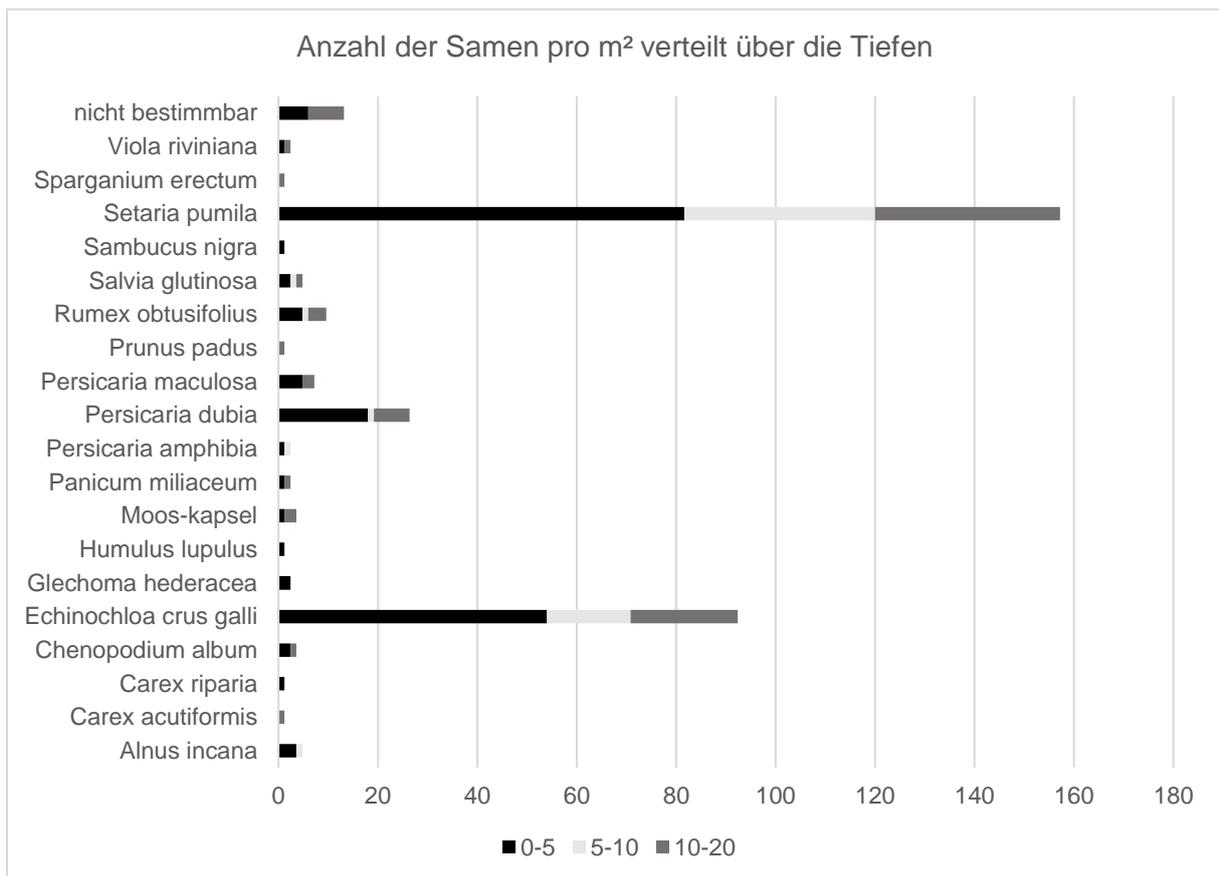


Abbildung 25: Anzahl der Samen pro m² verteilt über die untersuchten Bodentiefen

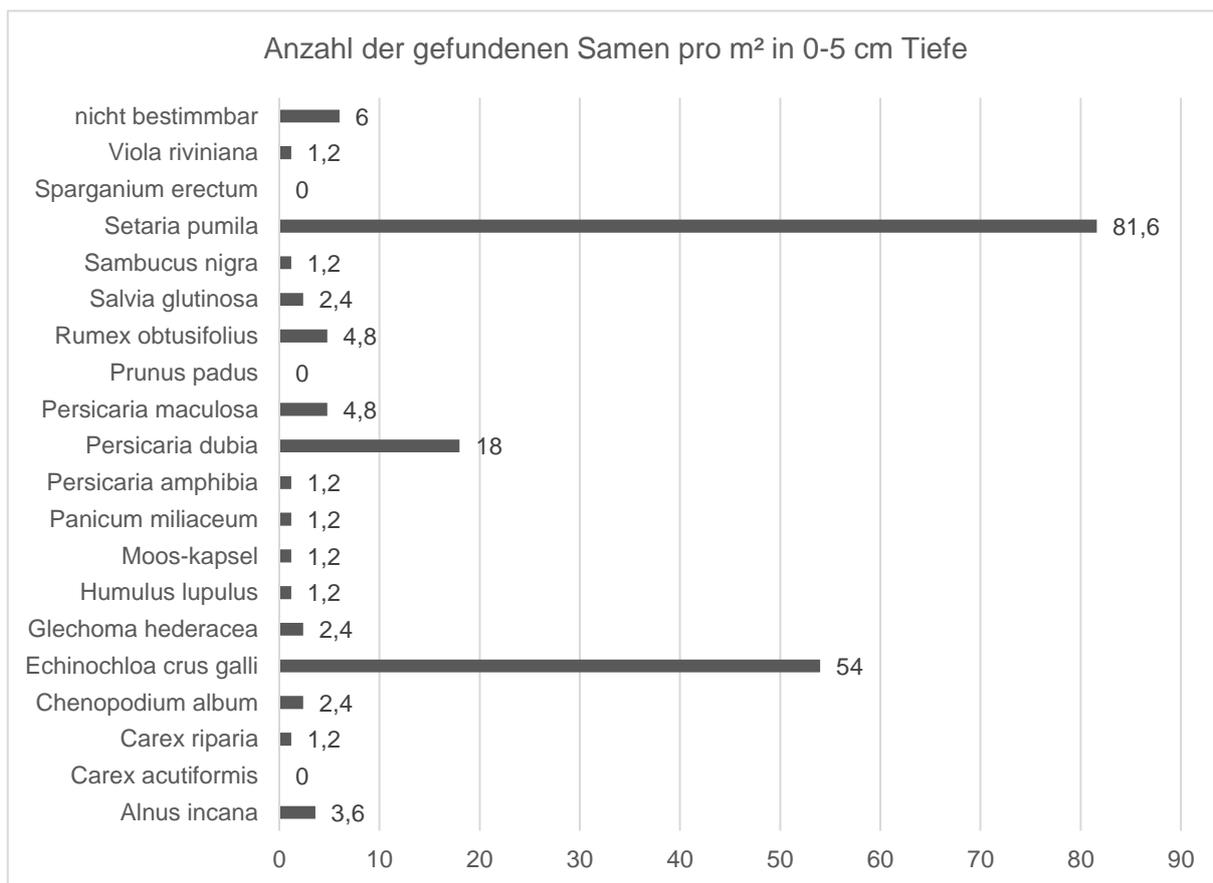


Abbildung 26: Anzahl der Samen pro m² in 0-5 cm Tiefe

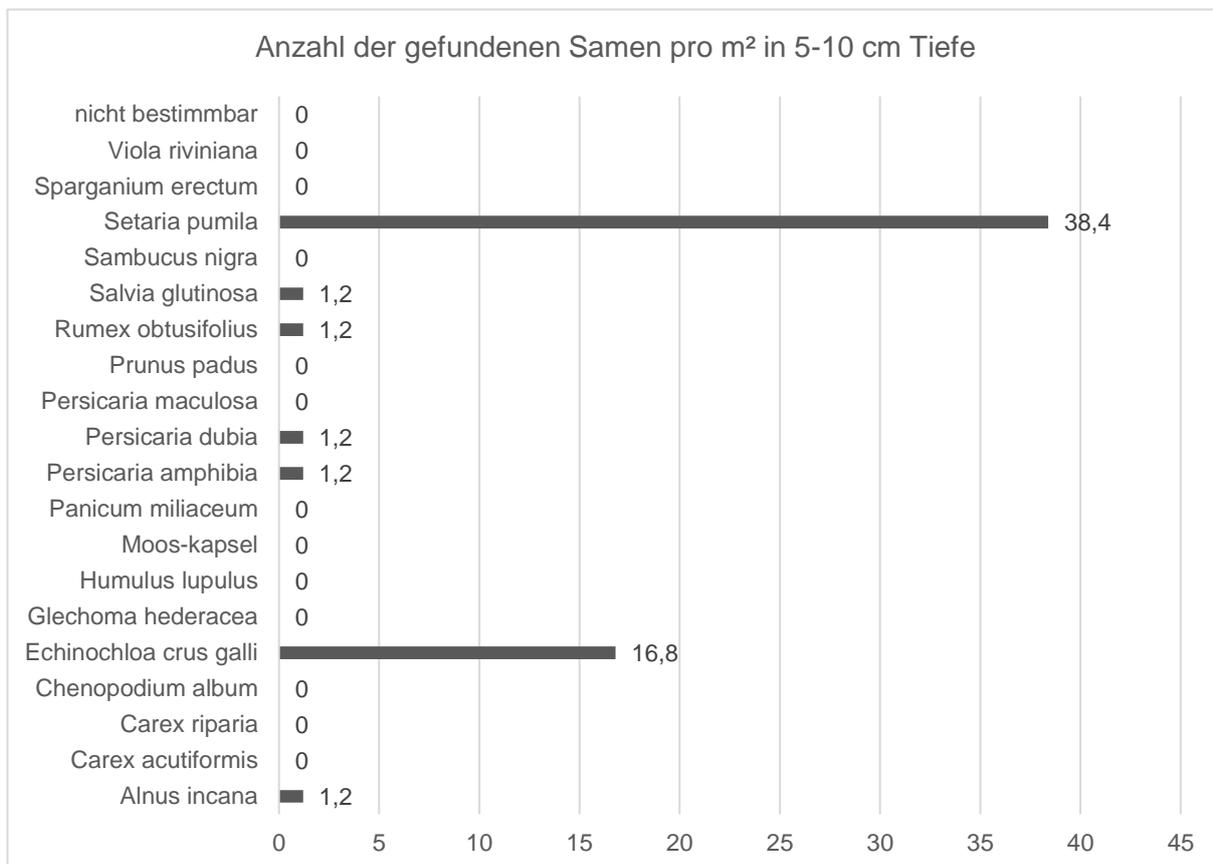


Abbildung 27: Anzahl der Samen pro m² in 5-10 cm Tiefe

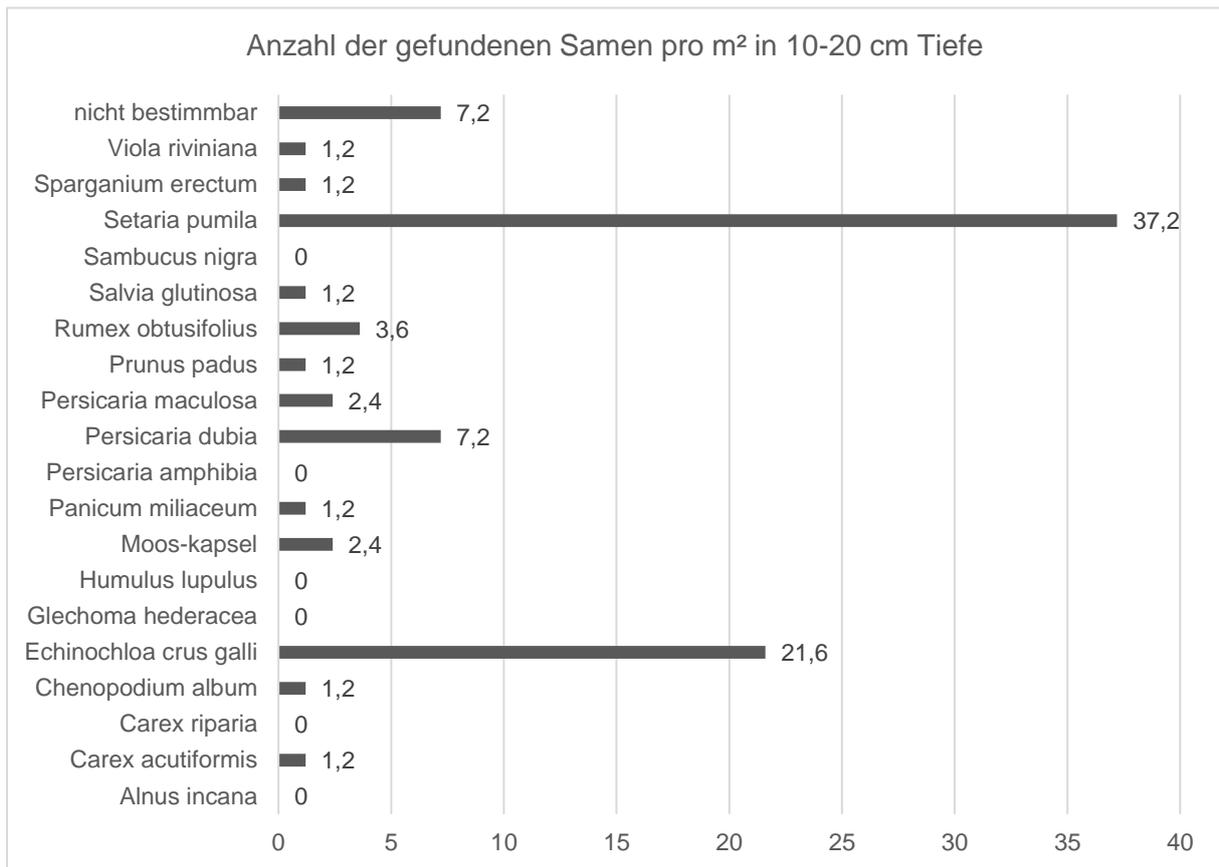


Abbildung 28: Anzahl der Samen pro m² in 10-20 cm Tiefe

Es gibt außerdem Unterschiede zwischen der Bodentiefe und der Artenanzahl. Die Abbildung 29 zeigt, dass die größte Artenanzahl in 0-5 cm Tiefe zu verzeichnen ist. Dort wurden 17 verschiedene Arten nachgewiesen. In 5-10 cm Tiefe waren es 7, in 10-20 cm Tiefe 14 verschiedene Arten.

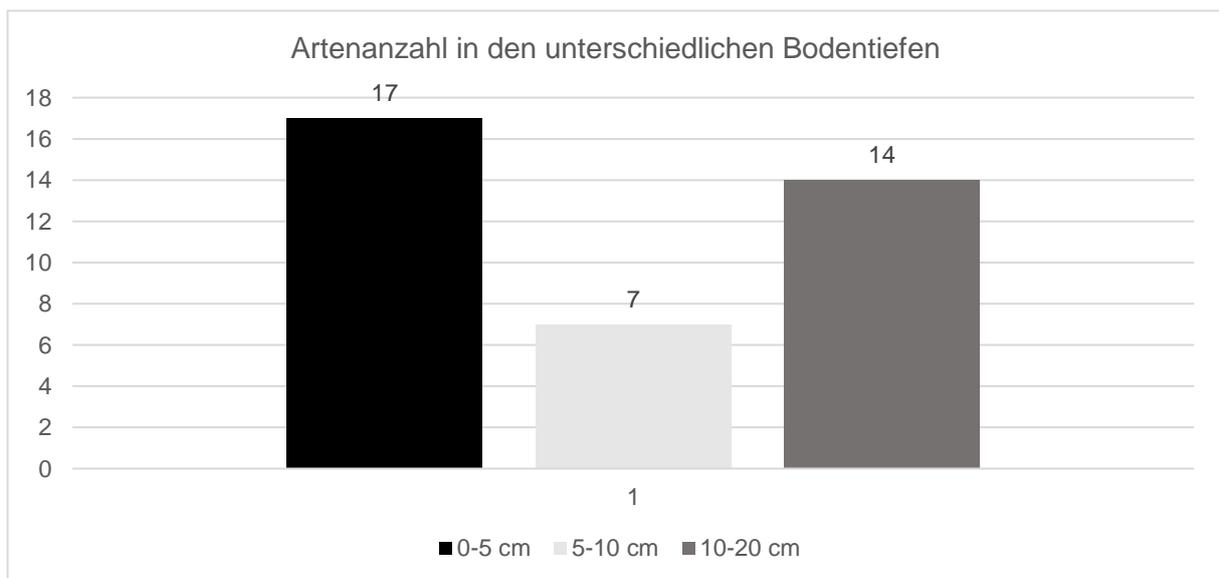


Abbildung 29: Unterschiede in der Artenzahl bezogen auf die Bodentiefe

3.1.3. Auftretende Samen unterteilt nach Baumaßnahmen

Die Bodenproben wurden, wie bereits im Kapitel der Methodik erwähnt, in den Bereichen der Pufferzone, der Umlandabsenkung und des HQ1 – Betts entnommen. Die meisten Samen wurden in den Bereichen der Pufferzone gefunden (n = 121). In den Bereichen der Umlandabsenkung konnten n = 83 Samen gefunden werden, entlang des HQ1 – Betts waren es n = 79 Samen. Die Abbildung 30 zeigt die totale Anzahl der gefundenen Samen verteilt über die Baumaßnahmen.

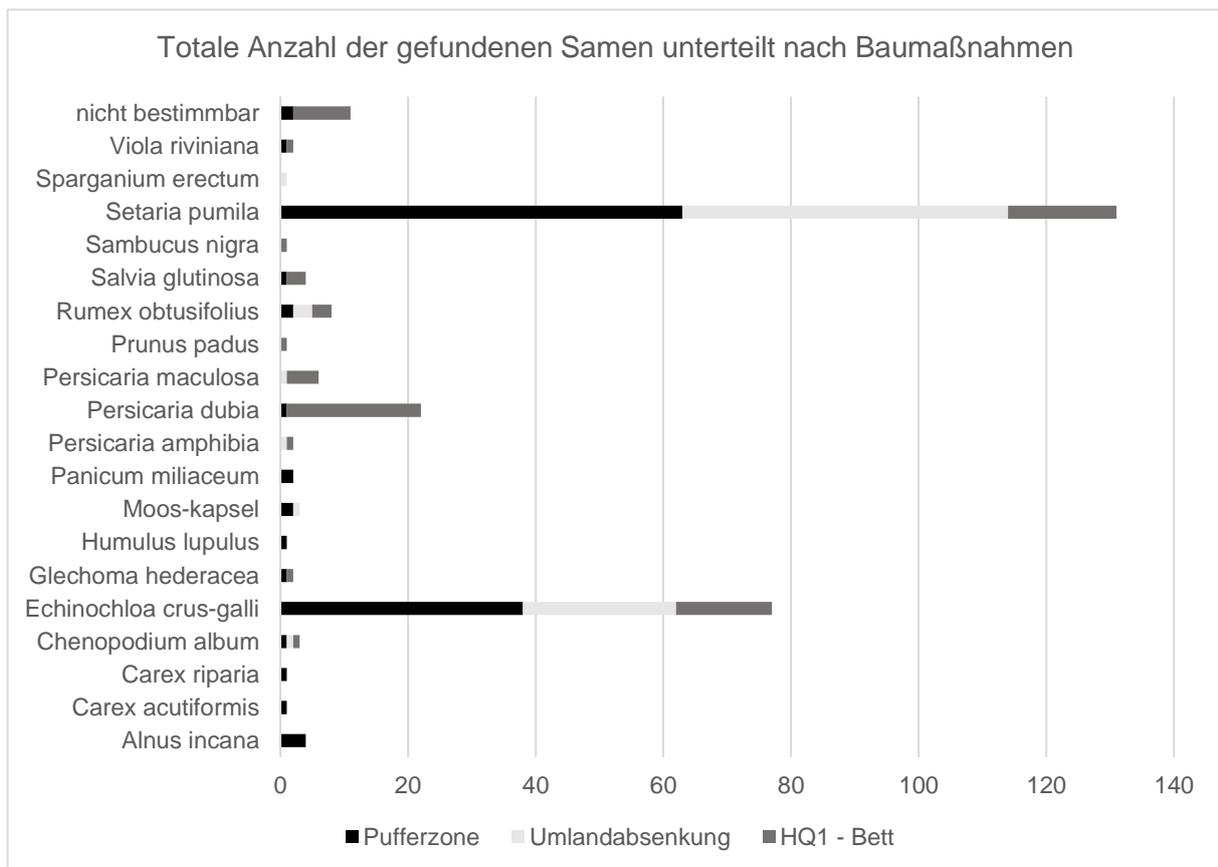


Abbildung 30: Darstellung der totalen Anzahl an Samen unterteilt nach Baumaßnahmen

In Tabelle 6 ist die totale Anzahl der gefundenen Samen, verteilt über die Baumaßnahmen, in den unterschiedlichen Tiefen abgebildet.

Tabelle 6: Überblick über die totale Anzahl der gefundenen Samen in den Baumaßnahmen

	Bodentiefe	<i>Alnus incana</i>	<i>Carex acutiformis</i>	<i>Carex riparia</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Humulus lupulus</i>
Pufferzone	0-5	3	0	1	0	16	1	1
	5-10	1	0	0	0	7	0	0
	10-20	0	1	0	1	15	0	0
	Total	4	1	1	1	38	1	1
Umlandabsenkung	0-5	0	0	0	1	15	0	0
	5-10	0	0	0	0	6	0	0
	10-20	0	0	0	0	3	0	0
	Total	0	0	0	1	24	0	0
HQ1-Bett	0-5	0	0	0	1	14	1	0
	5-10	0	0	0	0	1	0	0
	10-20	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	1	15	1	0
	Bodentiefe	Mooskapsel	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Persicaria amphibia</i>	<i>Persicaria dubia</i>	<i>Persicaria maculosa</i>	<i>Prunus padus</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
Pufferzone	0-5	0	1	0	0	0	0	0
	5-10	0	0	0	0	0	0	1
	10-20	2	1	0	1	0	0	1
	Total	2	2	0	1	0	0	2
Umlandabsenkung	0-5	1	0	1	0	0	0	2
	5-10	0	0	0	0	0	0	0
	10-20	0	0	0	0	1	0	1
	Total	1	0	1	0	1	0	3
HQ1-Bett	0-5	0	0	0	15	4	0	2
	5-10	0	0	1	1	0	0	0
	10-20	0	0	0	5	1	1	1
	Total	0	0	1	21	5	1	3
	Bodentiefe	<i>Salvia glutinosa</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Setaria pumila</i>	<i>Sparganium erectum</i>	<i>Viola riviniana</i>	nicht bestimmbar	TOTAL
Pufferzone	0-5	1	0	31	0	0	0	55
	5-10	0	0	10	0	0	0	19
	10-20	0	0	22	0	1	2	47
	Total	1	0	63	0	1	2	121
Umlandabsenkung	0-5	0	0	22	0	0	0	42
	5-10	0	0	22	0	0	0	28
	10-20	0	0	7	1	0	0	13
	Total	0	0	51	1	0	0	83
HQ1-Bett	0-5	1	1	15	0	1	5	60
	5-10	1	0	0	0	0	0	4
	10-20	1	0	2	0	0	4	15
	Total	3	1	17	0	1	9	79

Die Abbildung 31 zeigt, dass im Bereich der Pufferzonen Samen von *Setaria pumila* (n = 63) und *Echinochloa crus-galli* (n = 38) am häufigsten auftreten. Die Bereiche der Pufferzone sind jene Bereiche mit den meisten Samenfinden.

Im Bereich der Umlandabsenkung kommen Samen von *Setaria pumila* (n = 51) und *Echinochloa crus-galli* (n = 24) ebenfalls am häufigsten vor (Abbildung 32). Aber auch Samen von *Rumex obtusifolius* (n = 3) konnten festgestellt werden.

Die am häufigsten vorkommenden Arten im Bereich des HQ1-Betts sind *Persicaria dubia* (n = 21), *Setaria pumila* (n = 17) sowie *Echinochloa crus-galli* (n = 15). Von *Persicaria maculosa* konnten ebenfalls Samen gefunden werden (n = 5), sowie von *Rumex obtusifolius* (n = 3) und *Salvia glutinosa* (n = 3) (siehe Abbildung 33).

