

Ambrosia artemisiifolia L. (Beifuß-Ambrosie) in Deutschland
Biologie der Art, Konkurrenzverhalten und Monitoring

Von der Fakultät für Lebenswissenschaften
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina

zu Braunschweig

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

genehmigte

Dissertation

von Jens Nitzsche
aus Helmstedt

1. Referent: Professor Dr. Dietmar Brandes

2. Referent: apl. Professor Dr. Dirk Selmar

eingereicht am: 16.12.2009

mündliche Prüfung (Disputation) am: 13.04.2010

Druckjahr 2010

Vorveröffentlichungen der Dissertation

Teilergebnisse aus dieser Arbeit wurden mit Genehmigung der Fakultät für Lebenswissenschaften, vertreten durch den Mentor der Arbeit, in folgenden Beiträgen vorab veröffentlicht:

Publikationen

BRANDES, D. & J. NITZSCHE (2007): Verbreitung, Ökologie und Soziologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. in Mitteleuropa. – *Tuexenia* 27. 2007, S. 167-194, Göttingen.

BRANDES, D. & J. NITZSCHE (2006): Biology, introduction, dispersal and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) with special regard to Germany. – *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, Bd. 58. 2006, S. 286-291.

NITZSCHE, J. (2008): Ringfahndung nach *Ambrosia artemisiifolia*: von der Hafenspflanze und einem Vogelfutterbegleiter zum Ackerunkraut? – *Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft BWG*, Bd. 59. 2008, S. 53-72.

Tagungsbeiträge

BRANDES, D. & J. NITZSCHE (2006): Fallstudie zu Entwicklung von *Ambrosia artemisiifolia*-Populationen in ausgewählten Gebieten. (Präsentation) – 2. interdisziplinärer Workshop zu *Ambrosia artemisiifolia* der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig; http://www.biblio.tu-bs.de/geobot/lit/ambrosia_workshop2006pdf.

NITZSCHE, J. (2009): Bewertung des invasiven Potentials von *Ambrosia artemisiifolia* durch das INVASS-Modell. (Vortrag) – 25. Braunschweiger Floristentreffen, Braunschweig.

NITZSCHE, J. (2009): Zur Konkurrenzkraft und Persistenz von *Ambrosia artemisiifolia*. (Vortrag und Präsentation) – Fachtagung der Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz: Invasive Pflanzenarten – was bedeuten sie für die biologische Vielfalt? Schneverdingen; <http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C59995210:L20.pdf>

NITZSCHE, J. (2007): Persistenz und Konkurrenzfähigkeit von *Ambrosia artemisiifolia*. (Vortrag) – 23. Braunschweiger Floristentreffen, Braunschweig.

NITZSCHE, J. (2007): Zur Persistenz von *Ambrosia artemisiifolia* in ausgewählten Gebieten Deutschlands. (Vortrag) – 3. interdisziplinärer Workshop zu *Ambrosia artemisiifolia* der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin.

NITZSCHE, J. (2006): Neues aus der *Ambrosia*-Forschung. (Vortrag) – 22. Braunschweiger Floristentreffen, Braunschweig.

NITZSCHE, J. (2006): Ringfahndung nach *Ambrosia artemisiifolia*. (Vortrag) – Kolloquium der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft BWG: Global Change und biologische Invasion, Hannover.

NITZSCHE, J. (2005): Experimentelle Untersuchungen an *Ambrosia artemisiifolia* L. (Vortrag) – 1. interdisziplinärer Workshop zu *Ambrosia artemisiifolia* der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Braunschweig.

NITZSCHE, J. (2005): Ringfahndung nach *Ambrosia artemisiifolia*: von Hafenspflanze und Vogelfutterbegleiter zum Ackerunkraut? (Vortrag und Präsentation) – 6. Braunschweiger Kolloquium: Biodiversität und Vegetationsökologie von Verkehrsanlagen, Braunschweig; <http://www.ruderal-vegetation.de/epub/ambrosia.pdf>

Danksagung

Mein größter Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Dietmar Brandes, der mich mit der Thematik *Ambrosia artemisifolia* L. vertraut gemacht hat und mir ermöglichte in seiner Arbeitsgruppe diese Dissertation zu verfassen. Ich möchte ihm zudem für sein stetes Interesse an der Arbeit, seine kritische Durchsicht des Manuskripts, Diskussionsbereitschaft und Anregungen danken.

Herrn Prof. Dr. Dirk Selmar (Braunschweig) möchte ich für die Übernahme des Korreferats danken.

Ich danke allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe für Vegetationsökologie und experimentelle Pflanzensoziologie sowie des Instituts für Pflanzenbiologie für ihre Unterstützung. Mein besonderer Dank gilt hierbei Frau Dr. Christiane Evers für ihre kritische Durchsicht des Manuskripts, ihre Anregungen und Diskussionsbereitschaft. Frau Annette Kaiser möchte ich besonders für ihre Hilfe während der praktischen Experimente sowie ihre Denkanstöße und moralische Unterstützung danken.

Frau Dr. T. Heger (München) möchte ich für die Durchsicht meiner Anwendung ihres INVASS-Modells danken. Sie hat mit ihren Anregungen und ihrer Kritik sehr zum Gelingen dieses Teils der Arbeit beigetragen.

Den Herrn Michael Kraft und Thorsten Marschall, sowie allen Mitarbeitern des Botanischen Gartens Braunschweig, möchte ich für ihre Unterstützung der Experimente im Erweiterungsteil des Gartens herzlich danken.

Frau R. Simroth vom Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung (Cottbus) und Herrn H. Jentsch (Calau) möchte ich für ihre Unterstützung und Anregungen meiner Untersuchungen im Raum Cottbus-Drebkau-Calau danken.

Herrn F.-J. Löpmeier, Frau H. Langhoff (Braunschweig) sowie Herrn H. Sievers (Hildesheim) vom Deutschen Wetterdienst danke ich für die Erlaubnis zur Verwendung ihrer Funddaten im Raum Hildesheim sowie ihrer Daten zur Pollenfreisetzung der Art.

Herrn H. Jage (Kemberg) möchte ich für die Bestimmung der parasitischen Pilze auf *Ambrosia* danken.

Schließlich möchte ich noch meiner Familie, meinen Freunden und allen bisher ungenannten Personen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Mein ganz besonderer Dank gilt hierbei Frau Helga Nitzsche, ohne die ich nie in der Lage gewesen wäre mit dieser Arbeit zu beginnen oder mein Diplom im Fach Biologie zu erlangen. Daher möchte ich ihr diese Arbeit in Liebe widmen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Untersuchungsgebiet.....	4
2.1. Klima.....	7
3. Allgemeine Definitionen.....	10
3.1. Nomenklatur.....	10
3.2. Definitionen verwendeter Begriffe.....	10
4. Zur Biologie von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	12
4.1. Experimente zur Keimung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	12
4.1.1. Einleitung.....	12
4.1.2. Material und Methoden.....	13
4.1.2.1.1. Bestimmung der Vitalität von Diasporen.....	13
4.1.2.1.2. Keimung von Früchten unterschiedlicher Herkunft bei verschiedenen Temperaturen.....	14
4.1.2.1.3. Keimung von Früchten nach feuchter und trockener Erhitzung.....	15
4.1.2.1.4. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe.....	16
4.1.2.1.5. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe in Abhängig- keit von der Diasporengröße.....	17
4.1.2.1.6. Monatliche Überprüfung der Keimfähigkeit.....	17
4.1.2.1.7. Subhydre Keimung.....	18
4.1.2.1.8. Keimung unter Einfluss von NaCl, KNO ₃ und Na ₂ SO ₄	18
4.1.2.2.1. Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten.....	19
4.1.2.2.2. Fütterungsversuche von Wildvögeln.....	19
4.1.3. Ergebnisse.....	20
4.1.3.1.1. Bestimmung der Vitalität von Diasporen.....	20
4.1.3.1.2. Keimung von Früchten unterschiedlicher Herkunft bei verschiedenen Temperaturen.....	23
4.1.3.1.3. Keimung von Früchten nach feuchter und trockener Erhitzung.....	27
4.1.3.1.4. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe.....	32

4.1.3.1.5. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe in Abhängigkeit von der Diasporengröße.....	32
4.1.3.1.6. Monatliche Überprüfung der Keimfähigkeit.....	33
4.1.3.1.7. Subhydre Keimung.....	39
4.1.3.1.8. Keimung unter Einfluss von NaCl, KNO ₃ und Na ₂ SO ₄	40
4.1.3.2.1. Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten.....	44
4.1.3.2.2. Fütterungsversuche von Wildvögeln.....	44
4.1.4. Diskussion.....	46
4.1.4.1.1. Bestimmung der Vitalität von Diasporen.....	46
4.1.4.1.2. Keimung von <i>Ambrosia</i> - Früchten unter verschiedenen Bedingungen.....	47
4.1.4.2.1. Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten.....	54
4.1.4.2.2. Fütterungsversuche von Wildvögeln.....	55
4.2. Morphologische Daten und Entwicklung.....	57
4.2.1. Einleitung.....	57
4.2.2. Material und Methoden.....	59
4.2.2.1. Morphologische Erfassung von <i>Ambrosia</i> -Individuen.....	59
4.2.2.2. Bestimmung der Anzahl von Früchten pro Individuum.....	61
4.2.2.3. Gewichtsbestimmung von Diasporen unterschiedlicher Herkunft.....	61
4.2.2.4. Biomassebestimmung.....	61
4.2.2.5. Entwicklung von <i>Ambrosia</i> -Populationen unterschiedlicher Herkunft über den Jahresverlauf 2007.....	62
4.2.3. Ergebnisse.....	63
4.2.3.1. Morphologische Erfassung von <i>Ambrosia</i> -Individuen.....	63
4.2.3.2. Bestimmung der Anzahl von Früchten pro Individuum.....	73
4.2.3.3. Gewichtsbestimmung von Diasporen unterschiedlicher Herkunft.....	73
4.2.3.4. Biomassebestimmung.....	77
4.2.3.5. Entwicklung von <i>Ambrosia</i> -Populationen unterschiedlicher Herkunft über den Jahresverlauf 2007.....	84
4.2.4. Diskussion.....	89
4.2.4.1. Morphologischer Aufbau und Höhenentwicklung von <i>Ambrosia</i> -Individuen.....	89

4.2.4.2. Verteilung der Anzahl von Diasporen pro Individuum und deren Gewicht bei unterschiedlicher Herkunft.....	93
4.2.4.3. Verteilung der Biomasse.....	95
4.2.4.4. Entwicklung von <i>Ambrosia</i> -Populationen über den Verlauf des Jahres 2007.....	98
4.3. Versuche zur Stresstoleranz der Pflanzen.....	100
4.3.1. Einleitung.....	100
4.3.2. Material und Methoden.....	101
4.3.2.1. Versuche zur Stresstoleranz von Jungpflanzen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	101
4.3.2.2. Untersuchung der Überlebensrate während und nach der Überstauung von <i>A. artemisiifolia</i> L.	102
4.3.2.3. Vergleich der Transpirationsraten von <i>A. artemisiifolia</i> L. mit fünf weiteren Unkräutern.....	102
4.3.2.4. Reaktion auf Herbizidbehandlung.....	103
4.3.3. Ergebnisse.....	104
4.3.3.1. Versuche zur Stresstoleranz von Jungpflanzen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	104
4.3.3.2. Untersuchung der Überlebensrate während und nach der Überstauung von <i>A. artemisiifolia</i> L.	119
4.3.3.3. Vergleich der Transpirationsraten von <i>A. artemisiifolia</i> L. mit fünf weiteren Unkräutern.....	122
4.3.3.4. Reaktion auf Herbizidbehandlung.....	123
4.3.4. Diskussion.....	125
4.3.4.1. Zur Stresstoleranz von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	125
4.3.4.2. Transpirationsraten von <i>Ambrosia</i> im Vergleich zu anderen Unkräutern.....	135
4.4. Konkurrenzversuche.....	137
4.4.1. Einleitung.....	137
4.4.2. Material und Methoden.....	138
4.4.2.1.1. Entwicklung von <i>Ambrosia</i> -Pflanzen bei intra-spezifischer Konkurrenz.....	138
4.4.2.1.2. Konkurrenzversuche mit verschiedenen Kulturfrüchten..	138
4.4.2.1.3. Simulation einer Verunreinigung von Saatgut mit Früchten von <i>A. artemisiifolia</i> L.	140
4.4.2.1.4. Einsaat von Früchten in eine gestörte und eine ungestörte Rasenmatrix.....	140

4.4.2.1.5. Dauerversuch zur Abschätzung des Einflusses ausbleibender mechanischer Störung.....	141
4.4.2.1.6. Einfluss der Konkurrenz von verschiedenen Unkrautdichten auf die Etablierung von <i>A. artemisiifolia</i> L.	142
4.4.2.1.7. Einsaat von Früchten in eine Sandackerbrache.....	142
4.4.2.2.1. Einfluss von <i>Ambrosia</i> -Waschwasser und Extrakten auf die Keimung von Garten-Kresse (<i>Lepidium sativum</i> L.)..	144
4.4.2.2.2. Einfluss von verschiedenen Teilen der <i>Ambrosia</i> -Pflanze auf die Keimung von Saat-Weizen (<i>Triticum aestivum</i> L. em. FIORI et PAOL.).....	144
4.4.3. Ergebnisse.....	145
4.4.3.1.1. Entwicklung von <i>Ambrosia</i> -Pflanzen bei intraspezifischer Konkurrenz.....	145
4.4.3.1.2. Konkurrenzversuche mit verschiedenen Kulturfrüchten..	150
4.4.3.1.3. Simulation einer Verunreinigung von Saatgut mit Früchten von <i>A. artemisiifolia</i> L.	158
4.4.3.1.4. Einsaat von Früchten in eine gestörte und eine ungestörte Rasenmatrix.....	158
4.4.3.1.5. Dauerversuch zur Abschätzung des Einflusses ausbleibender mechanischer Störung.....	159
4.4.3.1.6. Einfluss der Konkurrenz von verschiedenen Unkrautdichten auf die Etablierung von <i>A. artemisiifolia</i> L.	160
4.4.3.1.7. Einsaat von Früchten in eine Sandackerbrache.....	162
4.4.3.2.1. Einfluss von <i>Ambrosia</i> -Waschwasser und Extrakten auf die Keimung von Garten-Kresse (<i>Lepidium sativum</i> L.)..	163
4.4.3.2.2. Einfluss von verschiedenen Teilen der <i>Ambrosia</i> -Pflanze auf die Keimung von Saat-Weizen (<i>Triticum aestivum</i> L. em. FIORI et PAOL.).....	164
4.4.4. Diskussion.....	165
4.4.4.1. Zum Konkurrenzverhalten von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	165
4.4.4.2. Zur allelopathischen Wirkung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	174
5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland.....	176
5.1. Einleitung.....	176
5.2. Material und Methoden.....	177
5.2.1. Allgemeine Methoden.....	177
5.2.1.1. Pflanzensoziologische Aufnahmen.....	177

5.2.1.2. Untersuchung von Bodenproben.....	177
5.2.2. Gesonderte Untersuchungen im Raum Cottbus.....	178
5.2.2.1. Bonitierung des untersuchten Streckenverlaufes auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	178
5.2.3. Gesonderte Untersuchungen in Magdeburg.....	178
5.2.3.1. Abschätzung der Populationsgröße in Magdeburg.....	178
5.2.3.2. Entwicklung der Population im Verlauf der Jahre von 2005 bis 2009.....	179
5.2.4. Gesonderte Untersuchungen im Raum Braunschweig - Wolfenbüttel.....	179
5.2.4.1. Untersuchung von Raiffeisenfilialen, Ackerrändern mit Blüh- streifen und anderen potentiellen Wuchsorten auf Vor- kommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	179
5.2.4.2. Untersuchung des östlichen Ringgebietes und von Teilen des Universitätsgebietes von Braunschweig auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	179
5.3. Ergebnisse.....	181
5.3.1. Allgemeine Methoden.....	181
5.3.1.1. Pflanzensoziologische Aufnahmen.....	181
5.3.1.1.1. Südliches Brandenburg, Raum Cottbus - Drebkau - Calau.....	181
5.3.1.1.2. Magdeburg, Grundstück der alten Ölmühle.....	193
5.3.1.1.3. Fläche nahe der Raiffeisenfiliale „An der Fischer- brücke“, Wolfenbüttel.....	201
5.3.1.1.4. Pflanzensoziologische Aufnahmen auf einem Privatgrundstück in Frellstedt.....	204
5.3.1.2. Untersuchung von Bodenproben.....	206
5.3.1.2.1. Untersuchung von Bodenproben aus Cottbus.....	206
5.3.1.2.2. Untersuchung von Bodenproben aus Magdeburg...	208
5.3.1.2.3. Untersuchung von Bodenproben aus Wendessen..	210
5.3.2. Gesonderte Untersuchungen im Raum Cottbus.....	212
5.3.2.1. Bonitierung des untersuchten Streckenverlaufes auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	212
5.3.3. Gesonderte Untersuchungen in Magdeburg.....	212
5.3.3.1. Abschätzung der Populationsgröße in Magdeburg.....	212
5.3.3.2. Entwicklung der Population im Verlauf der Jahre von 2005 bis 2009.....	215

5.3.4. Gesonderte Untersuchungen im Raum Braunschweig - Wolfenbüttel.....	218
5.3.4.1. Untersuchung von Raiffeisenfilialen, Ackerrändern mit Blüh- streifen und anderen potentiellen Wuchsorten auf Vor- kommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	218
5.3.4.2. Untersuchung des östlichen Ringgebietes und von Teilen des Universitätsgebietes von Braunschweig auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	219
5.4. Diskussion.....	221
5.4.1. Verteilungsmuster der Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> L. am Beispiel verschiedener Gebiete in Deutschland.....	221
5.4.2. Zur Ausbreitung und Verteilung von <i>Ambrosia</i> -Vorkommen ausgewählten Ländern Europas.....	224
5.4.3. Bestandsentwicklung und Vergesellschaftung am Beispiel mehrerer Wuchsorte in Deutschland.....	228
5.4.4. Vergleich von Clusteranalysen pflanzensoziologischer Aufnahmen in Deutschland und Europa.....	237
5.4.5. Zur Samenbank.....	248
6. Anwendung des INVASS-Modells - Abschätzung des Invasionsstatus von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	250
6.1. Einleitung.....	250
6.2. Invasionsschritt 1.: Transport über die Ausbreitungsbarriere.....	253
6.3. Invasionsschritt 2.: Selbständiges Wachstum und Fortpflanzung der ersten Pflanzen.....	259
6.4. Invasionsschritt 3.: Wachstum der ersten Population bis zur Mindestgröße einer überlebensfähigen Population.....	273
6.5. Invasionsschritt 4.: Ausbreitung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L. zu neuen Wuchsorten und neuen Standorten.....	281
6.6. Zusammenfassung.....	288
7. Sinnvolle Maßnahmen zur Begrenzung der Einfuhr und der Bekämpfung der Art.....	290
8. Zusammenfassung.....	293
9. Literaturverzeichnis.....	296

10. Anhang.....	311
10.1. Untersuchungsgebiet.....	311
10.2. Untersuchungen zur Biologie von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	313
10.2.1. Experimente mit Früchten der Ambrosie.....	313
10.2.2. Morphologische Daten und Entwicklung.....	315
10.2.2.1. Morphologischer Aufbau und Höhenentwicklung von <i>Ambrosia</i> –Individuen.....	315
10.2.2.2. Verteilung der Anzahl von Diasporen pro Individuum und deren Gewicht bei unterschiedlicher Herkunft.....	317
10.2.2.3. Biomassebestimmung.....	317
10.2.3. Versuche zur Stresstoleranz der Pflanzen.....	318
10.2.3.1 Versuche zur Stresstoleranz von Jungpflanzen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	318
10.2.4. Konkurrenzversuche.....	327
10.2.4.1. Entwicklung von <i>Ambrosia</i> -Pflanzen bei intra- spezifischer Konkurrenz.....	327
10.2.4.2. Konkurrenzversuche mit verschiedenen Kulturfrüchten.....	329
10.2.4.3. Einfluss der Konkurrenz von verschiedenen Unkrautdichten auf die Etablierung von <i>A. artemisiifolia</i> L.	335
10.3. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland.....	337
10.3.1. Monitoring und Pflanzensoziologische Aufnahmen.....	337
10.3.2. Untersuchung des östlichen Ringgebietes und von Teilen des Universitätsgebietes von Braunschweig auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> L.	353

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 2.1: Verteilung der untersuchten Flächen im Raum Cottbus-Drebkau-Calau..... 9

Abb. 4.1.1: Früchte von *A. artemisiifolia* L. nach dem TTC - Test von Versuch 4.1.2.1.2..... 21

Abb. 4.1.2: Vitalitätstest der Früchte aus dem Versuch 4.1.2.1.2. (2007; 18 °C, gleich bleibende Temperatur)..... 22

Abb. 4.1.3: Keimung von Früchten unterschiedlicher Herkunft als Überprüfung des Vitalitätstests (2008, je 20-30 Früchte)..... 23

Abb. 4.1.4: Keimungsrate von Früchten verschiedener Herkunft bei 18 °C (2005, je 10 Früchte)..... 24

Abb. 4.1.5: Keimungsrate von Früchten aus Oldenburg nach der Stratifizierung bei 18 °C (2005, 10 Früchte)..... 24

Abb. 4.1.6: Keimungsrate von Früchten aus Ungarn bei verschiedenen Temperaturen (2005, je 10 Früchte)..... 25

Abb. 4.1.7: Keimungsrate von Früchten aus Braunschweig bei verschiedenen Temperaturen (2006, je 200 Früchte)..... 26

Abb. 4.1.8: Keimungsrate von Früchten aus Braunschweig bei gleich bleibender und wechselnder Temperatur (2007, je 200 Früchte)..... 26

Abb. 4.1.9: Keimung im Klimaschrank, nach 2 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte..... 27

Abb. 4.1.10: Keimung im Klimaschrank, nach 4 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte..... 28

Abb. 4.1.11: Keimung im Klimaschrank, nach 6 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte..... 28

Abb. 4.1.12: Keimung im Klimaschrank, nach 8 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte..... 29

Abb. 4.1.13: Keimung im Klimaschrank, nach 2 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte..... 30

Abb. 4.1.14: Keimung im Klimaschrank, nach 4 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte..... 30

Abb. 4.1.15: Keimung im Klimaschrank, nach 6 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte..... 31

Abb. 4.1.16: Keimung im Klimaschrank, nach 8 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte..... 31

Abb. 4.1.17: Keimungsrate in Abhängigkeit von der Pflanztiefe, je 100 Früchte..32

Abb. 4.1.18: Keimungsrate in Abhängigkeit von Diasporengroße und Pflanztiefe (6 cm), je 100 Früchte..... 33

Abb. 4.1.19-4.1.21: Schalen des monatlichen Keimversuches im Gewächshaus (Aufnahmen vom 29.10.2007).....	34
Abb. 4.1.22: Keimungsrate der Kontrolle aus Göttingen (2006/07), je 20 Früchte.....	34
Abb. 4.1.23: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, unstratifiziert (2006/07), je 20 Früchte.....	35
Abb. 4.1.24: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, stratifiziert (2006/07), je 20 Früchte.....	35
Abb. 4.1.25: Keimungsrate der Kontrolle aus Göttingen (2007, Freilandversuch), je 50 Früchte.....	36
Abb. 4.1.26: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, unstratifiziert (2007, Freilandversuch), je 50 Früchte.....	36
Abb. 4.1.27: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, stratifiziert (2007, Freilandversuch), je 50 Früchte.....	37
Abb. 4.1.28: Gesamtkeimungsrate der Kontrolle aus Göttingen (2007 und 2008, Freilandversuch).....	38
Abb. 4.1.29: Gesamtkeimungsrate der Früchte aus Braunschweig, unstratifiziert (2007 und 2008, Freilandversuch).....	38
Abb. 4.1.30: Gesamtkeimungsrate der Früchte aus Braunschweig, stratifiziert (2007 und 2008, Freilandversuch).....	39
Abb. 4.1.31: Subhydre Keimungsrate von Früchten aus Braunschweig (2006)...	40
Abb. 4.1.32: Keimungsrate unter Einfluss von Kochsalz (NaCl), je 200 Früchte.	41
Abb. 4.1.33-4.1.35: Keimversuche von <i>Ambrosia</i> unter Einfluss von Natriumchlorid.....	41
Abb. 4.1.36: Keimungsrate unter Einfluss von Kaliumnitrat (KNO ₃), je 200 Früchte.....	42
Abb. 4.1.37-4.1.39: Keimversuche von <i>Ambrosia</i> unter Einfluss von Kaliumnitrat.....	43
Abb. 4.1.40: Keimungsrate unter Einfluss von Natriumsulfat (Na ₂ SO ₄), je 200 Früchte.....	43
Abb. 4.1.41-4.1.43: Keimversuche von <i>Ambrosia</i> unter Einfluss von Natriumsulfat.....	44
Abb. 4.1.44: Früchte von <i>Ambrosia</i> in Volierenfutter von Versele-Laga (2005)...	45
Abb. 4.2.1: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen aus den Becken; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt.....	64
Abb. 4.2.2: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen aus den Beeten; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt.....	65

Abb. 4.2.3: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen bis zum männlichen Blütenstand aus den Becken; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt.....	66
Abb. 4.2.4: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen bis zum männlichen Blütenstand aus den Beeten; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt.....	66
Abb. 4.2.5: Häufigkeitsverteilung der Sprossdurchmesser an der Sprossbasis von Individuen aus den Becken; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt.....	67
Abb. 4.2.6: Häufigkeitsverteilung der Sprossdurchmesser an der Sprossbasis von Individuen aus den Beeten; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt.....	68
Abb. 4.2.7: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Seitenzweige von Individuen aus den Becken.....	69
Abb. 4.2.8: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Seitenzweige von Individuen aus den Beeten.....	69
Abb. 4.2.9: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Nodien von Individuen aus den Becken.....	70
Abb. 4.2.10: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Nodien von Individuen aus den Beeten.....	71
Abb. 4.2.11: Wachstumskurve von <i>A. artemisiifolia</i> im Botanischen Garten (2006; mit Depression nach 26. Woche, durch Entfernung der männlichen Blütenstände. Die theoretische Höhe der Pflanzen ohne Depression ist durch die gestrichelte Linie angegeben).....	72
Abb. 4.2.12: Wachstumskurve von <i>A. artemisiifolia</i> im Botanischen Garten (2007).....	72
Abb. 4.2.13: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Göttingen (2004); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	74
Abb. 4.2.14: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Ungarn (2004); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	74
Abb. 4.2.15: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Braunschweig (2006); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	75
Abb. 4.2.16: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Braunschweig (2005); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	75
Abb. 4.2.17: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Cottbus (2006); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	76
Abb. 4.2.18: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Oldenburg (2004); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	76
Abb. 4.2.19: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Magdeburg (2006); Mittelwert ist in Gramm dargestellt.....	77
Abb. 4.2.20: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse (2005).....	78

Abb. 4.2.21: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der Hauptsprosse (2007).....	79
Abb. 4.2.22: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der Seitensprosse (2007).....	80
Abb. 4.2.23: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der Wurzeln (2007).....	81
Abb. 4.2.24: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse bei 1 m ² aus einem Konkurrenzversuch mit <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> (2007).....	81
Abb. 4.2.25: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der männlichen Blütenstände (2007).....	83
Abb. 4.2.26: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der männlichen Blütenstände aus allen Versuchsbecken aufsummiert (2007).....	83
Abb. 4.2.27: Zusammenfassung der Entwicklung der Populationen aus dem Jahr 2007.....	85
Abb. 4.2.28: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Braunschweig (Samenmaterial von 2005).....	85
Abb. 4.2.29: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Braunschweig (Samenmaterial von 2006).....	86
Abb. 4.2.30: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Göttingen (Samenmaterial von 2004).....	86
Abb. 4.2.31: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Magdeburg (Samenmaterial von 2006).....	87
Abb. 4.2.32: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Cottbus (Samenmaterial von 2006).....	87
Abb. 4.2.33: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Ungarn (Samenmaterial von 2004).....	88
Abb. 4.3.1: Höhe der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	104
Abb. 4.3.2: Kumulativer Höhenzuwachs der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	105
Abb. 4.3.3: Anzahl der männlichen Blütenstände der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	106
Abb. 4.3.4: Anzahl der Seitenzweige der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	106
Abb. 4.3.5: Anzahl der Knoten der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	107
Abb. 4.3.6: Zuwachs an Knoten der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	107
Abb. 4.3.7: Verlust der Blätter am Hauptspross der mit NaCl behandelten Pflanzen.....	108
Abb. 4.3.8: Höhe der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	109
Abb. 4.3.9: Kumulativer Höhenzuwachs der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	109
Abb. 4.3.10: Anzahl der männlichen Blütenstände der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	110

Abb. 4.3.11: Anzahl der Seitenzweige der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	111
Abb. 4.3.12: Anzahl der Knoten der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	111
Abb. 4.3.13: Zuwachs an Knoten der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	112
Abb. 4.3.14: Verlust der Blätter am Hauptspross der mit KNO ₃ behandelten Pflanzen.....	113
Abb. 4.3.15: Höhe der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	114
Abb. 4.3.16: Kumulativer Höhenzuwachs der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	114
Abb. 4.3.17: Anzahl der männlichen Blütenstände der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	116
Abb. 4.3.18: Anzahl der Seitenzweige der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	116
Abb. 4.3.19: Anzahl der Knoten der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	117
Abb. 4.3.20: Zuwachs an Knoten der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	117
Abb. 4.3.21: Verlust der Blätter am Hauptspross der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt.....	118
Abb. 4.3.22: Reaktion von <i>Ambrosia</i> auf Überstauung, 1. Tag nach Versuchsbeginn (2007).....	120
Abb. 4.3.23: Reaktion von <i>Ambrosia</i> auf Überstauung, 7. Tag nach Versuchsbeginn (2007).....	120
Abb. 4.3.24: Reaktion von <i>Ambrosia</i> auf Überstauung, 11. Tag nach Versuchsbeginn (2007).....	121
Abb. 4.3.25: Reaktion von <i>Ambrosia</i> auf Überstauung, vier Tage vor Versuchsende (2007).....	121
Abb. 4.3.26: Anzahl der überlebenden Individuen nach Überführung ins Trockene.....	122
Abb. 4.3.27: Vergleich der Transpirationsraten von <i>A. artemisiifolia</i> mit fünf weiteren Unkräutern.....	123
Abb. 4.4.1: Schema der angelegten Beete.....	139
Abb. 4.4.2: Schema der angelegten Störstellen.....	141

Abb. 4.4.3: Versuchsaufbau zur Einsaat von Früchten in eine Sandackerbrache.....	143
Abb. 4.4.4: Höhe der Individuen bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt).....	146
Abb. 4.4.5: Anzahl der männlichen Blütenstände bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt).....	146
Abb. 4.4.6: Anzahl der Seitenzweige bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt).....	147
Abb. 4.4.7: Länge der Seitenzweige bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt).....	147
Abb. 4.4.8: Anzahl der Früchte bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt).....	148
Abb. 4.4.9: Frischmasse bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)....	149
Abb. 4.4.10: Trockenmasse bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt).....	150
Abb. 4.4.11: Ertragsverlust von <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> durch <i>A. artemisiifolia</i>	151
Abb. 4.4.12: Ertragsverlust von <i>Solanum tuberosum</i> durch <i>A. artemisiifolia</i>	152
Abb. 4.4.13: Ertragsverlust von <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> durch <i>A. artemisiifolia</i>	153
Abb. 4.4.14: Ertragsverlust von <i>Solanum tuberosum</i> durch <i>A. artemisiifolia</i>	154
Abb. 4.4.15: Ertragsverlust von <i>Zea mays</i> cv. „Aventora“ durch <i>A. artemisiifolia</i>	155
Abb. 4.4.16: Ertragsverlust von <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> durch <i>A. artemisiifolia</i>	157
Abb. 4.4.17: Änderung der Individuenanzahl von <i>A. artemisiifolia</i> durch die Konkurrenz von Unkräutern.....	161
Abb. 4.4.18: Änderung der Höhe von <i>A. artemisiifolia</i> durch die Konkurrenz von Unkräutern.....	161
Abb. 4.4.19: Änderung der Anzahl der Seitenzweige von <i>A. artemisiifolia</i> durch die Konkurrenz von Unkräutern.....	162
Abb. 4.4.20: Einfluss verschiedener <i>Ambrosia</i> -Waschwasser und Extrakte auf die Keimung von <i>Lepidium sativum</i> bei 18 °C (2006).....	163
Abb. 4.4.21: Einfluss von verschiedenen <i>Ambrosia</i> -Teilen auf die Keimung von <i>Triticum aestivum</i> bei 18 °C (2006).....	164
Abb. 5.1: Ergebnis der Untersuchung der Strecken auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> , 2006.....	213
Abb. 5.2: Ergebnis der Untersuchung der Strecken auf Vorkommen von <i>A. artemisiifolia</i> , 2007.....	214

Abb. 5.3: Schematische Darstellung eines Bestandes von <i>A. artemisiifolia</i> in Magdeburg aus den Jahren 2005 bis 2008.....	217
Abb. 5.4: Populationsentwicklung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> im NSG „Daßfelder Binnendünen“ bei Bekämpfung.....	235
Abb. 5.5: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse des Datensatzes von JENTSCH (2007).....	239
Abb. 5.6: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse des eigenen Datensatzes (2006).....	240
Abb. 5.7: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse des eigenen Datensatzes (2007).....	241
Abb. 5.8: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse von Datensätze verschiedener Autoren aus Europa.....	243
Abb. 10.1: Untersuchungsfläche in Wolfenbüttel-Wendessen: Übersicht.....	311
Abb. 10.2: Untersuchungsfläche in Magdeburg: Übersicht.....	312
Abb. 10.3: Maximale Höhenentwicklung im Konkurrenzversuch mit <i>Beta</i> (2007).....	315
Abb. 10.4: Bestandsbedingte unterschiedliche Verzweigung von <i>Ambrosia</i> (2007).....	316
Abb. 10.5-10.7: Einfluss von Konkurrenz auf die Ausbildung der Seitensprosse.	316
Abb. 10.8: Verschiedene Früchte von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> (2007).....	317
Abb. 10.9-10.10: Wurzeln von <i>Ambrosia</i> in Sandboden.....	318
Abb. 10.11: Entwicklung der mit 0,1%iger NaCl-Lösung behandelten Pflanzen..	319
Abb. 10.12: Entwicklung der mit 0,5%iger NaCl-Lösung behandelten Pflanzen..	319
Abb. 10.13: Entwicklung der mit 1%iger NaCl-Lösung behandelten Pflanzen....	320
Abb. 10.14: Entwicklung der mit 0,03 M KNO ₃ -Lösung behandelten Pflanzen...	320
Abb. 10.15: Entwicklung der mit 0,07 M KNO ₃ -Lösung behandelten Pflanzen...	321
Abb. 10.16: Entwicklung der mit 0,1 M KNO ₃ -Lösung behandelten Pflanzen.....	321
Abb. 10.17: Entwicklung der dekaptierten Pflanzen.....	322
Abb. 10.18: Entwicklung der Pflanzen mit entfernten Blättern.....	322
Abb. 10.19: Entwicklung der Pflanzen mit entfernten männlichen Blütenständen.....	323
Abb. 10.20: Entwicklung der Pflanzen mit entfernten Seitenzweigen.....	323
Abb. 10.21: Entwicklung der Kontrollpflanzen.....	324
Abb. 10.22: Regeneration von <i>Ambrosia</i> nach Einwirkung einer 0,5 %igen NaCl-Lösung (2006).....	324
Abb. 10.23-10.24: Regeneration von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> (2006).....	325

Abb. 10.25: Regeneration von <i>Ambrosia</i> nach Entfernung der Blütenstände (2006).....	325
Abb. 10.26: Regeneration von <i>Ambrosia</i> nach Abschneiden des Sprosses über der Erde (2006).....	326
Abb. 10.27: Anzahl der männlichen Blütenstände bei verschiedenen Individuendichten (Absolut).....	327
Abb. 10.28: Anzahl der Seitenzweige bei verschiedenen Individuendichten (Absolut).....	327
Abb. 10.29: Anzahl der Früchte bei verschiedenen Individuendichten (Absolut).	328
Abb. 10.30: Frischmasse bei verschiedenen Individuendichten (Absolut).....	328
Abb. 10.31: Trockenmasse bei verschiedenen Individuendichten (Absolut).....	329
Abb. 10.32-10.33: Konkurrenzversuch mit <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> L. (16.08.2006).....	329
Abb. 10.34-10.35: Konkurrenzversuch mit <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> L. (16.08.2006).....	330
Abb. 10.36-10.37: Konkurrenzversuch mit <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> L. (25.06.2007).....	330
Abb. 10.38-10.39: Konkurrenzversuch mit <i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> L. (19.07.2007).....	331
Abb. 10.40-10.41: Konkurrenzversuch mit <i>Solanum tuberosum</i> L. (20.07.2006).	331
Abb. 10.42-10.43: Konkurrenzversuch mit <i>Solanum tuberosum</i> L. (16.08.2006).	332
Abb. 10.44-10.45: Konkurrenzversuch mit <i>Zea mays</i> cv. „Aventora“ L. (16.08.2006).....	332
Abb. 10.46-10.47: Konkurrenzversuch mit <i>Zea mays</i> cv. „Aventora“ L. (16.08.2006).....	333
Abb. 10.48-10.49: Variante ohne Konkurrenz durch Unkraut.....	335
Abb. 10.50-10.51: Variante mit 50 % entferntem Unkraut.....	335
Abb. 10.52-10.53: Variante ohne Entfernung des Unkraut.....	336
Abb. 10.54-10.55: <i>Ambrosia</i> an einer Straße bei Schorbus (21.07.2006).....	340
Abb. 10.56-10.57: <i>Ambrosia</i> in verschiedenen Feldkulturen (21.07.2006).....	340
Abb. 10.58-10.59: <i>Ambrosia</i> in verschiedenen Feldkulturen (02.-04.08.2006)....	341
Abb. 10.60-10.61: <i>Ambrosia</i> in einer Bitterlupinenkultur bei Oelsnig (09.08.2007).....	341
Abb. 10.62-10.63: <i>Ambrosia</i> in verschiedenen Brachen.....	342
Abb. 10.64-10.65: <i>Ambrosia</i> -Bestände am Radwegrand (29.08.2005).....	343
Abb. 10.66: <i>Ambrosia</i> -Bestand in der Fläche der ehemaligen Ölmühle (29.08.2005).....	343
Abb. 10.67-10.68: Zustand der Untersuchungsfläche am 11.05.2006.....	344

Abb. 10.69-10.70: Zustand der Radwegränder am 29.06.2006.....	344
Abb. 10.71-10.72: Zustand der Untersuchungsfläche am 29.06.2007.....	345
Abb. 10.73-10.74: Details der Untersuchungsfläche vom 29.06.2007.....	345
Abb. 10.75-10.76: Zustand der Radwegränder am 29.06.2007.....	346
Abb. 10.77: Zustand der Untersuchungsfläche am 13.09.2007, Blick vom Osten auf die Fläche.....	346
Abb. 10.78-10.79: Details der Untersuchungsfläche vom 13.06.2007.....	347
Abb. 10.80-10.81: Zustand der Radwegränder am 13.09.2007.....	347
Abb. 10.82-10.83: Detailaufnahmen der verbliebenen Bestände von <i>Ambrosia</i> (02.07.2008).....	348
Abb. 10.84-10.85: Detailaufnahmen der verbliebenen Bestände von <i>Ambrosia</i> (27.07.2009).....	348
Abb. 10.86: Zustand der Untersuchungsfläche im Herbst 2005.....	350
Abb. 10.87-10.88: Zustand der Untersuchungsfläche im Mai 2006.....	350
Abb. 10.89-10.90: Zustand der Untersuchungsfläche im Juli 2006.....	351
Abb. 10.91: Zustand der Untersuchungsfläche nach dem Abschieben der Oberfläche (08.08.2006).....	351
Abb. 10.92-10.93: Detail der Untersuchungsfläche im Jahr 2007.....	352
Abb. 10.94: Untersuchungsfläche nach Einsaat von Weiß-Klee (12.09.2007)....	352
Abb. 10.95-10.96: Zustand der Untersuchungsfläche in beiden Jahren.....	353
Abb. 10.97: Untersuchungsbereich im östlichen Ringgebiet der Stadt Braunschweig.....	355

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 2.1: Niederschlags- und Temperaturdaten der Untersuchungsgebiete.....	9
Tab. 4.1.1: Getestete Herkünfte des TTC-Tests.....	13
Tab. 4.1.2: Untersuchte Herkünfte der Verifizierung des TTC-Tests.....	14
Tab. 4.1.3: Durchgeführte Versuchvarianten.....	15
Tab. 4.1.4: Durchgeführte Versuchsansätze.....	16
Tab. 4.1.5: Ergebnisse der Bestimmung der Vitalität von Diasporen.....	20
Tab. 4.1.6: Vitalitätstest von Früchten unterschiedlicher Herkunft.....	20
Tab. 4.1.7: Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten.....	44
Tab. 4.1.8: Fütterungsversuche von Wildvögeln.....	44
Tab. 4.2.1: Vermessung von <i>Ambrosia</i> -Individuen (2005).....	63
Tab. 4.2.2: Bestimmung der Anzahl von Früchten pro Individuum (2005).....	73
Tab. 4.2.3: Anteil des Hauptsprosses an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust.....	80
Tab. 4.2.4: Anteil der Seitensprosse an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust.....	80
Tab. 4.2.5: Anteil der Wurzeln an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust.....	81
Tab. 4.2.6: Verteilung der Gesamtbiomasse vor der Trocknung.....	82
Tab. 4.2.7: Verteilung der Gesamtbiomasse nach der Trocknung.....	82
Tab. 4.4.1: Durchgeführte Konkurrenzversuche.....	139
Tab. 4.4.2: Kontrolle der Anzahl von <i>B. vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> und <i>A.</i> <i>artemisiifolia</i>	151
Tab. 4.4.3: Kontrolle der Anzahl von <i>S. tuberosum</i> und <i>A. artemisiifolia</i>	152
Tab. 4.4.4: Kontrolle der Anzahl von <i>B. vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> und <i>A.</i> <i>artemisiifolia</i>	153
Tab. 4.4.5: Kontrolle der Anzahl von <i>S. tuberosum</i> und <i>A. artemisiifolia</i>	154
Tab. 4.4.6: Kontrolle der Anzahl von <i>Z. mays</i> cv. „Aventora“ und <i>A.</i> <i>artemisiifolia</i>	156
Tab. 4.4.7: Kontrolle der Anzahl von <i>B. vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i> und <i>A.</i> <i>artemisiifolia</i>	157
Tab. 4.4.8: Kontrolle der Anzahl <i>A. artemisiifolia</i> in den verschiedenen Beeten..	159

Tab. 5.1: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Äckern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2006).....	181
Tab. 5.2: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Brachen und Ruderalflächen aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2006).....	183
Tab. 5.3: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Straßenrändern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2006).....	185
Tab. 5.4: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Äckern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2007).....	187
Tab. 5.5: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Brachen und Ruderalflächen aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2007).....	189
Tab. 5.6: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Straßenrändern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2007).....	191
Tab. 5.7: Pflanzensoziologische Aufnahmen aus Magdeburg (2005).....	193
Tab. 5.8: Pflanzensoziologische Aufnahmen aus Magdeburg (2006).....	195
Tab. 5.9: Pflanzensoziologische Aufnahmen aus Magdeburg (2007-08).....	197
Tab. 5.10: Pflanzensoziologische Aufnahmen von zwei Dauerflächen aus Wendessen.....	201
Tab. 5.11: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Cottbus.....	206
Tab. 5.12: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Magdeburg.	208
Tab. 5.13: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Magdeburg.	209
Tab. 5.14: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Wendessen.	210
Tab. 5.15: Anzahl der gefundenen Individuen von <i>Ambrosia</i> mit angegebener Gesamtfläche der Bestände aus den Jahren 2005 bis 2009.....	212
Tab. 5.16: Liste der auf <i>Ambrosia</i> untersuchten Äcker mit Blühstreifen.....	218
Tab. 5.17: Stetigkeitstabelle der pflanzensoziologischen Aufnahmen mit <i>A. artemisiifolia</i> in Europa.....	244
Tab. 6.1: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 1. Invasionssschrittes.....	257
Tab. 6.2: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 2. Invasionssschrittes.....	270
Tab. 6.3: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 3. Invasionssschrittes.....	279
Tab. 6.4: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 4. Invasionssschrittes.....	287
Tab. 10.1: Tabelle der durchgeführten Keimversuche.....	313
Tab. 10.2: Kontrolle der Anzahl von <i>H. annuus</i> und <i>A. artemisiifolia</i>	334

1. Einleitung

Ambrosia artemisiifolia L. steht aus taxonomischer Sicht Gattungen wie *Iva* und *Artemisia* nahe und wird daher dem Tribus der Helianthae der Familie Asteraceae zugeordnet. Das Diversitätszentrum der Gattung *Ambrosia* liegt im südlichen Nordamerika, dem angrenzenden Mittelamerika und Teilen von Südamerika. Insgesamt werden in der Gattung bis zu 40 Arten unterschieden, wobei die Zuordnung einiger Spezies jedoch umstritten ist.

