

Beifußblättriges Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia* L.) an Schnellstraßen und Autobahnen in Bayern

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Ingenieur
im Rahmen des Studiums Landschaftsarchitektur und -planung
an der Universität für Bodenkultur Wien

eingereicht von

Lisa Zant B.Sc.

Matr. Nr. 01240450

betreut von

Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Gerhard Karrer

Department für integrative Biologie und Biodiversitätsforschung

Institut für Botanik



Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources
and Applied Life Sciences, Vienna

Wien, Oktober 2020

I. Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit mit dem Titel

Beifußblättriges Traubenkraut (Ambrosia artemisiifolia L.) an Schnellstraßen und Autobahnen in Bayern

selbstständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt.

Wien, am 20.10.2020

Lisa Zant

II. Danksagung

Allen voran danke ich Prof. Gerhard Karrer für die Ermöglichung und Organisation meiner Masterarbeit. Ein großes Danke an Rea Hall, die sich um die gesamte Organisation in Bayern gekümmert hat und mir bei Fragen stets zur Seite stand. Vor allem bei den Fahrten nach Bayern und den darauffolgenden Auswertungen der Bodenproben standen mir Berni und Hannes tatkräftig zur Seite. Danke für eure Hilfe bei den oft eintönigen, aber auch super lustigen Stunden im Waschlabor.

Ein riesiges Dankeschön geht an meine Eltern, die mich während des gesamten Studiums nicht nur finanziell, sondern auch in allen anderen Bereichen meines Lebens tatkräftig und unentwegt unterstützt haben. Danke an meine Freunde, die mich vor allem in der Endphase meines Studiums immer wieder motiviert und unterstützt haben.

III. Zusammenfassung

Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem Vorkommen von *Ambrosia artemisiifolia* an bayrischen Autobahnen und Schnellstraßen. Es wird untersucht, in welchen Abständen zur Fahrbahn die Individuendichte der Bestände am höchsten ist und ob es Zusammenhänge zwischen Bodensamenbank, Individuendichte, Mahdregime und klimatischen Bedingungen gibt.

Die in Europa invasive Pflanze Beifußblättriges Traubenkraut (*Ambrosia artemisiifolia*) oder auch Ragweed genannt, führt auch in Bayern, Deutschland, zu immer größeren Problemen. Gesundheitliche, landwirtschaftliche und ökologische Aspekte spielen dabei eine wichtige Rolle. Der enorme Kostenanstieg im Gesundheits- und Agrarsektor durch das immer häufigere Vorkommen von *Ambrosia artemisiifolia* geben Anlass zu genaueren Untersuchungen der Verbreitung, des Monitorings bzw. des Managements der Pflanze.

Um die oben beschriebenen Zusammenhänge untersuchen zu können wurde an acht Probeflächen in Bayern sowie einer Vergleichsprobefläche in Österreich Bodenproben entnommen, die oberirdische Individuendichte erhoben, die Vegetationsdeckung ermittelt, die angewendeten Mahdregime der zuständigen Autobahn- bzw. Straßenmeistereien erfragt, sowie Klimadaten erhoben. Klare Zusammenhänge konnten zwischen der vorgefundenen oberirdischen Individuendichte und dem Abstand zur Fahrbahn eruiert werden. Je geringer der Abstand zur Fahrbahn war, umso höher war die Anzahl von oberirdischen Individuen. Bei der Anzahl der lebensfähigen Samen im Boden war bei allen Probeflächen in Bayern zusammen und zwei Probeflächen einzeln das signifikante Ergebnis: je geringer der Abstand umso höher die Anzahl der lebensfähige Samen. Bei den restlichen Probeflächen konnten dazu kein signifikantes Ergebnis eruiert werden. Der Einfluss des Faktors Temperatur auf die Ragweed-Individuendichte sowie die –Samendichte konnte in vorlegender Untersuchung belegt werden. Damit kann jedoch nur ein geringer Teil der Anzahl der Samen erklärt werden. Bei Niederschlag und Sonnenscheindauer gibt es zwar signifikante Unterschiede bezüglich der mittleren Anzahlen von Individuen und lebensfähigen Samen zwischen den Probeflächen, jedoch konnte kein signifikanter Einfluss auf die Individuendichte bzw. Samendichte lebensfähiger Samen im Boden nachgewiesen werden.

IV. Abstract

This master thesis deals with the occurrence and habitat preferences of *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed) along Bavarian roads and motorways. The aim is to find out whether there are any correlations between density of seeds in the underground, aboveground individual density, distance to the pavement, mowing regime, and climatic conditions.

Since *Ambrosia artemisiifolia* is a highly invasive plant all across Europe, also Bavaria is not left out of its occurrence. It causes harmful impacts on various sectors like health, agriculture and ecology. Due to the costs in the health and agriculture sector, need of knowledge about exact distributions, monitoring methods and management measures is more and more increasing.

For the present study eight sample areas in Bavaria, Germany, and one in Austria were chosen to be examined. To get awareness about the complex relationships between the above-mentioned factors, it was necessary to collect soil samples for studying ragweed soil seed bank and create data about population and vegetation density, the locally applied mowing regime and climatic conditions from each sample area. There were strong correlations between the population density and the distance to the pavement on each of the sampling areas. Less distance to the road means higher numbers of *Ambrosia artemisiifolia* individuals. The larger the distance the fewer individuals were found. Climatic conditions like temperature, precipitation and sunshine duration showed influences on the occurrence of Ragweed. Especially the factor temperature had influence on the population densities and seed densities of locally found population. There were significant differences between groups of various precipitation quantities and sunshine durations, but there was no significant influence between these two factors and the quantity of Ragweed individuals or Ragweed seeds.

Inhalt

1	Einführung.....	8
1.1	Fragestellung.....	9
2	Material und Methode.....	10
2.1	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.....	10
2.1.1	Lebenszyklus.....	11
2.1.2	Lebensraum.....	12
2.1.3	Substrat.....	12
2.1.4	Auswirkungen auf Gesundheit, Landwirtschaft und Ökologie	12
2.1.5	Verbreitung.....	13
2.1.6	Ausbreitung.....	17
2.1.7	Management.....	20
2.2	Untersuchungsgebiet.....	22
2.2.1	Lebensraum Straße	22
2.2.2	Klimaraum.....	22
2.3	Beschreibung der Probeflächen.....	24
2.3.1	Probeflächen Bayern.....	26
2.3.2	LB – Vergleichsprobefläche Österreich	30
2.4	Versuchsdesign	31
2.5	Bodenprobenziehung	34
2.5.1	Material	34
2.5.2	Lagerung	34
2.6	Individuendichtezählung.....	35
2.6.1	Material	35
2.7	Vegetationsdeckung.....	35
2.7.1	Material	35
2.8	Auswaschen der Bodenproben	36
2.8.1	Material	36
2.9	Keimfähigkeitstest.....	36
2.9.1	Material	37
2.10	Triphenyltetrazoliumchlorid Test (TTC-Test)	37
2.10.1	Material	38
2.11	Mahdregime.....	38
2.12	Klimadaten.....	38
2.13	Statistische Auswertung.....	39
2.14	Variablendefinitionen.....	39
3	Ergebnisse	42

3.1	Deskriptive Beschreibung der einzelnen Probeflächen.....	42
3.1.1	Probefläche BY066.....	42
3.1.2	Probefläche BY101	46
3.1.3	Probefläche BY348.....	49
3.1.4	Probefläche BY368.....	52
3.1.5	Probefläche BY133.....	55
3.1.6	Probefläche MD	57
3.1.7	Probefläche BY198.....	60
3.1.8	Probefläche BY279	62
3.1.9	Vergleichsprobefläche Leibnitz - LB.....	65
3.2	Vergleich der Probeflächen	68
3.2.1	Keimfähigkeit.....	71
3.3	Korrelationen zwischen Bodensamenbank, Individuendichte und Abstand zur Fahrbahn....	73
3.4	Mahdregime.....	75
3.5	Klimadaten.....	79
3.5.1	Temperatur.....	79
3.5.2	Niederschlag.....	84
3.5.3	Sonnenscheindauer	89
4	Diskussion.....	94
4.1	Keimfähigkeit.....	94
4.2	Individuendichte	95
4.3	Korrelationen zwischen lebensfähig ² , Individuendichte und Abstand zur Fahrbahn.....	95
4.4	Einfluss des Mahdregimes auf Individuendichte und Bodensamenbank.....	96
4.5	Einfluss von klimatischen Bedingungen auf oberirdische Individuendichte und Bodensamenbank.....	98
5	Schlussfolgerung	99
6	Abbildungsverzeichnis und Tabellenverzeichnis	101
7	Literaturverzeichnis.....	107
8	Anhang.....	115
8.1	Mahdregime Fragebogen	115
8.2	Klimadaten Probeflächen.....	117
8.3	Rohdaten.....	118

I Einführung

Ambrosia artemisiifolia L. (Beifußblättriges Traubenkraut, common ragweed) ist eine in vielen Teilen Europas invasive Pflanze, die ursprünglich aus Nordamerika stammt (Essl et al. 2015). Sie wurde durch verschiedene Wege wie den Transport von Getreide/Ölsamen/Tierfutter in unterschiedlichste Teile der Welt ausgebreitet (Song und Prots 1998; European Food Safety Authority 2010). Durch ihre gute Anpassungsfähigkeit konnte sie sich an vielen Standorten gut etablieren und stellt nun vielerorts gesundheitliche, wirtschaftliche und ökologische Probleme dar (Bullock et al. 2012). Cunze et al. (2013) zeigen in ihren Modellen, dass eine weitere Ausbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* L. aufgrund des Klimawandels begünstigt werden könnte. Damit einher geht ein Anstieg der daraus resultierenden Kosten in allen betroffenen Bereichen. Alleine die Behandlungen im Gesundheitswesen betragen in Deutschland laut Bullock et al. (2012) 17-47 Millionen Euro pro Jahr. Dazu kommt eine Vielzahl weiterer Kosten die aufgrund von Kontrolle der befallenen Gebiete, Management und Ernteauffälle zustande kommen.

Bayern zählt zu den in Deutschland am stärksten mit *A. artemisiifolia* kontaminierten Bundesländern. Die Anzahl der Neufunde ist in den letzten Jahren stetig gestiegen und weist einen hohen Anteil an Vorkommen entlang von Straßen auf (Nawrath und Alberternst 2018a). Da Straßenränder ein geeigneter Lebensraum für *A. artemisiifolia* sind (Jodoin et al. 2008) und die Ausbreitung durch lineare Element wie Straßenränder erleichtert wird (Trombulak und Frissell 2000), ist die Schaffung von geeigneten Managementmaßnahmen zur Eindämmung an diesen Standorten von besonderer Bedeutung.

I.1 Fragestellung

Da der allergen invasive Neophyt *Ambrosia artemisiifolia* L. auch an bayrischen Straßen immer mehr zum dauerhaften Problem wird, wurde unter Auftrag des Bayrischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr ein Projekt zur Erforschung von *A. artemisiifolia* an bayrischen Straßen gegründet. In Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur Wien soll versucht werden, erfolgreiche Maßnahmen zur Eindämmung der Art zu finden.

In der vorliegenden Arbeit wird mit Hilfe der Hypothesen

- 1) Es gibt es einen Zusammenhang zwischen der oberirdischen Individuendichte und der unterirdischen Bodensamenbank
- 2) Es gibt es einen Zusammenhang zwischen der oberirdischen Individuendichte/Bodensamenbank und dem Abstand zur Straße
- 3) Es gibt einen Zusammenhang zwischen klimatischen Bedingungen/Pflegemaßnahmen des Bankettes und der Individuendichte/Bodensamenbank

der Grundstein für dieses Vorhaben gelegt.

2 Material und Methode

2.1 *Ambrosia artemisiifolia* L.

Ambrosia artemisiifolia L. bzw. Beifußblättriges Traubenkraut (oder auch Beifuß-Traubenkraut, Beifuß-Ambrosie) genannt, ist eine Pflanzenart aus der Familie der Korbblütler (Asteraceae). Es handelt sich um eine einhäusige einjährige Pflanze, die in den Sommermonaten blüht und im Herbst bis zu 32.000 Samen (Dickerson und Sweet 1971) trägt. *A. artemisiifolia* ist eine aufrecht wachsende nicht verzweigte bis stark verzweigte Pflanze und kann je nach Konkurrenz bis zu 2,5 Meter hoch werden. Ihre Blätter sind kurzstielig, fiederspaltig und in der äußeren Form lanzettlich oder elliptisch geformt. Die Samen, die für die Ausbreitung der Pflanze verantwortlich sind, sind elliptisch, 3-4mm x 1,8-2,5mm groß und von einer holzigen Schale umgeben. Sie sind im Normalfall am oberen Ende zugespitzt und dabei von mehreren ca. 1mm langen Stacheln umrundet (Bassett und Crompton 1975; Essl et al. 2015).

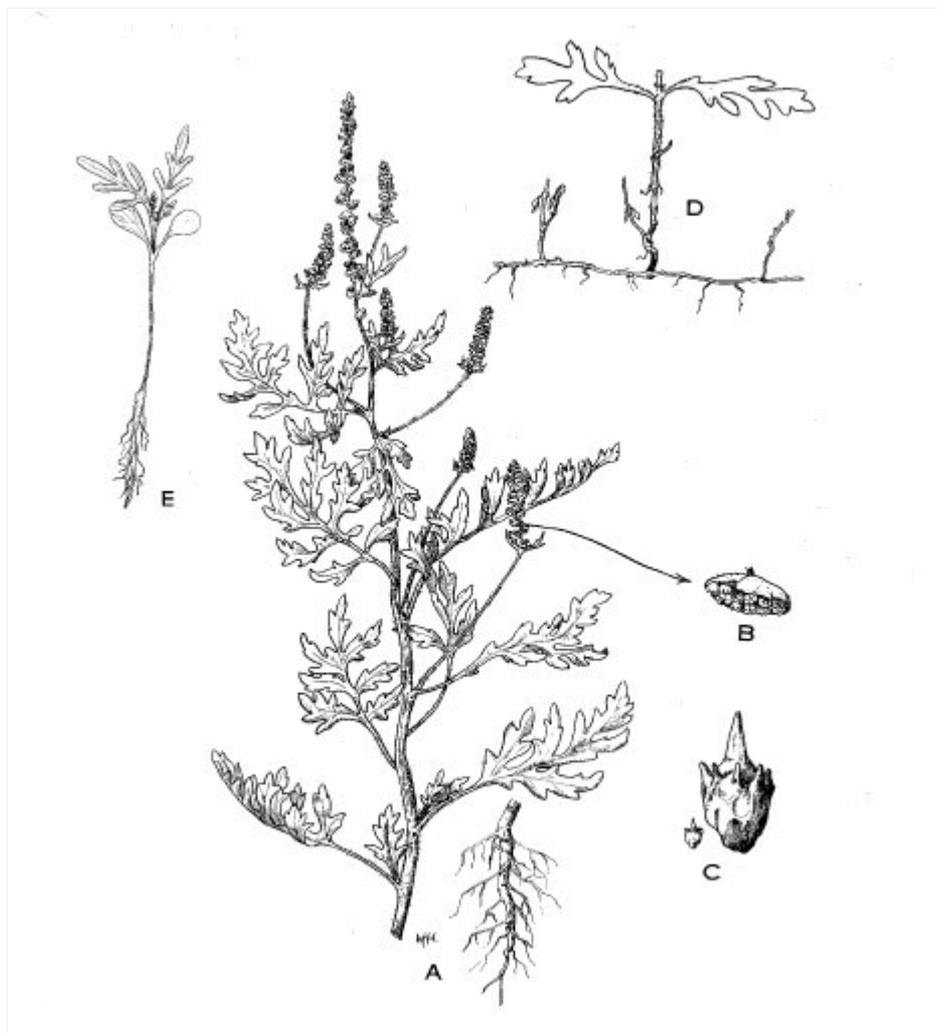


Abb. 1: *A. artemisiifolia* L.. A: Pflanze, B: männliche Blüte, C: Samen, D: Wurzelstock, E: Keimling (Bassett und Crompton 1975)

2.1.1 Lebenszyklus

Abb. 2 zeigt den Lebenszyklus innerhalb eines Jahres einer *A. artemisiifolia*-Pflanze. Der Zyklus beginnt mit dem Freisetzen der Samen der Mutterpflanze. Dies geschieht unter optimalen Bedingungen 50 Tage nach der Blüte (Brandes und Nitzsche 2006). Die freigesetzten Samen sind dann für eine bestimmte Zeit Teil der Bodensamenbank und können dort bis zu 39 Jahre lebensfähig verbleiben bis sie plötzlich absterben (Toole und Brown 1946). Um ihre Dormanz zu überwinden brauchen die Samen, ähnlich wie die anderer einjähriger Pflanzen, für ca. vier Wochen Temperaturen um 0 °C (Baskin und Baskin 2014a). Im Frühjahr beginnt die Keimung der Pflanzen und findet ihren Höhepunkt von April bis Anfang Mai. Später keimt nur noch ein kleiner Anteil der Pflanzen (Kazinczi 2016). Die Keimrate, Keimgeschwindigkeit sowie die Temperaturtoleranz variieren jedoch sehr stark zwischen den nordamerikanischen und europäischen Populationen (Leiblein-Wild et al. 2014) sowie aufgrund von Höhenlagen und der Tageslänge (Dickerson und Sweet 1971). Die Blütezeit in Europa dauert ungefähr von August bis Oktober (Brandes und Nitzsche 2006).

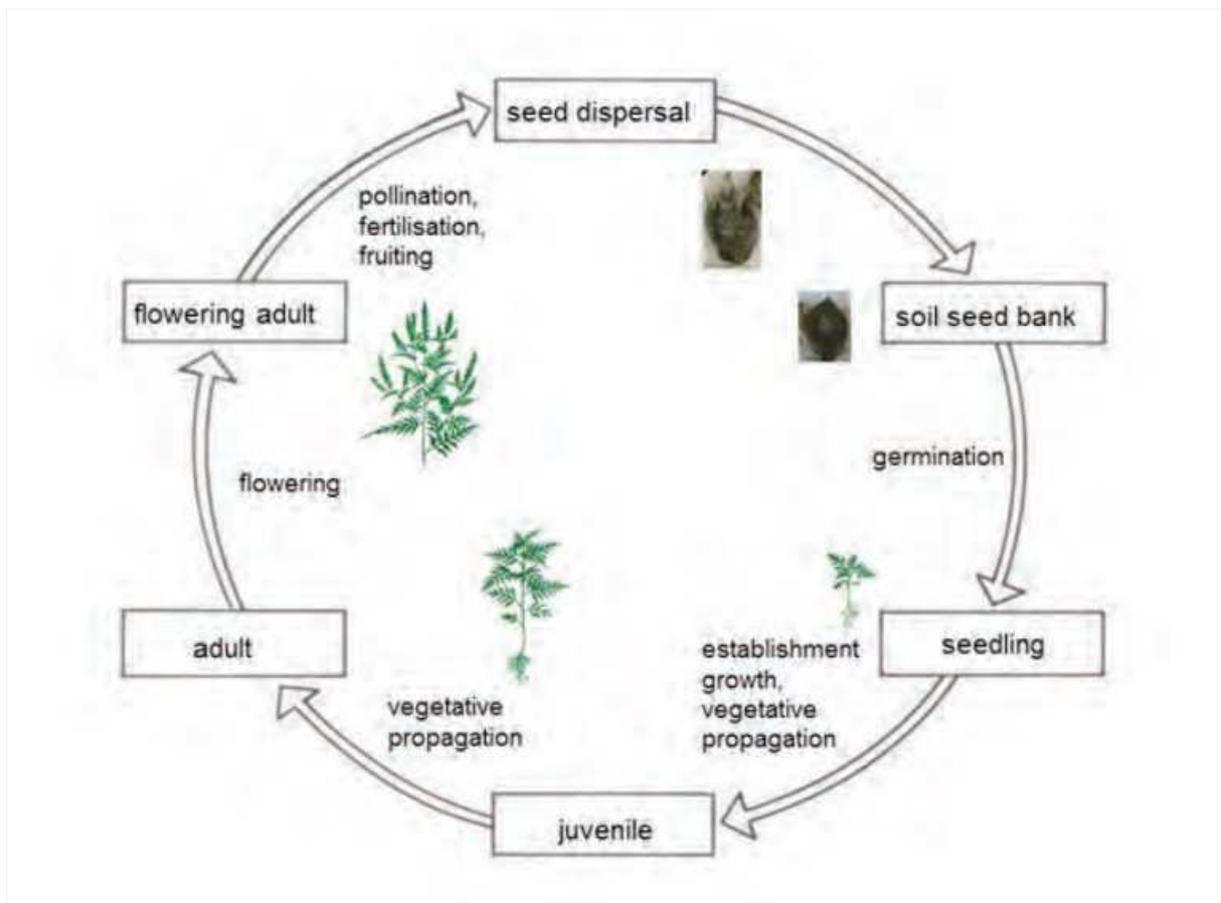


Abb. 2: Lebenszyklus von *A. artemisiifolia* (Karrer 2016c)

2.1.2 Lebensraum

Der ideale Lebensraum von *A. artemisiifolia* befindet sich im gemäßigt kontinentalen Klima (Bassett und Crompton 1975). Warme Temperaturen während der Wachstumsphase sind essentiell für die Vollendung des Lebenszyklus der Pflanze und in Zentraleuropa der wichtigste limitierende Faktor zur Ausbreitung (Essl et al. 2009; Cunze et al. 2013). Hohe Höhenlagen, trockene Sommer (Chapman et al. 2014) und warme Winter (Dormanz wird nicht überwunden) (Shrestha et al. 1999) sind weitere Ausschlussgründe für ein geeignetes Habitat von *A. artemisiifolia*.

Als Lebensraum für *A. artemisiifolia* eignen sich viele verschiedene Standorte. Es gedeiht entlang von Straßen und Eisenbahnstrecken, auf landwirtschaftlichen Flächen, auf Brachflächen und entlang von Wasserwegen (Bassett und Crompton 1975; DiTommaso 2004; Lavoie et al. 2007; Fumanal et al. 2008b; Simard und Benoit 2010; Bullock et al. 2012; Ngom und Gosselin 2014). In Europa kommt *A. artemisiifolia* hauptsächlich an Straßen und auf landwirtschaftlichen Flächen vor (Essl et al. 2009; Pinke et al. 2013; Milakovic et al. 2014b).

2.1.3 Substrat

Die Zeigerwerte nach (Ellenberg et al. 2001) ergeben für *A. artemisiifolia* eine Lichtzahl von 9 – Volllichtpflanze, eine Temperaturzahl von 7 – Wärmepflanze, eine Feuchtezahl von 4 – Trockenzeiger bis Frischezeiger/Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden, eine Reaktionszahl von 8 – meist auf Kalk zeigend und eine Stickstoffzahl von 6 – mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend bis an stickstoffreichen Standorten (Universität für Bodenkultur 2019). In Europa besiedelt *A. artemisiifolia* eine große Anzahl von Bodentypen und zeigt keine spezifischen Vorlieben für eine bestimmte Bodenart (Fumanal et al. 2008a).

2.1.4 Auswirkungen auf Gesundheit, Landwirtschaft und Ökologie

Die Ausbreitung von *A. artemisiifolia* in Europa hat Einfluss auf verschiedenste Bereiche. Dabei verursachen Auswirkungen auf Gesundheit, Landwirtschaft und ökologische Aspekte eine Vielzahl an Kosten die durch *A. artemisiifolia* induziert werden (Bullock et al. 2012).

2.1.4.1 Gesundheitliche Aspekte

In den vergangenen Jahren wurde *A. artemisiifolia* auch in Europa zu einer immer bedeutenderen Pflanze in Hinsicht auf die Gesundheit der Bevölkerung (Smith et al. 2013; Burbach et al. 2009). *A. artemisiifolia* kann allergische Reaktionen auslösen sowie zu einem ganzjährigen Asthma führen. Außerdem besteht die Möglichkeit der Auslösung einer Kreuzallergie auf mit der Pflanze verwandte Lebensmittel sowie allergische Reaktionen bei Hautkontakt (Bergmann 2014).

2.1.4.2 Landwirtschaftliche Aspekte

A. artemisiifolia zählt in vielen Ländern Europas zu einem ernstzunehmenden Ackerunkraut (Bullock et al. 2012). Auch in Deutschland hat man mit dem Problem zu kämpfen und versucht Lösungen zu finden (Verschwele 2014; Tümmler und Schröder 2014; Meinschmidt et al. 2014; Schröder und Müller 2014). Verschwele (2014) sieht in seiner Veröffentlichung vor allem eine Reihe an Eigenschaften der Beifuß-Ambrosie als essentiell in seinem Vorkommen auf landwirtschaftlichen Flächen. Etwa die starke Samenproduktion unter günstigen Bedingungen wie genügend Licht und Nährstoffe oder das starke Regenerationsvermögen der Pflanzen tragen zur Etablierung der Ragweed-Populationen auf Ackerflächen bei. Neben diesen Eigenschaften ist die Art der angebauten Kulturpflanzen ein wichtiger Faktor. Beispielsweise kann sich der Neophyt einfacher in konkurrenzschwachen Kulturen wie Sonnenblumen, Lupinen oder Zuckerrüben ausbreiten. Eine weitere Rolle spielt die Zulassung verschiedener Herbizide für die Kulturen. Beispielsweise steht laut Tümmler und Schröder (2014) nur ein eingeschränktes Spektrum an Wirkstoffen für die Bekämpfung von *A. artemisiifolia* zur Verfügung.

2.1.4.3 Ökologische Aspekte

In Europa gibt es nur vereinzelte Hinweise darauf, dass das Vorkommen von *A. artemisiifolia* andere geschützte Pflanzen oder Ökosysteme negativ beeinflusst. Da sich *A. artemisiifolia* zumeist in gestörten Gebieten ansiedelt, kommen Populationen nur äußerst selten in geschützten Gebieten vor (Bullock et al. 2012). In Deutschland ist ein Fall bekannt, bei dem *A. artemisiifolia* für die Verdrängung geschützter Pflanzen verantwortlich sein könnte. Dies basierte jedoch auf einer widerrechtlichen Ablagerung von Erdmaterial in diesem Gebiet und konnte größtenteils wieder eingedämmt werden (Alberternst et al. 2006). Bei sehr hoher Deckung kann Ragweed konkurrenzschwache Ackerunkräuter verdrängen und die vorherrschende Segetalflora beeinflussen bzw. verändern (Pál 2004; Pinke und Pál 2009).

2.1.5 Verbreitung

Die aus Nordamerika stammende *A. artemisiifolia* hat sich bereits in viele Teile der Welt ausgebreitet. Betroffene Gebiete sind Teile Europas, Afrikas, Asiens und Australiens. Als invasiv wird die Pflanze in Europa, Asien und Australien eingestuft (Weber 2017). Essl et al. (2015) haben mithilfe aktueller Populationen und eines Modells verschiedene Szenarien für die Zukunft vorhergesagt.

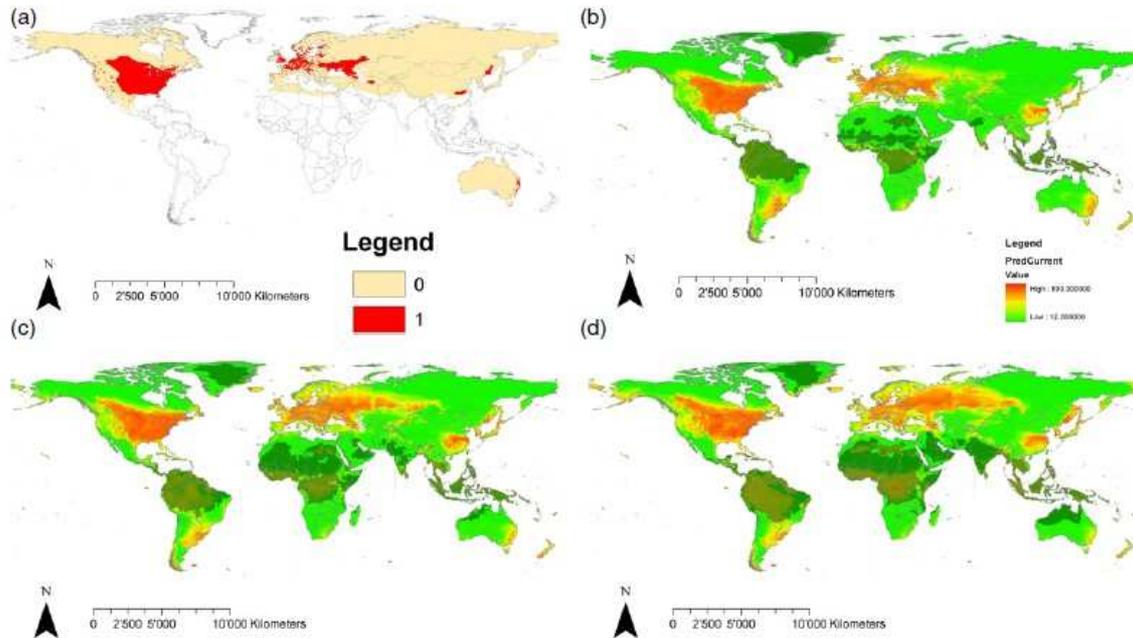


Abb. 3: Weltweite potenzielle Ausbreitung von *A. artemisiifolia*. Informationen über a) Vorkommen in Nordamerika und nicht heimische Vorkommen in Eurasien und Australien wurden verwendet um b) potenzielle Ausbreitungen mittels SDM unter aktuellen c) & d) wärmeren Klimaszenarien zu vergleichen. Es wird die Eignung potenzieller zukünftiger Lebensräume unter starken Klimaveränderungsszenarien (AIb-SRES-Szenario) für die Jahre c) 2050 und d) 2100 gezeigt. Dabei wird das Modell CSIRO MK3.0 Global Circulation verwendet (Essl et al. 2015).

2.1.5.1 Verbreitung in Bayern

Seit 2005 ist die Ausbreitung von *A. artemisiifolia* auch in Bayern immer mehr angestiegen (Brix 2014) und zählt daher zu den deutschen Bundesländer mit dem höchsten Vorkommen von *A. artemisiifolia*. Im Gegensatz zu anderen Bundesländern unternimmt Bayern jedoch auch die umfangreichsten Untersuchungen und Maßnahmen im Hinblick auf die Art (Nawrath und Alberternst 2014). Studien über die Verbreitung von *A. artemisiifolia* sind wegen der raschen Veränderungen der Populationen/Vorkommen leider nicht lange gültig.

Aktuelle Zahlen zu Fundorten in Bayern sind dank der Zusammenarbeit des Bayerischen Ministeriums für Gesundheit und Pflege (StMGP), dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF), dem Bayerischen Staatsministerium des Inneren, für Bau und Verkehr (StMI), dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV), der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und den kommunalen Verwaltungsbehörden online verfügbar. Von 2007 bis Mitte 2019 konnten mit Hilfe des „Aktionsprogrammes Ambrosia Bekämpfung in Bayern“ 464 größere Bestände dokumentiert und Managementmaßnahmen eingeleitet werden (Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege 2019). Verortungen der Fundorte werden von der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft immer wieder aktualisiert dargestellt (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

2019). Abb. 4 zeigt die Verbreitung aller bis zum Jahr 2017 gefundenen Ambrosia-Bestände differenziert nach Anzahl der Individuen.

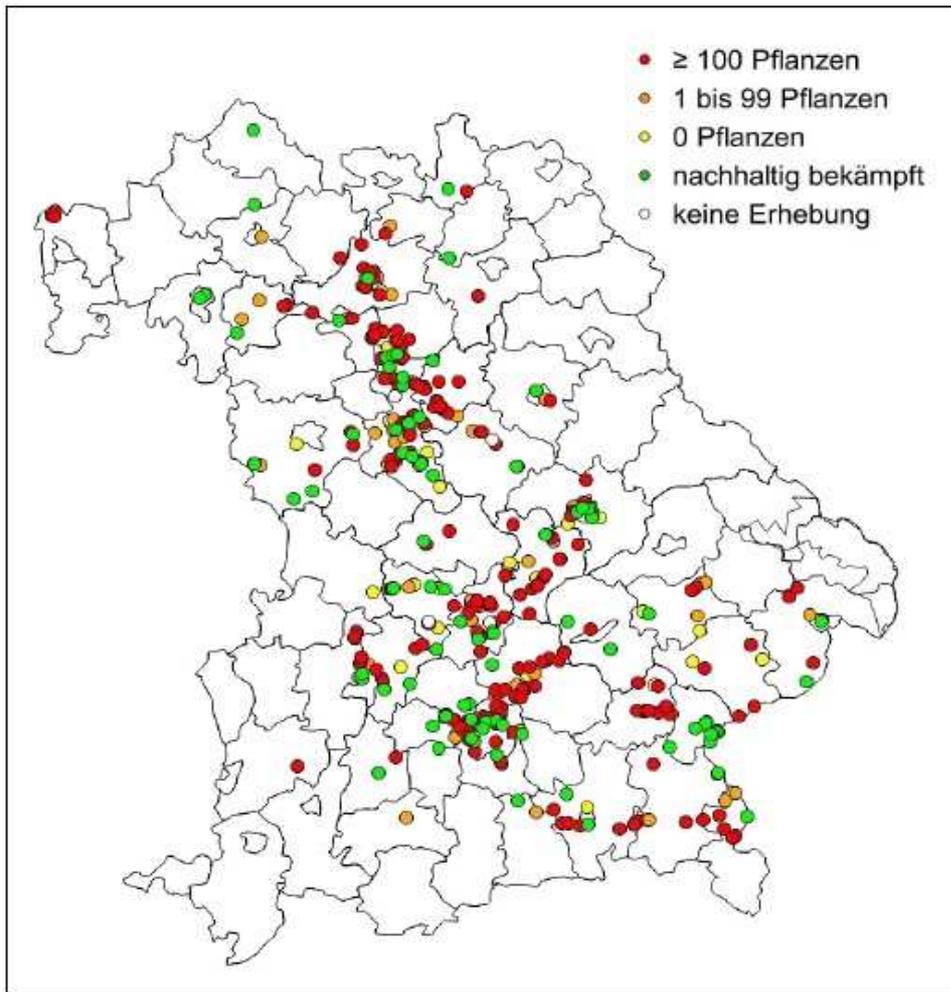


Abb. 4: Verbreitungskarte aller bis 2017 bekannt gewordenen Ambrosia-Bestände, differenziert nach Individuenanzahl (Nawrath und Alberternst 2018b)

In Abb. 5 wird die Bedeutung der Straßenvorkommen von *A. artemisiifolia* im Gegensatz zu Vorkommen an anderen Orten verdeutlicht. Der Anteil der Straß-Bestände ist bis 2010 gestiegen und schwankt seitdem zwischen 40% und 77,8%.

Der Einbruch im Jahr 2014 in den folgenden Abbildungen könnte auf einen Rückgang der Funde auf Grund von Tierfraß (Mäuse) zurückgehen (Nawrath und Alberternst 2018a).

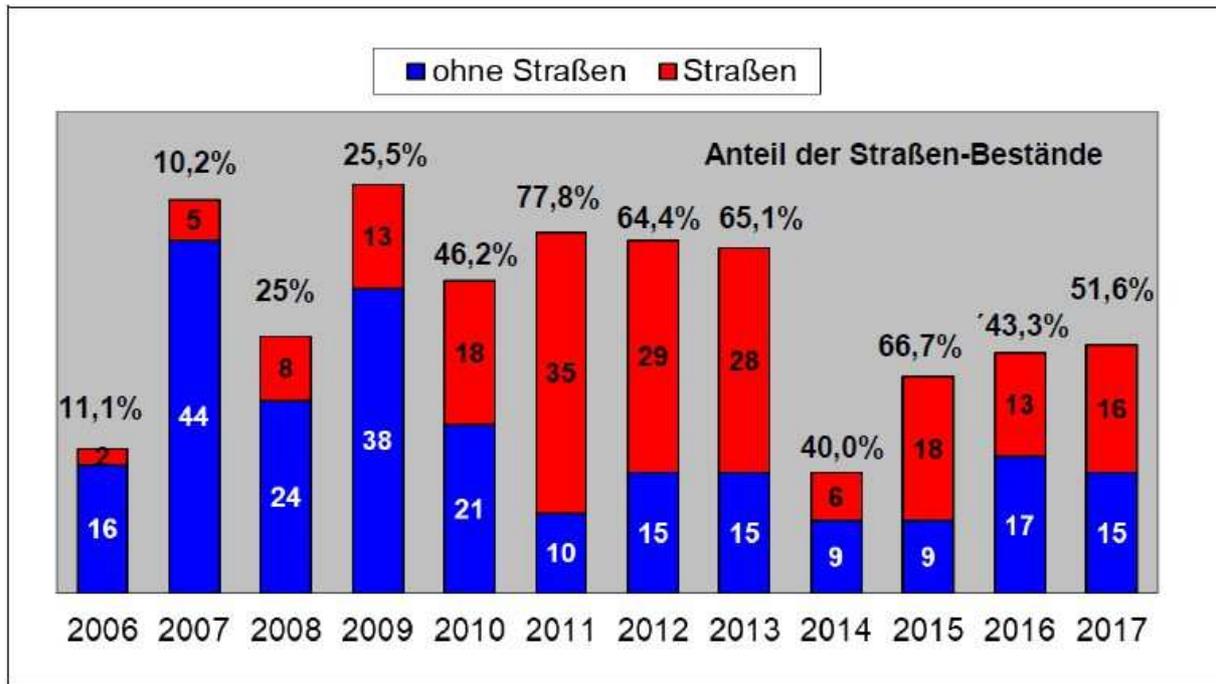


Abb. 5: Jährlich neu entdeckte Großbestände von *A. artemisiifolia*-Beständen unterteilt in "ohne Straßen" und "Straßen" 2006-2017 (Nawrath und Alberternst 2018a)

Abb. 6 zeigt die Entwicklung der *A. artemisiifolia*-Funde von 2006-2017. Bis 2017 wurden 424 Bestände aufgezeichnet. Seit Beginn der Aufzeichnungen bis zum Jahr 2011 sind die Zahlen der jährlichen Neufunde kontinuierlich angestiegen. Danach gibt es einen leichten Rückgang. Es ist zu beachten, dass einige der „Großbestände Straßen“ sich in „Straßen langer Abschnitt“ ausgedehnt haben (Nawrath und Alberternst 2018a).