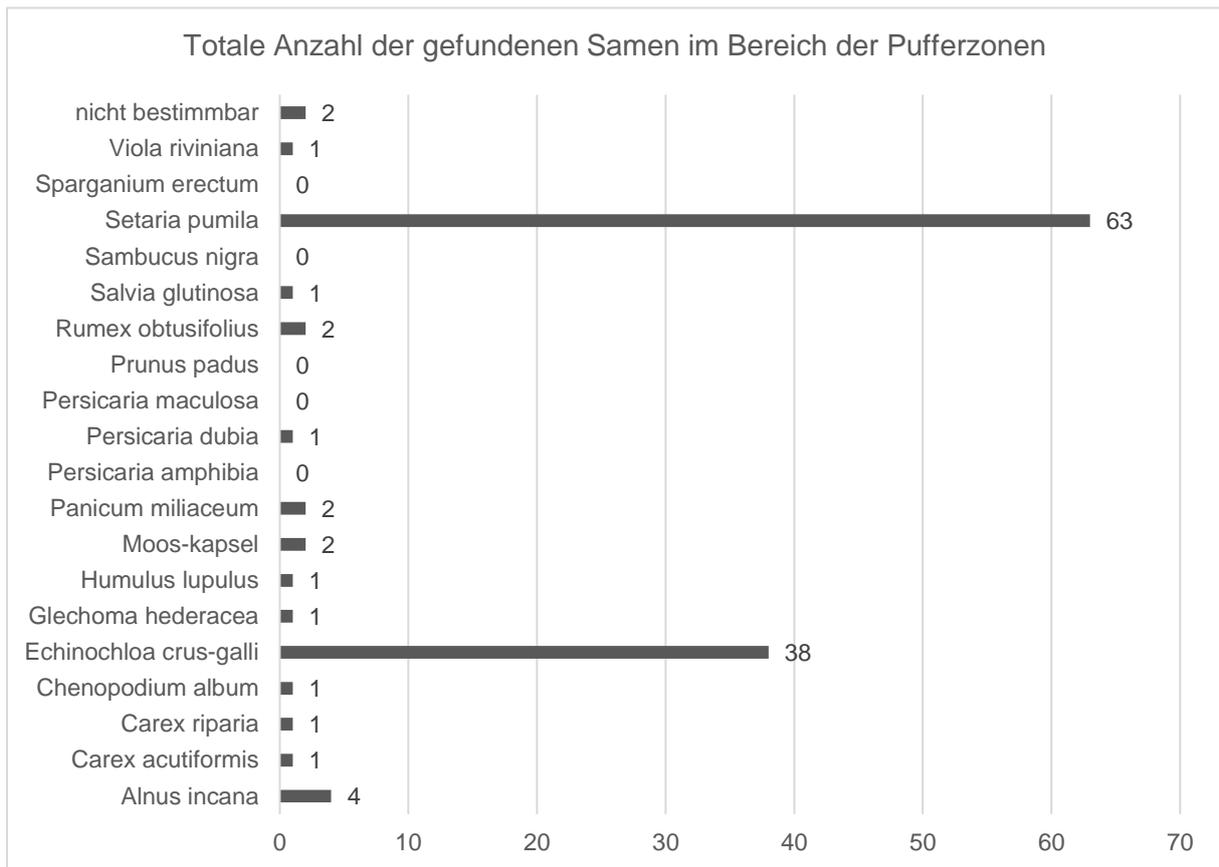


Abbildung 31: Totale Anzahl der Samen in den Bereichen der Pufferzone (n = 13)

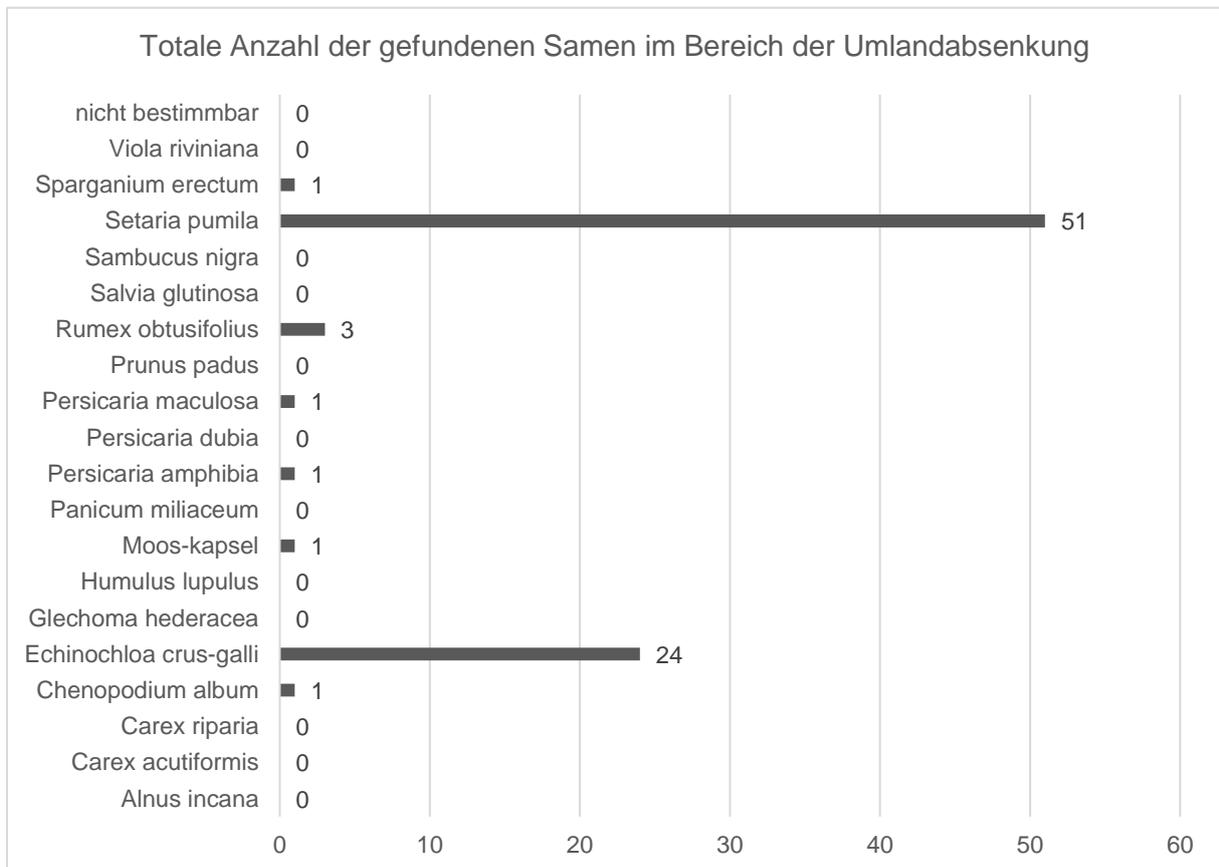


Abbildung 32: Totale Anzahl der Samen in den Bereichen der Umlandabsenkung (n = 14)

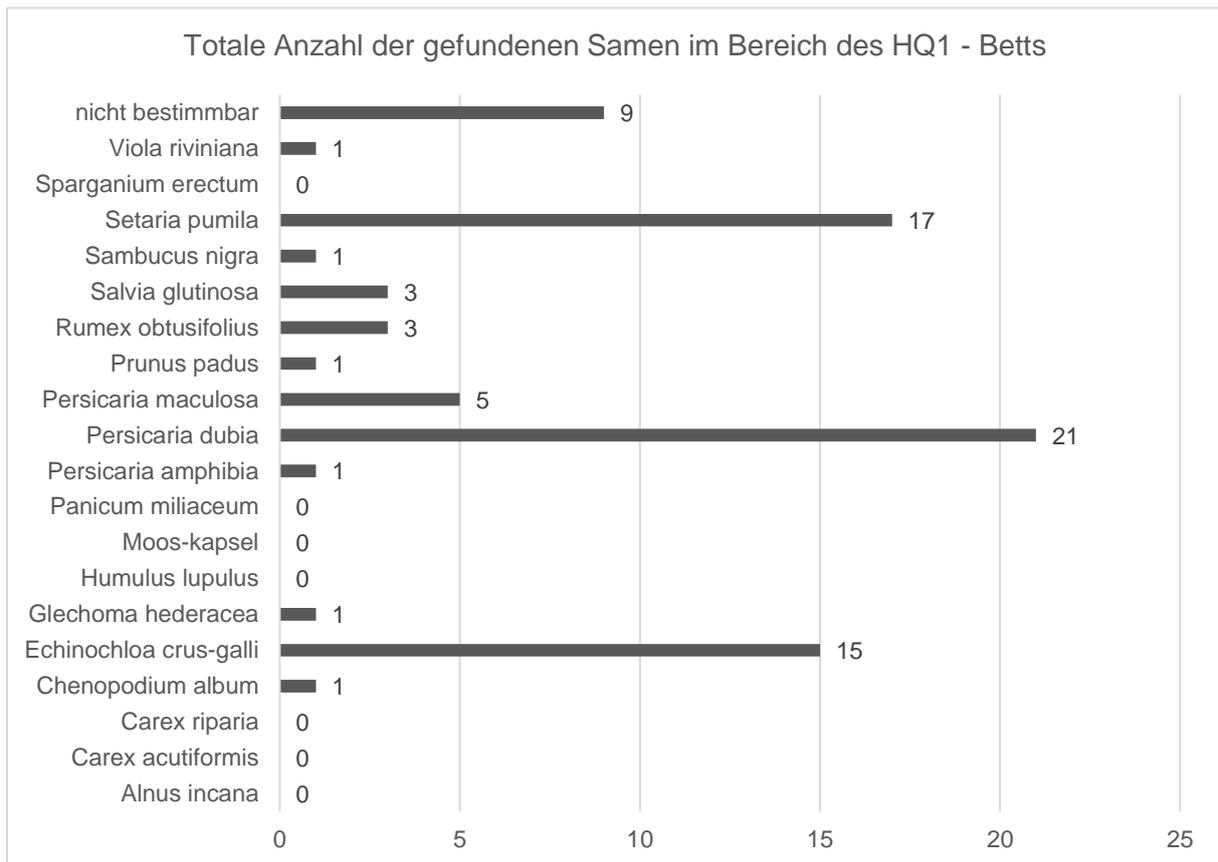


Abbildung 33: Totale Anzahl der Samen in den Bereichen des HQ1 – Betts (n = 13)

Wie bereits erwähnt, lassen sich unter den vorkommenden Samen in den Baumaßnahmen auch Unterschiede bezüglich der Bodentiefe erkennen. Diese Unterschiede sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

In den Bereichen der Pufferzone konnten die meisten Samen in 0-5 cm Tiefe festgestellt werden (n = 55). In 5-10 cm Tiefe waren es n = 19, in 10-20 cm Tiefe n = 47 Samen (Abbildung 34).

In den Bereichen der Umlandabsenkung, in 0-5 cm Tiefe konnten n = 42 Samen gefunden werden. In der mittleren Bodenschicht, in 5-10 cm Tiefe, waren es n = 28, in 10-20 cm Tiefe n = 13 Samen (Abbildung 35).

Die größte Samenanzahl kommt in den Bereichen des HQ1 – Betts, in 0-5 cm Tiefe vor (n = 60). In 5-10 cm Tiefe kamen n = 4 Samen vor, in 10-20 cm Tiefe konnten n = 15 Samen festgestellt werden (Abbildung 36).

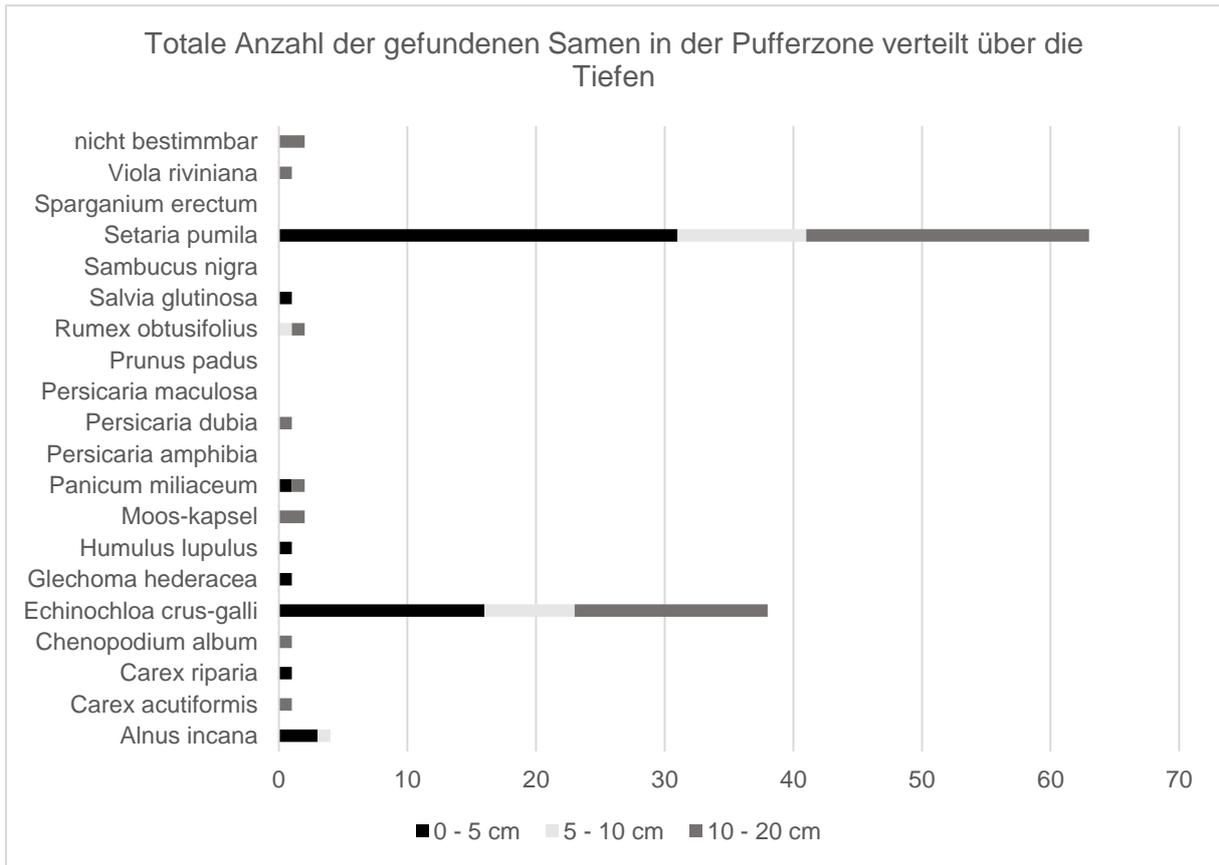


Abbildung 34: Totale Anzahl der vorkommenden Samen in der Pufferzone, unterteilt nach Bodentiefen

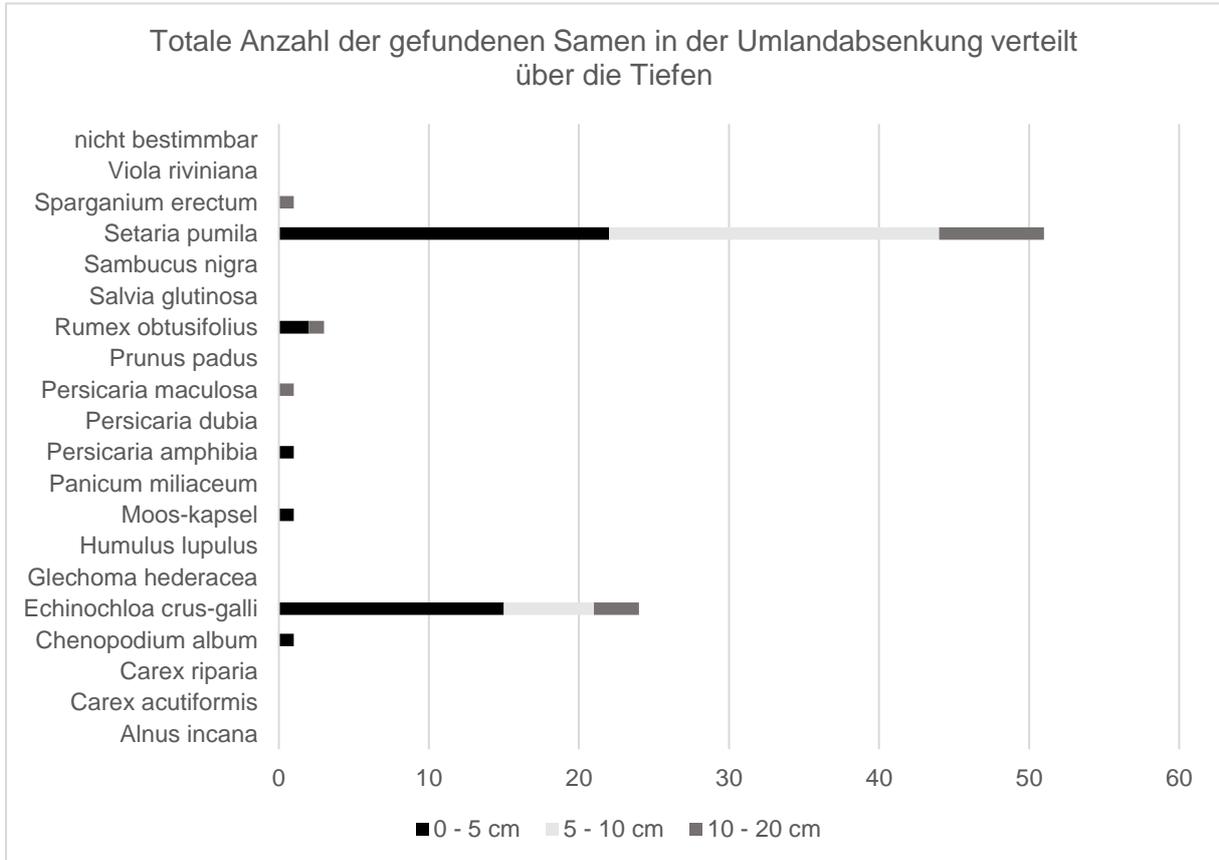


Abbildung 35: Totale Anzahl der vorkommenden Samen in der Umlandabsenkung, unterteilt nach Bodentiefen

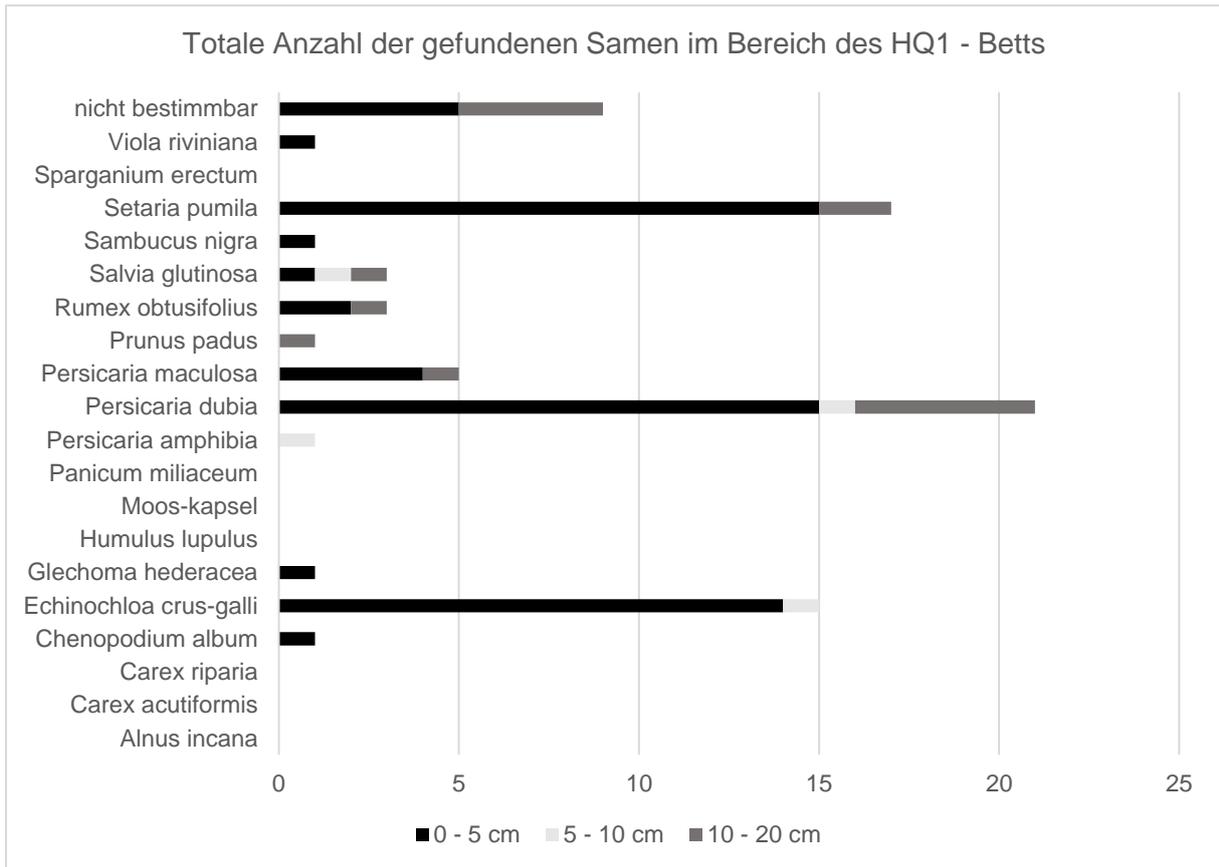


Abbildung 36: Totale Anzahl der vorkommenden Samen im HQ1 – Bett, unterteilt nach Bodentiefen

Auch hierbei wurden die gefundenen Samen in Samen pro m² umgerechnet. Die Tabelle 7 zeigt die Verteilung der gefundenen Samen pro m² über die Baumaßnahmen in den untersuchten Bodentiefen.

Tabelle 7: Überblick über die Anzahl der gefundenen Samen pro m² in den Baumaßnahmen

	Bodentiefe	<i>Alnus incana</i>	<i>Carex acutiformis</i>	<i>Carex riparia</i>	<i>Chenopodium album</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Glechoma hederacea</i>	<i>Humulus lupulus</i>
Pufferzone	0-5	3,6	0	1,2	0	19,2	1,2	1,2
	5-10	1,2	0	0	0	8,4	0	0
	10-20	0	1,2	0	1,2	18	0	0
	Total	4,8	1,2	1,2	1,2	45,6	1,2	1,2
Umlandabsenkung	0-5	0	0	0	1,2	18	0	0
	5-10	0	0	0	0	7,2	0	0
	10-20	0	0	0	0	3,6	0	0
	Total	0	0	0	1,2	28,8	0	0
HQ1-Bett	0-5	0	0	0	1,2	16,8	1,2	0
	5-10	0	0	0	0	1,2	0	0
	10-20	0	0	0	0	0	0	0
	Total	0	0	0	1,2	18	1,2	0
	Bodentiefe	Mooskapsel	<i>Panicum miliaceum</i>	<i>Persicaria amphibia</i>	<i>Persicaria dubia</i>	<i>Persicaria maculosa</i>	<i>Prunus padus</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>
Pufferzone	0-5	0	1,2	0	0	0	0	0
	5-10	0	0	0	0	0	0	1,2
	10-20	2,4	1,2	0	1,2	0	0	1,2
	Total	2,4	2,4	0	1,2	0	0	2,4
Umlandabsenkung	0-5	1,2	0	1,2	0	0	0	2,4
	5-10	0	0	0	0	0	0	0
	10-20	0	0	0	0	1,2	0	1,2
	Total	1,2	0	1,2	0	1,2	0	3,6
HQ1-Bett	0-5	0	0	0	18	4,8	0	2,4
	5-10	0	0	1,2	1,2	0	0	0
	10-20	0	0	0	6	1,2	1,2	1,2
	Total	0	0	1,2	25,2	6	1,2	3,6
	Bodentiefe	<i>Salvia glutinosa</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Setaria pumila</i>	<i>Sparganium erectum</i>	<i>Viola riviniana</i>	nicht bestimmbar	TOTAL
Pufferzone	0-5	1,2	0	37,2	0	0	0	66
	5-10	0	0	12	0	0	0	22,8
	10-20	0	0	26,4	0	1,2	2,4	56,4
	Total	1,2	0	75,6	0	1,2	2,4	145,2
Umlandabsenkung	0-5	0	0	26,4	0	0	0	50,4
	5-10	0	0	26,4	0	0	0	33,6
	10-20	0	0	8,4	1,2	0	0	15,6
	Total	0	0	61,2	1,2	0	0	99,6
HQ1-Bett	0-5	1,2	1,2	18	0	1,2	6	72
	5-10	1,2	0	0	0	0	0	4,8
	10-20	1,2	0	2,4	0	0	4,8	18
	Total	3,6	1,2	20,4	0	1,2	10,8	94,8

Im Bereich der Pufferzonen treten Samen von *Setaria pumila* (n = 75,6 Samen pro m²) und *Echinochloa crus-galli* (n = 45,6 Samen pro m²) am häufigsten auf.

Samen von *Setaria pumila* (n = 61,2 Samen pro m²) und *Echinochloa crus-galli* (n = 28,8 Samen pro m²) kommen im Bereich der Umlandabsenkung ebenfalls am häufigsten vor. Auch Samen von *Rumex obtusifolius* (n = 3,6 Samen pro m²) wurden gefunden.

Im Bereich des HQ1-Betts sind die häufigsten auftretenden Arten *Persicaria dubia* (n = 25,2 Samen pro m²), *Setaria pumila* (n = 20,4 Samen pro m²) sowie *Echinochloa crus-galli* (n = 18 Samen pro m²). Von *Persicaria maculosa* wurden n = 6 Samen pro m² gefunden, von *Rumex obtusifolius* und *Salvia glutinosa* konnten jeweils n = 3,6 Samen pro m² festgestellt werden.

Die Abbildungen 37 - 40 stellen die Unterschiede bezüglich der Baumaßnahmen und Bodentiefen für die Samenanzahl pro m² dar.

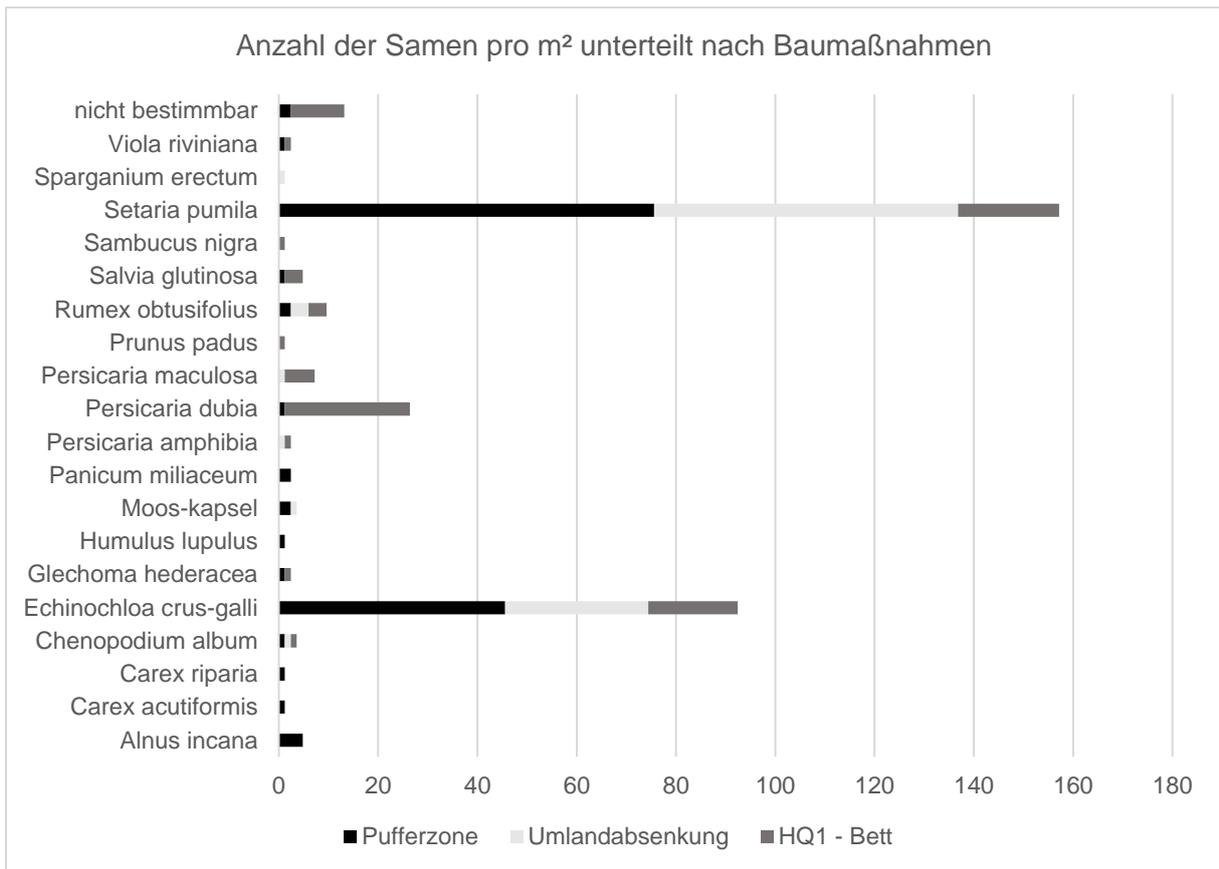


Abbildung 37: Darstellung der Anzahl an Samen pro m² unterteilt nach Baumaßnahmen