A. artemisiifolia, auch Gewöhnliches Traubenkraut, Beifuß-Ambrosie oder nach englischem Vorbild ragweed genannt, ist ein einhäusiger, windblütiger Therophyt, der besonders durch seine traubenförmigen Blütenstände auffällt. Diese werden endständig an Haupt- und Seitensprossen gebildet und sind unscheinbar gelbgrünlich gefärbt. Die Früchte werden direkt unter den männlichen Blütenständen oder an kurzen Seitentrieben in deren Nähe gebildet. Die Bezeichnung als Frucht ist in diesem Fall zutreffend, da die Achäne mit den Hüllblättern verwächst und zur Fruchtreife von ihnen umschlossen bleibt. Dies verleiht den eiförmigen Diasporen ihr typisches Aussehen mit den sechs bis acht Dornen am stumpfen Ende, die aus den Spitzen der Hüllblätter gebildet werden. Die Pflanze wird nach eigenen Untersuchungen bis zu 220 cm groß und verzweigt sich abhängig von den Wachstumsbedingungen mehr oder minder stark. Die Blätter sind ein- bis zweifach gefiedert, kahl und sehr formenreich. Ein weiteres auffälliges Merkmal ist zudem die starke Behaarung des Sprosses, die basal spärlich und borstig ist und zur Spitze hin zunehmend feiner und dichter wird.

Die Beifuß-Ambrosie stellt in vielerlei Hinsicht ein interessantes Untersuchungsobjekt dar. Sie ist deshalb in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus von Wissenschaft und Medien getreten. Besonders wegen ihres Potentials als pollenallergene Pflanze, die durch ihren späten Blühtermin von Ende Juli bis Ende September die Leidenszeit von Allergikern verlängern kann, wird ihr viel Interesse entgegen gebracht. Außerdem steht sie immer wieder im Verdacht als konkurrenzstarkes Unkraut sowohl in landwirtschaftliche Nutzflächen als in auch schützenswerte Vegetationstypen einzudringen (ALBERTERNST et al. 2006).

Über *Ambrosia* als Pollinosen auslösende Pflanze liegen in der Literatur zahlreiche Veröffentlichungen vor, auch wenn in Deutschland erst seit etwa drei Jahren verstärkt auf das Vorkommen der Pollen in der Luft geachtet wird. Derzeit werden

größere Populationen der Art vor allem in Osteuropa, wie Ungarn, der Tschechischen Republik, der Ukraine und weiten Teilen des westlichen Russlands und den Nachfolgestaaten der UdSSR, sowie Teilen Frankreichs, Italiens und der Schweiz beobachtet (u. a. ŠILC 2002, SZIGETVÁRI 2002, CHAUVEL et al. 2006, KAZINCZI et al. 2008). Zu ihrem Status als invasive Art wurden in Deutschland bisher nur wenige ausführliche Studien durchgeführt, auch wenn die Pflanze gebietsweise bereits stärker verbreitet ist und Vorkommen in Äckern und z. T. auch in Naturschutzgebieten beobachtet und untersucht wurden.

Die bisher längsten und ausführlichsten Untersuchungen fanden in Nordamerika statt (u. a. PICKETT & BASKIN 1973, BASSET & CROMPTON 1975, RAYNAL & BAZZAZ 1975, ZISKA et al. 2007), dort besonders den Vereinigten Staaten, die auch das Ursprungsgebiet der Ambrosie darstellen. Die Art stammt aus den Präriegebieten der USA und hat sich von dort aus mit der zunehmenden Besiedlung des Mittleren Westens ausgebreitet (BASSET & CROMPTON 1975). Nach Europa gelangte sie verstärkt nach dem Zweiten Weltkrieg, vor allem durch mit Früchten von *Ambrosia* verunreinigte Getreidelieferungen aus Amerika (CLEMENT & FOSTER 1994, VERLOOVE 2002, 2003). Besonders betroffen waren davon die UdSSR und die damaligen Ostblockstaaten. Erste Funde der Art sind in Deutschland für das Jahr 1860 aus dem Hamburger Raum belegt (POPPENDIECK 2007), sowie im Jahr 1929 in der Niederlausitz (WAGENITZ in HEGI 1979). In Deutschland sind seit 1950 zahlreiche, zumeist unbeständige, Vorkommen der Art in allen Bundesländern beobachtet worden (HAEUPLER & SCHÖNFELDER 1988, BENKERT et al. 1996). Da diese Daten veraltet sind, lässt sich aus ihnen aber kaum ein zuverlässiger Schluss auf die aktuelle Situation ziehen. Es sind auch persistente Populationen bekannt, die sich z. B. in Magdeburg, in der Niederlausitz und in Baden-Württemberg befinden (BRANDES & NITZSCHE 2006, 2007, ALBERTERNST et al. 2006). Der genaue Ursprung für die Vorkommen ist zumeist nicht bekannt, es kann jedoch meistens von Gründungsbeständen aus verunreinigtem Saatgut ausgegangen werden. Bis heute sind mehrere Vektoren für die Einfuhr der Art bekannt, von denen Vogelfutter als primärer Vektor und der Weitertransport durch Erde als sekundärer die bedeutendsten sind (BRANDES & NITZSCHE 2007).

Im Rahmen dieser Arbeit werden zahlreiche Versuche durchgeführt, die das Ziel haben, die Biologie der Art, ihre Populationsdynamik in ausgewählten Bereichen Deutschlands sowie ihre Konkurrenzkraft unter verschiedenen Gesichtspunkten zu

klären. Das Potential der Art zur erfolgreichen Besiedlung von neuen Bereichen wird anhand des INVASS - Modells untersucht und es sollen verschiedene Strategien zur Vermeidung der Einfuhr der Pflanze sowie sinnvollen Bekämpfungsmaßnahmen von bestehenden Populationen aufgezeigt werden.

Die oftmals diskutierte Gefahr durch die Art als Pollinosen auslösende Pflanze wird in dieser Arbeit nur am Rand behandelt, da das Hauptaugenmerk auf die Biologie, die Populationsdynamik und Pflanzensoziologie der Art gerichtet ist.

2. Untersuchungsgebiet

Der praktische Teil der Arbeit gliedert sich in zwei Teile: zum einen in die Versuche im Außenbereich des Institutes und die Konkurrenzversuche im Botanischen Garten der Technischen Universität Braunschweig, zum anderen in die Untersuchungen zur Einnischung in die aktuelle Vegetation und Monitoring von *Ambrosia*-Populationen in verschiedenen Gebieten Deutschlands. Die pflanzensoziologischen Aufnahmen wurden in Wolfenbüttel (Niedersachsen), Magdeburg (Sachsen-Anhalt) und dem Raum Cottbus - Calau (Brandenburg) angefertigt.

Untersuchungsgebiete in Niedersachsen

Braunschweig ist mit ca. 240 500 Einwohnern die zweitgrößte Stadt Niedersachsens (www.braunschweig.de; Stand: September 2008). Sie liegt größtenteils im Hügelland des nördlichen Harzvorlandes. Ihre nördlichsten Stadtteile ragen z. T. noch in die südlichsten Ausläufer der norddeutschen Tiefebene hinein. Die Stadt liegt bei etwa 75 m über NN und dehnt sich auf einer Fläche von 192,13 km² aus (www.braunschweig.de). Die durch Braunschweig fließende Oker prägt das Stadtbild und formte vor ihrer Verbauung einen großen Teil der vorhandenen Böden. Durch die zunehmende Bautätigkeit in der Neuzeit und der damit verbundenen weitgehenden Trockenlegung der Auenbereiche hat der Fluss den größten Teil dieser Bedeutung verloren. Heute herrschen in der Innenstadt stark versiegelte Bereiche vor und der Grundwasserspiegel ist durch die Bautätigkeit herabgesenkt.

Die meisten Bodentypen sind nachhaltig vom Menschen überformt. Es herrscht statt der Auelehmböden und der sandig-kiesigen Böden aus Flussablagerungen (LOOK 1984) vor allem urbanogenes Substrat mit z. T. sehr großen Schuttanteilen vor, die durch die starke Zerstörung der Stadt im Zweiten Weltkrieg bedingt sind. Je weiter man sich von Stadtzentrum nach Norden begibt, desto stärker lässt sich der Einfluss der Norddeutschen Tiefebene durch ihren zunehmenden Sandanteil in den Böden erkennen.

Die Freilandversuche wurden größtenteils im Erweiterungsgelände des Botanischen Gartens der Technischen Universität Braunschweig durchgeführt. Die

natürliche Bodenbeschaffenheit war für die Versuche von geringerer Bedeutung, da das Erdreich ebenfalls stark vom Menschen überformt wurde.

Der größte Teil des Erweiterungsgeländes wurde ehemals als Leu-Sportplatz angelegt. Weitere Teile wurden als so genanntes Grabeland genutzt, von dem bis heute einige große Bäume in der Struktur des Gartens erhalten geblieben sind. 1995, anlässlich des 250. Jubiläums der TU Braunschweig, wurde das Erweiterungsgelände an die Universität übergeben (BRANDES & EVERS 1997). Der Bereich wurde gartenbaulich überarbeitet und in seine heutige Form umgestaltet. Da der Garten direkt an die Oker angrenzt, sind z. T. noch Bereiche mit den alten flusstypischen Böden erhalten.

Wolfenbüttel liegt, wie Braunschweig, im nördlichen Harzvorland. Der untersuchte Bereich gehört zu Wolfenbüttel - Wendessen, einem eingemeindeten Dorf, das ca. 2 km südöstlich der Stadt liegt. Die Böden der Siedlung sind geprägt durch die Lößböden der Hildesheimer Börde, die auch den hier vorherrschenden Ackerbau begünstigen (LOOK 1984). Die untersuchte Fläche grenzt direkt an die Raiffeisen-Filiale an, die sich in der Straße „An der Fischerbrücke“ befindet (s. Abb. 10.1 im Anhang, S. 311). Außerdem liegt in unmittelbarer Nähe eine Ackerfläche, die intensiv genutzt wird. Auf der Untersuchungsfläche findet sich ein Erdhügel aus Mutterboden, dessen Herkunft nicht geklärt werden konnte. Es liegt nach Beobachtungen im Herbst 2007 jedoch nahe, dass er aus Abschiebungsmaterial der untersuchten Fläche besteht.

Untersuchungsgebiete in Sachsen-Anhalt

Magdeburg ist die Landeshauptstadt von Sachsen-Anhalt und zudem mit 230 000 Einwohnern (www.magdeburg.de; Stand: Januar 2008) die größte Stadt des Bundeslandes. Sie liegt mit einer Ausdehnung von 200,96 km² bei 56 m über NN in der Magdeburger Börde (www.magdeburg.de). Entsprechend bestehen die vorhandenen Böden zu einem großen Teil aus Löß. Da die Elbe, als einziger Sandstrom Deutschlands, durch die Stadt fließt, sind die elbnahen Bereiche außerdem durch einen hohen Sandgehalt geprägt. Die Böden bestehen

mittlerweile, wie in den meisten anderen Städten, vor allem aus urbanogenem Substrat. Diese enthalten, wie auch in Braunschweig, einen großen Schuttanteil, der durch die Zerstörung im Zweiten Weltkrieg bedingt ist. Auch der Boden des Untersuchungsgebiets im Osten Magdeburgs („An der Ölmühle“, Stadtteil Berliner Chaussee) besteht hauptsächlich aus diesem Substrat. Das Erdreich besteht aus Löß mit hohem Sandanteil und ist stark mit dem Schutt der abgetragenen Ölmühle durchsetzt. Der Abbruch der Gebäude fand nach der Deutschen Wiedervereinigung statt. Die Industrieanlagen wurden abgerissen, der grobe Schutt abgetragen und das Gelände eingeebnet. Zu dem Gelände gehörte auch eine Eisenbahntrasse, die im Zuge der Abbrucharbeiten demontiert wurde. An Stelle des ehemaligen Gleisbettes wurde ein asphaltierter Radweg eingerichtet.

Das untersuchte Gebiet gliedert sich in einen westlichen und einen östlichen Bereich. Beide Bereiche sind durch eine Straße voneinander getrennt (s. Abb. 10.2 im Anhang, S. 312). Der östliche Bereich besteht aus dem Rad- bzw. Fußweg, dessen Ränder gelegentlich gemäht werden. Der westliche Teil besteht aus der Fortsetzung des Weges und dem Gelände der Ölmühle selbst, das sich in seiner Sukzession völlig selbst überlassen wurde.

Untersuchungsgebiete in Brandenburg

Der in Brandenburg untersuchte Bereich gehört zur Niederlausitz, einem der südlichsten Teile des Bundeslandes. Die Region ist geprägt durch Landwirtschaft und die z. T. sehr großen Tagebaustätten. Zudem verlaufen zahlreiche Urstromtäler in diesem Bereich. Die Böden sind sehr leicht und bestehen hauptsächlich aus Sand, was eine geringe Wasserhaltekapazität bedingt. Die größte Stadt der Region ist Cottbus, mit 102 000 Einwohnern und einer Fläche von 150,3 km² bei 75 m über NN (www.cottbus.de), die zugleich auch die zweitgrößte Stadt Brandenburgs darstellt. Das Gebiet ist dünn besiedelt, wobei keine größeren Lücken zwischen den einzelnen Ortschaften auftreten, diese aber z. T. aus sehr wenigen Haushalten bestehen. Der gesamte Untersuchungsbereich (s. Abb. 2.1) umfasst ein Gebiet von etwa 280 km², von dem hauptsächlich die größeren Straßen und befallene Felder sowie landwirtschaftliche Anlagen bonitiert wurden. Die lokalen Böden sind sehr sandhaltig, weisen aber auch einen großen Anteil von lößhaltigem Mutterboden auf.

2.1. Klima

Das Klima unterscheidet sich in den Untersuchungsgebieten z. T. sehr deutlich. Am ähnlichsten sind sich Braunschweig und Wolfenbüttel, schon wegen der räumlichen Nähe. Beide liegen im Hügelland des Harzvorlandes. Sie sind somit durch ein subatlantisches Klima und z. T. den Regenstau des Elms, verbunden mit dem dadurch erhöhten Niederschlag, geprägt.

In der Region um Magdeburg, das im Regenschatten des Harzes liegt, fällt nur sehr wenig Niederschlag. Nahe der Stadt liegt einer der trockensten Punkte Deutschlands, weswegen die ganze Region oft als Mitteldeutsches Trockengebiet bezeichnet wird. Dieser Umstand wird zusätzlich durch das vorherrschende subkontinentale Klima gefördert, was sich ungünstig auf das Wachstum der meisten Pflanzen auswirkt.

Die Stadt Cottbus ist von keinem Effekt betroffen, der die Regenmenge verringert oder erhöht. Sie liegt jedoch in einem noch kontinentaleren Gebiet, was mit den zu Teil sehr heißen Sommern und sehr leichten Böden ebenfalls nicht günstig auf den Pflanzenwuchs auswirkt (nach ELLENBERG 1996).

Im Folgenden sind einige ausgewählte Klimadaten genannt, die für die Entwicklung von *Ambrosia artemisiifolia* L. von Bedeutung sind, aus den Zeiträumen von 1960-1990, 1971-2000 bzw. von 2007 (www.klimadiagramme.de, www.wetter.cp55.de):

- Jahresdurchschnitt für Temperatur und Niederschlag
- Temperatur im Frühjahr (März und April; bedeutend für die Keimung)
- Niederschlagssumme im Spätsommer und Herbst (Juni bis September; kritisch für den Fruchtansatz)

Tab. 2.1: Niederschlags- und Temperaturdaten der Untersuchungsgebiete

	Durchschnitt Jahrestemperatur	Durchschnitt Jahresniederschlag	Temperatur Ø März / April	Niederschlagssumme Juni - September
Braunschweig: 1971 - 2000	9,2 °C	599 mm	4,7 °C; 8,2 °C	231 mm
2007	11,1 °C	1005 mm	7,3 °C; 11,9 °C	410 mm
Wolfenbüttel: 2007	8,8 °C	618 mm	4,0 °C; 7,9 °C	224 mm
Magdeburg: 1961 - 1990	8,7 °C	494 mm	3,8 °C; 8,2 °C	197 mm
2007	11,0 °C	745 mm	7,6 °C; 11,9 °C	-
Cottbus: 1961 - 1990	8,9 °C	565 mm	3,9 °C; 8,0 °C	238 mm
2007	11,3 °C	573 mm	7,8 °C; 13,0 °C	-

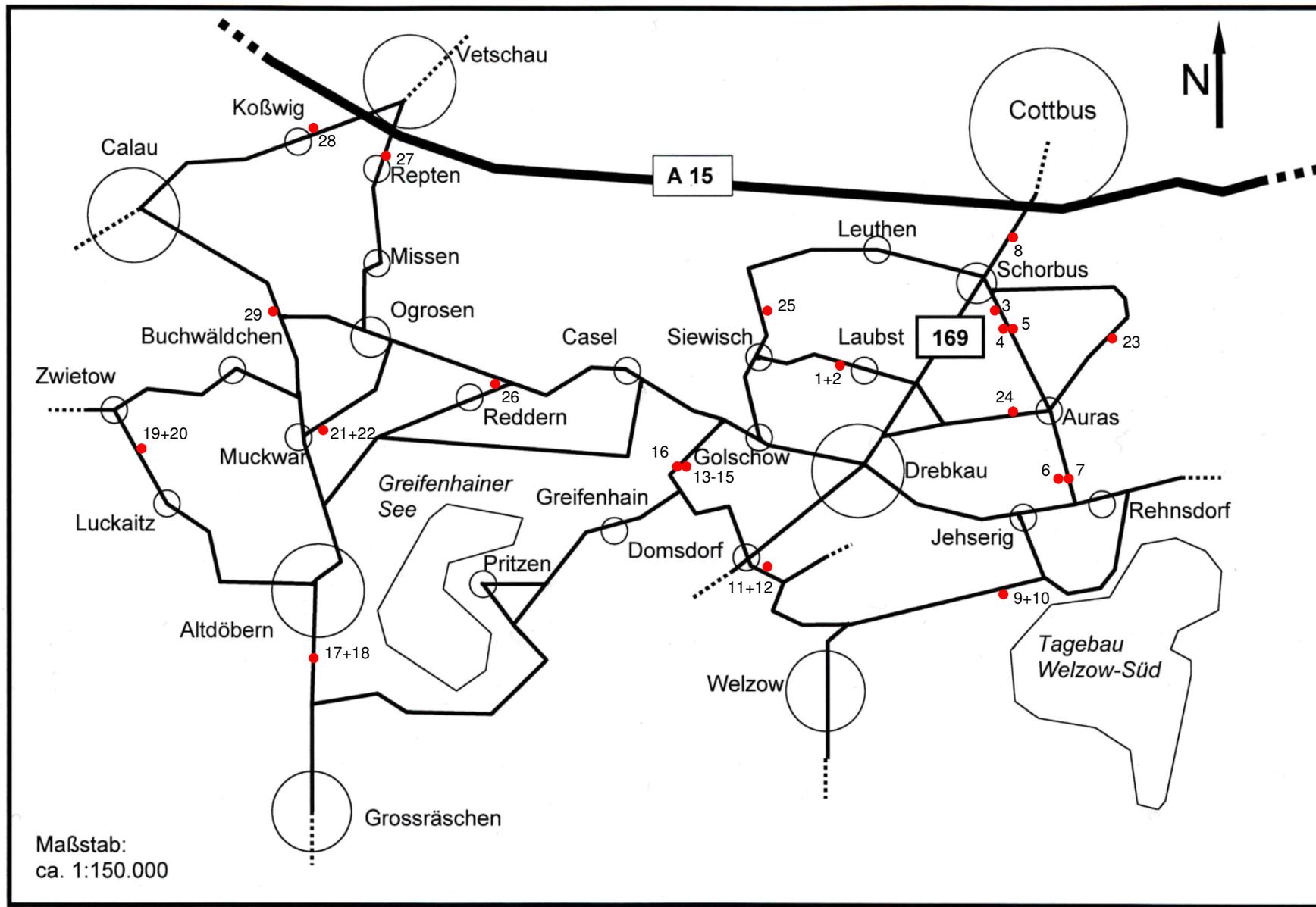


Abb. 2.1: Verteilung der untersuchten Flächen im Raum Cottbus – Drebkau – Calau.

3. Allgemeine Definitionen

3.1. Nomenklatur

Die Nomenklatur der Artnamen richtet sich nach der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

3.2. Definitionen verwendeter Begriffe

Stratifikation

Eine Stratifikation bezeichnet laut SCHUBERT & WAGNER (1993) das Lagern von vollständig gequollenem Saatgut unter bestimmten Temperaturbedingungen zur Brechung der Keimruhe. Für die Verwendung in dieser Arbeit wird die Bedeutung leicht abgewandelt. Wann immer der Begriff verwendet wird, ist eine Lagerung der ungequollenen Früchte von *A. artemisiifolia* bei etwa -12 °C im Tiefkühlfach des Kühlschranks von mindestens 4 Wochen Dauer gemeint. Ziel dieser Behandlung ist ebenfalls die Brechung der Samenruhe.

Keimung

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine Frucht von *Ambrosia artemisiifolia* dann als gekeimt angesehen, sobald die Keimwurzel die Samenschale durchbricht. Dies erfolgt (ungeachtet physiologischer Bedenken) in Übereinstimmung mit der populationsökologischen Literatur, da nach EVENARI (in URBANSKA 1992) ein Same als gekeimt gilt, wenn seine Radicula die Samenschale durchbohrt hat.

Biologische Invasion und Invasiver Neophyt

Wird in dieser Arbeit der Begriff Biologische Invasion gebraucht, so richtet sich die Definition des Begriffs nach KOWARIK (2003). Eine Biologische Invasion ist dort „...

die durch Menschen vermittelte Ausbreitung von Organismen in einem Gebiet, das sie zuvor nicht auf natürlichem Wege erreicht haben. Voraussetzung hierfür ist, dass räumliche Ausbreitungsbarrieren überwunden werden. Dies kann geschehen, indem Arten beabsichtigt oder unbeabsichtigt eingeführt werden oder Ausbreitungshindernisse beseitigt werden. ... (S. 13)“.

Da die Definition von KOWARIK sowohl auf Pflanzen als auch Tiere zutreffend ist, gelten für den Gebrauch dieser Arbeit solche Pflanze als invasiv, auf die die oben genannten Merkmale zutreffen.

4. Zur Biologie von *Ambrosia artemisiifolia* L.

4.1. Experimente zur Keimung von *Ambrosia artemisiifolia* L.

4.1.1. Einleitung

Die Keimung ist für die Etablierung und Entwicklung einer Art von großer Bedeutung. Dies gilt besonders für annuelle Arten wie *Ambrosia artemisiifolia*, die sich jedes Jahr aufs Neue aus der Samenbank regenerieren müssen. Daher ist die Untersuchung der verschiedenen Keimungsparameter von besonderer Wichtigkeit. Hierbei sind vor allem die bevorzugte Keimungstemperaturspanne, die maximale Keimungstiefe, auch in Abhängigkeit von der Diasporengröße, und die Keimungsbereitschaft über den Jahresverlauf von Interesse. Die Fähigkeit, widrige Faktoren während der Keimung zu ertragen, kann sich ebenfalls vorteilhaft auf die Entwicklung im Vergleich zu anderen Arten auswirken. Daher werden die Fähigkeiten untersucht, unter Wasser und unter dem Einfluss von verschiedenen, osmotisch wirksamen Salzen zu keimen. Gleiches gilt für das Widerstandsvermögen der Früchte gegenüber einer Erhitzung in feuchtem und trockenem Milieu.

Zudem wird neophytischen Arten in ihren ersten Jahren an einem neuen Standort oftmals eine verminderte Reproduktion aufgrund fehlender Anpassung an den neuen Lebensraum nachgesagt. Deshalb ist die Ermittlung der Vitalität bzw. der Keimfähigkeit von Früchten unterschiedlicher Herkunft und Vorbehandlung mit geeigneten Methoden, wie dem TTC-Test, von großer Bedeutung, um das Potential der Art beurteilen zu können. Schließlich ist noch die Untersuchung von möglichen Einschleppungsvektoren, in diesem speziellen Fall durch Vogelfutter, sowie die weiterführende Ausbreitung durch Vögel von Interesse.

4.1.2. Material und Methoden

4.1.2.1.1. Bestimmung der Vitalität von Diasporen

Zur Überprüfung der Vitalität der Früchte von *A. artemisiifolia* wurde ein Test mit TTC (2, 3, 5-Triphenyltetrazoliumchlorid) durchgeführt. Die Funktionsweise des Tests beruht auf der Fähigkeit lebender Zellen durch Dehydrogenasen TTC zu dem roten Farbstoff Formazan zu reduzieren. Dies führt im Fall von lebenden Diasporen zu einer mehr oder minder einheitlichen Rotfärbung des lebenden Gewebes.

Für den Versuch (2006) wurde je 100 stratifizierte und unstratifizierte Früchten aus Braunschweig (eigene Ernte, Botanischer Garten 2005) mit einer Rasierklinge halbiert. Danach wurden sie auf Eppendorfgeläße verteilt und pro Gefäß mit 1 ml der TTC-Lösung, 1 % w/v in 0,05 M Na-Phosphatpuffer pH 7,6, überschichtet. Gleiches erfolgte mit 10 Diasporen aus Göttingen (Botanischer Garten 2004) als Kontrolle, da sie eine besonders hohe Keimfähigkeit aufwiesen und damit als besonders vital angesehen werden konnten. Die Ansätze wurden für eine Stunde bei Raumtemperatur und im Dunkeln inkubiert. Danach erfolgte eine visuelle Auswertung.

2007 wurde abermals mit Früchten aus verschiedenen Herkünften ein Vitalitätstest nach dem Muster des Versuches von 2006 durchgeführt. Es wurde jeweils Früchte aus folgenden Herkünften getestet (s. Tab. 4.1.1).

Tab. 4.1.1: Getestete Herkünfte des TTC-Tests

Herkunft	Jahr	Menge
Braunschweig; Botanischer Garten, eigene Ernte	2005, stratifiziert	100
Braunschweig; Botanischer Garten, eigene Ernte	2005, unstratifiziert	100
Braunschweig; Botanischer Garten, eigene Ernte	2006, stratifiziert	100
Braunschweig; Botanischer Garten, eigene Ernte	2006, unstratifiziert	100
Braunschweig; Botanischer Garten, eigene Ernte	2007, unstratifiziert	100
Göttingen; Botanischer Garten	2004	100
Magdeburg; Brache „An der Ölmühle“, eigene Ernte	2006	100
Cottbus; Ernte durch R. Simroth	2006	100
Ungarn; bezogen von G. Schrader	2004	100
Braunschweig; Roonstrasse, eigene Ernte	2007	10
Braunschweig; Waterloostrasse, eigene Ernte	2007	10
Gartow; Ernte durch D. Brandes	2007	10

Zudem wurden aus der Variante der gleich bleibenden Temperatur von 18 °C aus 4.1.2.1.2. (05.10.07-18.01.08) ebenfalls 42 Früchte, die nicht taub waren, getestet. Nach der einstündigen Inkubation erfolgte eine visuelle Auswertung.

Zur Verifizierung des TTC - Tests wurden unstratifizierte Früchte unterschiedlicher Herkünfte (Tab. 4.1.2) zum Keimen auf Filterpapier in Ø 9 cm Petrischalen ausgelegt. Die 3 x 10 bzw. 2 x 10 Diasporen wurden mit 10 ml sterilem Leitungswasser angefeuchtet und im Klimaschrank bei 18 °C Tag- und 10 °C Nachttemperatur (14 h / 10 h) kultiviert. Der Keimungserfolg wurde für 22 Wochen regelmäßig überprüft (22.01.-23.06.08).

Tab. 4.1.2: Untersuchte Herkünfte der Verifizierung des TTC-Tests

Herkunft	Erntezeitpunkt	Menge
Braunschweig; Botanischer Garten, eigene Ernte	November 2007	30
Braunschweig; Roonstrasse, eigene Ernte	November 2007	30
Braunschweig; Waterloostrasse, eigene Ernte	November 2007	30
Braunschweig; Waterloostrasse, eigene Ernte	Dezember 2007	20*
Braunschweig; Institut f. Pflanzenbiol., eigene Ernte	Januar 2008	30*
Gartow; Ernte durch D. Brandes	Oktober 2007	30

*) Die Proben aus der Waterloostr., geerntet im Dezember 2007, und von einer spontan am Institut für Pflanzenbiologie aufgetretenen Pflanze, geerntet im Januar 2008, wurden zusätzlich getestet. Da nur eine geringe Anzahl von Früchten vorhanden war, wurde auf den vorhergehenden Vitalitätstest verzichtet.

4.1.2.1.2. Keimung von Früchten unterschiedlicher Herkunft bei verschiedenen Temperaturen

Vorversuch

Je 10 Früchte von *A. artemisiifolia* unterschiedlicher Herkunft wurden auf Filterpapier in Petrischalen (9 cm Ø) ausgelegt und mit 5 ml sterilem Leitungswasser angefeuchtet. Diese Schalen wurden bei verschiedenen Temperaturen im Klimaschrank zum Keimen gebracht. Die durchgeführten Versuchsvarianten können Tabelle 4.1.3 entnommen werden. Die Anzahl der Keimlinge wurden regelmäßig für 8 Wochen bestimmt (Gesamtzeit: 04.04.-05.08.05).

Tab. 4.1.3: Durchgeführte Versuchvarianten

Herkunft \ Temperatur	7 °C	18 °C	28 °C
Göttingen		X	
Mainz		X	
Oldenburg, unstratifiziert		X	
Oldenburg, stratifiziert		X	
Ungarn	X	X	X

Hauptversuch

Der gleiche Versuchsaufbau (s. o.) wurde 2006 mit je 200 Früchten (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2005, stratifiziert) mit folgenden Temperaturen wiederholt: 7 °C, 18 °C und 25 °C. Zudem wurde ein Ansatz, der nach 18 Tagen von 7 °C auf 18 °C überführt wurde, untersucht (12 Wochen, 01.09.-24.11.06).

2007 wurde zur Überprüfung des Hauptversuches von 2006 ein Ansatz mit je 200 Früchten (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2005, stratifiziert) bei gleich bleibender 18 °C (05.10.07-18.01.08) bzw. wechselnder Temperatur 7 °C (Nacht, 10 h) und 18 °C (Tag, 14 h / 20.06.-05.10.07) im Klimaschrank zum Keimen gebracht. Die Keimlinge wurden regelmäßig für eine Dauer von 15 Wochen ausgezählt.

4.1.2.1.3. Keimung von Früchten nach feuchter und trockener Erhitzung

Zur Überprüfung der Keimfähigkeit von Früchten von *A. artemisiifolia* nach der Lagerung unter verschiedenen Temperaturbedingungen wurden 200 Früchte pro Ansatz (eigene Ernte; Botanischer Garten Braunschweig 2006, stratifiziert) in Petrischalen aus Glas (Ø 9 cm, je 10 Früchte pro Schale) überführt. Je ein Ansatz wurde ohne Substrat und einer mit angefeuchtetem Vermiculit durchgeführt. Es wurden neun Varianten von 30 bis 110 °C, in Abständen von jeweils 10 °C untersucht (s. Tab. 4.1.4). Ab 90 °C wurde nur noch der trockene Ansatz verwendet, da unter den feuchten Bedingungen bei diesen Temperaturen kein positives Ergebnis mehr zu erwarten war. Zusätzlich wurden Früchte, die bei 7 °C für eine Woche vorgequollenen waren, bei 60 °C trocken erhitzt. Die feuchten Ansätze wurde regelmäßig auf ihren Feuchtigkeitsgehalt hin überprüft und wenn nötig Wasser zugeführt.

Tab. 4.1.4: Durchgeführte Versuchsansätze

Temperatur \ Ansatz	Feucht, je 200 Früchte auf feuchtem Vermiculit	Trocken, je 200 Früchte ohne Substrat
30 °C	X	X
40 °C	X	X
50 °C	X	X
60 °C	X	X
60 °C, vorgequollen		X
70 °C	X	X
80 °C	X	X
90 °C		X
100 °C		X
110 °C		X

Zur Auswertung wurden alle zwei Tage je 50 Früchte aus den Ansätzen, feucht bzw. trocken, entnommen. Diese wurden auf mit 10 ml sterilem Leitungswasser angefeuchtetem Filterpapier in Plastikpetrischalen (Ø 9 cm, 10 Früchte pro Schale) überführt und bei 18 °C im Klimaschrank kultiviert. Die Kontrolle auf Keimung erfolgte regelmäßig, etwa 7 Wochen pro Ansatz, drei Mal pro Woche (Gesamtzeit: 09.01.-25.04.07).

4.1.2.1.4. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe

Für diesen Versuch wurden jeweils 10 x 10 stratifizierte Früchte aus Braunschweig (eigene Ernte, Botanischer Garten 2005) in Plastikblumentöpfen (12 cm Ø) mit handelsüblicher Blumenerde in einer definierten Tiefe eingebracht. Dazu wurde zunächst eine bestimmte Schichthöhe Erde in den Topf eingebracht, darauf die Früchte ausgelegt und mit weiterer Erde bis zur gewünschten Höhe aufgefüllt. Untersucht wurden die Tiefen von 0,5 cm, 1 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm und 10 cm. Für den Kontrollansatz wurden die Früchte direkt auf die Oberfläche der Erde gelegt. Der Versuch begann am 15.05.06, die Varianten mit einer Tiefe von 8 cm bzw. 10 cm wurde ab dem 16.06.06 angelegt. Die Kultur erfolgte im Gewächshaus und die Keimung wurde regelmäßig überprüft (11 Wochen, bis 04.10.06).

4.1.2.1.5. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe in Abhängigkeit von der Diasporengröße

Je 10 x 10 stratifizierte Früchte aus Braunschweig, in zwei verschiedenen Größen, (eigene Ernte, Botanischer Garten 2005) wurden für dieses Experiment in Plastikblumentöpfen (12 cm Ø) mit handelsüblicher Blumenerde in 6 cm Tiefe eingebracht. Die Einbringung der Früchte in die Erde erfolgte wie unter 4.1.2.1.4 beschrieben. Der Versuch begann am 28.06.06. Die Kultur erfolgte im Gewächshaus und der Erfolg der Keimung wurde regelmäßig überprüft (5 Wochen, bis 04.10.06).

4.1.2.1.6. Monatliche Überprüfung der Keimfähigkeit

Für 13 Monate wurden einmal pro Monat, von Januar 2006 bis Januar 2007, je 2 x 10 Früchte von *A. artemisiifolia* aus Braunschweig (je stratifiziert und unstratifiziert; eigene Ernte Botanischer Garten 2005) und aus Göttingen (Botanischer Garten 2004; Kontrolle) auf Filterpapier in Petrischalen (9 cm Ø) ausgelegt und mit 10 ml sterilem Wasser angefeuchtet. Diese Schalen wurden bei 25 °C Tages- (14 h) und 15 °C Nachttemperatur (10 h) im Klimaschrank zum Keimen gebracht und die gekeimten Individuen wöchentlich für 11 Wochen pro Monatsansatz ausgezählt.