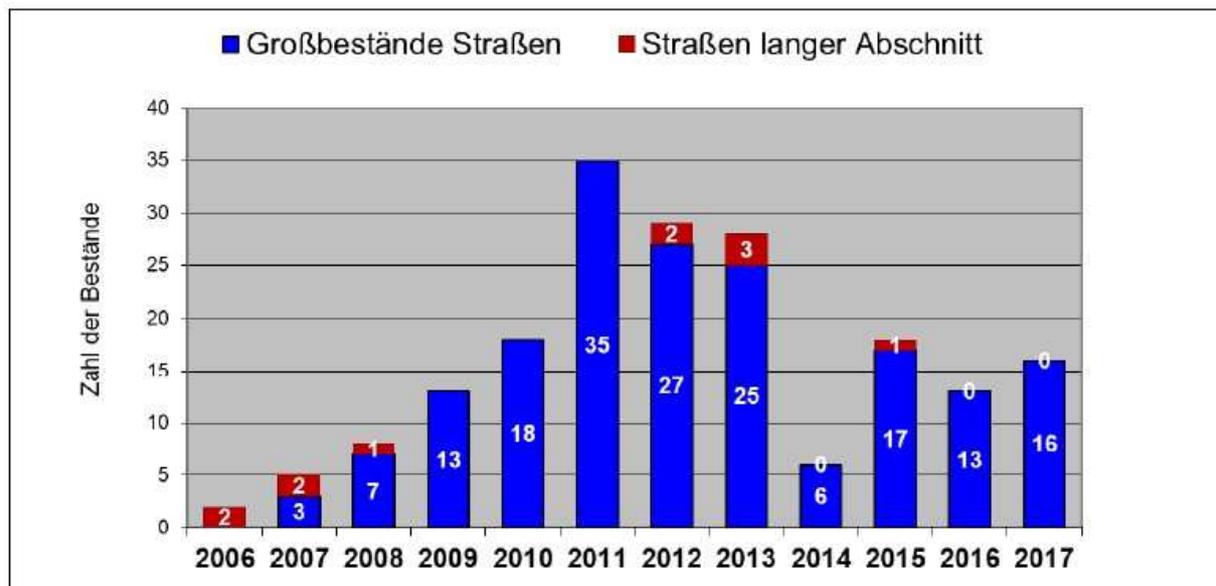


Abb. 6: Zahl der jährlich an Straßen neu entdeckten "Großbestände Straßen" (>100 Pflanzen) und "Straßen langer Abschnitt" (>10000 Pflanzen oder >1km Ausdehnung) von *A. artemisiifolia* 2006-2017 (Nawrath und Alberternst 2018a)

Die Entwicklung der Neufunde von Kleinbeständen von 2006 bis 2017 weist eine ähnliche Tendenz wie die der Großbestände auf. Es ist zu beachten, dass in den Anfangsjahren noch keine systematischen Erhebungen durchgeführt wurden und es wahrscheinlich deshalb zu so geringen Zahlen kam. Auffällig sind die vielen Neufunde im Jahr 2017 (Nawrath und Alberternst 2018a).

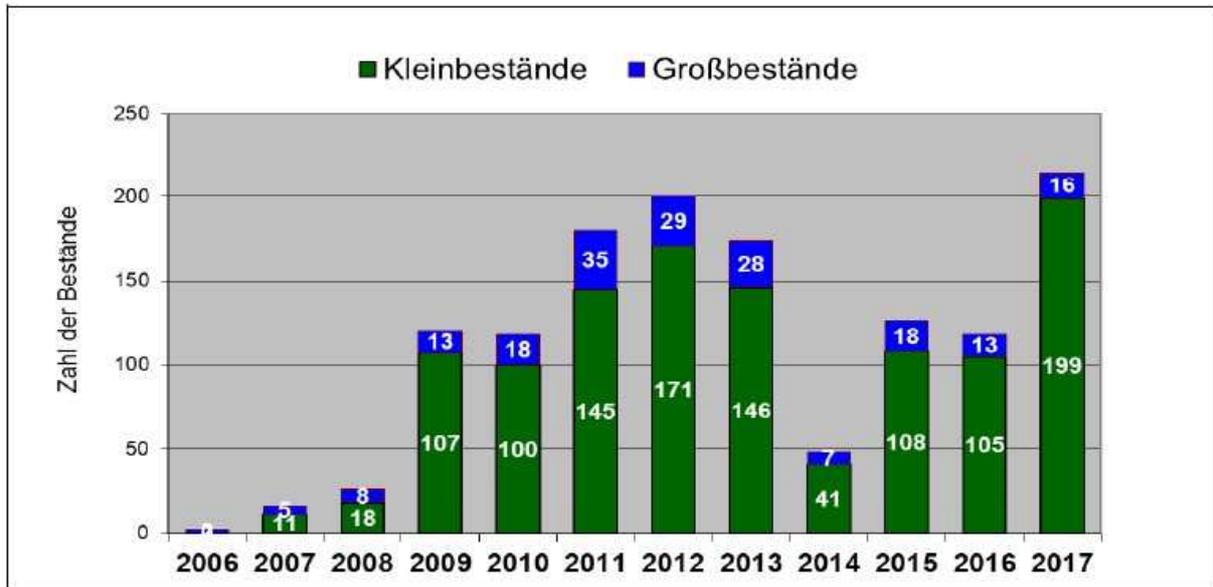


Abb. 7: Zahl der jährlich an Straßen neu entdeckten "Kleinbestände" (<100 Pflanzen) und "Großbestände" (>100 Pflanzen) von *A. artemisiifolia* 2006-2017 (Nawrath und Alberternst 2018a)

2.1.6 Ausbreitung

Die Ausbreitung von *A. artemisiifolia* passiert entweder auf natürliche Art durch Schwerkraft und Wasser (Bassett und Crompton 1975; Fumanal 2007), oder aber sie wird durch den Menschen verursacht (Tab. 1). Die Ausbreitung durch den Menschen kann in vielen verschiedenen Formen vorkommen. Beispielsweise wurde die Art wahrscheinlich mit Transporten von Getreide, Ölsamen oder Samen von Tierfutterpflanzen und Vogelfutter nach Europa gebracht (Song und Prots 1998; European Food Safety Authority 2010). Die weitere Ausbreitung in Gebieten wo sich *A. artemisiifolia* bereits etabliert hat kann durch landwirtschaftliche Maschinen (Karrer et al. 2011) oder den Transport von mit Samen verseuchten Erdmaterial an andere Orte passieren (Tamarcaz et al. 2005).

Tab. 1: Ausbreitungswege von *A. artemisiifolia* in Europa (Ausbreitungsdistanz: short distance <1km, medium distance 1-100km, long distance >100km) (Essl et al. 2015, eigene Bearbeitung)

Ausbreitungsweg	Ausbreitungsdistanz	Wichtigkeit	Referenzen
Natürliche Ausbreitungswege			
Barochorie	short distance	gering, gleichbleibend	(Bassett und Crompton 1975)
Hydrochorie	short/medium distance	gering, gleichbleibend	(Fumanal 2007)
Ausbreitung aufgrund von Menschen			
Getreide, Ölsamen, Samen zum Anbau	medium/long distance	mittel, gleichbleibend	(Song und Prots 1998; Karrer et al. 2011)
Tierfutter/Vogelfutter	long distance	mittel, sinkend	(European Food Safety Authority 2010)
Landwirtschaftliche Maschinen	short/medium/long distance	hoch, steigend	(Karrer et al. 2011)
Mähfahrzeuge	medium distance	hoch, steigend	(Vitalos und Karrer 2009)
Verkehr	short distance	mittel, gleichbleibend	(Vitalos und Karrer 2009)
kontaminiertes Erdmaterial	short/medium/long distance	hoch, steigend	(Taramarcaz et al. 2005)

2.1.6.1 Ausbreitung entlang von Straßen

Die Ausbreitung entlang von Straßen auf Grund von Verkehr bzw. den vorbeifahrenden Fahrzeugen wurde von Vitalos und Karrer (2009) nachgewiesen. Es wurde getestet, ob Samen aufgrund der vorbeifahrenden Fahrzeuge in Fahrtrichtung ausgebreitet werden. Jedoch wurde dabei nur ein geringer Anteil von Samen durch den Fahrtwind der Fahrzeuge transportiert. Die Ausbreitungsdistanz lag bei dieser Untersuchung bei maximal 25 Meter. Die relativ großen und schweren Samen oder Ausbreitungswege in Richtung der Böschung könnten einen Grund für die niedrige Ausbreitungsrate durch Fahrzeuge darstellen. Auch Lippe et al. (2013) konnten in ihrer Studie zeigen, dass durch das Vorbeifahren von Fahrzeugen eine durch den Menschen verursachte Ragweed-Ausbreitung entlang von Straßen möglich ist.

Mähfahrzeuge spielen eine weitere äußerst wichtige Rolle bei der Ausbreitung der Samen entlang von Straßen. In den Untersuchungen von Vitalos und Karrer (2009) wurden im Durchschnitt 53,1 Samen pro Mähfahrzeug und 28 Samen/100g trockener Erde am Fahrzeug gefunden. Die Zahlen schwanken jedoch stark je nach untersuchtem Mähfahrzeug.

2.1.6.2 Einschleppungs- und Ausbreitungswege an bayrischen Straßen

In Nawrath und Alberternst (2015) wurde eine Abschätzung für die Einschleppungs- und Ausbreitungswege von *A. artemisiifolia* entlang bayrischer Straßen vorgenommen. Da die Herkunft der Pflanzen entlang von Straßen meist nicht direkt nachweisbar ist, können jedoch nur Vermutungen darüber angestellt werden. In Tab. 2 ist zu erkennen, dass für die Bedeutung in Bayern vor allem Pflegemaßnahmen wie Bankettmähd, Schneeräumung und Pflegearbeiten als wichtiges Ausbreitungskriterium eingeschätzt werden. Diese Ausbreitungswege werden in ihrer Bedeutsamkeit als steigend betrachtet. Häufig sind an den Grenzen von Autobahnmeistereien auffällige Änderungen von Populationen invasiver Pflanzen zu erkennen. Dies könnte auf die unterschiedliche Bewirtschaftung zurückzuführen sein. Die Ausbreitung invasiver Pflanzen durch Mähfahrzeuge findet daher nur innerhalb der Bezirksgrenzen einer Autobahnmeisterei statt (mit Ausnahme von Mähfahrzeugen die in mehreren Autobahnmeistereien benützt werden). Wie groß die Rolle der Ladungsverluste von Futtermitteltransporten mittels LKW aus Osteuropa ist, ist schwer festzustellen, könnte jedoch auch von Bedeutung sein. Da dies wahrscheinlich der ursprüngliche Grund des Vorkommens in Deutschland ist, ist dies jedoch nicht zu unterschätzen. Als mittelhohe Bedeutung werden Windverschleppung durch Fahrzeuge, Anhaftungen von samenhaltiger Erde an Bau- und Agrarfahrzeugen (eher an kleineren Straßen/landwirtschaftlichen Fahrzeugen) und die Verfrachtung von Samen mit Erde (bei Bauarbeiten an Banketten) angesehen. Nur sehr wenig Bedeutung wird der Anhaftung von Samen an PKW/LKW zugeschrieben. Bisher gibt es keine Indizien, dass entlang von stark befallenen Straßenabschnitten dadurch viele Samen weitertransportiert wurden. Die Ausbreitung auf andere Flächentypen spielt aufgrund der breiten Böschungen, die quasi als Schutzstreifen zwischen Bankett und angrenzender Fläche dienen, an Autobahnen eine geringe Rolle. Anders sieht dies auf kleinen Straßen aus. Eine zunehmende Tendenz weisen vor allem die Verfrachtung von mit Samen verseuchten Erdmaterialien auf, wie es beispielsweise bei Bauarbeiten an Banketten der Fall sein könnte. So konnten einige Bestände entlang von Straßen festgestellt werden, die sehr wahrscheinlich auf dieser Einschleppungsart basieren.

Tab. 2: Wahrscheinliche Einschleppungs- und Ausbreitungswege von Ragweed an bayrischen Straßen (Nawrath und Alberternst 2015)

Mechanismus	Entwicklung Bedeutsamk.	Ausbreitung (Inland)		Einschleppung (aus dem Aus- land)	Bedeutung aktuell in BY
		Nahtransport (kurze Distanz bis 100m)	Mittelstrecken- transport (bis mehrere km)	Ferntransport (bis zu mehreren 100 km)	
Pflegemaßnahmen des Straßenbetriebsdienstes: Bankettmahd, Schneepflug, Kehrmaschine	↑	●●●	●?		hoch
Windschleppen der Fahrzeuge, Aufwirbelung beim Überrollen	?	●●?			mittel
Anhaftungen von Samen an PKW/LKW (z.B. im Reifenprofil oder in Radkästen)	?	?	?	?	gering
Anhaftungen von samenhaltiger Erde an Bau-/Agrarfahrzeugen (z.B. im Reifenprofil oder in Radkästen)	?	●●?	●●?	?	mittel
Verfrachtung von Samen mit Erde (z.B. Ausbesserung Bankettschäden, Bankettfräse, Baumaßnahmen)	↑	●●	●●		mittel
Verfrachtung von außerhalb der SM stammender samenhaltiger Erde/Baustoffe (im Rahmen von Baumaßnahmen)	↑		●?	●?	gering
Ausbreitung in die Umgebung auf andere Flächentypen		●			gering
Ladungsverluste Futtermitteltransporte mit LKW aus Osteuropa	↓			●●?	hoch?

Gewichtung der Bedeutung: ●●● = hoch, ●● = mittel, ● = gering, ? = besonders große Unsicherheit; Entwicklung Bedeutsamkeit: ↓ = Abnahme; ↑ = Zunahme, ? = unbekannt; SM = Straßenmeisterei

2.1.7 Management

Die Vermeidung der weiteren Ausbreitung von *A. artemisiifolia* stellt eine der wichtigsten Managementmaßnahmen dar. Dazu zählen beispielsweise genaue Verordnungen in Hinsicht auf verunreinigtes Vogelfutter oder Futtermittel (Essl et al. 2015). Als positives Beispiel für gesetzliche Verankerungen gilt die Schweiz. Dort wurde zu Beginn der Ausbreitung ein Gesetz zur Bekämpfung verankert, womit eine weitere Ausbreitung der Pflanze verhindert werden könnte (Tamarcaz et al. 2005; Müller-Schärer und Lommen 2014). Solch eine gesetzliche Grundlage fehlt in Deutschland derzeit. Das Reinigen von Maschinen die mit *A. artemisiifolia* in Kontakt gekommen sind stellt eine weitere vorbeugende Maßnahme dar (Vitalos und Karrer 2009).

Eine Reihe an mechanischen Maßnahmen wie Ausreißen, Mähen/Mulchen oder Verbrennen kann zur Eindämmung der Ausbreitung der Art führen (Bullock et al. 2012; Buttenschon et al. 2009). Die Mahd ist darunter die am weitesten verbreitete Maßnahme. Sie ist jedoch nur richtig und zum Zeitpunkt durchgeführt effektiv (Bohren et al. 2006; Milakovic 2015; Milakovic et al. 2014a; Lommen et al. 2018).

Das Absaugen der Mahdflächen spielt auf Grund des Nachreifens der Samen eine wichtige Rolle bei der Vermeidung der Verbreitung von Ragweed (Karrer 2016d, 2014; Karrer und Pixner 2012). Konkurrenzsaatversuche im Glashaus mit verschiedenen Saatgut (-mischungen) zeigen eine starke Verdrängung von *A. artemisiifolia* (Meiss et al. 2008; Essl et al. 2015; Yannelli et al. 2018). Karrer und Milakovic 2016b) zeigten in ihrer Studie jedoch, dass sich Konkurrenzsaaten auf für sie ungeeigneten Böden nur schwer durchsetzen können bzw. für Ragweed nur wenig Konkurrenz darstellen. Da Straßenränder durch ihre häufigen Störungen, Salzeinfluss und Flachgründigkeit jedoch einen extremen Standort darstellen, sind Konkurrenzsaaten als Managementmaßnahme eher ungeeignet (Nawrath und Alberternst 2015). Durch Bodenbearbeitung können *A. artemisiifolia* Pflanzen reduziert werden. Diese Methode trifft jedoch nur auf landwirtschaftliche Flächen zu (Buttenschon et al. 2009).

Thermische Maßnahmen wie das Abflammen von Pflanzenbeständen zerstören durch die kurze Erhitzung auf Temperaturen zwischen 50 und 70°C die Zellwände der Pflanze, wodurch ein Absterben herbeigeführt wird. Verschiedene Heißwassersysteme wie das Heißwasser-Schaumsystem, das Heißdampfsystem sowie das Heißwassersystem führen nach einigen Tagen zum Verwelken der Pflanzen (Nawrath und Alberternst 2015; Buttenschon et al. 2009).

Der Einsatz von chemischen Substanzen ist in der EU durch Gesetze reguliert. Laut Deutschem Gesetz ist die Verwendung von Herbiziden auf Verkehrsflächen jeglicher Art untersagt (§12 Abs. 2 Pflanzenschutzgesetz (Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz 06.02.2012)). Daher spielen Herbizide bei der Bekämpfung an Banketten in der EU keine große Rolle.

Zu einem natürlichen Rückgang der Bestände können Konkurrenzbewuchs, Tierfraß (Mäuse, Schnecken, etc.) und Trockenphasen beitragen. Diese Ursachen können wöglicherweise stärkere Einflüsse als gezielte Managementmaßnahmen haben (Nawrath und Alberternst 2015).

Die Anpassung der europäischen *A. artemisiifolia*-Pflanzen an das Klima erschwert die Wirksamkeit der Maßnahmen. Daher sollten Managementmaßnahmen möglichst im frühen Stadium einer Population unternommen werden (Nawrath und Alberternst 2015).

2.1.7.1 Management an bayrischen Straßen

Für die Bekämpfung von *A. artemisiifolia* an Straßen hat sich bislang noch kein vollständig befriedigender Lösungsansatz gefunden. Das vorwiegende Management ist die Mahd mit dem Schlegelmäher der befallenen Bankette (Brix 2014; Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege 2019; Nawrath und Alberternst 2015). Diese Methode ist für eine Eindämmung der Pflanzen jedoch nur sinnvoll, wenn zum richtigen Zeitpunkt (vor der Samenreife) gemäht wird und das Mahdgut bestenfalls abgesaugt wird. Stellen die mit dem Schlegelmäher nicht erreicht werden können, müssen zeitnah mit Hilfe anderer Techniken gemäht werden. Auch bei sorgfältiger Mahd können sich Pflanzen regenerieren und zur Samenreife kommen. Alternative Bekämpfungsmethoden wie Ausreißen, Mahd mit

Motorsense/Freischneider, Abflammen, Heißschaum/Heißdampf oder Herbizide wurden nur im kleinen Ausmaßen angewendet (Nawrath und Alberternst 2015).

2.2 Untersuchungsgebiet

Das Gebiet in dem die im Folgenden angeführten Untersuchungen durchgeführt wurden befindet sich im Freistaat Bayern, Deutschland.

2.2.1 Lebensraum Straße

Straßen stellen für viele exotische Pflanzenarten aufgrund ihrer Eigenschaften geeignete Lebensräume dar (Jodoin et al. 2008). Zu diesen Eigenschaften zählen beispielsweise hohe Temperaturen (Asaeda und Ca 1993), großer Lichteinfall (Parendes und Jones 2000) oder nährstoffreiche Böden. Durch seine häufigen Störungen, den für heimische Pflanzen schwierigen Bedingungen und der einfacheren Ausbreitung entlang von linearen Elementen bieten Straßen(-ränder) einen schnellen Invasionsweg (Trombulak und Frissell 2000). DiTommaso (2004) erläutert in seiner Studie, dass am Straßenrand wachsende Ragweed-Populationen sehr stark an das dort herrschende hohe Salzniveau angepasst sind. Durch diese Anpassung ist es *A. artemisiifolia* auch in Europa im Frühjahr nach hohen Streusalzgaben im Winter schneller möglich zu keimen und hat dadurch einen großen Vorteil anderen am Straßenrand vorkommenden Pflanzen gegenüber.

2.2.2 Klimaraum

Deutschland liegt in der gemäßigten Klimazone. Der Osten Deutschlands wird vom kontinentalen Klima, der Westen vom maritimen Klima beeinflusst. Aufgrund der großen Ausdehnung des Landes sowie der Höhenunterschiede durch zahlreiche Gebirge Deutschlands kommt es zu starken regionalen Unterschieden in Temperatur und Niederschlag (Wetter.de 2019).

Der Freistaat Bayern weist ebenso wie ganz Deutschland viele verschiedene Höhenstufen auf – von planar im Nordwesten bis alpin im Süden Bayerns. Die damit einhergehenden Unterschiede in Temperatur und Niederschlag bieten für *A. artemisiifolia* verschieden gut geeignete Lebensräume.

Nawrath und Alberternst (2011) haben die Daten der Verbreitung von *A. artemisiifolia* in Bayern in Bezug zu Klimadaten Bayerns analysiert. Sie sind zu dem Schluss gekommen, dass sich in den gemäßigten wärmeren Gebieten der Großteil der bis dato gefundenen Bestände befindet. Abb. 8 zeigt die bis zum Untersuchungszeitpunkt gefundenen großen *A. artemisiifolia*-Bestände Bayerns in Bezug zur durchschnittlichen Jahrestemperatur. Es ist deutlich zu erkennen, dass vor allem in kühleren Gebieten Bayerns keine bis sehr wenige *A. artemisiifolia*-Bestände vorkommen.

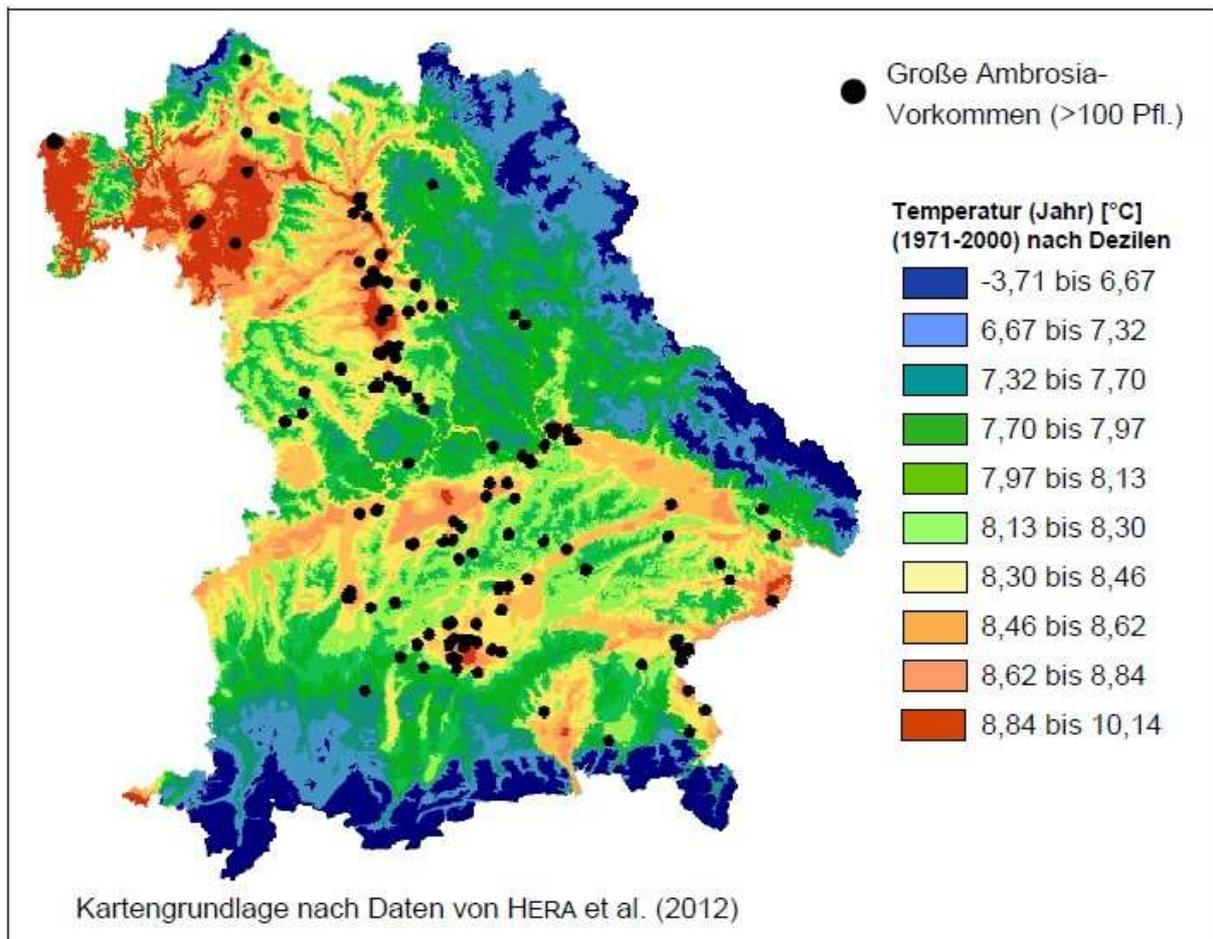


Abb. 8: *A. artemisiifolia*-Vorkommen in Gebieten Bayerns mit unterschiedlicher Jahresmitteltemperatur (Nawrath und Alberternst 2011)

94% aller Bestände befinden sich in Gebieten mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von mehr als 8,13°C. Deutlich zu erkennen ist in Abb. 9 jedoch auch ein Rückgang der Vorkommen in den wärmsten Gebieten Bayerns über einer Jahresdurchschnittstemperatur von 8,84°C (Nawrath und Alberternst 2011).

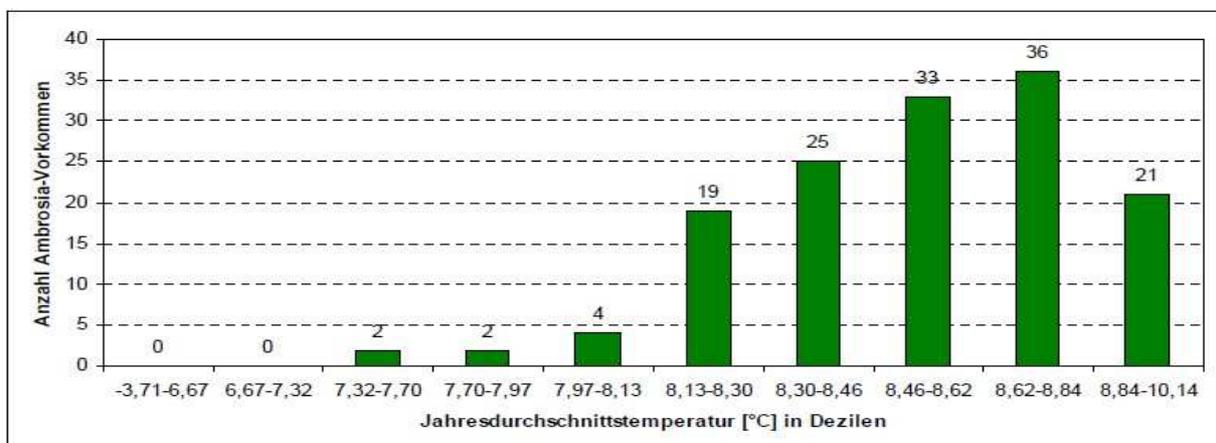


Abb. 9: *A. artemisiifolia* - Vorkommen in Hinblick auf die Jahresdurchschnittstemperatur in Bayern (Nawrath und Alberternst 2011)

Ein Fehlen der Pflanze in kälteren Regionen Bayerns deutet darauf hin, dass *A. artemisiifolia* sich in höheren Lagen nur schwer etablieren kann. Gebiete mit höhere Jahresmitteltemperaturen weisen deutlich mehr Bestände auf, als jene mit Jahresmitteltemperaturen unter 8°C, wie beispielsweise im Bayrischen Wald oder den Alpen (Buters et al. 2015). Dies könnte sich jedoch in den nächsten Jahrzehnten aufgrund des Klimawandels stark ändern und eine Ausbreitung der Pflanze in nördlichere und kühlere Gebiete begünstigen (Cunze et al. 2013).

2.3 Beschreibung der Probeflächen

Die Probeflächen befinden sich im Freistaat Bayern, Deutschland. Es wurden an acht Schnellstraßen und Autobahnen Flächen beprobt (Abb. 10). Die Standorte wurden zuvor mit Hilfe von ortskundigen Spezialisten festgelegt. Zusätzlich zu den acht Probeflächen in Deutschland gibt es eine Vergleichsprobefläche in Leibnitz, Österreich. Die wesentlichen Lagemerkmale sind in Tab. 3 zusammengefasst.

Tab. 3: Beschreibung der Probeflächen, Art der Straße: A=Autobahn, S=Schnellstraße (Quelle Seehöhe: Google 2019a)

	Verortung	Art der Straße	Koordinaten	Seehöhe (m)	Abmessungen (Länge x Breite)	Anzahl Einzelflächen
BY066	Nähe München	A	48°13'37.3"N 11°34'12.0"E	486	70 x 5.0	100
BY101	Nähe München	A	48°13'07.1"N 11°37'41.5"E	489	40 x 5.0	100
BY348	Nähe Augsburg	S	48°31'25.2"N 10°50'03.2"E	432	50 x 2.0	40
BY368	Nähe Piding	S	47°46'24.9"N 12°55'18.8"E	450	20 x 2.5	50
BY133	Nähe Nürnberg	A	49°24'11.0"N 11°15'30.5"E	424	20 x 2.5	50
MD	Nähe Mühldorf	S	48°16'11.1"N 12°32'57.6"E	403	50 x 5.0	95
BY198	Nähe Chiemsee	A	47°48'57.9"N 12°21'59.5"E	526	50 x 3.0	60
BY279	Nähe Nürnberg	A	49°24'29.1"N 11°17'37.6"E	398	30 x 3.5	70
LB	Nähe Leibnitz	A	46°49'16.1"N 15°33'40.9"E	280	40 x 2.5	50

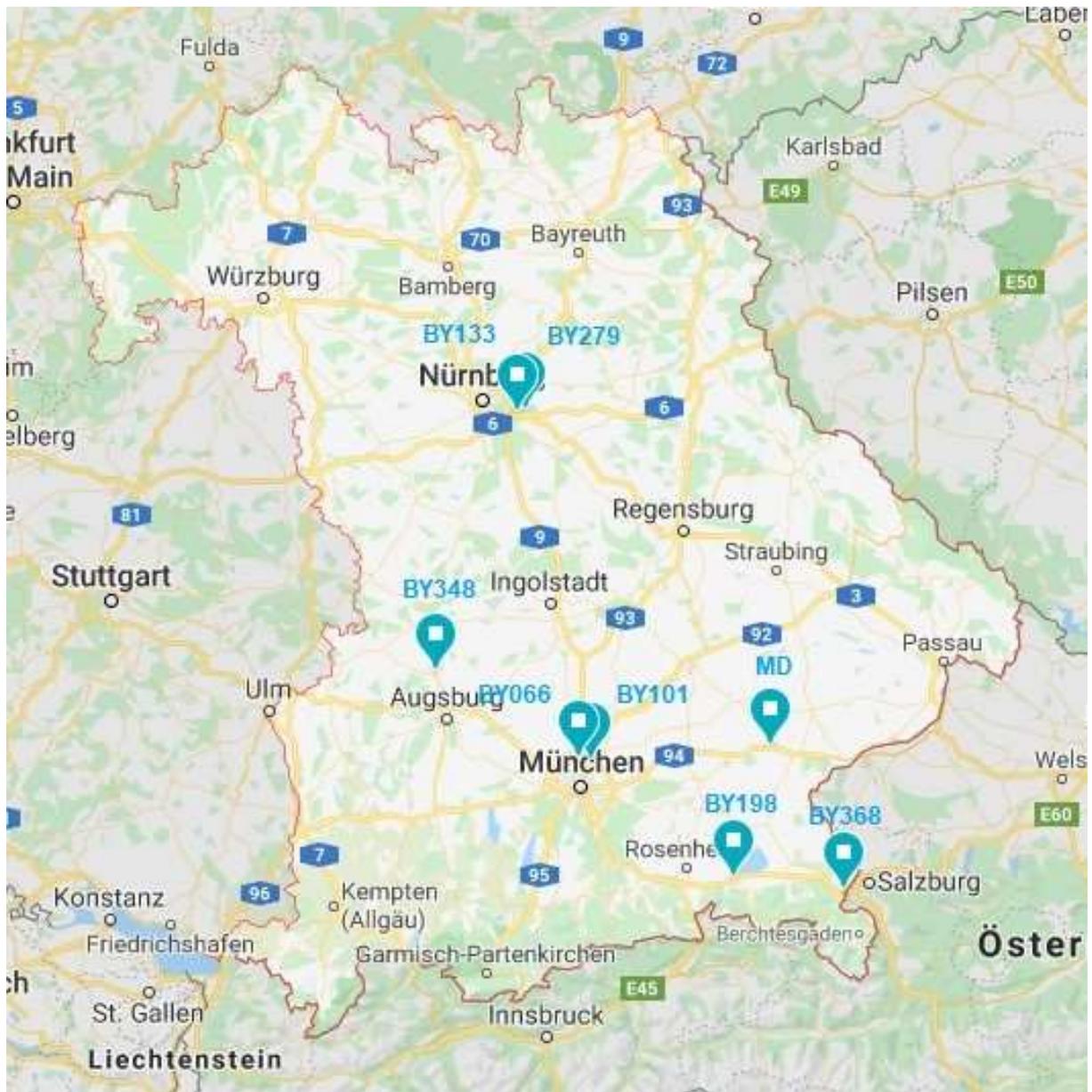


Abb. 10: Verortung der acht Probeflächen in Bayern (Kartengrundlage: Google 2019b)

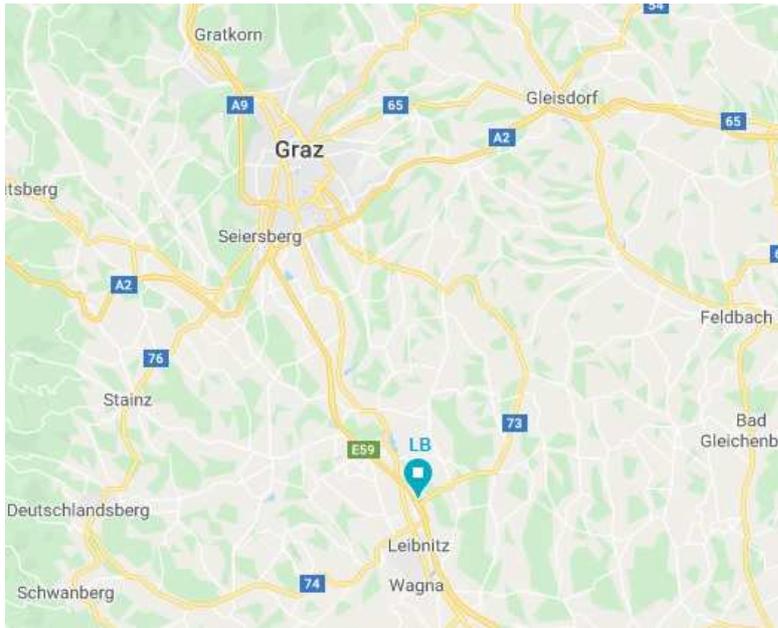


Abb. 11: Verortung der Vergleichsprobefläche in Österreich (Kartengrundlage: Google 2019b)

2.3.1 Probeflächen Bayern

Die acht Probeflächen in Bayern liegen Großteils in den von Nawrath und Alberternst (2011) beschriebenen Schwerpunktgebieten (siehe Abb. 8).

Klimadaten wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer der Probeflächen befinden sich im Anhang (Tab. 47, Tab. 48 & Tab. 49).

2.3.1.1 BY066

Die Probefläche BY066 befindet sich in München an der Autobahn A99 in Fahrtrichtung Salzburg zwischen dem Dreieck München-Feldmoching und der Ausfahrt München-Neuherberg, direkt bei einem Rastplatz. Die Fläche ist bis auf einen flachen Entwässerungsgraben sehr eben.

Die Pflegemaßnahmen wurden teilweise an ein externes Unternehmen vergeben. Die Mahd findet zwei Mal im Jahr (Frühjahr und Herbst) statt. Die anfallende Biomasse wird nach der Mahd entfernt.



Abb. 12: Probefläche BY066

2.3.1.2 BY101

Die Probefläche BY101 befindet sich an der Autobahn A9 in Fahrtrichtung Ingolstadt am Kreuz München-Nord zwischen den Ausfahrten München-Fröttmaning-Süd und Garching-Süd. Die Fläche ist leicht abfallend.

Die Pflegemaßnahmen der Probefläche BY101 fallen in den Zuständigkeitsbereich derselben Autobahnmeisterei wie die der Probefläche BY066. Die Mahd und anschließende Absaugung der Biomasse findet also zwei Mal jährlich (Frühjahr und Herbst) statt und wird teilweise an ein externes Unternehmen vergeben.



Abb. 13: Probefläche BY101

2.3.1.3 BY348

Die Probefläche BY348 befindet sich an der Bundesstraße 2 in der Nähe von Augsburg in Fahrtrichtung Nürnberg direkt gegenüber der Ausfahrt zur St2033. Nach einem Entwässerungsgraben steigt die Fläche steil in eine Böschung an. Die Mahd der Probefläche BY348 findet zwei Mal jährlich (Mai/Juni und August-Oktober) statt. Es wird gemulcht und das Schnittgut verbleibt auf der Fläche.



Abb. 14: Probefläche BY348

2.3.1.4 BY368

Die Probefläche BY368 befindet sich an der Bundesstraße 20 in der Nähe von Piding in Fahrtrichtung Passau direkt nach der Ausfahrt in die Straße Hirschloh. Die Fläche ist leicht abfallend und endet in einer Wiesenfläche.

Probefläche BY368 wird im Frühjahr und im Herbst geschnitten. Im Frühjahr wird jedoch nur das vorderste Bankett (1,5 Meter) geschnitten, im Herbst dann auch die Böschung (6 Meter). Hier wird gemulcht und das Mahdgut verbleibt auf der Fläche.



Abb. 15: Probefläche BY368

2.3.1.5 BY133

Die Probefläche BY133 befindet sich an der Autobahn A6 in der Nähe von Nürnberg in Fahrtrichtung Heilbronn zwischen dem Kreuz Altdorf und dem Kreuz Nürnberg-Ost. Die Fläche ist leicht abfallend und grenzt nach etwa 2,5 Meter an einen betonierten Vorfluter. Hinter dem Vorfluter befindet sich eine Forstfläche.

Die Pflegemaßnahmen der Probefläche BY133 finden im Juni und September, also zwei Mal jährlich statt. Genau wie bei Probefläche BY368 wird die Fläche gemulcht bzw. das Schnittgut liegen gelassen.



Abb. 16: Probefläche BY133

2.3.1.6 MD

Die Probefläche MD befindet sich an der Bundesstraße St2092 nördlich von Mühldorf in Fahrtrichtung Schossbach. Nach etwa zwei Metern wird die Fläche durch einen asphaltierten Radweg geteilt. Dahinter befindet sich eine landwirtschaftlich genutzte Fläche. Die Probefläche wird jenseits des Radwegs bis zum Ackerrand fortgesetzt.

Auf der Probefläche MD wird im Frühjahr gemulcht und die Biomasse verbleibt auf der Fläche. Im Herbst wird abgemäht und die Biomasse anschließend abgesaugt.



Abb. 17: Probefläche MD

2.3.1.7 BY198

Die Probefläche BY198 befindet sich an der Autobahn A8 direkt östlich vor der Ausfahrt Bernau in Fahrtrichtung München südwestlich des Chiemsees. Die Fläche ist bis hinten sehr stark geschottert und fällt steil ab. Sie wird am hinteren Ende von einem geschotterten Weg begrenzt.

Probefläche BY198 wird zwei Mal im Jahr gemulcht und das Schnittgut abgesaugt.



Abb. 18: Probefläche BY198

2.3.1.8 BY279

Die Probefläche BY279 befindet sich an der Autobahnabfahrt A3 aus Richtung Amberg zur A6 in Richtung Schwaig bei Nürnberg südöstlich von Nürnberg. Die Fläche fällt steil hin zu einer Forstfläche ab.

Die Pflegemaßnahmen und die Absaugung der Probefläche BY279 finden im Juni/Juli bzw. im September statt.



Abb. 19: Probefläche BY279

2.3.2 LB – Vergleichsprobefläche Österreich

Die Vergleichsprobefläche nahe Leibnitz befindet sich an der Phyrn-Autobahn A9 ca. zwei Kilometer nach der Ausfahrt Leibnitz in Fahrtrichtung Graz. Die Fläche ist abfallend und am hinteren Ende mit Gebüsch begrenzt.

2.4 Versuchsdesign

Ein anfangs entwickeltes Versuchsdesign soll vergleichbare Bedingungen für die Erhebungen an allen Probeflächen gewährleisten.

Eine Probefläche repräsentiert eine geografische Testfläche. Es gibt acht Probeflächen in Deutschland, Bayern und eine Vergleichsprobefläche in Österreich, Leibnitz.