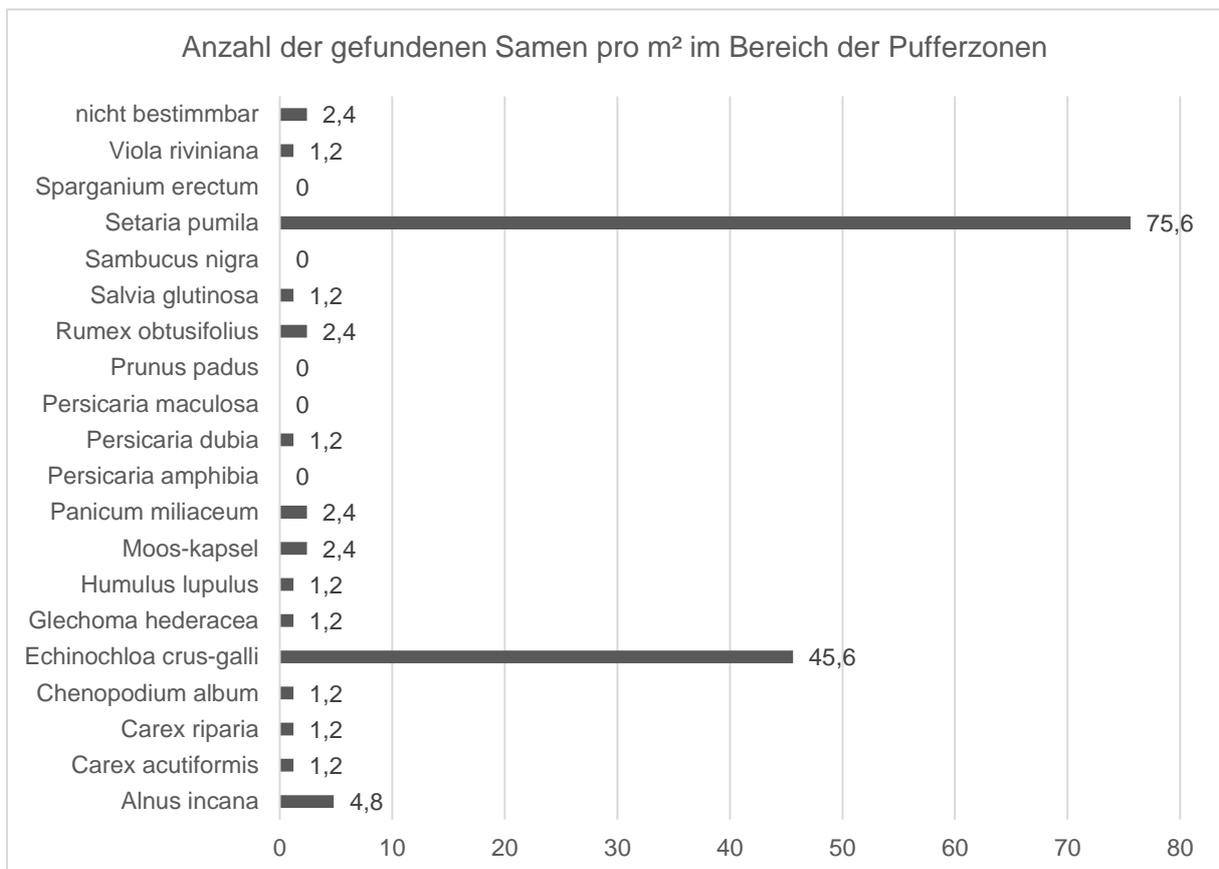


Abbildung 38: Anzahl der Samen pro m² in den Bereichen der Pufferzone (n = 13)

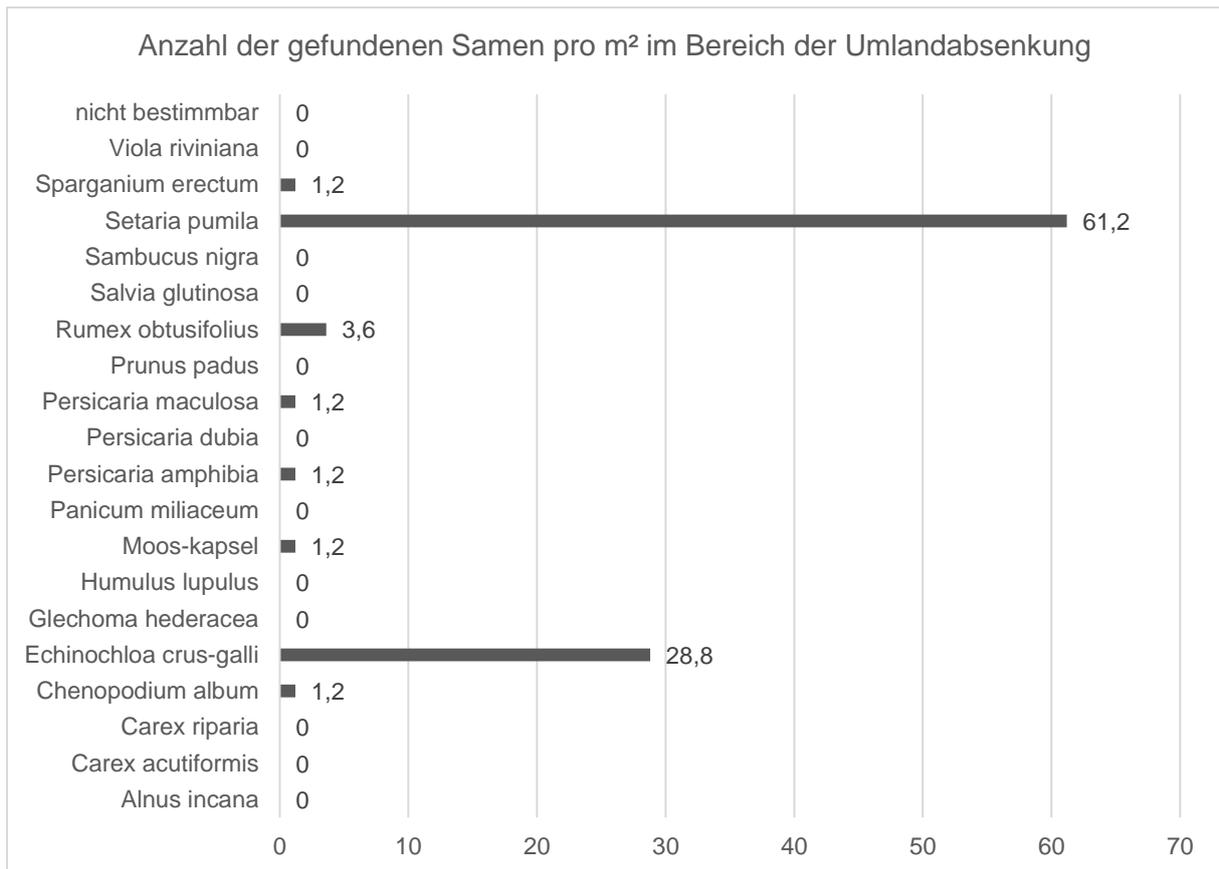


Abbildung 39: Anzahl der Samen pro m² in den Bereichen der Umlandabsenkung (n = 14)

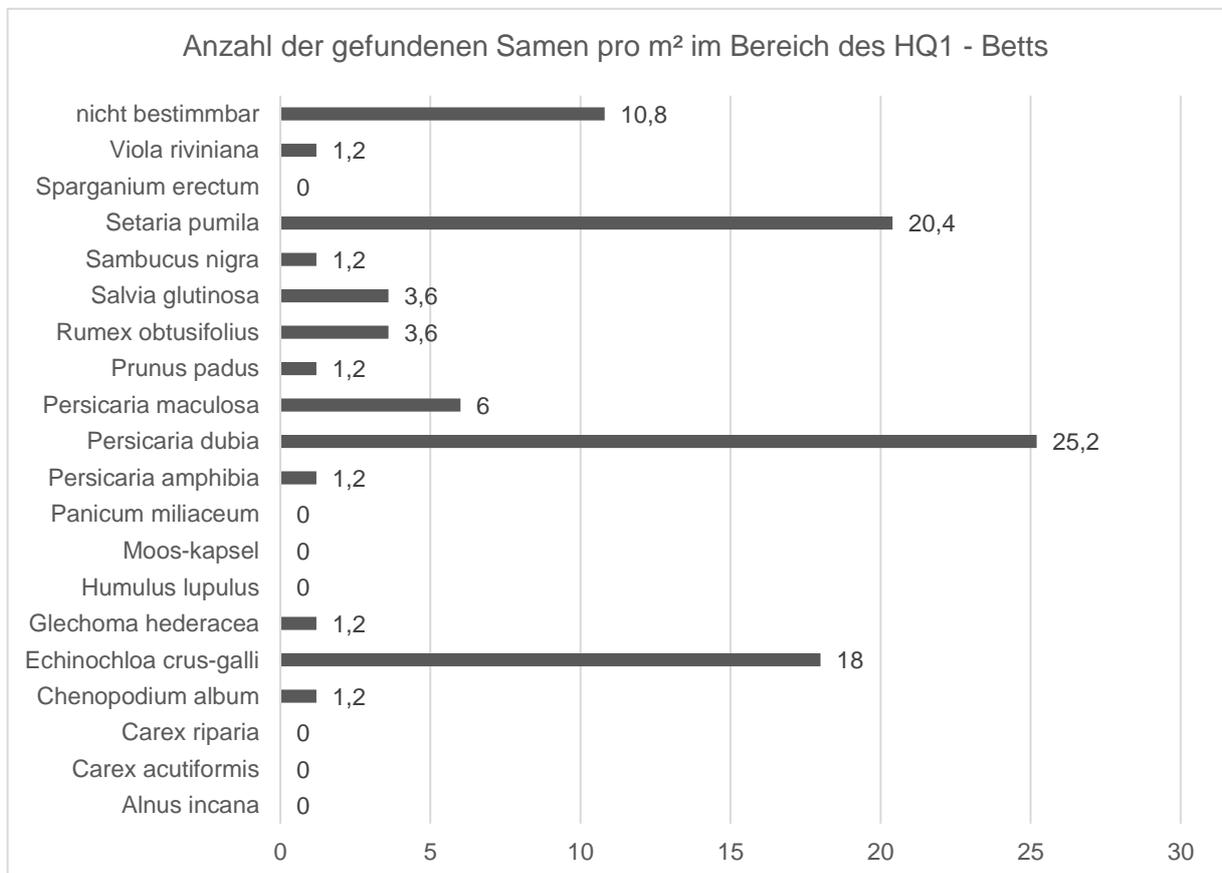


Abbildung 40: Anzahl der Samen pro m² in den Bereichen des HQ1 – Betts (n = 13)

Auch hier unterscheiden sich die gefundenen Samen in den verschiedenen Baumaßnahmen nach Bodentiefen.

Die höchste Anzahl an Samen kann in den Bereichen der Pufferzone verzeichnet werden ($n = 145,2$ Samen pro m^2). In 0-5 cm Tiefe wurden $n = 66$ Samen pro m^2 gefunden. In 5-10 cm Tiefe konnten $n = 22,8$ Samen pro m^2 gefunden werden, in 10-20 cm Tiefe waren es $n = 56,4$ Samen pro m^2 .

Auf den Flächen der Umlandabsenkung konnten die meisten Samen ebenfalls in 0-5 cm Tiefe gefunden werden ($n = 50,4$ Samen pro m^2). In 5-10 cm Tiefe belief sich die Anzahl auf $n = 33,6$ Samen pro m^2 , in 10-20 cm Tiefe auf $n = 15,6$ Samen pro m^2 . In diesen Bereichen wurde eine Gesamtanzahl von $n = 99,6$ Samen pro m^2 festgestellt.

Entlang des HQ1 – Betts wurden insgesamt $n = 94,8$ Samen pro m^2 gefunden. Verteilt auf die Bodenschichten waren das in 0-5 cm Tiefe $n = 72$, in 5-10 cm Tiefe $n = 4,8$ und in 10-20 cm Tiefe $n = 18$ Samen pro m^2 .

Die Verteilung der gefundenen Samen pro m^2 über die Baumaßnahmen sowie die Bodentiefen sind in den folgenden Abbildungen 41 - 43 dargestellt.

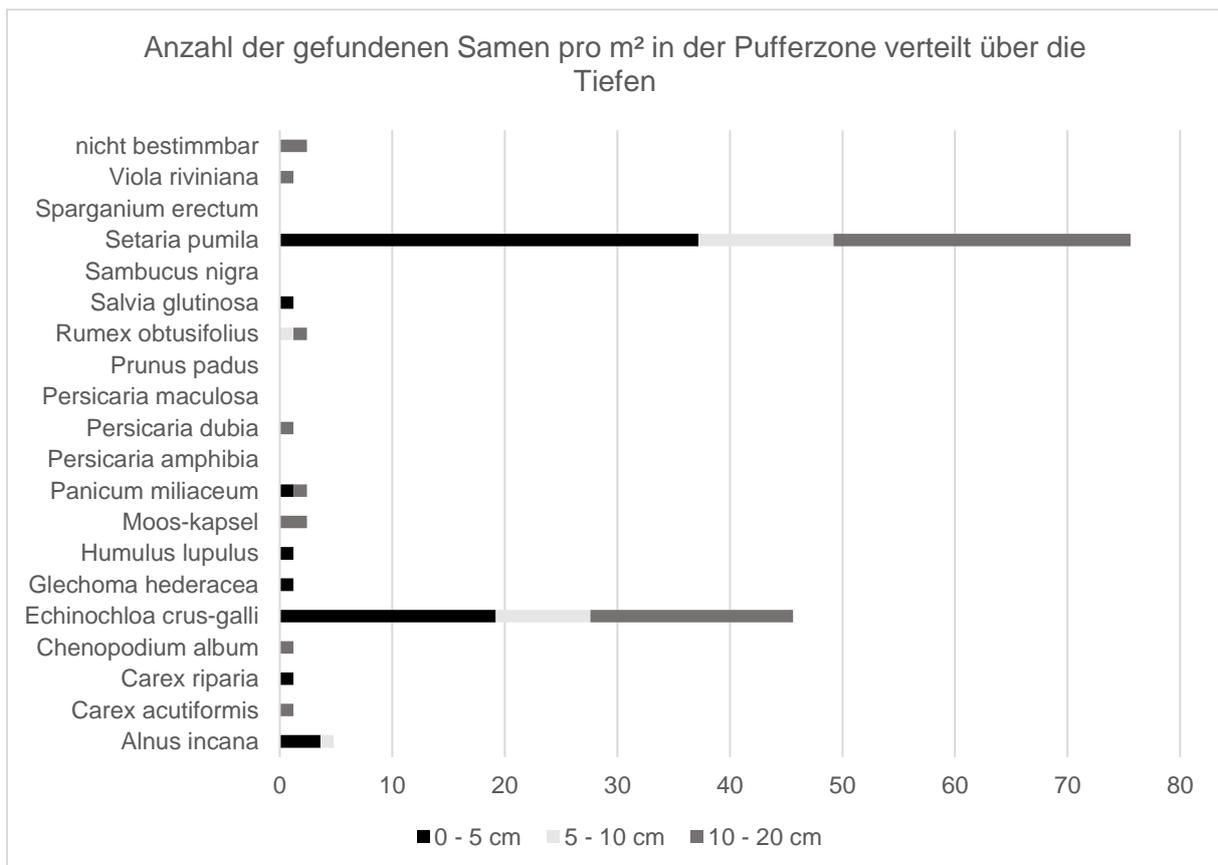


Abbildung 41: Anzahl der vorkommenden Samen pro m^2 in der Pufferzone, unterteilt nach Bodentiefen

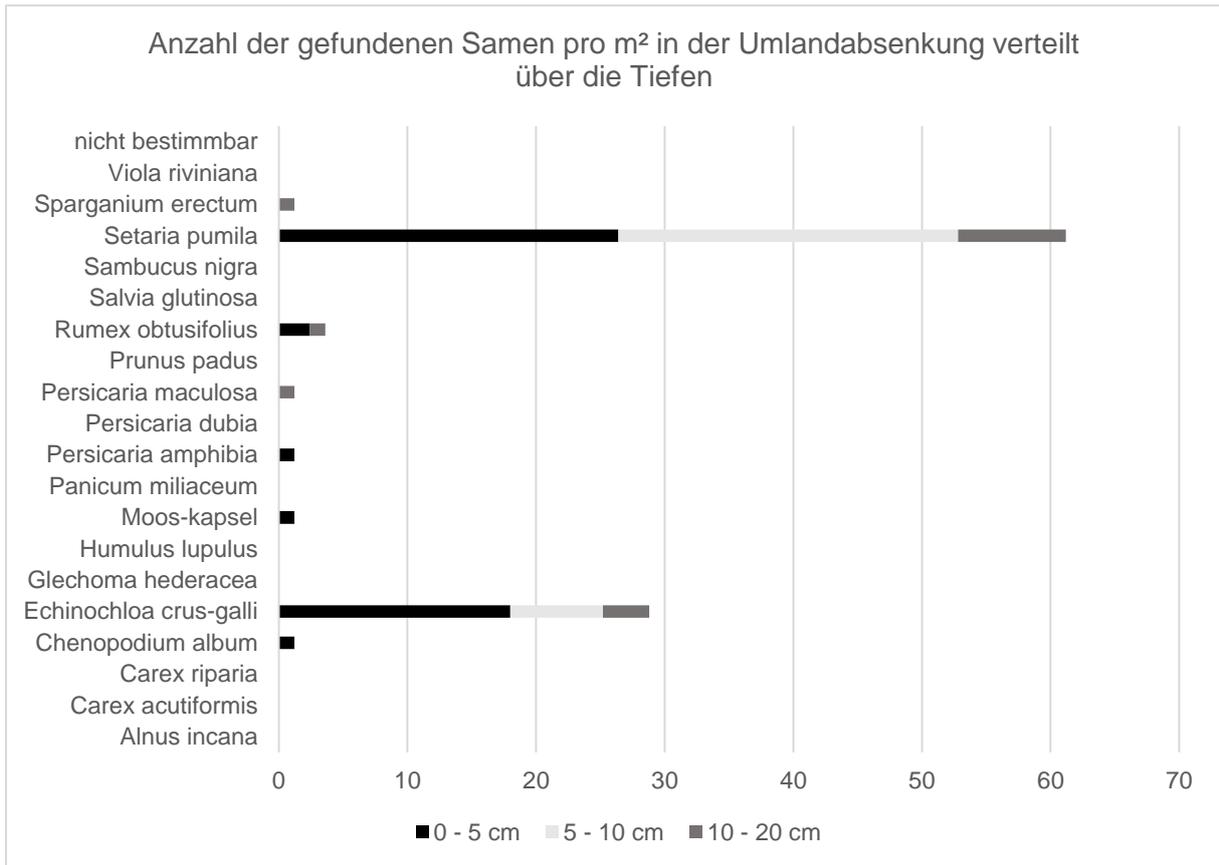


Abbildung 42: Anzahl der vorkommenden Samen pro m² in der Umlandabsenkung, unterteilt nach Bodentiefen

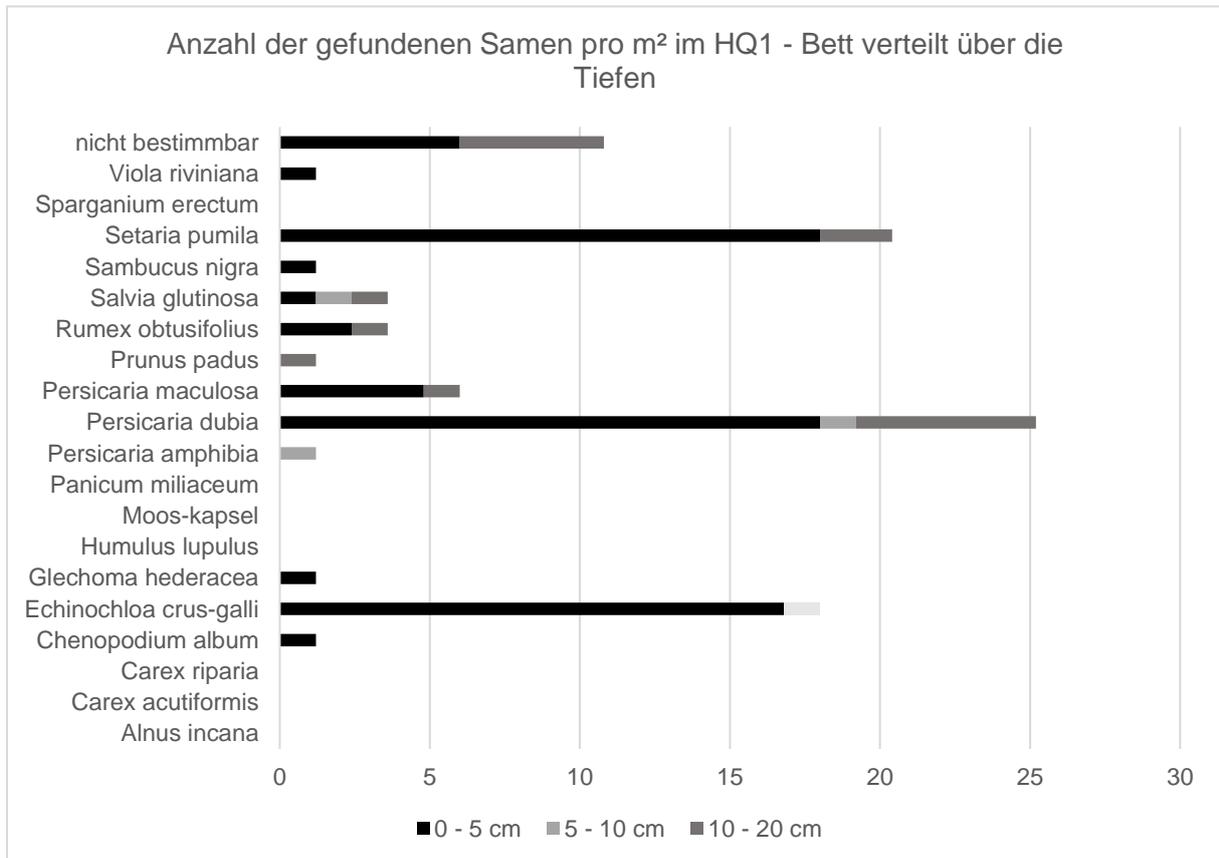


Abbildung 43: Anzahl der vorkommenden Samen pro m² im HQ1 – Bett, unterteilt nach Bodentiefen

Die Baumaßnahmen sind zudem durch Unterschiede in der Artenzahl gekennzeichnet. Die höchste Artenzahl wurde in den Bereichen der Pufferzonen festgestellt. Dort wurden 15 verschiedene Arten nachgewiesen. In den Bereichen der Umlandabsenkung kamen 8, in den Bereichen des HQ1 – Betts 13 verschiedene Arten vor (siehe Abbildung 44).

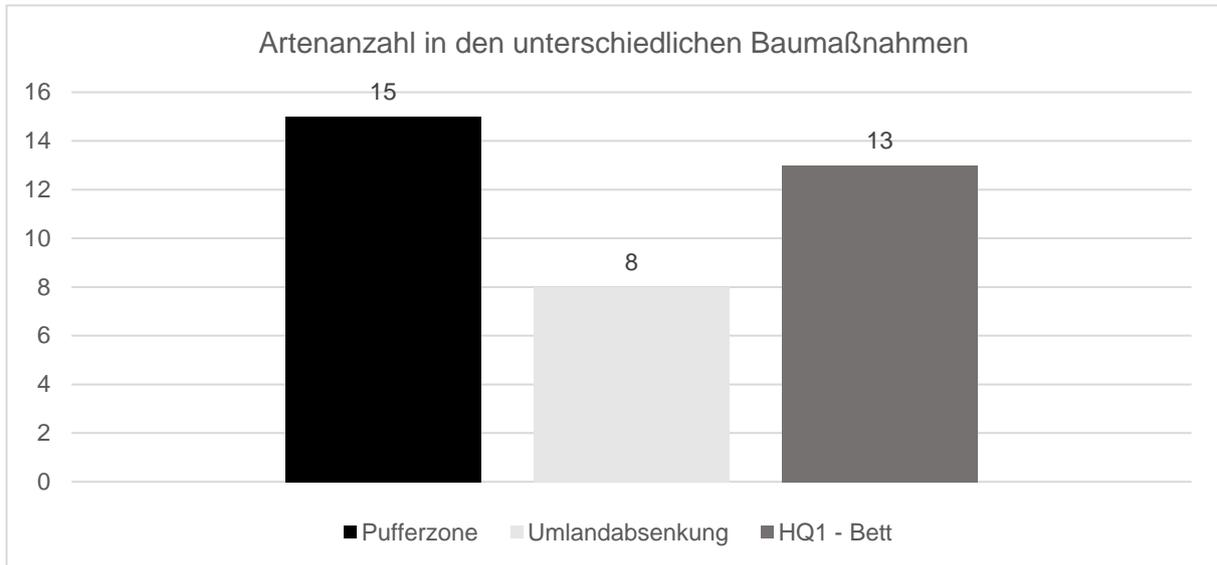


Abbildung 44: Unterschiede in der Artenzahl bezogen auf die Baumaßnahmen

3.1.4. Auftretende Samen in den unterschiedlichen Transekten

Um die Unterschiede des Samenaufkommens in den unterschiedlichen Transekten darstellen zu können, wurden die gefundenen Samen pro m² auf 100 m² hochgerechnet. Das entspricht der Gesamtfläche eines Transekts. Jedes Transekt besteht aus vier Flächen, die jeweils 25 m² Fläche einnehmen. Die Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Transekte, Bereiche und Tiefen mit der zugehörigen Anzahl an gefundenen Samen.

Tabelle 8: Auftretende Samen, gelistet nach Transekten, Bereichen und Bodentiefen

Transekt	Bereich	Tiefe	Totale Anzahl der Samen	Σ	Samen pro m ²	Σ	Samen pro Bereich (25 m ²)	Samen pro Transekt (100 m ²)				
I	I A1	0-5	3	8	3,6	9,6	90	960				
		5-10										
		10-20										
	I A2	0-5	4		4,8							
		5-10										
		10-20										
	I A3	0-5	1		1,2							
		5-10										
		10-20										
II	II A1	0-5	13	51	15,6	61	780	6120				
		5-10	7		8,4							
		10-20	6		7,2							
	II A2	0-5	8		9,6							
		5-10	4		4,8							
		10-20	5		6							
	II A3	0-5	1		1,2							
		5-10										
		10-20	1		1,2							
	II B1	0-5	5		6							
		5-10	1		1,2							
		10-20										
	III	III A1	0-5		6		18		7,2	22	210	2160
			5-10									
			10-20		1				1,2			
III B1		0-5	1	1,2								
		5-10										
		10-20										
III B2		0-5	3	3,6								
		5-10										
		10-20										
III B3		0-5	2	2,4								
		5-10	2	2,4								
		10-20	3	3,6								
IV	IV A1	0-5	3	64	3,6	77	240	7680				
		5-10										
		10-20	5		6							
	IV B1	0-5	6		7,2							
		5-10										
		10-20										
	IV B2	0-5	8		9,6							
		5-10	8		9,6							
		10-20										
	IV B3	0-5	21		25,2							
		5-10	3		3,6							
		10-20	10		12							

V	V A1	0-5	2	91	2,4	109	90	10920
		5-10	1		1,2			
		10-20						
	V B1	0-5	23		27,6			
		5-10						
		10-20	6		7,2			
	V B2	0-5	19		22,8			
		5-10	16		19,2			
		10-20	7		8,4			
	V B3	0-5	2		2,4			
		5-10						
		10-20	15		18			
VI	VI B1	0-5	11	26	13,2	31	390	3120
		5-10	2		2,4			
		10-20						
	VI B2	0-5						
		5-10	7		8,4			
		10-20	6		7,2			
VII	VII B2	0-5	9	14	10,8	17	420	1680
		5-10						
		10-20	5		6			
IX	IX B3	0-5	1	1	1,2	1,2	30	120
		5-10						
		10-20						
X	X A1	0-5	1	10	1,2	12	90	1200
		5-10						
		10-20	2		2,4			
	X B2	0-5						
		5-10						
		10-20	1		1,2			
	X B3	0-5	4		4,8			
		5-10						
		10-20	2		2,4			
Total		283	283	339,6	340	8490	33960	

Die Abbildung 45 zeigt, dass die meisten Samen auf dem Transekt V gefunden wurden (n = 10.920 Samen). Auf dem Transekt IV konnten n = 7.680 Samen festgestellt werden. Das Transekt mit den geringsten Samenfindungen war Transekt IX, mit n = 120 Samen. Auf dem Transekt VIII konnten keinerlei Samen gefunden werden. Aus allen zehn Transekten ergibt sich eine untersuchte Gesamtfläche von 1000 m², auf denen eine Gesamtanzahl von 33.960 Samen anzunehmen ist.