Ab Juni 2007 wurde der Versuch im Außenbereich des Institutes wiederholt. Dazu wurde die Fläche einer Pflanzschale in drei gleichgroße Teil aufgeteilt und mit handelsüblicher Blumenerde befüllt. In je einen der drei Teile wurden 50 Früchte von *A. artemisiifolia* aus Göttingen (Botanischer Garten 2004) und Braunschweig (eigene Ernte, Botanischer Garten 2006) unstratifiziert bzw. stratifiziert eingesät. Die Schalen wurden monatlich bis zum November erstellt, in den Regalen außerhalb des Gewächshauses kultiviert und der Keimungserfolg wöchentlich für 14 Wochen kontrolliert. Die einzige Ausnahme stellte der Ansatz aus dem November dar. Dieser wurde nur für 7 Wochen kontrolliert, da die Individuen danach durch Frost abgestorben worden waren.

Im April 2008 wurde erneut eine regelmäßige Überprüfung der Schalen des Jahres 2007 von August bis November auf ihren Keimungserfolg hin aufgenommen. Die Kontrolle erfolgte wöchentlich für 17 Wochen.

4.1.2.1.7. Subhydre Keimung

Für diesen Versuch wurden 10 x 100 ml Erlenmeyerkolben mit je 10 stratifizierten Früchten von *A. artemisiifolia* aus Braunschweig (eigene Ernte, Botanischer Garten 2005) befüllt und 50 ml steriles Leitungswasser zugefügt. Der Inhalt der Kolben wurde bei Raumtemperatur zum Keimen gebracht. Die Keimlinge wurden für 12 Wochen regelmäßig ausgezählt und verdunstetes Wasser ergänzt. Zusätzlich wurden die Kolben wegen den hohen Umgebungstemperaturen, bedingt durch den heißen Sommer, mit Pressluft belüftet (12.05.-31.07.06).

Nach dem Versuch wurde ein Anlandungsversuch der Keimlinge durchgeführt. Dazu wurde auf zwei Blumentöpfe (Ø 10 cm), die vorher mit handelsüblicher Blumenerde befüllt wurden waren, jeweils ein Kolben mit gekeimten Individuen ausgeleert und danach mit einer Haube aus Frischhaltefolie versehen wurden, die das Austrocknen verhindern sollte. Die Ansätze wurden jeweils für 3 Wochen regelmäßig auf ihre Etablierung hin begutachtet.

4.1.2.1.8. Keimung unter Einfluss von NaCl, KNO₃ und Na₂SO₄

200 x 10 Früchte von *A. artemisiifolia* (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2005, stratifiziert) wurden auf Filterpapier in Petrischalen (9 cm Ø) ausgelegt. Je 20 Schalen wurden danach mit jeweils 10 ml einer 0,03 M, 0,07 M bzw. 0,1 M KNO₃-Lösung befeuchtet. Dieselben Arbeitsschritte wurden für eine jeweils 0,0171 M, 0,085 M und 0,171 M Lösung von NaCl und Na₂SO₄ durchgeführt. Als Kontrolle dienten 20 Petrischalen, die mit dem gleichen Volumen sterilisiertem Leitungswasser befeuchtet wurden. Die Schalen wurden bei 25 °C Tag- (14 h) und 15 °C Nachttemperatur (10 h) im Klimaschrank zum Keimen

gebracht. Die Keimung wurde für etwa 16 Wochen regelmäßig drei Mal pro Woche ausgewertet (11.04.-31.07.06).

4.1.2.2.1. Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten

Im Rahmen dieses Versuches wurden 1 kg bzw. 5 kg von handelsüblichem Volierenfutter, 5 kg Sonnenblumenkerne und 10 kg einer so genannten Mischung eines „Blühstreifens für Zuckerrüben ohne Leguminosen“ untersucht. Dazu wurde ein Teil des Futters bzw. Saatguts in dünner Schicht auf einen Petrischalenboden geschüttet und visuell untersucht. Die gefundenen Früchte von *A. artemisiifolia* wurden ausgesondert und gezählt.

4.1.2.2.2. Fütterungsversuche von Wildvögeln

Im Januar und Februar des Jahres 2006 wurden Wildvögeln im Außenbereich eines Privatgrundstückes in Wolfenbüttel für jeweils etwa 14 Tage verschiedene Mischungen aus Vogelfutter und *Ambrosia*-Früchten angeboten:

1. Variante: nur Vogelfutter
2. Variante: Vogelfutter und *Ambrosia*-Früchte, Im Verhältnis 50 : 50 gemischt
3. Variante: *Ambrosia*-Früchte auf Vogelfutter
4. Variante: nur Früchte von *Ambrosia*

Die Menge des gefressenen Materials wurde regelmäßig überprüft.

4.1.3. Ergebnisse

4.1.3.1.1. Bestimmung der Vitalität von Diasporen

Beide Varianten weisen einen gleichen Prozentsatz von 34 % trockenen zu 66 % intakten Diasporen auf. Dieses Verhältnis überträgt sich nahezu vollständig auf das von toten zu lebendigen Früchten: 44 % zu 56 % bei den unstratifizierten und 43 % zu 57 % bei den stratifizierten Diasporen.

Die Kontrolle zeigt Versuch mit 80 % intakten bzw. vitalen Früchten eine besonders hohe Vitalität.

Tab. 4.1.5: Ergebnisse der Bestimmung der Vitalität von Diasporen

	trocken in %	intakt in %	vital in %	tot in %	Anzahl Früchte
Göttingen, Kontrolle	20	80	80	20	10
Braunschweig, unstratifiziert	34	66	56	44	100
Braunschweig, stratifiziert	34	66	57	43	100

2007

Die folgende Tabelle zeigt die Resultate für die TTC-Tests von Früchten unterschiedlicher Herkunft:

Tab. 4.1.6: Vitalitätstest von Früchten unterschiedlicher Herkunft

	trocken	intakt	vital	zum Teil vital	tot	Anzahl Früchte
BS 05, stratifiziert	37	63	46	8	46	100
BS 05	26	74	32	15	53	100
BS 06, stratifiziert	28	72	49	4	47	100
BS 06	18	82	67	2	31	100
BS 07	24	76	45	8	47	100
BS 07, Roonstr.	6	4	2	2	6	10
BS 07, Waterloostr.	7	3	4	2	4	10
Gartow 07	-	10	-	-	10	10
GÖ 04	2	98	35	6	59	100
MD 06	10	90	50	12	38	100
CO 06	3	97	57	3	40	100
Ungarn 04	19	81	45	3	52	100



Abb. 4.1.1: Früchte von *A. artemisiifolia* L. nach dem TTC - Test von Versuch 4.1.2.1.2

1. u. 2. Same tot und vertrocknet bzw. teilweise vertrocknet
3. Same intakt aber tot, da nicht gefärbt
4. Same teilweise lebensfähig, wegen ungefärbtem Embryo
5. Same voll lebensfähig

Für diesen Versuch wurden nur die 74 % der Früchte aus Versuch 4.1.2.1.2. verwendet, die nicht gekeimt waren. Nach dem Halbieren der Diasporen wurden 53 % der Früchte ausgesondert, da sie taub waren und somit als tot angesehen werden konnten. Die verbliebenen 21 %, 42 Früchte, wurden dem TTC-Test unterzogen und danach folgendes Ergebnis ermittelt: 11 %, 22 Früchte, waren zwar intakt, aber vollständig tot; 1 %, zwei Früchte, wies einen toten Embryo auf, aber das restliche Gewebe war noch aktiv und 9 %, 18 Früchte, wurden als komplett vital und damit potentiell keimfähig eingestuft (s. Abb. 4.1.2).

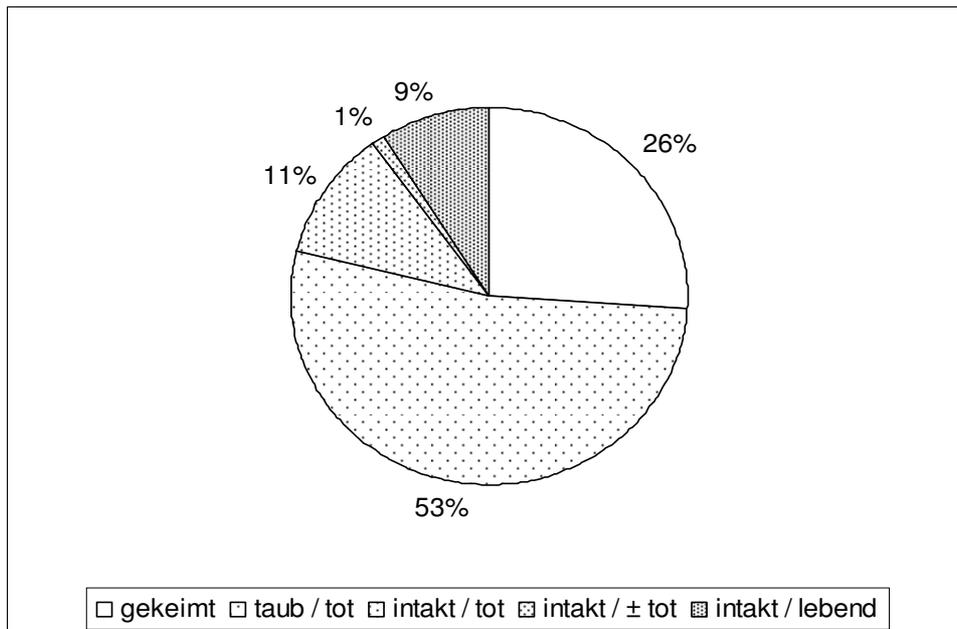


Abb. 4.1.2: Vitalitätstest der Früchte aus dem Versuch 4.1.2.1.2. (2007; 18 °C, gleich bleibende Temperatur)

In dem folgenden Experiment wird versucht, das Ergebnis des in Tabelle 4.1.6 dargestellten TTC-Tests mittels eines realen Keimversuchs zu bestätigen. Dieser Versuch der Bestätigung ist allerdings nur für einige der getesteten Herkünfte positiv ausgefallen, während die Diasporen von den anderen Wuchsorten z. T. deutliche Abweichungen von Resultat des TTC-Tests zeigen.

Die Früchte aus dem Botanischen Garten weisen eine Keimungsrate von 68 % im realen Keimungsversuch auf, im Gegensatz zu den 45 % des Vitalitätstests. Die Rate liegt bei 53 % wenn die teilweise lebenden Diasporen dazu gezählt werden (Abb. 4.1.3). Diese Werte liegen sich jedoch, im Vergleich zu den anderen untersuchten Proben, noch am nächsten. Die Früchte aus der Roonstraße keimen in den Schalen nicht, sind aber laut TTC-Test zu 20 % vital. Auch die Diasporen aus der Waterloostraße zeigen in der Realität nur eine geringe Keimungsrate von 10 %, während im Vitalitätstest 40 % als potentiell keimfähig eingestuft werden. Die einen Monat später am selben Wuchsort gesammelten Diasporen besitzen eine höhere Keimbereitschaft von 23 %. Dieses Ergebnis kann allerdings wegen der geringen Anzahl von vorhandenen Früchten nicht mit einem TTC-Test verglichen werden. Die noch später geernteten Diasporen, von einer spontan aufgetretenen Pflanze am Institut für Pflanzenbiologie, haben mit 3 % eine noch geringere Keimungsrate.

Die einzigen nicht aus Braunschweig stammenden Früchte, sie wurden in Gartow im Wendland von einem „wilden“ Komposthaufen gesammelt, zeigen im Vitalitätstest keine positive Reaktion, keimen dagegen aber zu 13 %.

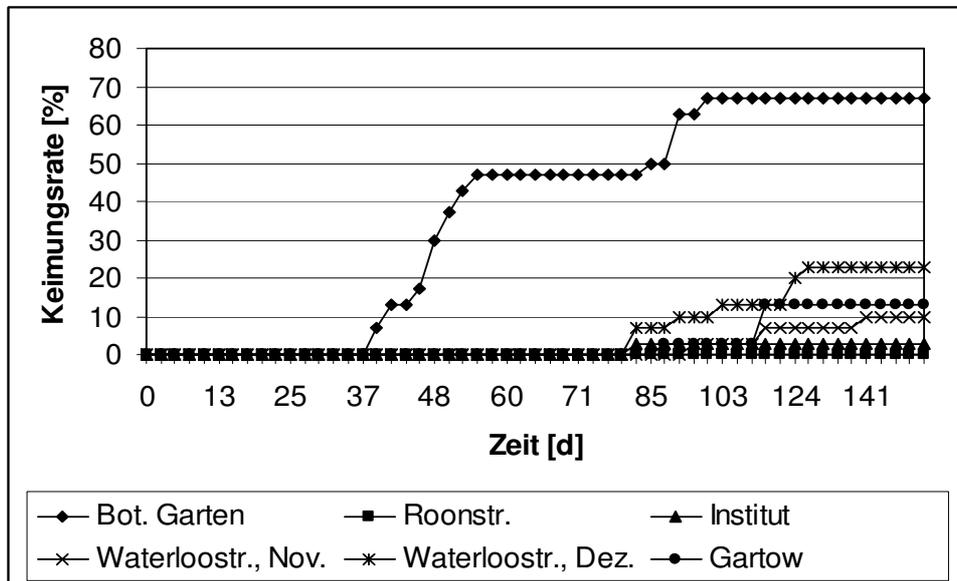


Abb. 4.1.3: Keimung von Früchten unterschiedlicher Herkunft als Überprüfung des Vitalitätstests (2008, je 20-30 Früchte)

4.1.3.1.2. Keimung von Früchten unterschiedlicher Herkunft bei verschiedenen Temperaturen

Vorversuch

Die Früchte weisen, je nach Herkunft, ein sehr unterschiedliches Keimungsverhalten auf. Wie in Abb. 4.1.3 zu sehen ist, keimen die je zehn Früchte aus Göttingen, Mainz und Ungarn bereits nach drei Tagen, erreichen allerdings unterschiedliche Keimungsraten, die von 60 % bis 100 % reichen. Einzige Ausnahme bilden die Früchte aus Oldenburg, die erst eine Stratifizierung benötigen, um zu keimen. Nach dieser Behandlung zeigen die Früchte ein ähnliches Verhalten, wie die anderen untersuchten Proben (s. Abb. 4.1.5).

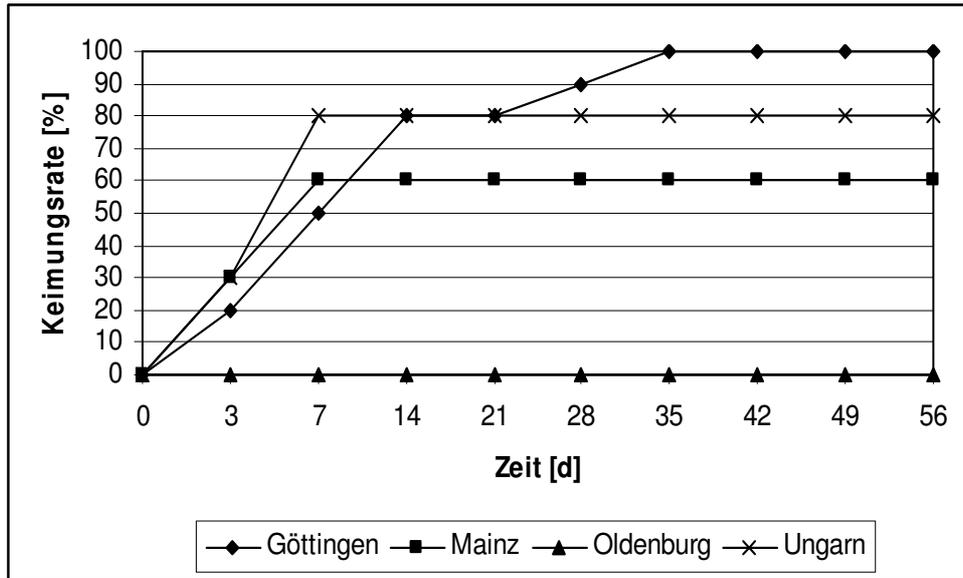


Abb. 4.1.4: Keimungsrate von Früchten verschiedener Herkunft bei 18°C (2005, je 10 Früchte)

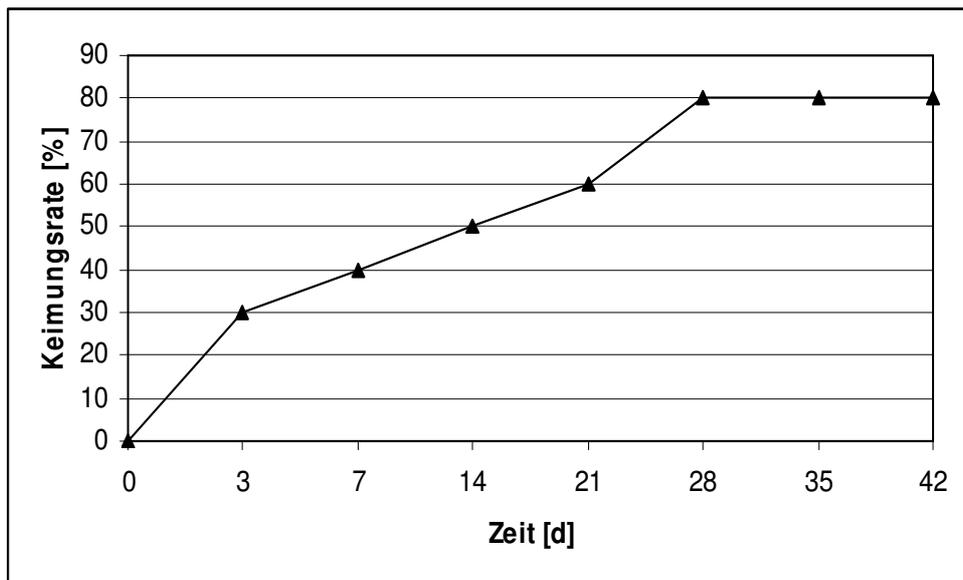


Abb. 4.1.5: Keimungsrate von Früchten aus Oldenburg nach der Stratifizierung bei 18 °C (2005, 10 Früchte)

Das Experiment zum Keimungsverhalten bei verschiedenen Temperaturen (s. Abb. 4.1.6) ergibt, dass *A. artemisiifolia* über eine große Amplitude in diesem Bereich verfügt

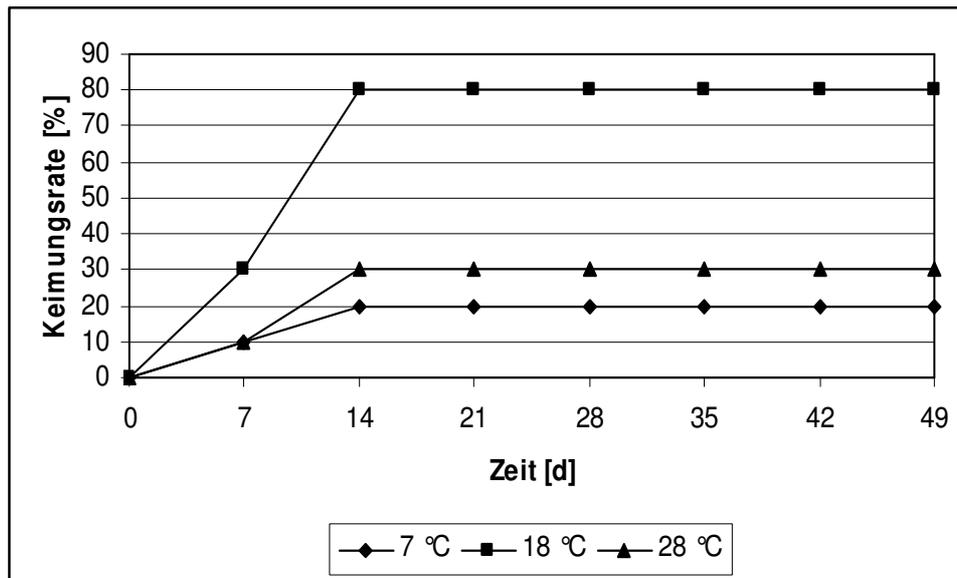


Abb. 4.1.6: Keimungsrate von Früchten aus Ungarn bei verschiedenen Temperaturen (2005, je 10 Früchte)

Hauptversuch

Der Verlauf des unter Abb. 4.1.7 dargestellten Versuches ähnelt stark dem im Vorversuch ermittelten Resultat (Abb. 4.1.6). Unter den Temperaturbedingungen von 7 °C bzw. 18 °C erreicht die Keimungsrate der je 200 eingesetzten Früchte jeweils etwa 20 %. Während bei 18 °C das Maximum bereits nach 30 Tagen erreicht ist, steigt die Rate bei 7 °C erwartungsgemäß wesentlich langsamer an und das Maximum wird erst nach 70 Tagen erreicht. Bei 25 °C beträgt die Keimungsrate knapp 50 %, wobei das Maximum schon nach 18 Tagen erreicht wird.

Der Ansatz, der nach einwöchiger Behandlung bei 7 °C in den Klimaschrank mit einer Temperatur von 18 °C überführt wird, zeigt eine deutliche Steigerung der Keimungsrate. Im Gegensatz zu der herkömmlichen 18 °C-Kurve steigt die Anzahl der gekeimten Individuen auf 55 % an. Die Zeit, die für den Anstieg auf die maximale Rate benötigt wird, erhöht sich allerdings auf 40 Tage.

Der Versuch, bei dem im Klimaschrank ein Tag-Nacht-Rhythmus simuliert wird, zeigt ein ähnliches Ergebnis wie nach der Umstellung von 7 °C auf 18 °C (s. Abb. 4.1.8). Die Keimungsrate der Variante mit wechselnder Temperatur liegt mit 30 % nur 5 % über der des gleich bleibenden bei 18 °C kultivierten Ansatzes. Der unter gleich bleibenden Temperaturbedingungen gelagerte Ansatz erreicht seine

maximale Keimungsrate bereits nach 31 Tagen, während die andere Variante erst nach 52 Tagen den Maximalwert erreicht.

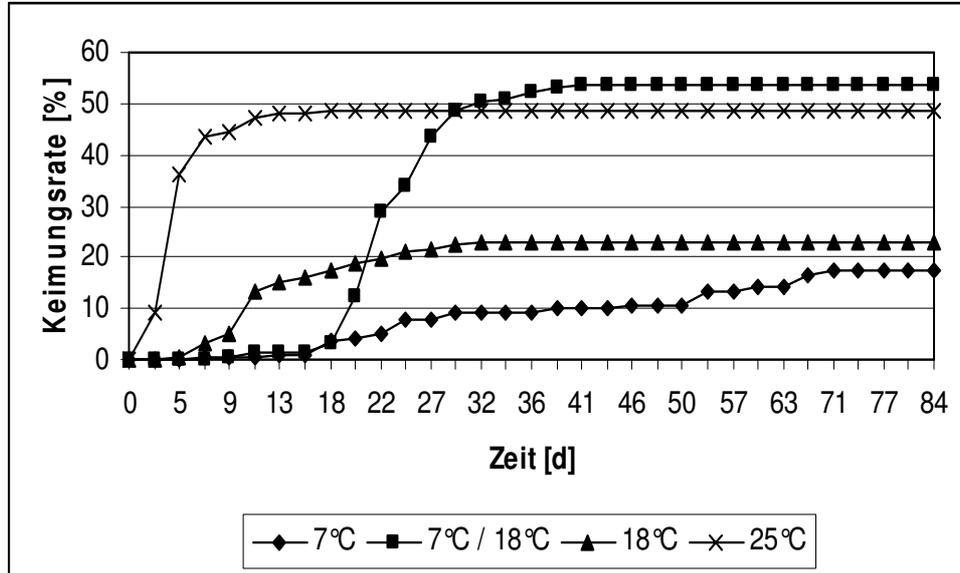


Abb. 4.1.7: Keimungsrate von Früchten aus Braunschweig bei verschiedenen Temperaturen (2006, je 200 Früchte)

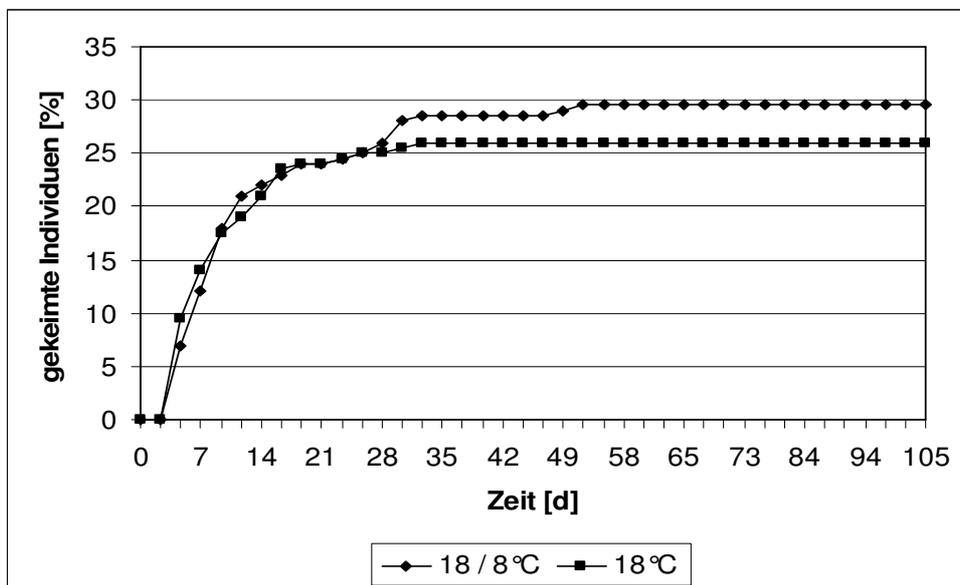


Abb. 4.1.8: Keimungsrate von Früchten aus Braunschweig bei gleich bleibender und wechselnder Temperatur (2007, je 200 Früchte)

4.1.3.1.3. Keimung von Früchten nach feuchter und trockener Erhitzung

Aus dem unter feuchten Bedingungen untersuchten Temperaturbereich von 30 °C bis 80 °C zeigen nur die ersten beiden Ansätze 30 °C und 40 °C, mit je 200 Früchten, überhaupt eine Keimung (Abb. 4.1.9 bis 4.1.12). Bei 30 °C keimen die Früchte sogar schon während der Hitzebehandlung im Trockenschrank. Die Dauer der Behandlung hat bei dieser Variante kaum eine Auswirkung auf die Keimungsrate, die in allen Fällen zwischen 25 % und 30 % liegt.

Die 40 °C Temperaturvariante zeigt ein anderes Bild in ihrem Keimungsverhalten: die Früchte keimen zwar nach allen Probenahmen, aber die Keimungsrate liegt mit 10 % nach der Entnahme am zweiten Tag am höchsten. Nach dem vierten, sechsten und achten Tag liegt die Rate maximal bei 3 %.

Der negative Einfluss der hohen Temperaturen auf die Keimung, in Verbindung mit gequollenen Früchten, bestätigt sich durch eine zusätzlich durchgeführte Versuchsvariante. Dazu werden vollständig gequollene Früchte von *Ambrosia* bei 60 °C in trockener Umgebung im Trockenschrank inkubiert. Der danach durchgeführte Keimungsversuch zeigt, dass die Diasporen nicht mehr keimfähig sind.

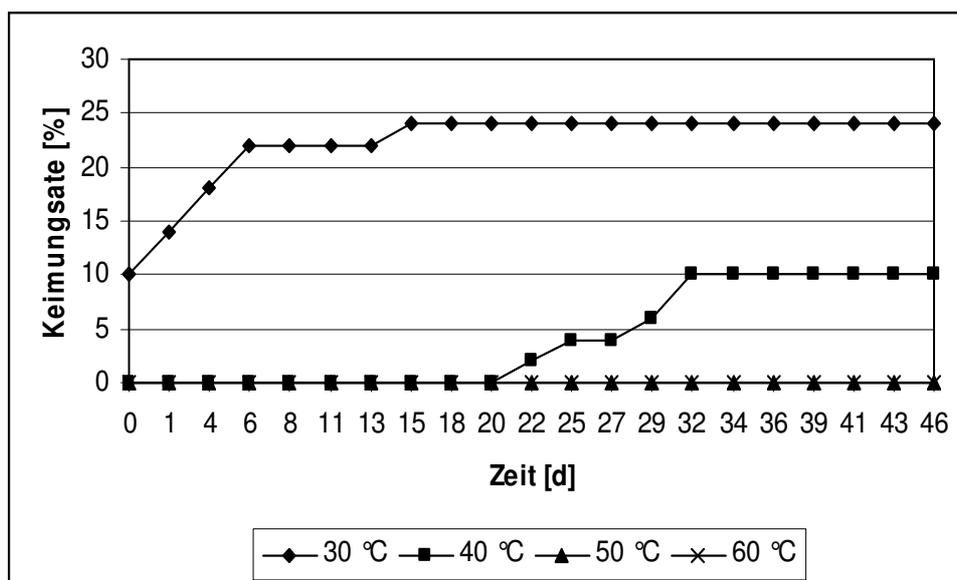


Abb. 4.1.9: Keimung im Klimaschrank, nach 2 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte

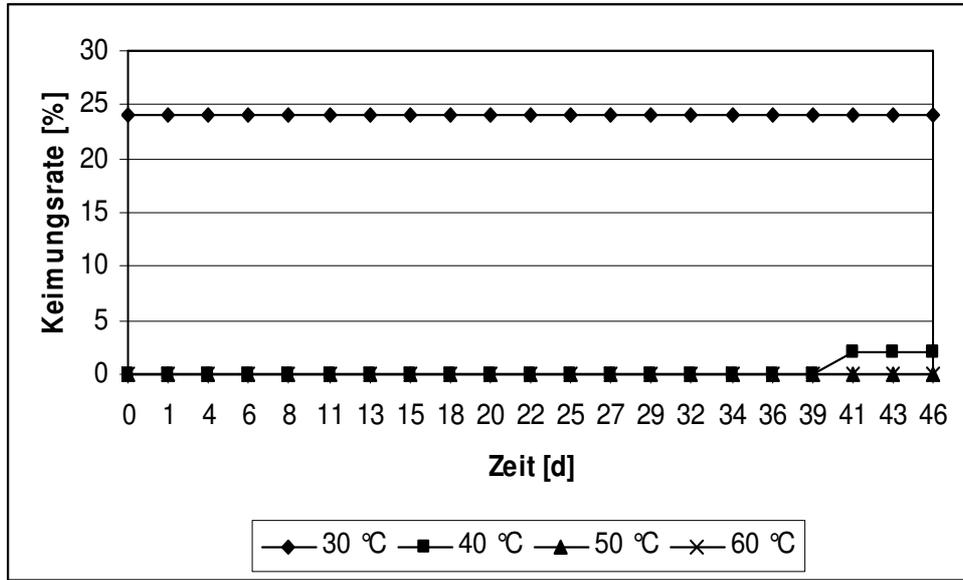


Abb. 4.1.10: Keimung im Klimaschrank, nach 4 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte

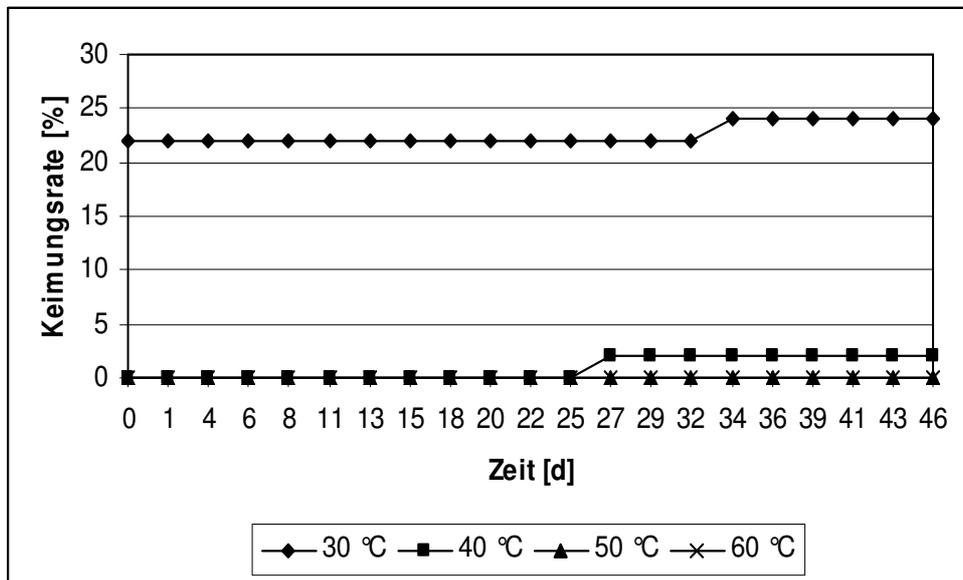


Abb. 4.1.11: Keimung im Klimaschrank, nach 6 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte

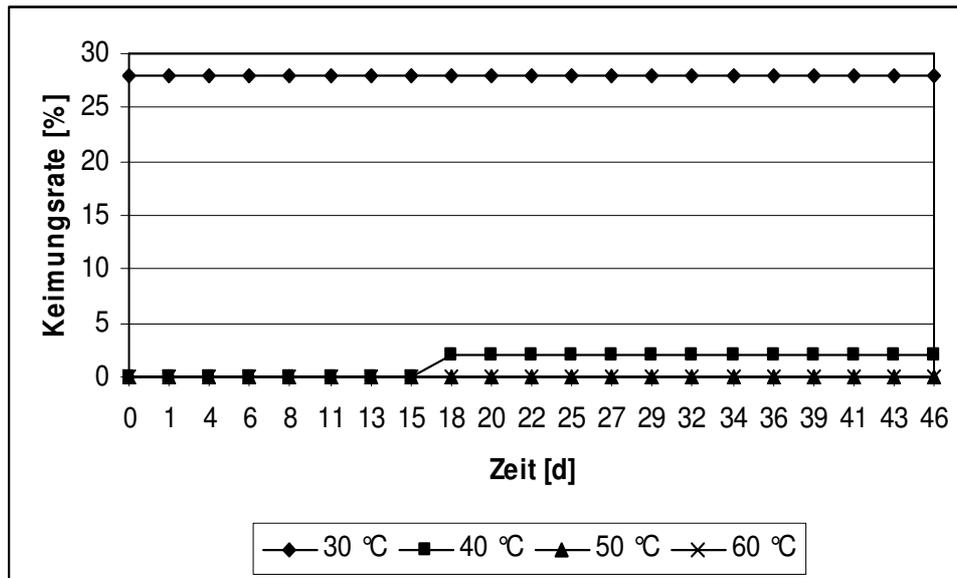


Abb. 4.1.12: Keimung im Klimaschrank, nach 8 Tagen Hitzebehandlung im feuchten Milieu bei 30 °C bis 80 °C, je 50 Früchte

Die in trockenem Milieu inkubierten Früchte zeigen eine wesentlich größere Toleranz gegenüber hohen Temperaturen als die Früchte aus den feuchten Varianten (Abb. 4.1.13 bis 4.1.16). Als Trend lässt sich erkennen, dass mit zunehmender Dauer der Behandlung und Höhe der Temperatur die maximale Keimungsrate kontinuierlich abnimmt. Diese Tendenz lässt sich besonders gut bei der 30 °C Variante erkennen, die für diesen Versuch als Referenz eingesetzt wird. Nach der zweitägigen Behandlung beträgt die maximale Keimungsrate 32 %, nach dem 4. und 6. Tag 18 % und nach der Probenahme vom achten Tag schließlich nur noch 16 %. Vergleichbares zeigt sich bei den Varianten mit den Temperaturen von 80 °C und 90 °C. Nach zwei Tagen Behandlung beträgt die maximale Rate 10 % bzw. 12 %, während sie nach den nächsten Probenahmen auf 0 % bzw. 2 % sinkt. Nach der Entnahme der Probe, die sechs Tage im Trockenschrank inkubiert wurde, konnte für beide Temperaturen keine Keimung mehr festgestellt werden.

Die Varianten mit Temperaturen zwischen 40 °C und 70 °C zeigen ein uneinheitliches Verhalten: die erwartete Abnahme der Keimungstätigkeit mit steigender Temperatur und Behandlungsdauer lässt sich nicht bei allen Varianten beobachten. Die maximalen Keimungsraten schwanken innerhalb der verschiedenen Probenahmen z. T. sehr stark. Die Raten mit dem höchsten Keimungserfolg sind sich jedoch sehr ähnlich: 28 % bei 40 °C und jeweils 30 % bei 50 °C bis 70 °C.

Somit zeigt sich, dass sich bei Temperaturen zwischen 30 °C und 70 °C während einer trockenen Erhitzung keine große Abnahme der Keimungsrate ergibt und diese durchgehend bei einem Maximum von etwa 30 % liegt. Erst ab 80 °C zeigt sich eine drastische Abnahme der Keimung auf etwa 10 %. Wird die Temperatur weiter auf 100 °C und mehr erhöht, lässt sich danach keine Keimung mehr feststellen.