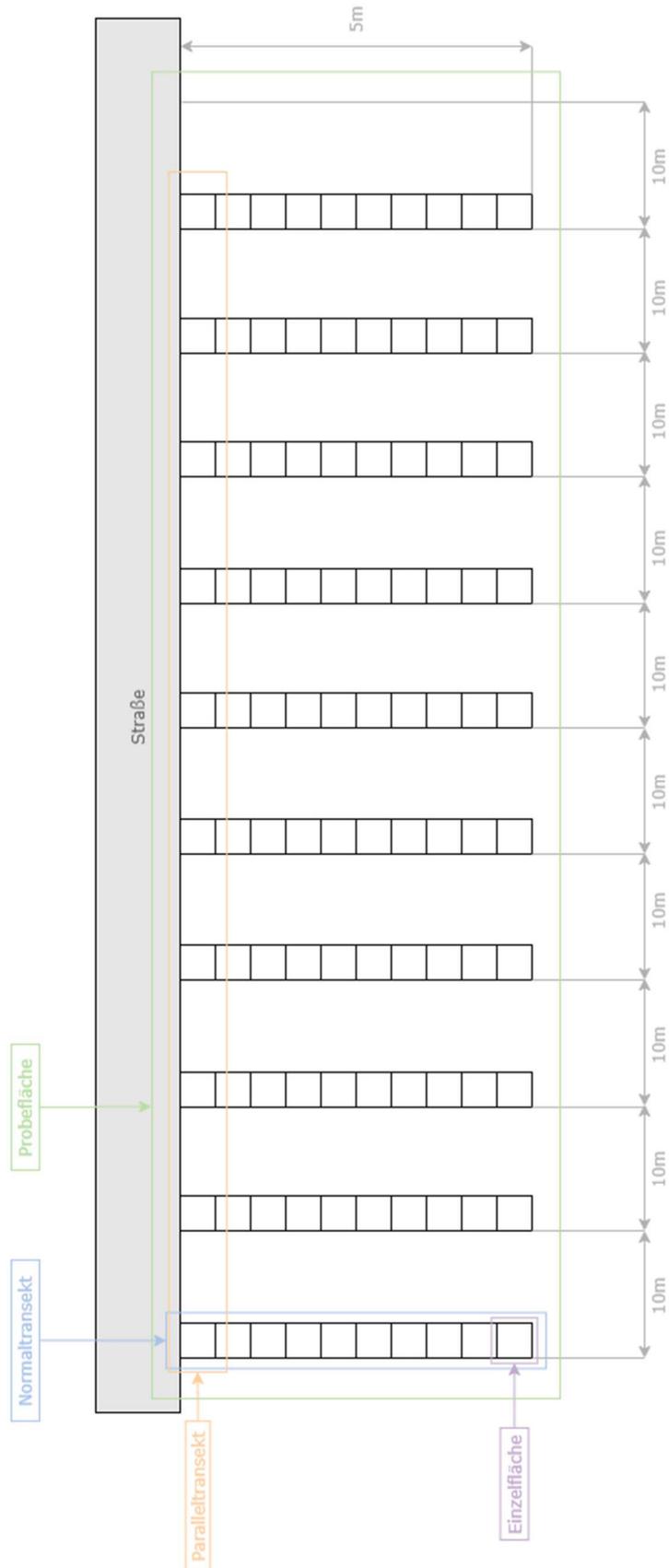


Abb. 20: Aufsicht/Schematische Darstellung und Maße des Versuchsdesigns; Unterteilung der Probefläche (100m x 5m) in Transekte parallel zur Straße, Transekte normal zur Straße und Einzelflächen

Eine Probefläche liegt direkt an der Asphaltkante der Straße an. Sie misst 100 Meter parallel zur Straße und 5 Meter normal zur Straße. Innerhalb der Probefläche werden zur genaueren Verortung Transekte normal zur Straße liegend (Normaltransekt), Transekte parallel zur Straße liegend (Paralleltransekt) und Einzelflächen gelegt (siehe Abb. 20). Eine Probefläche hat im Idealfall jeweils zehn Transekte normal zur Straße, zehn Transekte parallel zur Straße und 100 Einzelflächen.

Der Normaltransekt ist eine zusammenhängende Fläche und liegt normal zur Straße. Er beginnt unmittelbar an der Asphaltkante der Straße und ist 5 Meter lang. Entlang der 100 Meter der Probefläche entlang der Fahrbahn wird alle zehn Meter ein normaler Transekt gelegt, sodass es je Probefläche zehn Normaltransekte gibt. Der einzelne Normaltransekt besteht aus zehn direkt aneinandergrenzenden Einzelflächen.

Die zehn parallelen Transekte einer Probefläche fassen alle Einzelflächen eines bestimmten Abstandes zur Straße zusammen und liegen demnach parallel zur Straße. Ein paralleler Transekt besteht aus jeweils zehn Einzelflächen.

Eine Einzelfläche ist 0,5 Meter x 0,5 Meter (0,25m²) groß.

Da das Versuchsdesign aufgrund der Gegebenheiten vor Ort (z.B. Durchschneidung der Fläche mit Infrastruktur) nicht immer möglich war, wurden die Probeflächen in ihrer Dimension angepasst. Dabei wurde entweder der Abstand der Normaltransekte zueinander verringert, sodass es trotzdem möglich war die volle Anzahl der Einzelflächen zu erreichen, oder die Anzahl der Paralleltransekte verringert, sodass die Anzahl der Einzelflächen je Probefläche verringert werden musste.

Beispiele:

- Die Probefläche misst anstatt 100 Meter nur 70 Meter parallel zur Straße → normale Transekte werden enger gelegt und alle sieben Meter anstatt zehn Meter gelegt → die Verortung von 100 Einzelflächen ist trotzdem möglich
- Die Probefläche weist nur eine kurze Böschung bis zu einem Hindernis (Vorfluterkanal, Zaun, Gebüsch) auf. Dann misst ein Normaltransekt anstatt fünf Meter nur zweieinhalb Meter → da die Größe der Einzelfläche mit 0,5 Meter x 0,5 Meter fixiert ist, können nur fünf Einzelflächen pro Normaltransekt gelegt werden → die Verortung von 100 Einzelflächen ist nicht möglich, es gibt an dieser Probefläche nur 50 Einzelflächen.

Die Anzahl der Normaltransekte beträgt somit immer zehn. Die Anzahl der Paralleltransekte variiert je nach Gegebenheiten vor Ort. Einzelflächen haben immer eine Größe von 0,5 Meter x 0,5 Meter.

2.5 Bodenprobenziehung

An jeder Einzelfläche wird an einer definierten Stelle eine Bodenprobe gezogen. Diese hat zehn Zentimeter Durchmesser und ist zehn Zentimeter tief (Abb. 21). Sie wurde mittels Stechzylindern aus Ofenrohren entnommen und in beschriftete Plastiksäckchen gefüllt.

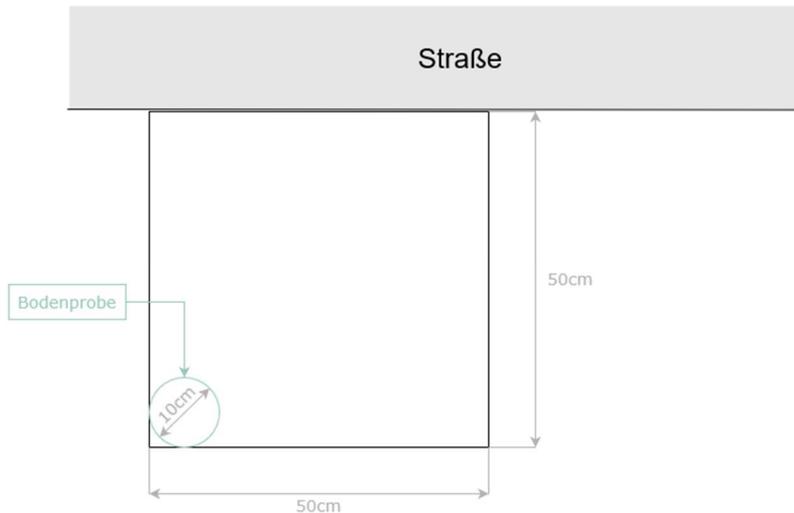


Abb. 21: Aufsicht/Schematische Darstellung der Einzelfläche (50cm x 50cm) mit Verortung der Bodenprobe (d=10cm) innerhalb der Einzelfläche

Erhebung der Anzahl der *A. artemisiifolia*-Samen unterschiedlicher Vitalitäts-Kategorien pro 10cm³ Bodenvolumen bzw. 10cm² Bodenfläche.

2.5.1 Material

3 Stk. Maßband (100 Meter, 2 x 5 Meter), 1 Markierungsspray, mind. 2 Stahlrahmen 50cm x 50cm, Plastiksäckchen (3 Liter), 100 Markierungsstäbe, stabiles Eisenrohr mit Deckel (10cm Durchmesser), Gummihammer, Holzbrett (zum Einschlagen des Eisenrohrs mit dem Gummihammer), Handschaufel,

2.5.2 Lagerung

Bis zur weiteren Verarbeitung bleiben die Bodenproben in den Plastiksäckchen und werden so rasch wie möglich nach der Ziehung in einen dunklen Kühlraum bei 4°C gelagert. Die Lagerung dauerte zwischen einigen Tagen bis einigen Wochen, bis alle Bodenproben weiterverarbeitet werden konnten.

2.6 Individuendichtezählung

Auf jeder Einzelfläche wurden die oberirdisch sichtbaren Individuen von *A. artemisiifolia* mittels eines Handzählers gezählt und in eine vorgefertigte Tabelle eingetragen. Dazu zählen kleine Keimlinge genauso wie große ausgewachsene Individuen.

Erhebung der Anzahl der *A. artemisiifolia* Individuen auf einer Probestfläche á 0,25m².

2.6.1 Material

mind. 2 Stk. Stahlrahmen 50cm x 50cm, Klemmbrett, evtl. Zählgerät, Tabelle zum Eintragen der Individuendichtezählungen

2.7 Vegetationsdeckung

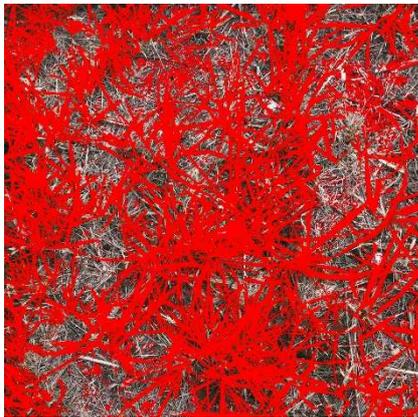


Abb. 22: Illustration der Pixelanalyse mittels ImageJ zur Berechnung der Vegetationsdeckung je Einzelfläche (Hall 2019)

Um die Vegetationsdeckung der Einzelflächen zum Zeitpunkt der Erhebung der Individuendichte zu eruieren, wurde jede Einzelfläche mit dem Viertel-Quadratmeter-Stahlrahmen von oben ab fotografiert. Mit Hilfe von Photoshop wurde das Foto genau auf den Stahlrahmen (0,25m²) zugeschnitten sodass es eine Größe von 1417 x 1417 Pixel aufweist. Mit dem Computerprogramm ImageJ wurde eine Pixelanalyse durchgeführt, die alle grünen Pixel erfasst und deren Flächenanteil am Gesamtbild misst (Abb. 22).

2.7.1 Material

Stahlrahmen 50cm x 50cm, Fotoapparat, Photoshop, ImageJ

2.8 Auswaschen der Bodenproben

Zum Auswaschen der Bodenproben wurde ein Rüttelsieb mit zwei Sets von jeweils drei verschiedenen Siebgrößen (4mm, 3,15mm, 1mm und 4mm, 2mm, 0,8mm) verwendet. Die Siebe wurden von unten nach oben nach aufsteigender Maschenweite sortiert und auf das Rüttelsieb gestellt. Die Bodenprobe wird auf das oberste Sieb geleert, der Deckel des Rüttelsiebes geschlossen, die Wasserzufuhr leicht aufgedreht und die Maschine gestartet. Da die Samen von *A. artemisiifolia* 2,5mm breit und 3,5mm lang groß sind (Bassett und Crompton 1975), kann sichergestellt werden, dass bei sorgfältigem Umgang keine Samen verloren gehen. Durch das oben eingesprühte Wasser und die Rüttelbewegung konnte der Großteil des Erdmaterials nach ca. zehn Minuten ausgewaschen werden. Oft musste jedoch noch per Hand nachgebessert werden, um den Aufwand des Durchsuchens des übrigen Materials in Grenzen zu halten.

Das übriggebliebene Material wurde auf dünnen Papiertüchern aufgelegt und entweder mit freiem Auge oder unter einer Lupe nach *A. artemisiifolia*-Samen durchsucht. Sobald ein Samen gefunden wurde, wurde dieser mit einem leichten Fingerdruck untersucht, um festzustellen, ob dieser einen Embryo enthält und möglicherweise lebensfähig ist, schon zu keimen begonnen hat oder leer ist. Alle Samen mit Embryo wurden in eine Petrischale gelegt. Die Petrischale (9cm Durchmesser) wurde zuvor durch zehn Sekunden in der Mikrowelle sterilisiert, beschriftet (Kürzel der Probefläche, Nummer der Einzelfläche, Datum des Starts der Keimfähigkeitsprüfung) und mit einem befeuchteten Rundfilter ausgestattet. In eine Petrischale wurden max. 25 Samen gegeben. Sollte ein Samen durch den Probedruck mit dem Finger zerstört worden sein, wurde zwischen einem schon austreibenden Samen und einem sich schon zersetzenden Samen unterschieden. Die schon austreibenden Samen wurden als lebensfähige Samen in eine eigene Spalte in die Statistik aufgenommen. Das restliche Material wurde entsorgt.

Am Ende des Tages wurden alle Petrischalen mit Samen entweder für einen weiteren Tag in den Kühlraum (um den zweitägigen Rhythmus der Keimkontrolle zu erhalten) gestellt oder sofort in den Klimaschrank gestellt (→ siehe Keimfähigkeitstest).

2.8.1 Material

Rüttelsieb, mind. 2 Wasseranschlüsse, mind. 2 Waschbecken. 1 Schlammabscheider, mind. 3 Siebe verschiedener Größen, Lupe, Petrischalen (9cm Durchmesser), Rundfilter (9cm Durchmesser), Mikrowelle

2.9 Keimfähigkeitstest

Für den Keimfähigkeitstest wurden die Petrischalen mit den Samen für 30 Tage in einen Klimaschrank bei geregelten Temperatur-, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnissen (12 Stunden Licht bei 25 C° und 12

Stunden Finsternis bei 15 C° mit jeweils einer Luftfeuchtigkeit von 40-60%) gestellt. An jedem zweiten Tag wurden die Samen kontrolliert und bei Bedarf etwas befeuchtet, sodass sie nicht austrocknen. Sobald an einem Samen der Austrieb einer Keimwurzel erkannt wurde, wurde dieser als lebensfähig deklariert. Dies wurde in der Keimfähigkeitstabelle dokumentiert und der Samen wurde aus dem Test entfernt.

2.9.1 Material

Klimaschrank, Keimfähigkeitstabelle

2.10 Triphenyltetrazoliumchlorid Test (TTC-Test)

Sollten Samen nach 30 Tagen im Klimaschrank (Keimfähigkeitstest) nicht gekeimt sein, wird ein Triphenyltetrazoliumchlorid-Test (TTC-Test) durchgeführt. Dieser Test wurde von Lakon (1949) entwickelt, um ein rasches Testen von Samen auf Keimfähigkeit zu ermöglichen. Triphenyltetrazoliumchlorid ist ein Redoxindikator der zum Nachweis von intakten Zellen eingesetzt wird. Die TTC-Lösung an sich ist farblos, durch die chemische Redoxreaktion mit lebenden Zellen wird Triphenyltetrazoliumchlorid zu einer roten Substanz reduziert und färbt dadurch alle lebenden Zellen rot. Tote/nicht lebensfähige Zellen verfärben sich nicht und können somit von den lebensfähigen Zellen unterschieden werden (Starfinger und Karrer 2016).

Um den TTC-Test durchzuführen muss der *A. artemisiifolia*-Samen mittig geteilt werden (von oben nach unten), um den gesamten Embryo sichtbar zu machen. Dies ist am besten mit einer scharfen Rasierklinge oder einem Skalpell durchzuführen. Die beiden Samenhälften werden gemeinsam mit der zwei prozentigen TTC-Lösung in ein Tube gefüllt, sodass die Lösung die Samenhälften gut bedeckt und alle Luftblasen durch Schütteln des Tubes entfernt wurden. Es wird jeweils nur ein Samen bzw. seine zwei Samenhälften in ein Tube gefüllt. Die befüllten Tubes werden nach und nach in ein Rack einsortiert und anschließend für 24 Stunden bei 30C° in einen Inkubator gestellt. Dabei muss genau dokumentiert werden welches Tube zu welcher Bodenprobe gehört. Da TTC lichtempfindlich ist, ist es wichtig den Vorgang schnellstmöglich durchzuführen und die TTC-Lösung in einem lichtundurchlässigen Gefäß aufzubewahren. Nach 24 Stunden im Inkubator werden die Samen aus der Lösung genommen und mittels einer Seziernadel vorsichtig aus der äußeren Hülle entfernt. Die beiden Samenhälften werden auf ihre Färbung untersucht und in drei Stufen unterschieden: a) gefärbt/lebensfähig (1), b) teilweise gefärbt/teilweise lebensfähig (0,5), c) nicht gefärbt/tot (0). Um ein einheitliches Verständnis für diese drei Gruppen zu schaffen wurde von Karrer et al. (2016b) und Starfinger und Karrer (2016) eine Klassifizierung der Intensität der Färbung der Embryos erstellt (Abb. 23). Nach Dokumentation der Ergebnisse in der TTC-Tabelle können die Samenhälften entsorgt werden.



Abb. 23: Klassifizierung der Intensität der Färbung nach TTC-Test, links = gefärbt/lebensfähig (1), Mitte = teilweise gefärbt/teilweise lebensfähig (0,5), rechts = nicht gefärbt/tot (0) (Karrer et al. 2016b)

2.10.1 Material

Triphenyltetrazoliumchlorid, Inkubator, Skalpell/Rasierklinge, 0,5 ml PCR-Tubes, Rack/Box für PCR-Tubes, TTC-Tabelle.

2.11 Mahdregime

Die Erfragung des bisherigen Mahdregimes an den untersuchten Standorten, stellt eine wichtige Grundlage dar, um Rückschlüsse auf die Veränderung des *A. artemisiifolia* Bestandes schließen zu können. Die zuständigen Straßenmeistereien wurden mittels eines Fragebogens (siehe Anhang, 8.1) telefonisch bzw. per Mail befragt, um vergleichbare Daten zu erhalten.

Es wurde das Mähverhalten bzw. die Pflege des Bankettes der letzten fünf Jahre erfragt.

Erfragt wurden:

- Zuständigkeitsbereich der Pflegemaßnahmen
- Mähtechnik/Verfahren mit der anfallenden Biomasse
- Zeitpunkt der Mäh- und Pflegemaßnahmen
- Faktoren zur Festlegung des Mahdtermins
- Verfahren bei Neuanlage eines Bankettes
- Problemfelder in der Bankettpflege
- Sinnvolle Maßnahmen aus Sicht des Straßenmeisters

2.12 Klimadaten

Um Zusammenhänge zwischen der Individuendichte bzw. der Bodensamenbank und verschiedener Klimavariablen zu eruieren wurden die Monatsmittelwerte von März bis Oktober der vergangenen 15 Jahre (2003-2018 – soweit vorhanden) von Temperatur in zwei Metern Höhe (°C), dem Niederschlag (mm) sowie der Sonnenscheindauer (h) der acht Versuchsprobeflächen herangezogen. Um die

genauesten Daten zu erhalten wurden die zu den Probeflächen nächsten Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes abgefragt. Dies sind die Stationen München Stadt (BY066, BY101), Augsburg (BY348), Piding (BY368), Nürnberg (BY133, BY279), Mühldorf (MD) und Chieming (BY198) (Deutscher Wetterdienst 2019). Für die Vergleichsprobefläche LB wurde die Wetterstation Graz-Universität herangezogen (ZAMG 2019). Siehe Anhang Tab. 47, Tab. 48 und Tab. 49

2.13 Statistische Auswertung

Für die Auswertung der erhaltenen Daten wurde Excel 2016 und SPSS Statistics verwendet. Einfache Berechnungen der Populationskenngrößen, Mittelwerte und Standardabweichungen sowie die Erstellung der Grafiken wurden in Excel durchgeführt. Statistische Tests die nach einem Statistikprogramm verlangen wurden in SPSS Statistics durchgeführt.

2.14 Variablendefinitionen

ID: oberirdische Individuendichte/Anzahl bereits gekeimter Pflanzen

Samen gesamt pro Bodenprobe: Gesamtanzahl der Samen, die in einer Bodenprobe gefunden wurden. Dazu zählen ebenfalls jene, die bereits vor dem Auswaschen gekeimt sind

Gekeimt vor dem Auswaschen: Samen die bereits während der Lagerung der Bodenprobe (wahrscheinlich aufgrund unzureichender Lagerbedingungen) gekeimt sind

Intakte Samen: Samen die in der Bodenprobe gefunden wurden und den Anschein erwecken lebensfähig zu sein, diese Samen werden dem Keimfähigkeitstest unterzogen

Gekeimt: Samen die während des Keimfähigkeitstests eine Keimwurzel ausgebildet haben

Nicht gekeimt: Samen die während des Keimfähigkeitstests keine Keimwurzel ausgebildet haben

Embryo intakt: nicht gekeimte Samen, die zur Vorbereitung auf den TTC Test halbiert wurden und dabei einen intakten Embryo aufweisen

Samen leer: nicht gekeimte Samen, die zur Vorbereitung auf den TTC Test halbiert wurden und keinen intakten Embryo aufweisen, dabei handelt es sich um leere Samenschalen ohne Embryo

TTC+: TTC positiv, alle Samen die mit Hilfe des TTC Tests positiv getestet wurden

TTC~: TTC intermediär, alle Samen die mit Hilfe des TTC Tests getestet wurden, aber nur eine partielle Färbung aufweisen

TTC-: TTC negativ, alle Samen die mit Hilfe des TTC Tests negativ getestet wurden

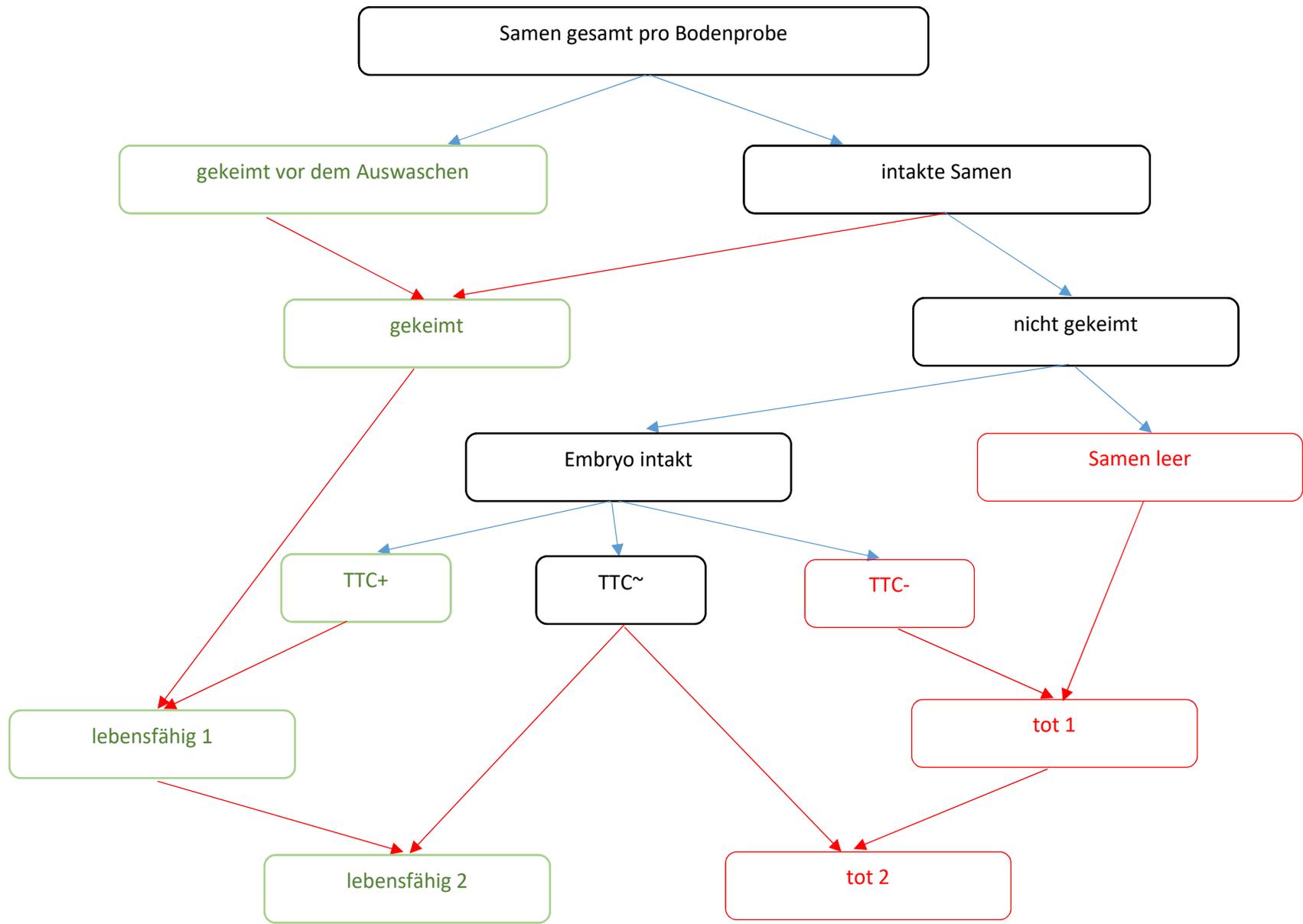
Lebensfähig I: gekeimt + Samen gekeimt vor dem Auswaschen + TTC+

Lebensfähig 2: lebensfähig I + TTC~

Tot 1: Samen leer + TTC-

Tot 2: Samen leer + TTC- + TTC~

Das folgende Flussdiagramm stellt die Prozesse der Untersuchung dar. Die blau gehaltenen Pfeile deuten auf primäre Antwortvariablen hin. Daraus ergeben sich die errechneten Antwortvariablen, zu denen rote Pfeile führen. Grüne Schrift deutet auf lebensfähige Samen hin, rote Schrift auf tote Samen. Bei einigen Variablen kommt man auf Grund der Ergebnisse auf stets dieselben Werte. Dies betrifft die Variablen „Embryo intakt“ und „TTC+“, „TTC~“ und „TTC-“, „lebensfähig I“ und „lebensfähig 2“ sowie „tot I“ und „tot 2“. Dies kommt zu Stande, weil alle dem TTC-Test unterzogenen Samen positiv getestet wurden und kein einziger dieser Samen intermediär oder negativ eingestuft wurde.



3 Ergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der erhobenen Daten dargelegt.

3.1 Deskriptive Beschreibung der einzelnen Probeflächen

Die Legende zu Abb. 25 und Abb. 26 ist in Abb. 24 dargestellt und gilt für alle folgenden Probeflächen in Bayern und die Vergleichsprobefläche Leibnitz.

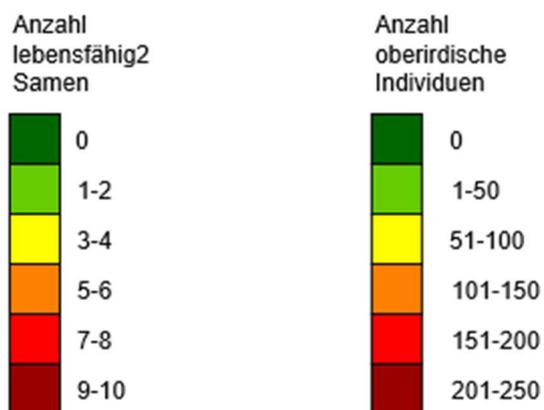


Abb. 24: Farbsymbole für die nachfolgenden schematischen Abbildungen der Verteilungen der Werte pro Einzelfläche bzw. Bodenprobe

Bei den Grafiken ist zu beachten, dass die Werte der Individuendichte und der Vegetationsdeckung auf die Einzelfläche ($0,25\text{m}^2$) bezogen sind, die Werte von gek, leb2 und tot2 jedoch auf die Bodenprobe (10cm^3).

3.1.1 Probefläche BY066

Abb. 25 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign an die Situation vor Ort der Probefläche BY066. Die Probefläche ist 70 Meter lang und fünf Meter breit. Alle sieben Meter wurde ein Normaltransekt gelegt, sodass 100 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die Einfärbung der Einzelflächen zeigt die Verteilung der Werte pro Einzelfläche der gefundenen oberirdischen Individuen. Die ausschließlich grüne Färbung deutet darauf hin, dass die Vergleichsprobefläche nur gering mit *A. artemisiifolia*-Pflanzen besiedelt ist. Es ist zu erkennen, dass auf den Einzelflächen nahe zur Fahrbahn eine tendenziell höhere Individuendichte aufzufinden ist als auf dem von der Fahrbahn weiter entfernten Bereich.

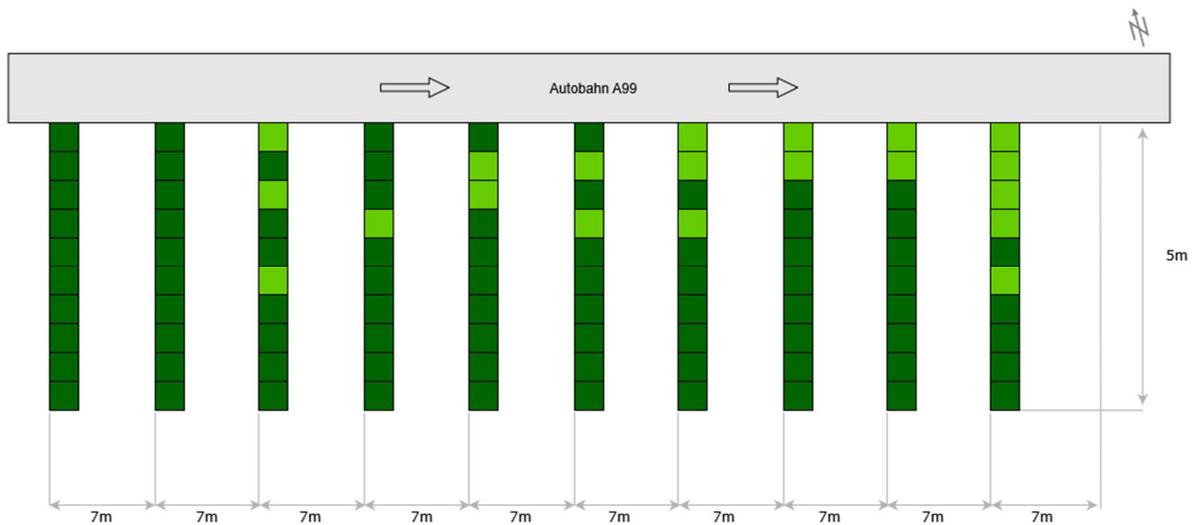


Abb. 25: Versuchsfächendesign der Probefläche BY066 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die Einfärbungen der Einzelflächen in Abb. 26 zeigen die Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe der Einzelfläche. Da der Großteil der Einzelflächen dunkelgrün eingefärbt ist, zeigt sich eine generell geringe Belegung der Bodensamenbank der Probefläche BY066 mit *A. artemisiifolia*-Samen.

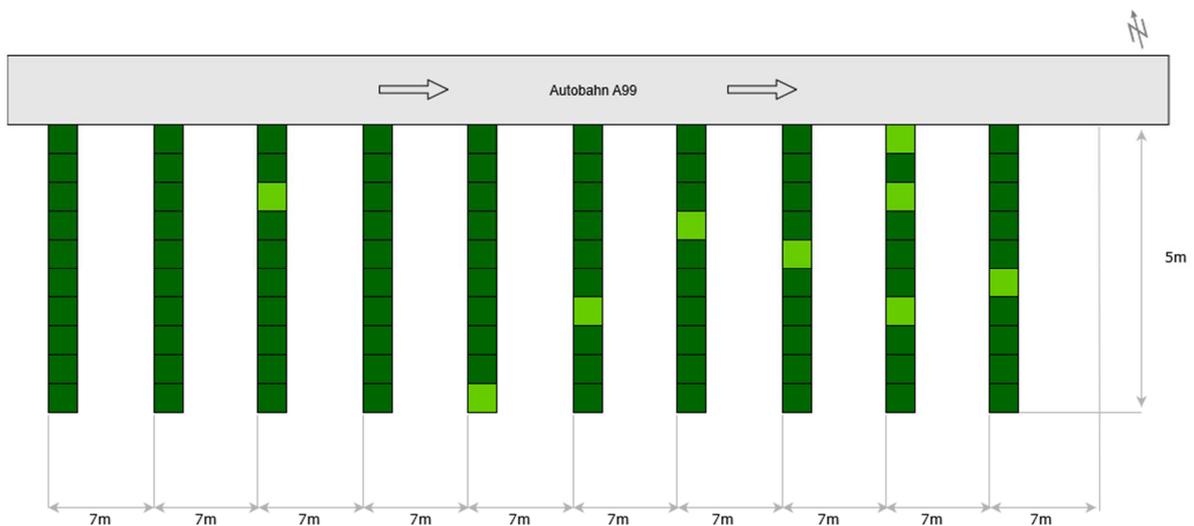


Abb. 26: Versuchsfächendesign der Probefläche BY066 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Abb. 27 zeigt, dass die Individuendichte im Abstand von 0,75 Meter zur Fahrbahn eindeutig am höchsten ist. Damit verbunden ist ein Fehlen von *A. artemisiifolia* Samen aller Vitalitätszustände. Während die ID und die tot2 Samen mit zunehmendem Abstand sinken, zeigen die Samenvariablen der Vitalitätszustände gek und leb2 keinen Zusammenhang mit der ID.

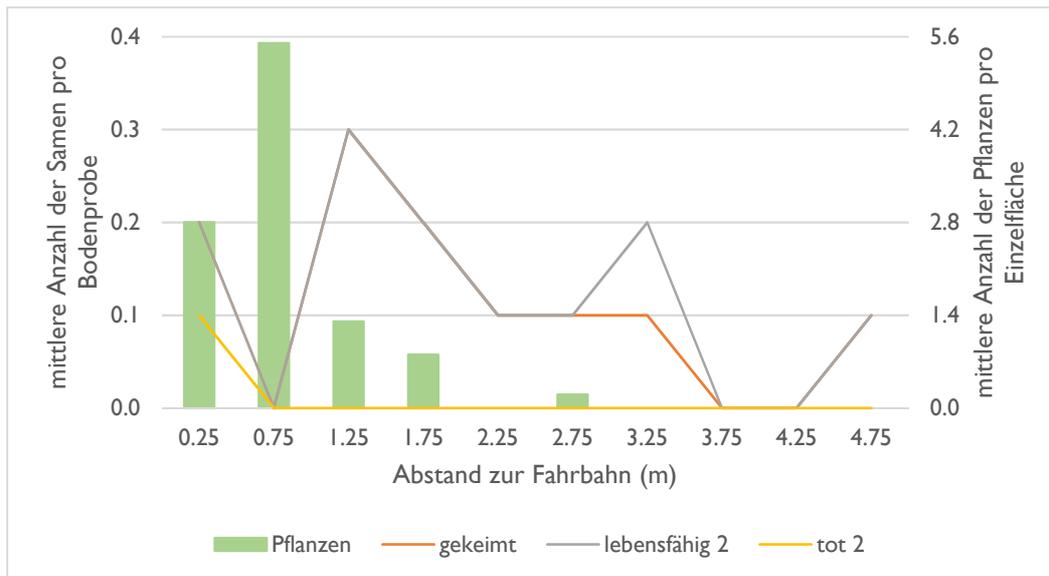


Abb. 27: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY066

Abb. 28 zeigt den Vergleich der mittleren Samendichten nach Vitalitätszuständen gek, leb2 und tot2 pro Bodenprobe auf der linken y-Achse zu der mittleren Vegetationsbedeckung (%) pro Einzelfläche auf der rechten y-Achse, bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern. Die Vegetationsbedeckung weist den geringsten Wert von nur knapp 8% im Abstand von 0,75 Metern zur Fahrbahn auf. Hier sind die Werte der Samenvariablen ebenso am geringsten und liegen alle bei null. Alle anderen Paralleltransekte weisen eine Vegetationsbedeckung von 50% oder mehr auf. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Vegetationsbedeckung und den Samenvariablen lässt sich aufgrund dieser Grafik nicht feststellen.

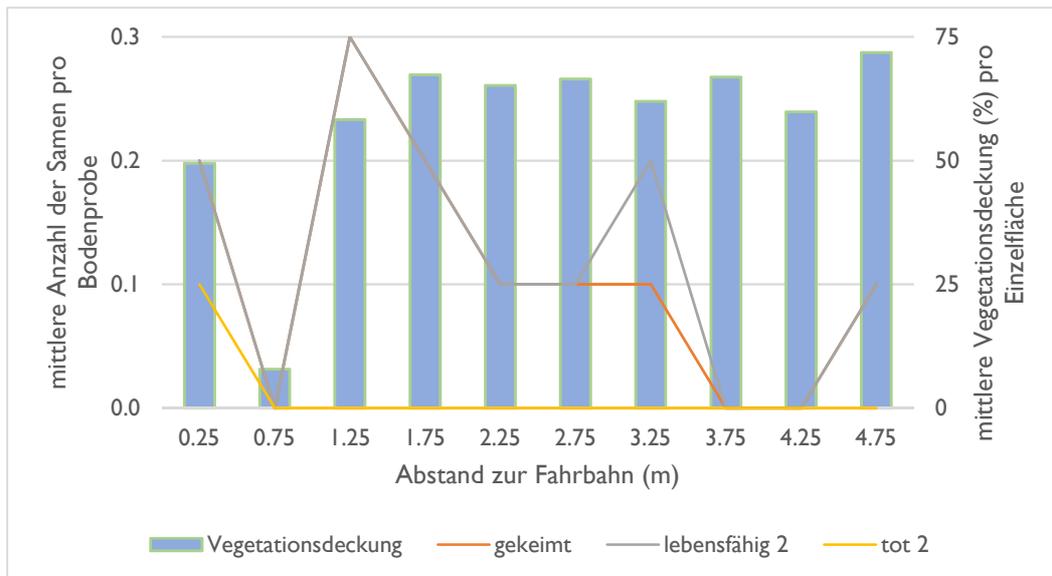


Abb. 28: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY066

In Tab. 4 wird mit Hilfe der Standardabweichung die Variabilität der ID sowie der Samendichten der Vitalitätszustände gek, leb2 und tot2 innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Fahrbahn) aufgezeigt. Die ID hat im Abstand von 0,75 Metern zur Fahrbahn ihre höchste Variabilität, während die Variablen gek und leb2 die höchste Standardabweichung bei einer Entfernung von 1,25 Metern aufweisen.