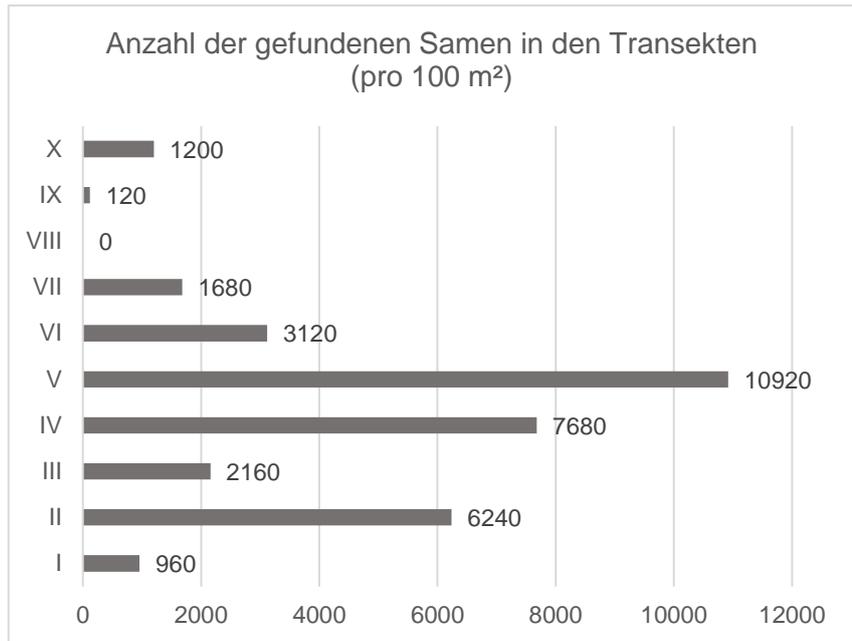
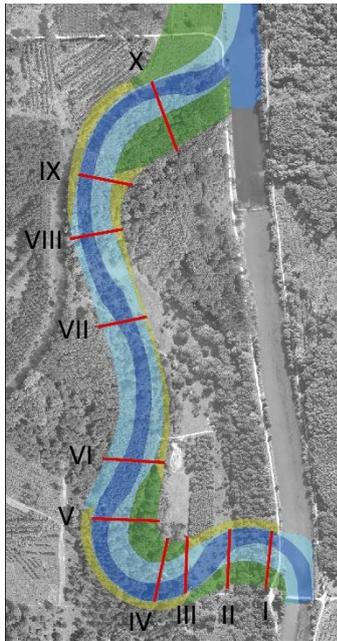


Abbildung 45: Verortung der Transekte und Darstellung der gefundenen Samen in den Transekten

Die Abbildung 46 zeigt, dass es ebenfalls Unterschiede im Artenaufkommen in den Transekten gibt. Auf dem Transekt IV kamen die meisten Arten vor (n = 10). Auf Transekt VI konnten acht verschiedene Arten festgestellt werden. Auf den Transekten III, V und X waren es jeweils sieben verschiedene Arten.

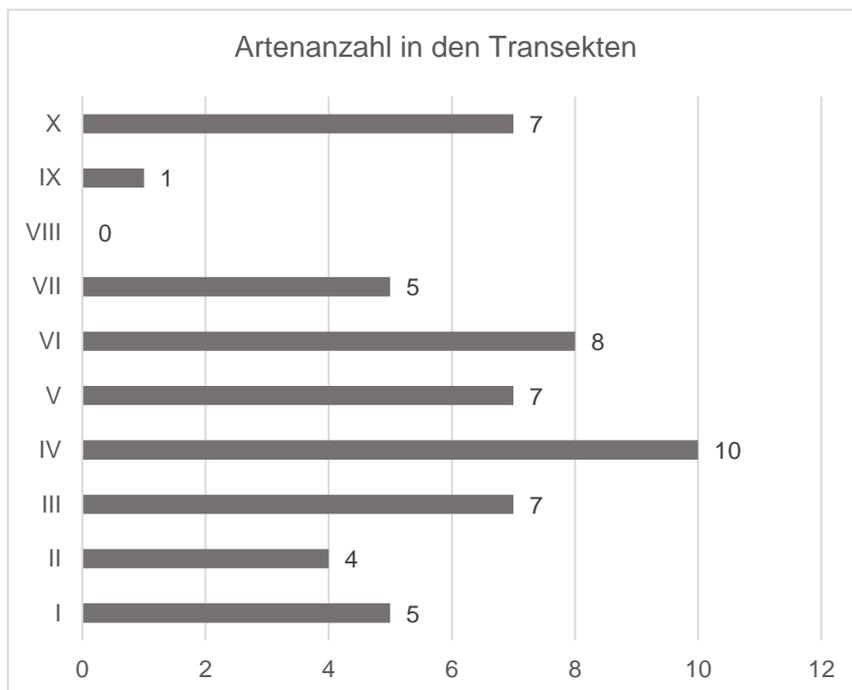


Abbildung 46: Unterschiede in der Artenzahl bezogen auf die Transekte

Unterschiede zwischen den Bereichen entlang der Transekte

Auch zwischen den jeweiligen Bereichen der Transekte können Unterschiede bezüglich der Samenfunde erkannt werden. In der Abbildung 47 ist ersichtlich, dass jener Bereich, in dem die meisten Samen gefunden wurden, der Bereich V B2 ist. Auf dieser Untersuchungsfläche wurden $n = 1.260$ Samen berechnet. Im Bereich IV B3 können $n = 1.020$ Samen angenommen werden.

Eine hohe Anzahl an Samen wurde auch in den Bereichen V B1 und II A1 festgestellt. Auf diesen Untersuchungsflächen können $n = 870$ (V B1) und $n = 780$ (II A1) Samen angenommen werden.

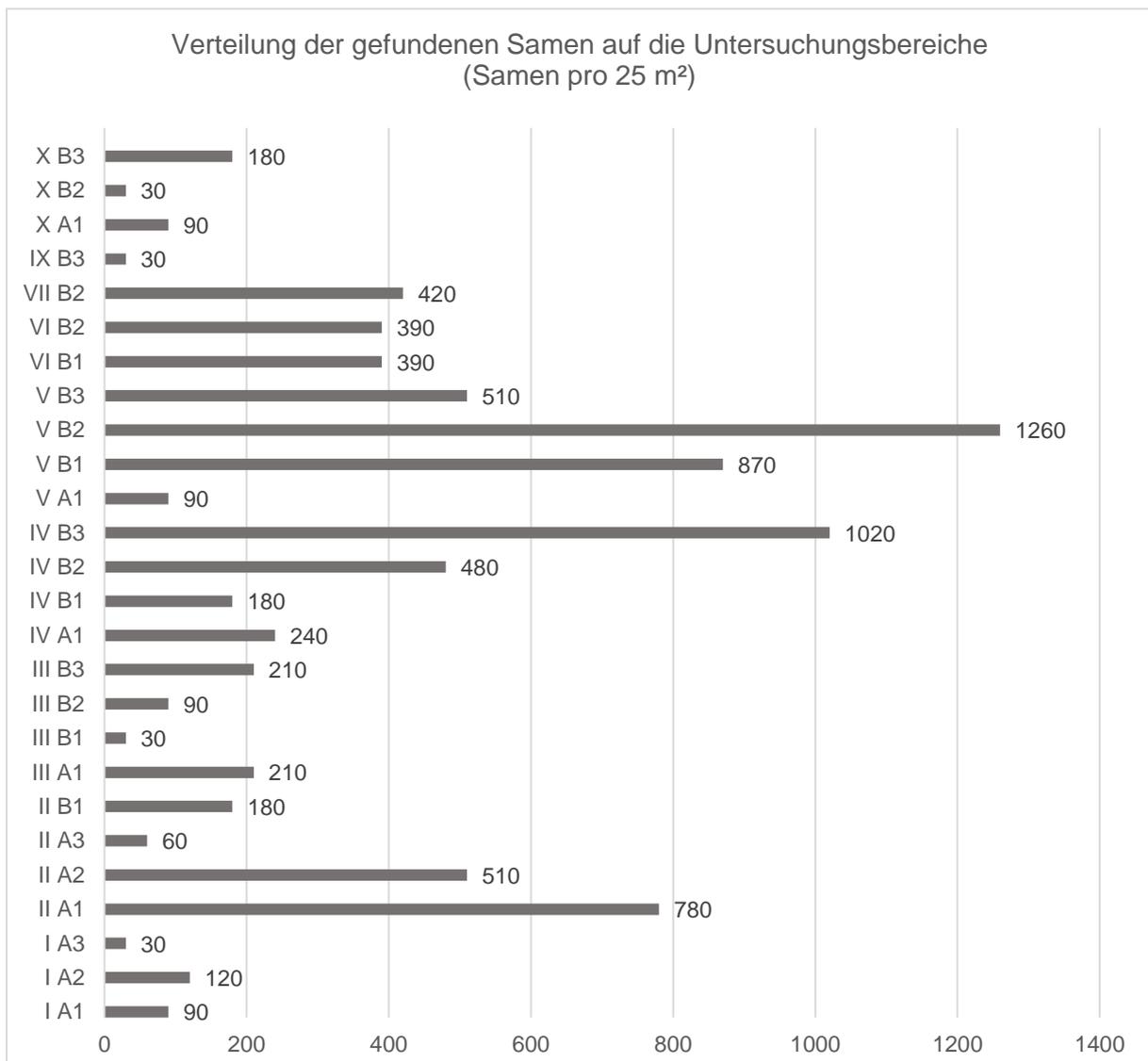


Abbildung 47: Darstellung der Samenanzahl auf den Bereichen der Transekte

In Tabelle 9 sind die Unterschiede der Samenfunde in den Bereichen der Transekte ersichtlich.

Tabelle 9: Überblick über die Anzahl der gefundenen Samen in den Bereichen der Transekte

Bereich	Samen pro Bereich (25 m ²)	Bereich	Samen pro Bereich (25 m ²)	Bereich	Samen pro Bereich (25 m ²)
I A1	90	III B2	90	V B3	510
I A2	120	III B3	210	VI B1	390
I A3	30	IV A1	240	VI B2	390
II A1	780	IV B1	180	VII B2	420
II A2	510	IV B2	480	IX B3	30
II A3	60	IV B3	1020	X A1	90
II B1	180	V A1	90	X B2	30
III A1	210	V B1	870	X B3	180
III B1	30	V B2	1260	Total	8490

Unterschiede betreffend Bodentiefen entlang der Transekte

Des Weiteren ist zu erkennen, dass es Unterschiede bezüglich der untersuchten Bodentiefen auf den Transekten gibt. Jenes Transekt mit den meisten gefundenen Samen ist das Transekt V, wo in einer Bodentiefen von 0-5 cm die höchste Anzahl an Samen ($n = 5.520$) gefunden wurde.

Zahlreiche Samenfunde wurden auch in den Transekten IV und II gemacht. Auf dem Transekt IV wurden die meisten Samen in einer Bodentiefe von 0-5 cm gefunden ($n = 4.560$). Auf dem Transekt II konnte die höchste Samenzahl ebenfalls in 0-5 cm Tiefe festgestellt werden ($n = 3.240$).

Die Unterschiede bezüglich der Transekte und Bodentiefen ist in Tabelle 10 gesammelt dargestellt.

Tabelle 10: Überblick über die Verteilung der gefundenen Samen auf Transekte und Bodentiefen

Transekt	Tiefe	Samen pro m ²	Samen pro Transekt	Transekt	Tiefe	Samen pro m ²	Samen pro Transekt
I	0-5	9,6	960	V	0-5	55,2	5520
					5-10	20,4	2040
II	0-5	32,4	3240		10-20	33,6	3360
	5-10	14,4	1440	VI	0-5	13,2	1320
	10-20	14,4	1440		5-10	10,8	1080
III	0-5	14,4	1440		10-20	7,2	720
	0-5	2,4	240	VII	0-5	10,8	1080
	10-20	4,8	480		10-20	6	600
IV	0-5	45,6	4560	IX	0-5	1,2	120
	5-10	13,2	1320	X	0-5	6	600
	10-20	18	1800		10-20	6	600

3.2. Vergleich der Ergebnisse von 2015 mit denen der Jahre 2011 und 2014

3.2.1. Vergleich der im Boden auftretenden Samen invasiver Neophyten mit den oberflächlich Aufkommenden in den Jahren 2011, 2014 und 2015

Bei der Diasporenbankanalyse im Jahr **2011** wurden 89 Flächen untersucht, auf denen Bodenproben entnommen wurden. Um vergleichbare Zahlen zu gewinnen, wurde die totale Anzahl der gefundenen Samen mit 0,6 multipliziert, um die Anzahl der Samen pro m² zu erhalten (Roithmayr, 2014, 55).

Solidago gigantea wurde bei der Diasporenbankuntersuchung im Jahr 2011 auf 28 der untersuchten Flächen gefunden. *Impatiens parviflora* konnte auf 23 der Flächen festgestellt werden, *Impatiens glandulifera* auf 21 Flächen. *Bunias orientalis* wurde auf 6 der untersuchten Flächen gefunden. Insgesamt konnten 262,8 Samen pro m² von *Solidago gigantea*, 97,8 Samen pro m² von *Impatiens glandulifera*, 49,2 Samen pro m² von *Impatiens parviflora* und 20,4 Samen pro m² von *Bunias orientalis* gefunden werden.

Solidago gigantea und *Impatiens parviflora* waren auch an der Oberfläche die am häufigsten auftretenden invasiven Neophyten. *Solidago gigantea* wies einen durchschnittlichen Deckungsgrad von 14,88 %, *Impatiens parviflora* einen mittleren Deckungsgrad von 7,64 % auf. Weniger häufig waren *Impatiens glandulifera* und *Bunias orientalis*. *Impatiens glandulifera*

wies einen durchschnittlichen Deckungsgrad von 3,55 %, *Bunias orientalis* einen mittleren Deckungsgrad von 0,04 % auf.

Im Jahr **2014** konnten bei der Diasporenbankanalyse keine Samen von *Solidago gigantea* gefunden werden. Es wurden 19,2 Samen pro m² von *Impatiens glandulifera*, 7,2 Samen pro m² von *Impatiens parviflora* und 6 Samen pro m² von *Bunias orientalis* festgestellt. Bei der Diasporenbankanalyse wurden 40 Flächen untersucht. Davon wurden auf 9 Flächen Samen von *Impatiens glandulifera*, auf 4 Flächen Samen von *Impatiens parviflora* und auf 3 Flächen Samen von *Bunias orientalis* gefunden.

Samen invasiver Neophyten kamen auf folgenden Flächen vor:

<i>Impatiens glandulifera</i> (9)	<i>Impatiens parviflora</i> (4)	<i>Bunias orientalis</i> (3)
Transekt II, A3	Transekt I, A3, B1	Transekt I, B1
Transekt III, A1	Transekt VI, B2	Transekt X, B2, B3
Transekt IV, B1	Transekt X, B3	
Transekt V, A1 und B1		
Transekt VIII, A2		
Transekt IX, B3		
Transekt X, B1 und B3		

Bei der Untersuchung der oberflächlichen Vegetation im Jahr 2014 kamen nur *Solidago gigantea* und *Impatiens parviflora* an der Oberfläche auf. Bei der Vegetationskartierung wurden 40 Flächen untersucht. *Solidago gigantea* konnte auf dem Transekt I, im Bereich A1, und auf dem Transekt IX, im Bereich B3 nachgewiesen werden. *Impatiens parviflora* konnte in folgenden Bereichen gefunden werden:

<i>Solidago gigantea</i> (2)	<i>Impatiens parviflora</i> (14)
Transekt I, A1	Transekt I, B1
Transekt IX, B3	Transekt II, B1
	Transekt III, A1 und B3
	Transekt IV, A1, B1 und B2
	Transekt V, A1, B2 und B3
	Transekt VII, A1
	Transekt IX, B3
	Transekt X, B2 und B3

Bei der Diasporenbankuntersuchung im Jahr **2015** wurden wiederum 40 Flächen untersucht. Dabei konnten keine Samen invasiver Neophyten im Boden gefunden werden. Dennoch kamen Individuen an der Oberfläche auf. *Solidago gigantea* war bei der Vegetationskartierung am häufigsten vertreten und kam auf 20 der 40 untersuchten Flächen vor. *Impatiens glandulifera* konnte auf 7 Flächen gefunden werden, *Impatiens parviflora* auf keiner der Flächen. *Bunias orientalis* war auf 5 Flächen zu finden.

Invasive Neophyten kamen auf folgenden Flächen auf:

<i>Solidago gigantea</i> (20)	<i>Impatiens glandulifera</i> (7)	<i>Bunias orientalis</i> (5)
Transekt I, A1, B1	Transekt I, A2, A3	Transekt I, A1, B1
Transekt II, A1, B1	Transekt II, A3	Transekt II, B1
Transekt III, A1, B1	Transekt IV, B1	Transekt III, A1
Transekt IV, A1, B1, B2, B3	Transekt V, B1	Transekt X, B2
Transekt V, A1, B1, B2	Transekt VII, A2	
Transekt VI, B1, B2	Transekt IX, B1	
Transekt VIII, A2, B1		
Transekt IX, A1, B3		
Transekt X, B2		

Die Abbildung 48 zeigt das Vorkommen bestimmter invasiver Neophyten im Boden und an der Oberfläche in den Untersuchungsjahren 2011, 2014 und 2015.

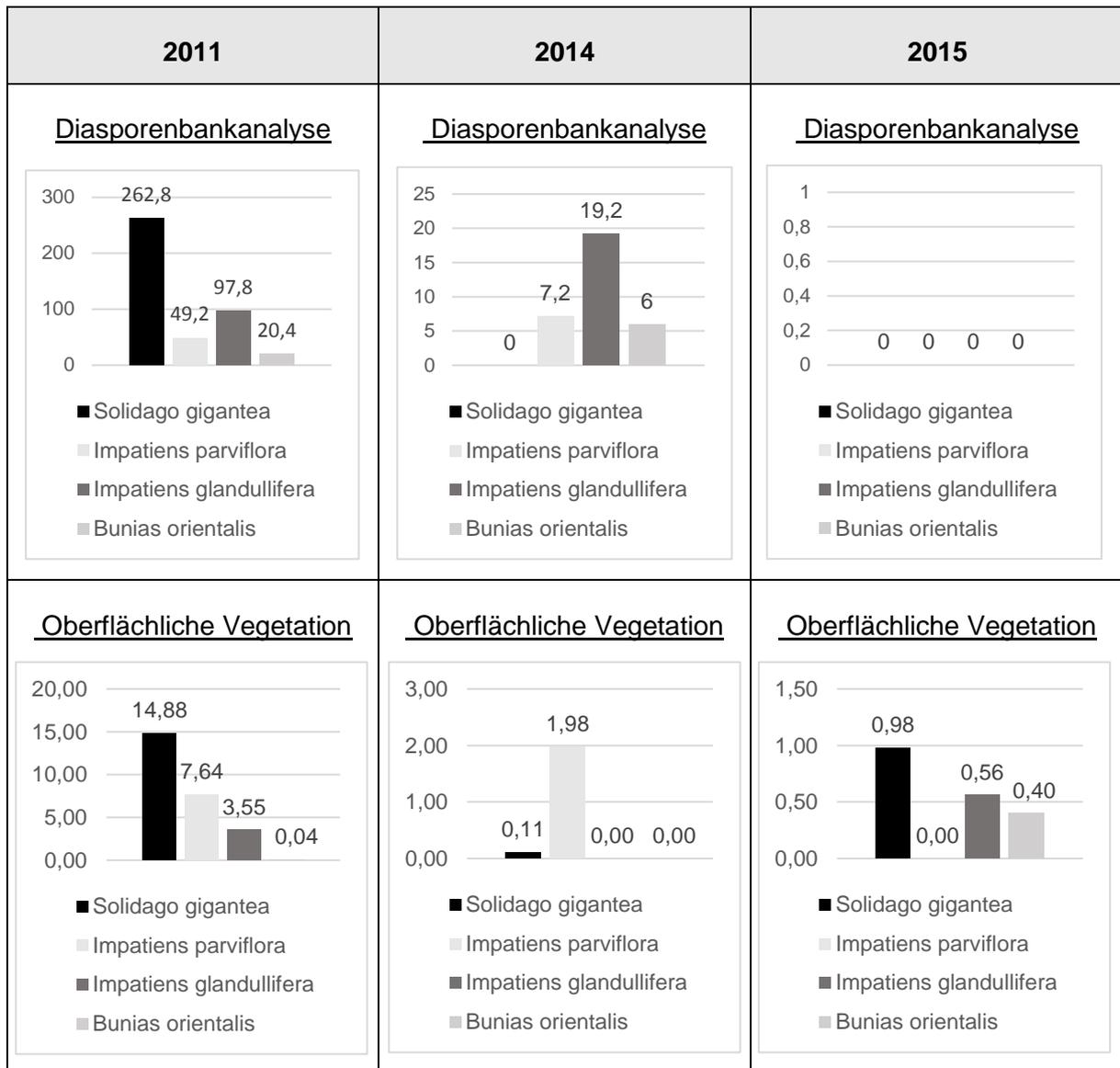


Abbildung 48: Vergleich des Vorkommens von *Bunias orientalis*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora* und *Solidago gigantea* in der Diasporenbank und an der Oberfläche in den Jahren 2011, 2014 und 2015

3.2.2. Unterschiede betreffend der Bodentiefen in den Jahren 2011, 2014 und 2015 und der vorkommenden invasiven Neophyten

Im Jahr 2011 wurden die meisten Samen invasiver Neophyten in der obersten untersuchten Bodenschicht (0-5 cm Tiefe) gefunden (n = 299,4 Samen pro m²). 94,2 Samen pro m² konnten in 5-10 cm Tiefe gefunden werden. In 10-20 cm Tiefe waren es 36,6 Samen pro m².

Bei der Untersuchung im Jahr 2014 enthielt die Bodenschicht in 10-20 cm Tiefe die meisten Samen invasiver Neophyten (n = 18 Samen pro m²). In 0-5 cm und in 5-10 cm Tiefe wurden jeweils 7,2 Samen pro m² gefunden.

Im Jahr 2015 konnten keine Samen invasiver Neophyten im Boden festgestellt werden.

Die Abbildung 49 zeigt den Vergleich der Anzahl invasiver Neophyten in Samen pro m², verteilt über die Untersuchungsjahre 2011, 2014 und 2015.

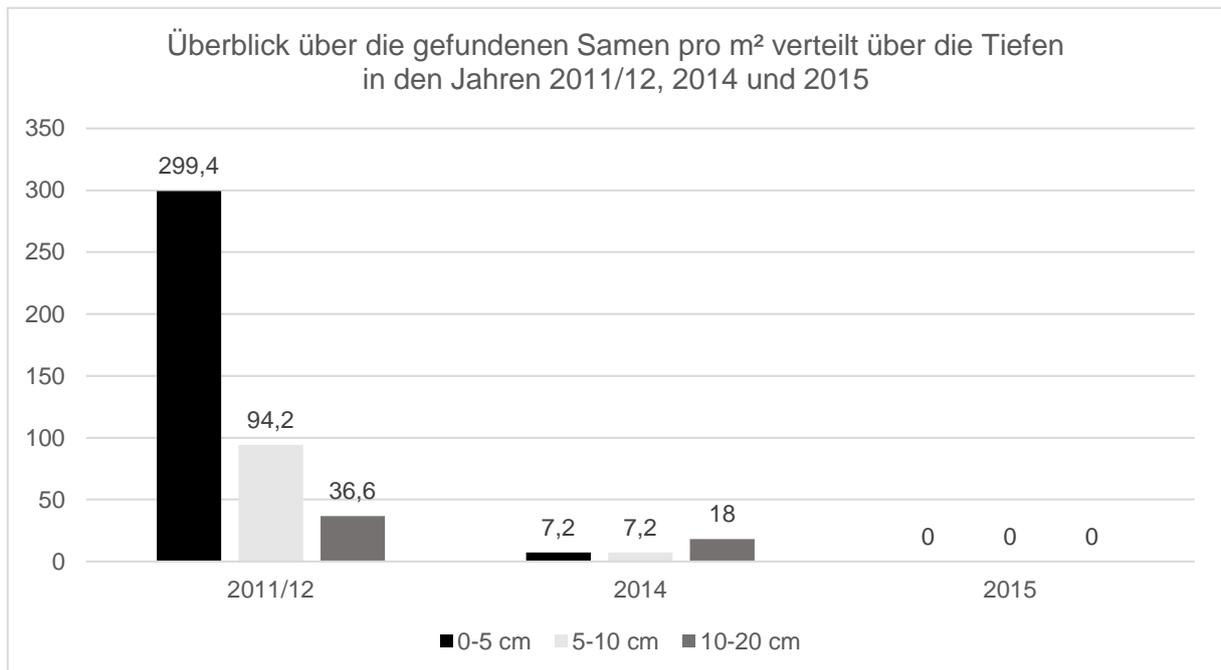


Abbildung 49: Vergleich der Anzahl an invasiven Neophyten in Samen pro m² über die Untersuchungsjahre 2011, 2014 und 2015

3.2.3. Unterschiede betreffend die Baumaßnahmen in den Jahren 2014 und 2015

Die größte Anzahl an invasiven Neophyten konnte im Jahr 2014 in den Bereichen des HQ1 – Betts nachgewiesen werden. Dort war *Impatiens glandulifera* am stärksten vertreten (n = 13,2 Samen pro m²). In den Bereichen der Pufferzonen konnten ebenfalls Samen invasiver Neophyten gefunden werden. *Impatiens glandulifera* ist auch hier am häufigsten vertreten (n = 6 Samen pro m²). In den Bereichen der Umlandabsenkung konnten hingegen nur Samen von *Bunias orientalis* gefunden werden (n = 2,4 Samen pro m²).

Im Jahr 2015 konnten keinerlei Samen invasiver Neophyten im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden. Die Abbildungen 50 - 52 zeigen den Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten in den Baumaßnahmen über die Untersuchungsjahre 2014 und 2015.