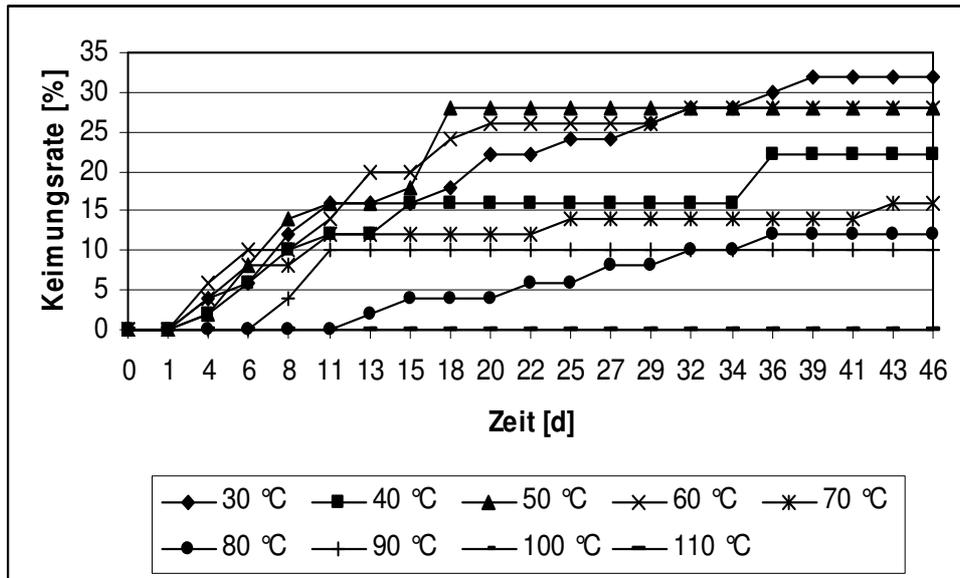


Abb. 4.1.13: Keimung im Klimaschrank, nach 2 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte

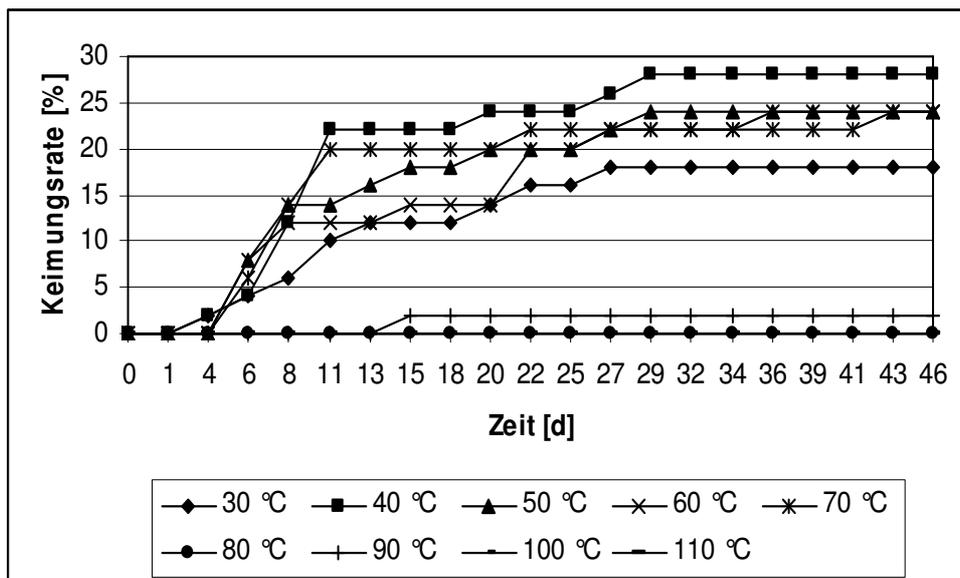


Abb. 4.1.14: Keimung im Klimaschrank, nach 4 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte

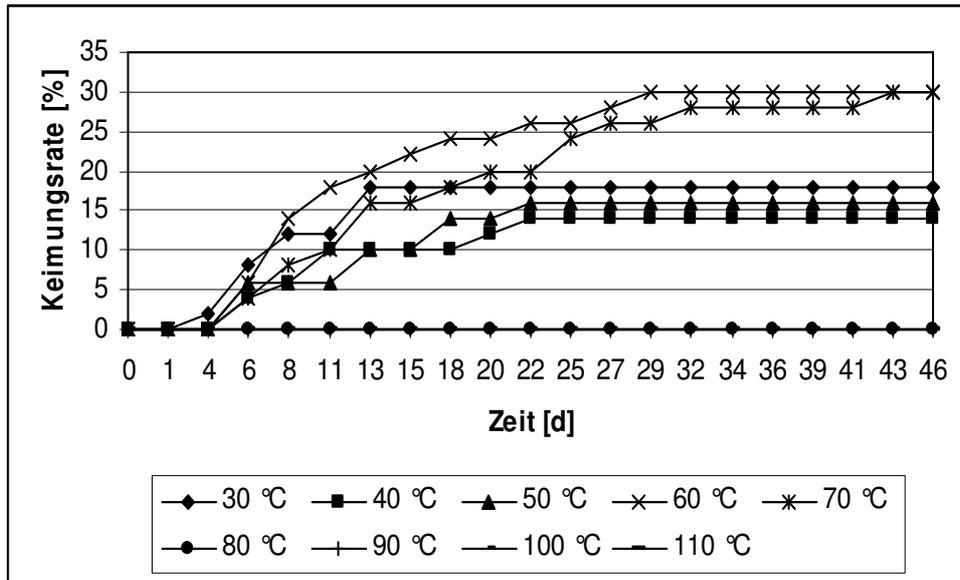


Abb. 4.1.15: Keimung im Klimaschrank, nach 6 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte

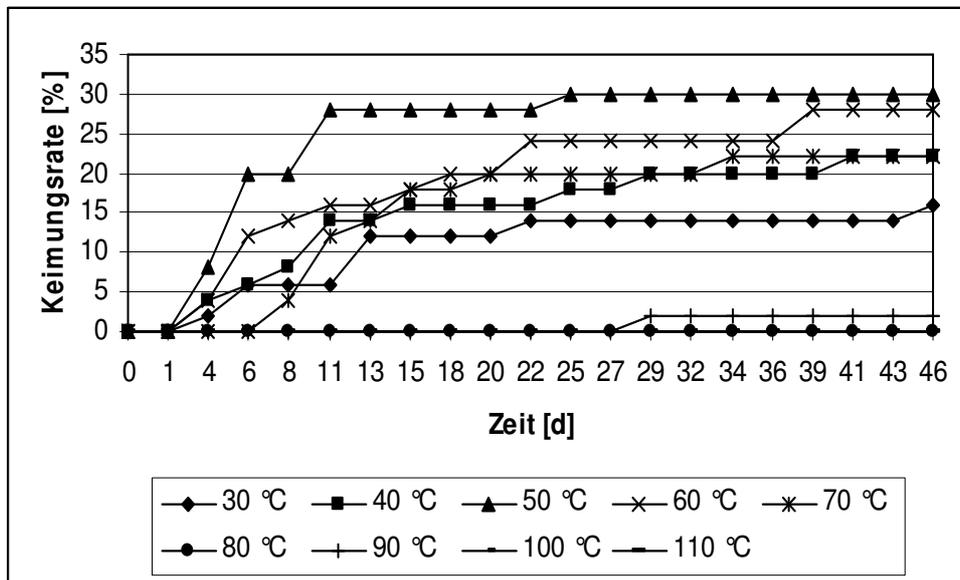


Abb. 4.1.16: Keimung im Klimaschrank, nach 8 Tagen Hitzebehandlung im trockenen Milieu von 30 °C bis 110 °C, je 50 Früchte

4.1.3.1.4. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe

Die maximale Keimungsrate von 27 %, der jeweils 100 Früchte, wird unter den Versuchsbedingungen, bei denen die Früchte direkt auf der Erdoberfläche liegen, erreicht (Abb. 4.1.17). Mit zunehmender Pflanztiefe sinkt auch die Keimungsrate kontinuierlich, bis sie bei einer Tiefe von 6 cm nur noch 17 % beträgt. In noch tieferen Schichten sinkt sie drastisch auf 1 %, bei 8 cm, bzw. auf 0 %, bei 10 cm. Die ersten Keimungserfolge lassen sich nach 14 Tagen erkennen. Ausnahmen bilden hierbei die Tiefen von 0,5 cm bzw. 8 cm. Hier tritt die erste Keimung bereits nach 7 Tagen bzw. erst nach 42 Tagen auf.

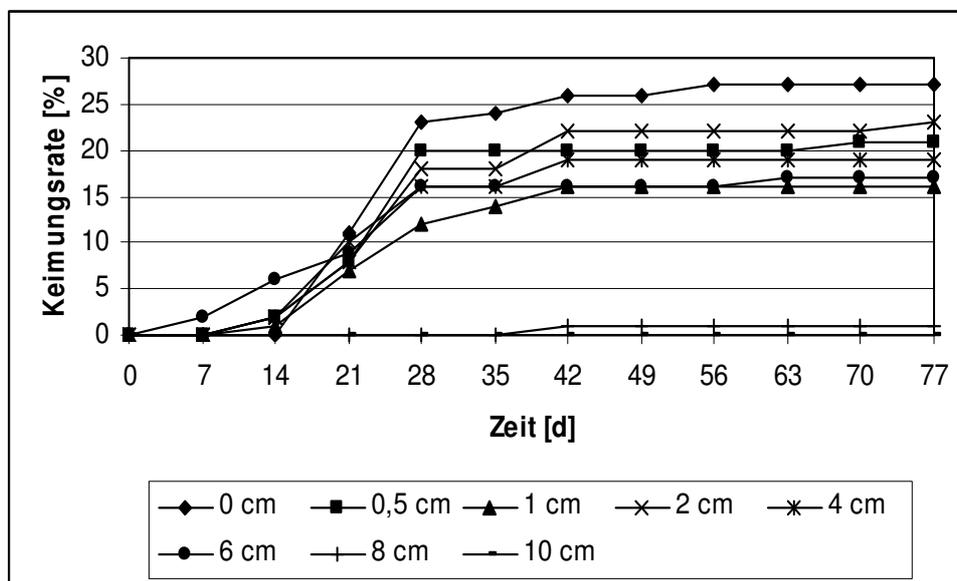


Abb. 4.1.17: Keimungsrate in Abhängigkeit von der Pflanztiefe, je 100 Früchte

4.1.3.1.5. Bestimmung der maximalen Keimungstiefe in Abhängigkeit von der Diasporengröße

Unabhängig von der Diasporengröße keimen beide Varianten, mit je 100 eingesetzten Früchten, in der gegebenen Tiefe nur mit geringeren Raten (Abb. 4.1.18). Die größeren Früchte (\varnothing 6 x 2,5 mm) keimen mit 1 % sogar schlechter als die kleineren (\varnothing 4 x 1,5 mm), die eine Keimungsrate von 2 % aufweisen. Ein Grund für dieses Verhalten könnte ein nicht signifikanter Größenunterschied der beiden

eingesetzten Größenvarianten sein (s. dazu 4.1.4.1.2.). In der Keimungsgeschwindigkeit können hingegen keine Unterschiede festgestellt werden.

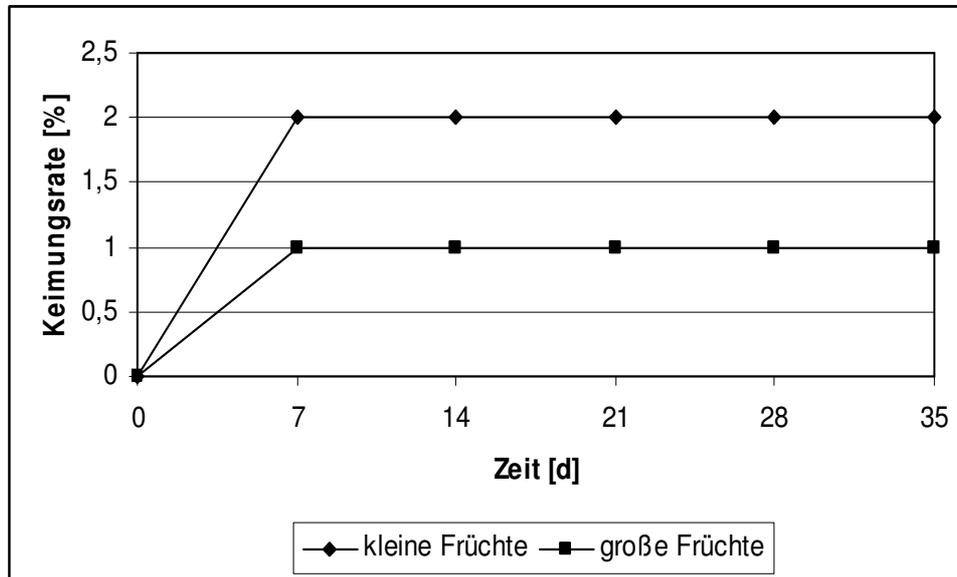


Abb. 4.1.18: Keimungsrate in Abhängigkeit von Diasporengröße und Pflanztiefe (6 cm), je 100 Früchte

4.1.3.1.6. Monatliche Überprüfung der Keimfähigkeit

Unter den gleich bleibenden Bedingungen im Klimaschrank (Temperatur, Beleuchtungsdauer und -intensität, Luftfeuchte etc.) zeigen vor allem die unstratifizierten bzw. stratifizierten Proben, mit je 20 Früchten, aus Braunschweig ein sehr ähnliches Bild (Abb. 4.1.23 und 4.1.24). Es kann eine erhöhte Keimung im Frühjahr bis Frühsommer (März bis Juli) und im Herbst (September bis November) festgestellt werden. Die stratifizierte Probe zeigt insgesamt eine höhere Keimungsrate mit einem Maximum von 55 % im Juli und 45 % im November. Auffallend ist die Depression in der Rate im August bzw. von Dezember bis Februar, die dem Keimverhalten der Art unter natürlichen Bedingungen ähnelt. Dies ist interessant, da die Kultur im Klimaschrank eigentlich äußere Einflüsse ausschließt und es somit ein wesentlich gleichmäßigeres Keimungsbild ergeben müsste.

Die Referenzprobe aus dem Göttinger Botanischen Garten zeigt ein anderes Verhalten, mit einem Maximum im Frühjahr und einer leichten Depression im April.

Die Keimungsrate ist zudem über das ganze Jahr hinweg deutlich höher als bei den anderen untersuchten Proben (Abb. 4.1.22).



Abb. 4.1.19 – 4.1.21: Schalen des monatlichen Keimversuches im Gewächshaus (Aufnahmen vom 29.10.2007)

Von links nach rechts: August – September – Oktober

Von oben nach unten: Göttingen (2004) – Braunschweig, unstratifiziert (2006) – Braunschweig, stratifiziert (2006)

Deutlich zu erkennen ist der Einfluss der Jahreszeit auf die Keimung.

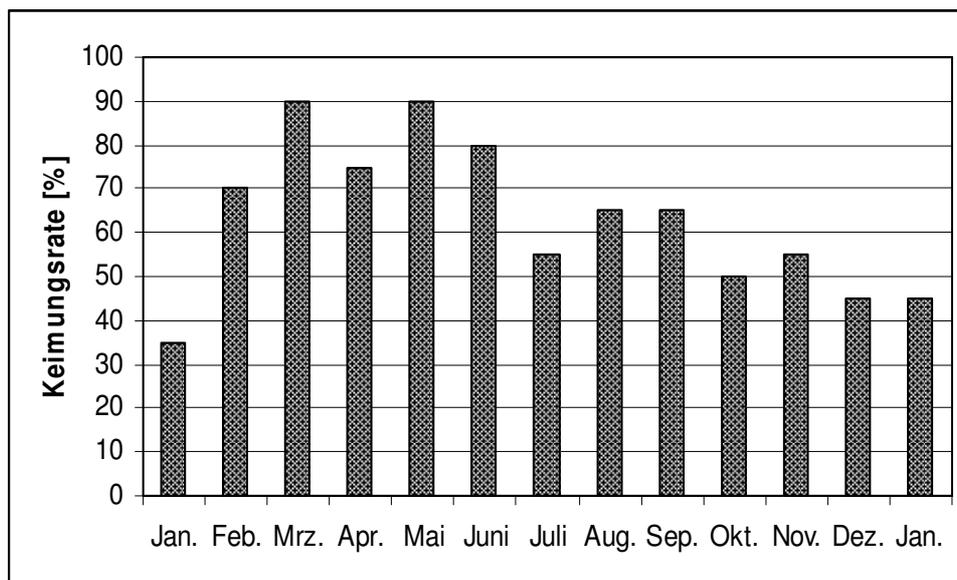


Abb. 4.1.22: Keimungsrate der Kontrolle aus Göttingen (2006/07), je 20 Früchte

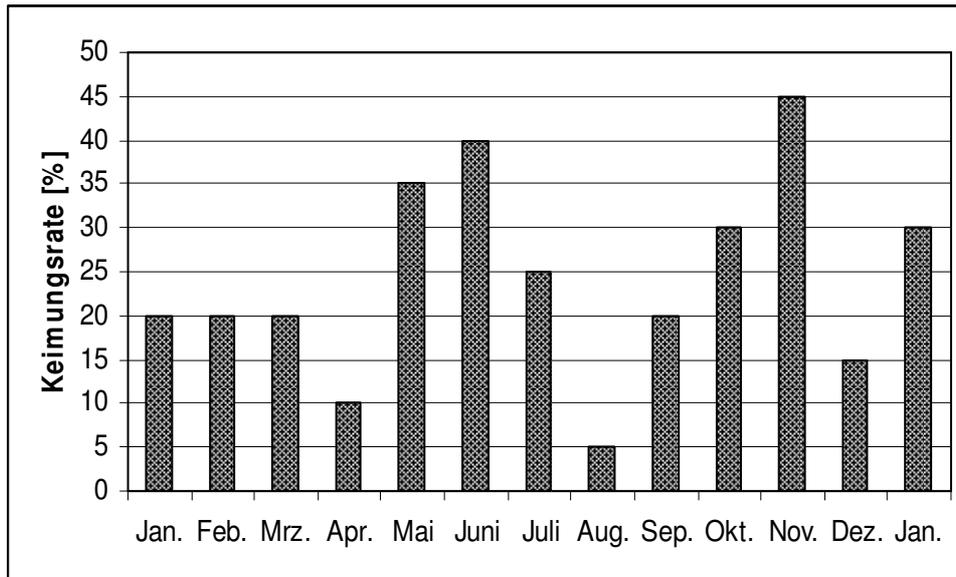


Abb. 4.1.23: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, unstratifiziert (2006/07), je 20 Früchte

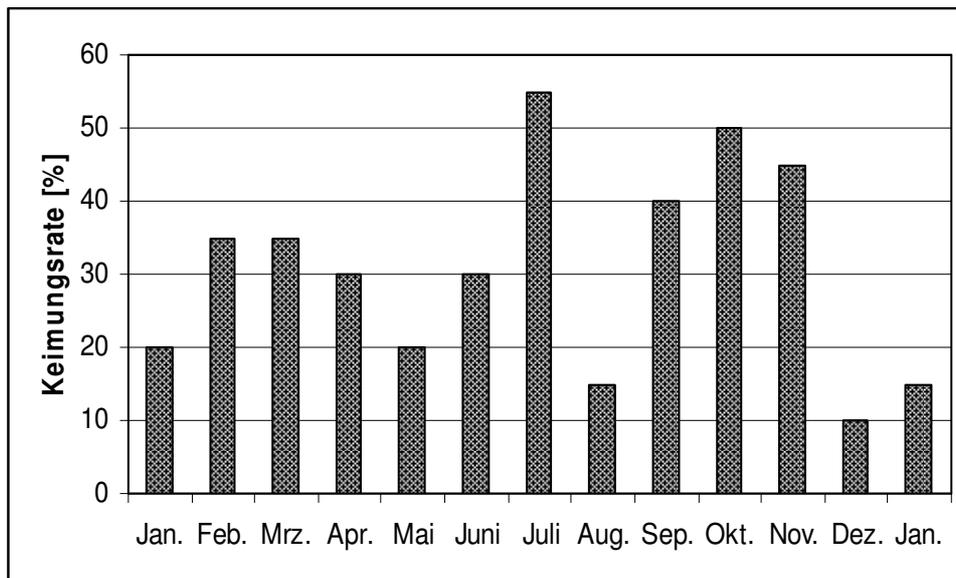


Abb. 4.1.24: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, stratifiziert (2006/07), je 20 Früchte

Im Freiland ist die Ausprägung der Keimungsrate, der je 50 eingesetzten Früchte, ähnlich der im Klimaschrank, aber wesentlich schärfer abgegrenzt. Die Probe aus Göttingen (2004) weist über den gesamten Zeitraum eine niedrigere Keimungsrate auf, mit einem Maximum im von 24 % im Juli (s. Abb. 4.1.25). In den folgenden Monaten sinkt die Rate und ab Oktober erfolgt überhaupt keine Keimung mehr.

Die unstratifizierten Früchte aus Braunschweig zeigen ein anderes Verhalten (Abb. 4.1.26 und 4.1.27). Von Juni bis August steigt die Keimungsrate kontinuierlich an, um im September ihr Maximum von 70 % zu erreichen. Im Oktober sinkt sie drastisch auf 30 % ab und in den folgenden Monaten findet keine Keimung mehr statt. Ein ähnlicher Verlauf lässt sich bei den stratifizierten Früchten feststellen. Das Maximum wird mit 65 % allerdings schon im Juli erreicht. In den nächsten Monaten nimmt die Rate stetig ab und sinkt im November fast auf Null.

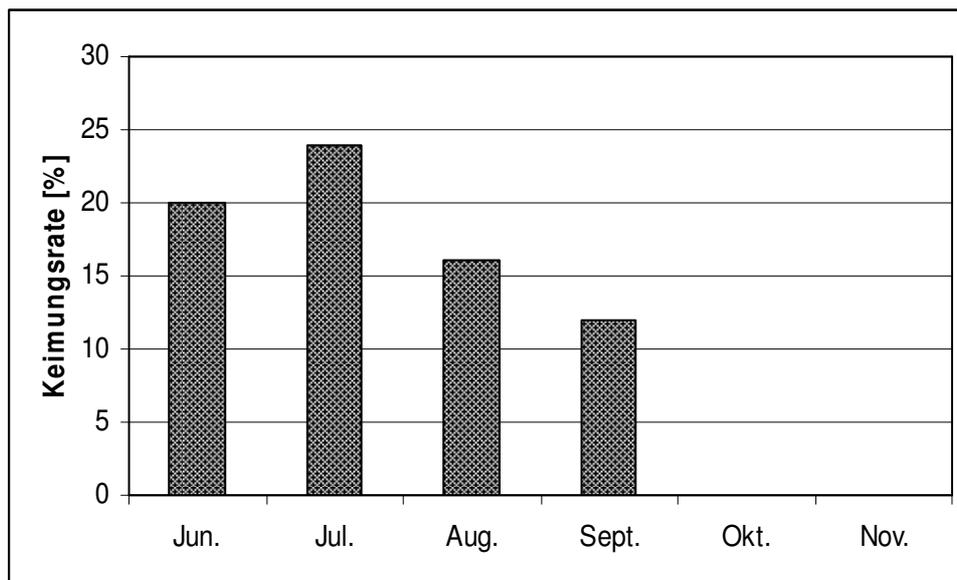


Abb. 4.1.25: Keimungsrate der Kontrolle aus Göttingen (2007, Freilandversuch), je 50 Früchte

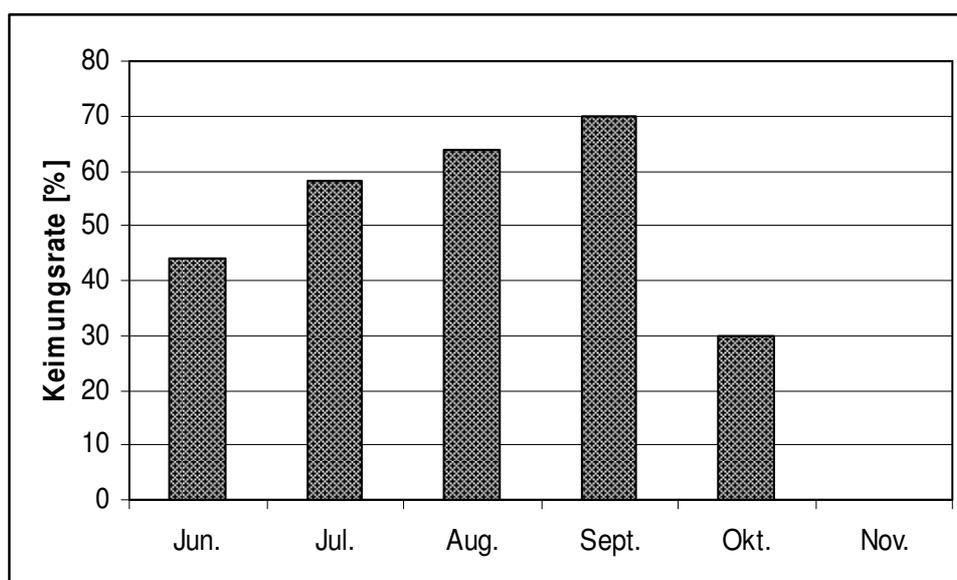


Abb. 4.1.26: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, unstratifiziert (2007, Freilandversuch), je 50 Früchte

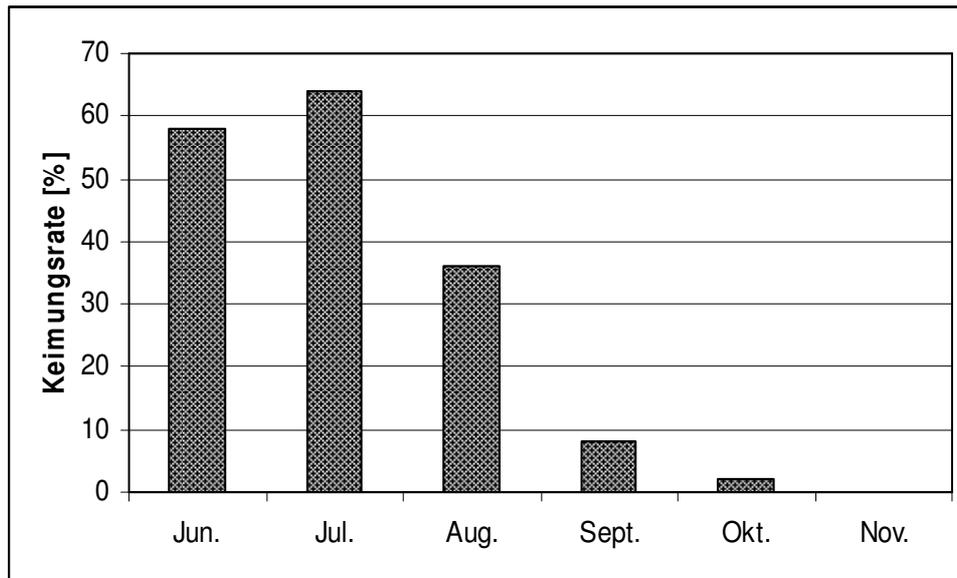


Abb. 4.1.27: Keimungsrate der Früchte aus Braunschweig, stratifiziert (2007, Freilandversuch), je 50 Früchte

Die erneute Kontrolle im Jahr 2008 zeigt für die Früchte aus Göttingen nach dem überdauernden Winter nur eine sehr geringe Keimungsrate (Abb. 4.1.28). Von den verbliebenen Diasporen keimen nur 2 % aus der Probe vom November und erhöhen somit das Gesamtergebnis kaum.

Dagegen zeigen die Früchte aus Braunschweig wesentlich bessere Ergebnisse, auch wenn hier keine Gesamtkeimungsrate von 100 % erreicht wird (Abb. 4.1.29 und 4.1.30). Bei den unstratifizierten Diasporen keimen aus den Proben vom August 18 %, vom September 2 % und vom Oktober 14 %. In der Novemberprobe können keine zusätzlichen Keimlinge festgestellt werden. Somit ergibt sich folgendes Bild als Gesamtergebnis: im Versuchsansatz vom August werden insgesamt 82 %, im September 78 % und im Oktober 44 % als Keimungsrate erreicht. Alle anderen Werte verändern sich nicht. Bei den stratifizierten Früchten kann, wie bei den Unstratifizierten auch, kein einheitlicher Trend im Keimverhalten, abhängig von dem Alter des Versuchsansatzes, beobachtet werden. In den Proben von August und September keimen je 2 % zusätzlich, während in der September- 28 % und in der Novemberprobe 20 % keimen. Daraus lässt sich folgende Gesamtkeimungsrate zusammenfassen: August 38 %, September 36 %, Oktober 4 % und November 20 %.

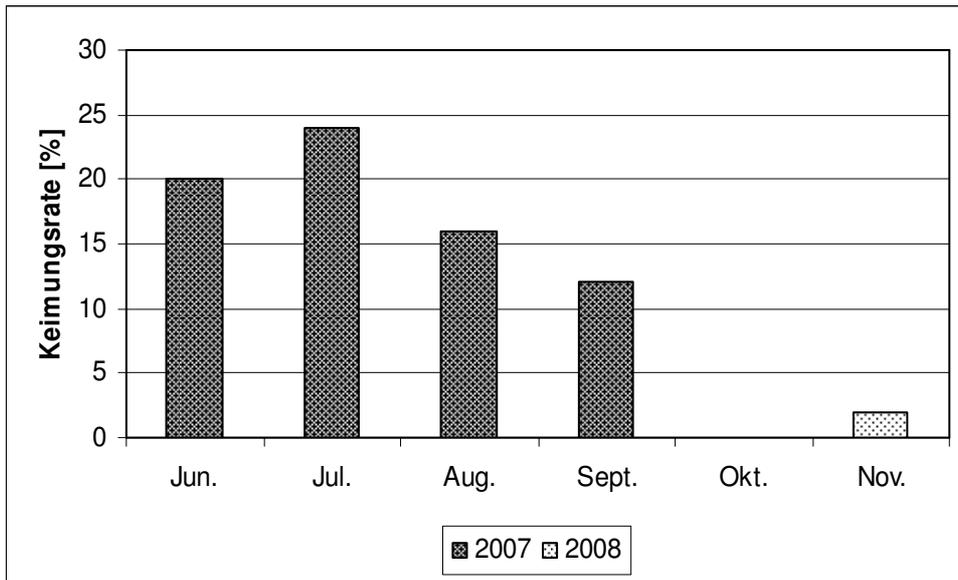


Abb. 4.1.28: Gesamtkeimungsrate der Kontrolle aus Göttingen (2007 und 2008, Freilandversuch)

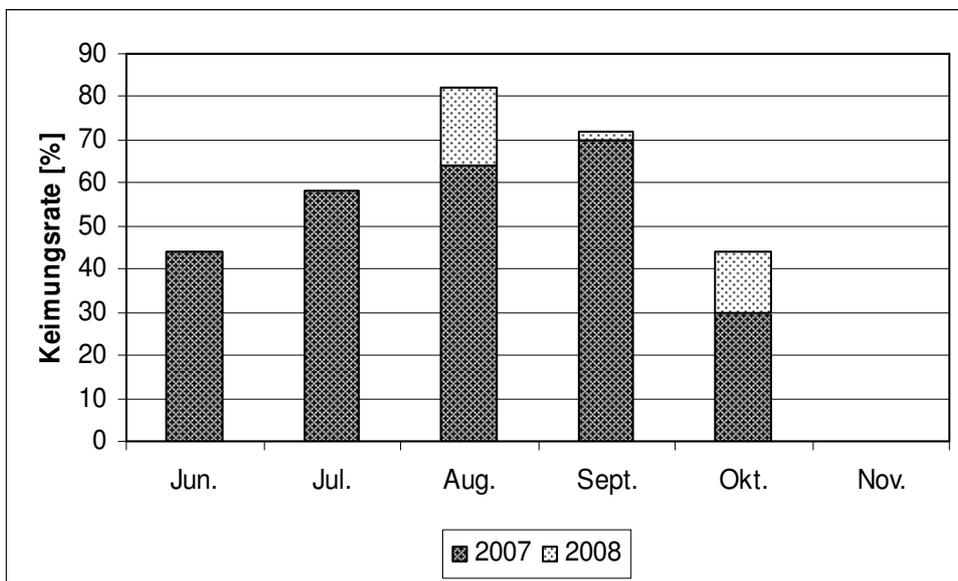


Abb. 4.1.29: Gesamtkeimungsrate der Früchte aus Braunschweig, unstratifiziert (2007 und 2008, Freilandversuch)

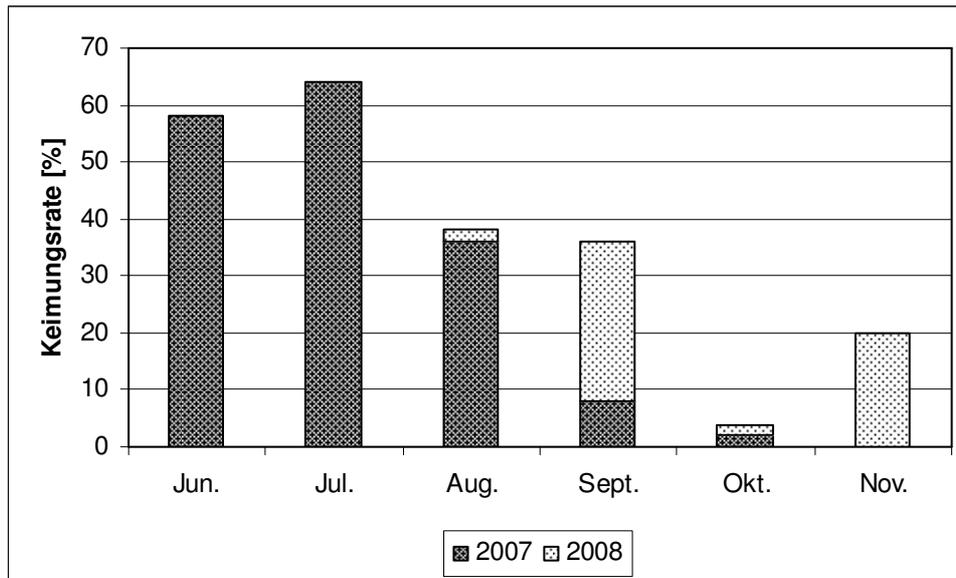


Abb. 4.1.30: Gesamtkeimungsrate der Früchte aus Braunschweig, stratifiziert (2007 und 2008, Freilandversuch)

4.1.3.1.7. Subhydre Keimung

Die eingesetzten Früchte schwimmen bis zu drei Tage an der Wasseroberfläche und sinken danach auf den Grund ab.

Es wird eine Keimungsrate von knapp 40 %, für 100 eingesetzte Diasporen (s. Abb. 4.1.31) erreicht. Die Individuen keimen bereits nach zwei bis drei Tagen und erreichen die maximale Keimungsrate nach ein bis zwei Wochen. Die einzige Ausnahme stellt Probe IV dar, die ihre maximale Rate erst nach sieben Wochen erreicht. Die Keimlinge überdauern den gesamten Zeitraum von 12 Wochen im Wasser, nahezu ohne Beeinträchtigungen zu zeigen. Die meisten bleiben auf dem Grund liegen, während einige frei im Wasser flotieren.

Der sich dem Versuch anschließende Anlandungsversuch verläuft ohne positives Ergebnis. Werden die Töpfe durchgehend feucht gehalten, verfaulten die Keimlinge. Bei regelmäßigem Giessen, mit dazwischen liegenden trockeneren Perioden, vertrocknen die Pflänzchen. Lediglich die Variante, bei der ein Mal gegossen wird und eine Hülle aus Frischhaltefolie die Verdunstung des Wassers aus dem Topf verhindern soll, zeigt ein besseres Resultat. Die Pflanzen wurzeln schwach und überleben für fast einen Monat. Sie verkümmern danach jedoch und sterben schließlich ab.

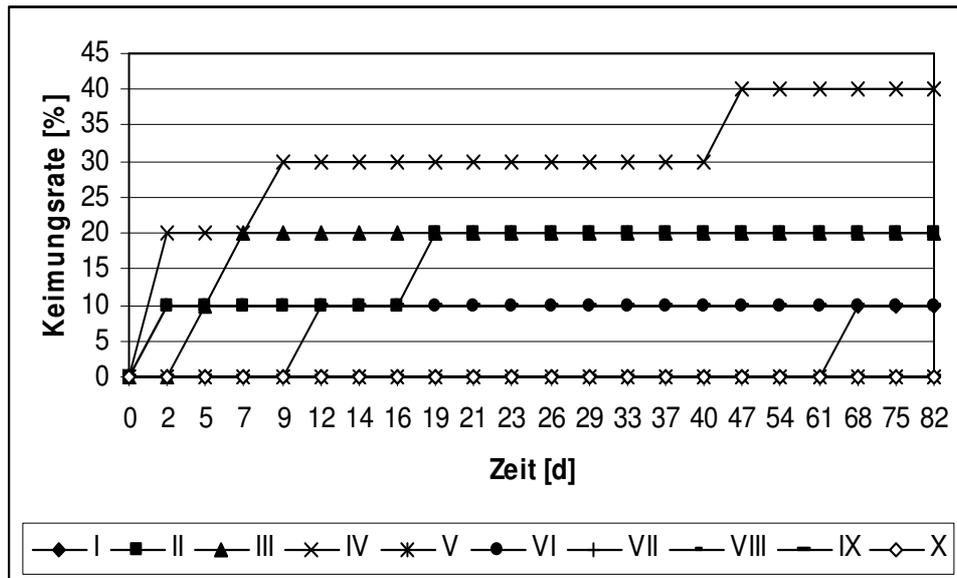


Abb. 4.1.31: Subhydre Keimungsrate von Früchten aus Braunschweig (2006)
I – X: Nummern der Ansätze, je 10 Früchte

4.1.3.1.8. Keimung unter Einfluss von NaCl, KNO₃ und Na₂SO₄

Allgemeine Beobachtungen

Bei den beiden jeweils höchsten Salzkonzentrationen, 0,07 M und 0,1 M bzw. 0,085 M und 0,171 M, kann fast immer eine deutliche Veränderung in der Morphologie der Keimlinge beobachtet werden. Ab der mittleren Konzentration wird das Wurzelwachstum deutlich beeinträchtigt, was sich mit der steigenden Salzkonzentration noch erhöht. Außerdem erscheinen die Kotyledonen mit zunehmender Konzentration der Salze sukkulenter.

Kochsalz - NaCl

Im Vergleich zu der Referenzprobe wirken sich die beiden niedrigen Kochsalzkonzentrationen leicht stimulierend auf die Keimung aus. Die maximale Keimungsrate der Kontrolle liegt bei 39 %, während die der 0,0171 M- und 0,085 M-Lösung jeweils bei 42 %, der jeweils verwendeten 200 Früchte, liegen. Nur die Variante, die mit der 0,171 M-Lösung behandelt wurde, zeigt eine niedrigere Rate,

von 36 %, als die Kontrollprobe. Alle Konzentrationsvarianten zeigen den ersten Keimungserfolg bereits nach etwa sieben Tagen, benötigen jedoch unterschiedlich lange, um die maximale Rate zu erreichen: 0,0171 M nach etwa vier, 0,085 M nach etwa fünf und 0,171 M nach etwa sechs Wochen. Die Referenzprobe benötigt dafür etwa vier Wochen.

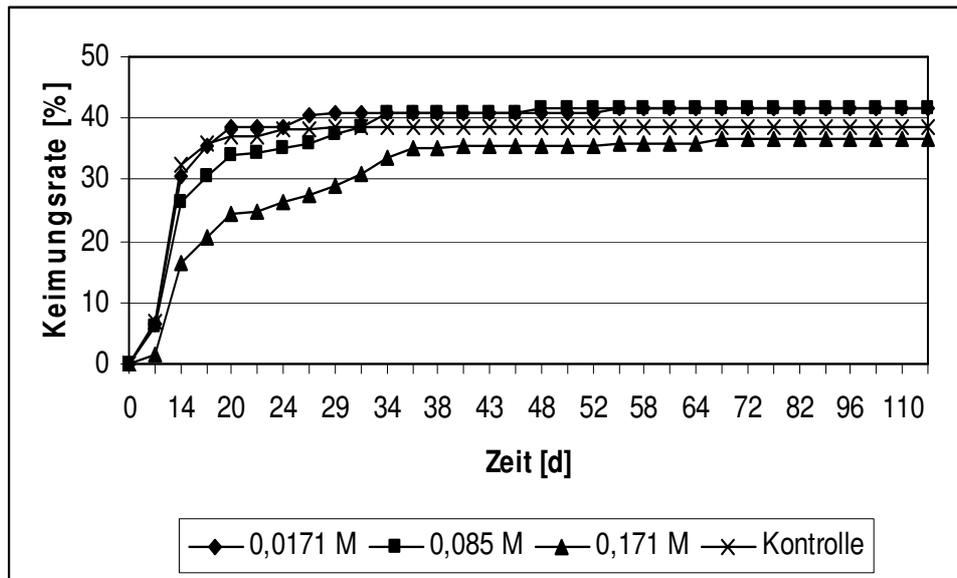


Abb. 4.1.32: Keimungsrate unter Einfluss von Kochsalz (NaCl), je 200 Früchte



Abb. 4.1.33 – 4.1.35: Keimversuche von *Ambrosia* unter Einfluss von Natriumchlorid
 Von links nach rechts: 0,0171 M-, 0,085 M- und 0,171 M-Salzlösung

Kaliumnitrat - KNO_3

Der Keimungsverlauf und die Keimungsrate sind sich bei den 0,03 M und 0,1 M Kaliumnitrat-Lösungen und der Kontrolle sehr ähnlich. Die Referenz ergibt eine maximale Keimungsrate von 39 %, während die 0,03 M und 0,1 M-Lösung 35 % bzw. 31 %, der jeweils eingesetzten 200 Früchte, erreichen. Die maximale Rate ist in allen drei Fällen nach etwa vier Wochen erreicht und der erste Keimungserfolg zeigt sich jeweils nach etwa einer Woche. Nur die Variante mit 0,07 M Kaliumnitrat-Lösung hebt sich von den anderen Proben durch eine wesentlich höhere Keimungsrate von 47 % ab. Ansonsten verläuft die Entwicklung ebenso wie die der anderen beiden Varianten und der Kontrolle.

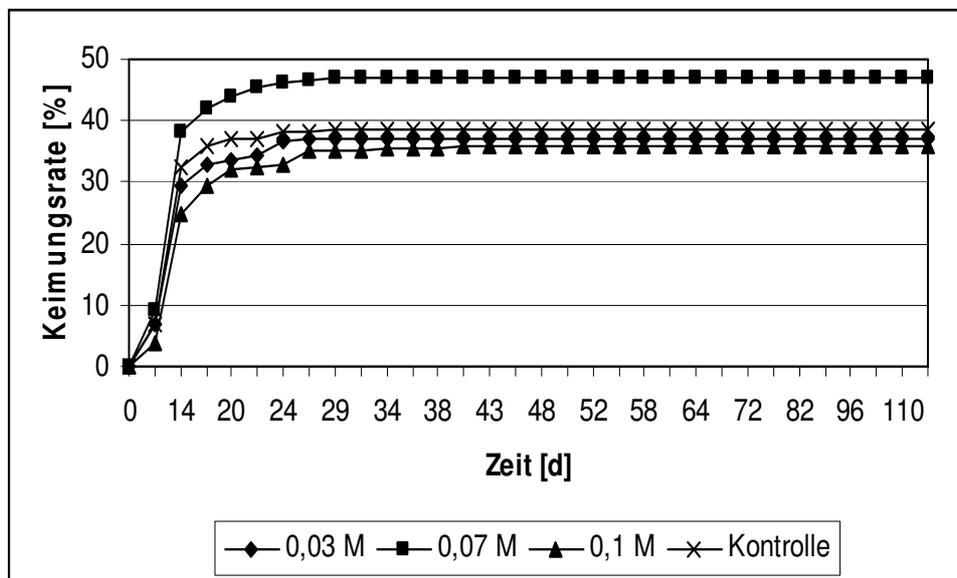


Abb. 4.1.36: Keimungsrate unter Einfluss von Kaliumnitrat (KNO_3), je 200 Früchte

Glaubersalz - Na_2SO_4

Die beiden niedrigen Konzentrationen von 0,0171 M und 0,085 M verhalten sich in ihrer Keimung sehr ähnlich zu der Kontrolle. Sie beträgt 43 % bzw. 40 %, während die Referenz eine maximale Keimungsrate von 39 %, der jeweils 200 eingesetzten Früchte, erreicht. Somit scheint es, wie im Fall der niedrigen Konzentrationen von Kochsalz, dass geringe Zugaben von Glaubersalz die Keimung stimulieren. Die



Abb. 4.1.37 – 4.1.39: Keimversuche von *Ambrosia* unter Einfluss von Kaliumnitrat
Von links nach rechts: 0,03 M-, 0,07 M- und 0,1 M-Salzlösung

Dauer bis zum Erreichen der maximalen Keimungsrate ist im Gegensatz zu der Kontrolle um ein bis zwei Wochen verzögert und die Kurven steigen nicht so gleichmäßig an. Die höchste Salzkonzentration mit 0,171 M zeigt mit nur 11 % eine deutlich verringerte Keimungsrate. Der Verlauf und die Keimungsgeschwindigkeit ähneln stark denen der beiden anderen Konzentrationen.