Tab. 4: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY066

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	2.8	3.7	0.2	0.6	0.2	0.6	0.1	0.3
	0.75	10	5.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.25	10	1.3	2.9	0.3	0.7	0.3	0.7	0.0	0.0
	1.75	10	0.8	1.3	0.2	0.6	0.2	0.6	0.0	0.0
	2.25	10	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0
	2.75	10	0.2	0.4	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0
	3.25	10	0.0	0.0	0.1	0.3	0.2	0.4	0.0	0.0
	3.75	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.75	10	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0

3.1.2 Probefläche BY101

Abb. 29 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign der Probefläche BY101. Die Probefläche ist 40 Meter lang und fünf Meter breit. Alle vier Meter wurde ein Normaltransekt gelegt, sodass 100 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die Einfärbung der Einzelflächen zeigt die Verteilung der ID pro Einzelfläche der gefundenen oberirdischen Individuen. Die ausschließlich abweichende Einfärbung der Einzelflächen in den vordersten vier Paralleltransekten deutet auf einen höheren *A. artemisiifolia*-Befall nahe der Fahrbahn hin.

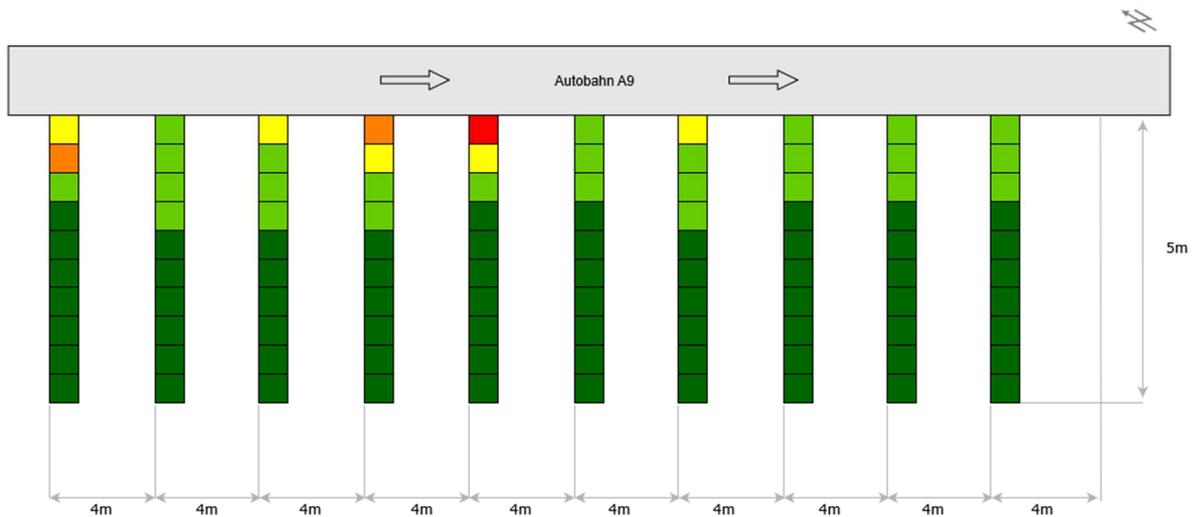


Abb. 29: Versuchsflächendesign der Probefläche BY101 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 24)

Die Einfärbungen der Einzelflächen in Abb. 30 zeigen die Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe. Da nur eine Einzelfläche hellgrün eingefärbt ist, ist die Probefläche BY101 beinahe frei von *A. artemisiifolia*-Samen.

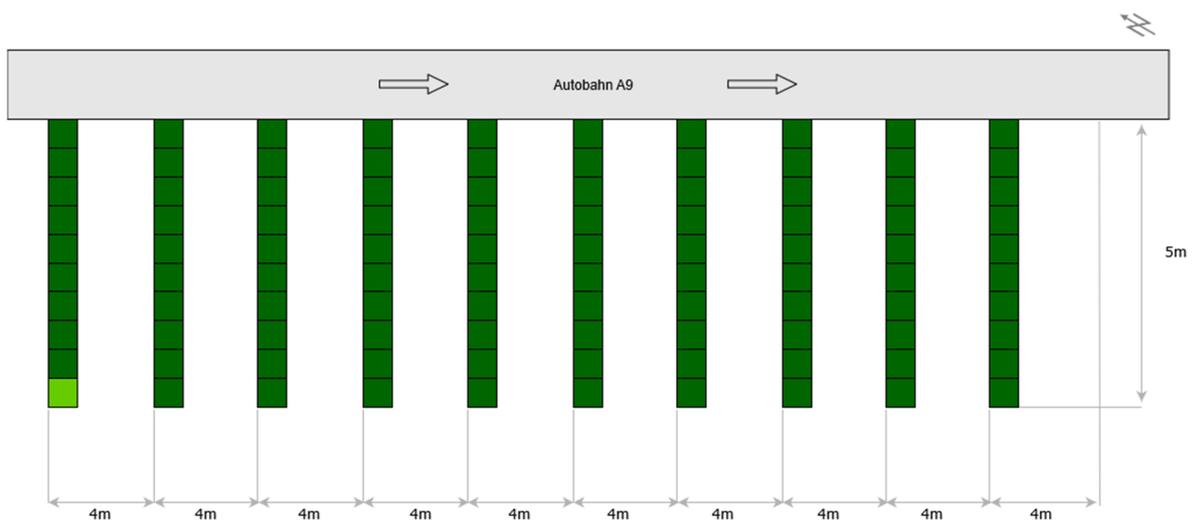


Abb. 30: Versuchsflächendesign der Probefläche BY101 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 24)

Die Verteilung der Individuen und Samen auf Probefläche BY101 zeigt ein sehr klares Bild (Abb. 31). Die ID nimmt mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn sehr rasch und kontinuierlich ab. In zwei Metern Entfernung konnte keine einzige *A. artemisiifolia*-Pflanze nachgewiesen werden. Die Werte der Samenvariablen gek und leb2 weichen stark von jenen der ID ab. Sie liegen auf der gesamten

Probefläche bei null und steigen nur im hintersten Paralleltransekt an. Die Variable tot2 wurde auf der Probefläche BY101 nicht nachgewiesen.

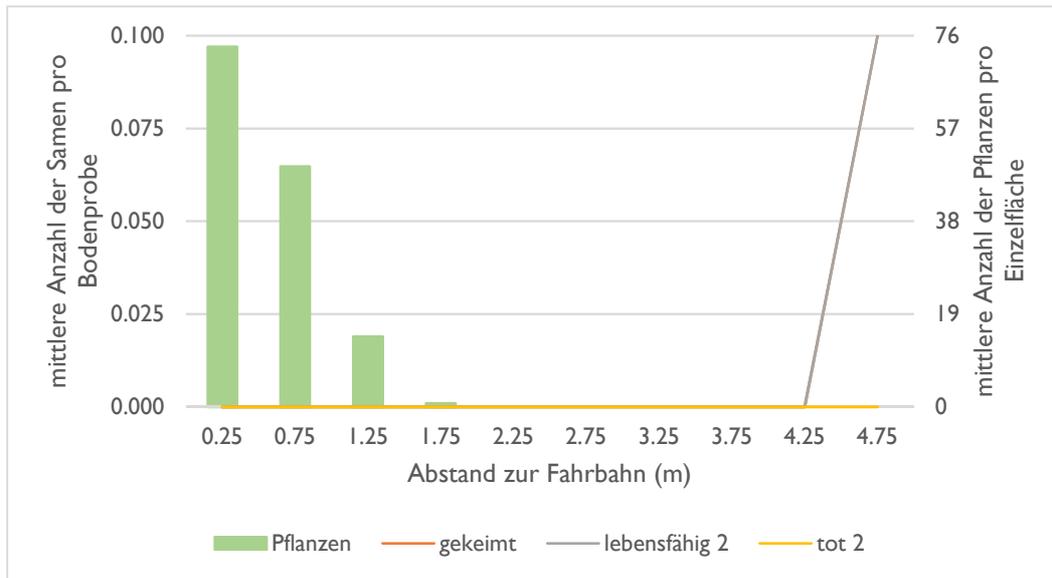


Abb. 31: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY101

Die Grafik der Vegetationsdeckung übereinandergelegt mit den Samenvariablen in Abb. 32 zeigt einen Anstieg der Vegetationsdeckung mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn. Nach 2,25 Metern liegt die Vegetationsdeckung zwischen 85% und 90%. Ein schlüssiger Zusammenhang zur Samendichte lässt sich daraus jedoch nicht schließen.

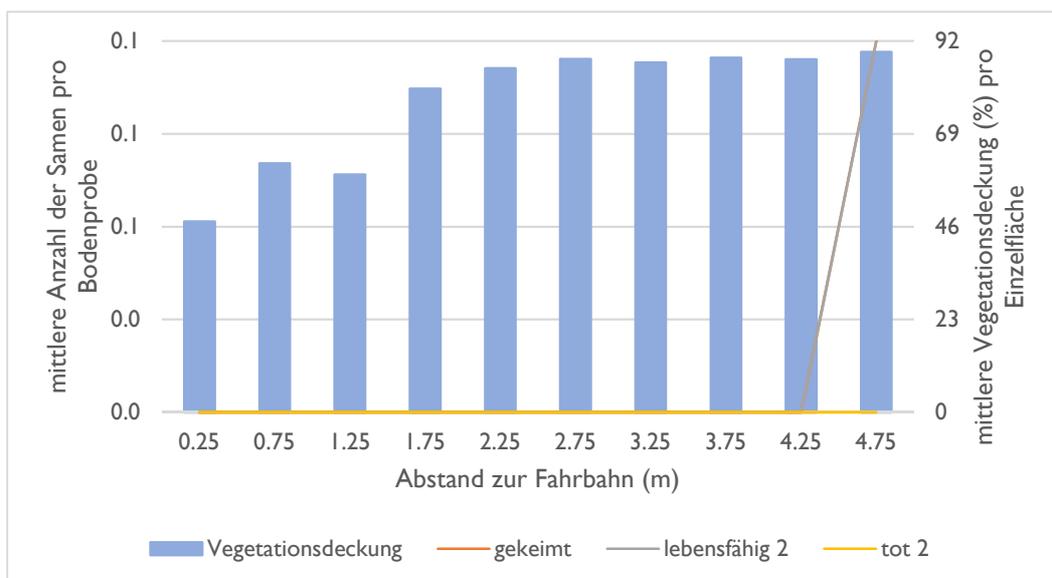


Abb. 32: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY101

Die Variabilität der ID je Paralleltransekt nimmt mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn immer weiter ab. Die Standardabweichungen für die einzigen Mittelwerte über null im hintersten Paralleltransekt liegen bei der Vitalitätsstufe der Samen „gek“ bei 0,3 (Tab. 5).

Tab. 5: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY101

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	73.7	51.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.75	10	49.2	32.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.25	10	14.4	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.75	10	0.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.75	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.75	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	5.75	10	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0

3.1.3 Probefläche BY348

Abb. 33 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign an die Situation vor Ort der Probefläche BY348. Die Probefläche ist 50 Meter lang und zwei Meter breit. Alle fünf Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Aufgrund der starken Änderung der Inklination und der damit einhergehenden Änderung der Fläche nach zwei Metern Abstand zur Fahrbahn konnten vier Paralleltransekte gelegt werden, sodass 40 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die Einfärbung der Einzelflächen zeigt einen geringen bis mittleren Befall der beinahe gesamten Probefläche mit etablierten *A. artemisiifolia*-Individuen, mit einer schwachen Tendenz zu höheren Dichten gegen den Fahrbahnrand hin.

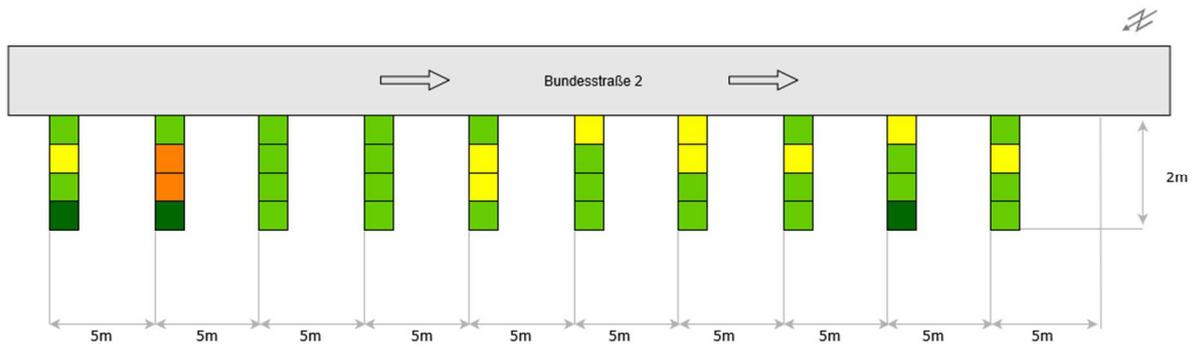


Abb. 33: Versuchsflächendesign der Probefläche BY348 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die Einfärbungen der Einzelflächen in Abb. 34 zeigen die Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe. Der Befall der Probefläche mit *A. artemisiifolia*-Samen zieht sich ungleichmäßig über die gesamte Fläche und zeigt kein auffälliges Muster.

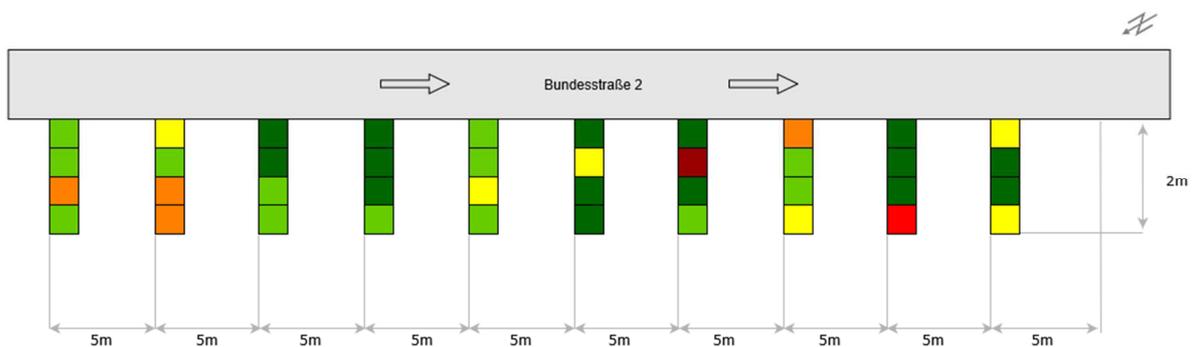


Abb. 34: Versuchsflächendesign der Probefläche BY348 mit Ragweed-Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

In Abb. 35 ist ähnlich wie bei der Probefläche von BY066 zu erkennen, dass die ID im Abstand von 0,75 Meter am höchsten ist. Während die Anzahl der Samen gek und leb2 mit zunehmender Entfernung zur Fahrbahn steigen, nimmt die Anzahl der Samen tot2 ab.

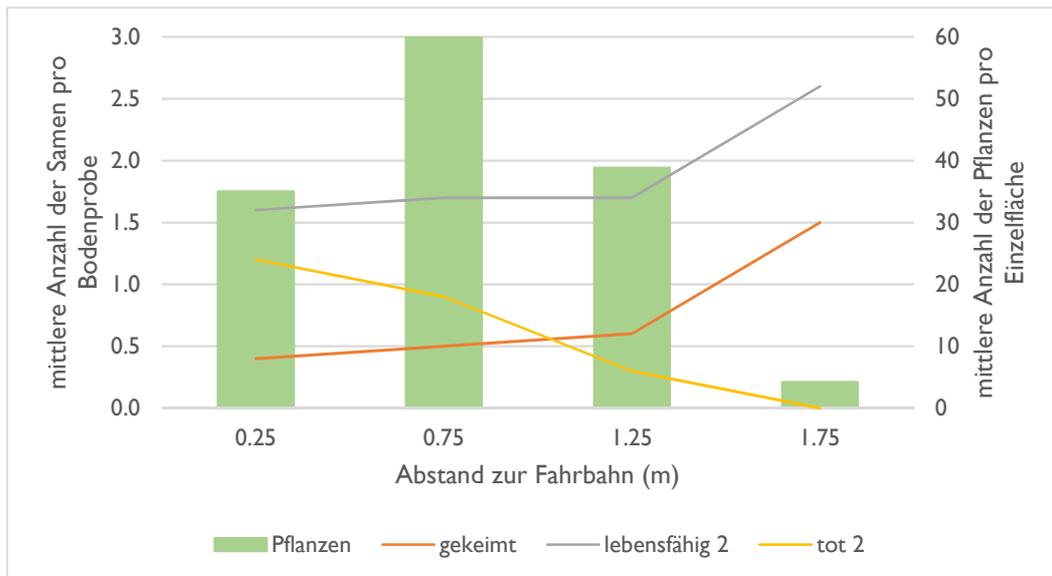


Abb. 35: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY348

Abb. 36 zeigt den Vergleich von Vegetationsdeckung und den Vitalitätsstufen der Samenvariablen. Mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn steigt sowohl die Vegetationsdeckung als auch die Variablen gek und leb2. Die Vitalitätsstufe tot2 lässt in dieser Grafik einen negativen Zusammenhang mit der Vegetationsdeckung vermuten.

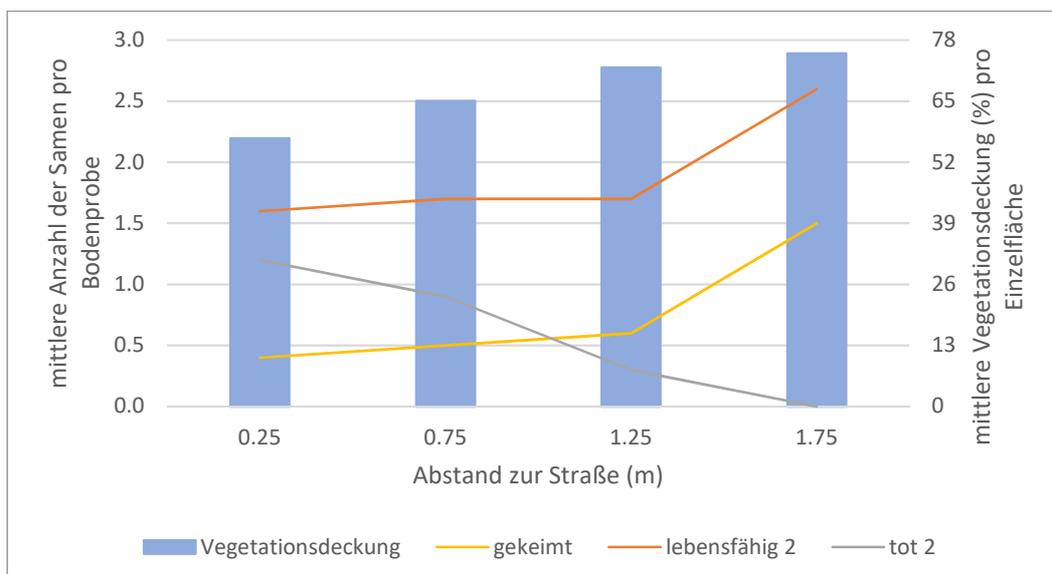


Abb. 36: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY348

Die Standardabweichungen für die ID sowie die Samenvariable leb2 zeigen im Abstand von 0,75 Meter Entfernung die höchsten Werte. Die Variabilität der tot2 Samen ist hingegen im Abstand von 0,25 Meter Abstand am größten (Tab. 6).

Tab. 6: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY348

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	35.0	20.0	0.4	1.0	1.6	2.0	1.2	1.4
	0.75	10	59.9	31.0	0.5	0.7	1.7	2.8	0.9	1.1
	1.25	10	38.8	27.4	0.6	1.1	1.7	2.5	0.3	0.5
	1.75	10	4.2	5.1	1.5	1.1	2.6	2.4	0.0	0.0

3.1.4 Probefläche BY368

Abb. 37 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign an die Situation vor Ort der Probefläche BY368. Die Probefläche ist 20 Meter lang und 2,5 Meter breit. Alle zwei Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Aufgrund der Änderung der Bewirtschaftung nach 2,5 Metern Abstand zur Straße wurden nur fünf Paralleltransekte gelegt, sodass 50 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die fast ausschließlich grüne Einfärbung der Einzelflächen in Abb. 37 zeigt einen geringen Befall der Versuchsfläche BY368 mit etablierten *A. artemisiifolia*-Individuen.

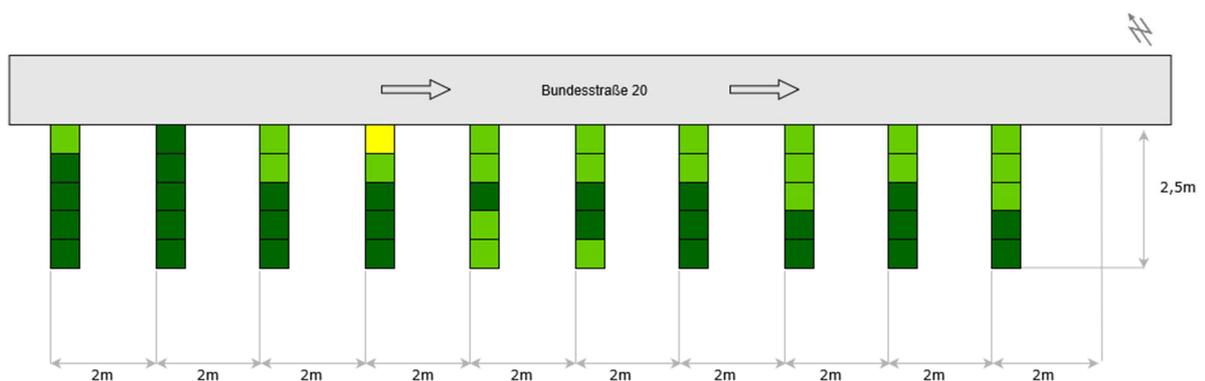


Abb. 37: Versuchsflächendesign der Probefläche BY368 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die beinahe nur dunkelgrüne Einfärbung der Einzelflächen in Abb. 38 zeigt die Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe. Der Befall der Probefläche BY368 mit *A. artemisiifolia*-Samen ist daher als sehr gering zu betrachten.

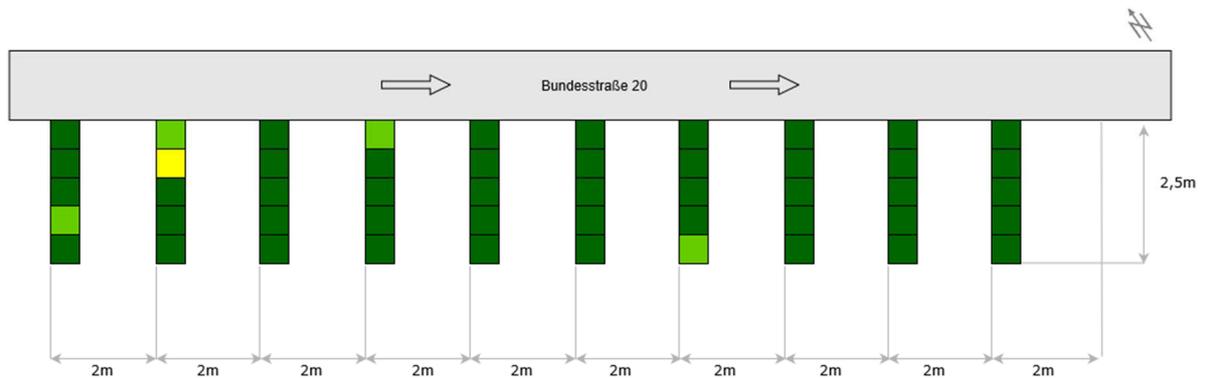


Abb. 38: Versuchsfächendesign der Probefläche BY368 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Probefläche BY368 zeigt einen Abfall der ID sowie der Samen tot2 mit steigendem Abstand zur Fahrbahn. Die Anzahl der Samen leb2 ist im Abstand von 0,75 Meter am höchsten und steigt nach 1,25 Meter wieder leicht an.

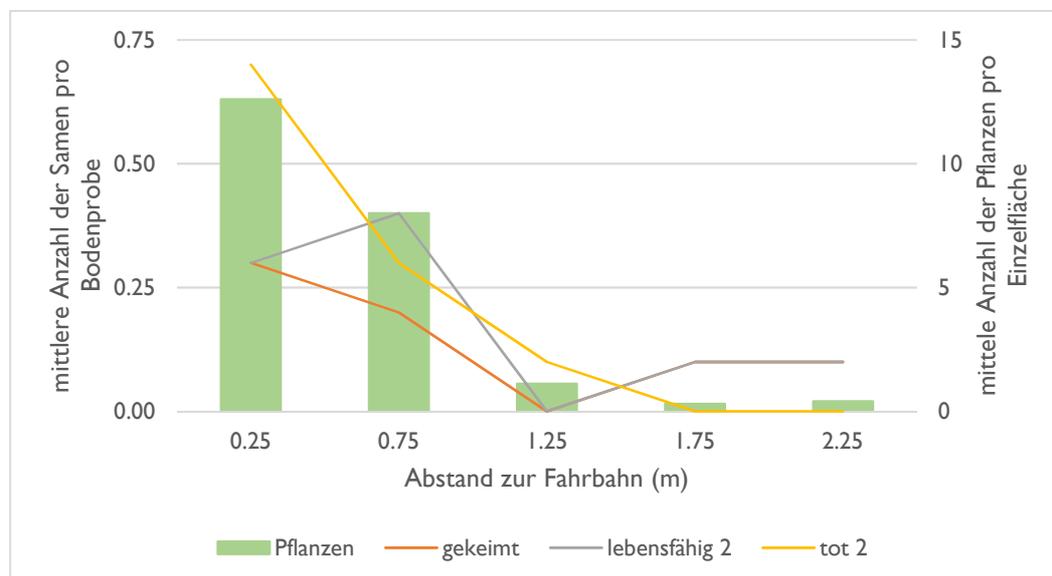


Abb. 39: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY368

Die Vegetationsdeckung der Probefläche BY368 weist über die gesamte Fläche sehr stabile Werte im Bereich von 80-90% auf. Die Samenvariablen zeigen jedoch ständige Veränderungen über die gesamte

Probefläche. Auf Grund dieser Darstellung lässt sich daher kein Rückschluss auf einen Zusammenhang herstellen.

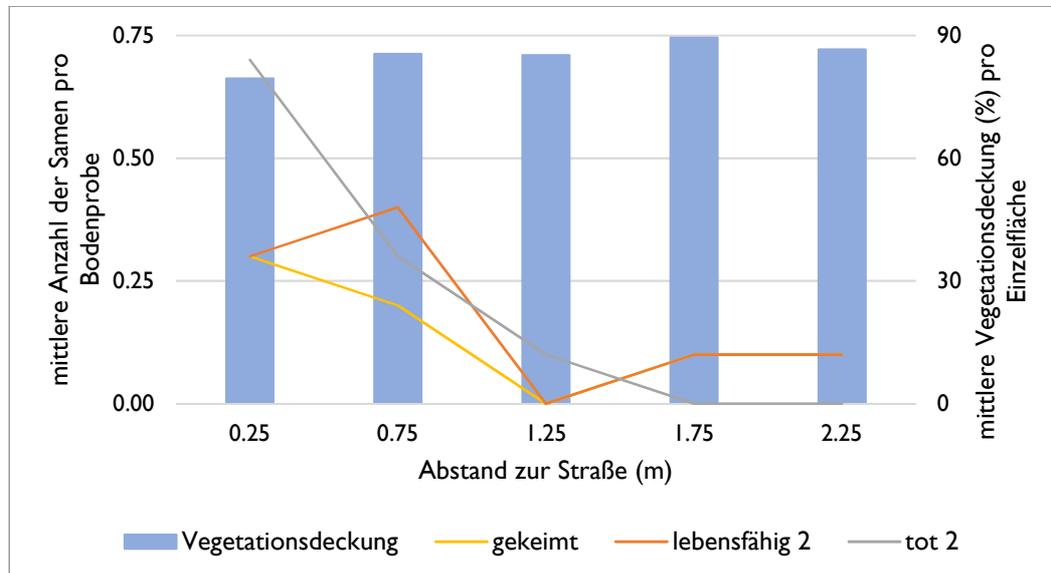


Abb. 40: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY368

Tab. 7 zeigt die Anzahl der Proben, Mittelwerte und Standardabweichungen der Variablen ID, gek, leb2 und tot2 auf der Probefläche BY368. Die höchste Variabilität innerhalb eines Paralleltransektes befindet sich bei allen gefundenen Werten im Abstand von 0,25 und 0,75 Metern. Grundsätzlich sinken die Präsenzen von Ragweed – egal ob als lebende Pflanze oder als Samen – mit größerem Abstand vom Fahrbahnrand.

Tab. 7: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY368

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	12.6	16.7	0.3	0.7	0.3	0.7	0.7	1.3
	0.75	10	8.0	15.2	0.2	0.6	0.4	1.3	0.3	0.9
	1.25	10	1.1	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
	1.75	10	0.3	0.9	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0
	2.25	10	0.4	1.0	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0

3.1.5 Probefläche BY133

Abb. 41 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign der Probefläche BY133 an die Situation vor Ort. Die Probefläche ist 20 Meter lang und 2,5 Meter breit. Alle zwei Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Aufgrund eines betonierten Vorfluters nach 2,5 Metern Abstand zur Fahrbahn wurden nur fünf Paralleltransekte gelegt, sodass 50 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die fast ausschließlich grüne Einfärbung der Einzelflächen zeigt einen äußerst geringen Befall der Versuchsfläche BY133 mit *A. artemisiifolia*-Individuen.

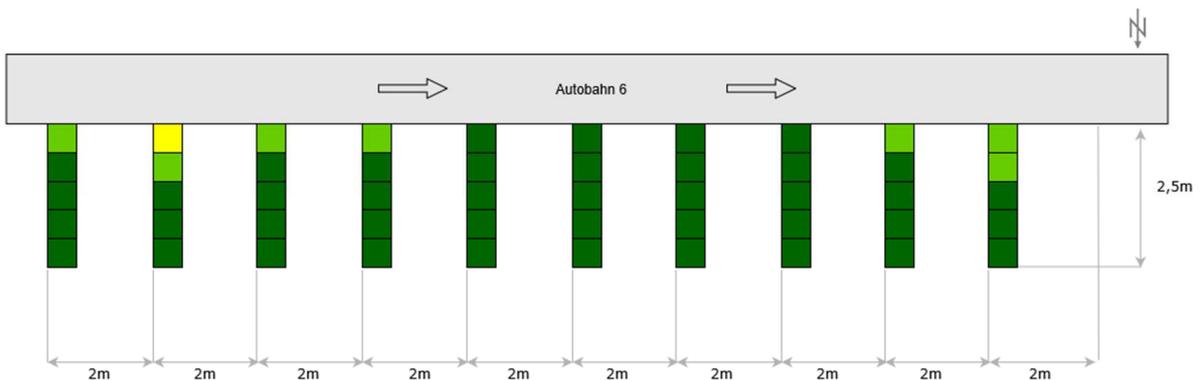


Abb. 41: Versuchsflächendesign der Probefläche BY133 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die Einfärbungen der Einzelflächen in Abb. 42 zeigen die Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe der Einzelfläche. Auf der Probefläche BY133 konnte kein einziger Samen der Kategorie leb2 nachgewiesen werden.

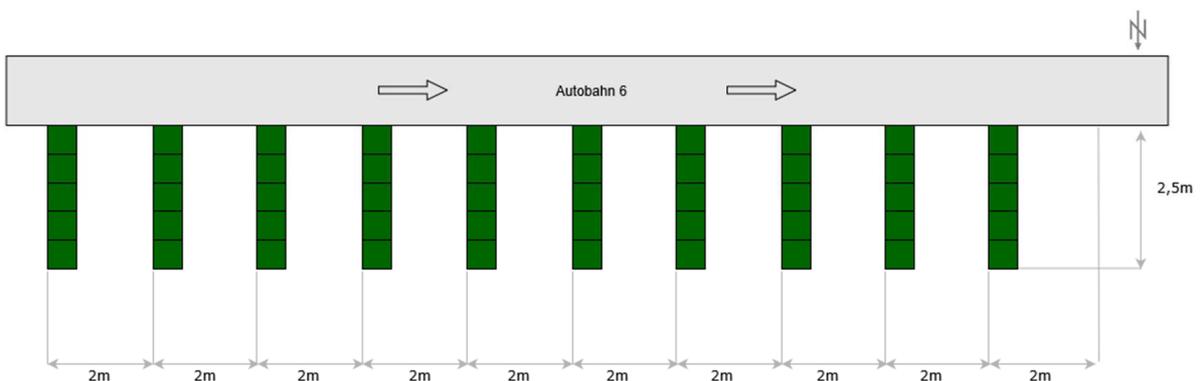


Abb. 42: Versuchsflächendesign der Probefläche BY133 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Da auf der Probefläche BY133 keine Samen jeglicher Vitalitätsstufen gefunden wurden, wird in Abb. 43 die Vegetationsdeckung nur mit der ID verglichen. Während die ID nach 0,25 Metern Abstand zur

Fahrbahn stark sinkt, hat die Vegetationsdeckung ihren tiefsten Wert bei 1,25 Metern Abstand und steigt in beide Richtungen etwas an.

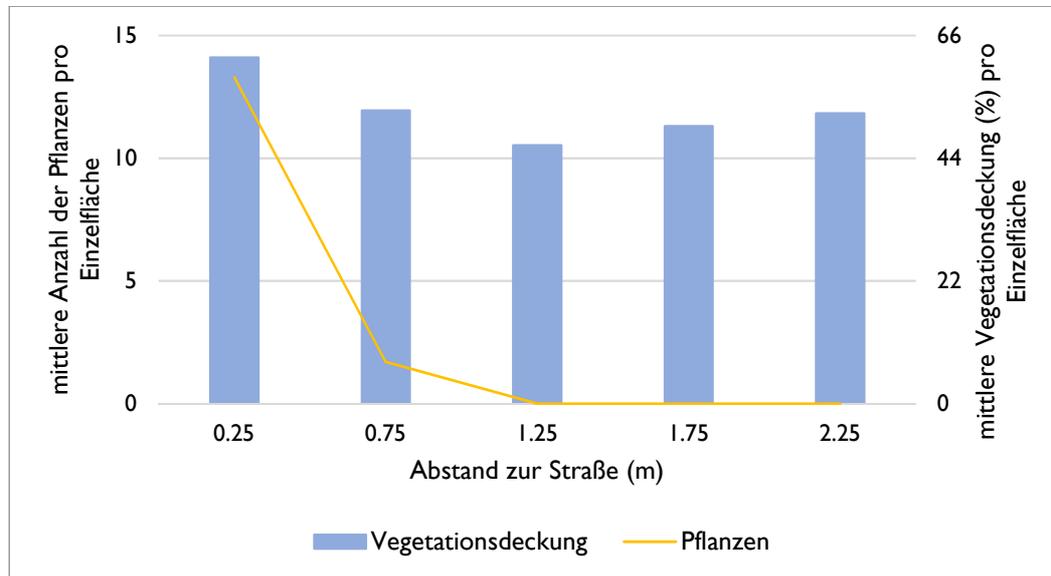


Abb. 43: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY133

Tab. 8 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen für die ID der Probefläche BY133. Die Standardabweichungen für die ersten beiden Paralleltransekte sind relativ hoch. In allen anderen Paralleltransekten wurden weder *A. artemisiifolia*-Individuen noch -Samen gefunden.

Tab. 8: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY133

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	13.3	20.2	-	-	-	-	-	-
	0.75	10	1.7	4.7	-	-	-	-	-	-
	1.25	10	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
	1.75	10	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
	2.25	10	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-

3.1.6 Probefläche MD

Abb. 44 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign der Probefläche MD. Die Probefläche ist 50 Meter lang und drei Meter breit. Alle fünf Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Nach circa zwei Metern Abstand zur Fahrbahn befindet sich ein asphaltierter Radweg, der die Versuchsfläche unterbricht. In diesem Bereich konnten logischerweise keine Proben entnommen werden, sodass die Werte hier überall bei null liegen.

Es befinden sich daher vier Paralleltransektflächen vor dem Radweg und zwei hinter dem Radweg. Hinter dem zweiten Grünstreifen folgte eine landwirtschaftlich genutzte Fläche, die nicht weiter beprobt wurde. Somit gab es 60 Einzelflächen zu untersuchen. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die fast ausschließlich grüne Einfärbung der Einzelflächen zeigt einen geringen Befall der Versuchsfläche MD mit *A. artemisiifolia*-Individuen. Aufgrund eines Fehlers während der Erhebungen konnten fünf Einzelflächen nicht in die Statistik miteinbezogen werden. Diese Einzelflächen sind in den folgenden Abbildungen blau markiert.

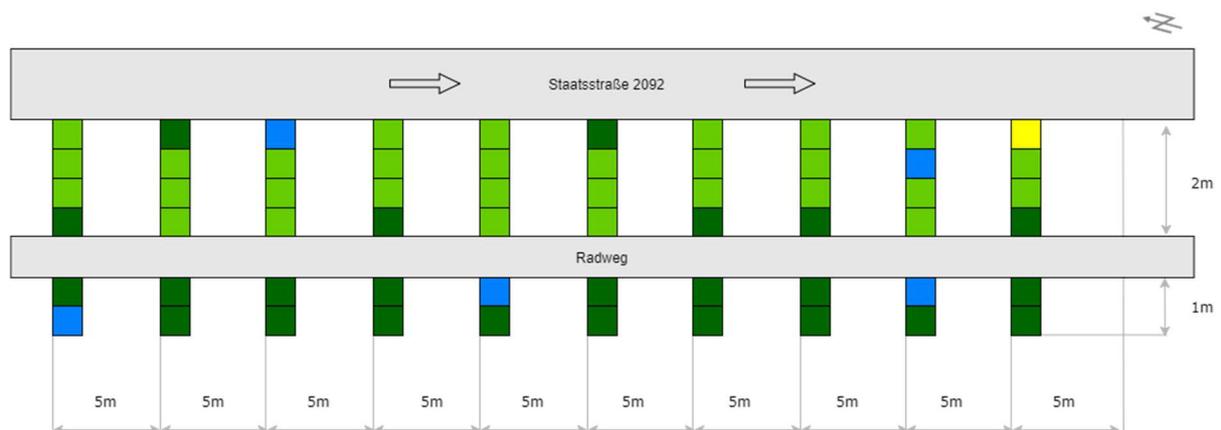


Abb. 44: Versuchsflächendesign der Probefläche MD mit Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1, blau = Daten fehlend)

Die Werte von leb2 pro Bodenprobe der Einzelfläche auf Probefläche MD zeigen Großteils einen nur geringen Befall von *A. artemisiifolia*-Samen.

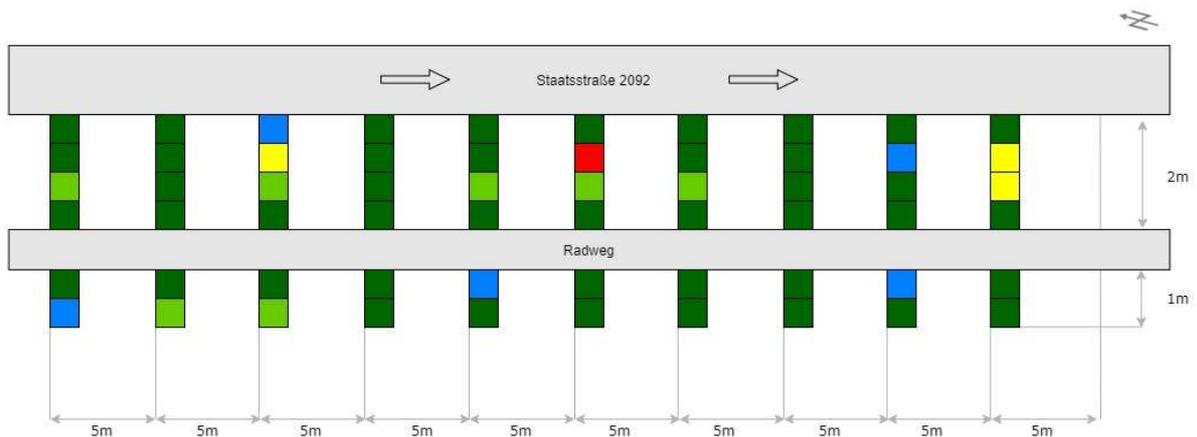


Abb. 45: Versuchsfächendesign der Probefläche MD sowie Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. I, blau = Daten fehlend)

In Abb. 46 ist zu erkennen, dass die ID im Abstand von 0,75 Meter Abstand zur Straße am höchsten ist, allerdings mit sehr hoher Variabilität der Werte. Ähnlich zur ID verhalten sich die Samen des Vitalitätszustandes tot2. Die Samen der Vitalitätszustände gek und leb2 sind im Abstand von 0,75 bis 1,25 Meter am höchsten, fallen dann ab und steigen bei weiterer Entfernung nochmals äußerst gering an. Hierbei ist zu beachten, dass sich zwischen dem Abstand von zwei Metern ein asphaltierter Radweg befindet.