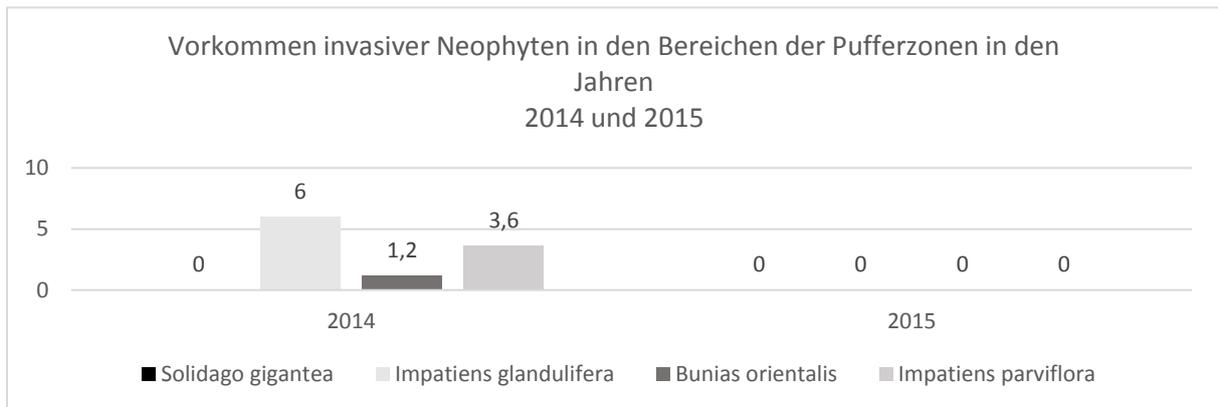


Abbildung 50: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten in der Pufferzone in den Jahren 2014 und 2015

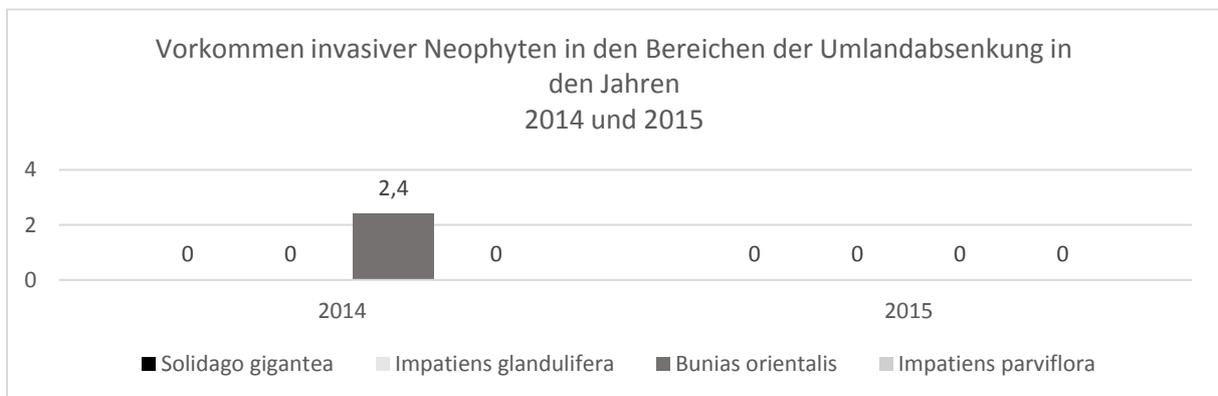


Abbildung 51: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten in der Umlandabsenkung in den Jahren 2014 und 2015

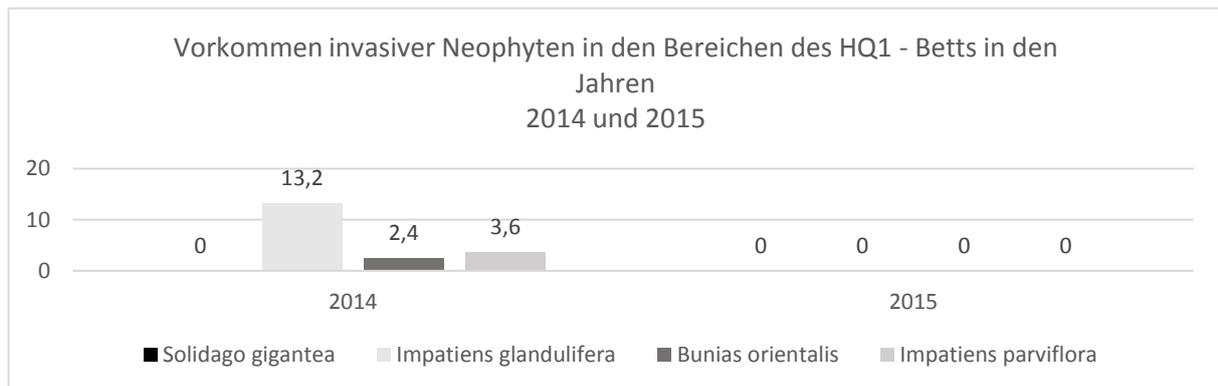


Abbildung 52: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten im HQ1-Bett in den Jahren 2014 und 2015

3.3. Vergleich der gefundenen Samen mit der oberflächlich auftretenden Vegetation bei den Untersuchungen im Jahr 2015

Nicht alle Arten, deren Samen im Boden gefunden wurden, kamen auch an der Oberfläche auf. *Alnus incana*, *Echinochloa crus-galli*, *Glechoma hederacea*, *Persicaria sp.*, *Prunus padus*, *Rumex obtusifolius*, *Salvia glutinosa* und *Setaria pumila* waren sowohl als Diasporen im Boden als auch oberflächlich vertreten. Von Arten wie *Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Chenopodium album*, *Humulus lupulus*, *Panicum miliaceum*, *Sambucus nigra*, *Sparganium erectum* und *Viola riviniana* konnten nur Samen im Boden nachgewiesen werden. Diese Arten kamen an der Oberfläche nicht auf. Die Abbildung 53 gibt einen Überblick über jene Arten invasiver Neophyten, die im Boden vorkamen, und jenen, die an der Oberfläche aufkamen.

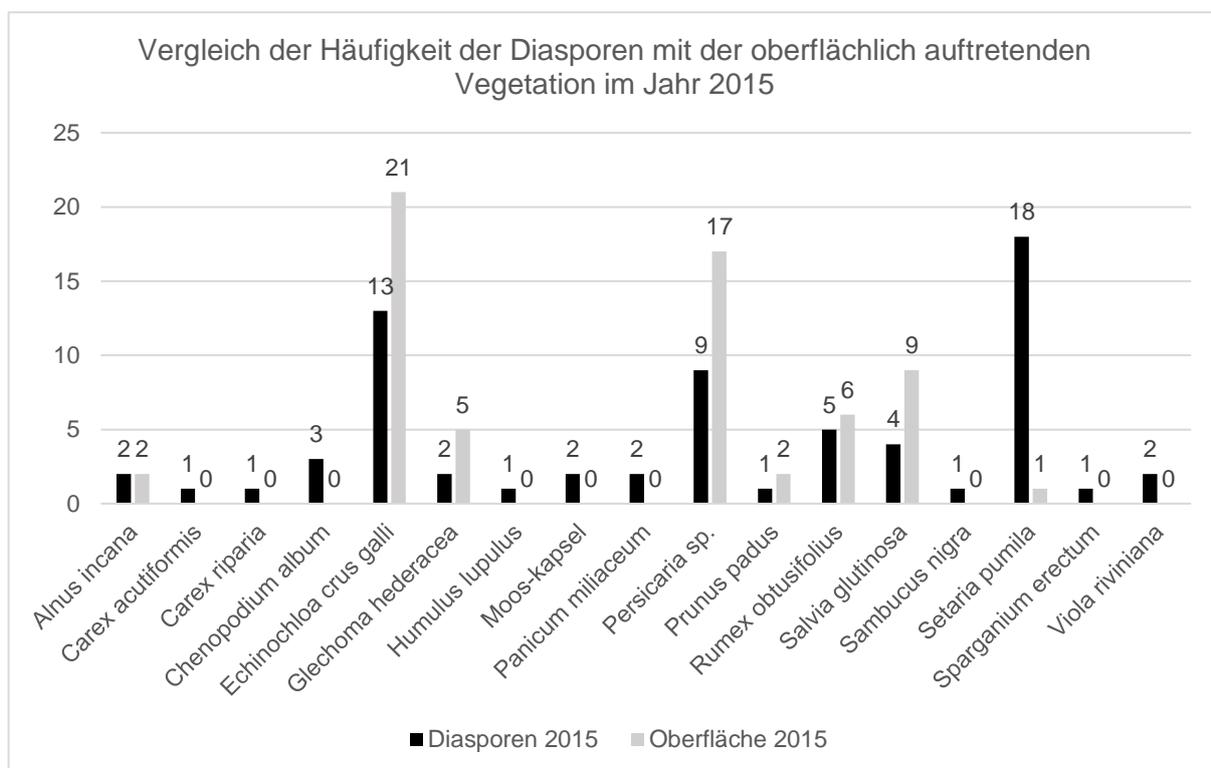


Abbildung 53: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten im Boden und der oberflächlich Auftretenden

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die gefundenen Diasporen und die oberflächliche Vegetation.

Tabelle 11: Übersicht über die gefundenen Diasporen und die oberflächlich auftretende Vegetation

Arten	Vorkommen im Boden	Vorkommen an der Oberfläche
<i>Alnus incana</i>	Transekt I, A1 Transekt VI, B2	Transekt V, B1 Transekt X, B1
<i>Carex acutiformis</i>	Transekt X, B3	-
<i>Carex riparia</i>	Transekt II, A1	-
<i>Chenopodium album</i>	Transekt I, A2 Transekt IV, B1 Transekt VII, B2	-
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Transekt II, A1, A2, B1 Transekt III, A1, B3 Transekt IV, B2, B3 Transekt V, B1, B2, B3 Transekt VI, B2 Transekt VII, B2 Transekt X, B3	Transekt I, A1, A2, A3 Transekt II, A1, A2, A3, B1 Transekt III, B1 Transekt IV, B1, B2 Transekt V, B2 Transekt VI A1, A2, B1, B2 Transekt VII, B2 Transekt VIII, A1, A2 Transekt X, A1, B1, B2
<i>Glechoma hederacea</i>	Transekt I, A3 Transekt VII, B2	Transekt II, A1 Transekt IV, B2, B3 Transekt X, B2, B3
<i>Humulus lupulus</i>	Transekt IX, B3	-
Moos-kapsel	Transekt IV, B2, B3	-
<i>Panicum miliaceum</i>	Transekt III, B3 Transekt IV, B3	-
<i>Persicaria amphibia</i>	Transekt I, A2 Transekt VI, B1	Transekt I, A2, A3 Transekt II, A3, B1 Transekt IV, B1, B2 Transekt V, B2
<i>Persicaria dubia</i>	Transekt II, A1, A3 Transekt III, B1 Transekt IV, B1 Transekt V, B1 Transekt VI, B1	Transekt VI, A1, A2, B1, B2 Transekt VII, B2 Transekt VIII, A1, A2 Transekt X, A1, B1, B2
<i>Persicaria maculosa</i>	Transekt IV, A1 Transekt VI, B1 Transekt X, B2	
<i>Prunus padus</i>	Transekt X, A1	Transekt II, A3 Transekt V, B2

Rumex obtusifolius	Transekt III, B3 Transekt V, B1, B2 Transekt VI, B2 Transekt X, A1	Transekt I, A2, A3 Transekt II, A3 Transekt IV, B1 Transekt VII, A2 Transekt VIII, A2
Salvia glutinosa	Transekt III, A1 Transekt IV, A1, B3 Transekt V, A1	Transekt I, B1 Transekt II, A1 Transekt III, A1, B3 Transekt IV, A1 Transekt V, A1 Transekt VI, B2 Transekt IX, A1 Transekt X, B3
Sambucus nigra	Transekt IV, A1	-
Setaria pumila	Transekt I, A2 Transekt II, A1, A2, A3, B1 Transekt III, A1, B2, B3 Transekt IV, B1, B2, B3 Transekt V, B1, B2, B3 Transekt VI, B1, B2 Transekt VII, B2 Transekt X, B3	Transekt X, B2
Sparganium erectum	Transekt V, B2	-
Viola riviniana	Transekt V, A1 Transekt VI, B2	-

Samen der, für das Untersuchungsgebiet ausgewiesenen, Zielarten *Alnus incana*, *Humulus lupulus* und *Prunus padus* wurden gefunden, wobei nur *Alnus incana* und *Prunus padus* auch oberflächlich vertreten sind.

An zahlreichen Standorten im Untersuchungsgebiet oberflächlich vorkommende Zielarten sind des Weiteren *Populus nigra* und *Salix alba*. *Populus nigra* wurde auf 27 der untersuchten 40 Flächen festgestellt, *Salix alba* auf 12 Flächen. Samen dieser beiden Arten konnten allerdings nicht festgestellt werden.

Bei der Vegetationskartierung und der Diasporenbankanalyse im Jahr 2015 kamen des Weiteren folgende Zielarten im Untersuchungsgebiet vor:

Tabelle 12: Übersicht über die im Boden und an der Oberfläche vorkommenden Zielarten

Zielarten	Vorkommen im Boden	Vorkommen an der Oberfläche
Alnus incana	Transekt I, A1	Transekt V, B1
	Transekt VI, B2	Transekt X, B1
Fraxinus excelsior	-	Transekt II, A1
		Transekt V, A1, A2
Humulus lupulus	Transekt IX, B3	-
Populus nigra	-	Transekt I, A1, A2, B1
		Transekt II, A1, A2, B1
		Transekt III, B1, B3
		Transekt IV, B1, B2, B3
		Transekt V, B1, B2
		Transekt VI, A1, A2, B1, B2
		Transekt VII, A2, B1, B2
		Transekt VIII, A1, A2, B1, B2
		Transekt IX, B2
		Transekt X, B1, B2
Prunus padus	Transekt X, A1	Transekt II, A3
		Transekt V, B2
Salix alba	-	Transekt IV, B1, B2
		Transekt V, B3
		Transekt VI, A2
		Transekt VII, A2
		Transekt VIII, A2, B2
		Transekt IX, B1, B2
		Transekt X, B1, B2, B3

3.4. Statistische Auswertung

Zusätzlich zu der vorangegangenen Auswertung mit Microsoft Excel 2013, wurde eine statistische Auswertung mit IBM SPSS Statistics 22 durchgeführt. Die Berechnungen basieren auf der Anzahl aller Samen pro m² sowie der festgestellten Artenanzahl. Die Tabelle 13 stellt die statistischen Werte Minimum, Maximum, den Mittelwert sowie die Standardabweichung (\pm SD) der Arten dar. Ebenfalls enthalten sind die Verteilung der Samen pro m² der unterschiedlichen Arten in allen Transekten und Bodentiefen.

Tabelle 13: Darstellung der statistischen Werte

Arten	Transekt	Bodentiefe	Samen pro m ²	Min	Max	Mittelwert	\pm SD
<i>Alnus incana</i>	I - X	0 - 20 cm	4,8	0	3,6	0,04	0,35
<i>Carex acutiformis</i>	I - X	0 - 20 cm	1,2	0	1,2	0,01	0,11
<i>Carex riparia</i>	I - X	0 - 20 cm	1,2	0	1,2	0,01	0,11
<i>Chenopodium album</i>	I - X	0 - 20 cm	3,6	0	1,2	0,03	0,19
<i>Echinochloa crus-galli</i>	I - X	0 - 20 cm	92,4	0	9,6	0,77	1,92
<i>Glechoma hederacea</i>	I - X	0 - 20 cm	2,4	0	1,2	0,02	0,15
<i>Humulus lupulus</i>	I - X	0 - 20 cm	1,2	0	1,2	0,01	0,11
Moos-kapsel	I - X	0 - 20 cm	3,6	0	2,4	0,03	0,24
<i>Panicum miliaceum</i>	I - X	0 - 20 cm	2,4	0	1,2	0,02	0,15
<i>Persicaria amphibia</i>	I - X	0 - 20 cm	2,4	0	1,2	0,02	0,15
<i>Persicaria dubia</i>	I - X	0 - 20 cm	26,4	0	6	0,22	1,00
<i>Persicaria maculosa</i>	I - X	0 - 20 cm	7,2	0	4,8	0,06	0,46
<i>Prunus padus</i>	I - X	0 - 20 cm	1,2	0	1,2	0,01	0,11
<i>Rumex obtusifolius</i>	I - X	0 - 20 cm	9,6	0	2,4	0,08	0,37
<i>Salvia glutinosa</i>	I - X	0 - 20 cm	4,8	0	1,2	0,04	0,22
<i>Sambucus nigra</i>	I - X	0 - 20 cm	1,2	0	1,2	0,01	0,11
<i>Setaria pumila</i>	I - X	0 - 20 cm	157,2	0	15,6	1,31	2,91
<i>Sparganium erectum</i>	I - X	0 - 20 cm	1,2	0	1,2	0,01	0,11
<i>Viola riviniana</i>	I - X	0 - 20 cm	2,4	0	1,2	0,02	0,15
nicht bestimmbar	I - X	0 - 20 cm	13,2	0	4,8	0,11	0,54

Zu Beginn der statistischen Auswertung wurden die Variablen auf ihre Normalverteilung getestet. Die Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse des Kolmogorow-Smirnow-Tests und des Shapiro-Wilk-Tests. Diese Tests kommen beide zu dem Ergebnis, dass die Variablen in ihrer Grundgesamtheit nicht normalverteilt sind. Das beweist der Signifikanzwert p von 0,000, der deutlich unter 0,05 liegt.

Die nachfolgenden Abbildungen 54 - 73 zeigen in Form von Histogrammen mit enthaltenen Normalverteilungskurven, dass die Variablen nicht normalverteilt sind.

Tabelle 14: Tests auf Normalverteilung der Variablen (hier Arten)

	Kolmogorow-Smirnow ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
<i>Alnus incana</i>	,529	120	,000	,095	120	,000
<i>Carex acutiformis</i>	,528	120	,000	,065	120	,000
<i>Carex riparia</i>	,528	120	,000	,065	120	,000
<i>Chenopodium album</i>	,538	120	,000	,142	120	,000
<i>Echinochloa crus-galli</i>	,473	120	,000	,467	120	,000
<i>Glechoma hederacea</i>	,535	120	,000	,108	120	,000
<i>Humulus lupulus</i>	,528	120	,000	,065	120	,000
Moos-Kapsel	,532	120	,000	,104	120	,000
<i>Panicum miliaceum</i>	,535	120	,000	,108	120	,000
<i>Persicaria amphibia</i>	,535	120	,000	,108	120	,000
<i>Persicaria dubia</i>	,521	120	,000	,228	120	,000
<i>Persicaria maculosa</i>	,527	120	,000	,112	120	,000
<i>Prunus padus</i>	,528	120	,000	,065	120	,000
<i>Rumex obtusifolius</i>	,535	120	,000	,221	120	,000
<i>Salvia glutinosa</i>	,540	120	,000	,172	120	,000
<i>Sambucus nigra</i>	,528	120	,000	,065	120	,000
<i>Setaria pumila</i>	,407	120	,000	,527	120	,000
<i>Sparganium erectum</i>	,528	120	,000	,065	120	,000
<i>Viola riviniana</i>	,535	120	,000	,108	120	,000

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

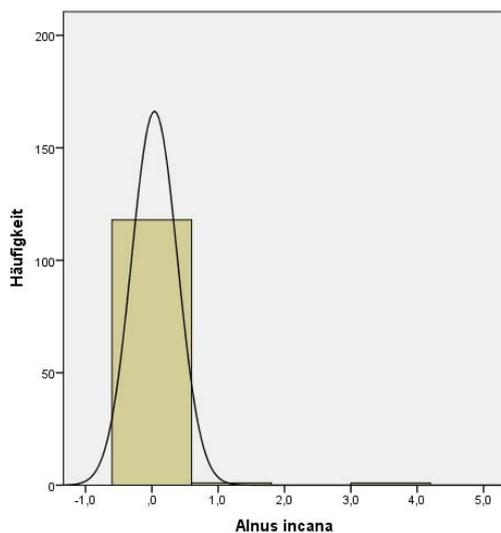


Abbildung 54: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Alnus incana*

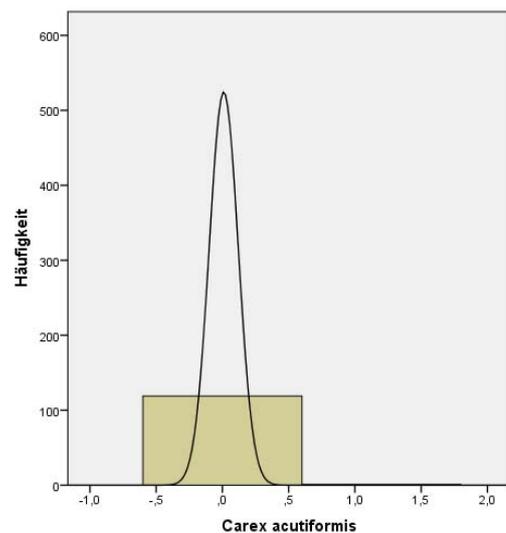


Abbildung 55: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Carex acutiformis*

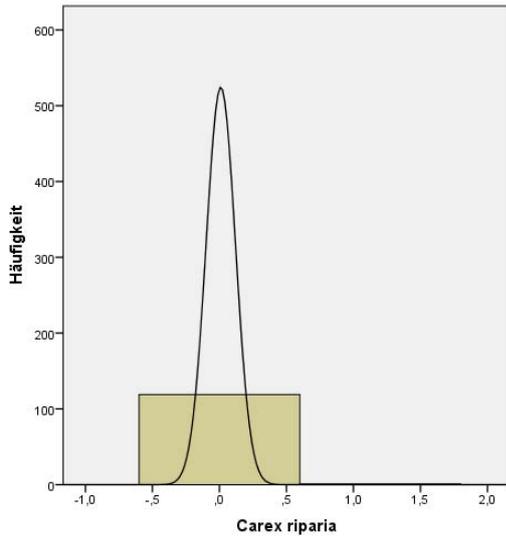


Abbildung 56: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Carex riparia*

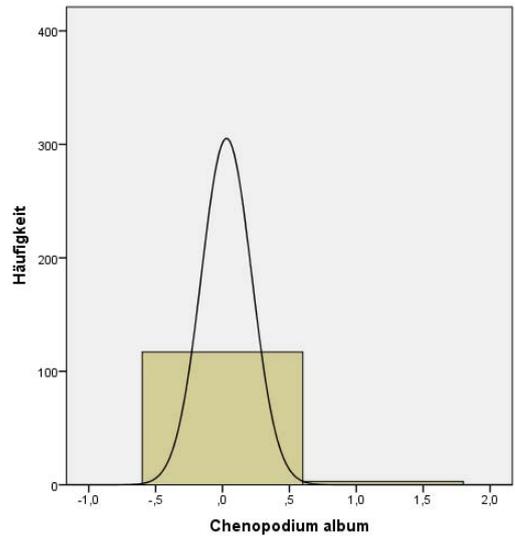


Abbildung 57: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Chenopodium album*

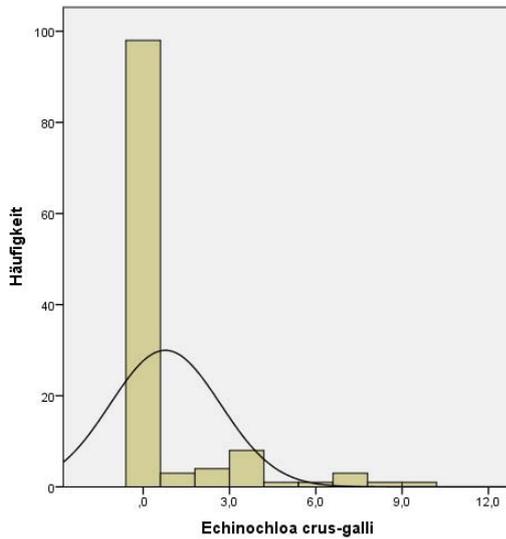


Abbildung 58: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Echinochloa crus-galli*

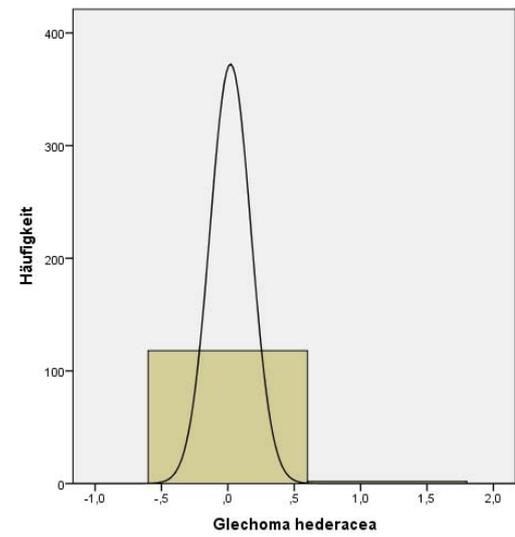


Abbildung 59: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Glechoma hederacea*

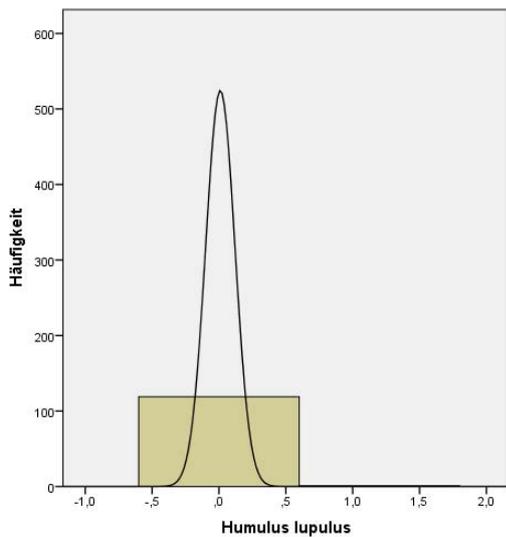


Abbildung 60: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Humulus lupulus*

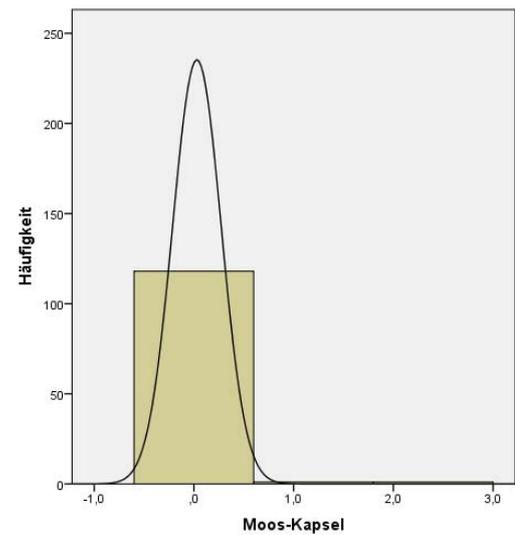


Abbildung 61: Histogramm mit Normalverteilungskurve der gefundenen Moos-Kapseln

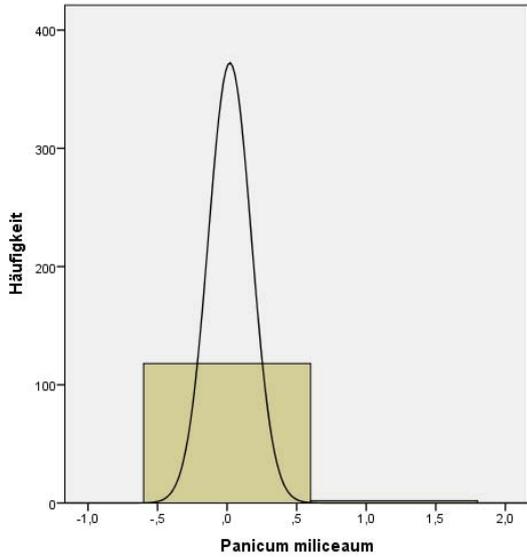


Abbildung 62: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Panicum miliaceum*

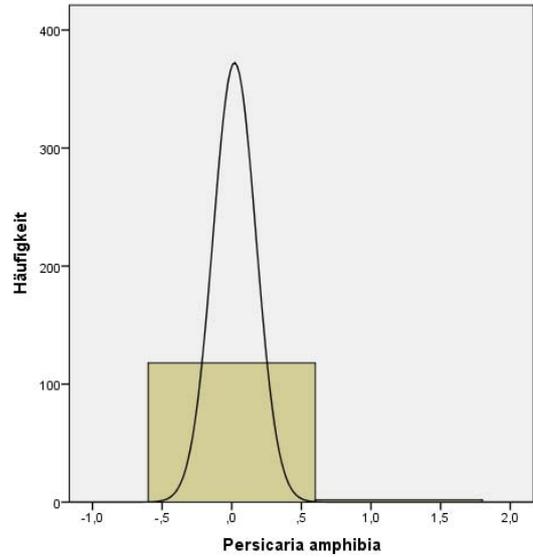


Abbildung 63: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Persicaria amphibia*