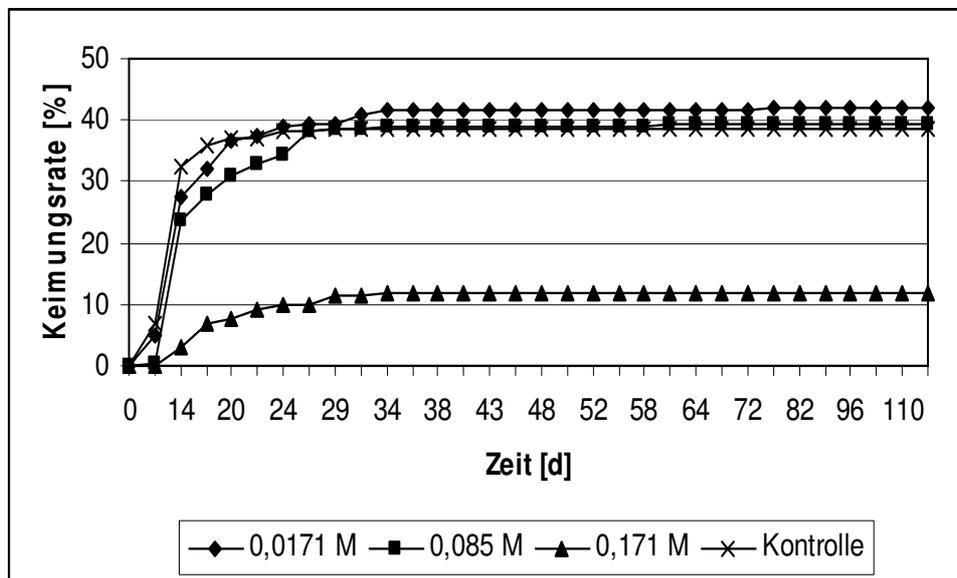


Abb. 4.1.40: Keimungsrate unter Einfluss von Natriumsulfat (Na_2SO_4),
je 200 Früchte

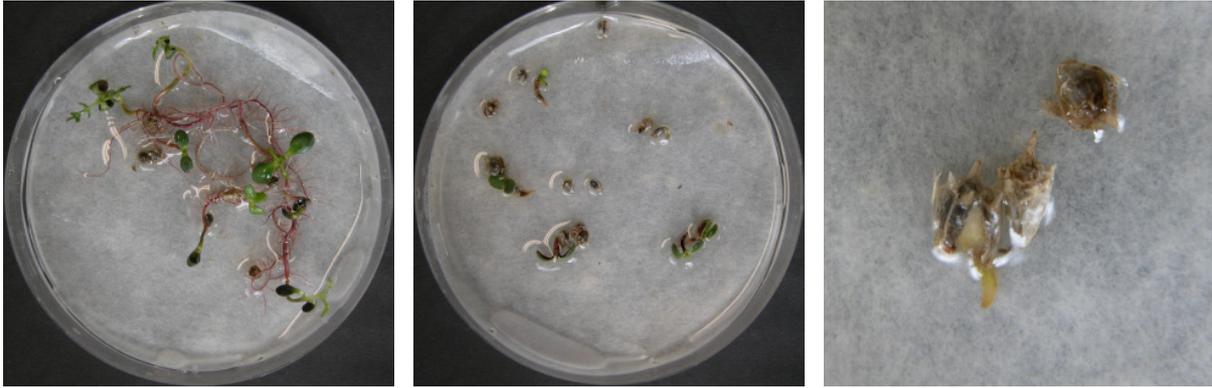


Abb. 4.1.41 – 4.1.43: Keimversuche von *Ambrosia* unter Einfluss von Natriumsulfat
 Von links nach rechts: 0,0171 M-, 0,085 M- und 0,171 M-
 Lösung

4.1.3.2.1. Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten

Bei der Untersuchung der einzelnen Produkte ergeben sich folgende Ergebnisse:

Tab. 4.1.7: Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten

untersuchtes Produkt	Anzahl der gefundenen Früchte
Volierenfutter von Versele Laga, 1 kg	5
Volierenfutter von Versele Laga, 5 kg	143
Sonnenblumenkerne vom Vogelcenter Stützer, eigene Abfüllung, 5 kg	171
Saatmischung „Blühstreifen für Zuckerrüben ohne Leguminosen“ von Raiffeisen, 10 kg	0

4.1.3.2.2. Fütterungsversuche von Wildvögeln

Nach der Auswertung der einzelnen Ansätze ergibt sich folgendes Ergebnis:

Tab. 4.1.8: Fütterungsversuche von Wildvögeln

angebotenes Futter	Verzehr von Vogelfutter, in %	Verzehr von <i>Ambrosia</i> , in %	Annahme des Ansatzes
Vogelfutter	70 - 80	-	nach Eingewöhnung gut angenommen
Vogelfutter mit <i>Ambrosia</i> gemischt	40 - 50	0	weniger gut angenommen, durchwühlt
<i>Ambrosia</i> auf Vogelfutter	0	0	Ansatz nicht angenommen
<i>Ambrosia</i>	0	0	Ansatz nicht angenommen



Abb. 4.1.44: Früchte von *Ambrosia* in Volierenfutter von Versele-Laga (2005)

4.1.4. Diskussion

4.1.4.1.1. Bestimmung der Vitalität von Diasporen

Durch den TTC-Test zeigt sich deutlich, dass die Vitalität der Diasporen, hier gleichzusetzen mit einer potentiellen Keimfähigkeit, von verschiedenen Faktoren abhängig ist.

So kann eine Lagerung an trockener Raumluft in nicht vollständig verschlossenen Behältnissen zu einem Flüssigkeitsverlust durch Austrocknung führen, der besonders bei schwankenden Temperaturen recht hoch ist. Eine Lagerung im Tiefkühlfach kann diese Austrocknung auf ein niedrigeres Maß reduzieren, was sich in einem höheren Anteil von intakten bzw. keimfähigen Diasporen auswirkt.

In dem im Folgenden durchgeführten Experiment zeigte sich außerdem, dass die Vitalität und das Verhältnis von intakten zu trockenen Diasporen mit zunehmendem Alter abnehmen. Dies konnte bei gleich bleibender Lagerung der Früchte festgestellt werden.

Dass auch die Bedingungen am Wuchsort und der damit verbundenen Reifezustand der Diasporen einen Einfluss auf die Vitalität haben, konnte besonders anhand von zwei Proben aus Braunschweig, sowie von Material aus Gartow, festgestellt werden. Diese Diasporen wurden an wenig günstigen, zumeist stärker beschatteten, Stellen gesammelt und wiesen entsprechend nur geringe Anteile an vitalen Früchten auf. Dies deckt sich mit Erkenntnissen von WAGENITZ (1979 in HEGI), der feststellen konnte, dass an ungünstigen Wuchsorten ein Ausreifen der Früchte nicht oder nur begrenzt möglich ist.

Der zusätzlich durchgeführte reale Keimversuch konnte dagegen das ermittelte Ergebnis nur bedingt bestätigen. Möglicherweise hat eine individuelle Entwicklung der Diasporen während der Reife die aufgetretenen Unterschiede ausgelöst. Der Probenumfang beträgt in den meisten Fällen zwar 100 Früchte pro Herkunft, diese Menge reicht für ein belastbares Ergebnis aber wohl nicht aus. Eine Wiederholung des Experiments mit einer größeren Probenmenge könnte zu einer Klärung der Differenzen führen, wurde aber wegen des Mangels an Früchten von einigen Wuchsorten nicht durchgeführt.

Der Test der nicht gekeimten Früchte aus Versuch 4.1.2.1.2. ergab dagegen, dass 53 % der eingesetzten Diasporen wirklich abgestorben und taub waren. Weitere 11 % waren intakt, konnten aber nicht als vital bewertet werden. Nach Vergleichen mit Erkenntnissen von BASKIN & BASKIN (1980) kann man davon ausgehen, dass die verbliebenen keimfähigen Früchte eine sekundäre Dormanz entwickelt haben. So wird ihnen ein Überdauern bis zur nächsten günstigen Periode ermöglicht. Da die Früchte zur Überprüfung der Vitalität durch den TTC-Test zerschnitten werden mussten, ist eine sichere Bestätigung dieser Vermutung nicht mehr möglich, wenn auch sehr wahrscheinlich.

4.1.4.1.2. Keimung von *Ambrosia* - Früchten unter verschiedenen Bedingungen

Die Experimente zeigen, dass *Ambrosia artemisiifolia* unter sehr unterschiedlichen z. T. widrigen Bedingungen in der Lage ist zu keimen. Zudem verfügt sie über verhältnismäßig große Toleranzen in Bezug auf verschiedene Parameter während der Keimung.

So zeigen die Untersuchung der Temperaturamplitude, dass *Ambrosia* kein Kältekeimer ist, wie bei JÄGER & WERNER (2005) angegeben. Dafür liegt ihr höchster Keimungserfolg, der in dieser Arbeit ermittelt wurde, mit 18 °C bis 25 °C zu weit über der Grenze von 10 °C, die laut ELLENBERG (1996) für einen Kältekeimer charakteristisch ist. Untersuchungen von PICKETT & BASKIN (1973) und WILLEMSSEN (1975) können dies bestätigen. KAZINCZI et al. (2008a) ermittelte sogar Keimungsaktivität im Bereich von 8 °C bis 36 °C, wobei das Optimum bei einer wechselnden Temperatur von 23 °C am Tag und 10 °C in der Nacht lag.

Zwischen den beiden eigenen Versuchen mit gleichem Aufbau zeigt sich jedoch ein auffälliger Unterschied. Er besteht darin, dass das Experiment 2006 bei 25 °C und nicht, wie im Jahr 2005 ermittelt, bei 18 °C die besten Resultate erzielt. Grund für diese voneinander abweichenden Resultate ist ein Problem mit der Abdichtung der Schalen, das 2005 bei 28 °C zu einem deutlich geringeren Keimungserfolg führte als bei 18 °C. Es ist jedoch nach den Resultaten von KAZINCZI et al. (2008a) davon ausgehen, dass das Ergebnis des Experimentes bei 28 °C bei einer günstigeren Wasserverfügbarkeit mit dem des Ansatzes bei 25 °C vergleichbar gewesen wäre.

In dem ersten Versuch 2005 kann zudem festgestellt werden, dass die Herkunft einen sehr großen Einfluss auf den Keimungserfolg bei gleicher Temperatur hat. Zum Beispiel deuten die Früchte aus Oldenburg durch ihre Unfähigkeit, ohne Kältereiz zu keimen, darauf hin, dass sie erst sehr spät geerntet oder falsch gelagert wurden. In diesem Fall hat sich eine Dormanz, wie von BASKIN & BASKIN (1980) beschrieben, ausgebildet. Sie wird unter anderem durch eine trockene Lagerung von keimfähigen Früchten bei schwankenden Tages- und Nachttemperaturen ausgelöst. Temperaturen im Bereich von 15 °C / 6 °C resultieren nach einem Monat Lagerung im Dunkeln in einem fast völligen Verlust der Keimungsbereitschaft. Die Dormanz kann nach WILLEMSSEN & RICE (1972) durch eine Lagerung bei 5 °C im feuchten Milieu jedoch wieder gebrochen werden.

Dass die Bereitschaft zur Keimung durch unterschiedliche Temperaturbehandlungen gefördert werden kann, konnte ebenfalls in zwei Experimenten gezeigt werden. Eine Exposition der Diasporen in einem Klimaschrank bei wechselnden Temperaturen von 7 °C nachts und 18 °C tags zeigt kaum eine Abweichung vom Keimverhalten bei gleich bleibenden 18 °C. Dagegen erhöht sich die Anzahl der Keimlinge bei einer längeren Inkubation bei 7 °C und einem darauf folgenden Wechsel zu 18 °C deutlich. CHAKRABARTI (1977) konnte bei einem Wechsel der Temperaturen von 15 °C zu 35 °C eine Erhöhung der Keimung auf 34 % zeigen, im Gegensatz zu 0 % bei konstanten 15 °C. Der Grund für das unterschiedliche Verhalten der beiden eigenen Versuche liegt in der deutlich unterschiedlichen Stärke der Kältereize. Der tageszeitliche Wechsel wirkt sich nicht so stark aus wie die konstante Lagerung mit darauf folgendem Temperaturwechsel. Offensichtlich wird die Dormanz der Diasporen bei den Bedingungen in der kühleren Umgebung gebrochen, so dass die Überführung in das wärmere Milieu eine erhöhte Keimung zur Folge hat.

Dass *Ambrosia* in Bezug auf hohe Keimungstemperaturen eine Präferenz besitzt, konnte zudem durch das Resultat der Temperaturvariante von 30 °C bei der Untersuchung auf die Hitzetoleranz der Früchte im feuchten und trockenen Milieu bestätigt werden. Hierbei keimen die Diasporen bereits im Trockenschrank auf dem angefeuchteten Substrat.

Es muss jedoch auch festgestellt werden, dass eine Erhöhung der Temperatur auf 40 °C oder darüber in einer feuchten Umgebung zu einer dauerhaften Inaktivierung

der Früchte führt. Vermutlich bewirkten die hohen Temperaturen bei den meisten empfindlichen Eiweißen, die durch die Quellung aktiviert worden sind, Veränderungen in der tertiären Struktur und führen so zu den Schäden. Außerdem kann eine Abnahme des Keimerfolges mit der Expositionsdauer beobachtet werden, was durch die Zunahme der Denaturierung mit zunehmender Länge der Behandlung erklärt wird.

Dagegen weisen die im trockenen Milieu erhitzten Diasporen eine wesentlich höhere Toleranz gegenüber den hohen Temperaturen auf. Allerdings findet die erwartete Abnahme in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer nur teilweise statt. Die Keimfähigkeit sinkt in einigen Fällen mit der Dauer, wie am Beispiel von 80 °C zu beobachten, konnte aber auch ein diffuses Bild zeigen, wie am Beispiel von 50 °C und 70 °C. Der Grund für das bessere Ertragen der Erhitzung in dieser Form, liegt auch hier in dem Zustand der Proteine in den Früchten. In den ungequollenen Diasporen liegen sie vor allem in kaum oder nicht hydrierter Form vor, wodurch sie deutlich unempfindlicher gegenüber der denaturierenden Wirkung der hohen Temperaturen sind.

Neben der Temperatur hat auch die Verfügbarkeit von Licht einen größeren Einfluss auf den Keimungserfolg. Dieser Umstand wurde bereits von GEBBEN (1965 in BASSET & CROMPTON 1975) hervorgehoben.

Es zeigt sich, dass bis zu einer Tiefe von 8 cm noch eine geringe Keimtätigkeit zu verzeichnen ist, die besten Ergebnisse aber direkt an der Erdoberfläche erreicht werden. Bei MARTINEZ et al. (2002) liegt die tiefste Schicht mit Keimungsaktivität nur bei 4 cm, mit 4 % der gekeimten Individuen. Allerdings waren die dort verwendeten Diasporen auch deutlich kleiner als die, die in dem eigenen Experiment genutzt wurden. Weiterführende Untersuchungen von BUHLER (1997) ergaben, dass der Keimungserfolg unter Lichteinfluss, im Gegensatz zu Ansätzen, die in Dunkelheit gezogen wurden, bis zu 70 % erhöht war. Dass ein Lichtreiz die Keimung bei höheren bzw. wechselnden Temperaturen fördert, wurde bereits von WILLEMSSEN & RICE (1972) und PICKETT & BASKIN (1973) festgestellt. Daher ist in den tieferen Schichten, in denen der Lichtreiz nicht mehr zur Verfügung steht, die Keimung auch stark verringert.

In tieferen Erdschichten spielt die Temperatur bei der Keimung, neben dem Lichtreiz, ebenfalls eine wichtige Rolle. Da die Intensität der Erwärmung mit der

zunehmenden Tiefe abnimmt, reicht die Temperatur bald nicht mehr aus, um eine Keimung der Diasporen zu erlauben. Untersuchungen von WILLEMSEN (1975) bestätigen dies. Zudem wurde von ihm festgestellt, dass die Wahrscheinlichkeit des Überlebens der Keimlinge mit der Tiefe der Schicht, aus der sie gekeimt sind, abnimmt, und die Dormanz nicht gekeimter Früchte mit der zunehmenden Tiefe später einsetzt. Das verzögerte Einsetzen der Dormanz erlaubt der Art auch nach späterer Störung, durch die sie in günstigere Schichten für die Keimung gelangen kann, noch eine Etablierung an dem Wuchsort. Bei den Experimenten in Plastiktöpfen ist der negative Effekt durch die mangelnde Erwärmung jedoch nicht gegeben, da in dem geringen Volumen noch eine gleichmäßige Wärmeverteilung möglich ist.

Ermöglicht wird das Keimen in den tieferen Schichten vor allem durch den hohen Reservestoffvorrat in den Früchten. Da die Nährstoffe trotz der Größe der Diasporen begrenzt sind, ist die maximale Tiefe, in der noch eine Keimung möglich ist, nicht beliebig.

Ob die unterschiedliche Diasporengröße einen Einfluss auf die maximale Keimungstiefe hat, ließ sich in den eigenen Experimenten nicht nachvollziehen. Diese Vermutung liegt aber nach dem Vergleich mit den Ergebnissen von MARTINEZ et al. (2002) nahe, da dort deutliche Unterschiede bei der Verwendung von unterschiedlich großen Früchten auftraten. Es ist andererseits auch möglich, dass der Größenunterschied der im eigenen Versuch benutzten Diasporen und der damit verbundene Nährstoffvorrat nicht ausreichend sind, um eine signifikante Differenz unter den gegebenen Bedingungen hervorzurufen.

Neben der Fähigkeit in tieferen Erdschichten zu keimen, zeichnet sich *Ambrosia* auch dadurch aus, dass sie in der Lage ist, direkt im Wasser zu keimen. Es muss jedoch auch angemerkt werden, dass etwa 10 % der Früchte für bis zu drei Tage auf dem Wasser schwimmen und dort die Keimung im physiologischen Sinne bereits einsetzen könnte. Dies konnte jedoch unter den gegebenen Bedingungen nicht überprüft werden und es kann davon ausgegangen werden, dass der größte Teil der Diasporen tatsächlich unter Wasser gekeimt ist.

Dies konnte anhand des Versuchs gezeigt werden. Die höhere Umgebungstemperatur während des Experiments führte zu einer geringeren Keimungsrate als erwartet. Dies widerspricht zwar anscheinend der weiter oben beschriebenen

Präferenz für höhere Keimungstemperaturen, aber das Verhalten lässt sich durch die schlechtere Löslichkeit von Sauerstoff in warmem Wasser erklären. Dadurch wird seine Verfügbarkeit für die in der Flüssigkeit schwimmenden Diasporen verringert, was sich in einer Hemmung der Keimtätigkeit auswirkt. Problematisch für die Keimpflanzen ist in diesem Zusammenhang auch, dass sie nicht schwimmfähig sind und höchstens für einige Tage in der Flüssigkeit flotieren. Dadurch fehlt ihnen wegen des mangelnden Kontaktes zur Luft eine weitere wichtige Sauerstoffquelle. Dass O₂ bei der Keimung von *Ambrosia* eine wichtige Rolle spielt, wurde bereits von BRENNAN et al. (1978) ermittelt. Es konnte gezeigt werden, dass der Einfluss von Sauerstoff die Keimungsbereitschaft der Art bei 5 °C in sechs Wochen um 40 % steigert, im Gegensatz zu einer unbehandelten Variante.

Der im Anschluss durchgeführte Anlandungsversuch zeigt, dass die Art nicht in der Lage ist, den Wechsel vom Wasser auf Erde zu überleben. Daher ist *Ambrosia* auch nur selten an Überflutungsbereichen von Flüssen oder anderen Gewässern zu finden. Häufiger kommt die Art dagegen in torrentiellen Wasserläufen zur Trockenzeit vor, wie z. B. bei Vipava in Slowenien von BRANDES (2005) dokumentiert, da sie der Art gute Wuchsbedingungen bieten. Wie die Ambrosie dorthin gelangen konnte, lässt sich nicht gänzlich nachvollziehen. Die Vermutung liegt jedoch nahe, dass die Art mit Erdmaterial von kontaminierten Flächen bei Hochwasserereignissen eingespült wurde, da die Ambrosie in Slowenien recht verbreitet ist.

Es ist aber auch beachtlich, dass ausgewachsene Pflanzen in der Lage sind, eine Überstauung von 22 Tagen vital zu überstehen (vergl. dazu 4.3.4.2.). Interessant sind in diesem Zusammenhang die Experimente von LEIBLEIN (2008). Sie konnte zeigen, dass *Ambrosia* unter staunassen Bedingungen sehr wohl in der Lage ist, aus Diasporen zu keimen, sich zu etablieren und erfolgreich zu reproduzieren.

In den eigenen Versuchen waren die Jungpflanzen möglicherweise durch die lange Kultur in den Kolben bereits zu sehr an die dortigen Bedingungen adaptiert, so dass keine erfolgreiche Überführung der Pflanzen auf das feste Medium mehr möglich war.

Neben den Schwierigkeiten für die Keimung der Art im Wasser können auch verschiedene chemische Stoffe eine Beeinträchtigung für die Keimung darstellen. Als die gängigsten Chemikalien, mit der die Art konfrontiert werden könnte, wurden

Kochsalz und Kalisaltpeter eingesetzt, ebenso wie Glaubersalz. Letzterem wird *Ambrosia* zwar unter realen Bedingungen kaum ausgesetzt, aber es ist trotzdem interessant zu untersuchen, ob sie in der Lage ist, das stärkere osmotische Potential zu tolerieren.

Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die Art nicht nur eine gewisse Menge an Kochsalz tolerieren kann, sondern dass sie im Vergleich zu anderen Arten dadurch eine leichte Förderung erfährt. Da aber die Erhöhung nur sehr niedrig ist, wären weiterführende physiologische Untersuchungen in dieser Richtung nötig, um die Gründe für diese Reaktion zu klären.

In der Literatur wird zudem angemerkt, dass die Ambrosie an Verkehrswegen in der Lage ist, tolerante Sippen auszubilden, da sie dort häufig mit Salz konfrontiert wird. Nach DiTOMMASO (2004) zeigen Früchte von Standorten an Highways unter Einfluss einer 300 mM Kochsalz-Lösung eine Keimung von 62 %, während Diasporen von Straßenrändern und Äckern nur zu 40 % bzw. 27 % keimen. Die Kontrolle erzielte dagegen im Vergleich eine Keimung von 78 % der eingesetzten Früchte. Es konnte außerdem festgestellt werden, dass ein Aussüßen der Lösung zu einem Keimerfolg von 62 % der Diasporen führte, die unter Salzeinfluss nicht gekeimt waren. Die Reversibilität der Inhibierung konnte auch von MARTINEZ et al. (2002) bestätigt werden. Die Erkenntnisse sprechen für eine große Toleranz der Art gegenüber Kochsalz. Bei Therophyten ist dieses Phänomen im Vergleich zu ausdauernden Arten recht verbreitet, da sie den Vorteil haben, vor der Ansammlung einer letalen Dosis meist ihren Lebenszyklus zu vollenden.

Das in dem Experiment mit Glaubersalz ermittelte Resultat ähnelt dem des Versuches mit Kochsalz und weist darauf hin, dass sie zumindest in niedrigeren Konzentrationen ebenfalls gut in der Lage ist, das osmotische Potential zu tolerieren.

Dagegen weist die Versuchsreihe mit Kaliumnitrat kein eindeutiges Ergebnis auf. Besonders die Lösungen mit der niedrigsten und höchsten Konzentration liegen nicht wie erwartet über den Werten der Kontrolle. Weshalb das Experiment so ausfällt, lässt sich nicht eindeutig klären. Möglicherweise genügt die Förderung durch die 0,03 M-Lösung nicht, um einen deutlichen Unterschied im Vergleich zur Kontrolle hervorzurufen. Warum die niedrigeren Konzentrationen kein vergleichbares Ergebnis wie die Kontrolle aufweisen, könnte an den osmotischen Unterschieden von Wasser und der Kaliumnitrat-Lösung liegen. Das deutliche

Absinken in der Keimungsaktivität kann bei der 0,1 M-Lösung dagegen mit Sicherheit auf das ansteigende osmotische Potential zurückgeführt werden, das sich negativ auf die Keimung auswirkt.

Literaturangaben weisen aber auch darauf hin, dass *Ambrosia* durch Kalisalpeter in ihrem Wuchs gefördert wird (TILMAN 1986, MILENOVA & NAKOVA 2002 in KAZINCZI et al. 2008a). Auch eigene Beobachtungen am Naturstandort zeigen dies deutlich.

Es ist außerdem wichtig zu bemerken, dass in zwei der drei Fälle weiterführende Experimente eine hohe Toleranz der Art gegenüber den eingesetzten Chemikalien zeigen können. Dazu wurden Pflanzen unterschiedlich konzentrierten Lösungen von NaCl und KNO₃ bei Gießversuchen ausgesetzt (vergl. dazu 4.3.4.1.).

Die Interpretation des Keimverhaltens der Diasporen erweist sich an manchen Punkten als schwierig. Zu nennen sind hier die Versuche zur Keimung bei verschiedenen Temperaturen, nach Erhitzung im feuchten und trockenen Milieu sowie die Überprüfung der monatlichen Keimung, die unten als Beispiel angeführt ist. Der Grund für das jeweilige Resultat lässt sich nicht genau nachvollziehen, da eine Reihe von möglichen Faktoren darauf Einfluss nehmen kann. Dazu gehören der Zeitpunkt und Zustand, in dem die Früchte geerntet wurden, die Lagerungsbedingungen und das Alter der Probe. Zudem können eine mögliche Vorbehandlung sowie die Auswirkungen einer Adaptation des Keimverhaltens an dem ursprünglichen Wuchsort eine Rolle spielen. Da das Alter und die anschließende Lagerung in den meisten Fällen identisch sind, bleiben vor allem die anderen Faktoren als mögliche Ursache für die heterogenen Ergebnisse übrig. Ob dies wirklich der Fall ist, müssten weitere Untersuchungen klären.

Die Problematik der schwer zu interpretierenden Ergebnisse wird besonders im Fall der monatlichen Überprüfung der Keimung deutlich. Obwohl die Lagerungsbedingungen und das Alter der Früchte, ebenso wie die Kulturbedingungen im Klimaschrank, identisch sind, treten auffällige jahreszeitliche Schwankungen auf, die sich mit dem Verhalten im Freiland decken. Als Grund hierfür muss wohl angesehen werden, dass trotz der Kultur bei gleich bleibenden Bedingungen, der sonst unbeeinflussten Früchte, die Jahreszeiten als Impulsgeber für die Schwankungen während der Keimung im Klimaschrank nicht völlig ausgeschlossen werden können (D. Selmar, pers. Mitteilung 2010).

Warum die stratifizierten Früchte aus Braunschweig im Freiland schon nach dem Juli deutlich in ihrer Keimung abnehmen, steht dagegen möglicherweise in Zusammenhang mit dem Einsetzen einer sekundären Dormanz. Diese ist mit Abnahme der günstigen Klimabedingungen zu diesem Zeitpunkt verbunden. Vergleichbares wurde auch von KAZINCZI et al. (2008a) in Ungarn beobachtet. Dort lag die Hauptkeimungszeit mit 60 % der gekeimten Individuen zwischen dem 10. April und 20. Mai, und die Keimung nahm nach diesem Zeitraum deutlich ab. Für die Diasporen aus Göttingen gilt ähnliches wie für die Proben aus Braunschweig, da auch nicht stratifizierte Früchte ihre Keimfähigkeit zu Gunsten einer Dormanz verlieren können.

Das Ergebnis im Freiland setzt sich nach der Wiederaufnahme der Überprüfung im Frühjahr 2008 fort. Es zeigt sich sehr deutlich, dass ein Teil der Früchte 2007 wie vermutet eine sekundäre Dormanz ausgebildet haben muss, da sie nach deren Brechung durch die vorhergehende Kälteeinwirkung im Frühjahr keimen. Auch hier lässt sich das sehr heterogen Verteilungsmuster nicht einheitlich klären.

4.1.4.2.1. Untersuchung von Saatgut und Vogelfutter auf den Gehalt von Früchten

Die Untersuchungen von Saatgut und Vogelfutter zeigen jeweils ein eindeutiges Ergebnis. Ausschließlich Proben, die Sonnenblumenkerne enthalten, weisen Früchte von *A. artemisiifolia* auf. Alle anderen getesteten Mischungen sind dagegen negativ in Bezug auf Diasporen der Art. Bei belasteten Proben reichen die Werte nach eigenen Untersuchungen bis zu 34 Diasporen pro Kilogramm Futter, können aber auch Mengen von 564 Früchte pro Kilogramm erreichen (BRANDES & NITZSCHE 2007).

Es steht fest, dass ein einfaches Sieben der 1,1 cm x 0,7 cm großen Sonnenblumenkerne eine effektive Trennung von den wesentlich kleineren *Ambrosia*-Früchten (0,6 cm x 0,3 cm) erlauben würde. Damit könnte der wichtigste Einfuhrvektor unterbunden werden. Ein guter Weg, sauberes Vogelfutter anzubieten, wäre der Vertrieb von so genanntem „Zertifiziertem Vogelfutter“. Um den Anforderungen gerecht zu werden, dürfen solche Futtermittel nachweislich nur einen sehr geringen Anteil oder gar keine Diasporen der Art enthalten. Erfreulich ist, dass dieses kontrollierte Futter schon von einigen Anbietern hergestellt wird und bereits im

Handel verfügbar ist (KLEIN 2007.). Obwohl dieser Weg zur Unterbindung der Einfuhr wohl der günstigste ist, zeigen neuere Untersuchungen (ALBERTERNST 2008) dass der Gehalt an Früchten in den kontrollierten Produkten noch immer mit dem von Unkontrollierten vergleichbar ist. Eine effektivere Aufreinigung des verwendeten Materials und eine anschließende Qualitätskontrolle sind daher unbedingt nötig, wenn der gewünschte Erfolg erzielt werden soll.

Es ist positiv zu vermerken, dass in frei verfügbarem Saatgut in Deutschland, wie im Fall der Firma Raiffeisen untersucht, keine Früchte von *Ambrosia* gefunden werden können. Es kann aber auch heute noch selten vorkommen, dass bei Engpässen minderwertiges Saatgut aus osteuropäischen Ländern verwendet wird, das den Anforderungen an die Sauberkeit nicht entspricht. Würde es gelingen, diesen Vektor ebenfalls zu unterbinden, wäre es möglich, die Einfuhr von *Ambrosia artemisiifolia* auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

4.1.4.2.2. Fütterungsversuche von Wildvögeln

Vögel werden für *Ambrosia* gelegentlich als Ausbreitungsvektor auf endozoochorem Weg diskutiert. Dies setzt für einen effektiven Transport eine bevorzugte Annahme bzw. nicht verminderte Attraktivität der Früchte voraus. Außerdem müssen die Diasporen in der Lage sein, die Darmpassage unbeschädigt und keimfähig zu überstehen.

Es lässt sich jedoch in den eigenen Experimenten feststellen, dass die Früchte bei Angebot anderer Futtermittel nicht oder nur in seltenen Fällen gefressen werden. Der Grund für die Verschmähung lässt sich nicht genau feststellen. Möglicherweise enthalten die Früchte aber dieselben bitteren Inhaltsstoffe (RYBALKO & KONOVALOVA 1979) wie die ganze Pflanze und sind deshalb unattraktiv für die Prädatoren. Ob Vögel selektiv in der Lage sind, unerwünschte Anteile aus der Mischung auszusondern, lässt sich ebenfalls nicht genau nachvollziehen. Es erscheint aber sehr wahrscheinlich, da ein großer Teil der Früchte auf den Boden gelangt und dort die typischen ephemeren Bestände bilden kann. Zudem ist es auffällig, dass die reinen *Ambrosia*-Proben, bzw. solche mit einer starken Auflage aus Früchten der Ambrosie auf dem eigentlichen Futter, nicht oder nur sehr schlecht angenommen wurden. Dies spricht für das Selektionsvermögen der Tiere.

Auch die besuchenden Vogelarten haben einen Einfluss auf das Resultat des Versuches. In diesem Fall wurden hauptsächlich Amseln (*Turdus merula* L.), die vor allem weiches Futter bevorzugen, an der Futterstelle beobachtet. Dies kann ein weiterer Grund für die Unattraktivität der harten Früchte sein. Hätten andere Arten den Futterplatz verstärkt aufgesucht, wäre das Ergebnis möglicherweise anders ausgefallen.

4.2. Morphologische Daten und Entwicklung

4.2.1. Einleitung

Die Erfassung von morphologischen Daten gehört zu den grundlegenden Untersuchungsbereichen, wenn das Potential einer Art als Konkurrent oder invasiver Organismus beurteilt werden soll.

Ambrosia artemisiifolia ist eine therophytische Art der Familie Asteraceae und stammt ursprünglich aus den Präriegebieten Nordamerikas. Nach Literaturangaben wird sie zwischen 50 cm und 100 cm groß, in selteneren Fällen bis zu 150 cm (JÄGER & WERNER 2006). Der Spross ist grün, oft rot überlaufen und behaart. Zur Sprossspitze wird die Behaarung auffällig dichter. Die Blätter sind kahl, ein- bis zweifach gefiedert und sehr formenreich. Die Anordnung am Spross ist basal zunächst gegenständig, mit zunehmender Höhe ändert sich dies jedoch zu einer wechselständigen Stellung. Die Blüten sind monözisch. Die zuerst erscheinenden männlichen Blütenstände sind traubenförmig und weisen auffällige hellgelbe Staubbeutel auf. Die weiblichen Blütenstände sind meist wesentlich kürzer als die männlichen und erscheinen in den Achseln der oberen Laubblätter. Sie sind unscheinbar gelbgrünlich gefärbt. Die Blütezeit der anemophilen Pflanze reicht von Anfang August bis in den Oktober hinein. Die Früchte sind eiförmig, graubraun mit dunkleren Flecken und besitzen am stumpfen Ende mehrere auffällige „Dornen“, die aus den Hüllblättern gebildet werden und mit der Achäne zur Frucht verwachsen. Pro Individuum werden zwischen 1500 und mehr als 60000 Diasporen gebildet, abhängig von den Wuchsbedingungen (http://www.cps-skew.ch/deutsch/ambr_art_d.pdf).

Die Literatur kann eine geeignete Quelle für Daten sein, wobei aber die Angaben häufig aus Herbarmaterial oder aus möglicherweise unter ungünstigen Bedingungen gezogenen Pflanzen hervorgehen. Dies gilt in einigen Punkten auch für *Ambrosia artemisiifolia*, deren erste Individuen, als vormals unbeständige Adventivart, zumeist an Häfen gefunden wurden. Daher wurde ihre Größe wegen der zumeist schlechten Wuchsbedingungen oftmals unterschätzt (JÄGER & WERNER 2006). Die Werte wurden meist nicht oder nur ungenügend überprüft und daher ziehen sich fehlerhafte Angaben häufig durch eine Vielzahl nachfolgender Artikel.

Deswegen wurden Vermessungen von *Ambrosia*-Pflanzen in größerem Umfang durchgeführt.

Die Untersuchung der Art in Bezug auf ihre Wuchsleistung, den Aufbau von Biomasse und die Produktion von Diasporen ist für die Einschätzung der Konkurrenzfähigkeit der Art von großer Bedeutung. Da *Ambrosia* auch wegen ihres Potentials als pollenallergene Pflanze immer wieder untersucht wird, ist die Ermittlung der Faktoren, die auf die Bildung der männlichen Blüten Auswirkung haben, von besonderer Wichtigkeit.

Abschließend ist ein Vergleich der verschiedenen Parameter der Pflanzen unterschiedlicher Herkunft von Interesse, um eventuelle Rückschlüsse auf die Auswirkungen von verschiedenen möglichen Präadaptationen ziehen zu können.

4.2.2. Material und Methoden

4.2.2.1. Morphologische Erfassung von *Ambrosia*-Individuen

Für diese Untersuchung wurden Pflanzen aus den Versuchsbeeten (s. 4.4.2.1.2., 2005) des Botanischen Gartens verwendet. Die einzelnen Individuen wurden dabei willkürlich ausgewählt und mit farbigen Plastikbändchen markiert:

Rot: *Beta vulgaris* - Testbeet mit 35 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Gelb: *Beta vulgaris* - Testbeet mit 70 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Weiß: *Beta vulgaris* - Testbeet mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Blau: *Ambrosia*-Monokulturbeet des Versuches mit *Solanum tuberosum*

Folgende Parameter wurden untersucht:

Höhe des Hauptsprosses

Höhe des männlichen Blütenstandes am Hauptspross

Höhe bis zur ersten Verzweigung

Anzahl der Seitenzweige

Anzahl der Seitenzweige mit männlichen Blütenständen

Anzahl der männlichen Blütenstände

Anzahl der Nodien

Anzahl der Nodien bis zur ersten Verzweigung

Sprossdurchmesser an der Sprossbasis

Die entsprechenden Untersuchungen erfolgten am 07.09. und dem 10.10.05. Die Anzahl der Nodien wurde nur am zweiten Vermessungstermin gemessen, da dies zum ersten Zeitpunkt noch nicht möglich war.

2007 wurde der Versuch im größeren Umfang mit einigen ausgewählten Parametern wiederholt. Dazu wurden 65 Pflanzen, die für die Vermessung des Höhenzuwachses in den Betonbecken herangezogen wurden (s. u.), verwendet. Diesen Werten wurden die ermittelten Daten von Ambrosien, aus dem Konkurrenzversuch 4.4.2.1.2 mit *Beta vulgaris* (2007), gegenüber gestellt. Diese 308 Pflanzen

stammten von 12 m², jeweils aus den innen liegenden Bereichen von drei unterschiedlichen Beeten. Die erhaltenen Daten wurden mittels des Statistikprogramms SPSS auf ihre Ähnlichkeit und Signifikanz hin überprüft.

Folgende Parameter wurden untersucht:

Höhe des Hauptsprosses

Höhe des Hauptsprosses bis zum männlichen Blütenstand

Anzahl der Seitenzweige

Anzahl der Nodien

Sprossdurchmesser an der Sprossbasis

Die Untersuchungen erfolgten für die Pflanzen aus den Becken am 22.08.07 und für die Individuen aus den Beeten am 05.10.07.

Die Vermessung zum Höhenzuwachs von verschiedenen Individuen wurde im Jahr 2006 erstmals durchgeführt und 2007 wiederholt.

2006 wurden dazu 15 Individuen im Botanischen Garten mit farbigen Plastikbändchen markiert und wöchentlich vermessen. Diese stammten aus den drei Varianten der *Beta vulgaris*-Konkurrenzversuche (s. 4.4.2.1.2.): je 5 Individuen wurden in den Farben weiß, rot, gelb, grün und blau markiert. Da der Versuch erst im Juli des Jahres aufgenommen wurde, wurden im Gewächshaus zusätzlich 10 Individuen von der Keimung an vermessen.