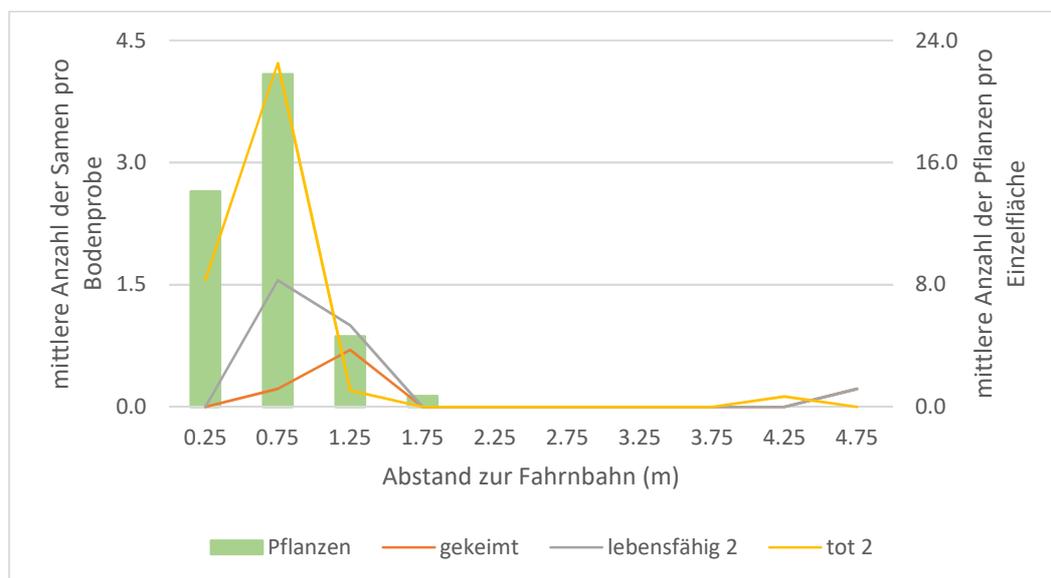


Abb. 46: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche MD

Der Vergleich der Vegetationsdeckung und der Vitalitätsstufen der Samenvariablen in Abb. 47 zeigt eine geringere Vegetationsdeckung vor dem Radweg als nach dem Radweg. Die Werte aller Samenvariablen sind hingegen im Bereich vor dem Radweg deutlich höher als dahinter.

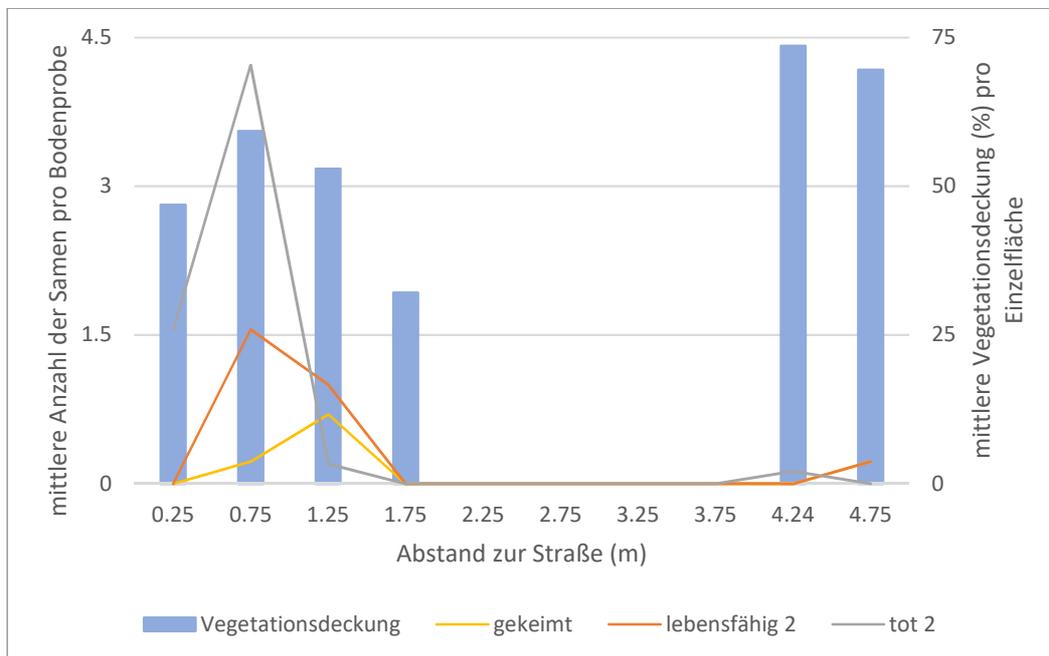


Abb. 47: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche MD

MD hat als einzige Probefläche aufgrund eines Fehlers unterschiedliche Anzahlen an Proben je Abstand zur Fahrbahn sowie ein Aussetzen der Probenentnahme aufgrund eines Radweges mitten in der Probefläche. Die Anzahl der Proben je Abstand variiert zwischen acht und zehn Proben. Die Variabilität der ID nimmt mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn immer weiter ab. Die Standardabweichung von tot2 zeigt im Abstand von 0,75 Metern einen Ausreißer mit 6,4.

Tab. 9: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche MD

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	9	14.1	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.1
	0.75	9	21.8	15.0	0.2	0.4	1.6	2.7	4.2	6.4
	1.25	10	4.6	2.8	0.7	0.8	1.0	1.2	0.2	0.6
	1.75	10	0.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.25	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.75	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.25	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4
	3.75	9	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.4	0.0	0.0

3.1.7 Probefläche BY198

Abb. 48 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign der Probefläche BY198. Die Probefläche ist 50 Meter lang und drei Meter breit. Alle fünf Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Aufgrund eines geschotterten Weges nach drei Metern Abstand zur Straße konnten sechs Paralleltransekte gelegt werden, sodass 60 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Probefläche BY198 zeigt einen mittleren bis starken Befall von *A. artemisiifolia*-Individuen im ersten Paralleltransekt und nimmt nach einem Meter Abstand zur Fahrbahn deutlich hin zu einem geringen Befall ab.

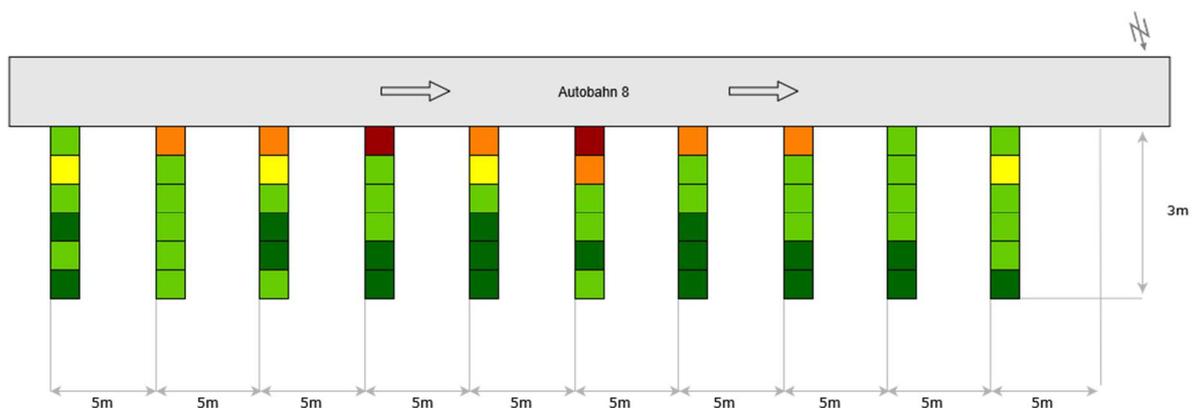


Abb. 48: Versuchsflächendesign der Probefläche BY198 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die dunkelgrüne bis gelbe Einfärbungen der Einzelflächen in Abb. 49 weist auf einen geringen Befall der Probefläche BY198 mit *A. artemisiifolia*-Samen hin.

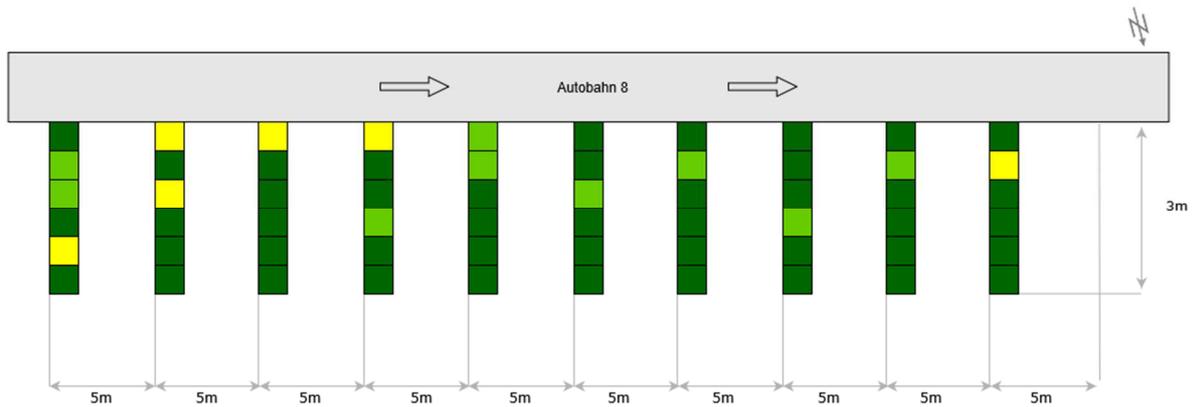


Abb. 49: Versuchsfächendesign der Probestfläche BY198 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Abb. 50 zeigt eine Abnahme aller Variablen mit zunehmendem Abstand zur Straße. Ausnahme ist ein schwacher Anstieg der Werte von gek und leb2 im Abstand von 2,25 Metern zur Fahrbahn.

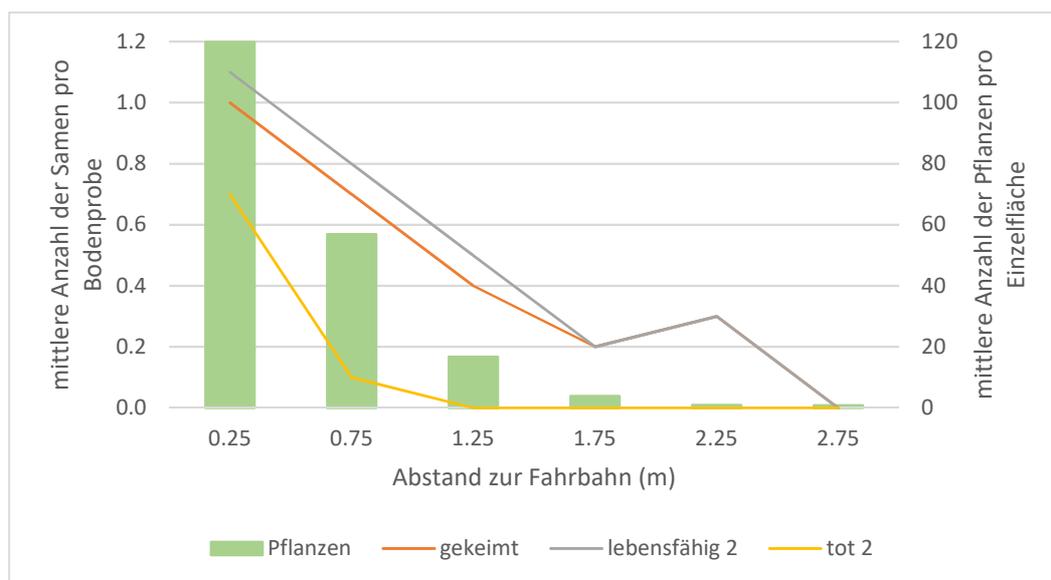


Abb. 50: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probestfläche BY198

Die Vegetationsdichten der Probestfläche BY198 liegen zwischen rund 60% im vorletzten Paralleltransekt und rund 84% im zweiten Paralleltransekt neben der Fahrbahn. Die Samenvariablen sinken mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn und steigen im vorletzten Paralleltransekt, bei geringster Vegetationsdichte, nochmals gering an.

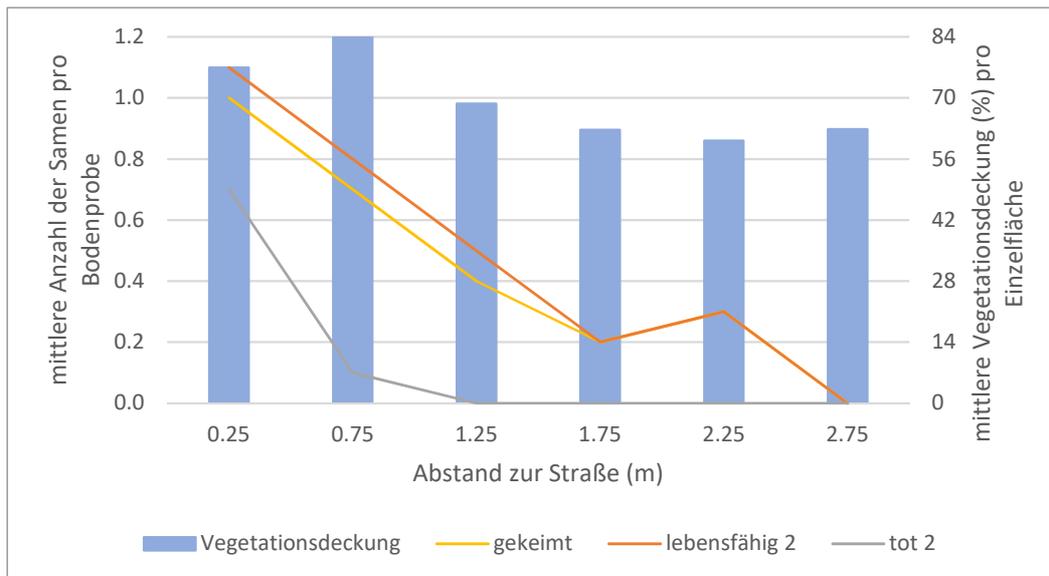


Abb. 51: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY198

In Tab. 10 ist zu erkennen, dass die Variabilität je Paralleltransekt der Probefläche BY198 mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn aller Variablen abnimmt. Nur im Abstand von 2,25 Metern zur Fahrbahn zeigen die Variablen gek und leb2 nochmals etwas erhöhte Standardabweichungen.

Tab. 10: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY198

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	119.8	69.7	1.0	1.5	1.1	1.6	0.7	1.1
	0.75	10	56.9	36.4	0.7	0.9	0.8	1.0	0.1	0.3
	1.25	10	16.7	11.2	0.4	0.7	0.5	1.0	0.0	0.0
	1.75	10	3.8	5.5	0.2	0.4	0.2	0.4	0.0	0.0
	2.25	10	0.9	1.7	0.3	0.9	0.3	0.9	0.0	0.0
	2.75	10	0.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.1.8 Probefläche BY279

Abb. 52 zeigt das angepasste Versuchsflächendesign der Probefläche BY279. Die Probefläche ist 30 Meter lang und 3,5 Meter breit. Alle drei Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Nach 3,5 Metern

Abstand zur Straße endet die Probefläche aufgrund einer anschließenden Forstfläche, sodass 70 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Probefläche BY279 zeigt einen geringen Befall von *A. artemisiifolia*-Individuen an den ersten beiden Paralleltransekten. Dahinter ist die Probefläche gänzlich frei von *A. artemisiifolia*-Individuen.

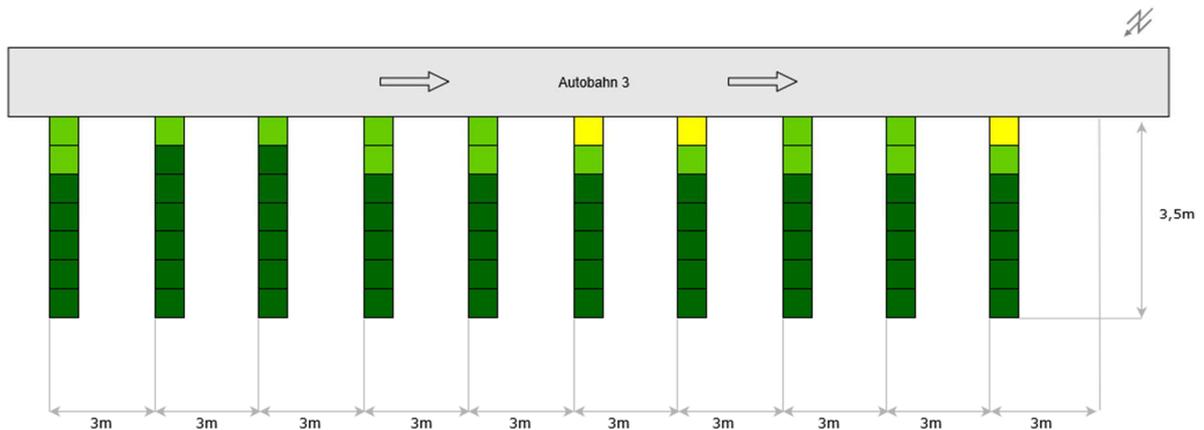


Abb. 52: Versuchsfächendesign der Probefläche BY279 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die Werte von leb2 pro Bodenprobe der Einzelfläche weisen in den ersten 1,5 Metern deutlich höhere Samendichten von *A. artemisiifolia* auf als auf zur Fahrbahn weiter entfernten Einzelflächen.

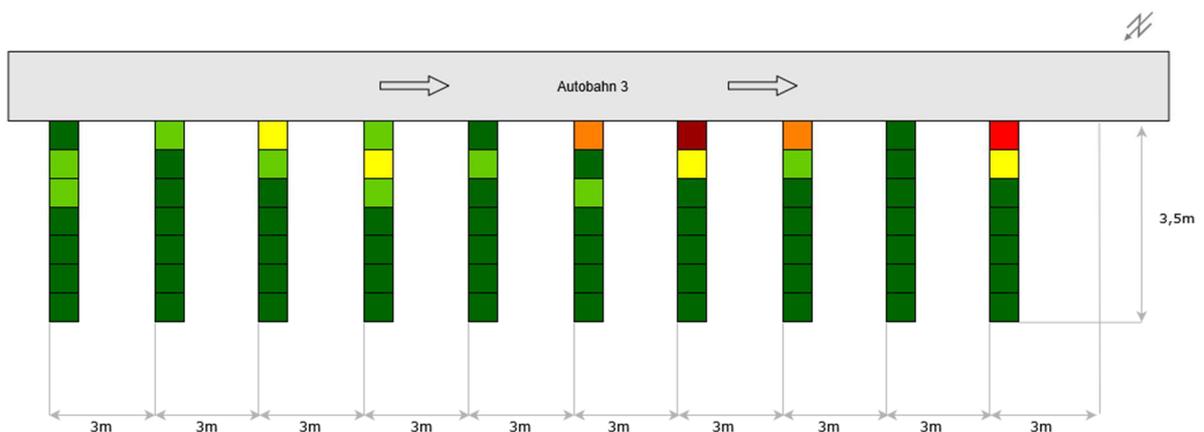


Abb. 53: Versuchsfächendesign der Probefläche BY279 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)

Die Verteilung der Vitalitätszustände der Samen von gek, leb2 und tot2 fallen genau wie die ID der Probefläche BY279 nach dem ersten Paralleltransekt stark ab. Nach einem Abstand von 1,75 Metern liegen die Werte aller Variablen bei null.

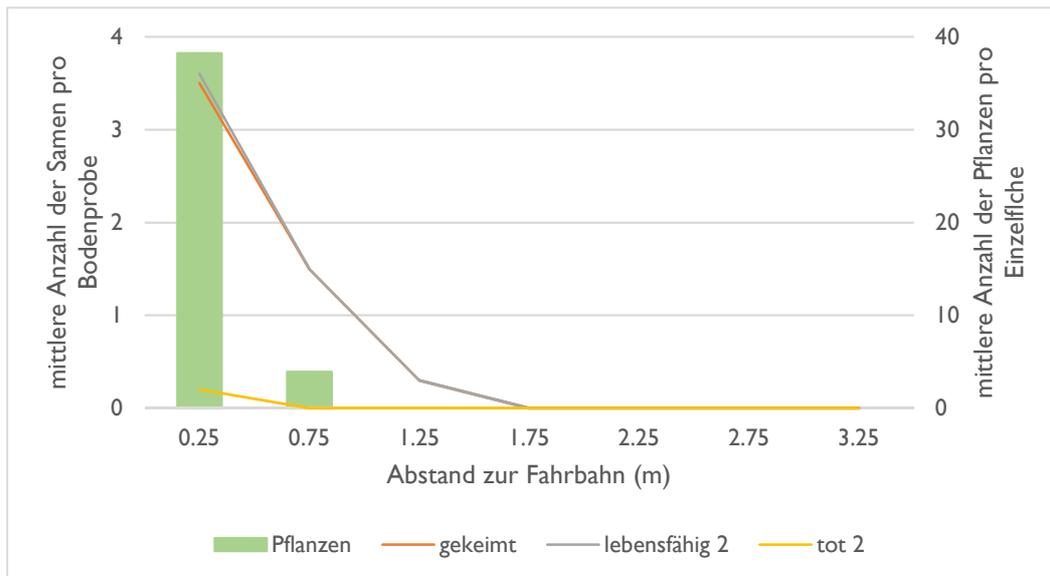


Abb. 54: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY279

Abb. 55 zeigt eine sinkende Vegetationsdichte der Probefläche BY279 mit zunehmendem Abstand zur Straße. Nach 2,25 Metern Entfernung steigt die Vegetationsdichte nochmals leicht um knappe 10% an. Ein Zusammenhang mit den Vitalitätsstufen der Samen ist hier nicht zu erkennen.

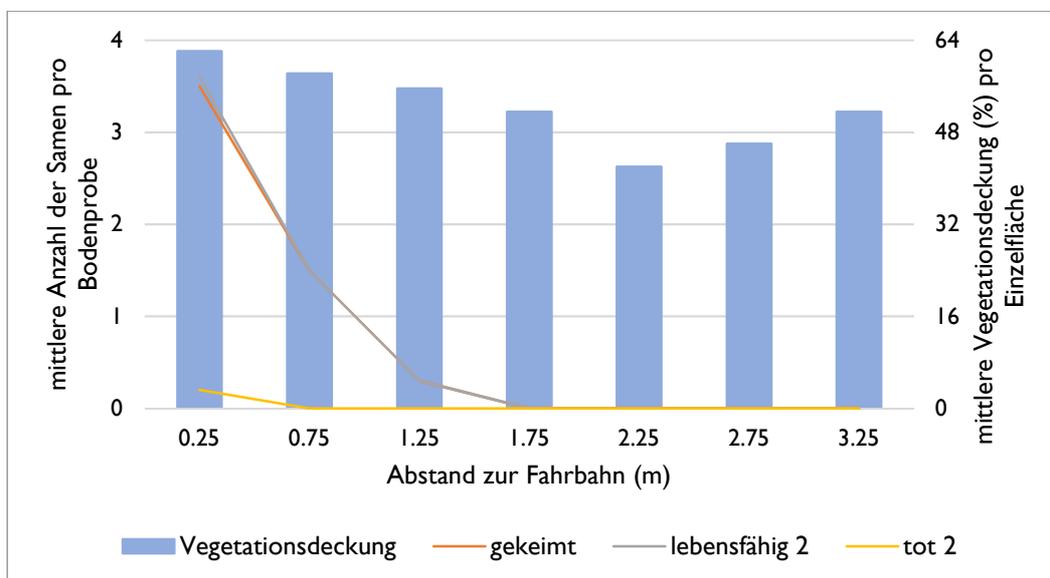


Abb. 55: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY279

Die Mittelwerte und Standardabweichungen von Individuendichte und Samenbankmerkmalen auf der Probefläche BY279 in Tab. 11 nehmen mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn ab und liegen nach einem Abstand von 1,75 Metern alle bei null.

Tab. 11: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY279

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	38.2	22.4	3.5	3.6	3.6	3.6	0.2	0.4
	0.75	10	3.9	6.1	1.5	1.3	1.5	1.3	0.0	0.0
	1.25	10	0.0	0.0	0.3	0.5	0.3	0.5	0.0	0.0
	1.75	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2.75	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.1.9 Vergleichsprobefläche Leibnitz - LB

Abb. 56 zeigt das angepasste Versuchsdesign an die Situation vor Ort der Vergleichsprobefläche LB. Die Probefläche ist 40 Meter lang und 2,5 Meter breit. Alle vier Meter wurde ein Normaltransekt gelegt. Aufgrund eines Gebüsches nach 2,5 Metern Abstand zur Straße konnten fünf Paralleltransekte gelegt werden, sodass 50 Einzelflächen zu untersuchen waren. Die Pfeile stellen die Fahrbahnrichtung dar.

Die Einfärbung der Einzelflächen in Abb. 56 zeigt die Verteilung der Werte pro Einzelfläche der gefundenen oberirdischen Individuen. Die ausschließlich grüne Färbung deutet darauf hin, dass die Vergleichsprobefläche nur gering mit *A. artemisiifolia*-Pflanzen besiedelt ist, allerdings mit höheren Werten nahe der Fahrbahn.

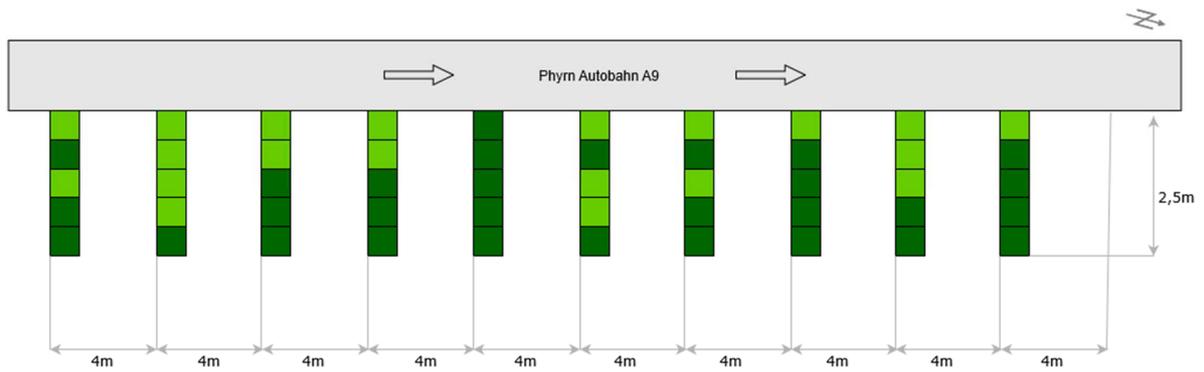


Abb. 56: Versuchsflächendesign der Vergleichsprobefläche LB sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 24)

Abb. 57 zeigt die Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe. Da der Großteil der Einzelflächen dunkelgrün eingefärbt ist, zeigt sich genau wie bei den Werten von ID in Abb. 56 ein geringer bis mittlerer Befall der Vergleichsprobefläche LB mit *A. artemisiifolia*.

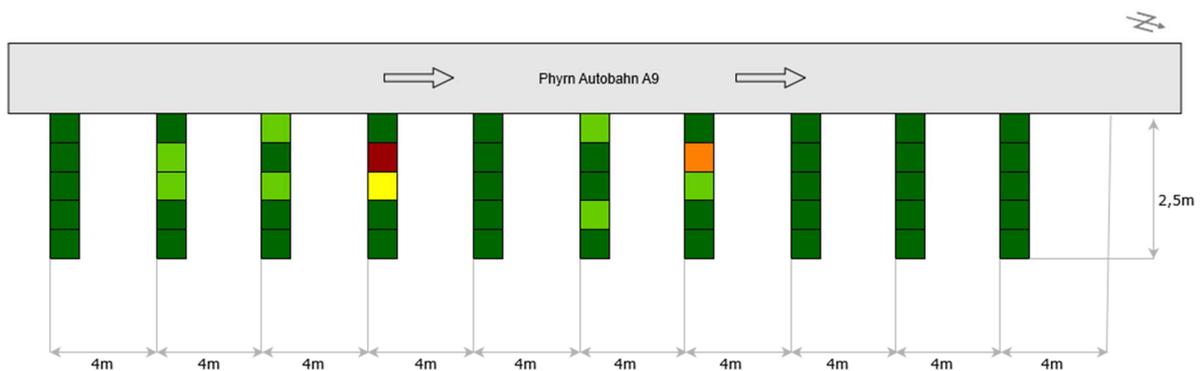


Abb. 57: Versuchsflächendesign der Vergleichsprobefläche LB mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 24)

In Abb. 58 werden die mittlere Anzahl der drei verschiedenen Variablen gek, leb2 und tot2 pro Bodenprobe auf der linken y-Achse sowie die mittlere Anzahl der ID pro Einzelfläche auf der rechten y-Achse dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Werte der ID mit kleinem Abstand zur Fahrbahn deutlich höher sind, als jene mit zunehmendem Abstand. Die Werte fallen nach 0,25 Metern Abstand zur Straße stark ab und gehen danach kontinuierlich Richtung Null. Die Werte der mittleren Anzahl von leb2 pro Bodenprobe zeigen einen Anstieg bei 0,75 bis 1,25 Metern Abstand zur Fahrbahn und zeigen vor und nach diesem Intervall geringere Werte.

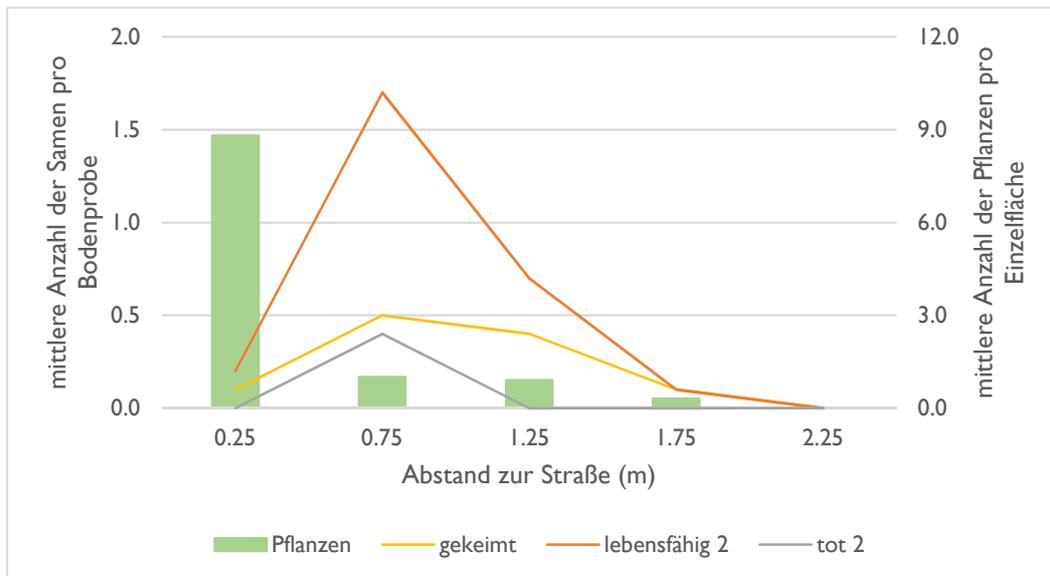


Abb. 58: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Vergleichsprobefläche LB

Abb. 59 zeigt den Vergleich der mittleren Ragweed-Samendichten pro Probefläche gegliedert nach Vitalitätszuständen gek, leb2 und tot2 (linke y-Achse) mit der mittleren Vegetationsbedeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse), jeweils in Relation zum Abstand von der Fahrbahn. Die Vegetationsbedeckung weist den geringsten Wert sehr nahe an der Fahrbahn auf. Im Abstand von 0,75 Metern zur Fahrbahn steigt die Vegetationsdeckung an und fällt danach bis zum Ende der Probefläche wieder leicht ab.

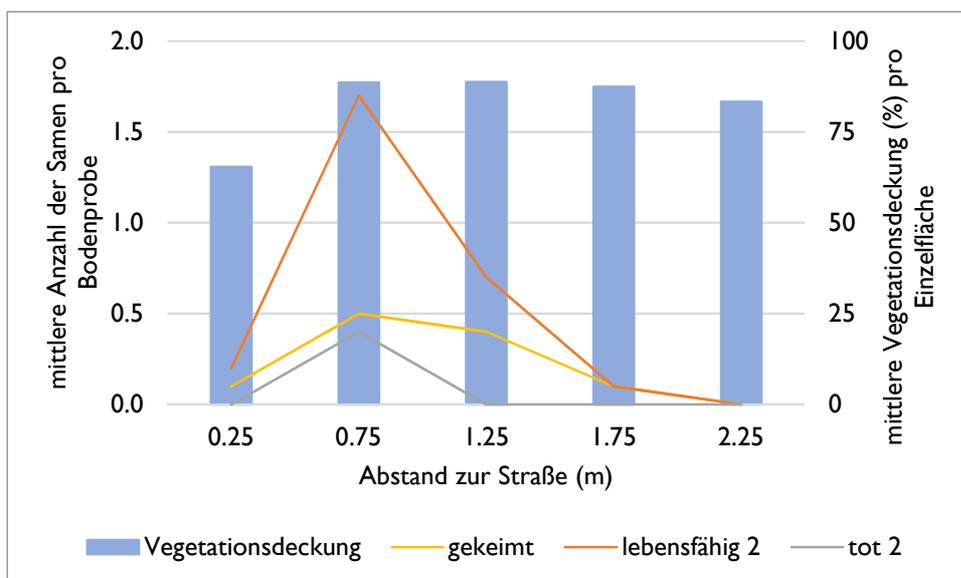


Abb. 59: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Vergleichsprobefläche LB

In Tab. 12 sind die Mittelwerte sowie die Standardabweichungen der Variablen ID, gek, leb2 und tot2 innerhalb der fünf Paralleltransekte (=Abstände zur Fahrbahn) dargestellt. Die Variabilität (s) der ID innerhalb der Paralleltransekte nimmt mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn immer weiter ab. Die Variablen der Samendichten (gek, leb2 und tot2) zeigen im Abstand von 0,75 Metern höhere Standardabweichungen als davor und danach.

Tab. 12: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße)

		Anzahl der Proben (n)	\bar{x} ID	s ID	\bar{x} gek	s gek	\bar{x} leb2	s leb2	\bar{x} tot2	s tot2
Abstand zur Fahrbahn (m)	0.25	10	8.8	11.2	0.1	0.3	0.2	0.4	0.0	0.0
	0.75	10	1.0	1.5	0.5	1.1	1.7	3.5	0.4	1.3
	1.25	10	0.9	1.1	0.4	0.7	0.7	1.3	0.0	0.0
	1.75	10	0.3	0.7	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.0
	2.25	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.2 Vergleich der Probeflächen

In Tab. 13 sind die wichtigsten deskriptiven Daten zu den Antwortvariablen Ragweed-Individuendichte (ID) und Samen-Vitalitätsstufe lebensfähig2 der neun Probeflächen dargestellt. Die Daten beziehen sich jeweils auf die einzelnen Probeflächen im Ausmaß von 0,25m². Die Mittelwerte der Antwortvariablen der Probeflächen fallen allesamt sehr niedrig aus, da eine große Anzahl der Einzelflächen null oberirdische Individuen bzw. lebensfähig2 Samen aufweist. Die Standardabweichungen der einzelnen Probeflächen sind stark voneinander unterschiedlich. Mit Hilfe eines Levene-Tests (siehe Tab. 14) kann gezeigt werden, dass die Antwortvariablen Individuendichte und lebensfähig2 der Probeflächen keine gleichen Varianzen aufweisen (Sig < 0,05).

Hervorzuheben ist das Minimum von null lebensfähig2 Samen pro Einzelfläche auf der Probefläche BY133. Hier wurde auf der gesamten Probefläche kein einziger Samen gefunden. Die größte Anzahl an oberirdischen Individuen pro Einzelfläche weist die Probefläche BY198 mit 238 Pflanzen auf.

Tab. 13: Deskriptive Statistik (N, Mittelwerte, Standardabweichung, Standardfehler, 95% Konfidenzintervall für den Mittelwert, Minimum und Maximum) zu Ragweed-Individuendichte und Samen-Zustand lebensfähig2 aller Probeflächen

		N	Mittelwert	Standard- abweichung	Standard- fehler	95% Konfidenzintervall für den Mittelwert		Min.	Max.
						Untergrenze	Obergrenze		
Individuen- dichte	BY066	100	1,06	3,784	,378	,31	1,81	0	33
	BY101	100	13,80	31,133	3,113	7,62	19,98	0	164
	BY348	40	34,48	29,988	4,742	24,88	44,07	0	107
	BY368	50	4,48	10,998	1,555	1,35	7,61	0	51
	BY133	50	3,00	10,325	1,460	,07	5,93	0	63
	MD	55	6,84	12,502	1,686	3,46	10,22	0	58
	BY198	60	33,15	53,679	6,930	19,28	47,02	0	238
	BY279	70	6,01	15,724	1,879	2,27	9,76	0	82
	LB	50	2,20	5,928	,838	,52	3,88	0	32
	Total	575	10,67	26,882	1,121	8,47	12,87	0	238
lebensfähig2	BY066	100	,300	1,0225	,1022	,097	,503	,0	5,0
	BY101	100	,025	,2500	,0250	-,025	,075	,0	2,5
	BY348	40	4,750	5,8780	,9294	2,870	6,630	,0	22,5
	BY368	50	,450	1,6514	,2335	-,019	,919	,0	10,0
	BY133	50	,000	,0000	,0000	,000	,000	,0	,0
	MD	55	1,182	3,2933	,4441	,292	2,072	,0	20,0
	BY198	60	1,208	2,4996	,3227	,563	1,854	,0	10,0
	BY279	70	1,929	4,7045	,5623	,807	3,050	,0	25,0
	LB	50	1,350	4,2920	,6070	,130	2,570	,0	25,0
	Total	575	1,017	3,1835	,1328	,757	1,278	,0	25,0

Tab. 14: Test auf Varianzhomogenität nach Levene der Antwortvariablen Individuendichte und lebensfähig2

		Levene Statistik	df1	df2	Sig.
Individuendichte	basierend auf Mittelwert	30,866	8	566	,000
	basierend auf Median	12,569	8	566	,000
lebensfähig2	basierend auf Mittelwert	24,522	8	566	,000
	basierend auf Median	10,547	8	566	,000

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov Tests bzw. des Shapiro-Wilk Tests konnte gezeigt werden, dass weder die Antwortvariable Individuendichte, noch lebensfähig 2 normalverteilt sind (Sig. <0,05) (siehe Tab. 15), sodass im Folgenden mit nicht-parametrischen Tests gearbeitet wird.