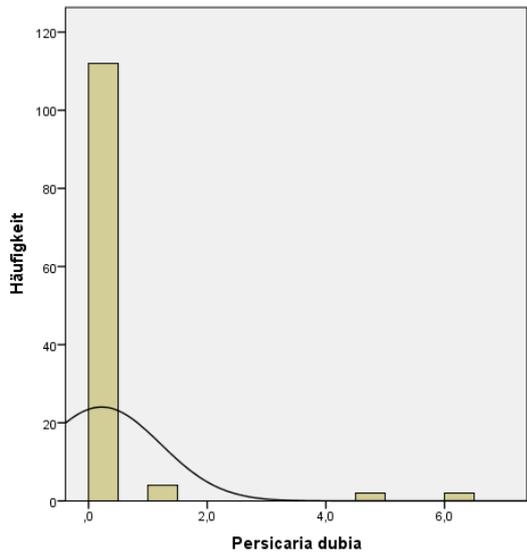


Abbildung 64: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Persicaria dubia*

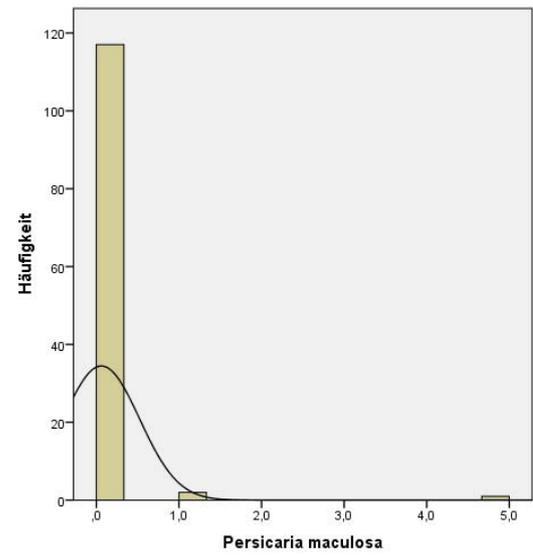


Abbildung 65: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Persicaria maculosa*

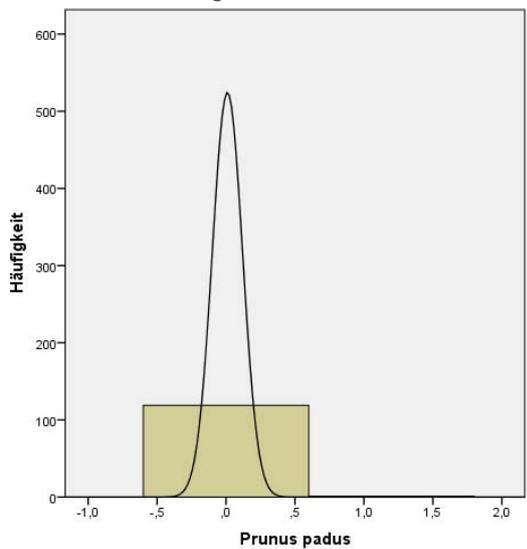


Abbildung 66: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Prunus padus*

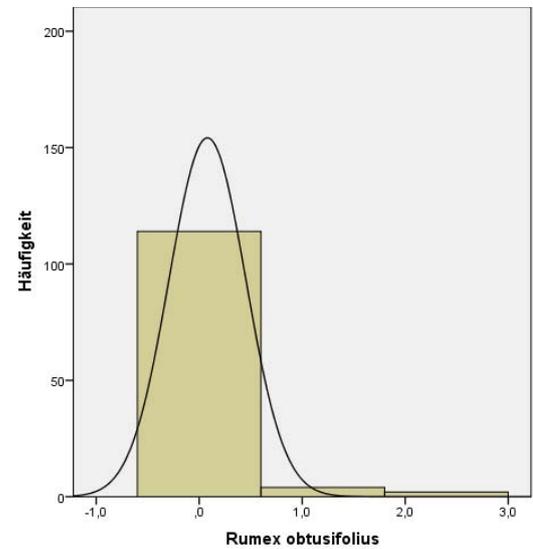


Abbildung 67: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Rumex obtusifolius*

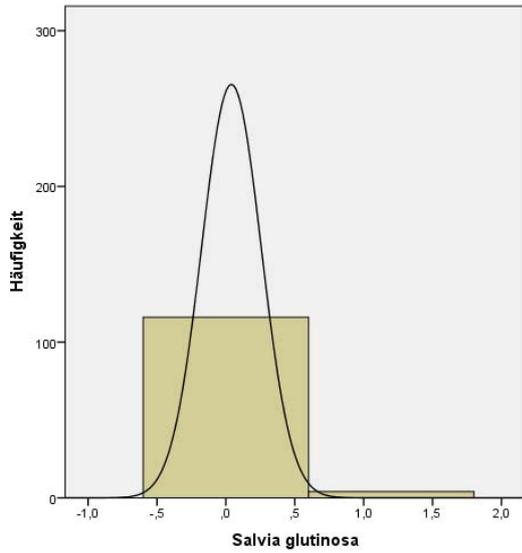


Abbildung 68: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Salvia glutinosa*

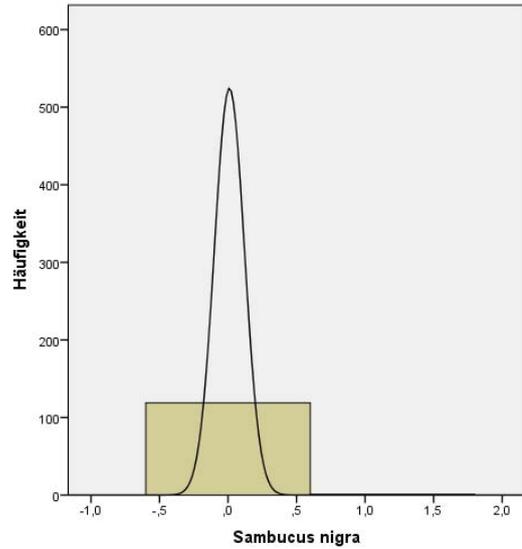


Abbildung 69: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Sambucus nigra*

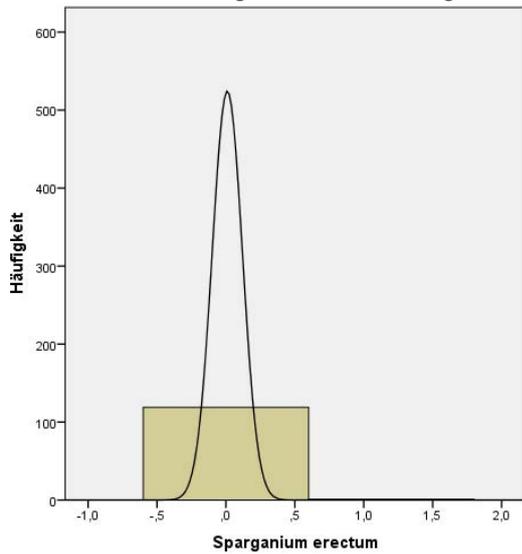


Abbildung 70: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Sparganium erectum*

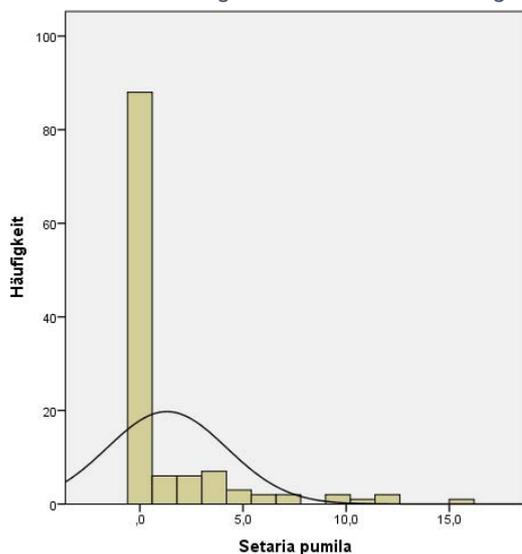


Abbildung 71: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Setaria pumila*

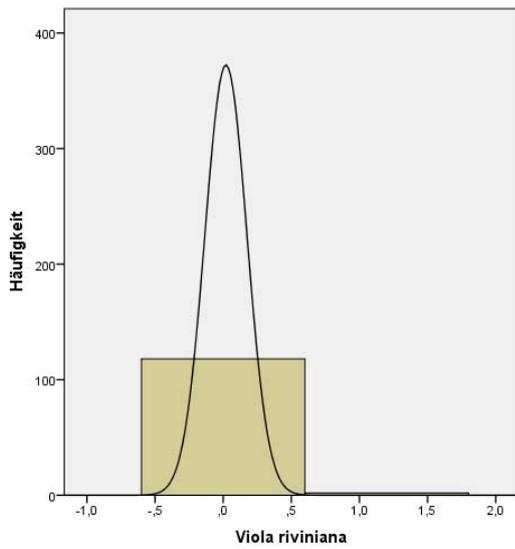


Abbildung 72: Histogramm mit Normalverteilungskurve von *Viola riviniana*

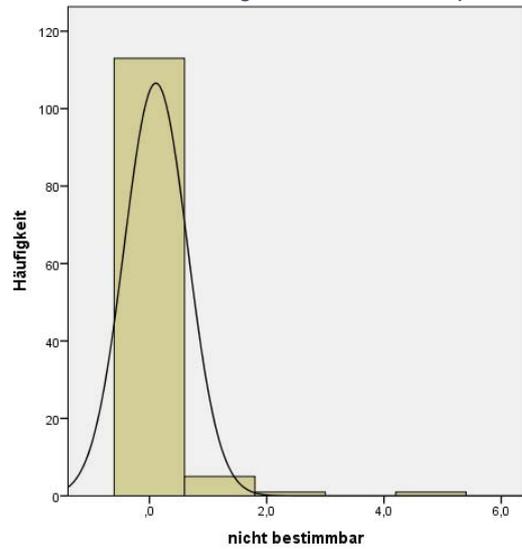


Abbildung 73: Histogramm mit Normalverteilungskurve der nicht bestimmbar Samen

Wie bereits in der vorangegangenen Auswertung der gewonnenen Daten mit Microsoft Excel 2013 ersichtlich ist, unterscheidet sich die Diasporenzahl je nach Bodentiefe. Jene Bodenschicht, in der die meisten Diasporen gefunden wurden, ist die Bodenschicht von 0-5 cm Tiefe. Dort wurden 188,4 Diasporen pro m² gefunden. In 5 – 10 cm waren es 61,2 und in 10 – 20 cm 90 Diasporen pro m². Es besteht hier ein schwach positiver Zusammenhang ($r = 0,188$) zwischen Diasporenanzahl und Bodentiefe, der signifikant ($p = 0,04$) ist. (Tabelle 15)

Tabelle 15: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen der Bodentiefe und der Samenanzahl pro m²

Korrelationen			Bodentiefe	Anzahl Samen
Spearman-Rho	Bodentiefe	Korrelationskoeffizient	1,000	-,188*
		Sig. (2-seitig)	.	,040
		N	120	120
	Anzahl Samen	Korrelationskoeffizient	-,188*	1,000
		Sig. (2-seitig)	,040	.
		N	120	120

*. Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant (zweiseitig).

Zusätzlich unterscheidet sich die Artenzahl je nach Bodentiefe. Die größte Artenzahl ($n = 17$) wurde in 0-5 cm Tiefe gefunden. In 5 – 10 cm Tiefe waren es sieben Arten, in 10 – 20 cm 14 Arten. Auch hier besteht ein schwach positiver Zusammenhang ($r = 0,169$) zwischen der Artenzahl und der Bodentiefe, der allerdings nicht signifikant ist ($p = 0,064$). (Tabelle 16)

Tabelle 16: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen der Bodentiefe und der Anzahl der Arten

Korrelationen			Bodentiefe	Anzahl Arten
Spearman-Rho	Bodentiefe	Korrelationskoeffizient	1,000	-,169
		Sig. (2-seitig)	.	,064
		N	120	120
	Anzahl Arten	Korrelationskoeffizient	-,169	1,000
		Sig. (2-seitig)	,064	.
		N	120	120

Die Diasporenanzahl unterscheidet sich des Weiteren in den untersuchten Baumaßnahmen. Die Pufferzone ist jene Baumaßnahme, in der die meisten Diasporen gefunden wurden (145,2 Diasporen pro m²). In der Umlandabsenkung wurden 99,6 Diasporen pro m² gefunden, im HQ1 – Bett 94,8. Der Zusammenhang zwischen der Diasporenanzahl und den Baumaßnahmen ist hier ein schwach positiver ($r = 0,166$), der nicht signifikant ist ($p = 0,071$). (Tabelle 17)

Tabelle 17: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Baumaßnahmen und der Anzahl der Arten

Korrelationen			Baumaßnahme	Anzahl Samen
Spearman-Rho	Baumaßnahme	Korrelationskoeffizient	1,000	-,166
		Sig. (2-seitig)	.	,071
		N	120	120
	Anzahl Samen	Korrelationskoeffizient	-,166	1,000
		Sig. (2-seitig)	,071	.
		N	120	120

Auch zwischen der aufkommenden Artenzahl in den Baumaßnahmen gibt es einen schwach positiven Zusammenhang ($r = 0,150$). Die Artenzahl ist in der Pufferzone am höchsten, mit 15 verschiedenen Arten. In der Umlandabsenkung kamen 8 verschiedene Arten, im HQ1 – Bett 13 verschiedene Arten vor. Auch dieser Zusammenhang ist nicht signifikant ($p = 0,102$). (Tabelle 18)

Tabelle 18: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Baumaßnahmen und der Samenanzahl pro m²

Korrelationen			Baumaßnahme	Anzahl Arten
Spearman-Rho	Baumaßnahme	Korrelationskoeffizient	1,000	-,150
		Sig. (2-seitig)	.	,102
		N	120	120
	Anzahl Arten	Korrelationskoeffizient	-,150	1,000
		Sig. (2-seitig)	,102	.
		N	120	120

Die Diasporenanzahl unterscheidet sich auch in den Transekten. Jenes Transekt mit der höchsten Anzahl an gefundenen Diasporen ist, wie bereits oben ersichtlich, das Transekt 5. Der Zusammenhang zwischen der Samenanzahl und den Transekten ist mittel positiv ($r = 0,304$) und hoch signifikant ($p = 0,001$). (Tabelle 19)

Tabelle 19: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Transekten und der Samenanzahl pro m²

Korrelationen			Transekt	Anzahl Samen
Spearman-Rho	Transekt	Korrelationskoeffizient	1,000	-,304**
		Sig. (2-seitig)	.	,001
		N	120	120
	Anzahl Samen	Korrelationskoeffizient	-,304**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,001	.
		N	120	120

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

Auch besteht ein schwach positiver Zusammenhang ($r = 0,297$) zwischen der Artenzahl und den Transekten. Jenes Transekt mit der höchsten Artenzahl ist Transekt 4, mit 10 verschiedenen Arten. Dieser Zusammenhang ist ebenfalls hoch signifikant, da $p = 0,002$. (Tabelle 20)

Tabelle 20: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Transekten und der Anzahl der Arten

Korrelationen			Transekt	Anzahl Arten
Spearman-Rho	Transekt	Korrelationskoeffizient	1,000	-,279**
		Sig. (2-seitig)	.	,002
		N	120	120
	Anzahl Arten	Korrelationskoeffizient	-,279**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,002	.
		N	120	120

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

Es wurde ebenfalls getestet, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Diasporen, die im Boden vorkommen und der oberflächlich aufkommenden Vegetation besteht. Dazu wurden die gewonnenen Daten der Diasporenbankanalyse mit den Daten von Elisabeth Mayer verglichen, die die oberflächliche Vegetationsaufnahme im Jahr 2015 durchgeführt hat. Wie bereits oben dargestellt, kamen nicht alle Arten, deren Samen im Boden gefunden wurden, auch an der Oberfläche auf. Beispielsweise kamen von *Chenopodium album*, *Humulus lupulus*, oder *Panicum miliaceum* Diasporen im Boden vor, die Arten kamen aber an der Oberfläche nicht auf. *Alnus incana*, *Echinochloa crus-galli* oder Arten von *Persicaria* hingegen kamen sowohl im Boden als auch an der Oberfläche vor. Der Zusammenhang zwischen den im Boden gefundenen Diasporen und der oberflächlich aufkommenden Vegetation ist schwach positiv ($r = 0,280$) und hoch signifikant ($p = 0,002$). (Tabelle 21)

Tabelle 21: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den gefundenen Diasporen und der oberflächlich auftretenden Vegetation

Korrelationen			Diasporen	Deckungsgrad
Spearman-Rho	Diasporen	Korrelationskoeffizient	1,000	,280**
		Sig. (2-seitig)	.	,002
		N	120	120
	Deckungsgrad	Korrelationskoeffizient	,280**	1,000
		Sig. (2-seitig)	,002	.
		N	120	120

** . Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

Bei der Diasporenbankuntersuchung im Jahr 2015 wurden keine Samen invasiver Neophyten gefunden. Diese kamen aber dennoch an der Oberfläche auf.

Es gibt also keinen Zusammenhang zwischen dem Aufkommen invasiver Neophyten an der Oberfläche und dem Vorkommen dieser im Boden. 0 ist eine Konstante, damit kann keine Korrelation berechnet werden.

Die Anzahl der Samen invasiver Neophyten ist in den Jahren 2011 – 2014 – 2015 signifikant zurückgegangen. Die Renaturierung hatte also einen positiven Effekt auf die Reduktion invasiver Neophyten im Boden. Durch die Baumaßnahmen und die Behandlung des Mutterbodens (wurde nicht für den Bau der Umlandabsenkung verwendet, nur für das HQ1 – Bett) sind Erfolge in der Reduktion invasiver Neophyten zu erzielen (Tabelle 22)

Tabelle 22: Ergebnisse des Friedman-Tests, zum Vergleich der Untersuchungsjahre 2011, 2014 und 2015

Teststatistiken^a	
H	4
Chi-Quadrat	7,600
df	2
Asymp. Sig.	,022

a. Friedman-Test

4. Diskussion

Die Einführung gebietsfremder Pflanzen- und Tierarten führt neben der Veränderung von Landschaften und Lebensräumen zu einer starken Veränderung der Artenzusammensetzung (Essl und Hauser, 2003, 76). In weiterer Folge kommt es zum Verlust der biologischen Vielfalt, da einheimische Arten von invasiven Neophyten verdrängt werden (Haag et al., 2013, 357). Invasive Neophyten verfügen über eine schnelle Ausbreitung (sowohl generativ als auch vegetativ), ein zügiges Wachstum, eine hohe Konkurrenzkraft und eine rasche Samenproduktion, wobei hier große Mengen an Samen produziert werden (Gigon und Weber, 2005, 20). Durch ihr starkes Ausbreitungspotential bilden diese Pflanzenarten oftmals Dominanzbestände (Haag et al., 2013, 357). Standorte, an denen invasive Neophyten besonders passende Bedingungen vorfinden, sind gestörte oder starken Veränderungen unterworfenen Standorte (Gigon und Weber, 2005, 20). Zu diesen Standorten zählen lineare Habitate wie Straßen- oder Bahnstrecken, aber auch Flüsse, die die Ausbreitung invasiver Neophyten fördern. Besonders Flüsse begünstigen die Ausbreitung der Samen, Früchte, Spross- oder Rhizomteile. Außerdem kommt es durch Schwankungen des Wasserstands zur Bildung von offenen Pionierstandorten, auf denen die Konkurrenz niedrig ist. Davon profitieren wiederum die gebietsfremden Pflanzenarten. Durch wasserbauliche Eingriffe in den letzten Jahrhunderten wurden außerdem die Boden- und Lichtverhältnisse und dadurch die Ufervegetation stark verändert. In der vergangenen Zeit kam es in Hinblick auf den Hochwasserschutz und die Ökologie zu einem Umbruch und man begann, Fließgewässer wieder naturnahe zu gestalten. Diese Fließgewässerrenaturierungen bedingen allerdings wiederum einen starken Eingriff in die Ufervegetation und es ist anzunehmen, dass die Zahl invasiver Neophyten dadurch gesteigert wird (Haag et al., 2013, 357-358).

Jedes Ereignis, aus dem eine Veränderung der Ökosystemstruktur oder der Ressourcenverfügbarkeit resultiert, wird als Störung definiert. Diese Störungen stellen einen wichtigen Motor für die Dynamik von Ökosystemen dar und sind somit ein wichtiges Merkmal von Ökosystemen selbst. Veränderungen und Störungen bieten eine Möglichkeit der Regeneration. Die Eingriffe (Störungen) im Rahmen der Renaturierungsarbeiten an den Traisen scheinen sich in diesem Fall positiv auf die Reduktion der Diasporen invasiver Neophyten im Boden auszuwirken (Lapin et al., 2016, 838).

4.1. Untersuchung der Diasporenbank in Hinblick auf invasive Neophyten

Eine Diasporenbank ist ein wichtiger Bestandteil der Widerstandsfähigkeit von Ökosystemen. Sie spiegelt das Regenerationspotential vieler Pflanzengesellschaften wider (Wang et al., 2013, 520). In Auegebieten oder Flusslandschaften spielen Diasporenbanken für die Regeneration von Pflanzengesellschaften nach Überflutungen eine wesentliche Rolle. Das Vorhandensein einer facettenreichen und gut ausgestatteten Samenbank steht oft in

Verbindung mit der Fähigkeit, die Auenvegetation wiederherstellen zu können (Robertson und James, 2007, 146). Anhand von Samenbanken kann auch die Artenzusammensetzung kommender Generationen vorhergesagt werden. Die Arten überdauern so Zeiten mit schlechten Wetterbedingungen und dadurch wird eine große Artenvielfalt erhalten (Wang et al., 2013, 520).

Die vorangegangene Auswertung der Diasporenbankanalyse zeigt, dass sich im Zuge der Renaturierung der Traisen die Anzahl der Diasporen invasiver Neophyten im Boden über die Jahre 2011 – 2014 – 2015 deutlich verringert hat (siehe dazu Abbildung 74). Bei der Untersuchung im Jahr 2015 wurden keinerlei Diasporen nachgewiesen. Dieser Rückgang ist signifikant.

Die starke Reduktion der Diasporen invasiver Neophyten könnte daran liegen, dass der Mutterboden, der für den Bau des neuen Flusslaufes abgetragen wurde, nicht mehr für den Bau der Umlandabsenkungen verwendet wurde (Lapin et al., 2015, 80). Zu diesen Erdbewegungen gibt es allerdings keine Aufzeichnungen, darum kann dies nur vermutet werden.

Bei den Untersuchungen von Katharina Lapin im Jahr 2011 wurden 262,8 Samen pro m² von *Solidago gigantea* festgestellt, von *Impatiens parviflora* waren es 49,2 Samen pro m², von *Impatiens glandulifera* 97,8 Samen pro m² und von *Bunias orientalis* 20,4 Samen pro m². Bei der darauffolgenden Untersuchung von Stefanie Roithmayr im Jahr 2014 hat sich diese Anzahl an Samen pro m² bereits deutlich verringert. So waren es bei dieser Untersuchung 0 Samen pro m² von *Solidago gigantea*, 7,2 Samen pro m² von *Impatiens parviflora*, 19,2 Samen pro m² von *Impatiens glandulifera* und 6 Samen pro m² von *Bunias orientalis*. Bei der Diasporenbankanalyse im Jahr 2015 konnten keinerlei Samen der untersuchten invasiven Neophyten festgestellt werden. Die Art und Weise der Durchführung der Renaturierung und der Bau des neuen Flussbettes zeigen also Wirkung in Bezug auf die Reduktion der Diasporen invasiver Neophyten im Boden.

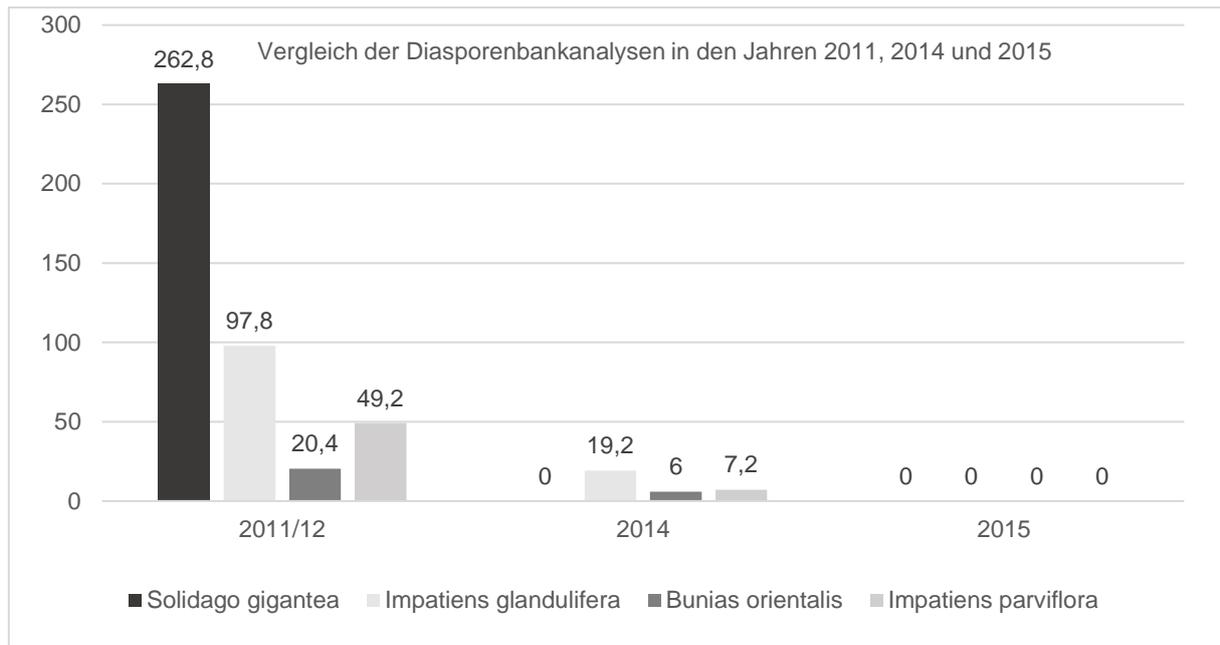


Abbildung 74: Darstellung der Diasporen pro m² verteilt über die Untersuchungsjahre 2011 – 2014 und 2015

4.2. Vergleich mit den oberflächlich auftretenden invasiven Neophyten

Trotz des Fehlens von Samen invasiver Neophyten in der Diasporenbank kamen Individuen der untersuchten Arten an der Oberfläche auf. Flusssysteme stellen, wie bereits erwähnt, gute Verbreitungsmöglichkeiten für invasive Neophyten dar (Haag et al., 2013, 357). Bei Hochwasserereignissen werden Diasporen, die im Vorhinein zu Boden gefallen sind, mitgerissen und teilweise sehr weit transportiert (Catford und Jansson, 2014, 23). Durch diese Hochwasserereignisse kommt es zu einer großen Vielfalt an Samen, die an Standorten eingetragen werden (Tabacchi et al., 2005, 299) und es folgt, dass, obwohl keine Samen in der Diasporenbank vorkommen, dennoch Individuen an der Oberfläche auftreten. Das Vorkommen der untersuchten Arten an der Oberfläche kann aber auch auf den Samenanflug und die Samenverbreitung aus angrenzenden Biotopen zurückgeführt werden (Lapin et al., 2015, 80). Dieser Eintrag hat nach der Diasporenbankuntersuchung stattgefunden.