Im Jahr 2007 wurde vom Beginn der Keimung an in Betonbecken im Erweiterungsgelände des Botanischen Garten jeweils ein Individuum markiert und wöchentlich vermessen. Durch Kaninchen wurden jedoch drei der markierten Pflanzen so stark verbissen, dass diese nur wenige Zentimeter groß wurden. Diese Pflanzen wurden bei der Erstellung der Wachstumskurven nicht berücksichtigt.

4.2.2.2. Bestimmung der Anzahl von Früchten pro Individuum

Für diesen Versuch wurden ebenfalls die unter 4.2.2.1. verwendeten Individuen untersucht. Im Oktober 2005 wurden dazu von allen markierten Pflanzen die gesamten Früchte quantitativ geerntet. Danach wurden sie bei Zimmertemperatur getrocknet, von Verunreinigungen befreit und die Masse von je 1000 Diasporen, das so genannte „1000 Korn-Gewicht“, bestimmt. Aus der jeweils daraus resultierenden Masse wurde die restliche Anzahl der Früchte pro Individuum hochgerechnet.

4.2.2.3. Gewichtsbestimmung von Diasporen unterschiedlicher Herkunft

Jeweils 100 Früchte von *A. artemisiifolia* aus Braunschweig (eigene Ernte, Botanischer Garten 2005 und 2006), Göttingen (Botanischer Garten 2004), Oldenburg (Botanischer Garten 2004), Magdeburg (eigene Ernte, Brache „Alte Ölmühle“ 2006), Cottbus (Ernte durch R. Simroth, 2006) und Ungarn (bezogen von G. Schrader, 2004) wurden einzeln ausgewogen. Die so erhaltenen Daten wurden mittels des Statistikprogramms SPSS auf ihre Ähnlichkeit und Signifikanz hin überprüft.

4.2.2.4. Biomassebestimmung

Vorversuch

Das Individuum, das 2005 für diesen Versuch verwendet wurde, stammte aus den Versuchsbeeten des Botanischen Gartens Braunschweig (s. 4.4.2.1.2.: Höhe 164,5 cm und 46 Seitenzweige). Die Pflanze wurde komplett geerntet. Hauptspross, Seitenzweige und Wurzel wurden einzeln in Papiertüten verpackt, deren Gewicht zuvor bestimmt worden war. Nach Ermittlung des Frischgewichtes wurde die Biomasse bei 105 °C im Trockenschrank bei Luftzufuhr bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Eine Gewichtskontrolle erfolgte regelmäßig.

Hauptversuch

2007 wurde der Versuch mit 82 Pflanzen wiederholt. 65 Individuen stammten aus den Versuchsbecken, die zu Beginn des Jahres mit stratifizierten Früchten des Jahres 2006 (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig) eingesät worden waren. Für die genaue Verteilung der Individuen auf die Becken siehe 10.2.2.3. im Anhang, S. 317. 17 weitere Individuen stammten aus einer Konkurrenzversuchsanlage (s. 4.4.2.1.2., 2007), die mit den gleichen Früchten wie die Becken eingesät wurden. Von dieser wurde ein kompletter Quadratmeter untersucht. Die Pflanzen wurden nach Becken bzw. Beet getrennt geerntet und ihr Frisch- bzw. Trockengewicht bestimmt.

Das Untersuchungsverfahren erfolgte analog zu dem von 2005. Zusätzlich wurde noch das Frisch- und Trockengewicht der männlichen Blütenstände von den Pflanzen der Versuchsbecken, die vom 27.07. bis zum 28.09.07 regelmäßig entfernt wurden, bestimmt.

4.2.2.5. Entwicklung von *Ambrosia*-Populationen unterschiedlicher Herkunft über den Jahresverlauf 2007

Im Frühjahr 2007 wurden noch vor Beginn der Vegetationsperiode je 100 Früchte folgender Herkunft auf handelsüblicher Blumenerde in Pflanzschalen ausgebracht:

Braunschweig: eigene Ernte Botanischer Garten, je 2005 und 2006

Göttingen: Botanischer Garten, 2004

Magdeburg: eigene Ernte aus der Brache „An der Ölmühle“, 2006

Cottbus: geerntet von R. Simroth, 2006

Ungarn: bezogen von G. Schrader, 2004

Die Kultur der Schalen erfolgte in Regalen im Freien. Sie wurden regelmäßig bewässert und Keimlinge aus eingeflogenen Unkrautdiasporen entfernt. Die Schalen wurden für etwa 37 Wochen mehrmals wöchentlich auf gekeimte Individuen von *A. artemisiifolia* hin untersucht, diese mit kleinen Plastikbändchen markiert und notiert. Abgestorbene Pflanzen wurden ebenfalls vermerkt und entfernt (09.04.-26.12.07).

4.2.3. Ergebnisse

4.2.3.1. Morphologische Erfassung von *Ambrosia*-Individuen

Die folgende Tabelle gibt die am 07.09. und 10.10.2005 aufgenommenen Daten der drei untersuchten Individuen von *A. artemisiifolia* wieder.

Tab. 4.2.1: Vermessung von *Ambrosia*-Individuen (2005)

	Individuum 1. (Rot)		Individuum 2. (Gelb)		Individuum 3. (Weiß)		Individuum 4. (Blau)	
	07.09.05	10.10.05	07.09.05	10.10.05	07.09.05	10.10.05	07.09.05	10.10.05
Höhe des Hauptsprosses	165 cm	171 cm	145 cm	147 cm	135 cm	146 cm	118 cm	126 cm
Höhe des männl. Hauptblütenstand.	18 cm	17 cm	6 cm	7cm	8 cm	10 cm	16 cm	15 cm
Höhe bis zum Hauptblütenstand	147 cm	154 cm	139 cm	140 cm	127 cm	136 cm	102 cm	111 cm
Anzahl des Seitenzweige	25	27	23	29	20	23	22	28
Seitenzweige mit männl. Blütenst.	25	27	23	29	20	23	22	28
Anzahl der männl. Blütenst.	~1500	~1500	~350	~350	~600	~600	~450	~450
Anzahl der Früchte	-	~7200	-	~3500	-	~1100	-	~9600
Höhe bis zur 1. Verzweigung	5 cm	5 cm	7 cm	7 cm	10 cm	10 cm	2 cm	2 cm
Ø des Sprosses an Basis	4 cm	4 cm	2 cm	2 cm	2 cm	2 cm	3 cm	3 cm
Anzahl der Knoten	-	20	-	23	-	15	-	18
Knoten bis zur 1. Verzweigung	1	1	3	3	3	3	1	1

Allgemein

Die Diagramme für die 2007 ermittelten Werte der Pflanzen aus den Becken sind z. T. sehr heterogen, da für die Berechnungen nur eine geringe Anzahl von Individuen vermessen werden konnten. Dagegen sind die Abbildungen aus den ermittelten Werten von den Pflanzen der Beete wesentlich besser definiert, da hierfür die Probenanzahl erheblich größer ist.

Außerdem muss angemerkt werden, dass bei der Kultur in den Becken wegen der kleinen Fläche die Auswirkung der Randeffekte deutlich größer sind als in den Pflanzungen der Beete. Aus Gründen der Standardisierung erschien diese

Durchführung der Versuchsvariante jedoch trotzdem sinnvoll. Es kann außerdem angenommen werden, dass sich der Einfluss der Randeffekte durch die geringe Pflanzungsdichte nicht so stark auswirkt, wie es bei einer Kulturdichte, die mit der der Beete vergleichbar ist, der Fall gewesen wäre.

Höhe des Hauptsprosses

Die Auswertung dieser Parameter zeigt bei beiden Varianten eine Gausskurve (Abb. 4.2.1 und 4.2.2), die in ihren Werten in den Bereich der größeren Höhen verschoben ist. Die Individuen aus den Becken weisen ein Minimum von etwa 20 cm bis zu einem Maximum von über 140 cm auf und haben einen Mittelwert von 97 cm. Dagegen zeigen die Pflanzen aus den Versuchsbeeten minimal einen Wert von 25 cm und maximal eine Größe von mehr als 250 cm. Das Mittel liegt in diesem Fall bei 148,38 cm.

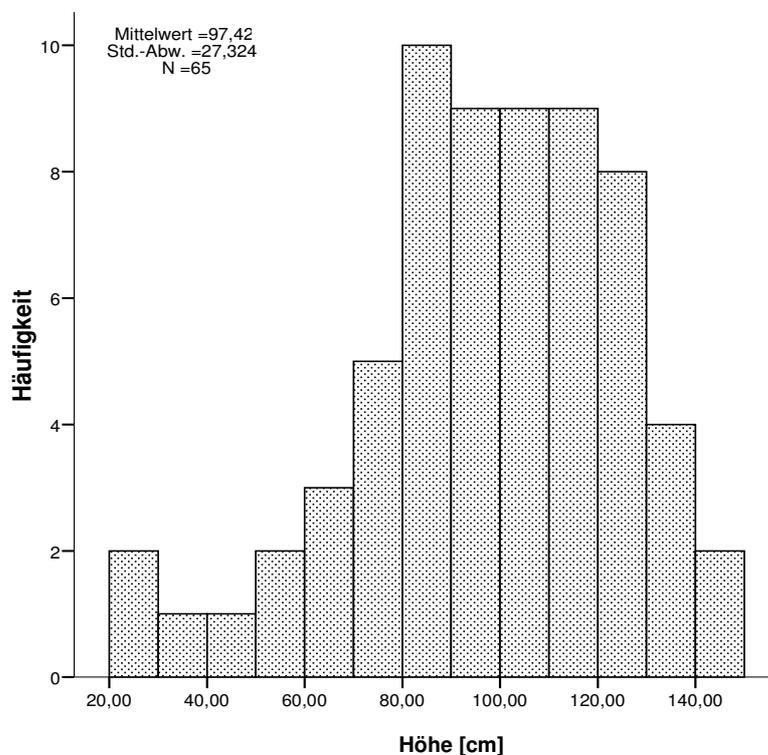


Abb. 4.2.1: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen aus den Becken; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt

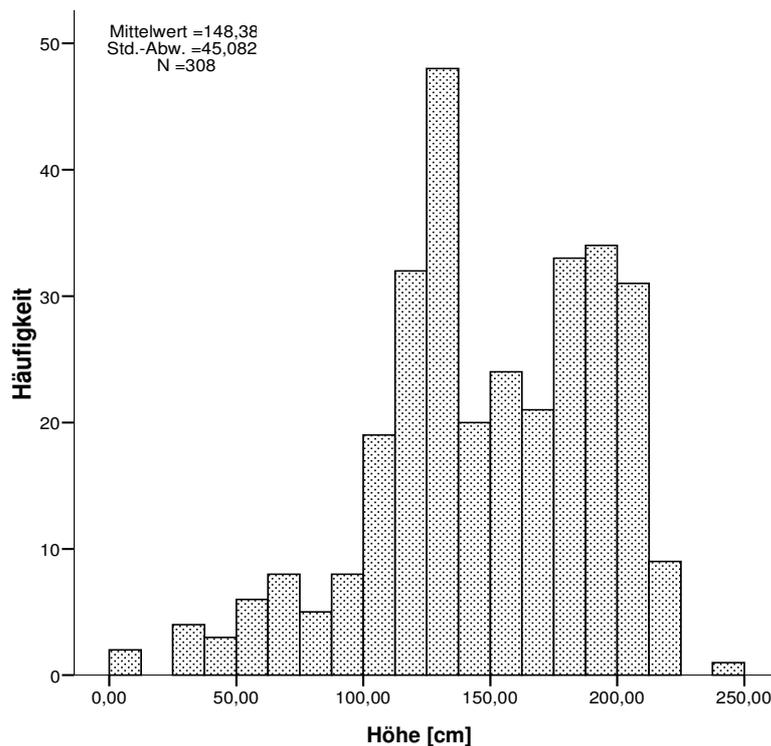


Abb. 4.2.2: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen aus den Beeten; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt

Höhe des Hauptsprosses bis zum männlichen Blütenstand

Im diesem Fall weichen die Darstellungen in ihrer Form voneinander ab (Abb. 4.2.3 und 4.2.4). Bei den Pflanzen aus den Becken zeigt sich eine nach rechts verschobene Kurve, während sich bei den Individuen aus den Beeten kein einheitlicher Trend ausbildet. Die Höhe reicht Pflanzen aus den Betonbecken von weniger als 25 cm bis über 125 cm und bei denen aus den Beeten von unter 12,5 cm bis über 250 cm. Der Mittelwert liegt entsprechend bei 65,59 cm bzw. 133,5 cm.

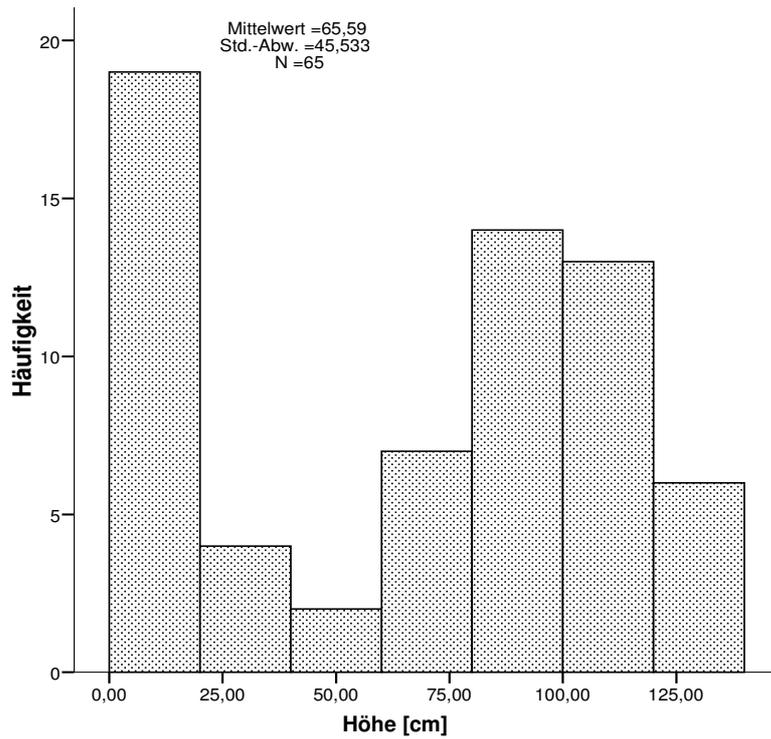


Abb. 4.2.3: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen bis zum männlichen Blütenstand aus den Becken; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt

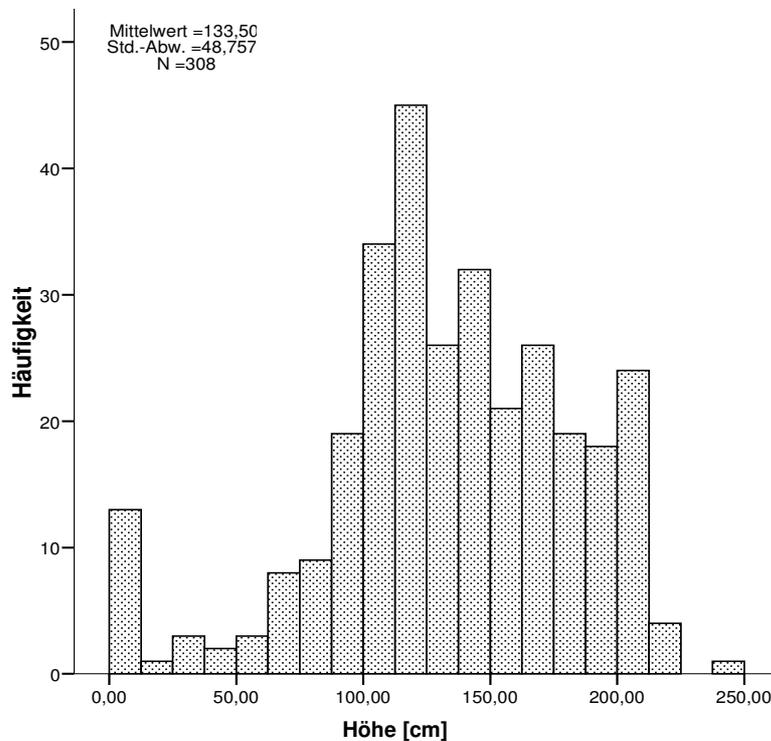


Abb. 4.2.4: Häufigkeitsverteilung der Sprosshöhen der Individuen bis zum männlichen Blütenstand aus den Beeten; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt

Sprossdurchmesser an der Sprossbasis

Die Verteilung ist bei beiden Diagrammen sehr ähnlich, auch wenn es für die Pflanzen der Beete aus den zuvor beschriebenen Gründen wesentlich gleichmäßiger ausgeprägt ist (Abb. 4.2.5 und 4.2.6). Sie zeigen jeweils eine nach links, in den Bereich der Sprosse mit kleinerem Durchmesser, verschobene Gauss'sche Kurve. In beiden Fällen sind die dünnsten Sprosse etwa 0,3 cm dick, wogegen das Maximum für die Pflanzen der Beete bei etwa 3,5 cm und für die der Becken bei 4,3 cm liegt. Der Mittelwert entspricht 1,74 cm bzw. 1,18 cm.

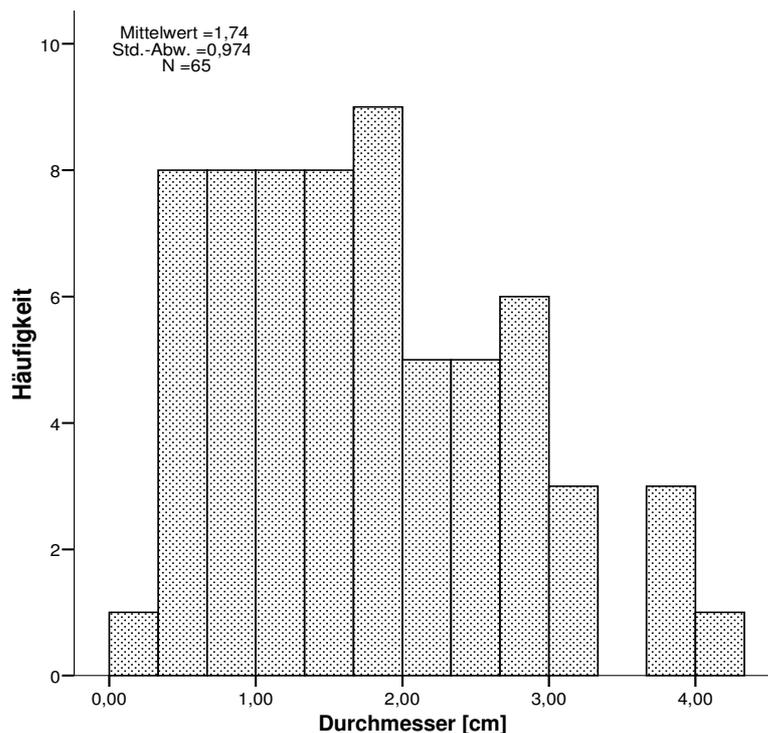


Abb. 4.2.5: Häufigkeitsverteilung der Sprossdurchmesser an der Sprossbasis von Individuen aus den Becken; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt

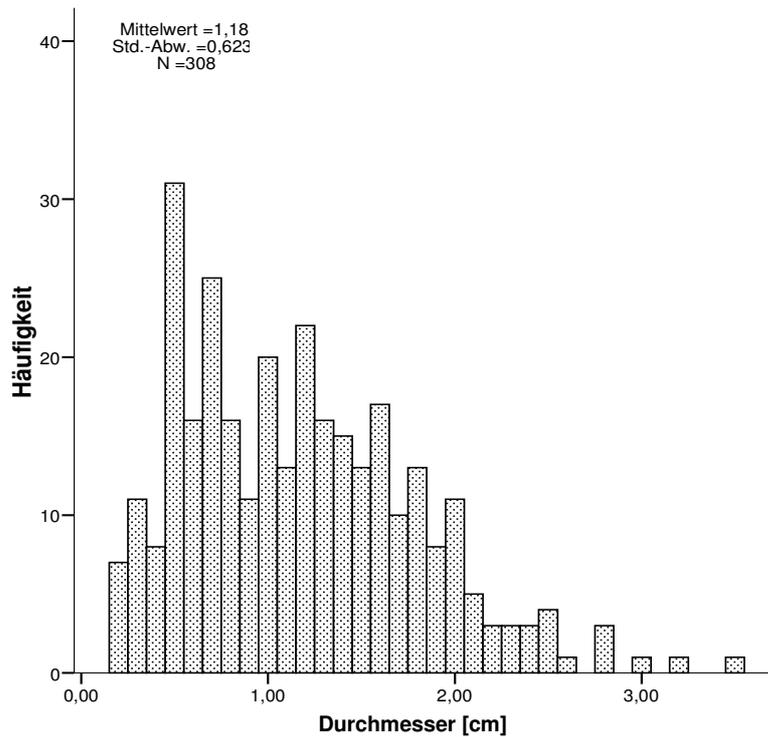


Abb. 4.2.6: Häufigkeitsverteilung der Sprossdurchmesser an der Sprossbasis von Individuen aus den Beeten; Mittelwert ist in Zentimeter dargestellt

Anzahl der Seitenzweige

Für die Seitenzweige zeigt sich in beiden Fällen eine sehr ähnliche Verteilung. Sie bildet jeweils eine in den Bereich der niedrigeren Anzahl von Seitenzweigen verschobene Gausskurve (Abb. 4.2.7 und 4.2.8). Auch die ermittelten Werte ähneln sich sehr: für die Individuen aus den Becken sind dies etwa fünf bis 50 Seitenzweige gegenüber denen aus den Versuchsbeeten mit Werten von weniger als drei bis zu 60 Seitensprosse. Der Mittelwert liegt bei 20 bzw. 22 Seitenzweigen.

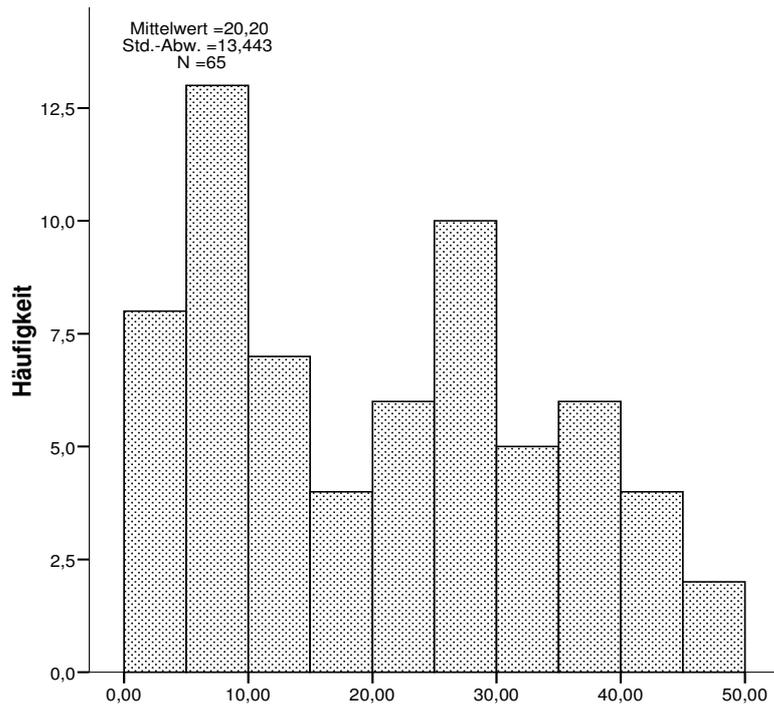


Abb. 4.2.7: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Seitenzweige von Individuen aus den Becken

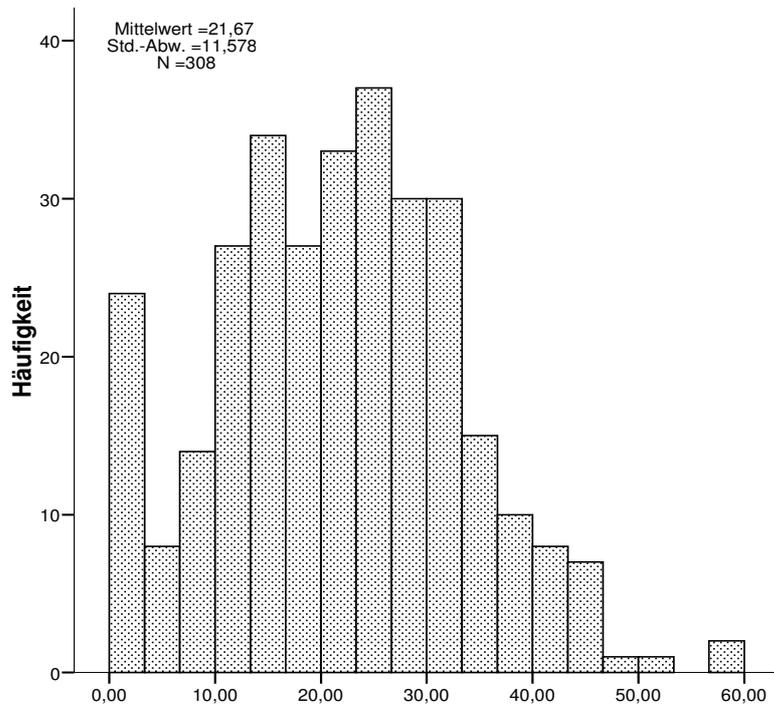


Abb. 4.2.8: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Seitenzweige von Individuen aus den Beeten

Anzahl der Nodien

Das Ergebnis für die Auswertung der Knoten zeigt bei beiden Varianten eine sehr unterschiedliche Verteilung (Abb. 4.2.9 und 4.2.10). Während die Pflanzen aus den Versuchsbecken eine uneinheitliche Aufteilung mit einer Tendenz zu einer niedrigeren Nodienanzahl aufweisen, zeigen die Individuen aus den Beeten eine Kurve in Form der Gauss'schen Normalverteilung. Die Anzahl der Knoten reicht bei dieser Variante von etwa zwei bis zu 46 und erreicht einen Mittelwert von 22 Nodien. Dagegen hat die andere Variante im Minimum knapp drei und im Maximum etwa 40 Knoten und das Mittel liegt bei 14 Nodien pro Pflanze.

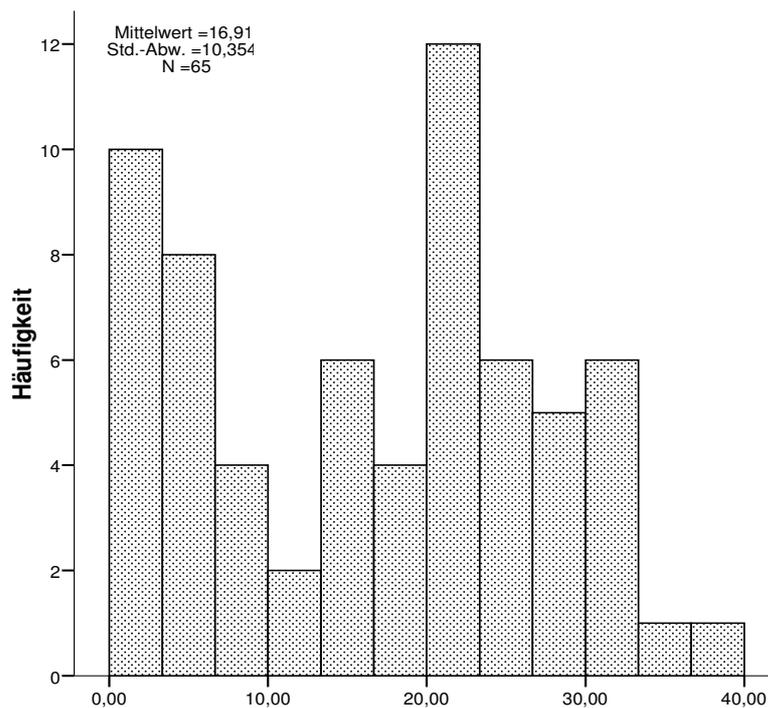


Abb. 4.2.9: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Nodien von Individuen aus den Becken

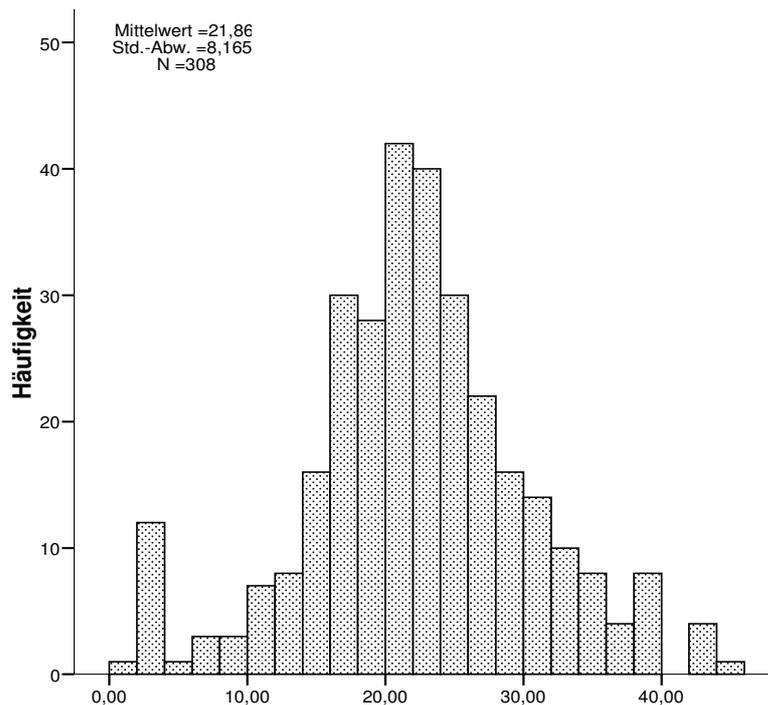


Abb. 4.2.10: Häufigkeitsverteilung der Anzahl der Nodien von Individuen aus den Beeten

Nach Abbildung 4.2.11 zeigen die Pflanzen bis zur 11. Woche nur eine sehr geringe Höhe von etwa 10 cm. Die Größe verdoppelt sich in den folgenden zwei bzw. vier Wochen auf 20 cm bzw. 40 cm. In den acht anschließenden Wochen beträgt der Höhenzuwachs der Pflanzen durchschnittlich etwa 20 cm pro Woche. Somit erreichen sie nach 25 Wochen eine Gesamthöhe von 140 cm. Danach wird die maximale Höhe auf insgesamt 130 cm, durch die Entfernung des männlichen Hauptblütenstandes, verkürzt. Im Anschluss erfolgt kein weiterer Höhenzuwachs mehr.

Die 2007 aufgenommene Messreihe zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die von 2006 (Abb. 4.2.12). In den ersten vier Wochen erreichen die Pflanzen eine durchschnittliche Größe von etwa 10 cm und in den nächsten zwei Wochen verdoppelt sich die Höhe auf 20 cm. Danach erfolgt in jeder der fünf anschließenden Wochen einen Höhenzuwachs von jeweils 20 cm. In den zwei folgenden Wochen verringert

sich der Zuwachs auf 10 cm pro Woche. Nach insgesamt 13 Wochen ist die endgültige durchschnittliche Höhe von etwa 112 cm erreicht und es erfolgt kein Höhenzuwachs mehr.

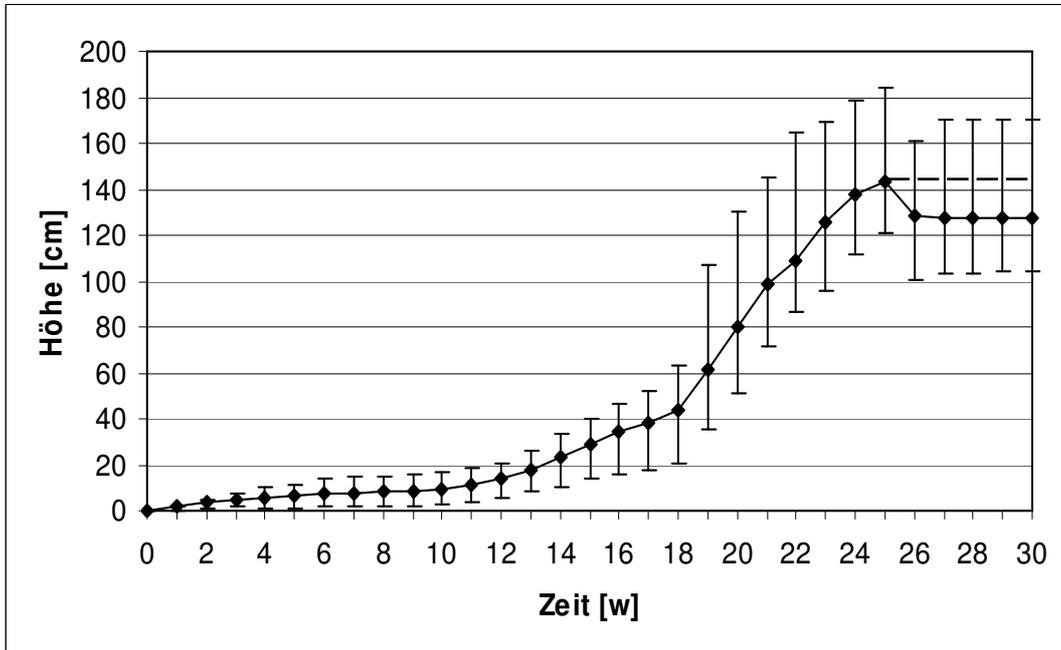


Abb. 4.2.11: Wachstumskurve von *A. artemisiifolia* im Botanischen Garten (2006; mit Depression nach 26. Woche, durch Entfernung der männlichen Blütenstände. Die theoretische Höhe der Pflanzen ohne Depression ist durch die gestrichelte Linie angegeben)

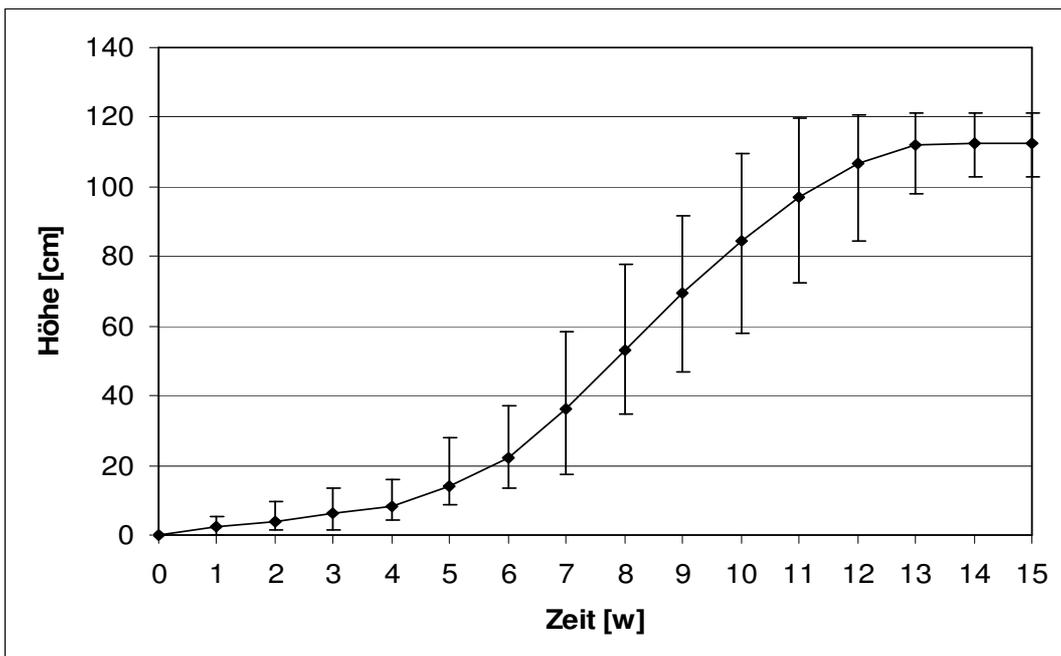


Abb. 4.2.12: Wachstumskurve von *A. artemisiifolia* im Botanischen Garten (2007)

4.2.3.2. Bestimmung der Anzahl von Früchten pro Individuum

Aus der Hochrechnung der Früchte pro Individuum ergibt sich folgendes Ergebnis:

Tab. 4.2.2: Bestimmung der Anzahl von Früchten pro Individuum (2005)

	Individuum 1. (Rot)	Individuum 2. (Gelb)	Individuum 3. (Weiß)	Individuum 4. (Blau)
Anzahl der Früchte	~7200	~3500	~1100	~9600

4.2.3.3. Gewichtsbestimmung von Diasporen unterschiedlicher Herkunft

Nach einer explorativen Analyse der Massedaten durch das Programm SPSS ergeben sich nach der Auswertung drei unterschiedliche Verteilungstypen.

Typ 1. ähnelt, bis auf leichte Abweichungen, einer Gauss'schen Normalverteilung. Hierbei sind den Extremwerten, sowohl der leichten als auch der schweren Früchte, die wenigsten Diasporen zugeordnet. Zur Mitte hin steigt bzw. fällt die Anzahl der Früchte an bzw. ab, was dem Diagramm die typische Glockenform verleiht. In diese Kategorie fallen die Früchte folgender Herkünfte: Göttingen (2004) mit einem Gewicht von 2 bis 7 mg; Ungarn (2004) mit einem Gewicht von 1,5 bis 8 mg und Braunschweig (2006) mit einem Gewicht von 4 bis 18 mg (Abb. 4.2.13 bis 4.2.15).

Die Diagramme des zweiten Typs aus Braunschweig, von 2005 mit einem Gewicht von 3 bis 8 mg, und aus Cottbus, von 2006 mit einem Gewicht 3,5 bis 9,5 mg, zeigen eine stark in den niedrigen Gewichtsbereich verschobene Kurve (Abb. 4.2.16 bis 4.2.17). Das Ergebnis zeigt, dass die meisten Früchte leichter als der Durchschnitt sind.

Die restlichen Kurven werden dem dritten Typ zugerechnet, der genau gegenteilig zum zweiten Typ ausgeprägt ist. Die meisten Früchte sind schwerer als der Durchschnitt. Die Früchte, die für diese Diagramme ausgewogen wurden, stammen aus Oldenburg, von 2004 mit einem Gewicht von 2 bis 6,5 mg, und aus Magdeburg, von 2006 mit einem Gewicht von 1 bis 9 mg (Abb. 4.2.18 bis 4.2.19).