Tab. 15: Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov und Shapiro-Wilk der Antwortvariablen Individuendichte und lebensfähig2 aller Probeflächen

		Tests auf Normalverteilung					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistik	df	Sig.	Statistik	df	Sig.
BY066	Individuendichte	,410	100	,000	,301	100	,000
	lebensfähig2	,525	100	,000	,322	100	,000
BY101	Individuendichte	,356	100	,000	,518	100	,000
	lebensfähig2	,530	100	,000	,075	100	,000
BY348	Individuendichte	,130	40	,088	,904	40	,003
	lebensfähig2	,249	40	,000	,797	40	,000
BY368	Individuendichte	,342	50	,000	,447	50	,000
	lebensfähig2	,507	50	,000	,307	50	,000
BY133	Individuendichte	,454	50	,000	,331	50	,000
	lebensfähig2	.	50	.	.	50	.
MD	Individuendichte	,292	55	,000	,613	55	,000
	lebensfähig2	,440	55	,000	,411	55	,000
BY198	Individuendichte	,268	60	,000	,673	60	,000
	lebensfähig2	,436	60	,000	,546	60	,000
BY279	Individuendichte	,415	70	,000	,449	70	,000
	lebensfähig2	,416	70	,000	,482	70	,000
LB	Individuendichte	,346	575	,000	,457	575	,000
	lebensfähig2	,464	575	,000	,364	575	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Es ist zu erkennen, dass auf den bayrischen Probeflächen ca. zwei Drittel (67,2%) der in den Bodenproben gefundenen Samen lebensfähig sind bzw. zu keimen begonnen haben. Die höchste Prozentzahl an lebensfähig2 Samen weist die Probefläche BY101 auf. Jedoch ist anzumerken, dass hier nur eine sehr geringe Anzahl an Samen gefunden wurde. Am geringsten ist die Dichte der lebensfähig2 Samen, neben der Probefläche BY133 auf der kein einziger Samen gefunden wurde, auf der Probefläche MD (32,1%).

Tab. 16: Durchschnittliche prozentuelle Verteilung der Ragweed-Antwortvariablen lebensfähig², gekeimt, TTC+ und Samen leer in Bezug auf die gesamte Anzahl gefundener Samen der Probeflächen in Bayern sowie der Vergleichsprobefläche LB

Probefläche	Anzahl der Proben (N)	leb ² /gesamt pro Bodenprobe	gekeimt/gesamt pro Bodenprobe	TTC+/gesamt pro Bodenprobe	Samen leer/gesamt pro Bodenprobe
BY066	100	92,3%	84,6%	7,7%	7,7%
BY101	100	100,0%	100,0%	0%	0%
BY348	40	76,0%	30,0%	46,0%	24,0%
BY368	50	45,0%	35,0%	10,0%	55,0%
BY133	50	/	/	/	/
MD	95	32,1%	13,6%	18,5%	67,9%
BY198	60	78,4%	70,2%	8,1%	21,6%
BY279	70	96,4%	94,6%	1,8%	3,6%
LB	50	87,1%	35,5%	51,6%	12,9%
alle BY	565	67,2%	45,1%	22,1%	32,8%

Bei der Durchführung des Keimfähigkeitstests im Klimaschrank sind insgesamt 45,1% der Samen gekeimt. Beim darauffolgenden TTC Test sind weitere 22,1% der intakten Samen als lebensfähig eingestuft worden. Bemerkenswert ist, dass bei der Durchführung des TTC Tests alle getesteten Samen positiv verfärbt waren, sodass kein einziger Samen als nicht lebensfähig eingestuft wurde. All jene intakten Samen die in den Bodenproben gefunden wurden und nicht als lebensfähig eingestuft wurden, wiesen überhaupt gar keinen Embryo auf (Tab. 16).

3.2.1 Keimfähigkeit

In Tab. 17 ist ersichtlich wie viele der gefundenen Samen je Probeflächen gekeimt sind und wie viele nicht. Probefläche BY133 ist in dieser Tabelle nicht enthalten, da hier kein Samen gefunden wurde. Bei den meisten Probeflächen überwog der Anteil gekeimter gegenüber den nicht gekeimten Samen, ausgenommen auf den Probeflächen BY368 und MD. Die Durchführung eines Chi²-Tests (Tab. 18) ergibt mit dem Pearson Chi-Quadrat Wert von 88,998 und einer Signifikanz von 0,000 ein signifikantes Ergebnis, d.h. die Probeflächen unterscheiden sich signifikant hinsichtlich der Summe der gekeimten und nicht gekeimten Samen pro Probefläche.

Tab. 17: Anzahl der intakten Ragweed-Samen getrennt nach den nicht gekeimten und den gekeimten Samen pro Probefläche, sowie die jeweiligen Summen für alle bayrischen Probeflächen

Probefläche		Ragweed-Keimung		Total
		nicht gekeimt	gekeimt	
BY066		1	12	13
BY101		0	1	1
BY348		24	76	100
BY368		11	9	20
MD		55	26	81
BY198		8	29	37
BY279		2	54	56
LB		4	27	31
Total		105	234	339

Tab. 18: Chi-Quadrat Test inwieweit sich die Summen gekeimter und nicht gekeimter Ragweed-Samen auf den acht bayrischen Probeflächen unterscheiden

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)
Pearson Chi-Quadrat	88,998 ^a	7	,000

Betrachtet man Tab. 19 und Tab. 20 ist zu erkennen, dass ebenso wie die unterschiedlichen Probeflächen auch der Abstand zur Fahrbahn einen signifikanten Einfluss zeigt. Sowohl die Anzahl der gekeimten wie auch der nicht gekeimten Ragweed-Samen pro Paralleltransekt der Probefläche nimmt mit der Entfernung zur Fahrbahn ab. Es gibt je nach Abstand zur Fahrbahn unterschiedliche Verteilungen der Keimfähigkeitsraten. So keimen in Fahrbahn-Nähe (bis ein Meter Distanz) etwa zwei Drittel der Samen, während in weiterer Entfernung die Keimfreudigkeit abnimmt. Also fast alle der insgesamt weniger Samen keimen auch. Dies wird mit einem Pearson Chi-Quadrat Wert von 34,924 und einer Signifikanz von 0,000 mit Hilfe des Chi²-Tests nachgewiesen (Tab. 20).

Tab. 19: Summe aller intakten Ragweed-Samen der acht bayrischen Probeflächen, getrennt nach den nicht gekeimten und den gekeimten Samen in Abhängigkeit zum Fahrbahn-Abstand (m)

		Keimung		Total
		Nicht gekeimt	gekeimt	
Abstand zur Fahrbahn (m)	0,5	42	71	113
	1,0	55	75	130
	1,5	7	45	52
	2,0	0	31	31
	2,5	1	5	6
	3,0	0	3	3
	3,5	0	2	2
	5,0	0	2	2
Total		105	234	339

Tab. 20: Chi-Quadrat Test inwieweit sich die Summen gekeimter und nicht gekeimter Ragweed-Samen der bayrischen Probeflächen unterscheiden in Abhängigkeit zum Fahrbahn-Abstand (m)

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2- seitig)
Pearson Chi-Quadrat	34,924 ^a	7	,000

3.3 Korrelationen zwischen Bodensamenbank, Individuendichte und Abstand zur Fahrbahn

In Abb. 60 wird die mittlere Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszustand sowie die mittlere Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn aller Probeflächen in Bayern zusammen (BY066, BY101, BY348, BY368, BY133, MD, BY198 und BY279) dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Individuendichte und auch die Samenbankvariablen mit zunehmendem Abstand zur Fahrbahn deutlich und stetig abnehmen. Ein Spearman-Korrelationstest (Tab. 21) zeigt, dass dieser Zusammenhang für Bayern insgesamt wie auch für alle acht Probeflächen einzeln signifikant gilt. Die mittlere Anzahl der intakten und gleichzeitig vitalen Samen pro Bodenprobe und Fahrbahn-Distanzklasse variiert diesbezüglich zwischen den verschiedenen Probeflächen. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman (Tab. 21) ergab an manchen Probeflächen positive und an anderen negative Zusammenhänge, wobei eine Signifikanz ausschließlich auf Probeflächen mit negativer Korrelation erzielt wird. Dennoch liegt hier – für ganz Bayern berechnet – ein signifikanter negativer

Zusammenhang zwischen der Anzahl vitaler Samen und zunehmender Entfernung vom Fahrbahnrand vor.

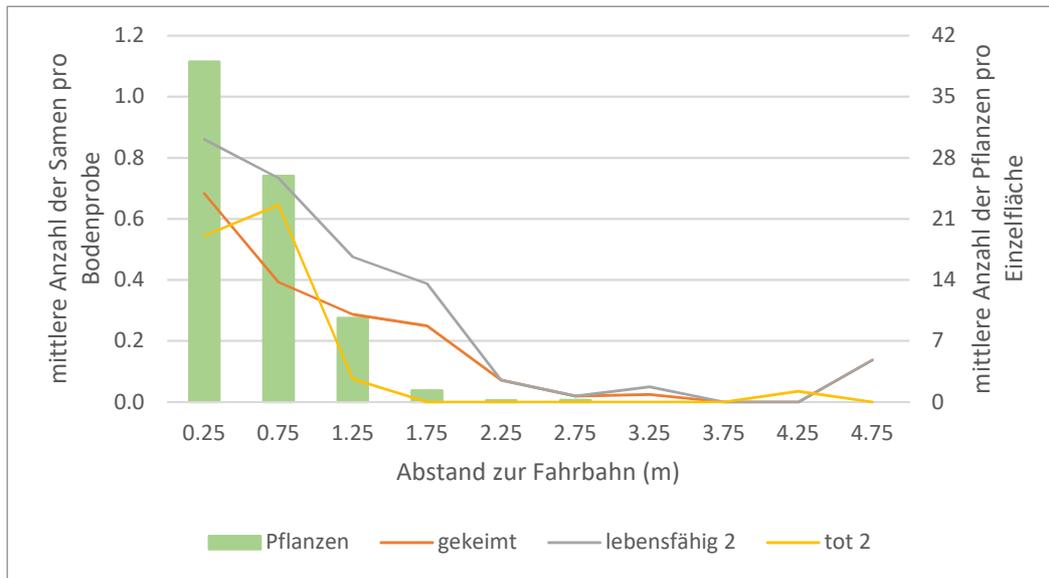


Abb. 60: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Samen-Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern aller Probefläche in Bayern

Tab. 21 zeigt die Korrelationskoeffizienten sowie deren Signifikanzniveaus (2-seitig) zwischen den Antwortvariablen oberirdische Individuendichte, lebensfähig2 sowie dem Abstand zur Fahrbahn. Der Korrelationskoeffizient zeigt die Stärke des Zusammenhangs an, das Vorzeichen gibt die Richtung des Zusammenhangs an und die ** zeigen an, ob der Korrelationskoeffizient mit 99%iger Wahrscheinlichkeit eine signifikante Aussage darstellt. Aufgrund der nicht normalverteilten Daten wurde die Korrelation nach Spearman durchgeführt.

Tab. 21: Korrelationskoeffizienten nach Spearman und Signifikanzniveaus (2-seitig) des Zusammenhangs der Variablen oberirdischer Ragweed-Individuendichte bzw. der Anzahl vitaler Ragweed-Samen (Kateg. „lebensfähig2“) aller Probeflächen in Abhängigkeit zum Abstand zur Fahrbahn; N = Anzahl der entnommenen Proben; das Vorzeichen gibt Richtung des Zusammenhangs an, ** = Signifikanzniveau 0,01

	alle Bayern	BY066	BY101	BY348	BY368	BY133	MD	BY198	BY279	LB
oberirdische Individuen – lebensfähig2	,354**	,186	-,700	-,880	-,106	/	,246	,494**	,698**	,234
oberirdische Individuen – Abstand	-,686**	-,500**	-,830**	-,550**	-,647**	-,542**	-,763**	-,881**	-,758**	-,608**
Lebensfähig2 – Abstand	-,248**	-,510	,157	,199	,474	/	-,091	-,380**	-,644**	-,214
N	525	100	100	40	50	50	55	60	70	50

Nur zwei der Probeflächen (BY198, BY279), sowie alle Probeflächen in Bayern zusammen, zeigen einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl der oberirdisch gefundenen Individuen und den lebensfähig2 Samen. Nur hier kann die signifikante Aussage getroffen werden, dass eine große Anzahl an Individuen auch eine große Anzahl an Samen bedeutet. Die restlichen Probeflächen zeigen bezüglich der Richtung des Zusammenhanges gegenläufige und nicht signifikante Ergebnisse. Vor allem Probefläche BY133 mit null Samen und rund 2,2 Individuen pro Einzelfläche beweist, dass eine sichtbar mit *A. artemisiifolia* befallene Fläche nicht zwingend auf eine große Anzahl auf keimfähigen Samen im Boden hindeutet.

3.4 Mahdregime

3.4.1.1 Zuständigkeitsbereich der Pflegemaßnahmen

Fast alle Straßenmeistereien übernehmen die Pflege der Bankette selbst. Nur die Autobahnmeistereien der Flächen BY066, BY101 und BY198 vergeben die Pflegearbeiten oder Teile davon an ein externes Unternehmen.

3.4.1.2 Mähtechnik/Verfahren mit der anfallenden Biomasse

Die Befragung der Straßenmeistereien hat fünf verschiedene Mahdregime ergeben bei denen jeweils zwei Mal im Jahr gemäht wurde:

1. Mähen und Entfernung der Biomasse (BY066, BY101, BY279)
2. Mulchen und Verbleib der Biomasse (BY133, BY368)

3. Mähen im Frühjahr und Mulchen im Herbst (MD)
4. Mulchen und Entfernung der Biomasse (BY198)
5. Mähen/Mulchen und Verbleib der Biomasse (BY348)

Mit Hilfe des Mann-Whitney-U Tests (Tab. 22) konnte bewiesen werden, dass es einen signifikanten Unterschied in der mittleren Ragweed-Individuendichte und der Summe der vitalen Ragweed-Samen (lebensfähig2) zwischen jenen Probeflächen auf denen das Mahdgut entfernt wird (BY066, BY101, BY198, BY279) und den Probeflächen auf denen das Mahdgut liegen gelassen wird (BY133, BY348, BY368) gibt. Die Probefläche MD wurde nicht berücksichtigt, da hier das Mahdgut im Frühjahr entfernt wird und im Herbst liegen bleibt. Mit Hilfe der Effektstärke ($r = \left| \frac{z}{\sqrt{n}} \right|$; (Effektstärken: $r < 0,01$ = schwach, $0,1 \leq r < 0,3$ = mittel, $r > 0,5$ = stark) kann berechnet werden wie stark dieser Unterschied ist. Dies ergibt für die Individuendichte $r = 0,121$ und für lebensfähig2 $r = 0,115$, was jeweils auf eine schwache Effektstärke hindeutet.

Tab. 22: Mann-Whitney-U Test auf Unterschiede zwischen Probeflächen auf denen Mahdgut entfernt wird und jenen wo es liegen gelassen wird auf die Antwortvariablen mittlere Ragweed-Individuendichte und Summe der vitalen Ragweed-Samen (lebensfähig2) aller Probeflächen

Mann-Whitney-U Test Ränge

	Mahdgutverbleib	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Individuendichte	Mahd bleibt liegen	140	257,55	36056,50
	Mahd wird entfernt	330	226,15	74628,50
	Total	470		
lebensfähig2	Mahd bleibt liegen	140	250,54	35075,00
	Mahd wird entfernt	330	229,12	75610,00
	Total	470		

Statistik für Mann-Whitney-U Test

	Individuendichte	lebensfähig2
Mann-Whitney U	20013,500	20995,000
Wilcoxon W	74628,500	75610,000
Z	-2,617	-2,495
Asymp. Sig. (2-seitig)	,009	,013

a. Grouping Variable: Mahdgut-Verbleib

3.4.1.3 Zeitpunkt der Mäh- und Pflegemaßnahmen

Die untersuchten Probeflächen werden jeweils zwei Mal pro Jahr gemäht/gemulcht. Da bei der Mahd viele verschiedene Faktoren, wie im nächsten Punkt erläutert, eine wichtige Rolle spielen, ist es schwierig solch genaue Aussagen in einem jährlichen Überblick wiederzugeben. Durch unterschiedliche Witterungsbedingungen bzw. das Pflanzenwachstum ändert sich dies von Jahr zu Jahr.

BY066: Frühjahr Mahd + Herbst Mahd

BY101: Frühjahr Mahd + Herbst Mahd

BY348: Mai-Juni Mahd, August-Oktober Mahd

BY368: Frühjahr 1,5 Meter Bankett Mahd, September bis 6 Meter Mahd

BY133: Juni Mulchen + September Mulchen

MD: Frühjahr Mulchen, Herbst Mähen + Absaugen

BY198: Mai + September Mulchen + Absaugen

BY279: Juni-Juli Mahd + September Mahd

3.4.1.4 Faktoren zur Festlegung des Mahdtermins

Die beiden wichtigsten Faktoren die zur Festlegung des Mahdtermins beitragen, waren laut den Angaben der Straßenverwaltungen die Verkehrssicherheit und die Pflanzenentwicklung, also das Wachstum bzw. die Höhe der Vegetation. Fünf der acht Straßenmeistereien gaben diese beiden Faktoren als vorrangige Gründe an (BY066, BY101, BY133, BY279, BY198). Die Verfügbarkeit der Pflegegeräte spielt bei drei Meistereien eine wichtige Rolle (BY368, MD, BY198). Manchmal gehen Geräte kaputt oder es stehen generell nur sehr wenige zur Verfügung. Nur jeweils zwei Straßenmeistereien gaben die Verfügbarkeit personeller Ressourcen (BY368, MD) oder das Wetter (BY066, BY101) als wichtige bzw. limitierende Faktoren an (Abb. 61).

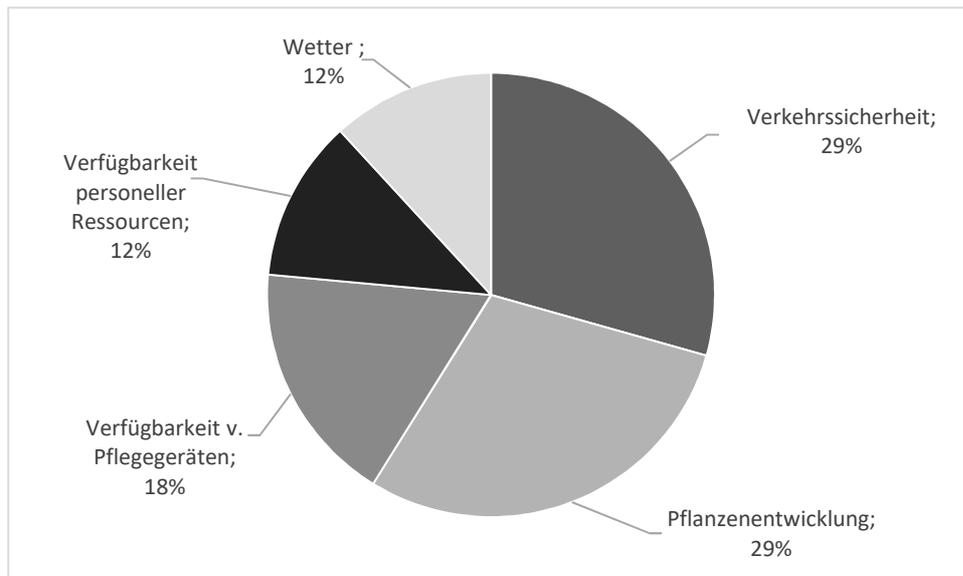


Abb. 61. Faktoren zur Festlegung des Mahdtermins

3.4.1.5 Verfahren bei Neuanlage eines Bankettes

Hierbei wurde erfragt, ob bei Neuanlage eines Banketts eine Saatgutmischung zur schnelleren Begrünung eingesät wurde oder ob diese blank blieben. Nur eine Autobahnmeisterei (BY066, entlang der A99) hat vor ca. 10-15 Jahren ein Bankett eingesät.

3.4.1.6 Problemfelder in der Bankettpflege

Abb. 62 zeigt die wichtigsten Problemfelder der Bankettpflege. Als wichtige Aspekte haben die Straßenmeistereien von uns nicht vorgegebene Faktoren wie den Verkehr, die Anzahl der Hindernisse entlang der Strecke, das schnelle Wachstum der Vegetation oder den Interessenskonflikt zwischen verschiedenen Disziplinen wie Landwirtschaft, Naturschutz, Verkehrsteilnehmer und Straßenmeistereien angegeben. Eine Rolle spielen auch die Maschinenausstattung, der Druck der Öffentlichkeit und neue Pflanzenarten. Weniger wichtig wurden Verschärfungen in der Gesetzgebung und Personalmangel beurteilt.

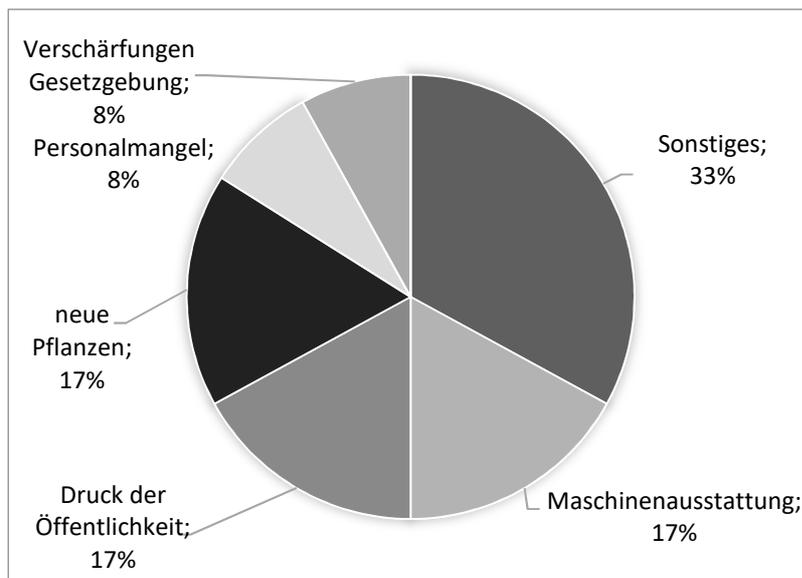


Abb. 62: Problemfelder in der Bankettpflege

3.4.1.7 Sinnvolle Maßnahmen aus Sicht des Straßenmeisters

Von den Straßenmeistern wurden als sinnvolle Maßnahmen häufigeres Mähen, mehr Personal zur besseren Bekämpfung, intensivere Pflege der Bankette, regelmäßige Mahd mit Entfernung der Biomasse und individuelle Entscheidungen je nach Fläche (um den Interessenskonflikt zu minimieren) genannt.

3.5 Klimadaten

Für die Auswertungen mit Klimadaten wurden die Faktoren Temperatur in zwei Metern Höhe (°C), Niederschlag (mm) und Sonnenscheindauer (h) herangezogen (siehe Anhang Tab. 47, Tab. 48, Tab. 49). Mit Hilfe dieser Faktoren wird untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen der Individuendichte der Probeflächen und dem Durchschnitt des jeweiligen Faktors in der untersuchten Vegetationsperiode gibt.

3.5.1 Temperatur

Mit Hilfe des Kruskal-Wallis Tests für nicht-parametrische Daten konnte gezeigt werden, dass es in Bezug auf die Temperatur einen signifikanten Unterschied zwischen den mittleren Ragweed-Individuendichten der in Gruppen mit ansteigenden Temperatur-Monatsmitteln in der Vegetationsperiode (März bis Oktober) zusammengefassten Probeflächen gibt (Tab. 23). Dazu wurden die Probeflächen in Gruppen mit aufsteigenden Temperatur-Monatsmittelwerten (in der Vegetationsperiode von März bis Oktober der Jahre 2003-2018) der Temperatur wie folgt eingeteilt:

- <12,9°C BY348, BY368,

- 12,9-13,4°C, MD, BY198
- 13,4-13,9°C, BY133, BY279
- >13,9°C BY066, BY101, LB

Tab. 23: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Individuendichten auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Temperaturmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche

Kruskal-Wallis Test - Individuendichte

Individuendichte	
Kruskal-Wallis H	61,490
df	3
Asymp. Sig.	,000

Zwischen den Monatsmitteltemperatur-Gruppen gibt es paarweise signifikante Unterschiede in den mittleren Ragweed-Individuendichten beim Vergleich fast aller Gruppen. Nur die Gruppen „13,4°C bis 13,9°C“ und „>13,9°C“ weisen keinen signifikanten Unterschied voneinander auf (Tab. 24).

Tab. 24: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Individuendichte vom Faktor Temperatur-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Temperaturmitteln zusammengefasst

Paarweise Vergleich des Faktors Temperatur - Individuendichte

Sample 1/Sample 2	Teststatistik	Standard-Fehler	Std. Teststatistik	Sig.	Adj. Sig. ^a
13,4°C bis 13,9 °C/>13,9°C	-19,781	17,182	-1,151	,250	1,000
13,4°C bis 13,9 °C/12,9 °C bis 13,4°C	80,976	18,813	4,304	,000	,000
13,4°C bis 13,9 °C/<12,9 °C	143,988	21,574	6,674	,000	,000
>13,9°C/12,9 °C bis 13,4°C	61,195	15,817	3,869	,000	,001
>13,9°C/<12,9 °C	124,207	19,019	6,531	,000	,000
12,9 °C bis 13,4°C/<12,9 °C	63,012	20,504	3,073	,002	,013

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Abb. 63 veranschaulicht die Unterschiede der Ragweed-Individuendichten pro Einzelflächen bezogen auf die vier verschiedenen Temperatur-Gruppen. Es ist zu erkennen, dass in Regionen mit Temperaturmitteln (März bis Oktober) kleiner 12,9°C und 12,9 bis 13,4°C eine deutlich höhere

Individuendichte vorzufinden war, als in Regionen mit einem Temperaturmittel (März bis Oktober) über 13,4°C.

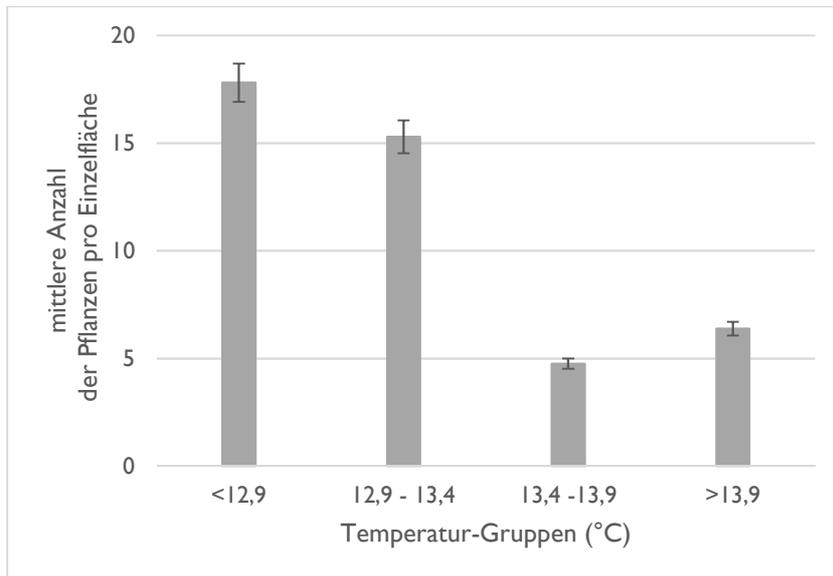


Abb. 63: Mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die Temperatur-Gruppen (°C) mit 5%igen Fehlerindikator

Tab. 25 und Tab. 26 zeigen die Ergebnisse der linearen Regression mit den beiden Variablen „Temperatur-Gruppen“ (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable). Das in Tab. 25 vorkommende R-Quadrat zeigt, dass mithilfe dieses Modells 2,9% der Ragweed-Individuendichte mit dem Faktor Temperatur erklärt werden können. Dies ist ein signifikantes Ergebnis und bedeutet, dass die Temperatur-Gruppen Einfluss auf die Ragweed-Individuendichte haben (siehe „Sig.“ Tab. 26).

Tab. 25: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)

Modellzusammenfassung Regression

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,170 ^a	,029	,027	25,765

a. Einflussvariablen: (Konstante), Temperatur-Gruppen

Tab. 26: ANOVA von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)

		ANOVA^a				
Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
I	Regression	12105,330	1	12105,330	18,235	,000 ^b
	Nicht standardisierte Residuen	406945,304	613	663,859		
	Gesamt	419050,634	614			

a. Abhängige Variable: Ragweed-Individuendichte

b. Einflussvariablen: (Konstante), Temperatur-Gruppen

Der Kruskal-Wallis Test zeigt in Bezug auf die Temperatur einen signifikanten Unterschied zwischen den mittleren Ragweed-Samendichten der Vitalitätsklasse „leb2“ (Tab. 27). Dazu wurden die Gruppen mit ansteigenden Monatsmittel-Temperaturen der Vegetationsperiode (März bis Oktober) verwendet.

Tab. 27: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Temperaturmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche

Kruskal-Wallis Test – Samen (lebensfähig2)

lebensfähig2	
Kruskal-Wallis-H	35,220
df	3
Asymp. Sig.	,000

Tab. 28 zeigt paarweise signifikante Unterschiede bezüglich der Ragweed-Samendichte der Vitalitätsklasse „leb2“ zwischen vier Monatsmitteltemperatur-Gruppen. Keine signifikanten Unterschiede konnten zwischen den Gruppen „>13,9°C“ und 13,4 bis 13,9°C“ sowie „13,4 bis 13,9°C“ und „12,9 – 13,4°C“ nachgewiesen werden.

Tab. 28: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Samendichte (leb2) vom Faktor Temperatur-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Temperaturmitteln zusammengefasst

Paarweise Vergleich des Faktors Temperatur – Samen (lebensfähig2)

Sample 1/Sample 2	Teststatistik	Standardfehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
>13,9°C/13,4°C bis 13,9 °C	20,800	12,292	1,692	,091	,544
>13,9°C/12,9 °C bis 13,4°C	27,286	11,316	2,411	,016	,095
>13,9°C/<12,9 °C	80,336	13,606	5,904	,000	,000
13,4°C bis 13,9 °C/12,9 °C bis 13,4°C	6,485	13,459	,482	,630	1,000
13,4°C bis 13,9 °C/<12,9 °C	59,536	15,434	3,857	,000	,001
12,9 °C bis 13,4°C/<12,9 °C	53,051	14,669	3,617	,000	,002

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanzen (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

In Abb. 64 wird die mittlere Ragweed-Samendichte der Vitalitätsstufe „lebensfähig2“ bezogen auf die definierten Temperatur-Gruppen dargestellt. Der größte Anteil lebensfähiger Samen pro Bodenprobe (rund 0,94) wurde in Regionen mit einem Temperaturmittel (März bis Oktober) von unter 12,9°C nachgewiesen. Ein deutlicher Unterschied ist zu Regionen mit einem Temperaturmittel (März bis Oktober) von über 13,9°C zu erkennen, bei dem nur rund 0,05 lebensfähige Samen pro Bodenprobe nachgewiesen wurden.

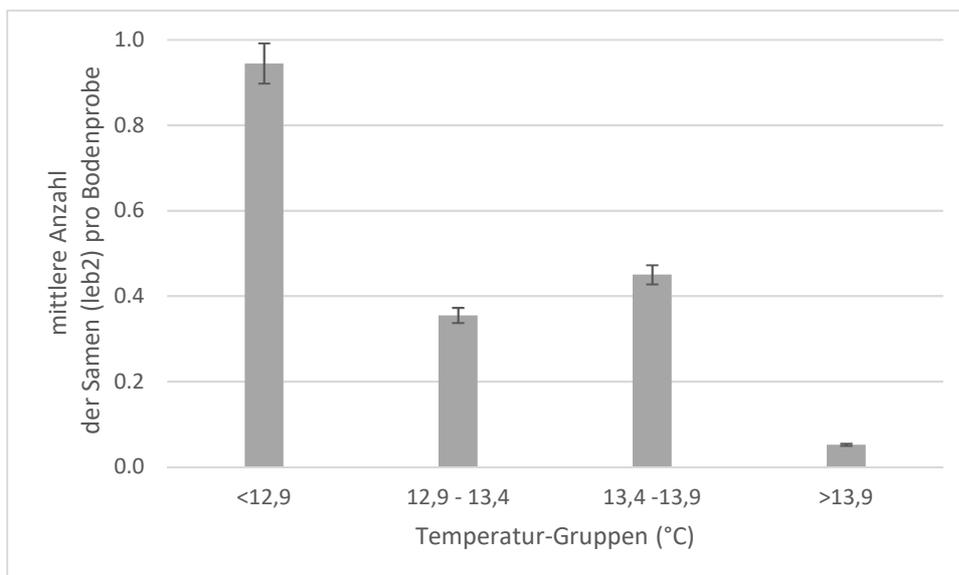


Abb. 64: Mittlere Ragweed-Samendichte (leb2) pro Bodenprobe bezogen auf die Temperatur-Gruppen (°C) mit 5%igen Fehlerindikator

Tab. 29 und Tab. 30 zeigen die Ergebnisse der linearen Regression mit den beiden Variablen Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable). R-Quadrat in Tab. 29 zeigt, dass mithilfe dieses Modells 2,6% der Ragweed-Samendichte „leb2“ mit den Temperatur-Gruppen erklärt werden können. Dies ist ein signifikantes Ergebnis und bedeutet, dass die Temperatur-Gruppen Einfluss auf die Ragweed-Samendichten „leb2“ haben (siehe „Sig.“ Tab. 30).

Tab. 29: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)

Modellzusammenfassung Regression

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
I	,162 ^a	,026	,025	1,220

a. Einflussvariablen: (Konstante), Temperatur-Gruppen

Tab. 30: ANOVA von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)

ANOVA^a

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
I	Regression	24,633	1	24,633	16,551	,000 ^b
	Nicht standardisierte Residuen	912,333	613	1,488		
	Gesamt	936,966	614			

a. Abhängige Variable: Ragweed-Samendichte Vitalitätsstufe lebensfähig²

b. Einflussvariablen: (Konstante), Temperatur-Gruppen

3.5.2 Niederschlag

Genau wie bei der Analyse des möglichen Einfluss-Faktors Temperatur auf Ragweed-Variablen wurden auch beim Faktor Niederschlag in der Vegetationsperiode (März bis Oktober) die Probeflächen grob in folgende Gruppen eingeteilt:

- <70mm BY348, BY133, BY279
- 70-90mm BY066, BY101, MD
- >90mm BY368, BY198, LB

Die Anwendung des Kruskal-Wallis Tests auf Unterschiede des Faktors Niederschlag in der Individuendichte sagt aus, dass es mit einer Signifikanz von 0,000 Unterschiede zwischen den Niederschlagsgruppen der Probeflächen gibt (Tab. 31).

Tab. 31: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Individuendichten auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche

Kruskal Wallis Test - Individuendichte

Individuendichte	
Kruskal-Wallis H	23,531
df	2
Asymp. Sig.	,000

Tab. 32 zeigt signifikante Unterschiede zwischen zwei der drei Niederschlags-Gruppen. Keinen Unterschied gibt es zwischen den Gruppen „<70mm“ und „>90mm“.

Tab. 32: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Individuendichte vom Faktor Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Niederschlagsmitteln zusammengefasst)

Paarweise Vergleich des Faktors Niederschlag – Individuendichte

Sample 1/Sample 2	Teststatistik	Standard-Fehler	Std. Teststatistik	Sig.	Adj. Sig. ^a
70mm bis 90mm/<70mm	44,168	15,191	2,908	,004	,011
70mm bis 90mm/>90mm	-70,747	15,191	-4,657	,000	,000
<70mm/>90mm	-26,578	17,298	-1,536	,124	,373

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Regionen mit Niederschlagsmitteln (März bis Oktober) über 90mm zeigten auf den Probeflächen die höchste mittlere Anzahl an Ragweed-Individuen pro Einzelfläche (14,52). Ähnlich dazu sind Regionen mit Niederschlagsmitteln (März bis Oktober) unter 70mm (12,19). In Regionen mit Niederschlagsmitteln (März bis Oktober) von 70-90mm wurden die geringsten mittleren Anzahlen von Ragweed-Individuen pro Einzelfläche nachgewiesen (6,39) (Abb. 65).

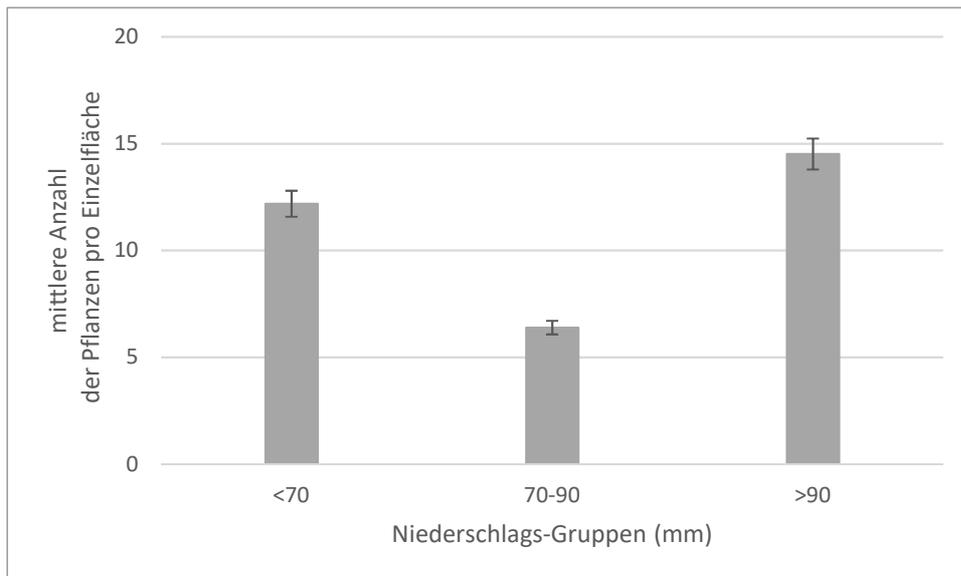


Abb. 65: Mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die Niederschlags-Gruppen (mm) mit 5%igen Fehlerindikator

Tab. 33 und Tab. 34 zeigen die Ergebnisse der linearen Regression mit den beiden Variablen Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable). Es wird ersichtlich, dass die Niederschlags-Gruppen keinen Einfluss auf die Ragweed-Individuendichte hat.

Tab. 33: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)

Modellzusammenfassung Regression

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
I	,045 ^a	,002	,000	26,119

a. Einflussvariablen : (Konstante), Niederschlags-Gruppen

Tab. 34: ANOVA von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)

ANOVA^a

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
I	Regression	860,060	1	860,060	1,261	,262 ^b
	Nicht standardisierte Residuen	418190,574	613	682,203		
	Gesamt	419050,634	614			

a. Abhängige Variable: Ragweed-Individuendichte

b. Einflussvariablen: (Konstante), Niederschlags-Gruppen

Der Kruskal-Wallis Test zeigt in Bezug auf den Niederschlag einen signifikanten Unterschied zwischen den mittleren Ragweed-Samendichten der Vitalitätsklasse „leb2“ (Tab. 35). Dazu wurden die Gruppen mit ansteigenden Monatsmittel-Niederschlägen der Vegetationsperiode (März bis Oktober) verwendet.

Tab. 35: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche

**Kruskal-Wallis Test – Samen
(lebensfähig2)**

lebensfähig2	
Kruskal-Wallis-H	33,714
df	2
Asymp. Sig.	,000

Der Paarweise Vergleich des Faktors Niederschlag zeigt signifikante Unterschiede bezüglich der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) zwischen allen Niederschlags-Gruppen (Tab. 36).