Katharina Lapin führte im Jahr 2011 eine Vegetationskartierung im Untersuchungsgebiet durch. Dabei wurde für *Solidago gigantea* ein mittlerer Deckungswert von 14,88% berechnet. Für *Impatiens parviflora* wurde ein mittlerer Deckungswert von 7,64 %, für *Impatiens glandulifera* 3,55 % und für *Bunias orientalis* ein mittlerer Deckungswert von 0,04 % festgestellt. Joachim Neureiter untersuchte im Jahr 2014 die oberflächlich auftretende Vegetation auf den untersuchten Transekten (I-X) und kam zu folgenden Ergebnissen: der mittlere Deckungswert von *Solidago gigantea* lag bei 0,11 %, von *Impatiens parviflora* bei 1,98 % und *Impatiens glandulifera* sowie *Bunias orientalis* konnten oberflächlich nicht nachgewiesen werden. Bei der Untersuchung im Jahr 2015 von Elisabeth Mayer kam *Solidago gigantea* auf einen mittleren Deckungswert von 0,98 %, *Impatiens glandulifera* auf 0,56 % und

Bunias orientalis auf 0,40. *Impatiens parviflora* kam oberflächlich nicht mehr auf (siehe Abbildung 75)

Bei der Untersuchung im Jahr 2015 ist eine Zunahme der Deckung von *Solidago gigantea*, *Impatiens glandulifera* und *Bunias orientalis* im Vergleich zu der Untersuchung im Jahr 2014 zu verzeichnen. Diese Entwicklung sollte weiterhin beobachtet werden.

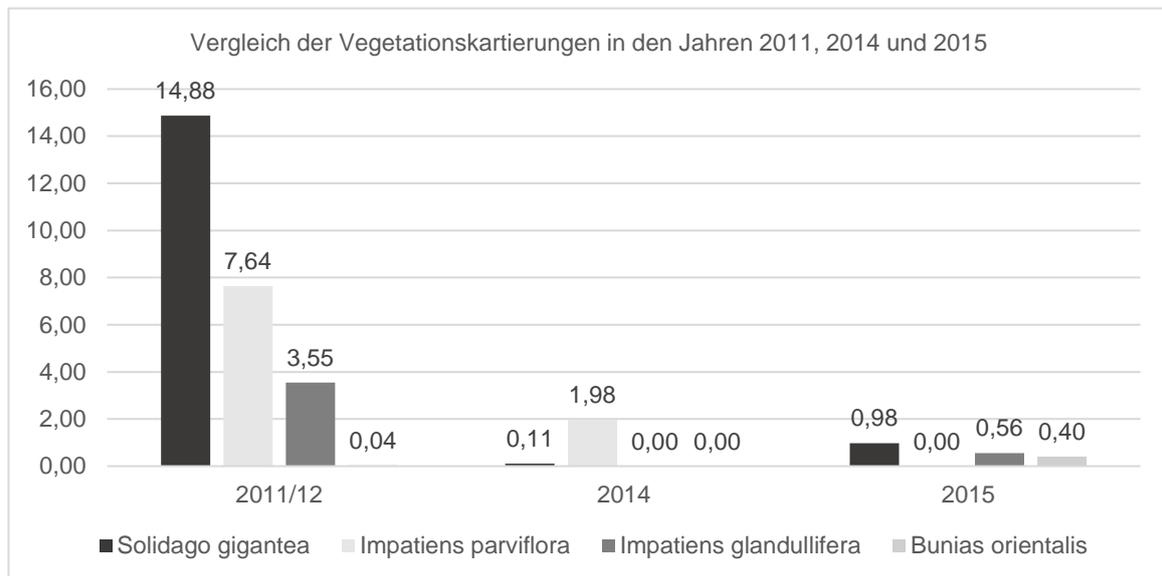


Abbildung 75: Darstellung der Deckungswerte verteilt über die Untersuchungsjahre 2011 – 2014 und 2015

4.3. Artenzusammensetzung der vorliegenden Diasporenbank und Vergleich mit der oberflächlich aufkommenden Vegetation

Im Rahmen der Diasporenbankanalyse an der Traisen konnten keine Samen invasiver Neophyten festgestellt werden. Dennoch waren Samen in den Bodenproben enthalten, die genau bestimmt wurden.

Von den insgesamt 283 Stück gefundenen Samen (339,6 Samen pro m²) konnten 131 Samen (157,2 Samen pro m²) der Art *Setaria pumila* zugeordnet werden. Die zweithäufigste Art war *Echinochloa crus-galli*, von der insgesamt 77 Samen (92,4 Samen pro m²) gefunden wurden. Mit 22 Samen (26,4 Samen pro m²) trat auch *Persicaria dubia* recht häufig auf (Abbildung 76).

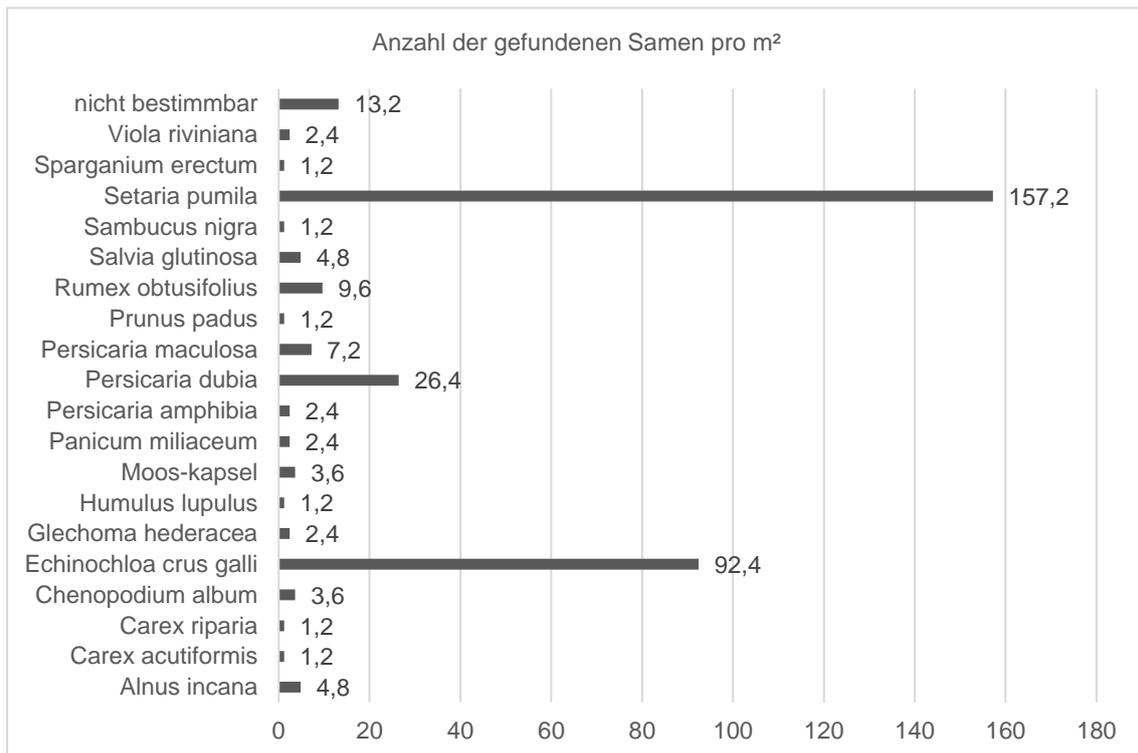


Abbildung 76: Darstellung der gefundenen Samen pro m² im gesamten Untersuchungsgebiet

Oberflächlich konnte *Setaria pumila* bei der Vegetationskartierung von Elisabeth Mayer (2015) nicht nachgewiesen werden. Es ist möglich, dass die Samen nur durch die Erdumlagerungen an die Oberfläche gelangt sind und bei der Diasporenbankanalyse erfasst wurden. Auch ist das Vorkommen dieser Art auf den Samenflug oder Hochwasserereignisse zurückzuführen (Catford und Jansson, 2014, 23; Lapin et al., 2015, 80). *Echinochloa crus-galli* hingegen ist auch bei der Kartierung der oberflächlichen Vegetation auf zahlreichen der untersuchten Flächen aufgenommen worden. Das könnte der Grund sein, warum diese Art auch in der Diasporenbank sehr reichlich vertreten ist. Arten von *Persicaria* wurden in der Vegetationskartierung unter *Persicaria sp.* zusammengefasst und nicht genau bestimmt. Aber auch diese Gattung ist häufig oberflächlich anzutreffen und besiedelte viele der untersuchten Transekte. Daher ist auch *Persicaria dubia* in der Samenbank recht häufig vorzufinden (Abbildung 77).

Ebenfalls in der Abbildung 77 ersichtlich ist, dass nicht alle Arten, von denen Diasporen im Boden gefunden wurden, auch an der Oberfläche aufkamen. Das mag eben daran liegen, dass im Zuge der Bauarbeiten der Boden umgelagert und verschoben wurde. So kamen beispielsweise sehr alte Samen an die Oberfläche, die erfasst wurden, aber nicht mehr keimfähig waren.

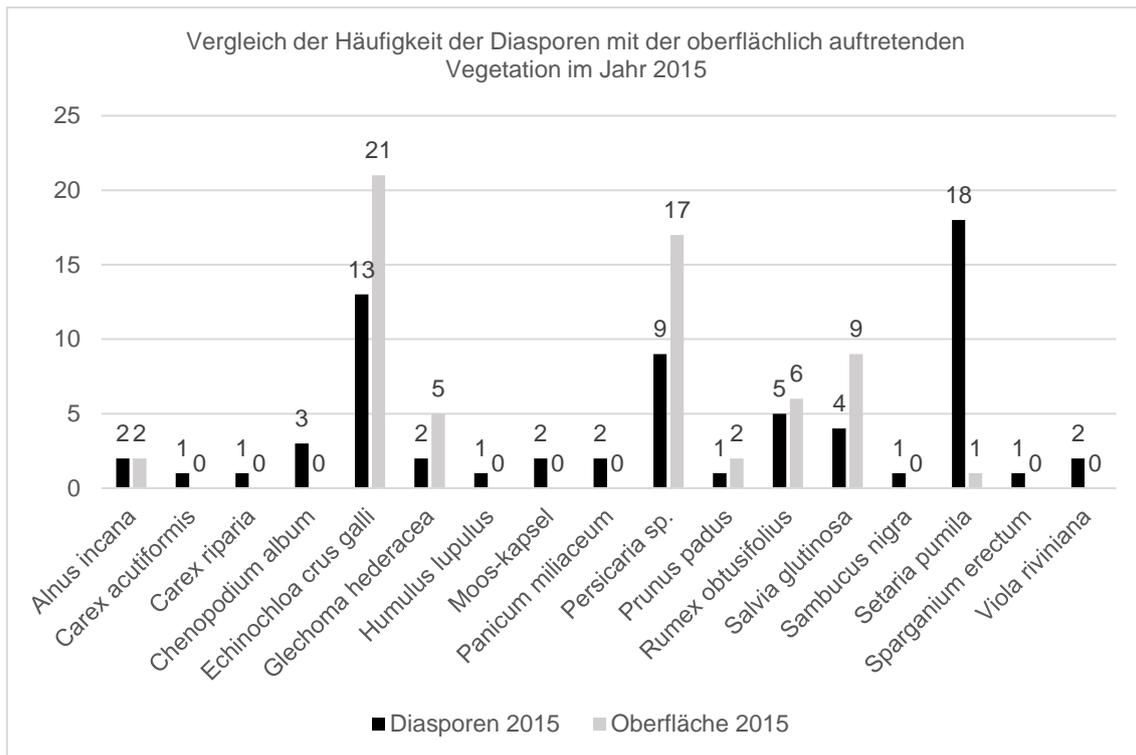


Abbildung 77: Vergleich der Diasporen mit der oberflächlich auftretenden Vegetation 2015

Im Rahmen der Untersuchung wurde das Untersuchungsgebiet nach

- Transekten
- Baumaßnahmen und
- Bodentiefen unterteilt.

Die höchste Diasporenanzahl wurde auf den Transekten V ($n = 10.920$ Samen pro 100 m^2) und IV ($n = 7.680$ Samen pro 100 m^2) festgestellt. Jenes Transekt mit den geringsten Samenfunden war Transekt IX, auf dem 120 Samen pro 100 m^2 gefunden wurden. Auffallend war Transekt VIII, auf dem keinerlei Samen vorhanden waren (siehe Abbildung 78). Die Unterschiede zwischen den Transekten und der Diasporenanzahl sind signifikant. Diese Verteilung liegt vermutlich an der Deckung der oberflächlich auftretenden Vegetation. Die Transekte IV, V und X waren jene mit der höchsten Deckung aus der Vegetationsaufnahme im Jahr 2015, Transekt VIII jenes mit der geringsten Deckung.

Bezüglich der getroffenen Baumaßnahmen konnten ebenfalls deutliche Unterschiede festgestellt werden, die nicht signifikant sind. Die meisten Samen waren in der Pufferzone vorhanden ($145,2$ Samen pro m^2). In der Umlandabsenkung sowie im HQ1 – Bett wurden ähnlich viele Samen gefunden (Umlandabsenkung: $99,6$ Samen pro m^2 , HQ1 – Bett: $94,8$

Samen pro m²). Zur Darstellung siehe Abbildung 79. Diese Ausprägung ist wahrscheinlich auf den Samenflug aus angrenzenden Habitaten zurückzuführen.

Des Weiteren konnte die größte Anzahl an Samen in einer Bodentiefe von 0-5 cm Tiefe nachgewiesen werden. Dort waren es 188,4 Samen pro m². In 5-10 cm Tiefe konnten 61,2 Samen pro m² festgestellt werden, in 10-20 cm Tiefe 90 Samen pro m² (Abbildung 80). Diese Unterschiede zwischen den Bodentiefen und der Diasporenanzahl sind signifikant. Der Grund dafür könnte sein, dass die meisten Samen angespült worden sind und sich daher in der obersten Bodenschicht befanden. Ebenso könnten sie durch Samenflug eingebracht worden sein. Die geringeren Samenfunde in den tieferen Schichten sind möglicherweise damit zu erklären, dass die tieferen Schichten vor den Bauarbeiten noch tiefer waren und sich weniger Samen darin befanden.

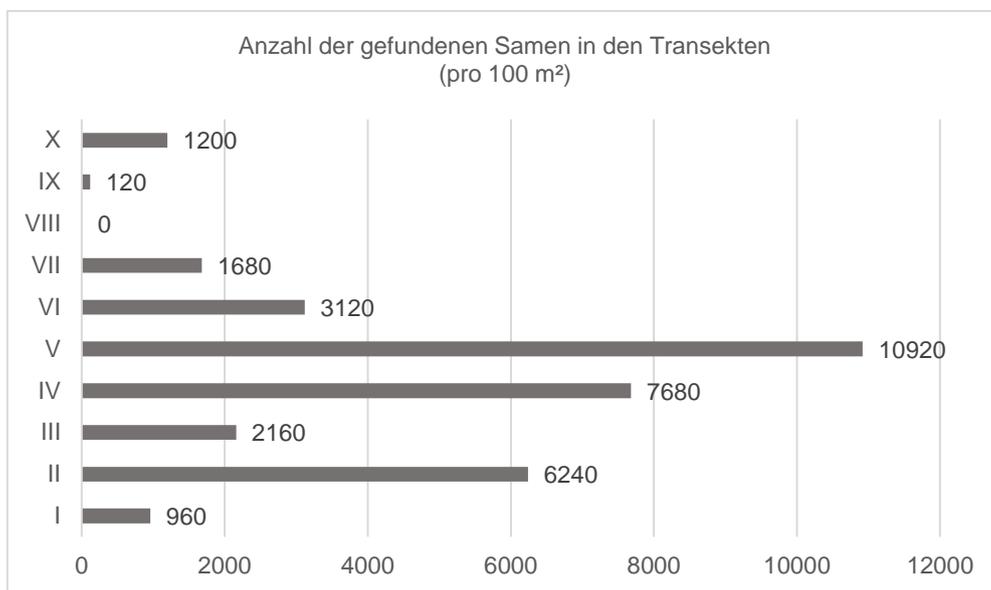


Abbildung 79: Anzahl der Diasporen in den Transekten

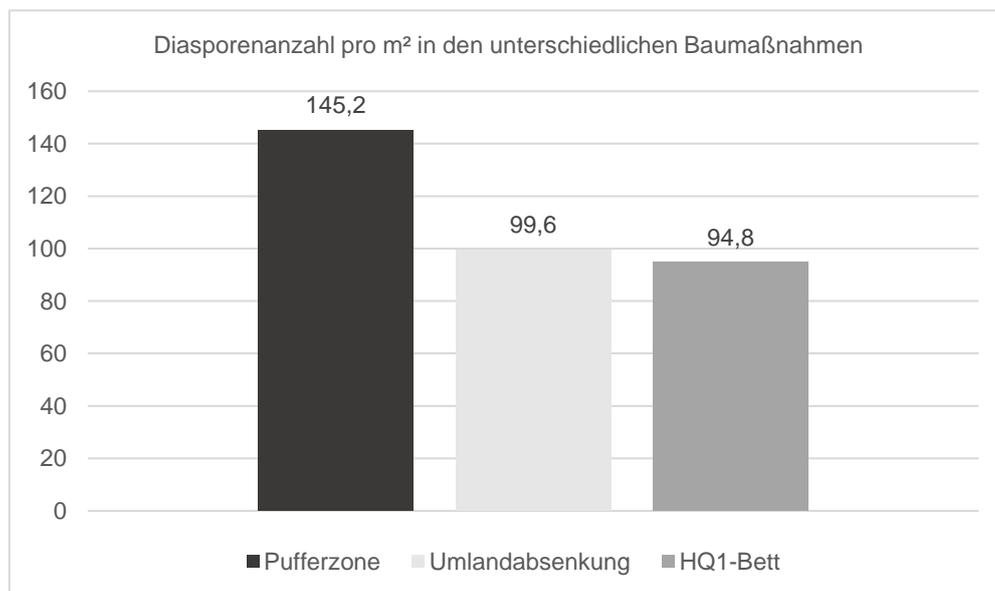


Abbildung 78: Anzahl der Diasporen in den Baumaßnahmen

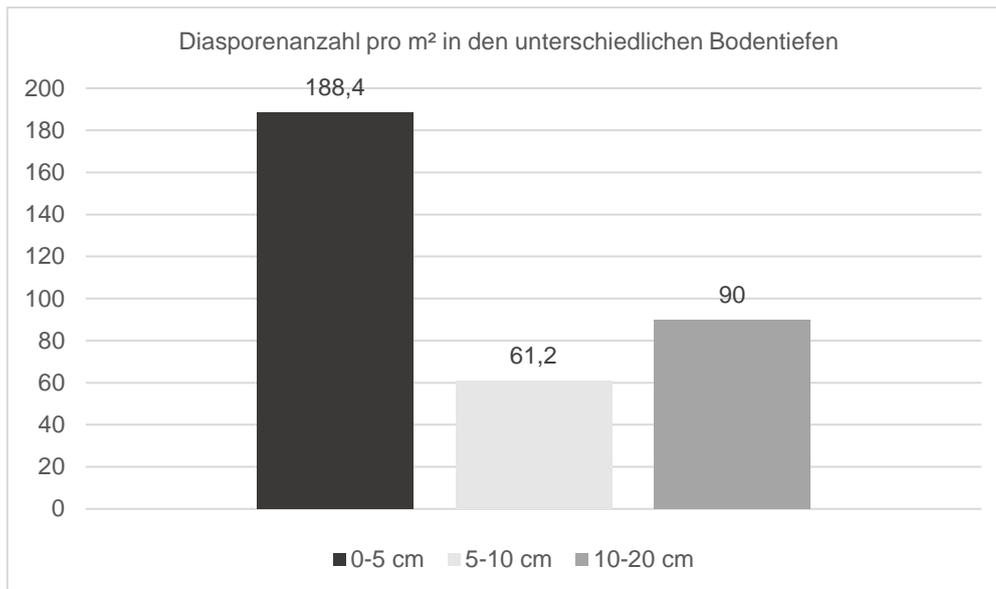


Abbildung 80: Anzahl der Diasporen in den Bodentiefen

Im Untersuchungsgebiet konnten insgesamt 19 verschiedene Arten nachgewiesen werden. Diese Artenzahl verteilt sich wie folgt (siehe Abbildungen 81 - 83):

Bezogen auf die Transekte konnte die größte Artenzahl auf dem Transekt IV (10 verschiedene Arten) festgestellt werden. 8 Arten wurden auf dem Transekt VI erhoben. Jeweils 7 verschiedene Arten wurden auf den Transekten III, V und X nachgewiesen. Dieser Unterschied ist signifikant. In Hinblick auf die oberflächlich aufkommende Vegetation sind die Transekte II, V und X die artenreichsten, was zum Eintrag einer Vielzahl an Diasporen beigetragen haben könnte.

In den untersuchten Baumaßnahmen ergaben sich ebenfalls Unterschiede, die nicht signifikant sind. So wurde die größte Artenzahl in der Pufferzone festgestellt. Hier kamen 15 verschiedene Arten vor. Die Umlandabsenkung war jene Baumaßnahme mit der geringsten Artenzahl (8 Arten). Im HQ1 – Bett kamen 13 verschiedene Arten vor. Der Grund dafür dürfte, wie auch für die Diasporenanzahl, der Samenflug aus angrenzenden Habitaten sein.

Ebenso unterschiedlich, aber nicht signifikant, war die Verteilung der Artenzahl in den verschiedenen Bodentiefen. Jene Bodentiefe mit der größten Artenzahl war die Tiefe von 0-5 cm. Hier wurden 17 verschiedene Arten nachgewiesen. In 5-10 cm Tiefe wurde die geringste Artenzahl festgestellt (7 Arten). In 10-20 cm wurden 14 verschiedene Arten erhoben. Auch hierfür dürfte der Grund der sein, dass Samen mit dem Wasser angeschwemmt werden und in der oberen Bodenschicht verbleiben. Ein weiterer Teil wird wahrscheinlich durch die oberflächlich aufkommende Vegetation direkt eingetragen.

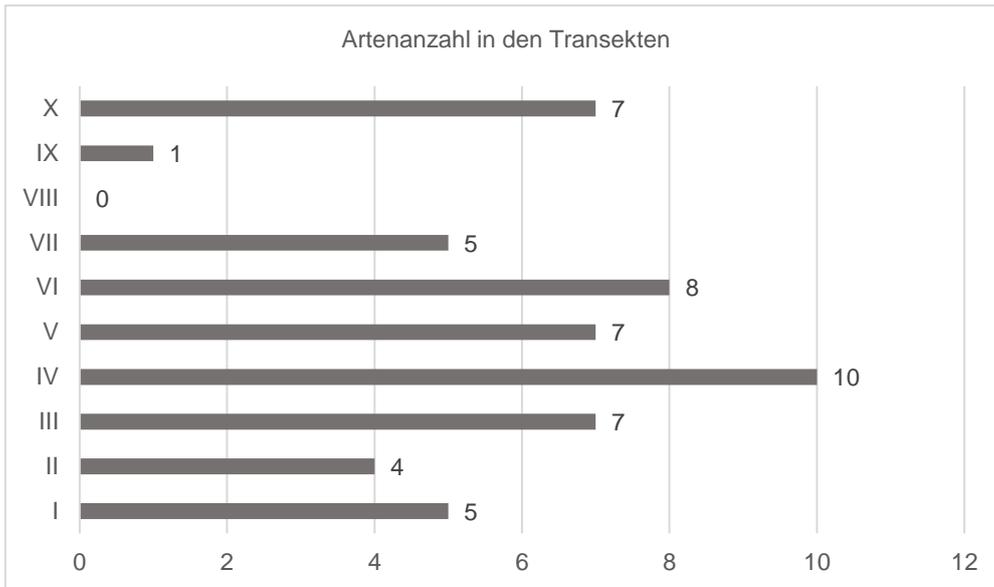


Abbildung 81: Artenzahl in den Transekten

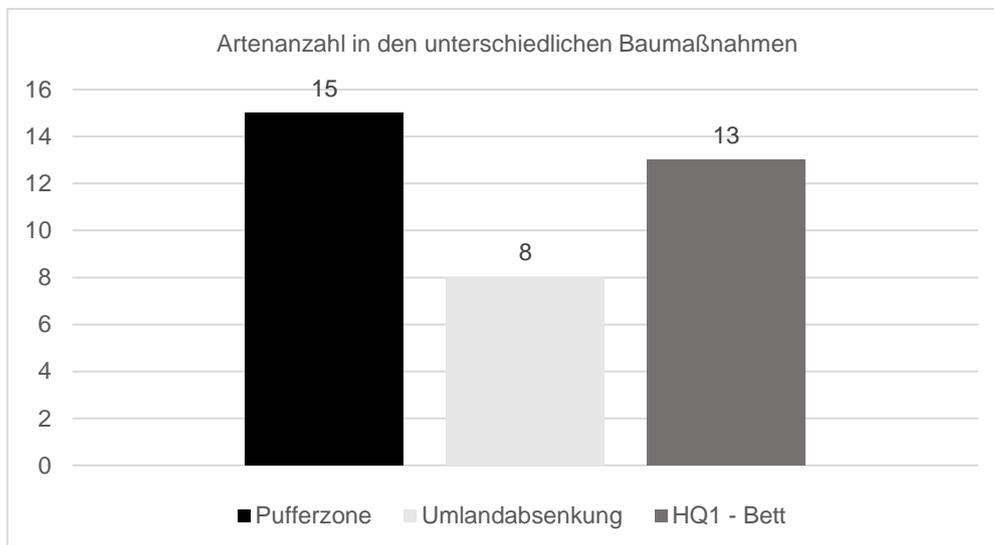


Abbildung 82: Artenzahl in den Baumaßnahmen

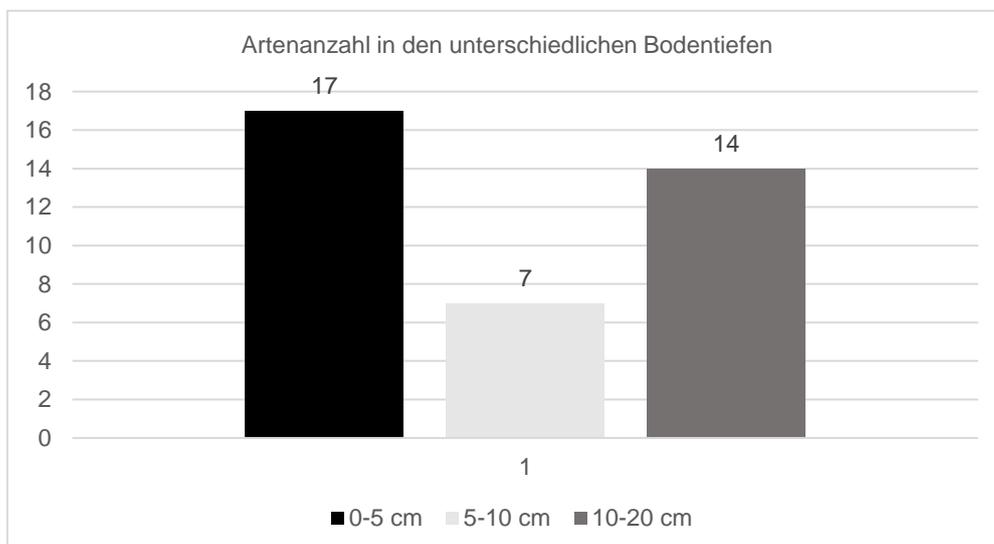


Abbildung 83: Artenzahl in den Bodentiefen

5. Schlussfolgerung

Biologische Invasionen haben ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen auf der ganzen Welt (Vilà et al., 2011, 702). Die Vegetation an Fließgewässern ist Stress durch Überflutungen und hydraulischen Störungen unterworfen. Diese Ökosysteme enthalten meist eine Vielzahl an verschiedenen einheimischen, aber auch fremden Arten (Catford und Jansson, 2014, 19). Dieser Artenreichtum ist auf die verfügbaren Ressourcen, aber auch auf Störungen zurückzuführen (Tabacchi et al., 2005, 299). Vor allem an Flüssen können sich invasive Arten rasch ausbreiten (Haag et al., 2013, 357) und zählen, durch ihren schädigenden Einfluss auf die Biodiversität einheimischer Arten, zu den tragenden Bedrohungen von Ökosystemen (Maskell et al., 2006, 499).