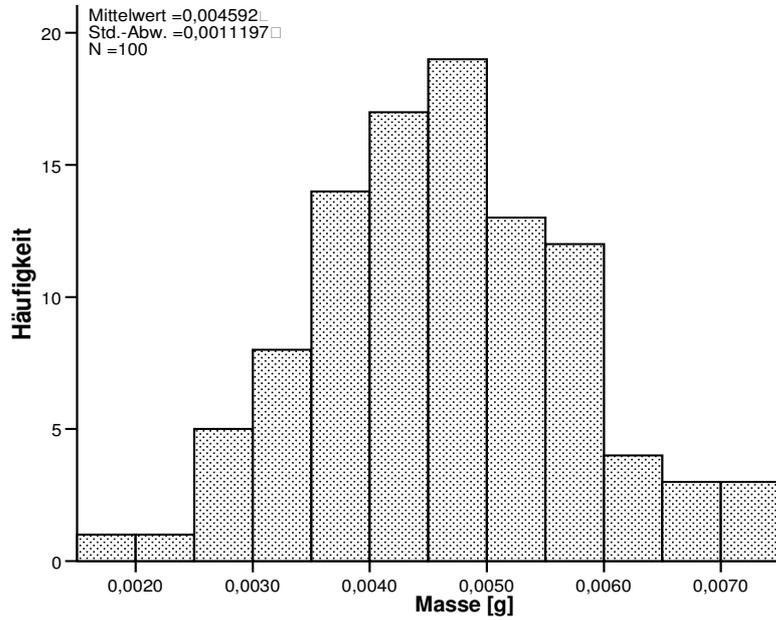


Abb. 4.2.13: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Göttingen (2004); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

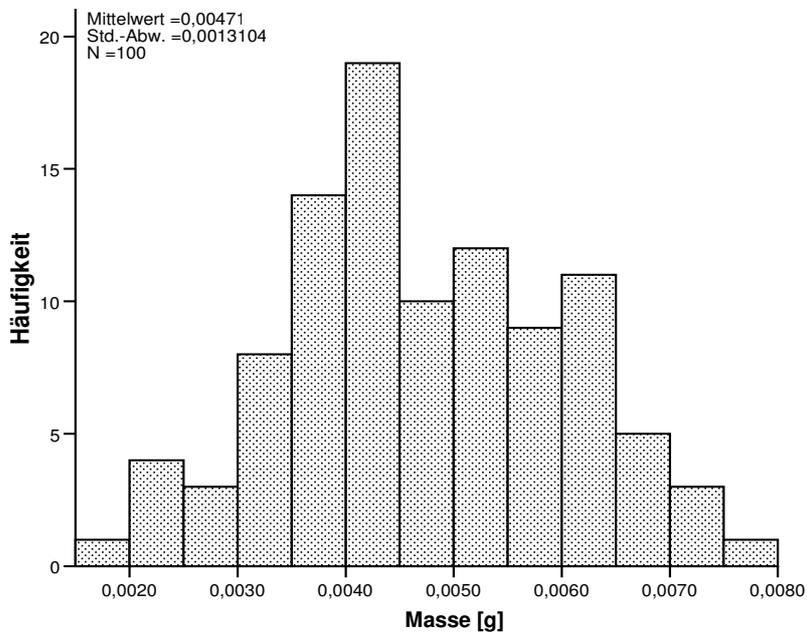


Abb. 4.2.14: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Ungarn (2004); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

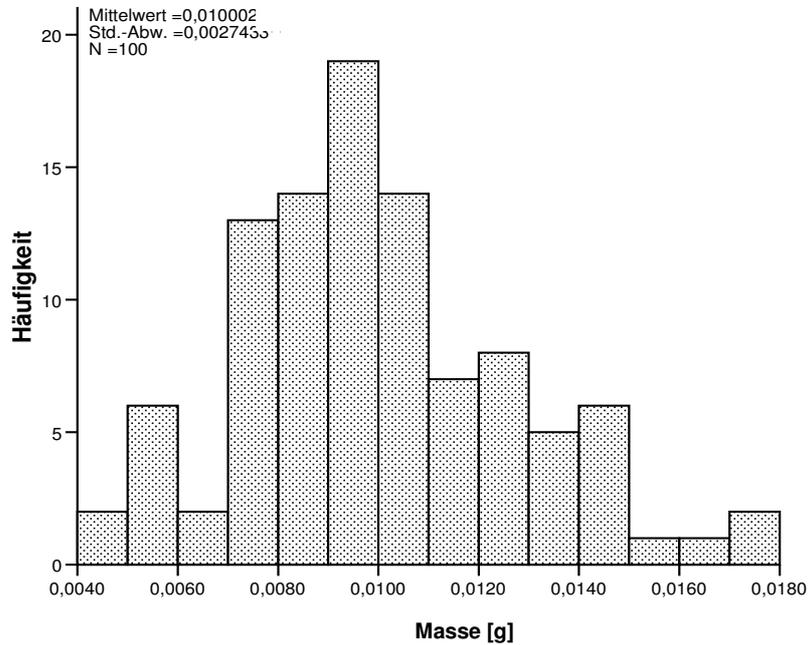


Abb. 4.2.15: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Braunschweig (2006); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

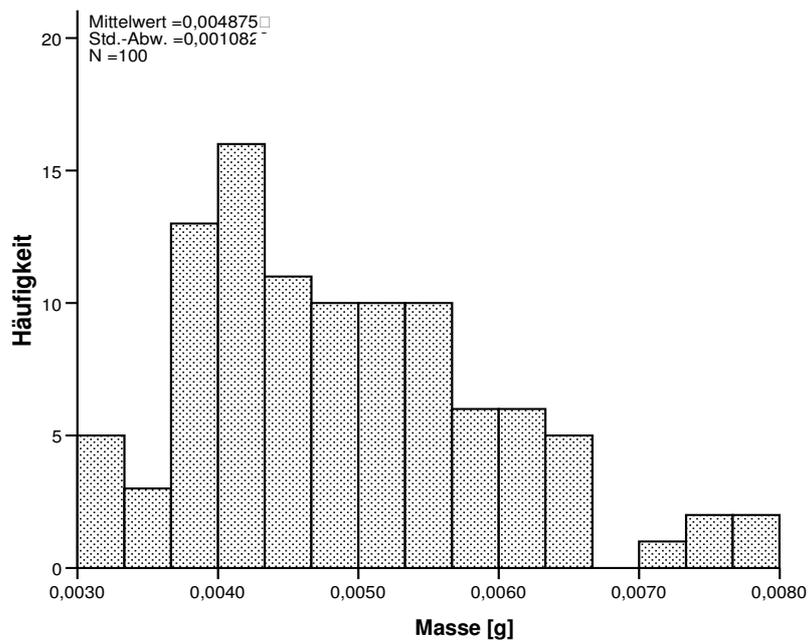


Abb. 4.2.16: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Braunschweig (2005); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

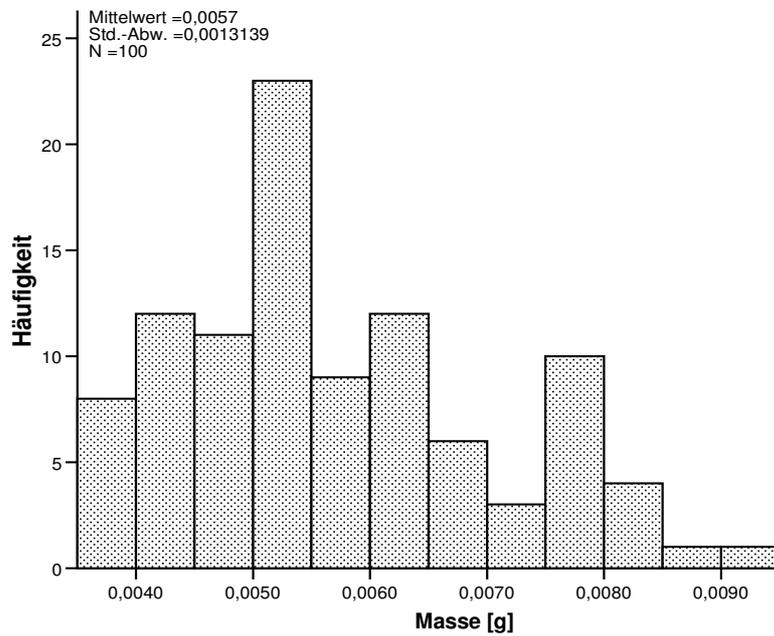


Abb. 4.2.17: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Cottbus (2006); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

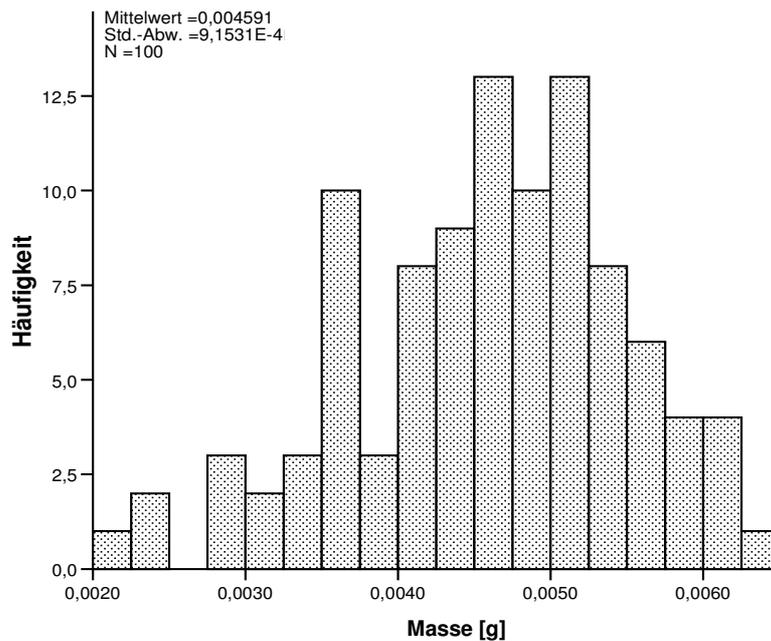


Abb. 4.2.18: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Oldenburg (2004); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

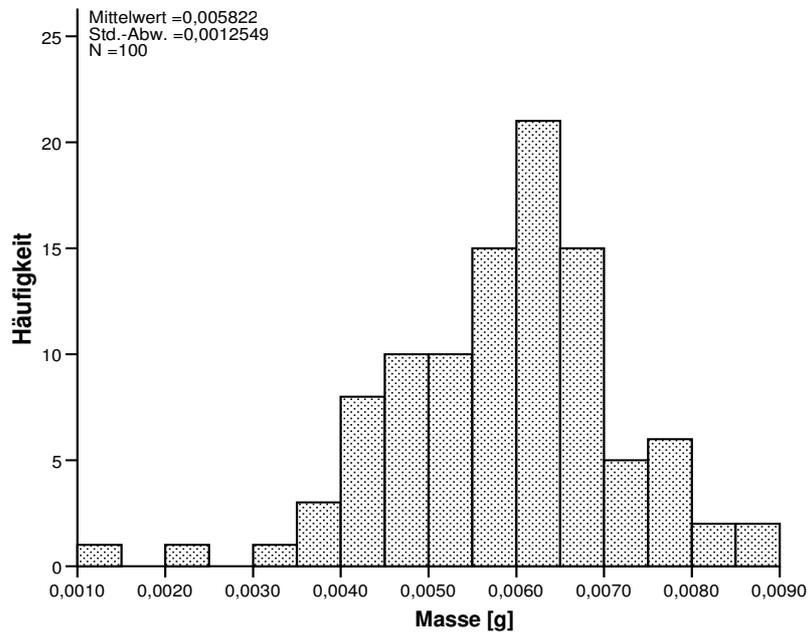


Abb. 4.2.19: Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Massen von Früchten aus Magdeburg (2006); Mittelwert ist in Gramm dargestellt

4.2.3.4. Biomassebestimmung

Allgemein

Durch die Erhitzung gehen aus der Frischmasse vor allem Wasser und andere flüchtige Substanzen, wie z.B. ätherische Öle, verloren. Wenn im Folgenden von einem Masseverlust gesprochen wird, bezieht sich dies entsprechend auf das verlorene Wasser und die anderen genannten Substanzen.

Vorversuch

Die Auswertung zeigt, dass die Seitensprosse mit über 600 g und 54 % Gesamtanteil mengenmäßig die größte Fraktion darstellen. Gefolgt werden sie von den Wurzeln mit etwa 300 g und 27 % Anteil (Abb. 4.2.20). Der Hauptspross bildet mit nur etwa 200 g und einem Anteil von 18 % die kleinste Fraktion. Durch die

Trocknung verliert der Hauptspross 75 % seiner Frischmasse als Flüssigkeit, während die Seitensprosse 74 % verlieren. Die Wurzeln verlieren am wenigsten Wasser mit nur 39 %. Der Gesamtverlust aller Teile an Masse bzw. Flüssigkeit beträgt 64 %. Entsprechend stellt sich die Verteilung der Gesamtmasse nach der Trocknung dar: Hauptspross 13 %, Seitensprosse 40 % und Wurzeln 47 %.

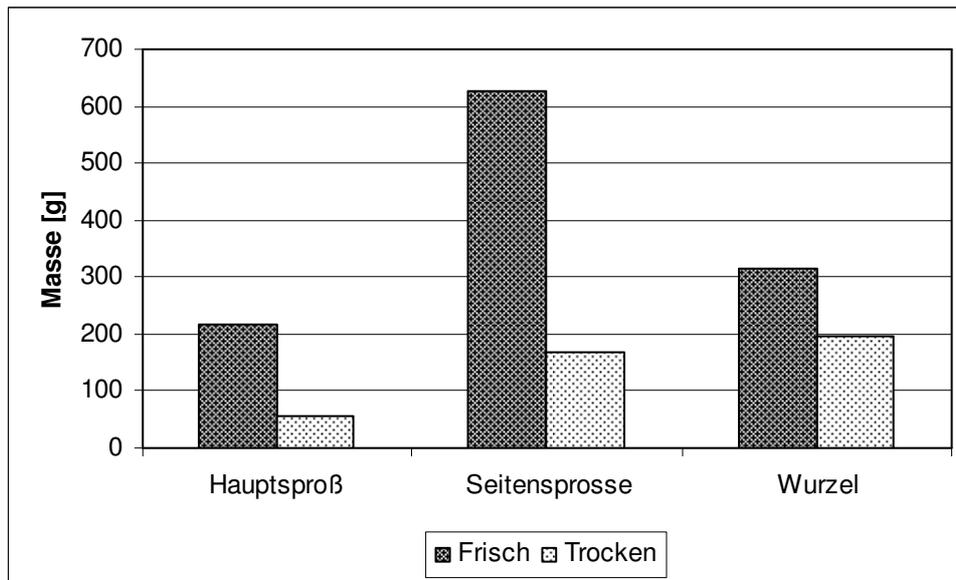


Abb. 4.2.20: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse (2005)

Prozentualer Anteil der einzelnen Fraktionen an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust:

Hauptspross: Frisch 18,81 % → Trocken 13,04 % = Verlust 75 %

Seitensprosse: Frisch 53,98 % → Trocken 40,42 % = Verlust 74 %

Wurzel: Frisch 27,21 % → Trocken 46,54 % = Verlust 39 %

Gesamtverlust an Masse: 64 %

Hauptversuch

Der Hauptversuch bestätigt die Ergebnisse des Vorversuches. Die Hauptspresse tragen zur Gesamtbiomasse stets den geringsten Anteil bei, zwischen 3 % und 11 % in der Frisch- und zwischen 2 % und 9 % in der Trockenmasse (Abb. 4.2.21). Dagegen stellen die Seitensprosse die größte Fraktion mit bis zu 79 % in der Frisch- und 63 % in der Trockenmasse dar (Abb. 4.2.22). Der Flüssigkeitsverlust ist bei beiden Anteilen sehr ähnlich und liegt stets zwischen 68 % und 73 %. Die Wurzeln sind der Bestandteil mit dem geringsten Wasserverlust von bis zu 28 % (Abb. 4.2.23). Der Anteil an der Gesamtbiomasse beträgt frisch bis zu 37 % und trocken bis zu 64 %. Der durchschnittliche Gesamtverlust an Masse liegt bei den Haupt- und Seitensprossen bei etwa 70 %, während die Wurzeln durchschnittlich nur 25 % verlieren.

Die aus den Versuchsbeeten geernteten Individuen zeigen ein vergleichbares Bild, das jedoch durch die fehlenden Wurzeln leicht verschoben ist (Abb. 4.2.24).

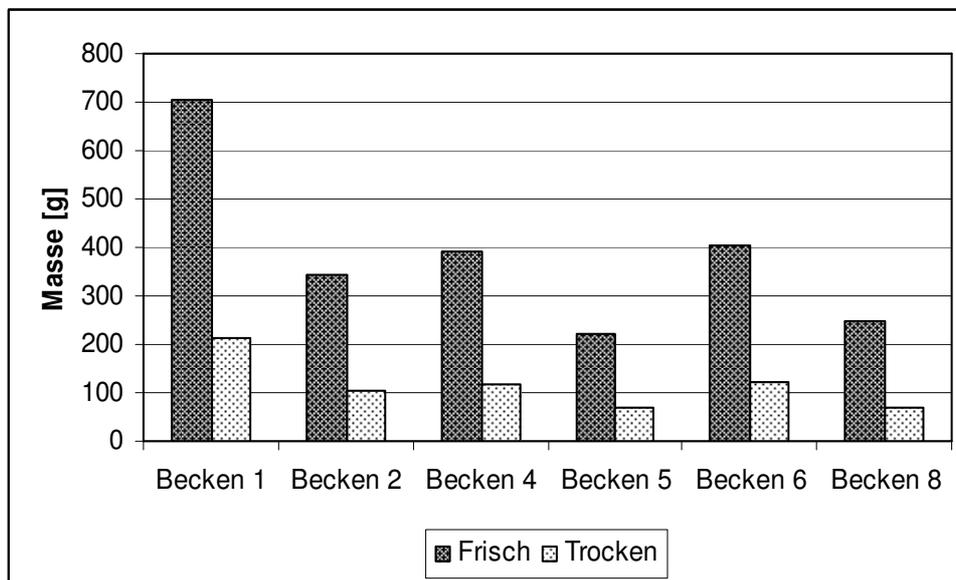


Abb. 4.2.21: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der Hauptspresse (2007)

Tab. 4.2.3: Anteil des Hauptsprosses an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust

	Anteil Frischmasse [%]	Anteil Trockenmasse [%]	Verlust an Masse [%]
Becken 1	11,85	9,20	69,99
Becken 2	4,13	2,65	69,86
Becken 4	5,57	4,18	69,85
Becken 5	3,53	3,03	68,44
Becken 6	5,89	4,72	70,41
Becken 8	3,40	2,13	72,02

Durchschnittlicher Verlust an Masse: 70,10 %

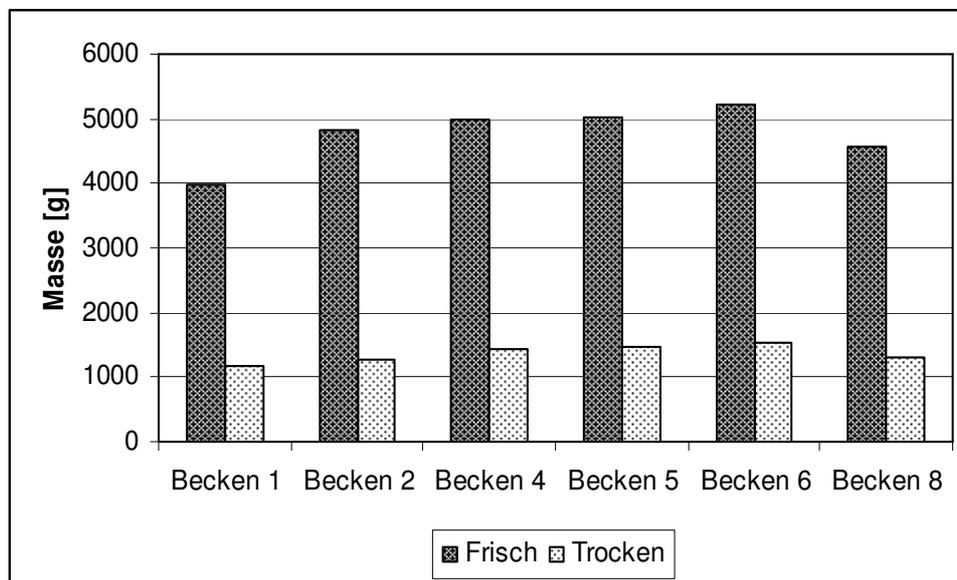


Abb. 4.2.22: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der Seitensprosse (2007)

Tab. 4.2.4: Anteil der Seitensprosse an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust

	Anteil Frischmasse [%]	Anteil Trockenmasse [%]	Verlust an Masse [%]
Becken 1	67,15	51,30	70,45
Becken 2	58,21	32,94	73,35
Becken 4	70,65	50,93	71,07
Becken 5	79,16	63,19	70,73
Becken 6	76,15	59,96	70,90
Becken 8	62,81	39,86	71,63

Durchschnittlicher Verlust an Masse: 71,36 %

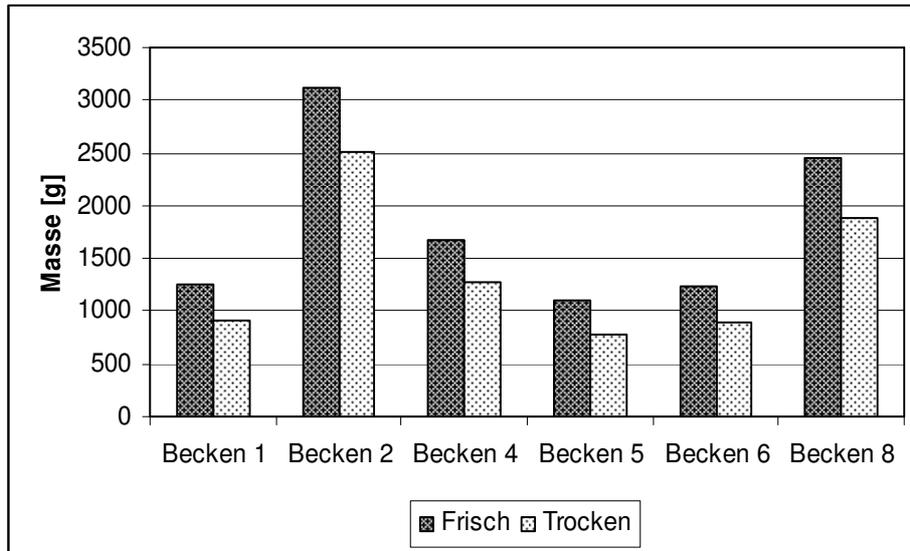


Abb. 4.2.23: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der Wurzeln (2007)

Tab. 4.2.5: Anteil der Wurzeln an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust

	Anteil Frischmasse [%]	Anteil Trockenmasse [%]	Verlust an Masse [%]
Becken 1	21,00	39,50	27,24
Becken 2	37,66	64,41	19,46
Becken 4	23,78	44,89	24,29
Becken 5	17,31	33,78	28,43
Becken 6	17,96	35,32	27,30
Becken 8	33,79	58,01	23,25

Durchschnittlicher Verlust an Masse: 25,00 %

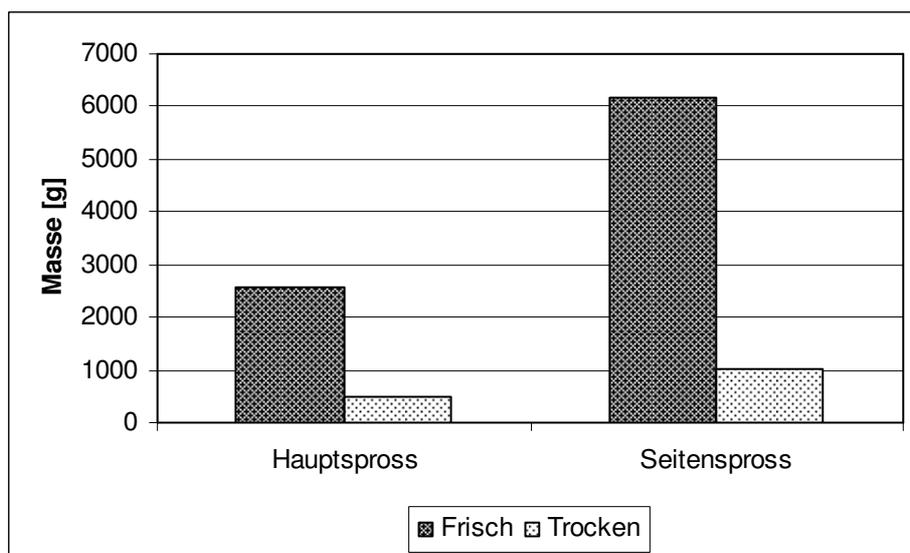


Abb. 4.2.24: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse bei 1 m² aus einem Konkurrenzversuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* (2007)

Prozentualer Anteil der einzelnen Fraktionen an der Gesamtmasse vor bzw. nach der Trocknung und der daraus resultierende Masseverlust:

Hauptspross: Frisch 29,50 % → Trocken 33,04 % = Verlust 80,55 %

Seitensprosse: Frisch 70,50 % → Trocken 66,96 % = Verlust 83,52 %

Gesamtverlust an Masse: 82,65 %

Das Frisch- und Trockengewicht der männlichen Blütenstände wird gesondert untersucht. Sie werden, zur Reduzierung der Pollenproduktion, vom 27.07. bis zum 28.09.07 regelmäßig entfernt. Sie verlieren zwischen 79 % und 81 % an Masse durch Flüssigkeit und sind damit die wasserhaltigste von allen Fraktionen (Abb. 4.2.25).

Wird die Masse der entfernten Blütenstände zu den der anderen Pflanzenteile hinzuaddiert, ergibt sich folgende prozentuale Verteilung der Gesamtbiomasse vor bzw. nach der Trocknung:

Tab. 4.2.6: Verteilung der Gesamtbiomasse vor der Trocknung

	Anteil Hauptspross [%]	Anteil Seitenzweige [%]	Anteil Blütenstände [%]	Anteil Wurzeln [%]
Becken 1	10,65	60,34	10,14	18,87
Becken 2	3,8	53,13	8,7	34,37
Becken 4	5,1	64,44	8,76	21,7
Becken 5	3,17	71,25	10	15,58
Becken 6	5,26	67,9	10,83	16,01
Becken 8	3,12	57,64	8,23	31,01

Tab. 4.2.7: Verteilung der Gesamtbiomasse nach der Trocknung

	Anteil Hauptspross [%]	Anteil Seitenzweige [%]	Anteil Blütenstände [%]	Anteil Wurzeln [%]
Becken 1	8,7	48,54	5,39	37,37
Becken 2	2,55	31,71	3,73	62,01
Becken 4	3,99	48,6	4,58	42,83
Becken 5	2,86	59,58	5,7	31,86
Becken 6	4,42	56,13	6,39	33,06
Becken 8	2,04	38,35	3,79	55,82

Demnach stellen die männlichen Blütenstände nach den Hauptsprossen die Fraktion mit dem zweitgeringsten Anteil an der Gesamtbiomasse. Dies gilt sowohl vor als auch nach der Trocknung. Sie erreichen in der Frischmasse Werte zwischen 8 % und 11 % und in der Trockenmasse zwischen 3 % und 6 %.

Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass die ermittelten Daten über den Zeitraum vom 27.07. bis zu 28.09. aufsummiert sind und die Werte bei ungestörten Pflanzen geringer ausgefallen wäre. Siehe dazu auch den Verlauf aus Grafik 4.2.26.

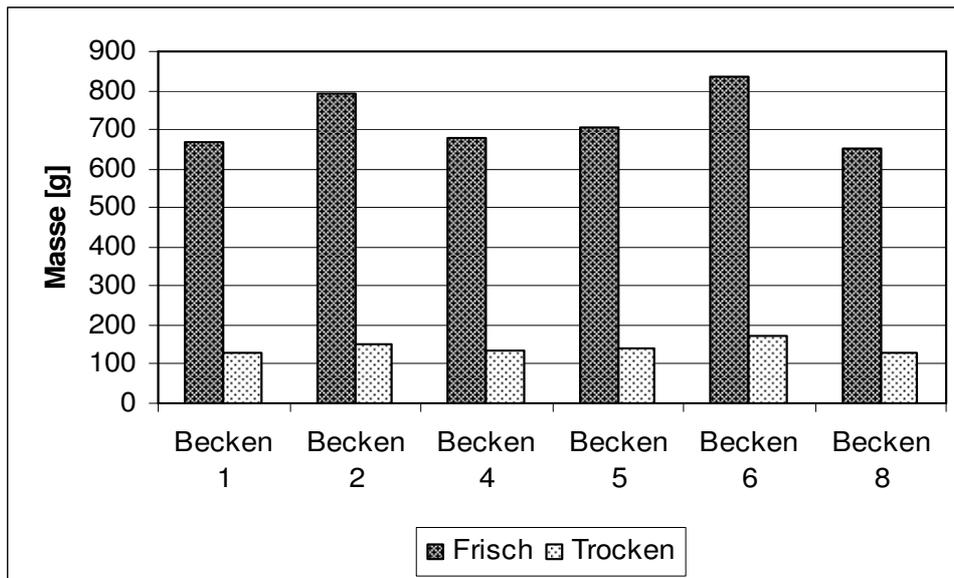


Abb. 4.2.25: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der männlichen Blütenstände (2007)

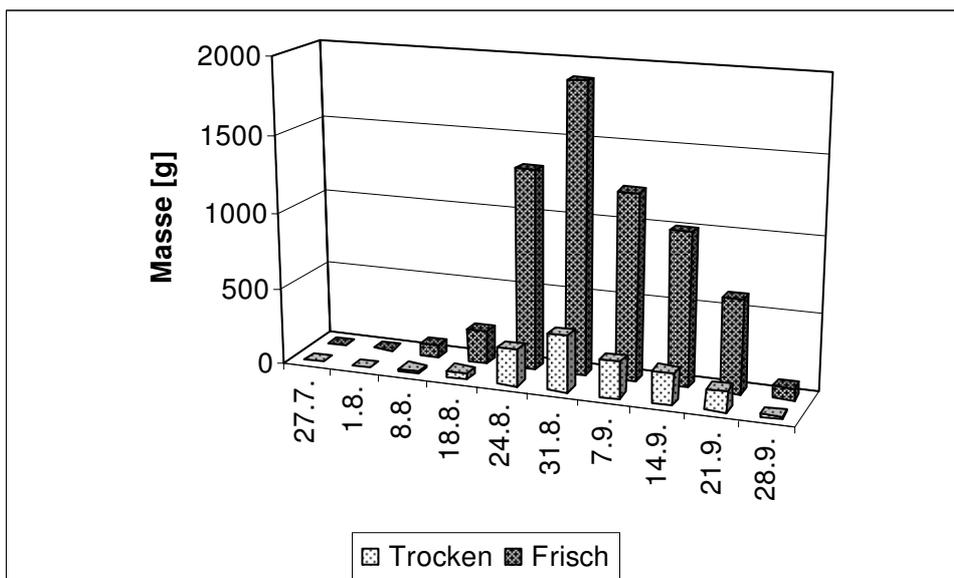


Abb. 4.2.26: Verhältnis von Frisch- zu Trockenmasse der männlichen Blütenstände aus allen Versuchsbecken aufsummiert (2007)

4.2.3.5. Entwicklung von *Ambrosia*-Populationen unterschiedlicher Herkunft über den Jahresverlauf 2007

Die Entwicklungskurven sind sich in ihrer Ausprägung unabhängig von ihrer Herkunft sehr ähnlich, zeigen z. T. aber größere Unterschiede in der Keimungsrate (Abb. 4.2.27).

Die Keimung beginnt meist nach drei, seltener schon nach zwei Wochen. Die Keimungsrate erreicht nach fünf bis zehn Wochen ihr Maximum. Der Keimungserfolg kann dabei sehr unterschiedlich sein und reicht von 23 % bis 86 % (Abb. 4.2.28 bis 4.2.33). Diasporen, die eine besonders hohe Keimungsrate zeigen, keimen meist schon nach etwa zwei Wochen. Sie erreichen die maximale Rate jedoch nicht schneller als die Früchte aus anderen Herkünften.

Die ersten Pflänzchen beginnen in dem Zeitraum zwischen der 7. und 11. Woche abzusterben. Eine Ausnahme stellt die Probe aus Braunschweig aus dem Jahr 2006 dar. In diesem Fall beginnt das Absterben erst ab der 22. Woche. Im Allgemeinen nimmt nach den ersten abgestorbenen Pflänzchen die Anzahl der lebendigen Individuen im Laufe der Zeit kontinuierlich ab. Zwischen der 35. und 38. Woche des Versuches sind alle Individuen abgestorben.

Der Zeitpunkt, zu dem die gleiche Anzahl von lebendigen und toten Pflanzen vorhanden ist, liegt unabhängig von der Herkunft bei allen Proben zwischen der 30. und 31. Woche. Ausnahmen stellen hierbei die Individuen aus den Früchten aus Magdeburg und Göttingen dar (Abb. 4.2.30 und 4.2.31). Bei ihnen ist der Zeitpunkt schon nach 15 bzw. 27 Wochen erreicht.

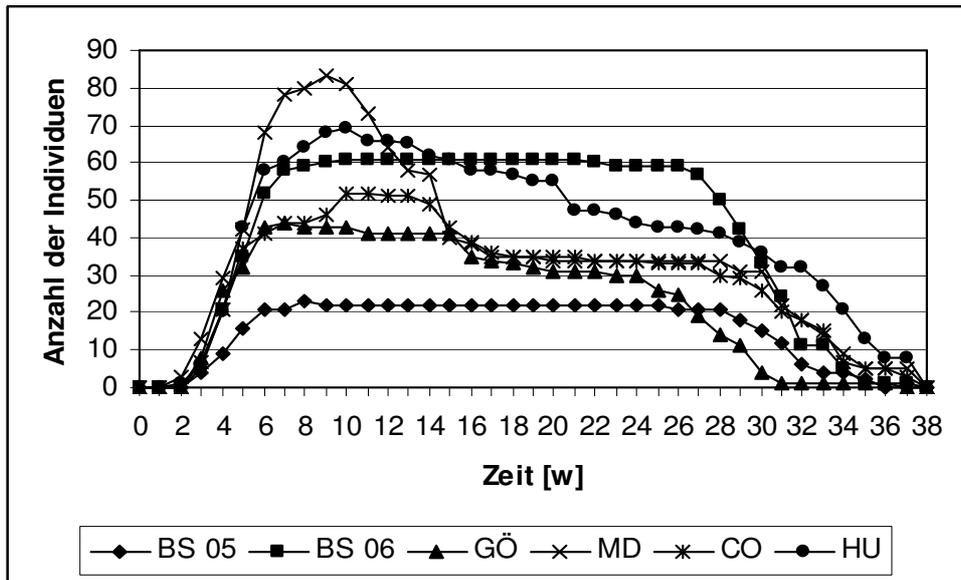


Abb. 4.2.27: Zusammenfassung der Entwicklung der Populationen aus dem Jahr 2007

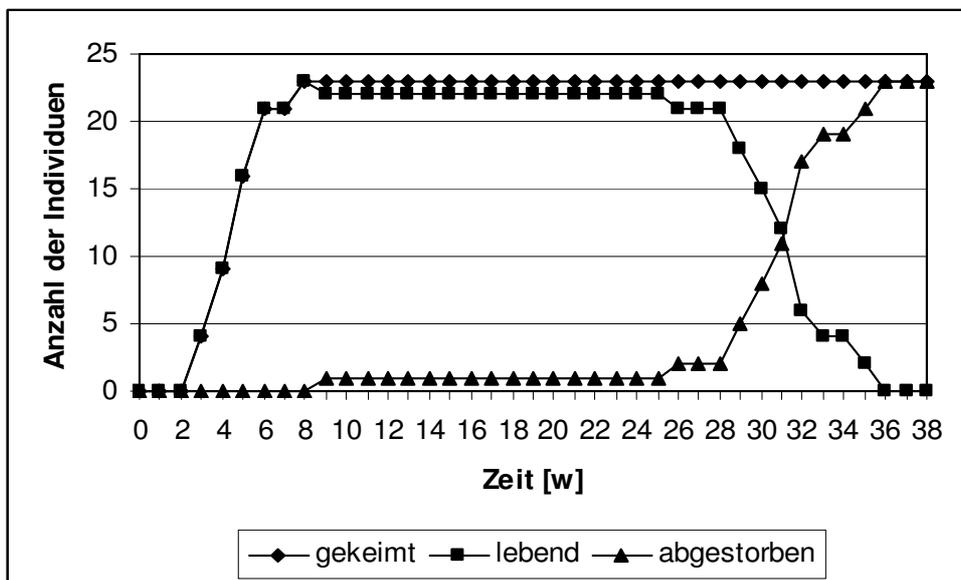


Abb. 4.2.28: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Braunschweig (Samenmaterial von 2005)

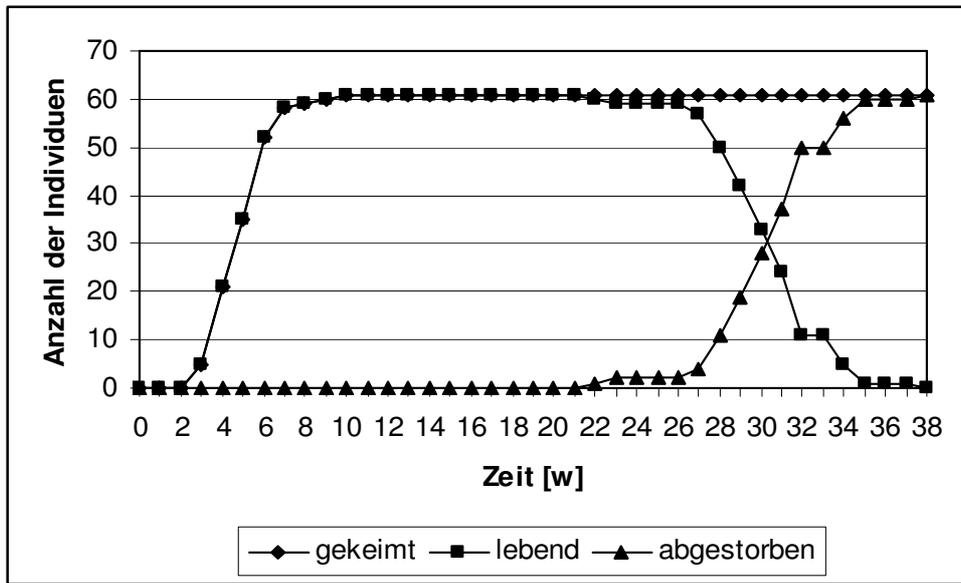


Abb. 4.2.29: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Braunschweig (Samenmaterial von 2006)

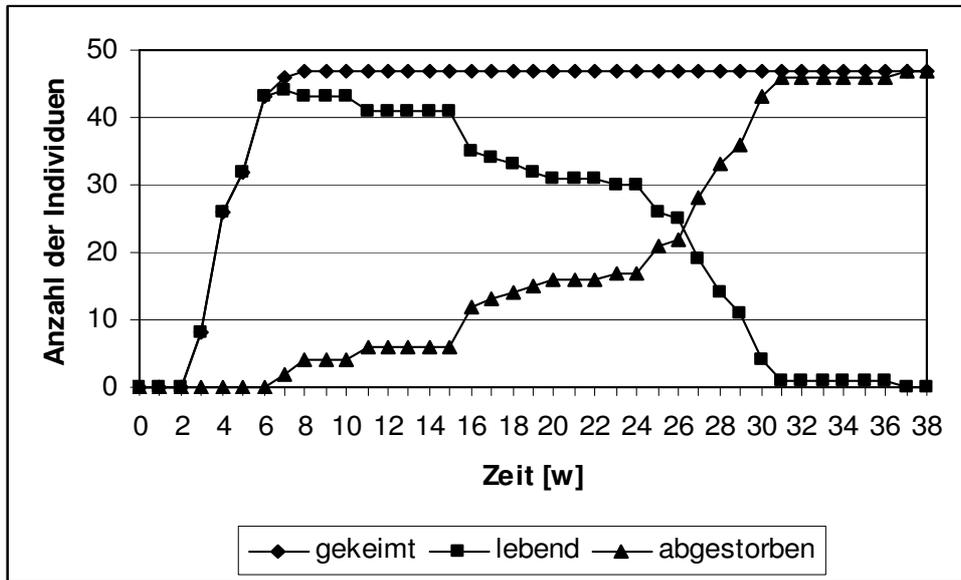


Abb. 4.2.30: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Göttingen (Samenmaterial von 2004)

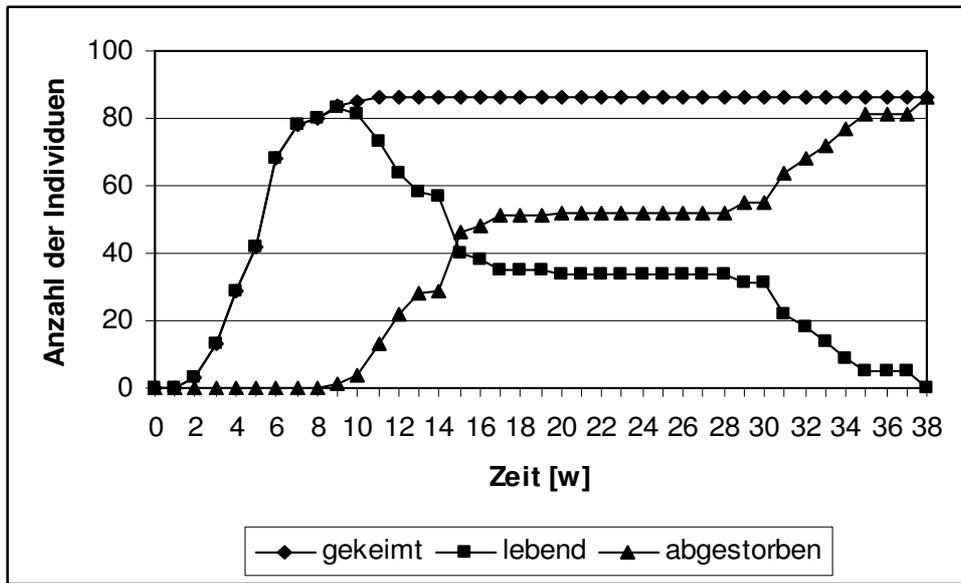


Abb. 4.2.31: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Magdeburg (Samenmaterial von 2006)

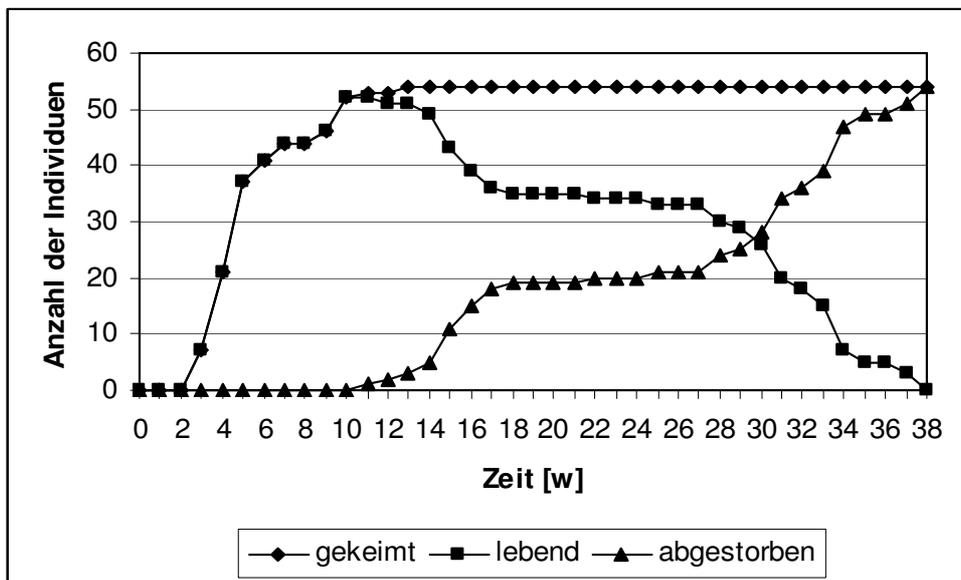


Abb. 4.2.32: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Cottbus (Samenmaterial von 2006)

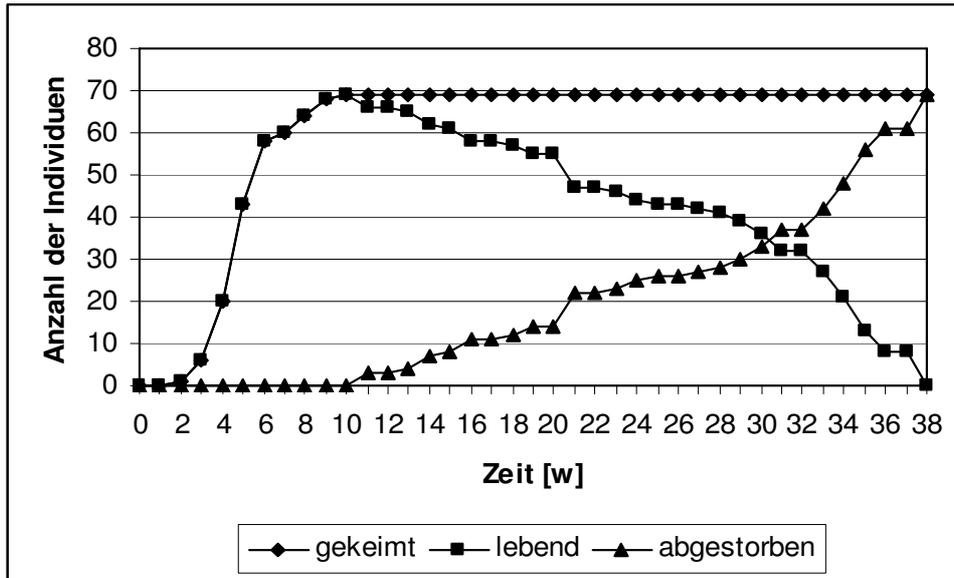


Abb. 4.2.33: Entwicklung der Population aus den Früchten aus Ungarn (Samenmaterial von 2004)

4.2.4. Diskussion

4.2.4.1. Morphologischer Aufbau und Höhenentwicklung von *Ambrosia*-Individuen

Bei dem Vergleich der Daten, die während der Messungen 2007 aufgenommen wurden, ergeben sich einige interessante Resultate. Gegenübergestellt werden Pflanzen aus lockeren Beständen, die in Betonbecken kultiviert wurden, mit solchen aus Versuchsbeeten, die in sehr dichten Gruppen standen.