Tab. 36: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Samendichte (leb2) vom Faktor Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Niederschlagsmitteln zusammengefasst)

Paarweise Vergleiche des Faktors Niederschlag – Samen (lebensfähig2)

Sample 1/Sample 2	Teststatistik	Standardfehler	Standardtest- statistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
70mm bis 90mm/>90mm	-35,471	10,867	-3,264	,001	,003
70mm bis 90mm/<70mm	61,327	10,867	5,643	,000	,000
>90mm/<70mm	25,856	12,375	2,089	,037	,110

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanzen (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Abb. 66 zeigt die mittleren Anzahlen der Ragweed-Samen der Vitalitätsstufe „lebensfähig2“ bezogen auf die drei Niederschlags-Gruppen. Regionen mit mittleren Niederschlägen (März bis Oktober) kleiner 70mm wiesen die höchste mittlere Anzahl an Ragweed-Samen pro Bodenprobe auf (rund 0,81). Die wenigsten mittleren Ragweed-Samen je Bodenprobe wurde in Regionen mit mittleren Niederschlägen (März bis Oktober) zwischen 70 und 90 mm nachgewiesen (rund 0,13).

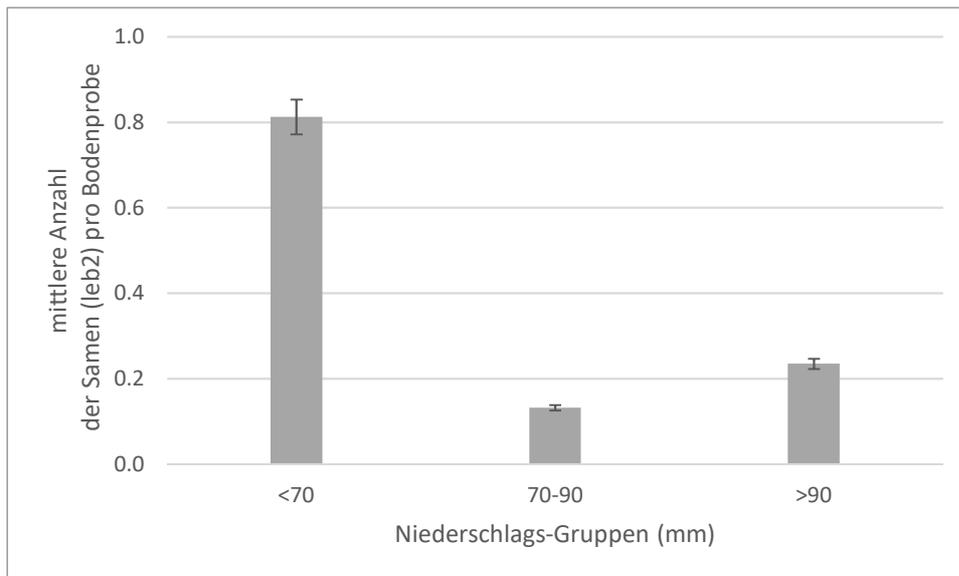


Abb. 66: Mittlere Ragweed-Samendichte (leb2) pro Bodenprobe bezogen auf die Niederschlags-Gruppen (mm) mit 5%igen Fehlerindikator

Tab. 37 und Tab. 38 zeigen die Ergebnisse der linearen Regression mit den beiden Variablen Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable). R-Quadrat in Tab. 37 zeigt, dass mithilfe dieses Modells 1% der Ragweed-Samendichte „leb2“ mit den Niederschlags-Gruppen erklärt werden können. Dies ist ein signifikantes Ergebnis und bedeutet, dass die Niederschlags-Gruppen Einfluss auf die Ragweed-Samendichten „leb2“ haben (siehe „Sig.“ Tab. 30).

Tab. 37: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichten „leb2“ (abhängige Variable)

Modellzusammenfassung Regression

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
I	,099 ^a	,010	,008	1,230

a. Einflussvariablen: (Konstante), Niederschlags-Gruppen

Tab. 38: ANOVA von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)

ANOVA^a

Modell	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
I Regression	9,210	1	9,210	6,085	,014 ^b
Nicht standardisierte Residuen	927,756	613	1,513		
Gesamt	936,966	614			

a. Abhängige Variable: Ragweed- Samendichte Vitalitätsstufe lebensfähig2

b. Einflussvariablen: (Konstante), Niederschlags-Gruppen

3.5.3 Sonnenscheindauer

Wie bei den Faktoren zuvor wurden die Probeflächen in Sonnenscheindauer-Gruppen (monatliche Sonnenscheindauer in der Vegetationsperiode) eingeteilt:

- <170h BY368
- 170-190h BY348
- >190h BY066, BY101, BY133, BY198, BY279, MD, LB

Die Teststatistik des Kruskal-Wallis Tests ergibt mit einer Signifikanz von 0,000 einen signifikanten Unterschied der Ragweed-Individuendichten zwischen den definierten Probeflächen-Gruppen mit unterschiedlicher monatlicher Sonnenscheindauer in der Vegetationsperiode (Tab. 39).

Tab. 39: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Individuendichte auf den Probeflächen in Abhängigkeit von Sonnenscheindauer-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche

Kruskal-Wallis Test - Individuendichte

Individuendichte	
Kruskal-Wallis H	76,487
df	2
Asymp. Sig.	,000

Der Paarweise Vergleich des Faktors Sonnenscheindauer ergibt signifikante Unterschiede in der Individuendichte zwischen den Gruppen „>190h“/„170 bis 180h“ und „<170“/„170h bis 180h“ (Tab. 40). Ein Unterschied zwischen den eigentlich sich am stärksten unterscheidenden Gruppen von „<170h“ und „>190h“ konnte nicht signifikant nachgewiesen werden.

Tab. 40: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Individuendichte vom Faktor Sonnenscheindauer pro Monat (in der Vegetationsperiode) der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Sonnenscheindauern zusammengefasst

Paarweise Vergleich des Faktors Sonnenscheindauer - Individuendichte

Sample 1/Sample 2	Teststatistik	Standard-Fehler	Std. Teststatistik	Sig.	Adj. Sig. ^a
>190h/<170h	21,714	22,899	,948	,343	1,000
>190h/170h bis 180h	221,844	25,378	8,742	,000	,000
<170h/ 170h bis 180h	-200,130	32,820	-6,098	,000	,000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same.

Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Abb. 67 zeigt die mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die drei Sonnenscheindauer-Gruppen. Regionen mit einer mittleren Sonnenscheindauer (März bis Oktober) von 170-190 Stunden wiesen die höchsten mittleren Anzahlen von Ragweed-Individuen auf (34,48). Die beiden Sonnenscheindauer-Gruppen <170 (4,48) und >190 Stunden (8,67) wiesen deutlich geringere mittlere Anzahlen auf.

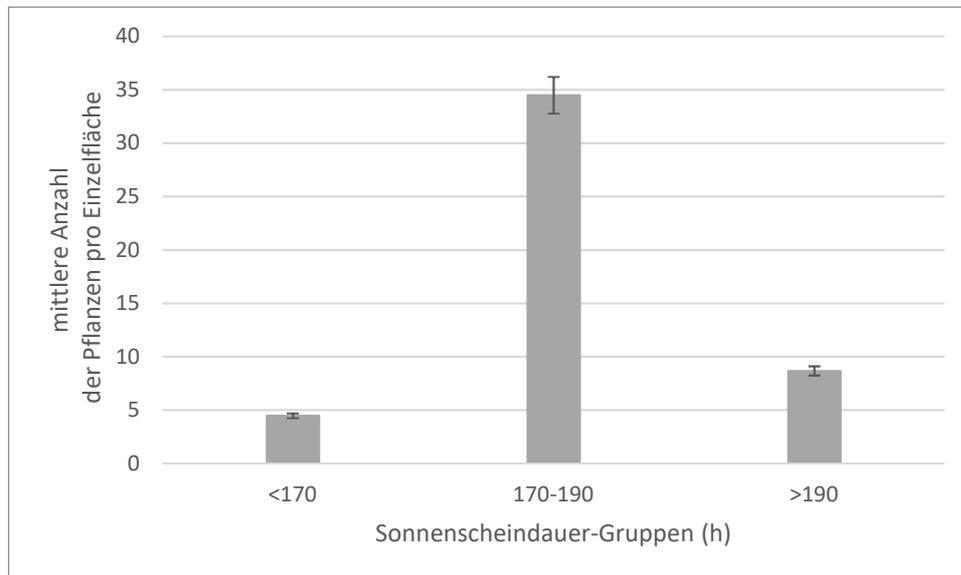


Abb. 67: Mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die Sonnenscheindauer-Gruppen (h) mit 5%igen Fehlerindikator

Tab. 41 und Tab. 42 zeigen die Ergebnisse der linearen Regression mit den beiden Variablen „Sonnenscheindauer-Gruppen“ (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable). Aus den beiden Tabellen wird ersichtlich, dass die Sonnenscheindauer-Gruppen keinen Einfluss auf die Ragweed-Individuendichte hat.

Tab. 41: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)

Modellzusammenfassung Regression				
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
I	,035 ^a	,001	,000	26,130

a. Einflussvariablen: (Konstante), Sonnenscheindauer-Gruppen

Tab. 42: ANOVA von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)

ANOVA^a						
Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
I	Regression	510,960	1	510,960	,748	,387 ^b
	Nicht standardisierte Residuen	418539,674	613	682,773		
	Gesamt	419050,634	614			

a. Abhängige Variable: Ragweed-Individuendichte

b. Einflussvariablen: (Konstante), Sonnenscheindauer-Gruppen

Die Teststatistik des Kruskal-Wallis Tests ergibt mit einer Signifikanz von 0,000 einen signifikanten Unterschied der Ragweed-Samendichten (leb2) zwischen den definierten Probeflächen-Gruppen mit unterschiedlicher monatlicher Sonnenscheindauer in der Vegetationsperiode (März bis Oktober) (Tab. 43).

Tab. 43: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) auf den Probeflächen in Abhängigkeit von Sonnenscheindauer-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche

Kruskal-Wallis Test – Samen (leb2)

	leb2
Kruskal-Wallis-H	78,994
df	2
Asymp. Sig.	,000

Der Paarweise Vergleich des Faktors Sonnenscheindauer ergibt bezüglich der Ragweed-Samendichte (leb2) signifikante Ergebnisse. Nur zwischen den Gruppen <170h und >190h konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (Tab. 44).

Tab. 44: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Samendichte (leb2) vom Faktor Sonnenscheindauer pro Monat (in der Vegetationsperiode) der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Sonnenscheindauern zusammengefasst

**Paarweise Vergleich des Faktors Sonnenscheindauer – Samen
(lebensfähig2)**

Sample 1/Sample 2	Teststatistik	Standardfehler	Standardtest- statistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
<170h/>190h	-6,558	16,382	-,400	,689	1,000
<170h/170h bis 180h	-166,690	23,480	-7,099	,000	,000
>190h/170h bis 180h	160,132	18,155	8,820	,000	,000

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanzen (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Abb. 68 zeigt die mittlere Anzahl lebensfähiger Samen pro Bodenprobe bezogen auf die mittlere Sonnenscheindauer (März bis Oktober) der Sonnenscheindauer-Gruppen. Die höchste Anzahl von lebensfähigen Samen pro Bodenprobe (1,9) konnte in Regionen mit einer Sonnenscheindauer von 170 bis 190 h nachgewiesen werden. In Regionen mit einer Sonnenscheindauer von <170h und >190h wurden weit weniger (0,18 und 2,32) lebensfähige Samen pro Bodenprobe nachgewiesen werden.

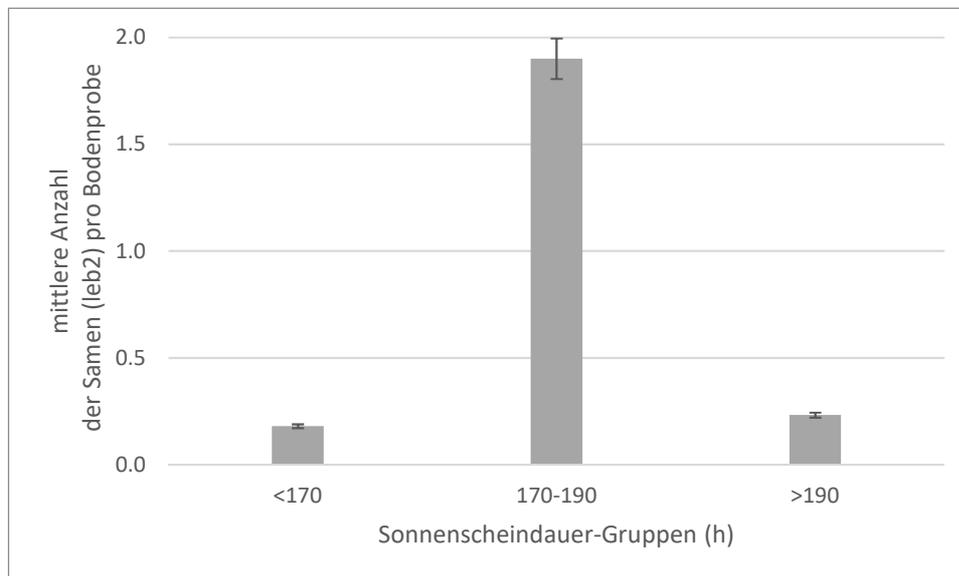


Abb. 68: Mittlere Ragweed-Samendichte (lebensfähig2) pro Bodenprobe bezogen auf die Sonnenscheindauer-Gruppen (h) mit 5%igen Fehlerindikator

Tab. 45 und Tab. 46 zeigen die Ergebnisse der linearen Regression mit den beiden Variablen Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichten „leb2“ (abhängige

Variable). Aus den beiden Tabellen wird ersichtlich, dass die Sonnenscheindauer-Gruppen keinen Einfluss auf die Ragweed-Samendichte hat.

Tab. 45: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)

Modellzusammenfassung Regression

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
I	,012 ^a	,000	-,001	1,236

a. Einflussvariablen: (Konstante), Sonnenscheindauer-Gruppen

Tab. 46: ANOVA von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichten „leb2“ (abhängige Variable)

ANOVA^a

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
I	Regression	,132	1	,132	,087	,769 ^b
	Nicht standardisierte Residuen	936,833	613	1,528		
	Gesamt	936,966	614			

a. Abhängige Variable: Ragweed-Samendichte der Vitalitätsstufe lebensfähig2

b. Einflussvariablen: (Konstante), Sonnenscheindauer-Gruppen

4 Diskussion

4.1 Keimfähigkeit

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass zirka ein Drittel der gefundenen Samen keinen Embryo besaßen (Tab. 16). Es bedeutet also, dass ein großer Teil der Samen im Boden schon allein deswegen lebensunfähig ist. Dies könnte möglicherweise darauf zurückzuführen sein, dass die Fläche zum richtigen Zeitpunkt gemäht wurde, sodass das Nachreifen der liegengebliebenen geschnittenen Ragweed-Pflanzensamen nicht mehr möglich war (Karrer und Pixner 2012).

Außerdem ist es natürlich möglich, dass einige Samen schon seit langer Zeit im Boden sind und die Gegebenheiten für eine Keimung nicht ideal waren. Wenn nämlich Temperatur, Feuchtigkeit oder Licht-Verfügbarkeit nicht stimmen, verbleiben die Samen so lange im Boden, bis sie geeignete Gegebenheiten vorfinden. Sollte dies nie geschehen, können die Samen nach langer Zeit im Boden spontan absterben (Karrer 2016b). Harrison et al. (2007) haben für *Ambrosia trifida* gezeigt, dass die Keimfähigkeit der Samen mit nur wenigen Jahren stark abnimmt. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Hall 2016) in Ihrer Masterarbeit über die Keimfähigkeit und Lebensfähigkeit von *A. artemisiifolia*-Samen. Ihre Studie belegt, dass innerhalb von fünf Jahren die Keimfähigkeit um fast 90% sinkt. Karrer 2016a) zeigt, dass die Keimfähigkeit während nur eines Jahres um knappe 30% sank. Jedoch Ragweed-Samen die sich zwei Jahre im Boden befanden um nur etwas mehr als 10% sank. Die Langlebigkeit von Ragweed-Samen im Boden hängt außerdem von der Tiefe in der sich die Samen befinden ab. Ragweed-Samen in tieferen Bodenschichten (20cm bzw. 25cm Tiefe) haben eine längere Überlebenschance als jene in weniger tiefen Bodenschichten (5cm bzw. 8cm Tiefe) (Karrer et al. 2016a; Harrison et al. 2007). Neuere Daten (Karrer 2020 unpubl.) weisen darauf hin, dass gut ausgereifte Samen offensichtlich mindestens 10 Jahre lang zu 90 % keimfähig bleiben können.

Die Samen die einen wohl entwickelten Embryo besaßen wurden mittels TTC-Tests ausnahmslos als lebensfähig identifiziert. Dies zeigt also, dass der Großteil der Samen die sich in der Bodensamenbank befinden zu *A. artemisiifolia*-Pflanzen heranwachsen kann.

Die Keimfähigkeit der Samen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dies kann einerseits der geographische Ort sein, an dem klimatische Bedingungen wie Sonnenscheindauer, Niederschlag und Temperatur gekoppelt sind. In der vorliegenden Arbeit konnten die beiden Faktoren Temperatur und Niederschlag als Einflussvariablen auf die Ragweed-Samendichte keimfähiger Samen lokaler Populationen nachgewiesen werden (Tab. 30, Tab. 38). Andererseits weist die Keimfähigkeit auch innerhalb der Probeflächen unterschiedliche Verteilungen auf. Die Entfernung zur Straße und die damit einhergehende Veränderung der Fläche könnten ausschlaggebend für dieses Ergebnis sein. Während der Bankett-Bereich mehr oder weniger eben ist, fällt oder steigt die dahinterliegende Böschung oft. Auch andere bauliche Maßnahmen (Vorflutergräben, Begleitwege, andere Landnutzungsformen wie

Äcker und Gebüsche) können zu – für Ragweed – deutlich schlechteren Standortbedingungen und damit zu einer geringen Individuendichte und Bodensamenbankbesetzung führen.

4.2 Individuendichte

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, dass eine hohe Ragweed-Individuendichte nicht immer auf eine große Ragweed-Samendatenbank hindeutet (Tab. 21). Als Beispiel dient Probefläche BY133, bei der zwar oberirdische Ragweed-Individuen gefunden wurden, jedoch kein einziger Samen in der Bodensamenbank zu finden war. Dies kann jedoch verschiedene Gründe haben. Es besteht die Möglichkeit, dass diese Probefläche erst jüngst von *A. artemisiifolia* besiedelt wurde, sodass ein Anhäufen der Ragweed-Samen noch nicht möglich war. Außerdem spielt der Straßentyp (ob die Straße befestigt bzw. asphaltiert ist), die Straßeninstandhaltung (Arbeiten am Bankett) und das Verkehrsaufkommen eine Rolle für die Größe der Population (Gelbard und Belnap 2003; Meunier 2008; Lelong et al. 2009; Truscott et al. 2005). Auch das Mahdregime der vergangenen Jahre kann Einfluss auf die aktuelle Ragweed-Individuendichte haben (siehe Kapitel 4.4 und dortige Quellen).

Im Zusammenhang mit einjährigen Arten wie *A. artemisiifolia* spielen natürlich auch jahresspezifische Witterungsverläufe wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer eine wichtige Rolle (Nawrath und Alberternst 2011). Klimavariablen wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer haben einen großen Einfluss auf das Vorhandensein bzw. die Ausbreitung von Ragweed (siehe Kapitel 3.5, 4.5 und dortige Quellen). In der vorliegenden Arbeit konnte der Faktor Temperatur als Einflussfaktor auf Ragweed-Individuendichte nachgewiesen werden (Tab. 23 bis Tab. 26, Abb. 63). Niederschlag (Tab. 34) und Sonnenscheindauer (Tab. 42) weisen laut vorliegenden Ergebnissen jedoch keinen ausreichenden Beweis als Einflussfaktoren auf lokale Ragweed-Individuendichten auf, obwohl signifikante Unterschiede zwischen Verschiedenen Niederschlags- (Tab. 23 & Tab. 24) und Sonnenscheindauer-Gruppen (Tab. 39 & Tab. 40) gezeigt werden konnten.

4.3 Korrelationen zwischen lebensfähig², Individuendichte und Abstand zur Fahrbahn

Die Ergebnisse der errechneten Zusammenhänge zwischen den gefundenen lebensfähig² Samen im Boden und den oberirdischen Individuen von *A. artemisiifolia* ergeben nur teilweise einen positiven Zusammenhang. Bei zwei der neun Probeflächen gibt es einen signifikanten Zusammenhang dieser beiden Faktoren (Tab. 21). Das bedeutet also, dass an diesen Flächen davon ausgegangen werden kann, dass eine hohe Anzahl an oberirdischen Individuen eventuell auf eine hohe Anzahl von lebensfähigen Samen hindeutet. An den anderen Flächen haben diese beiden Faktoren keinen signifikanten Einfluss aufeinander.

Es gibt verschiedene Gründe für das Fehlen dieses Zusammenhangs. Beispielsweise kann die Steigung der Böschung oder das Vorhandensein einer technisch verbauten Regenrinne eine Ursache dafür sein. So könnten die Samen der oberirdischen Ragweed-Individuen durch Regen oder Schnee erodiert werden und dort in den Boden gelangen oder sogar über den Vorfluter abtransportiert werden. Fumanal (2007) hat die gute Schwimmfähigkeit der Ragweed-Samen nachgewiesen. Eine weitere Erklärung könnte das Alter des vorhandenen Bestandes sein. Ist die Fläche erst vor kurzem mit *A. artemisiifolia* besiedelt worden, so ist die Bodensamenbank wahrscheinlich noch relativ klein. Ein anderer Grund wäre die erfolgreiche Pflege der Fläche, z.B. durch Mahd, sodass es den Pflanzen nicht möglich war neue Samen zu produzieren und die Bodensamenbank somit erst gar nicht zu Stande kommen konnte bzw. nicht erweitert werden konnte. Oberirdische Konkurrenzvegetation (Meiss et al. 2008; Essl et al. 2015; Karrer et al. 2011) oder bestimmte abiotische Einflussfaktoren können es den Samen außerdem erschweren überhaupt zu keimen. Karrer und Milakovic (2016a) konnten nachweisen, dass intelligente Mahdregimes und bestimmte Konkurrenzvegetationsmischungen imstande sind, die saisonale Entwicklung von Ragweed fast zu 100 % zu verhindern.

Die Ergebnisse zeigen ganz klar, dass je größer die Entfernung zur Straße ist, desto weniger Pflanzen bzw. Samen aufzufinden sind. An allen acht Probeflächen in Bayern sowie der Vergleichsprobefläche in Leibnitz konnte dieser Zusammenhang signifikant nachgewiesen werden (Tab. 21). Zwar konnten einige Samen auch in weiter entfernten Bereichen der Fahrbahn gefunden werden, jedoch zeigt die oberirdische Individuendichte, dass eine Etablierung in hinteren Bereichen der Probefläche nicht möglich ist.

Dies hängt womöglich mit der teils starken Konkurrenzvegetation im hinteren Bereich der Probeflächen zusammen. Die heimische Vegetation die hier schon eine dichte Grasnarbe gebildet hat lässt es *A. artemisiifolia* nur schwer zu sich hier zu etablieren. Hier kann *A. artemisiifolia* nicht mehr von für sie besseren Standortbedingungen profitieren. Die Konkurrenten vermögen an den hinteren Abschnitten der Böschungen die geringere Mahdintensität durchwegs besser für sich zu nutzen. Die richtige Begrünung bei Anlegung eines neuen Banketts bzw. bei Wiederherstellung nach Bauarbeiten/Unfall etc. kann also beispielsweise ein starkes Aufkommen von *A. artemisiifolia* verhindern. Schnell wachsende Pflanzen die rasch eine dichte Vegetationsdecke bilden sind hierfür besonders wichtig (Meiss et al. 2008; Essl et al. 2015; Gentili et al. 2017; Karrer et al. 2011). Karrer et al. (2011) sowie Karrer und Milakovic (2016a) führen hier vor allem hohe Anteile von *Lolium perenne* als höchst effiziente Konkurrenz von Ragweed an.

4.4 Einfluss des Mahdregimes auf Individuendichte und Bodensamenbank

Die Mahd ist eine der wichtigsten Bekämpfungsmethoden von *A. artemisiifolia* entlang von Straßen. Wie beispielsweise Milakovic et al. (2014b) und Lommen et al. (2018) zeigen, hängt der Erfolg der

Verdrängung von *A. artemisiifolia* stark mit dem richtigen Mahdregime zusammen. Zeitpunkt und Frequenz der Mahd spielen eine entscheidende Rolle, wenn es um das Eindämmen der Art geht (Karrer et al. 2016c; Milakovic und Karrer 2016). Lommen et al. 2018) konnten nachweisen, dass eine Mahd kurz vor der weiblichen Blüte eine starke Reduktion der endgültigen Höhe der Ragweed-Pflanze mit sich bringt und somit weniger Ragweed-Samen entwickelt werden können. Die Untersuchungen von Milakovic et al. (2014b) zeigten die effektivsten Ergebnisse zur Eindämmung von Ragweed bei einer Mahd kurz vor der männlichen Blüte mit nachfolgenden Mähmaßnahmen vor Beginn weiterer Blüten der Seitentriebe. Regelmäßige Kontrollen der Pflanzenentwicklung (lokales phänologisches Monitoring) sind in Bezug auf effektive Managementmaßnahmen also unumgänglich, um den idealen Mähzeitpunkt festzulegen (Karrer et al. 2011).

Bei den Banketten der vorliegenden Studie wurde die Untersuchung des aktuellen Mahdregimes nur im geringen Ausmaß betrieben. Für die exakte Ermittlung der Pflege der Bankette wäre ein genaues Monitoring über längere Zeit hinweg notwendig. Genaue Zusammenhänge zwischen dem Mahdregime und dem Vorkommen von Individuen oder Samen konnten in Bayern bisher nur schwer hergestellt werden. Jedoch konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass es Unterschiede zwischen jenen Probeflächen gibt, auf denen das abgemähte Mahdgut liegen gelassen wird und auf denen es entfernt wird (Tab. 22). Die Entfernung des Mahdguts verhindert, dass eventuell schon vorhandene gereifte Samen von *A. artemisiifolia*-Pflanzen in die Bodensamenbank eingetragen werden und in einem der nächsten Jahre zu einer neuen Pflanze heranwachsen (Karrer 2016d, 2014; Karrer und Pixner 2012; Baskin und Baskin 2014b; Baskin und Baskin 1977; Baskin und Baskin 2014a).

In einem aktuell laufenden Projekt des Bayerischen Bundesministeriums in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur werden dahingehend weitere Untersuchungen durchgeführt. Ein drei Jahre andauernder Feldversuch soll fünf verschiedene Mahdregime an acht Probeflächen in Bayern unter verschiedenen klimatischen Bedingungen und Verkehrsdichten testen. Dabei wird eruiert welches dieser Mahdregime zu der stärksten Reduktion des Pollenflugs bzw. der Ragweed-Samen-Ausbreitung führt. Weiters wird die Konkurrenzstärke vier verschiedener Saatgutmischungen erprobt (Pipek 2019).

Die Auswertung der Fragebögen zeigt jedoch, dass ein gutes Management von invasiven Pflanzen entlang von Straßen nicht nur von der Entwicklung perfekter Managementmaßnahmen abhängt. Eine Vielzahl von Faktoren (Abb. 61) wie beispielsweise die Verkehrssicherheit oder Geräte- und Personalverfügbarkeiten können für eine gute Bankettpflege bzw. der Eindämmung von *A. artemisiifolia* ausschlaggebend sein. Ungünstig wirkt sich oft fehlendes Wissen der Mitarbeiter der Autobahn- bzw. Straßenmeistereien über die Bekämpfung von Neophyten aus. Da das Wachstum der Vegetation von Jahr zu Jahr aufgrund der Witterung variiert und somit auch die Samenreife von *A. artemisiifolia* jedes Jahr zu einem anderen Zeitpunkt passiert, ist es immer wieder notwendig, den richtigen Mahdtermin jährlich unter Beachtung der lokalen phänologischen Entwicklung neu festzulegen (Karrer et al. 2011). Dies kann jedoch natürlich nur in Einklang mit den für die Autobahn- bzw. Straßenbahnmeisterei

anderen wichtigen Faktoren geschehen. Um solche Entscheidungen sinnvoll treffen zu können sind geschulte Mitarbeiter unumgänglich.

Ein angepasstes Mahdregime alleine ist jedoch auf stark verseuchten Flächen nicht ausreichend, um *A. artemisiifolia* in Schach zu halten.

4.5 Einfluss von klimatischen Bedingungen auf oberirdische Individuendichte und Bodensamenbank

Die Auswertungen der Einflüsse von klimatischen Bedingungen wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenscheindauer ergaben meist signifikante Unterschiede in Bezug auf die Ragweed-Individuendichte der Probeflächen (Tab. 23, Tab. 31, Tab. 39).

Bei dem Faktor Temperatur konnten paarweise Unterschiede der Temperatur-Probeflächengruppen in allen außer einer Temperatur-Gruppen-Kombination („13,4 bis 13,9°C“ und „>13,9°C“) signifikante Unterschiede bezüglich der Ragweed-Individuendichte gefunden werden (Tab. 24). Ähnlich Ergebnisse konnten in Bezug auf die Ragweed-Samendichte („leb2“) nachgewiesen werden (Tab. 28). Der Einfluss der Temperatur auf die Ragweed-Individuendichte sowie die –Samendichte konnte eindeutig belegt werden (Tab. 25 & Tab. 26, Tab. 29 & Tab. 30). Signifikante Unterschiede zwischen den Niederschlags-Gruppen konnten sowohl bei der Ragweed-Individuendichte als auch bei der Ragweed-Samendichte („leb2“) nachgewiesen werden (Tab. 31, Tab. 35). Der signifikante Einfluss des Niederschlags konnte jedoch nur bezüglich der Ragweed-Samendichte gezeigt werden (Tab. 38). Beim Faktor Sonnenscheindauer konnten Unterschiede zwischen den definierten Gruppen signifikant Unterschiede nachgewiesen werden (Tab. 39 & Tab. 40, Tab. 43 & Tab. 44). Ein signifikanter Einfluss des Faktors Niederschlag auf die Ragweed-Individuendichte sowie die –Samendichte („leb2“) konnte mit einer linearen Regression jedoch nicht bestätigt werden (Tab. 42, Tab. 46). Betrachtet vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung, spielen diese Ergebnisse bei der weiteren Ausbreitung in bislang kühlere Gebiete eine wesentliche Rolle (Cunze et al. 2013).

Nawrath und Alberternst 2011 konnten schon zeigen, dass sich *A. artemisiifolia* in Bayern vor allem in Gebieten des wärmeren, gemäßigten Klimas ausbreitet. Sie konnten dabei einen Mindestwert der Jahresmitteltemperatur von 8,13°C festlegen, in dessen Arealen sich die meisten *A. artemisiifolia*-Bestände befinden. In der vorliegenden Arbeit konnte ergänzend dazu verdeutlicht werden, dass die Temperatur Einfluss auf die lokale Performance der Ragweed-Individuendichte sowie die Ragweed-Samendichte lebensfähiger Samen einen Einfluss hat (Tab. 26, Tab. 30), wenn auch nur in geringem Ausmaß (Tab. 25, Tab. 29).

Bei Beständen entlang von Straßen und Verkehrsflächen bedarf es jedoch sicherlich noch anderer Rücksichtnahmen. Das Kleinklima in diesem besonderen Lebensraum spielt beispielsweise sicherlich eine große Rolle bei dem Vorkommen von *A. artemisiifolia*. Würde man die Bestände entlang von

Straßen in die Studie von Nawrath und Alberternst 2011) einbeziehen, könnte dies schon wieder ein ganz anderes Bild ergeben (Asaeda und Ca 1993; Parendes und Jones 2000).

5 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen die eindeutige Korrelation der oberirdischen Individuendichte und der Entfernung zur Fahrbahn an allen Probeflächen in Bayern sowie der Vergleichsprobefläche Leibnitz. An allen neun Probeflächen ist nachzuweisen, dass je größer die Entfernung zur Fahrbahn ist, desto weniger *A. artemisiifolia*-Individuen sind im aktuellen Bestand vorhanden. Da dies bedeutet, dass sich *A. artemisiifolia* nur in sehr gestörten Lebensräumen wie den Rändern des Banketts zur Fahrbahn hin ausbreitet, ist dies als gutes Zeichen aufzufassen. Eine Ausbreitung in an die angrenzenden Habitate (Böschungen) ist daher eher unwahrscheinlich – zumindest gilt das für solche mit geschlossener Vegetationsdecke. Ein ausreichender Abstand zu landwirtschaftlichen Flächen, Begleitwegen, etc. ist jedoch erforderlich die weitere Ausbreitung vom Straßenbankett auf beispielsweise Agrarflächen zu verhindern. Da die begleitenden Habitate oft aber bereits anderen Besitzern zugehörig sind, ist hier eine konzertierte Aktion auf Basis guter Aufklärungsarbeit notwendig.

Ein direkter Zusammenhang zwischen oberirdischer Individuendichte und Bodensamenbank konnte nicht nachgewiesen werden. Von einem oberirdisch stark sichtbaren Befall kann also nicht direkt auf eine große Bodensamenbank geschlossen werden. Umgekehrt ist es aber auch sicher möglich, dass bei Bodenstörungen dormante Ragweed-Samen aus der Bodensamenbank zur Keimung stimuliert werden und zumindest bis zum „Verheilen“ der Störung wieder eine oberirdische Population bilden. Erst nach mehreren Jahrzehnten (nach Toole und Brown 1946, nach 40 Jahren) ohne weitere Bodenstörung dürfte die Keimfähigkeit der Ragweed-Samen ganz verschwinden.

Die Auswertung der Bodensamenbank hat jedoch gezeigt, dass die Samen an den acht Probeflächen in Bayern sowie der Vergleichsprobefläche in Österreich eine gute Keimfähigkeit aufweisen. Alle Samen die einen Embryo besaßen konnten entweder während des 30-tägigen Keimfähigkeitstests im Klimaschrank oder im nachfolgenden TTC Test als lebensfähig eingestuft werden. Die Eintragung der Samen in den Boden sollte also unbedingt verhindert werden. Hat sich bereits ein Bestand etabliert, sollte schnellstmöglich und nachhaltig eine geeignete Managementmaßnahme getroffen bzw. umgesetzt werden, um einen weiteren Eintrag von Samen in den Boden zu verhindern. Dabei ist besonders zu beachten, dass verwendete Geräte etc. nach Verwendung auf mit *A. artemisiifolia* verseuchten Flächen gründlich gereinigt werden, um eine weitere Ausbreitung durch Mähfahrzeuge oder Ähnlichem zu verhindern (Vitalos und Karrer 2009).

Die richtige Pflege der befallenen Bankette durch Mahd stellt eine der vielversprechendsten Managementmaßnahmen dar. Jedoch ist die Pflege durch Straßenmeistereien von einer Vielzahl an

Faktoren abhängig, die die *A. artemisiifolia*-Bekämpfung erschweren. Beispielsweise sind Verkehrssicherheit, Verfügbarkeit von Geräten und Schulung der Mitarbeiter wichtige Faktoren, die nicht zu vernachlässigen sind.

Klimatische Bedingungen wie Temperatur, Niederschlag, Sonnenscheindauer etc. sind sicherlich ein wichtiger Einflussfaktor für die mehr oder weniger effektive Etablierung von *A. artemisiifolia*. Die besonderen Bedingungen entlang von Straßen bzw. das Kleinklima sind dabei jedoch sicherlich nicht zu unterschätzen. Klimaveränderungen können daher dazu beitragen die Verbreitungsgebiete der Pflanze in andere Gebiete zu erweitern oder zu verschieben.

Eine sinnvolle **Empfehlung** nach dem aktuellen Stand des Wissens und auf Basis unserer Daten wäre:

- Sehr „intensive“ und konsequente Bekämpfung im Nahbereich der Fahrbahn (1 bis 1,5 Meter breites Bankett),
- kombiniert mit extensivem Flächenmanagement im darüberhinausgehenden Bereich der Böschungen und technischen Verbauungen, damit dort die natürliche/spontane Vegetation *A. artemisiifolia* möglichst auskonkurrenziert.
- Besonderes Augenmerk muss dabei auch auf typische Störungen im Gefolge von Unfällen oder Baumaßnahmen gerichtet werden, weil dort 1-3 Jahre lang eher günstige Bedingungen für das Wiederaufflammen aus der Bodensamenbank herrschen können.