Fließgewässer sind Wasserstandschwankungen unterworfen, durch die offene, konkurrenzarme Lebensräume geschaffen werden. Von diesen Lebensräumen profitieren invasive Neophyten (Haag et al., 2013, 357-358). Durch die Renaturierungsmaßnahmen an der Traisen kam es ebenfalls zu massiven Eingriffen, wodurch Ruderalstandorte geschaffen wurden. Diese Standorte können eine Besiedelung durch invasive Neophyten maßgeblich fördern, daher ist eine Berücksichtigung und ein begleitendes Neophytenmonitoring unerlässlich (Lapin et al., 2015, 76, 81).

Im Fall der Renaturierung der Traisen war die Reduktion der invasiven Neophyten als Samen in der Diasporenbank erfolgreich. Die Zahl der Samen ist in den Untersuchungsjahren 2011 – 2014 – 2015 signifikant zurückgegangen. Dennoch kamen Individuen der untersuchten Arten an der Oberfläche auf, wodurch eine weitere Beobachtung empfehlenswert ist.

Bei Renaturierungsprojekten sollte diesen gebietsfremden Arten genügend Aufmerksamkeit gewidmet werden. Es gilt also bereits vor Baubeginn eine Aufnahme des Neophytenvorkommens durchzuführen (Haag et al., 2013, 363).

Fließgewässerrenaturierungen sind, trotz der Gefahr des vermehrten Aufkommens invasiver Neophyten, in jedem Fall notwendig (Haag et al., 2013, 363), da sie wichtige ökologische und soziale Güter bereitstellen (Palmer et al., 2005, 209). Besonders wichtig dabei ist die Vernetzung zwischen Land und Wasser (Gregory et al., 1991, 540). Die neuen, vegetationslosen Flächen sollten regelmäßig überflutet werden, um einer Besiedelung mit invasiven Neophyten entgegenzuwirken. Außerdem sollte sorgsam mit abgetragenem Boden umgegangen werden (Haag et al., 2013, 363). Bei der Renaturierung der Traisen wurde der kontaminierte Mutterboden nicht mehr für weitere Baumaßnahmen verwendet (Lapin et al., 2015, 80). Das hatte positive Folgen auf die Reduktion der Samen invasiver Neophyten im Boden.

Erfolgreiche Renaturierungen führen zu einer Erhöhung der Biodiversität einheimischer Arten und einer Reduktion invasiver Neophyten (Catford und Jansson, 2014, 32).

6. Literaturverzeichnis

- Aeberhard, T.; Graf, M.; Rösti, K. (2005). Naturschutzinspektorat des Kantons Bern: Bericht 2005. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. 62. 48-50.
- Amt der NÖ Landesregierung. (2009). NATURA 2000 Europaschutzgebiete "Tullnerfelder Donau-Auen". St. Pölten. 23
- Beerling, D. J., & Perrins, J. M. (1993). *Impatiens glandulifera* Royle (*Impatiens roylei* Walp.). *Journal of Ecology*, 81(2), 367-382.
- Bernhardt, K. G. (1993). Untersuchungen zur Besiedlung und Dynamik der Vegetation von Sand- und Schlickpionierstandorten. Dissertation. Universität Osnabrück. S. 223.
- Bernhardt, K. G., Koch, M., Kropf, M., Ulbel, E., & Webhofer, J. (2008). Comparison of two methods characterising the seed bank of amphibious plants in submerged sediments. *Aquatic Botany*, 88(2), 171-177.
- Botta-Dukát, Z.; Balogh, L. (2008). The most important invasive plants in Hungary. HAS Institute of Ecology and Botany.
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. (bmlfuw) (2015). Traisen. Online im Internet: http://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/naturartenschutz/life-natur/life-projekte_aktuell/traisen.html. Stand: 19.11.2015.
- Catford, J. A., & Jansson, R. (2014). Drowned, buried and carried away: effects of plant traits on the distribution of native and alien species in riparian ecosystems. *New Phytologist*, 204(1), 19-36.
- Cierjacks, A., Kowarik, I., Joshi, J., Hempel, S., Ristow, M., Lippe, M., & Weber, E. (2013). Biological flora of the British Isles: *Robinia pseudoacacia*. *Journal of Ecology*, 101(6), 1623-1640.
- Coombe, D. E. (1956). *Impatiens Parviflora* DC. *Journal of Ecology*, 44(2), 701-713.
- Daehler, C. C. (2003). Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Vol. 34. 183-211.
- Dietz, H., Steinlein, T., & Ullmann, I. (1999). Establishment of the invasive perennial herb *Bunias orientalis* L.: an experimental approach. *Acta Oecologica*, 20(6), 621-632.
- Drescher, A., & Egger, G. (2000). Vegetation der Traisenaue zwischen Altmannsdorf und Traismauer (Niederösterreich). In *Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum. St. Pölten*. 179–244.

- EPPO. (2004). EPPO Data Sheet of Invasive Plants - *Solidago gigantea*. EPPO List of invasive alien plants. Zuletzt abgerufen am 26. September 2016: https://www.eppo.int/INVASIVE_PLANTS/ias_lists.htm#IAPList
- Essl, F., Hauser, E. (2003). *Verbreitung, Lebensraumbindung und Managementkonzept ausgewählter invasiver Neophyten im Nationalpark Thayatal und Umgebung (Österreich)*. 75-101
- Essl, F., Rabitsch, W. (2002). Neobiota in Österreich (Vol. 43). Wien: Umweltbundesamt, 179–244)
- Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., & Genovesi, P. (2013). Plant invasions in protected areas. Dordrecht: Springer.
- Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., Pergl, J., & Hulme, P. E. (2013). The bottom line: impacts of alien plant invasions in protected areas. In *Plant Invasions in Protected Areas* (pp. 19-41). Springer Netherlands.
- Frazier, P., & Page, K. (2006). The effect of river regulation on floodplain wetland inundation, Murrumbidgee River, Australia. *Marine and Freshwater Research*, 57(2), 133-141.
- Gigon, Andreas; Weber, Ewald. *Invasive Neophyten in der Schweiz: Lagebericht und Handlungsbedarf*. Geobotanisches Institut, 2005.
- Goodson, J. M., Gurnell, A. M., Angold, P. G., & Morrissey, I. P. (2001). Riparian seed banks: structure, process and implications for riparian management. *Progress in Physical Geography*, 25(3), 301-325.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A., & Cummins, K. W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41(8), 540-551.
- Haag, S., Nobis, M. P., & Krüsi, B. O. (2013). Profitieren invasive Neophyten von Flussrevitalisierungen. *Nat. schutz Landsch. plan*, 45, 357-364.
- Haberreiter, B., & Grinschgl, F., (2003). Natura 2000 – Managementplan, Tullnerfelder Donauauen. Weinviertel: ARGE NATURA 2000. 289.
- Harvey, J. A., Biere, A., Fortuna, T., Vet, L. E., Engelkes, T., Morriën, E., ... & Heidel-Fischer, H. M. (2010). Ecological fits, mis-fits and lotteries involving insect herbivores on the invasive plant, *Bunias orientalis*. *Biological Invasions*, 12(9), 3045-3059.
- Hejda, M. (2012). What is the impact of *Impatiens parviflora* on diversity and composition of herbal layer communities of temperate forests? *PLoS One*, 7(6), e39571.

- Hood, W. G., & Naiman, R. J. (2000). Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants. *Plant ecology*, 148(1), 105-114.
- Hulme, P. E., & Bremner, E. T. (2006). Assessing the impact of *Impatiens glandulifera* on riparian habitats: partitioning diversity components following species removal. *Journal of Applied Ecology*, 43(1), 43-50.
- Karlík, P., & Poschlod, P. (2014). Soil seed-bank composition reveals the land-use history of calcareous grasslands. *Acta Oecologica*, 58, 22-34.
- Lapin, K. (2014). The impact of invasive plant species on plant diversity of riparian habitats. Dissertation. Universität für Bodenkultur, Wien. 304.
- Lapin, K., & Bernhardt, K. G. (2013). The Impact of Alien Plant Species on the Conservation Success of a Protected Natura 2000 Area within the Ecological Restoration of the River Traisen, Lower Austria. In 5th Symposium for Research in Protected Areas (Vol. 10, S. 449-452).
- Lapin, K., Bernhardt, K. G., Lichtenwöhrer, P., & Roithmayr, S. (2015). Welchen Einfluss haben invasive Pflanzenarten auf die Phytodiversität von renaturierten Flusslandschaften?. *Gesunde Pflanzen*, 67(2), 75-82.
- Lapin, K., Bernhardt, K. G., Mayer, E., Roithmayr, S., Neureiter, J., & Horvath, C. (2016). Monitoring River Restoration Efforts: Do Invasive Alien Plants Endanger the Success? A Case Study of the Traisen River. *Journal of Environmental Protection*, 7(06), 831-843
- Maeglin, R. R., & Ohmann, L. F. (1973). Boxelder (*Acer negundo*): a review and commentary. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 357-363.
- Maskell, L. C., Bullock, J. M., Smart, S. M., Thompson, K., & Hulme, P. E. (2006). The distribution and habitat associations of non-native plant species in urban riparian habitats. *Journal of Vegetation Science*, 17(4), 499-508.
- Neureiter, J. (2014 in Druck). Vegetationsökologische Untersuchungen nach Renaturierungsmaßnahmen im Zuge des Life+ Traisen Projekts im Mündungsabschnitt der Traisen. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. 101.
- Nilsson, C., & Berggren, K. (2000). Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation dam operations have caused global-scale ecological changes in riparian ecosystems. How to protect river environments and human needs of rivers remains one of the most important questions of our time. *BioScience*, 50(9), 783-792.

- Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Allan, J. D., Lake, P. S., Alexander, G., Brooks, S., ... & Galat, D. L. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of applied ecology*, 42(2), 208-217.
- Perrins, J., Fitter, A., & Williamson, M. (1993). Population biology and rates of invasion of three introduced *Impatiens* species in the British Isles. *Journal of Biogeography*, 33-44.
- Poschlod, P., & Jackel, A. K. (1993). Untersuchungen zur Dynamik von generativen Diasporenbanken von Samenpflanzen in Kalkmagerrasen. I. Jahreszeitliche Dynamik des Diasporenniederschlags und der Diasporenbank auf zwei Kalkmagerrasenstandorten der Schwäbischen Alb. *Flora*, 188, 49-71.
- Pysek, P., & Prach, K. (1994). How important are rivers for supporting plant invasions. *Ecology and management of invasive riverside plants*, 19-26.
- Robertson, H. A., & James, K. R. (2007). Plant establishment from the seed bank of a degraded floodplain wetland: a comparison of two alternative management scenarios. *Plant Ecology*, 188(2), 145-164.
- Roithmayr, S. (2014 in Druck). The impact of alien plant species on the conservation success of a protected Natura 2000 area, within the ecological restoration of the river Traisen, Lower Austria. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. 100.
- Schiemer, F., & Waidbacher, H. (1998). Zur Ökologie großer Fließgewässer am Beispiel der Fischfauna der österreichischen Donau. *Stapfia* 52, überösterr. Landesmuseum. Linz. 7-22.
- Schneider, O., & Burga, C. A. (2010). Invasive Neophyten im Limmattal–Status Quo 2007 und Massnahmen. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 155(3/4), 1-15.
- Schulze, E. D., & Zwölfer, H. (Eds.). (2012). Potentials and limitations of ecosystem analysis (Vol. 61). Springer Science & Business Media.
- Strayer, D. L., Blair, E. A., Caraco, N. F., Cole, J. J., Findlay, S., Nieder, W. C., & Pace, M. L. (2005). Interactions between alien species and restoration of large-river ecosystems. *Archiv für Hydrobiologie Supplementband*, 155, 133-145.
- Tabacchi, E., Planty-Tabacchi, A. M., Roques, L., & Nadal, E. (2005). Seed inputs in riparian zones: implications for plant invasion. *River research and applications*, 21(2-3), 299-313.
- Verbund AG. (2015). LIFE+ Projekt TRAISEN. Online im Internet: <http://www.life-traisen.at/de/projekt-life-traisen>. Stand: 18.11.2015.

- Verbund AG. (2015). Traisen-Renaturierung: Ein Fluss kommt in Form. Online im Internet: <http://www.verbund.com/bg/de/blog/2014/07/24/traisen-renaturierung-projekt-life-traisen>. Stand: 18.11.2015.
- Vilà, M., Espinar, J. L., Hejda, M., Hulme, P. E., Jarošík, V., Maron, J. L., ... & Pyšek, P. (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters*, 14(7), 702-708.
- Waldburger, E., & Staub, R. (2006). Neophyten im Fürstentum Liechtenstein. *Ber. Bot.-Zool. Ges. Liechtenstein-Sargans-Werdenberg*, Bd, 32, 95-112.
- Wäldchen, J., Pusch, J., & Luthardt, V. (2006). Zur Diasporen-Keimfähigkeit von Segetalpflanzen. *Beiträge zur Forstwirtschaft u. Landschaftsökologie*, 38, 145-156.
- Wallner, R. M. (Ed.). (2005). *Aliens: Neobiota in Österreich* (Vol. 15). Böhlau Verlag Wien.
- Walter, J., Essl, F., Englisch, T., & Kiehn, M. (2005). Neophytes in Austria: habitat preferences and ecological effects. *Neobiota*, 6, 13-25.
- Wang, Y., Jiang, D., Toshio, O., & Zhou, Q. (2013). Recent advances in soil seed bank research. *Contemporary Problems of Ecology*, 6(5), 520-524.
- Weber, E., & Jakobs, G. (2005). Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. *Flora-morphology, distribution, functional ecology of plants*, 200(2), 109-118.
- Weber, E., & Schmid, B. (1998). Latitudinal population differentiation in two species of *Solidago* (Asteraceae) introduced into Europe. *American journal of Botany*, 85(8), 1110-1121.
- Wei, G., Chen, W., Zhu, W., Chen, C., Young, J. P. W., & Bontemps, C. (2009). Invasive *Robinia pseudoacacia* in China is nodulated by *Mesorhizobium* and *Sinorhizobium* species that share similar nodulation genes with native American symbionts. *FEMS microbiology ecology*, 68(3), 320-328.
- Willis, S. G., & Hulme, P. E. (2002). Does temperature limit the invasion of *Impatiens glandulifera* and *Heracleum mantegazzianum* in the UK?. *Functional Ecology*, 16(4), 530-539.
- Zentralverband Gartenbau and Central Horticulture Association. "Umgang mit invasiven Arten." Empfehlungen für Gärtner, Planer und Verwender. (2008). Berlin: Zentralverband Gartenbau eV, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bundesamt für Naturschutz
- Zotz, G., Franke, M., & Woitke, M. (2000). Leaf phenology and seasonal carbon gain in the invasive plant, *Bunias orientalis* L. *Plant Biology*, 2(6), 653-658.

7. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Verortung des Untersuchungsgebiets (Quelle: European Environment Agency, Online im Internet: http://eunis.eea.europa.eu/sites/AT1216000 , Stand: 10.10.2016)...	4
Abbildung 2: Darstellung des geplanten Flusslaufs (Quelle: DonauConsult, Online im Internet: http://www.donauconsult.at/referenzen/detail/id/traisen/ , Stand: 10.10.2016).	5
Abbildung 3: Bauabschnitt Mitte-West (Quelle: Verbund AG, Online im Internet: https://www.verbund.com/de-at/blog/blog-artikel/2014/07/24/traisen-renaturierung-projekt-life-traisen , Stand: 10.10.2016).....	6
Abbildung 4: Ehemaliger Flusslauf der Traisen (rot) und geplanter Flusslauf (blau) (Quelle: Life+ Traisen, Online im Internet: http://www.life-traisen.at/en/project-life-traisen , Stand: 25.11.2015).....	7
Abbildung 5: Spross von <i>Acer negundo</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Acer-negundo.htm , Stand: 10.10.2016)	9
Abbildung 6: Blatt und Früchte von <i>Acer negundo</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Acer-negundo.htm , Stand: 10.10.2016).....	9
Abbildung 7: Erscheinungsbild von <i>Bunias orientalis</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Bunias-orientalis.htm , Stand: 10.10.2016).....	11
Abbildung 8: Teile von <i>Bunias orientalis</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Bunias-orientalis.htm , Stand: 10.10.2016)	11
Abbildung 9: Blüte und Frucht von <i>Impatiens glandulifera</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Impatiens-glandulifera.htm , Stand: 10.10.2016)	13
Abbildung 10: Dichter Bestand von <i>Impatiens glandulifera</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Impatiens-glandulifera.htm , Stand: 10.10.2016)	13
Abbildung 11: Dichter Bestand von <i>Impatiens parviflora</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Impatiens-parviflora.htm , Stand: 10.10.2016)	15
Abbildung 12: Blüte von <i>Impatiens parviflora</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Impatiens-parviflora.htm , Stand: 10.10.2016)	15
Abbildung 13: Blüte von <i>Robinia pseudoacacia</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Robinia-pseudacacia.htm , Stand: 10.10.2016)	17
Abbildung 14: Blätter und Früchte (Schoten) von <i>Robinia pseudoacacia</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Robinia-pseudacacia.htm , Stand: 10.10.2016)	17
Abbildung 15: Blütenstand von <i>Solidago gigantea</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Solidago-gigantea.htm , Stand: 10.10.2016) ..	19

Abbildung 16: Erscheinungsbild von <i>Solidago gigantea</i> (Quelle: nhm, Online im Internet: http://flora.nhm-wien.ac.at/Seiten-Arten/Solidago-gigantea.htm , Stand: 10.10.2016) ..	19
Abbildung 17: Darstellung der Transekte entlang des renaturierten Abschnitts „Mitte West“ (Quelle: Neureiter, 2014).....	21
Abbildung 18: Darstellung des Forschungsprozesses	24
Abbildung 19: Übersicht über die totale Anzahl der gefundenen Samen im gesamten Untersuchungsgebiet	28
Abbildung 20: Übersicht über die Anzahl der gefundenen Samen pro m ² im gesamten Untersuchungsgebiet	29
Abbildung 21: Totale Anzahl der Samen verteilt über die Bodentiefen.....	30
Abbildung 22: Totale Anzahl der Samen in 0-5 cm Tiefe	31
Abbildung 23: Totale Anzahl der Samen in 5-10 cm Tiefe	31
Abbildung 24: Totale Anzahl der Samen in 10-20 cm Tiefe	32
Abbildung 25: Anzahl der Samen pro m ² verteilt über die untersuchten Bodentiefen.....	33
Abbildung 26: Anzahl der Samen pro m ² in 0-5 cm Tiefe.....	34
Abbildung 27: Anzahl der Samen pro m ² in 5-10 cm Tiefe.....	34
Abbildung 28: Anzahl der Samen pro m ² in 10-20 cm Tiefe.....	35
Abbildung 29: Unterschiede in der Artenzahl bezogen auf die Bodentiefe	35
Abbildung 30: Darstellung der totalen Anzahl an Samen unterteilt nach Baumaßnahmen....	36
Abbildung 31: Totale Anzahl der Samen in den Bereichen der Pufferzone (n = 13).....	38
Abbildung 32: Totale Anzahl der Samen in den Bereichen der Umlandabsenkung (n = 14) .	38
Abbildung 33: Totale Anzahl der Samen in den Bereichen des HQ1 – Betts (n = 13).....	39
Abbildung 34: Totale Anzahl der vorkommenden Samen in der Pufferzone, unterteilt nach Bodentiefen.....	40
Abbildung 35: Totale Anzahl der vorkommenden Samen in der Umlandabsenkung, unterteilt nach Bodentiefen	40
Abbildung 36: Totale Anzahl der vorkommenden Samen im HQ1 – Bett, unterteilt nach Bodentiefen.....	41
Abbildung 37: Darstellung der Anzahl an Samen pro m ² unterteilt nach Baumaßnahmen	43
Abbildung 38: Anzahl der Samen pro m ² in den Bereichen der Pufferzone (n = 13)	43
Abbildung 39: Anzahl der Samen pro m ² in den Bereichen der Umlandabsenkung (n = 14) .	44
Abbildung 40: Anzahl der Samen pro m ² in den Bereichen des HQ1 – Betts (n = 13).....	44
Abbildung 41: Anzahl der vorkommenden Samen pro m ² in der Pufferzone, unterteilt nach Bodentiefen.....	45
Abbildung 42: Anzahl der vorkommenden Samen pro m ² in der Umlandabsenkung, unterteilt nach Bodentiefen	46

Abbildung 43: Anzahl der vorkommenden Samen pro m ² im HQ1 – Bett, unterteilt nach Bodentiefen	46
Abbildung 44: Unterschiede in der Artenzahl bezogen auf die Baumaßnahmen.....	47
Abbildung 45: Verortung der Transekte und Darstellung der gefundenen Samen in den Transekten	50
Abbildung 46: Unterschiede in der Artenzahl bezogen auf die Transekte	50
Abbildung 47: Darstellung der Samenanzahl auf den Bereichen der Transekte.....	51
Abbildung 48: Vergleich des Vorkommens von <i>Bunias orientalis</i> , <i>Impatiens glandulifera</i> , <i>Impatiens parviflora</i> und <i>Solidago gigantea</i> in der Diasporenbank und an der Oberfläche in den Jahren 2011, 2014 und 2015.....	58
Abbildung 49: Vergleich der Anzahl an invasiven Neophyten in Samen pro m ² über die Untersuchungsjahre 2011, 2014 und 2015.....	59
Abbildung 50: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten in der Pufferzone in den Jahren 2014 und 2015	60
Abbildung 51: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten in der Umlandabsenkung in den Jahren 2014 und 2015.....	60
Abbildung 52: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten im HQ1-Bett in den Jahren 2014 und 2015	60
Abbildung 53: Vergleich des Vorkommens invasiver Neophyten im Boden und der oberflächlich Auftretenden	61
Abbildung 54: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Alnus incana</i>	66
Abbildung 55: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Carex acutiformis</i>	66
Abbildung 56: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Carex riparia</i>	67
Abbildung 57: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Chenopodium album</i>	67
Abbildung 58: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Echinochloa crus-galli</i>	67
Abbildung 59: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Glechoma hederacea</i>	67
Abbildung 60: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Humulus lupulus</i>	67
Abbildung 61: Histogramm mit Normalverteilungskurve der gefundenen Moos-Kapseln	67
Abbildung 62: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Panicum miliaceum</i>	68
Abbildung 63: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Persicaria amphibia</i>	68
Abbildung 64: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Persicaria dubia</i>	68
Abbildung 65: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Persicaria maculosa</i>	68
Abbildung 66: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Prunus padus</i>	68
Abbildung 67: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Rumex obtusifolius</i>	68
Abbildung 68: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Salvia glutinosa</i>	69
Abbildung 69: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Sambucus nigra</i>	69
Abbildung 70: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Sparganium erectum</i>	69

Abbildung 71: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Setaria pumila</i>	69
Abbildung 72: Histogramm mit Normalverteilungskurve von <i>Viola riviniana</i>	69
Abbildung 73: Histogramm mit Normalverteilungskurve der nicht bestimmaren Samen.....	69
Abbildung 74: Darstellung der Diasporen pro m ² verteilt über die Untersuchungsjahre 2011 – 2014 und 2015	76
Abbildung 75: Darstellung der Deckungswerte verteilt über die Untersuchungsjahre 2011 – 2014 und 2015	77
Abbildung 76: Darstellung der gefundenen Samen pro m ² im gesamten Untersuchungsgebiet	78
Abbildung 77: Vergleich der Diasporen mit der oberflächlich auftretenden Vegetation 2015	79
Abbildung 78: Anzahl der Diasporen in den Baumaßnahmen.....	80
Abbildung 79: Anzahl der Diasporen in den Transekten	80
Abbildung 80: Anzahl der Diasporen in den Bodentiefen	81
Abbildung 81: Artenzahl in den Transekten	82
Abbildung 82: Artenzahl in den Baumaßnahmen.....	82
Abbildung 83: Artenzahl in den Bodentiefen	82

Tabelle 1: Koordinaten der Transekte für die Probenentnahme (Quelle: Roithmayr 2014) ...	22
Tabelle 2: Überblick über die gefundenen Samen im gesamten Untersuchungsabschnitt	25
Tabelle 3: Totale Anzahl der gefundenen Samen und Anzahl der Samen pro m ² im gesamten Untersuchungsgebiet	28
Tabelle 4: Verteilung der gefundenen Samen über die Bodentiefen	30
Tabelle 5: Anzahl der Samen pro m ² verteilt über die Bodentiefen	32
Tabelle 6: Überblick über die totale Anzahl der gefundenen Samen in den Baumaßnahmen	37
Tabelle 7: Überblick über die Anzahl der gefundenen Samen pro m ² in den Baumaßnahmen	42
Tabelle 8: Auftretende Samen, gelistet nach Transekten, Bereichen und Bodentiefen	48
Tabelle 9: Überblick über die Anzahl der gefundenen Samen in den Bereichen der Transekte	52
Tabelle 10: Überblick über die Verteilung der gefundenen Samen auf Transekte und Bodentiefen	53
Tabelle 11: Übersicht über die gefundenen Diasporen und die oberflächlich aufkommende Vegetation	62
Tabelle 12: Übersicht über die im Boden und an der Oberfläche vorkommenden Zielarten ..	64
Tabelle 13: Darstellung der statistischen Werte	65
Tabelle 14: Tests auf Normalverteilung der Variablen (hier Arten)	66
Tabelle 15: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen der Bodentiefe und der Samenanzahl pro m ²	70
Tabelle 16: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen der Bodentiefe und der Anzahl der Arten	70
Tabelle 17: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Baumaßnahmen und der Anzahl der Arten	71
Tabelle 18: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Baumaßnahmen und der Samenanzahl pro m ²	71
Tabelle 19: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Transekten und der Samenanzahl pro m ²	72
Tabelle 20: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den Transekten und der Anzahl der Arten	72
Tabelle 21: Ergebnisse der Spearman-Korrelation zwischen den gefundenen Diasporen und der oberflächlich aufkommenden Vegetation	73
Tabelle 22: Ergebnisse des Friedman-Tests, zum Vergleich der Untersuchungsjahre 2011, 2014 und 2015	73