6 Abbildungsverzeichnis und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: <i>A. artemisiifolia</i> L.. A: Pflanze, B: männliche Blüte, C: Samen, D: Wurzelstock, E: Keimling (Bassett und Crompton 1975).....	10
Abb. 2: Lebenszyklus von <i>A. artemisiifolia</i> (Karrer 2016c)	11
Abb. 3: Weltweite potenzielle Ausbreitung von <i>A. artemisiifolia</i> . Informationen über a) Vorkommen in Nordamerika und nicht heimische Vorkommen in Eurasien und Australien wurden verwendet um b) potenzielle Ausbreitungen mittels SDM unter aktuellen c) & d) wärmeren Klimaszenarien zu vergleichen. Es wird die Eignung potenzieller zukünftiger Lebensräume unter starken Klimaveränderungsszenarien (A1b-SRES-Szenario) für die Jahre c) 2050 und d) 2100 gezeigt. Dabei wird das Modell CSIRO MK3.0 Global Circulation verwendet (Essl et al. 2015).	14
Abb. 4: Verbreitungskarte aller bis 2017 bekannt gewordenen Ambrosia-Bestände, differenziert nach Individuenanzahl (Nawrath und Alberternst 2018b)	15
Abb. 5: Jährlich neu entdeckte Großbestände von <i>A. artemisiifolia</i> -Beständen unterteilt in "ohne Straßen" und "Straßen" 2006-2017 (Nawrath und Alberternst 2018a)	16
Abb. 6: Zahl der jährlich an Straßen neu entdeckten "Großbestände Straßen" (>100 Pflanzen) und "Straßen langer Abschnitt" (>10000 Pflanzen oder >1km Ausdehnung) von <i>A. artemisiifolia</i> 2006-2017 (Nawrath und Alberternst 2018a)	16
Abb. 7: Zahl der jährlich an Straßen neu entdeckten "Kleinbestände" (<100 Pflanzen) und "Großbestände" (>100 Pflanzen) von <i>A. artemisiifolia</i> 2006-2017 (Nawrath und Alberternst 2018a) ..	17
Abb. 8: <i>A. artemisiifolia</i> -Vorkommen in Gebieten Bayerns mit unterschiedlicher Jahresmitteltemperatur (Nawrath und Alberternst 2011)	23
Abb. 9: <i>A. artemisiifolia</i> - Vorkommen in Hinblick auf die Jahresdurchschnittstemperatur in Bayern (Nawrath und Alberternst 2011)	23
Abb. 10: Verortung der acht Probeflächen in Bayern (Kartengrundlage: Google 2019b).....	25
Abb. 11: Verortung der Vergleichsprobefläche in Österreich (Kartengrundlage: Google 2019b).....	26
Abb. 12: Probefläche BY066	27
Abb. 13: Probefläche BY101	27
Abb. 14: Probefläche BY348	28
Abb. 15: Probefläche BY368	28
Abb. 16: Probefläche BY133	29
Abb. 17: Probefläche MD	29
Abb. 18: Probefläche BY198	30
Abb. 19: Probefläche BY279	30
Abb. 20: Aufsicht/Schematische Darstellung und Maße des Versuchsdesigns; Unterteilung der Probefläche (100m x 5m) in Transekte parallel zur Straße, Transekte normal zur Straße und Einzelflächen	32
Abb. 21: Aufsicht/Schematische Darstellung der Einzelfläche (50cm x 50cm) mit Verortung der Bodenprobe (d=10cm) innerhalb der Einzelfläche.....	34
Abb. 22: Illustration der Pixelanalyse mittels ImageJ zur Berechnung der Vegetationsdeckung je Einzelfläche (Hall 2019).....	35
Abb. 23: Klassifizierung der Intensität der Färbung nach TTC-Test, links = gefärbt/lebensfähig (1), Mitte = teilweise gefärbt/teilweise lebensfähig (0,5), rechts = nicht gefärbt/tot (0) (Karrer et al. 2016b)	38
Abb. 24: Farbsymbole für die nachfolgenden schematischen Abbildungen der Verteilungen der Werte pro Einzelfläche bzw. Bodenprobe.....	42
Abb. 25: Versuchsflächendesign der Probefläche BY066 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)	43
Abb. 26: Versuchsflächendesign der Probefläche BY066 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	43

Abb. 27: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY066.....	44
Abb. 28: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY066.....	45
Abb. 29: Versuchsflächendesign der Probefläche BY101 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 24).....	47
Abb. 30: Versuchsflächendesign der Probefläche BY101 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 24).....	47
Abb. 31: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY101.....	48
Abb. 32: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY101.....	48
Abb. 33: Versuchsflächendesign der Probefläche BY348 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	50
Abb. 34: Versuchsflächendesign der Probefläche BY348 mit Ragweed-Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	50
Abb. 35: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY348.....	51
Abb. 36: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY348.....	51
Abb. 37: Versuchsflächendesign der Probefläche BY368 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	52
Abb. 38: Versuchsflächendesign der Probefläche BY368 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	53
Abb. 39: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY368.....	53
Abb. 40: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY368.....	54
Abb. 41: Versuchsflächendesign der Probefläche BY133 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	55
Abb. 42: Versuchsflächendesign der Probefläche BY133 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	55
Abb. 43: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY133.....	56
Abb. 44: Versuchsflächendesign der Probefläche MD mit Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1, blau = Daten fehlend).....	57
Abb. 45: Versuchsflächendesign der Probefläche MD sowie Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1, blau = Daten fehlend).....	58
Abb. 46: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche MD.....	58

Abb. 47: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche MD.....	59
Abb. 48: Versuchsfächendesign der Probefläche BY198 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)	60
Abb. 49: Versuchsfächendesign der Probefläche BY198 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	61
Abb. 50: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY198.....	61
Abb. 51: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY198.....	62
Abb. 52: Versuchsfächendesign der Probefläche BY279 sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 1)	63
Abb. 53: Versuchsfächendesign der Probefläche BY279 mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 1).....	63
Abb. 54: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY279.....	64
Abb. 55: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Probefläche BY279.....	64
Abb. 56: Versuchsfächendesign der Vergleichsprobefläche LB sowie Ragweed-Individuendichte (ID als Farbsymbol, vgl. Abb. 24)	66
Abb. 57: Versuchsfächendesign der Vergleichsprobefläche LB mit Verteilung der Werte von leb2 pro Bodenprobe (Ragweed-Samendichte als Farbsymbol, vgl. Abb. 24)	66
Abb. 58: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Vergleichsprobefläche LB	67
Abb. 59: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Vegetationsdeckung (%) pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern der Vergleichsprobefläche LB.....	67
Abb. 60: Mittlere Ragweed-Samendichte pro Bodenprobe differenziert nach Samen-Vitalitätszuständen (linke y-Achse) bzw. mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche (rechte y-Achse) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern aller Probefläche in Bayern.....	74
Abb. 61: Faktoren zur Festlegung des Mahdtermins.....	78
Abb. 62: Problemfelder in der Bankettpflege	79
Abb. 63: Mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die Temperatur-Gruppen (°C) mit 5%igen Fehlerindikator	81
Abb. 64: Mittlere Ragweed-Samendichte (leb2) pro Bodenprobe bezogen auf die Temperatur-Gruppen (°C) mit 5%igen Fehlerindikator	83
Abb. 65: Mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die Niederschlags-Gruppen (mm) mit 5%igen Fehlerindikator.....	86
Abb. 66: Mittlere Ragweed-Samendichte (lebensfähig2) pro Bodenprobe bezogen auf die Niederschlags-Gruppen (mm) mit 5%igen Fehlerindikator.....	88
Abb. 67: Mittlere Ragweed-Individuendichte pro Einzelfläche bezogen auf die Sonnenscheindauer-Gruppen (h) mit 5%igen Fehlerindikator	90
Abb. 68: Mittlere Ragweed-Samendichte (lebensfähig2) pro Bodenprobe bezogen auf die Sonnenscheindauer-Gruppen (h) mit 5%igen Fehlerindikator.....	92

Tab. 1: Ausbreitungswege von <i>A. artemisiifolia</i> in Europa (Ausbreitungsdistanz: short distance <1km, medium distance 1-100km, long distance >100km) (Essl et al. 2015, eigene Bearbeitung)	18
Tab. 2: Wahrscheinliche Einschleppungs- und Ausbreitungswege von Ragweed an bayrischen Straßen (Nawrath und Alberternst 2015)	19
Tab. 3: Beschreibung der Probeflächen, Art der Straße: A=Autobahn, S=Schnellstraße (Quelle Seehöhe: Google 2019a)	24
Tab. 4: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY066	46
Tab. 5: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY10149	
Tab. 6: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY348	52
Tab. 7: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY36854	
Tab. 8: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY13356	
Tab. 9: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche MD.....	60
Tab. 10: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY19862	
Tab. 11: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße), Probefläche BY27965	
Tab. 12: Anzahl der Proben (n), Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Ragweed-Variablen (ID, gek, leb2 und tot2) bezogen auf den Abstand zur Fahrbahn in Metern; zeigt die Variabilität der Werte innerhalb eines Paralleltransektes (=Abstand zur Straße)	68
Tab. 13: Deskriptive Statistik (N, Mittelwerte, Standardabweichung, Standardfehler, 95% Konfidenzintervall für den Mittelwert, Minimum und Maximum) zu Ragweed-Individuendichte und Samen-Zustand lebensfähig ² aller Probeflächen.....	69
Tab. 14: Test auf Varianzhomogenität nach Levene der Antwortvariablen Individuendichte und lebensfähig ²	69
Tab. 15: Test auf Normalverteilung nach Kolmogorov-Smirnov und Shapiro-Wilk der Antwortvariablen Individuendichte und lebensfähig ² aller Probeflächen	70
Tab. 16: Durchschnittliche prozentuelle Verteilung der Ragweed-Antwortvariablen lebensfähig ² , gekeimt, TTC+ und Samen leer in Bezug auf die gesamte Anzahl gefundener Samen der Probeflächen in Bayern sowie der Vergleichsprobefläche LB.....	71
Tab. 17: Anzahl der intakten Ragweed-Samen getrennt nach den nicht gekeimten und den gekeimten Samen pro Probefläche, sowie die jeweiligen Summen für alle bayrischen Probeflächen	72
Tab. 18: Chi-Quadrat Test inwieweit sich die Summen gekeimter und nicht gekeimter Ragweed-Samen auf den acht bayrischen Probeflächen unterscheiden	72
Tab. 19: Summe aller intakten Ragweed-Samen der acht bayrischen Probeflächen, getrennt nach den nicht gekeimten und den gekeimten Samen in Abhängigkeit zum Fahrbahn-Abstand (m)	73

Tab. 20: Chi-Quadrat Test inwieweit sich die Summen gekeimter und nicht gekeimter Ragweed-Samen der bayrischen Probeflächen unterscheiden in Abhängigkeit zum Fahrbahn-Abstand (m)	73
Tab. 21: Korrelationskoeffizienten nach Spearman und Signifikanzniveaus (2-seitig) des Zusammenhangs der Variablen oberirdischer Ragweed-Individuendichte bzw. der Anzahl vitaler Ragweed-Samen (Kateg. „lebensfähig2“) aller Probeflächen in Abhängigkeit zum Abstand zur Fahrbahn; N = Anzahl der entnommenen Proben; das Vorzeichen gibt Richtung des Zusammenhangs an, ** = Signifikanzniveau 0,01	75
Tab. 22: Mann-Whitney-U Test auf Unterschiede zwischen Probeflächen auf denen Mahdgut entfernt wird und jenen wo es liegen gelassen wird auf die Antwortvariablen mittlere Ragweed-Individuendichte und Summe der vitalen Ragweed-Samen (lebensfähig2) aller Probeflächen	76
Tab. 23: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Individuendichten auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Temperaturmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche	80
Tab. 24: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Individuendichte vom Faktor Temperatur-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Temperaturmitteln zusammengefasst	80
Tab. 25: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)	81
Tab. 26: ANOVA von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)	82
Tab. 27: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Temperaturmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche	82
Tab. 28: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Samendichte (leb2) vom Faktor Temperatur-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Temperaturmitteln zusammengefasst	83
Tab. 29: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)	84
Tab. 30: ANOVA von Temperatur-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)	84
Tab. 31: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Individuendichten auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche	85
Tab. 32: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Individuendichte vom Faktor Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Niederschlagsmitteln zusammengefasst)	85
Tab. 33: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)	86
Tab. 34: ANOVA von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)	86
Tab. 35: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) auf den Probeflächen in Abhängigkeit vom Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche	87
Tab. 36: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Samendichte (leb2) vom Faktor Niederschlags-Monatsmittel in der Vegetationsperiode der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Niederschlagsmitteln zusammengefasst)	87
Tab. 37: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichten „leb2“ (abhängige Variable)	88
Tab. 38: ANOVA von Niederschlags-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable)	88

Tab. 39: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Individuendichte auf den Probeflächen in Abhängigkeit von Sonnenscheindauer-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche.....	89
Tab. 40: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Individuendichte vom Faktor Sonnenscheindauer pro Monat (in der Vegetationsperiode) der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Sonnenscheindauern zusammengefasst.....	89
Tab. 41: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable).....	90
Tab. 42: ANOVA von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Individuendichte (abhängige Variable)	91
Tab. 43: Kruskal-Wallis Test auf Unterschiede der mittleren Ragweed-Samendichte (leb2) auf den Probeflächen in Abhängigkeit von Sonnenscheindauer-Monatsmittel in der Vegetationsperiode auf der jeweiligen Probefläche.....	91
Tab. 44: Abhängigkeit der durchschnittlichen Ragweed-Samendichte (leb2) vom Faktor Sonnenscheindauer pro Monat (in der Vegetationsperiode) der Probeflächen; Probeflächen zu Gruppen mit aufsteigenden Sonnenscheindauern zusammengefasst.....	92
Tab. 45: Modellzusammenfassung der einfachen linearen Regression von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichte „leb2“ (abhängige Variable).....	93
Tab. 46: ANOVA von Sonnenscheindauer-Gruppen (unabhängige Variable) und Ragweed-Samendichten „leb2“ (abhängige Variable).....	93
Tab. 47: Monatsmittelwerte der Temperatur (2003-2018, jeweils März - Oktober) in 2m Höhe aller Probeflächen (Deutscher Wetterdienst 2019; ZAMG 2019).....	117
Tab. 48: Monatssummen der Niederschläge (2003-2018, jeweils März - Oktober) aller Probeflächen (Deutscher Wetterdienst 2019; ZAMG 2019).....	117
Tab. 49: Monatssummen der Sonnenscheindauer (2003-2018, jeweils März -Oktober) aller Probeflächen (Deutscher Wetterdienst 2019; ZAMG 2019).....	118

7 Literaturverzeichnis

- Alberternst, B.; Nawrath, S; Klingenstein, F. (2006): Biologie, Verbreitung und Einschleppungswege von *Ambrosia artemisiifolia* in Deutschland und Bewertung aus Naturschutzsicht. In: *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (58), S. 279–285.
- Asaeda, T.; Ca, V. T. (1993): The subsurface transport of heat and moisture and its effect on the environment: A numerical model. In: *Boundary-Layer Meteorology* (65), S. 159–179.
- Baskin, C. C.; Baskin, J. (2014a): *Seeds - Ecology, Biogeography and, Evolution of Dormancy and Germination*. 2. Aufl. Amsterdam: Elsevier.
- Baskin, J. M.; Baskin, C. C. (1977): Role of temperature in the germination ecology of three summer annual weeds. In: *Oecologia* (30), S. 377–382.
- Bassett, I. J.; Crompton, C. W. (1975): The Biology of Canadian Weeds: II. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. In: *Canadian Journal of Plant Science* (55), S. 463–476.
- Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hg.) (2019): Gesundheitsproblem Ambrosia – Erkennen und Bekämpfen. Online verfügbar unter <https://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/027800/index.php>, zuletzt geprüft am 11.11.2019.
- Bayrisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (Hg.) (2019): Aktionsprogramm Ambrosia Bekämpfung in Bayern. Online verfügbar unter <https://www.stmgp.bayern.de/vorsorge/umwelteinwirkungen/ambrosia-bekaempfung/>, zuletzt geprüft am 11.11.2019.
- Bergmann, K.-C. (2014): Macht Ambrosia krank? In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten? Quedlinburg* (JKI-Archiv, 445), S. 14–20.
- Bohren, C.; Mermillod, N.; Delabays, N. (2006): Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Switzerland: development of a nationwide concerted action. In: *Journal of Plant Diseases and Protection* (113), S. 497–503.
- Brandes, D.; Nitzsche, J. (2006): Biology, introduction, dispersal, and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* with special regard to Germany. In: *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes* (58), S. 286–291.
- Brix, J. (2014): Sieben Jahre Aktionsprogramm Ambrosia in Bayern – eine Bestandsaufnahme. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten? Quedlinburg* (JKI-Archiv, 445), S. 70–75.
- Bullock, J.; Chapman, D.; Schaffer, S.; Roy, D.; Girardello, M.; Haynes, T.; et al. (2012): Assessing and controlling the spread and the effects of common ragweed in Europe. (ENV.B2/ETU/2010/0037) European Commission, Final Report.

- Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (06.02.2012): §12 Abs. 2 Pflanzenschutzgesetz. PflSchG. Online verfügbar unter http://www.gesetze-im-internet.de/pflschg_2012/, zuletzt geprüft am 10.12.2019.
- Burbach, G. J. de; Heinzerling, L. M.; Rohnelt, C.; Bergmann, K. C.; Behrendt, H.; Zuberbier, T. (2009): Ragwees sensitization in Europe - GA(2)LEN study suggests increasing prevalence. In: *Allergy* (64 (4)), S. 664–665. DOI: 10.1111/j.1398-9995.2009.01974.x.
- Buters, J.; Alberternst, B.; Nawrath, S.; Wimmer, M.; Traidl-Hoffmann, C.; Starfinger, U. et al. (2015): Ambrosia artemisiifolia (ragweed) in Germany - current presence, allergological relevance and containment procedures. In: *Allergo journal international*, S. 108–120. DOI: 10.1007/s40629-015-0060-6.
- Buttenschon, R. M.; Waldispühl, S.; Bohren, C. (2009): Guidelines for management of common ragweed, Ambrosia artemisiifolia. EUPHRESKO project AMBROSIA 2008-09. Online verfügbar unter <http://www.EUPHRESKO.org>, zuletzt geprüft am 19.11.2019.
- Chapman, D. S.; Haynes, T.; Beal, S.; Essl, F.; Bullock, J. M. (2014): Phenology predicts the native and invasive range limits of common ragweed. In: *Global change biology* (20 (1)), S. 192–202. DOI: 10.1111/gcb.12380.
- Cunze, S.; Leiblein, M. C.; Tackenberg, O. (2013): Range Expansion of Ambrosia artemisiifolia in Europe Is Promoted by Climate Change. In: *ISRN Ecology*, S. 1–9. DOI: 10.1155/2013/610126.
- Deutscher Wetterdienst (2019): Climate Data Center. Online verfügbar unter <https://cdc.dwd.de/portal/201911141447/mapview>, zuletzt geprüft am 04.12.2019.
- Dickerson, C. T.; Sweet, R. D. (1971): Common Ragweed Ecotypes. In: *Weed Science* (19), S. 64–66.
- DiTommaso, A. (2004): Germination behavior of common ragweed (Ambrosia artemisiifolia) populations across a range of salinities. In: *Weed Science* (52 (6)), S. 1002–1009. DOI: 10.1614/WS-04-030R1.
- Ellenberg, H.; Weber, H. E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W. (2001): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., durchgesehene Auflage. Göttingen: Verlag Erich Goltze GmbH & Co KG (Scripta geobotanica, Volume 18).
- Essl, F.; Biró, K.; Brandes, D.; Broennimann, O.; Bullock, J. M.; Chapman, D. S. et al. (2015): Biological Flora of the British Isles: Ambrosia artemisiifolia. In: *Journal of Ecology* (103 (4)), S. 1069–1098. DOI: 10.1111/1365-2745.12424.
- Essl, F.; Dullinger, S.; Kleinbauer, I. (2009): Changes in the spatio-temporal patterns and habitat of Ambrosia artemisiifolia during its invasion in Austria. In: *Preslia* (81), S. 119–133.

- European Food Safety Authority (2010): Scientific Opinion on the effect on public or animal health or on the environment on the presence of seeds of *Ambrosia* spp. in animal feed. In: *European Food Safety Authority* (8 (6)), S. 1566. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1566.
- Fumanal, B. (2007): Biological traits and evolutive processes of an invasive plant species in France: *Ambrosia artemisiifolia* L. PhD Thesis. University of Burgundy, Dijon, France.
- Fumanal, B.; Gaudot, I.; Bretagnolle, F. (2008a): Seed-bank dynamics in the invasive plant, *Ambrosia artemisiifolia* L. In: *Seed Science Research* (18), S. 101–114. DOI: 10.1017/S0960258508974316.
- Fumanal, B.; Girod, C.; Fried, G.; Bretagnolle, F.; Chauvel, B. (2008b): Can the large ecological amplitude of *Ambrosia artemisiifolia* explain its invasive success in France? In: *Weed Research* (48), S. 349–359.
- Gelbard, J. L.; Belnap, J. (2003): Roads as Conduits for Exotic Plant Invasions in a Semiarid Landscape. In: *Conservation Biology* (2), S. 420–432. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2003.01408.x.
- Gentili, R.; Montagnani, C.; Gilardelli, F.; Guarino, M. F.; Citterio, S. (2017): Let native species take their course: *Ambrosia artemisiifolia* replacement during natural or “artificial” succession. In: *Acta Oecologica*, S. 32–40. DOI: 10.1016/j.actao.2017.05.007.
- Google (2019a): Google Earth. Online verfügbar unter <https://www.google.com/intl/de/earth/>, zuletzt geprüft am 15.11.2019.
- Google (2019b): Google Maps, zuletzt geprüft am 06.02.2019.
- Hall, R. M. (2016): Germination and seed viability of common ragweed influenced by seed dimension, origin and age_Hall Rea. Master Thesis. Universität für Bodenkultur, Wien.
- Hall, R. M. (2019).
- Harrison, S. K.; Regnier, E. E.; Schmoll, J. T.; Harrison, J. M. (2007): Seed Size and Burial Effects on Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*) Emergence and Seed Demise. In: *Weed Science* (55 (1)), S. 16–22.
- Jodoin, Y.; Lavoie, C.; Villeneuve, P.; Theriault, M.; Beaulieu, J.; Belzile, F. (2008): Highways as corridors and habitats for the invasive common reed *Phragmites australis* in Quebec, Canada. In: *Journal of Applied Ecology* (2), S. 459–466. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2007.01362.x.
- Karrer, G. (2014): Das österreichische Ragweed Projekt – übertragbare Erfahrungen? In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten? Quedlinburg (JKI-Archiv, 445)*, S. 27–33.
- Karrer, G. (2016a): Field experiment on longevity of the seeds in the soil seed bank (initial seed burial experiment at the University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU). In: *HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455)*, S. 48–49.
- Karrer, G. (2016b): Germination and viability of ragweed seeds. In: *HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455)*, S. 13.

- Karrer, G. (2016c): Implications of life history for control and eradication. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 58–64.
- Karrer, G. (2016d): Post harvest seed ripening (pot experiment). In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 37–40.
- Karrer, G.; Hall, R.; Lener, F.; Waldhäuser, N.; Kazinczi, G.; Kerepesi, I. et al. (2016a): Field experiment on longevity of the seeds in the soil seed bank (Joint experiment). In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 41–47.
- Karrer, G.; Kazinczi, G.; Sölter, U.; Starfinger, U.; Verschwele, A.; Basky, Z. et al. (2016b): Triphenyl Tetrazolium Chloride Ringtest. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 16–19.
- Karrer, G.; Lener, F.; Waldhäuser, N. (2016c): Soil seed bank studies I-III. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 24–30.
- Karrer, G.; Milakovic, I. (2016a): Mowing regime experiment on field roadside populations of common ragweed. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 148–149.
- Karrer, G.; Milakovic, I. (2016b): Outcompeting common ragweed by sowing different seed mixtures combined with various cutting regimes. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), S. 147.
- Karrer, G.; Milakovic, M.; Kropf, M.; Hackl, G.; Essl, F.; Hauser, M. (2011): Ausbreitungsbiologie und Management einer extrem allergenen, eingeschleppten Pflanze - Wege und Ursachen der Ausbreitung von Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) sowie Möglichkeiten seiner Bekämpfung, Final Report.
- Karrer, G.; Pixner, T. (2012): The contribution of post-harvest ripened ragweed seeds after cut for control. In: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (Ed.) NEOBIOTA 2012, 7th European Conference on Biological Invasions Ponte-vedra (Spain) 12-14 September 2012, Halting Biological Invasions in Europe: from Data to Decisions, Abstracts, 229. Online verfügbar unter <http://neobiota2012.blogspot.co.at/p/book-of-abstracts.html>.
- Kazinczi, G. (2016): Studying the seasonal pattern of field emergence of ragweed in Hungary. In: HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455), 20.
- Lakon, G. (1949): The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. In: *Plant Physiology* (24 (3)), S. 389–394. DOI: 10.1104/pp.24.3.389.

- Lavoie, C.; Jodoin, Y.; Merlis, A. G. (2007): How did common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) spread in Québec? A historical analysis using herbarium records. In: *Journal of Biogeography* (34 (10)), S. 1751–1761. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2007.01730.x.
- Leiblein-Wild, M. C.; Kaviani, R.; Tackenberg, O. (2014): Erhöhte Frosttoleranz und vorteilhafte Keimeigenschaften in europäischen *Ambrosia artemisiifolia* Populationen. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten? Quedlinburg (JKI-Archiv, 445)*, S. 123–130.
- Lelong, B.; Lavoie, C.; Thériault, M. (2009): Quels sont les facteurs qui facilitent l'implantation du roseau commun (*Phragmites australis*) le long des routes du sud du Québec? In: *Écoscience* (2), S. 224–237. DOI: 10.2980/16-2-3237.
- Lippe, M. von der; Bullock, J. M.; Kowarik, I.; Knopp, T.; Wichmann, M. C.; Wichmann, M. (2013): Human-mediated dispersal of seeds by the airflow of vehicles. In: *PloS one* (8/1). DOI: 10.1371/journal.pone.0052733.
- Lommen, S. T. E.; Jongejans, E.; Leitsch-Vitalos, M.; Tokarska-Guzik, B.; Zalai, M.; Müller-Schärer, H.; Karrer, G. (2018): Time to cut: population models reveal how to mow invasive common ragweed cost-effectively. In: *NeoBiota* (39), S. 53–78. DOI: 10.3897/neobiota.39.23398.
- Meinlschmidt, E.; Schröder, G.; Ullrich, M. (2014): Bekämpfung von Beifußblättriger Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Mais, Getreide, Grünland und Nichtkurland mit Herbiziden. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten? Quedlinburg (JKI-Archiv, 445)*, S. 93–104.
- Meiss, H.; Munier-Jolain, N.; Henriot, F.; Caneil, J. (2008): Effects of biomass, age and functional traits on regrowth of arable weeds after cutting. In: *Journal of Plant Diseases and Protection* (21), S. 493–500.
- Meunier, G. (2008): Le gaillet mollugine (*Galium mollugo* L.) envahisseur: analyse de sa répartition et de ses impacts sur la diversité végétale au parc national du Bic. Thesis. Université Laval, Quebec City, Canada.
- Milakovic, I. (2015): Optimisation of mowing regimes for the control of the invasive ambrosia *artemisiifolia* L. on roadsides. Dissertation. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Botanik.
- Milakovic, I.; Fiedler, K.; Karrer, G. (2014a): Fine-tuning of a mowing regime, a method for the management of the invasive plant, *Ambrosia artemisiifolia*, at different population densities. In: *Weed Biology and Management* (14 (4)), S. 232–241. DOI: 10.1111/wbm.12051.
- Milakovic, I.; Fiedler, K.; Karrer, G. (2014b): Management of roadside populations of invasive *Ambrosia artemisiifolia* by mowing. In: *Weed Research* (54 (3)), S. 256–264. DOI: 10.1111/wre.12074.
- Milakovic, I.; Karrer, G. (2016): The influence of mowing regime on the soil seed bank of the invasive plant *Ambrosia artemisiifolia* L. In: *NeoBiota* (28), S. 39–49. DOI: 10.3897/neobiota.28.6838.

- Müller-Schärer, H.; Lommen, S. (2014): EU-COST Aktion über „Nachhaltige Bekämpfung von *Ambrosia artemisiifolia* in Europa“ (COST FA1203-SMARTER): Chancen und Herausforderungen. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten?* Quedlinburg (JKI-Archiv, 445), S. 148–155.
- Nawrath, S.; Alberternst, B. (2011): Untersuchungen zur Bewertung und Gefahrenabschätzung von *Ambrosia artemisiifolia*-Vorkommen in Deutschland. Forschungsvorhaben Beifuß-Ambrosie in Bayern FOBAB I-Studie.
- Nawrath, S.; Alberternst, B. (2014): Aktivitäten der Bundesländer zur Verhinderung der Ausbreitung der Beifuß- Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) in Deutschland. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten?* Quedlinburg (JKI-Archiv, 445), S. 47–69.
- Nawrath, S.; Alberternst, B. (2015): Endbericht. Forschungsvorhaben Beifuß-Ambrosie in Bayern FOBAB III-Studie.
- Nawrath, S.; Alberternst, B. (2018a): Endbericht. Forschungsvorhaben Beifuß-Ambrosie in Bayern FOBAB V-Studie.
- Nawrath, S.; Alberternst, B. (2018b): Endbericht-Anhangsband. Forschungsvorhaben Beifuß-Ambrosie in Bayern FOBAB V-Studie.
- Ngom, R.; Gosselin, P. (2014): Development of a Remote Sensing-Based Method to Map Likelihood of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Presence in Urban Areas. In: *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* (7), S. 126–139. DOI: 10.1109/JSTARS.2013.2254469.
- Pál, R. (2004): Invasive Plants Threaten Segetal Weed Vegetation of South Hungary I. In: *Weed Technology* (18), S. 1314–1318.
- Parendes, L. A.; Jones, J. A. (2000): Role of Light Availability and Dispersal in Exotic Plant Invasion along Roads and Streams in the H. J. Andrews Experimental Forest, Oregon. In: *Conservation Biology* (14 (1)), S. 64–75.
- Pinke, G.; Karácsony, P.; Botta-Dukát, Z.; Czúcz, B. (2013): Relating *Ambrosia artemisiifolia* and other weeds to the management of Hungarian sunflower crops. In: *Journal of Pest Science* (86 (3)), S. 621–631. DOI: 10.1007/s10340-013-0484-z.
- Pinke, G.; Pál, R. (2009): Floristic composition and conservation value of the stubble - field weed community, dominated by *Stachys annua* in western Hungary. In: *Biologia* (64/2), S. 279–291. DOI: 10.2478/s11756-009-0035-5.

Pipek, P. (2019): EMAPi - Ecology and Management of Alien Plant invasions. Hg. v. Institute of Botany, The Czech Academy of Sciences. Online verfügbar unter http://www.ibot.cas.cz/invasions/EMAPi_conferences/emapi2019.php.

Schröder, G.; Müller, C. (2014): Probleme bei der Unkrautbekämpfung in einem Gebiet mit hohen Abundanzen von *Ambrosia artemisiifolia* und Möglichkeiten der Reduzierung der Beifuß- Ambrosie in dieser Region. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten? Quedlinburg (JKI-Archiv, 445)*, S. 111–113.

Shrestha, A.; Erivelton, S. R.; Thomas, A. G.; Swanton, C. J. (1999): Modeling Germination and Shoot-Radicle Elongation of *Ambrosia artemisiifolia*. In: *Weed Science* (47), S. 557–562.

Simard, M. J.; Benoit, D.L. (2010): Distribution and abundance of an allergenic weed, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), in rural settings of southern Quebec, Canada. In: *Canadian Journal of Plant Science* (90), S. 549–557.

Smith, M.; Cecchi, L.; Skjøth, C. A.; Karrer, G.; Šikoparija, B. (2013): Common ragweed: a threat to environmental health in Europe. In: *Environment international*, S. 115–126. DOI: 10.1016/j.envint.2013.08.005.

Song, J.-S.; Prots, B. (1998): Invasion of *Ambrosia artemisiifolia* L. (compositae) in the Ukrainian Carpathians Mts. and the transcarpathian plain (central Europe). In: *Korean Journal of Biological Sciences* (2), S. 209–216. DOI: 10.1080/12265071.1998.9647409.

Starfinger, U.; Karrer, G. (2016): A standard protocol for testing viability with the Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC) Test. In: *HALT Ambrosia - final project report and general publication of project findings (JKI-Archiv, 455)*, S. 65–66.

Tamarcaz, P.; Lambelet, B.; Clot, B.; Keimer, C.; Hauser, C. (2005): Ragweed (*Ambrosia*) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? In: *Swiss Medical Weekly* (135), S. 538–548.

Toole, E. H.; Brown, E. (1946): Final results of the Duvel buried seed experiment. In: *Journal of Agricultural Research* (72), S. 201–210.

Trombulak, S. C.; Frissell, C. A. (2000): Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. In: *Conservation Biology* (14 (1)), S. 18–30. DOI: 10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x.

Truscott, A. M.; Palmer, S. C. F.; McGowan, G. M.; Cape, J. N.; Smart, S. (2005): Vegetation composition of roadside verges in Scotland: the effects of nitrogen deposition, disturbance and management. In: *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)* (136), S. 109–118. DOI: 10.1016/j.envpol.2004.12.009.

Tümmler, C.; Schröder, G. (2014): Untersuchungen zur chemischen Bekämpfung der Beifußblättrigen Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Sonnenblumen und Körnerleguminosen. In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten?* Quedlinburg (JKI-Archiv, 445), S. 105–110.

Universität für Bodenkultur (2019): Ökologische Zeigerwerte. Online verfügbar unter <http://statedv.boku.ac.at/zeigerwerte/?art=ambrosia+artemisiifolia>, zuletzt geprüft am 30.10.2019.

Verschwele, A. (2014): Die Beifuß-Ambrosie auf Ackerflächen - ein Problem? In: *Ambrosia in Deutschland - lässt sich die Invasion aufhalten?* Quedlinburg (JKI-Archiv, 445), S. 21–26.

Vitalos, M.; Karrer, G. (2009): Dispersal of *Ambrosia artemisiifolia* seeds along roads: the contribution of traffic and mowing machines. In: P. Pyšek und J. Pergl (Hg.): *NEOBIOTA: Towards a Synthesis. 5th European conference on biological invasions : Prague (Czech Republic), 23.-26. September 2008 : book of abstracts.* Průhonice: Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, S. 53–60.

Weber, E. (2017): *Invasive plant species of the world. A reference guide to environmental weeds.* 2. Aufl. Wallingford, Oxfordshire, Boston, MA: CABI.

Wetter.de (2019): Klima für Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.wetter.de/klima/europa/deutschland-c49.html>, zuletzt geprüft am 02.12.2019.

Yannelli, F. A.; Karrer, G.; Hall, R.; Kollmann, J.; Heger, T. (2018): Seed density is more effective than multi-trait limiting similarity in controlling grassland resistance against plant invasions in mesocosms. In: *Applied Vegetation Science*

8 Anhang

8.1 Mahdregime Fragebogen

(siehe 2.11 Mahdregime)

Universität für Bodenkultur Wien
University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Department für Integrative Biologie und Biodiversitätsforschung
Institut für Botanik



Wien, März 2019

Forschungsprojekt: Grundlagen für die Ragweed-Bekämpfung entlang von Bayerischen Straße

Auftraggeber: Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr

1) Von wem wurden die Pflegemaßnahmen entlang der Bankette in Ihrem Zuständigkeitsbereich in den letzten 5 Jahren durchgeführt?

- von Mitarbeitern der Autobahnmeisterei/Straßenmeisterei selbst
- die Pflegemaßnahmen wurden an ein externes Unternehmen in Auftrag gegeben

2) Werden die Bankette gemäht oder gemulcht und wie verfahren Sie mit der anfallenden Biomasse?

- die Bankette werden gemäht
- die Bankette werden gemulcht
- die Biomasse verbleibt auf der Fläche
- die Biomasse wird entfernt

3) Welche Arbeiten auf den Banketten fallen in einem durchschnittlichen Jahr in den jeweiligen Monaten an?

Jänner		Juli	
Februar		August	
März		September	
April		Oktober	

Mai		November	
Juni		Dezember	

4) Welche Faktoren beeinflussen die Festlegung des Mahdtermins am meisten (die 2 wichtigsten bitte ankreuzen)?

- Verfügbarkeit von Pflegegeräten
- Verkehrssicherheit
- Pflanzenentwicklung
- Verfügbarkeit von personellen Ressourcen
- Wetter
- Sonstiges: _____

5) Werden die Bankette bei Neuanlage mit Saatgutmischungen eingesät oder bleiben diese blank?

- Ja - bitte angeben wann ungefähr die letzte Ansaat stattgefunden hat _____
- Nein
- Nur in Ausnahmefällen (z.B. bei Bankettbeschädigung nach einem Unfall)

6) Welches sind aktuell die wichtigsten Problemfelder im Bereich der Bankettpflege?

- Personalmangel
- Maschinenausstattung
- laufende Mehrarbeit
- neue Pflanzen
- Verschärfungen im Bereich der Gesetzgebung
- Druck der Öffentlichkeit (Beschwerden wegen Staus etc.)
- Sonstiges: _____

7) Welche Maßnahmen wären aus Ihrer Sicht sinnvoll, um unerwünschte Pflanzen wie Ragweed oder auch Greiskraut zu bekämpfen?

Wir bedanken uns herzlich für die Zusammenarbeit und Ihre Mithilfe bei dem Forschungsprojekt!

Bei Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung

Lisa Zant

Tel: +43 664 3733 238

lisa.zant@gmx.at

Mirjam Aliabadi

Tel: +43 681 2060 8665

aliabadi_mirjam@yahoo.com

8.2 Klimadaten Probeflächen

Tab. 47: Monatsmittelwerte der Temperatur (2003-2018, jeweils März - Oktober) in 2m Höhe aller Probeflächen (Deutscher Wetterdienst 2019; ZAMG 2019)

Temperatur (Monatsmittel in 2m Höhe, °C)							
	BY066/BY101	BY348	BY368	MD	BY198	BY133/BY279	LB
03 2003-2018	5.42	4.09	4.59	4.13	4.29	4.88	6.38
04 2003-2018	10.37	8.93	9.20	9.37	9.26	9.89	11
05 2003-2018	14.13	13.12	13.28	13.61	13.25	14.03	14.86
06 2003-2018	18.12	16.95	16.88	17.36	16.93	17.73	17.91
07 2003-2018	19.83	18.44	18.54	18.86	18.62	19.52	20.15
08 2003-2018	19.11	17.71	17.90	17.98	17.85	18.53	19.37
09 2003-2018	14.80	13.52	13.37	13.64	13.80	14.40	15.35
10 2003-2018	10.00	8.81	8.69	8.74	9.46	9.41	10.57
Ø	13.97	12.70	12.81	12.96	12.93	13.55	14.45

Tab. 48: Monatsmittelwerte der Niederschläge (2003-2018, jeweils März - Oktober) aller Probeflächen (Deutscher Wetterdienst 2019; ZAMG 2019)

Niederschläge (Monatsmittel, mm)							
	BY066/BY101	BY348	BY368	MD	BY198	BY133/BY279	LB
03 2003-2018	51.97	38.76	84.93	45.95	101.5	29.55	34.73
04 2003-2018	61.79	49.53	59.52	45.99	77.9	33.81	47.53
05 2003-2018	103.10	87.83	158.30	97.53	182.7	74.71	113.4
06 2003-2018	123.39	87.86	160.21	94.67	154.8	58.23	127.47
07 2003-2018	116.51	93.96	135.71	96.37	112.3	80.20	128.07
08 2003-2018	113.29	92.51	141.39	94.92	76.3	65.92	136.4
09 2003-2018	72.21	54.98	110.20	60.75	96.0	47.78	95.33
10 2003-2018	62.98	45.49	88.55	51.96	67.4	43.99	64.2
Ø	88.15	68.86	117.35	73.52	87.4	54.27	93.39

Tab. 49: Monatsmittelwerte der Sonnenscheindauer (2003-2018, jeweils März -Oktober) aller Probeflächen (Deutscher Wetterdienst 2019; ZAMG 2019)

Sonnenscheindauer (Monatsmittel, Stunden)							
	BY066/BY101	BY348	BY368	MD	BY198	BY133/BY279	LB
03 2003-2018	152.26	145.02	131.49	145.62	147.53	136.31	181.2
04 2003-2018	192.48	190.09	171.78	198.66	197.70	192.46	211.1
05 2003-2018	205.78	204.79	183.06	208.84	200.53	211.34	228.3
06 2003-2018	224.59	229.80	187.01	231.57	220.60	233.08	238.3
07 2003-2018	244.98	244.86	214.89	250.02	242.44	240.87	265.6
08 2003-2018	227.39	224.75	216.40	230.84	229.76	218.66	250.5
09 2003-2018	167.89	163.55	144.18	161.73	168.83	169.96	184.7
10 2003-2018	127.70	110.44	107.11	114.53	133.35	118.75	152.9
Ø	192.88	189.16	169.49	192.73	192.59	190.18	191.4

8.3 Rohdaten

BY133	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	1	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	1	2	57	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY198	1	3	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	1	5	5	1	2	2	0	0	0	0	2	50	2	0	0
BY198	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	2	1	128	2	2	1	1	1	0	0	1	25	1	1	1
BY198	2	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	2	3	15	1	2	1	1	0	1	1	2	50	2	0	0
BY198	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	2	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	2	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	3	1	125	1	4	1	3	2	1	1	2	50	2	2	2
BY198	3	2	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	3	3	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	3	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	4	1	238	0	7	4	3	3	0	0	4	100	4	3	3
BY198	4	2	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	4	4	18	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY198	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	5	1	148	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	5	2	87	1	1	0	1	0	1	1	1	25	1	0	0
BY198	5	3	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	6	1	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	6	2	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	6	3	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	6	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	7	1	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	7	2	16	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY198	7	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	8	1	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	8	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	8	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	8	4	5	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY198	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	9	1	36	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
BY198	9	2	45	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
BY198	9	3	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	9	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	10	1	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	10	2	89	2	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY198	10	3	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	10	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	10	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY198	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	1	1	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	1	2	20	0	2	2	0	0	0	0	2	50	2	0	0

BY279	1	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY279	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	2	1	26	1	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY279	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	3	1	4	1	4	3	1	1	0	0	3	75	3	1	1
BY279	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY279	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	4	1	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	4	2	1	2	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY279	4	3	0	0	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY279	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	6	1	54	3	2	1	1	0	1	1	2	50	2	0	0
BY279	6	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	6	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	7	1	51	6	4	4	0	0	0	0	4	100	4	0	0
BY279	7	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	8	1	44	5	1	1	0	0	0	0	1	25	1	0	0
BY279	8	2	3	0	2	2	0	0	0	0	2	50	2	0	0
BY279	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	1	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BY279	10	1	82	2	7	6	1	1	0	0	6	150	6	1	1
BY279	10	2	8	1	2	2	0	0	0	0	2	50	2	0	0