Es muss angemerkt werden, dass die Entwicklung der Pflanzen aus den Versuchsbeeten durch die Düngergabe von 60 g / m² gefördert wurden, die in den Versuchsbecken nicht gegeben waren. Außerdem waren die Substrate unterschiedlich: Mutterboden in den Beeten und ein Erdgemisch mit höherem Kiesanteil in den Becken. Dadurch können ein Teil der vorliegenden Unterschiede entstanden sein. Ein vergleichbares Verhalten, wie das unten aufgeführte, konnte jedoch auch bei unterschiedlichen Individuendichten auf gleichem Substrat, sowohl in eigenen Versuchen als auch im Gelände, beobachtet werden. Düngung und Substrat, vor allem in Bezug auf das Wasserhaltevermögen, haben nach eigenen Beobachtungen zwar einen großen Einfluss auf die Höhenentwicklung, aber die Auswirkungen der Kulturdichte sind auf die Verzweigung wesentlich stärker als die der beiden anderen Faktoren. Entsprechend sind die vorliegenden Ergebnisse nicht vollständig vergleichbar, zeigen aber einen deutlichen Trend auf, der sich auch im Gelände und in den Konkurrenzversuchen bestätigen lässt.

Die im Jahr 2005 gemessenen Werte vermitteln ebenfalls einen guten Eindruck über die Parameter. Da der Probenumfang zu gering für eine Diskussion ist und die Vergleichbarkeit mit den 2007 gewonnenen Daten kaum möglich ist, werden die Daten nur der Vollständigkeit halber im Anhang aufgeführt.

Die Individuen aus den Beeten weisen im Vergleich eine deutlich größere Sprosshöhe auf als die Pflanzen aus den Versuchsbecken. Sie überragen mit Höhen bis zu 220 cm (s. dazu Abb. 10.3 Anhang, S. 315) Angaben in der Literatur (JÄGER & WERNER 2005, OBERDORFER 2001) deutlich. Die Werte für die Wuchshöhe reichen dort bis zu 140 cm, mit Ausnahmewerten von bis zu 180 cm. Dass diese Angaben nicht nur durch die günstigen Bedingungen in der Kultur bedingt sind, zeigen eigene Messungen an verschiedenen Wuchsorten im Raum Cottbus.

Da *Ambrosia* nur eine schwache Apikaldominanz besitzt (IRWIN & AARSEN 1996), bildet sie bei ausreichendem Platz und günstigen Bedingung schnell Seitenzweige aus. Dies hemmt wiederum das Höhenwachstum und führt zu kleineren, ausladenderen Individuen, die eine größere Fläche einnehmen und beschatten können. Entsprechend sollte auch die Verteilung der Seitensprosse bei den beiden Varianten ausgebildet sein. In den Mittelwerten ist der zu erwartende Unterschied allerdings sehr gering. Wenn man aber die Anzahl der Seitenzweige pro Zentimeter betrachtet, ergibt sich ein anderes Bild. Für die Individuen aus den Becken kann ein Wert von 0,207 Seitenzweigen pro Zentimeter und für die der Beete von nur 0,146 Seitensprossen festgestellt werden. Auch die Gestalt und Ausbildung der Seitenzweige unterscheidet sich bei den beiden Varianten deutlich. Die Pflanzen der Becken weisen lange, kräftig entwickelte Sprosse auf, während die Individuen aus den Beeten bestandsbedingt nur kurze, dünne Seitentriebe ausbilden. Auch dies stimmt mit Beobachtungen von IRWIN & AARSEN (1996) überein, die feststellten, dass ein Aussetzen der Apikaldominanz längere primäre und sekundäre Seitensprosse zur Folge hat. Auffällig ist außerdem, dass die Pflanzen mit starker, ausgeprägter Verzweigung an der Basis deutlich dicker sind.

Es kann also festgestellt werden, dass mit zunehmender Bestandsdichte die Ausbildung von Seitenzweigen zu Gunsten eines verstärkten Höhenwachstums zurückgeht. Dadurch wird der Art in dichten Beständen, ob nun mit intra- oder interspezifischer Konkurrenz, ermöglicht, ihre Konkurrenten zu überwachsen und somit potentiell auszudunkeln (vergl. dazu 4.4.4.1.). Im Gegensatz dazu fördert das starke Wachstum der Seitensprosse bei ausreichendem Wuchsraum die Reproduktion, die maßgeblich von der Anzahl der Seitenzweige abhängig ist. Dieses adaptive Verhalten konnte während der Konkurrenzversuche häufiger beobachtet werden (vergl. dazu Abb. 10.4 - 10.7 im Anhang, S. 316).

Als abschließender Parameter wurde die Anzahl der Nodien untersucht. Hier bestätigt sich die Hypothese, dass die Zahl der Nodien mit größerer Wuchshöhe steigt.

Neben Daten, die zum Ende der Vegetationsperiode aufgenommen wurden, sind auch Untersuchungen der Entwicklung über den Verlauf des Jahres von Interesse. Dies gilt besonders für das Höhenwachstum während der Vegetationsperiode.

Die Messreihe des Jahres 2007 spiegelt den typischen Höhenentwicklungsverlauf von *Ambrosia* wider, wie er auch an anderen Stellen dokumentiert wurde (DEEN et al. 1998a, ALBERTERNST & NAWRATH 2005).

In den ersten sechs Wochen wächst *Ambrosia* sehr langsam und erreicht nur eine Höhe von etwa 20 cm. Das geringe Wachstum der Art wird in dieser Phase durch niedrige Temperaturen und die geringe Strahlungsintensität der Sonne zu dieser Jahreszeit bedingt. Dies wurde von DEEN et al. (1998a) beschrieben, ebenso wie der Umstand, dass der Einfluss der beiden abiotischen Faktoren im Anfangsstadium wesentlich bedeutender ist als eine hohe Bestandsdichte (DEEN et al. 1998b). Die Autoren ermittelten zudem, dass eine Erhöhung der Tageslänge um eine Stunde die Höhenentwicklung der Art um 49 % bis 58 % steigert.

Wird die Situation in Bezug auf die Temperatur und die Strahlung günstiger, steigert sich der Zuwachs deutlich. Dies kann nach DEEN et al. (1998b) besonders eindrucksvoll an der Entwicklung der Blätter beobachtet werden. Unter günstigen Bedingungen erfolgt ein Zuwachs von 1,1 Blättern pro Tag, während der Wert bei unzureichender Temperatur und Strahlung nur bei 0,37 liegt. Nach 13 Wochen wird die maximale Höhenentwicklung erreicht. In der darauf folgenden Periode erfolgt fast kein Zuwachs mehr, was zeitlich mit dem Einsetzen der Blüte in Verbindung gebracht werden kann. Das geringe Wachstum in dem anschließenden Zeitraum findet nur noch durch Streckung der Internodien statt, wie in Versuch 4.3.3.1. dokumentiert werden konnte.

Es wurde aber auch festgestellt, dass die Versorgung mit Wasser eine große Bedeutung für die Entwicklung der Art hat. Ist sie unzureichend, vollzieht sich das Höhenwachstum deutlich langsamer (DEEN et al. 1998b). Beispiele dafür konnten im Rahmen der Konkurrenzversuche mit der Art häufiger beobachtet werden. Es fiel aber auch auf, dass die Art in der Lage war, nach längerem Wassermangel bei anschließender Steigerung der Wassergabe, die Höhendifferenz zu normal bewässerten Pflanzen auszugleichen. Dies konnte besonders bei solchen Individuen in den Versuchsbeeten festgestellt werden, die bei der Bewässerung zunächst zufällig vernachlässigt wurden und später wieder normal gewässert wurden.

Grundlage für die oben aufgeführte Diskussion ist der Datensatz von 2007. Im Versuch 2006 traten versuchsbedingt einige Differenzen auf, die einen direkten

Vergleich schwierig machen. Da die Ergebnisse, bis auf die zeitliche Dimension, sehr ähnlich sind, werden sie im Folgenden aber trotzdem erwähnt.

Auffällig sind die deutlich unterschiedlichen Zeiträume, die 2006 und 2007 für das Erreichen der einzelnen Abschnitte im Lebenszyklus benötigt wurden. Es handelt sich hierbei um ein Artefakt, das durch den Versuchsaufbau im Jahr 2006 bedingt ist. Mit der Vermessung der Individuen wurde in diesem Jahr erst im Sommer begonnen, weshalb der erste Teil des Höhenwachstums nicht dokumentiert werden konnte. Dieser wurde durch Anzucht von Ambrosien im Gewächshaus nachvollzogen, wodurch sich die zeitliche Diskrepanz in den beiden Versuchen ergibt. Auffällig ist, dass beiden Experimente trotzdem etwa den gleichen Wachstumsverlauf aufweisen. Da die Datenreihe von 2007 durchgehend an denselben Pflanzen ermittelt wurde, ist entsprechend davon auszugehen, dass dieser zeitliche Ablauf des Versuches realistischer ist.

Die durchschnittliche Wachstumskurve von 2006 zeigt eine deutliche Depression durch die Entfernung der männlichen Blütenstände. Durch die Entfernung scheint aber bei einigen Individuen ein weiteres Höhenwachstum angeregt worden zu sein, da im Gegensatz zu der unbeschädigten Variante 2007 die Schwankungen in den Höhenminima und -maxima stärker ausgeprägt sind. Für diesen Umstand spricht außerdem, dass beide Varianten vergleichbare Höhenmaxima aufweisen, obwohl den Pflanzen von 2006 durch die Entfernung der Blütenstände etwa 10 cm der Gesamtpflanzhöhe fehlen sollten. Die insgesamt bessere Wuchsleistung der Individuen des Versuches von 2006 kann aber auch wieder auf die Kultur der Pflanzen zurückgeführt werden. Sie wurden in Versuchsbeeten ebenfalls bei einer Düngergabe von 60 kg / ha gezogen, die bei den Pflanzen aus den Versuchsbeeten des Jahres 2007 nicht gegeben war. Außerdem unterscheidet sich auch hier das Substrat: 2006 war dies Mutterboden und 2007 ein Boden mit hohem Anteil von Kies.

4.2.4.2. Verteilung der Anzahl von Diasporen pro Individuum und deren Gewicht bei unterschiedlicher Herkunft

Der Reproduktionserfolg kann als Ergebnis einer hohen Vitalität bzw. eines günstigen Standortes und der damit verbundenen verstärkten Ausbildung von Seitenzweigen angesehen werden. Die weiblichen Blütenstände werden bevorzugt an der Basis der männlichen Blütenstände, an den Sprossspitzen und den Seitenzweigen, sowie an kurzen Trieben in den oberen Blattachseln gebildet. Zudem zeichnen sich besonders hohe bzw. reich verzweigte Individuen durch eine große Anzahl von Diasporen aus. Aber auch der spezifische Standort und die individuelle Entwicklung können einen großen Einfluss auf die Menge der Früchte haben.

Die Individuen 1. bis 3. entsprechen annähernd der oben gemachten Aussage. Pflanze 3. weist die niedrigste Höhe und Anzahl von Seitenzweigen auf und damit auch die geringste Menge an Diasporen. Das mit 2. bezeichnete Individuum nimmt eine Mittelstellung ein: sie ist zwar nur wenig größer als Pflanze 3., verfügt aber über eine deutlich höhere Anzahl von Seitensprossen. Individuum 1. besitzt dagegen etwas weniger Seitenzweige, ist aber wesentlich höher als die beiden anderen Pflanzen. Diese Höhe bietet eine größere Anzahl von Nodien, die kurze Triebe mit weiblichen Blüten tragen können. Dies wirkt sich in einer deutlich erhöhten Diasporenanzahl aus.

Die einzige Ausnahme stellt Individuum 4. dar. Bei ihr sind aber die Seitensprosse erster und zweiter Ordnung aufgrund einer Schädigung der Spitze des Hauptsprosses besonders stark entwickelt, was als Grund für diese Ausbildung auch von IRWIN & AARSEN (1996) dokumentiert wurde. Dieser Umstand führt zu der hohen ermittelten Diasporenmenge.

Das Gewicht der Diasporen kann bei vielen Pflanzen, neben der Menge an erzeugten Früchten, ebenfalls als Ergebnis einer erfolgreichen Reproduktion angesehen werden. Sehr leichte Diasporen weisen dabei auf mögliche ungünstige Bedingungen während der Reifezeit hin oder sind Folge einer zu kurzen Vegetationsperiode. Beide Fälle können zu unausgereiften oder tauben Früchten führen. Ungünstige Bedingungen können durch abiotische Faktoren, wie z. B. einen Mangel an Wasser, Sonneneinstrahlung und Nährstoffen, oder durch biotische

Faktoren, wie zu dichte Bestände der Art selbst oder Konkurrenz durch andere Pflanzen, hervorgerufen werden. Sind die Voraussetzungen dagegen besonders günstig, wirkt sich dies nicht nur in einer erhöhten Menge von Früchten aus, sondern auch in einem erhöhten individuellen Gewicht. Entsprechend haben die Klimabedingungen einen großen Einfluss auf das Ergebnis, ebenso wie eine mögliche Adaptation an den Wuchsort. Dies kann bei Therophyten in persistenten Populationen häufiger beobachtet werden.

Die Proben aus Göttingen (2004) stammen aus dem dortigen Botanischen Garten. Da bei dem Saatguttausch der Gärten auf eine gute Qualität des versandten Materials geachtet wird, lässt sich so vielleicht die gleichmäßige Verteilung der Gewichtsklassen erklären. Über die Kulturbedingungen der abgeernteten Pflanzen liegen keine Informationen vor, allerdings kann man in diesem Fall wohl von günstigen Wuchsbedingungen ausgehen. Vergleichbares gilt für die Proben aus Oldenburg (2004) und Ungarn (2004). Allerdings stammen die Früchte aus Ungarn nicht aus einem Botanischen Garten, sondern sie wurden von einem Vorkommen der Art im Gelände gesammelt. Da die Populationen hier schon lange naturalisiert sind, ist die Anpassung an den Standort so weit fortgeschritten, dass sie sich unter den herrschenden Bedingungen gut reproduzieren können.

Wie ein solcher Adaptationsprozess ablaufen kann, lässt sich ansatzweise am Beispiel der Proben aus Braunschweig nachvollziehen. Angepflanzt wurden ursprünglich in Ungarn gesammelte Früchte. Die daraus resultierenden Pflanzen brachten Diasporen hervor, die eine deutliche Verschiebung des Gewichts in Richtung der leichteren Früchte aufweisen. Sie waren nicht in der Lage, ein vergleichbares Ergebnis wie in Ungarn zu erreichen, da sie an das dortige Klima angepasst waren. Trotz des für deutsche Verhältnisse günstigen Sommers, sowie der zusätzlichen Bewässerung und Düngung, war somit kein besseres Resultat möglich. Im folgenden Jahr wurde mit den Früchten der Tochtergeneration ein vergleichbares Experiment unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt. Die Bandbreite der ermittelten Massen war wesentlich größer und die Verteilung nahm die Form einer Gauss'schen Normalverteilung an. Dies spricht für eine Selektion präadaptierter Typen, die auch einen Einfluss auf die Diasporengröße hat (vergl. dazu Abb. 10.8 im Anhang auf S. 317). Eine Wiederholung des Experimentes hätte

dies bestätigen und in den folgenden Jahren zu einem gleichmäßigeren Resultat führen können.

Schwieriger zu erklärende Ergebnisse zeigten sich bei den verbleibenden zwei Proben aus Cottbus (2006) und Magdeburg (2006). Die Diasporen wurden jeweils von Beständen im Gelände gesammelt. Da beide Vorkommen vermutlich schon seit längerer Zeit bestehen, ist ein fortgeschrittener Anpassungsprozess an die jeweiligen Bedingungen anzunehmen. Entsprechend lassen sich die aufgetretenen Phänomene, Cottbus mit Schwerpunkt bei den leichteren und Magdeburg bei den schwereren Früchten, möglicherweise ebenfalls durch die Einwirkung des örtlichen Klimas erklären. Außerdem kommen stochastische Effekte während der Auswägung der Diasporen als Ursache in Frage, da nur relativ geringe Anzahlen verwendet wurden.

4.2.4.3. Verteilung der Biomasse

Die Seitensprosse stellen den größten Anteil an der Gesamtmasse. Ihre Anzahl wird maßgeblich durch die Höhe des Hauptsprosses bestimmt (vergl. dazu 4.2.4.1.). Es kann zudem bei Verlust der Sprossspitze dazu kommen, dass der Hauptspross sein Wachstum einstellt und dafür die Ausbildung der Seitenzweige gefördert wird. Diese werden als Folge dessen besonders lang, ebenso wie die Seitensprosse zweiter Ordnung, wobei sich die Anzahl der Seitenzweige beider Ordnungen nach IRWIN & AARSEN (1996) durch eine Dekapitierung nicht steigert. Mit der Anzahl der Seitensprosse steigert sich auch die Reproduktionsfähigkeit, da an ihnen zahlreiche Blüten gebildet werden können. Entsprechend ist für die Pflanze eine Investition von Ressourcen in den Aufbau der Seitenzweige sinnvoll.

Die Fraktion mit dem zweithöchsten Anteil bilden die Wurzeln. Wegen des festen Untergrundes konnte nur ein Teil der Wurzeln geerntet werden, der zudem einen größeren Anteil von anhaftender Erde aufwies. Dadurch wurde das Ergebnis z. T. verfälscht.

Die Diplomarbeit von LEIBLEIN (2008) zeigt, dass die Wurzeln der Art bis zu 70 cm tief reichen können und sie auf tiefgründigeren Substraten somit kein Flachwurzler ist, wie zuvor angenommen wurde (BRANDES & NITZSCHE 2006). Außerdem konnte von LEIBLEIN gezeigt werden, dass eine deutliche Erhöhung der Temperatur im

Wurzelbereich eine Verschiebung des Biomasseverhältnisses in Richtung des oberirdischen Kompartiments bewirkt. Gleiches gilt für eine Verringerung der Bodenfeuchte: während bei feuchten Bedingungen der Anteil der oberirdischen Biomasse 62 % beträgt, stieg er mit Abnahme der Feuchte auf 72 %.

Im Zusammenhang mit der Wasserversorgung konnte SCHNEIDER (1996) feststellen, dass *Ambrosia* auf sehr leichten Böden in Lehmknöllchen einwächst (vergl. dazu Abb. 10.9 u. 10.10 im Anhang, S. 318). Durch diese Fähigkeit wird der Art eine bessere Wasserversorgung ermöglicht, was ihr einen Vorteil gegenüber anderen Spezies verschafft. Dies bietet zudem eine Erklärungsmöglichkeit für den vitaleren Eindruck von *Ambrosia* gegenüber anderen Pflanzen in trockenen Sommern im Raum Cottbus und an anderen Wuchsorten. Weiter stellen CASPER & CAHILL (1999) fest, dass die Ambrosie in der Lage ist, im Vergleich zu anderen Arten, Wurzeln direkt in Richtung von heterogen verteilten Nährstoffen wachsen zu lassen und diese effektiver zu nutzen. Dies kann ihr in frühen Stadien der Sukzession gegenüber anderen Pflanzen, wie in dem Fall von *Phytolacca americana* L. bei CASPER & CAHILL (1999), einen deutlichen Vorteil bieten.

Den geringsten Anteil an der Biomasse haben die Hauptsprosse. Wie bereits weiter oben erwähnt bestimmt er vor allem die Höhe der Pflanze und damit die Anzahl der möglichen Seitenzweige. Dies erlaubt der Ambrosie bei entsprechender Größe ein hohes Maß an Schatten und Früchten zu erzeugen.

Durch Trocknung büßen die Seiten- und Hauptsprosse jeweils etwa 70 % ihrer Masse an Wasser ein, wogegen die Wurzeln nur 25 % verlieren. Da von LEIBLEIN (2008) gezeigt wurde, dass die Wurzeln besonders viel Masse durch die Trocknung verlieren, liegt die Diskrepanz bei dem hier vorliegenden Versuch möglicherweise in dem hohen Anteil von anhaftender Erde und dem geringen Anteil von geernteten Feinwurzeln. Das Substrat verliert im Vergleich nur wenig Wasser und die großen Wurzeln geben ebenfalls nur geringe Mengen an Flüssigkeit ab. Der hohe Verlust der Seiten- und Hauptsprosse ist dagegen durch die Blätter bedingt, deren Masse nicht getrennt untersucht wurde.

Alle ermittelten Werte gelten für Individuen, die in lockeren Beständen kultiviert wurden, mit Bestandsdichten zwischen sechs und 15 Pflanzen pro Becken. Dichtere Bestände zeigen eine ähnliche Verteilung in Frisch- und Trockengewicht. Der aufgetretene auffällige Unterschied ergibt sich vor allem durch das Fehlen der

Wurzeln, die bei der Versuchsanlage nicht mit geerntet wurden, sowie den dort herrschenden Wuchsbedingungen. Auf dem untersuchten Quadratmeter standen 17 Individuen in einem dichteren Bestand als durchschnittlich in den Betonbecken. Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang auch, dass der Quadratmeter aus der Mitte eines größeren Bestandes gewählt wurde, so dass die Individuen anders als in den Versuchsbecken nicht in der Lage waren, ihre Seitensprosse frei zu entwickeln. Durch die intraspezifische Konkurrenz wurde das Wachstum der Seitenzweige unterdrückt (vergl. dazu 4.2.4.1.), was zu dem höheren Anteil der Hauptspresse in der Gesamtmasse führte.

Die Masse der männlichen Blütenstände wurden abschließend separat untersucht. Dies bot sich an, da sie zur Vermeidung der Pollenausbreitung 2007 regelmäßig entfernt wurden. Ihr Anteil beträgt bis zu einem Zehntel an der Gesamtmasse im Frischzustand. Sie stellen die wasserhaltigste Fraktion dar, was aufgrund ihrer Zartheit wenig überraschend ist.

Auf die Verteilung von weiblichen und männlichen Blütenständen wirkt sich eine Reihe von Faktoren aus. So reicht die genetisch fixierte Varianz nach MCKONE & TONKYN (1986) von rein weiblichen Pflanzen bis zu solchen mit 78 % männlichen Blüten. Ausschließlich weibliche Individuen werden vor allem bei ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen gebildet, unabhängig davon bestehen nach PAQUIN & AARSEN (2004) etwa 10 % einer Population stets aus solchen Pflanzen. Eigene Beobachtungen konnten dies an verschiedenen Wuchsorten nicht bestätigen. Die einzigen zwei ausschließlich weiblichen Individuen wurden am alten Schlachthof in Magdeburg gefunden, wo die standörtliche Situation, mit stärkerer Konkurrenz und schutthaltigem Substrat, für die Bildung der Pflanzen verantwortlich sein könnte. Neben dem Wuchsort hat auch die Höhe einen großen Einfluss auf die Geschlechtsverteilung der einzelnen Individuen. So zeigen Pflanzen mit zunehmender Höhe einen immer größeren Anteil an männlichen Blütenständen, während ihr Prozentsatz mit steigendem Alter von Brachen zu Gunsten einer verstärkten Bildung weiblicher Blüten abnimmt (PAQUIN & AARSEN 2004).

Für das eigene Experiment ist jedoch anzunehmen, dass die Massenwerte, die kumulativ für den Untersuchungszeitraum aufgenommen wurden, wesentlich höher sind als bei Pflanzen, deren männlichen Blütenstände nicht entfernt wurden. Im Laufe des Experiments konnte beobachtet werden, dass sich die entfernten Teile

immer wieder regenerierten, wobei der Hauptteil bis Ende August gebildet wurde. Dies entspricht der Hauptblütezeit der Art. Danach werden zwar noch weiterhin Blüten gebildet, aber Ende September wird ihre Bildung eingestellt. Dies deckt sich mit dem Ende der Blühperiode.

4.2.4.4. Entwicklung von *Ambrosia*-Populationen über den Verlauf des Jahres 2007

Unabhängig von der Herkunft der Diasporen zeigt sich jeweils eine sehr ähnliche Entwicklung. Dies wird vor allem durch die vergleichbaren Bedingungen in diesem Experiment, besonders in Bezug auf die klimatische Situation, ausgelöst.

Zum Beginn der Keimung zeigen alle Proben nur minimale Differenzen, da die Art unter günstigen Bedingungen eine schnelle Keimtätigkeit zeigt. Dies konnte in Versuch 4.1.3.1.2. bestätigt werden.

Die Interpretation der Ergebnisse ist schwierig, da sich kein einheitlicher Trend feststellen lässt. So wäre zu vermuten gewesen, dass das Alter der Früchte einen größeren Einfluss auf die Resultate hat. Dies lässt sich aber nur bedingt bestätigen. So zeigen nicht nur ältere Proben geringere Werte in der Keimung, sondern auch Diasporen, die erst vor kurzer Zeit gesammelt wurden. Es ist möglich, dass sich bei größeren Altersunterschieden ein deutlicheres Bild abzeichnet. Diese Vermutung müsste in weiteren Untersuchungen bestätigt werden.

Der Reifezustand der Diasporen, verbunden mit einer Präadaptation an den ursprünglichen Wuchsort, kann einige der vorliegenden Resultate verursacht haben, wie sie auch bei anderen Experimenten als Ursache vermutet werden können (vergl. dazu 4.2.4.3.). Dafür spricht das Verhalten der Proben aus Ungarn, sowie der Früchte aus Braunschweig von 2005 bzw. 2006. Die Diasporen aus Ungarn von 2004 zeigen unter den gegebenen klimatischen Bedingungen die höchste Keimung der drei genannten Proben. Die Früchte aus Braunschweig von 2005 sind die Nachkommen der Generation aus Ungarn und liegen in ihrer Menge an gekeimten Individuen unter den Werten der Elternpflanzen. Die Erklärung für dieses Verhalten liegt in der Anzucht der Elternpflanzen. Sie konnten nur unter für sie suboptimalen Bedingungen gezogen werden, wodurch die niedrigere Keimungsrate der Tochtergeneration bedingt wurde. Daher konnte trotz des hier günstigeren vorherrschenden Klimas, in Bezug auf die Wasserversorgung, kein

besseres Ergebnis erzielt werden. Allerdings ist die Vegetationsperiode im Vergleich zu Ungarn kürzer und erlaubt den daran angepassten Pflanzen nur ein ungenügendes Ausreifen der Diasporen. Die beginnende Adaptation der Tochtergeneration an das lokale Klima wirkt sich bei den Nachkommen der Pflanzen im Jahr 2006 in einer erhöhten Keimungstätigkeit aus.

Bei den Ergebnissen der Diasporen aus den anderen Herkunftsorten lässt sich feststellen, dass die Entwicklungen in ihrem Ablauf sehr ähnlich sind. Die individuellen Unterschiede werden wahrscheinlich vor allem durch die Anpassung an den vorherigen Wuchsort, wie von DICKERSON & SWEET (1971) ermittelt, und die unterschiedlichen Vorgänge bzw. Voraussetzungen während der Reife ausgelöst. Auffällig ist in diesem Zusammenhang, dass alle nicht in Braunschweig gereiften Früchte als Reaktion auf die mangelhafte Adaptation an das Klima ein besonders frühes Absterben der ersten Individuen zeigen. Dies zeichnet sich vor allem bei den Proben aus deutlich trockeneren und sommerwärmeren Gebieten ab, wie Magdeburg und Cottbus. Sie weisen ein vergleichbares Verhalten wie die Früchte aus Göttingen auf, die allerdings deutlich älter sind und in früheren Versuchen wesentlich bessere Keimungsergebnisse zeigten (vergl. dazu 4.1.3.1.2.).

4.3. Versuche zur Stresstoleranz der Pflanzen

4.3.1. Einleitung

Die Fähigkeit, verschiedenen Stressfaktoren zu widerstehen, ist für die Etablierung und Entwicklung von Pflanzen von großer Bedeutung. Sie kann gegenüber sensibleren Spezies einen starken Konkurrenzvorteil bedeuten. Gute Kenntnisse über die Stärken und Schwächen der Widerstandsfähigkeiten bzw. der Resistenzen erlauben zudem eine effektive Bekämpfung von möglicherweise problematischen Pflanzenarten. Daher ist die Untersuchung dieser Faktoren aus beiden Gründen wichtig. Neben verschiedenen Formen von mechanischer Beschädigung, wie sie z. B. bei der Mahd oder bei Tierverschädigung auftreten, sind auch chemische Einflüsse zu untersuchen. Dazu gehören Kochsalz, das häufig als Streumittel auf Strassen verwendet wird, Kaliumnitrat, ein gängiges Düngemittel, das in höheren Dosen auf manche Pflanzen wegen der osmotischen Effekte toxisch wirken kann, sowie Herbizide, wie z. B. Roundup. Außerdem wurde noch die Toleranz gegenüber längerfristiger Überstauung, wie sie an Flüssen im Verbreitungsgebiet vorkommen kann, sowie die Transpirationsrate von *A. artemisiifolia* untersucht. Letztere kann zwar nicht als Stress gewertet werden, lässt aber wichtige Rückschlüsse auf die Toleranz in Bezug auf Trockenstress zu.

4.3.2. Material und Methoden

4.3.2.1. Versuche zur Stresstoleranz von Jungpflanzen von *A. artemisiifolia* L.

Im Rahmen dieses Experimentes wurden im Frühjahr 2006 zunächst *Ambrosia*-Pflanzen in Töpfe (Ø 10 cm) mit handelsüblicher Gartenerde herangezogen. Nachdem die Pflanzen etwa 3 Monate ohne Behandlung gewachsen waren, wurden folgende Parameter vermessen: Höhe, Anzahl der Seitenzweige, der männlichen Blütenstände sowie der Nodien mit bzw. ohne Blätter. Danach wurden folgenden Behandlungen an den Pflanzen vorgenommen. Pro Ansatz wurden 20 Individuen verwendet.

Kochsalz (NaCl):

Es wurde die Verträglichkeit einer 0,1 %igen, 0,5 %igen und 1 %igen NaCl-Lösung untersucht. Die Pflanzen wurden in der ersten Woche mit jeweils 50 ml und in jeder der darauf folgenden Wochen mit je 20 ml gegossen. Das Gießen mit normalem Leitungswasser wurde nur sehr sparsam durchgeführt, um eine Auswaschung des Salzes zu vermeiden.

Kaliumnitrat (KNO₃):

Für diesen Teil wurden 0,03 M, 0,07 M und 0,1 M Kaliumnitrat-Lösungen als Ansätze gewählt. Die 0,07 M Lösung entspricht etwa einer üblichen Düngerkonzentration. Die Pflanzen wurden in der ersten Woche mit jeweils 50 ml und in jeder der darauf folgenden Wochen mit je 20 ml gegossen.

Mechanische Beschädigung:

Es wurden fünf Beschädigungsvarianten durchgeführt: Entfernung von Hauptspross, Seitenzweigen, Blättern, männlichen Blüten sowie die Dekapitierung (Entfernung der Sprossspitze). Die Versuche zur Entfernung der Seitenzweige und männlichen Blütenstände wurde erst ab dem 30.08.06 durchgeführt, da sich die entsprechenden Organe vorher nicht ausreichend entwickelt hatten.

Die Pflanzen wurden im Gewächshaus kultiviert und ab dem 04.07. bis zum 25.10.06 wöchentlich für 16 Wochen vermessen.

4.3.2.2. Untersuchung der Überlebensrate während und nach der Überstauung von *A. artemisiifolia* L.

Je 12 x 3 Jungpflanzen von *A. artemisiifolia* (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2006; s. 4.1.2.1.6, 2007) wurden in handelsübliche Plastikblumentöpfe (Ø 10 cm) gepflanzt und in einen Kübel gestellt (Fassungsvermögen ca. 60 l). Die 10 Töpfe wurden mit Steinen beschwert, um ein Aufschwimmen zu vermeiden, und der Kübel mit Wasser befüllt. Die Füllhöhe entsprach 20 cm, so dass das Wasser 10 cm über der Erdoberfläche stand. Der Zustand der Pflanzen wurde drei Mal pro Woche begutachtet und mit zwei Referenztöpfen, die nicht überstaut wurden, verglichen und photographisch dokumentiert. Der Wasserstand wurde für die Dauer des Experimentes so konstant wie möglich gehalten (etwa 3 Wochen, 10.09.-01.10.07).

Nach drei Wochen wurden die Töpfe aus dem Kübel genommen und ins Trockene überführt. Die Kontrolle wurde wie zuvor beibehalten. Es wurde, wie im vorherigen Versuchsteil, vor allem auf abgestorbene Pflanzen geachtet und der Vergleich zu den dauerhaft trocken gehaltenen Individuen gezogen (etwa 11 Wochen, 01.10.-17.12.07).

4.3.2.3. Vergleich der Transpirationsraten von *A. artemisiifolia* L. mit fünf weiteren Unkräutern

Am 05.09.05 wurde die Transpiration von *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium album* L. (Weißer Gänsefuß), *Conzya canadensis* (L.) CRONQ. (Kanadisches Berufkraut), *Galinsoga parviflora* CAV. (Kleinblütiges Knopfkraut), *Solanum nigrum* L. (Schwarzer Nachtschatten) und *Sonchus oleraceus* L. (Gewöhnliche Gänsedistel) gemessen. Dazu wurden die Pflanzen vermessen, im Ganzen aus der Erde gezogen und gewogen. Danach wurden sie für drei Stunden der Sonne ausgesetzt und alle 10 Minuten gewogen.

Beginn der Untersuchung: 12.30 Uhr; Ende: 15.30 Uhr

Umgebungstemperatur: 0h (Start): 22 °C, 1h: 31,5 °C, 2h: 32 °C,
3h (Ende): 26,5 °C

4.3.2.4. Reaktion auf Herbizidbehandlung

Die Pflanzen, die 2005 nach der Ernte der Beete von *Solanum tuberosum* L. aus 4.4.2.1.2. verblieben waren, wurden für diesen Versuch am 27.10.05 mit dem Herbizid Roundup behandelt und mit farbigen Plastikbändchen markiert. Es wurden zwei Methoden zur Applikation verwendet: das Besprühen der ganzen Pflanze, kodiert nur mit der Farbe der Konzentration, und das Betupfen der Sprossspitze mit einem Schwamm, kodiert mit der Farbe der Konzentration und zusätzlich Weiß. Drei Konzentrationen wurden verwendet:

Blau: 1 %ige-Lösung

Gelb: 2 %ige-Lösung - Standardlösung für Herbizidbehandlung

Rot: 4 %ige-Lösung

Die Versuchsreihe wurde mit je zwei Pflanzen pro Konzentration und Behandlungsvariante durchgeführt. Eine Pflanze stammte dabei aus einem lockeren und die andere aus einem dichten Bestand. Der Zustand der Pflanzen wurde regelmäßig kontrolliert (04.11.-10.11.05).

4.3.3. Ergebnisse

4.3.3.1. Versuche zur Stresstoleranz von Jungpflanzen von *A. artemisiifolia* L.Allgemein

Für die verschiedenen Varianten der Versuchsteile wurden jeweils 20 Pflanzen untersucht.

Kochsalz

Die Entwicklung der mit NaCl-Lösung behandelten Pflanzen unterscheidet sich in ihrem Verlauf nur sehr wenig von der Kontrolle. Auffällig ist jedoch, dass die Wuchseistung viel geringer ist. Besonders gut lässt sich dies an der Höhe erkennen (Abb. 4.3.1). Die 0,1 %ige und die 0,5 %ige Salzlösung zeigen bereits nach zwei Wochen eine jeweils um etwa 10 cm niedrigere durchschnittliche Höhe, während die mit der 1 %igen Lösung behandelten Pflanzen nur um ca. 6 cm niedriger sind. Gleiches gilt in vergleichbarer Weise für den kumulativen Zuwachs (Abb. 4.3.2).

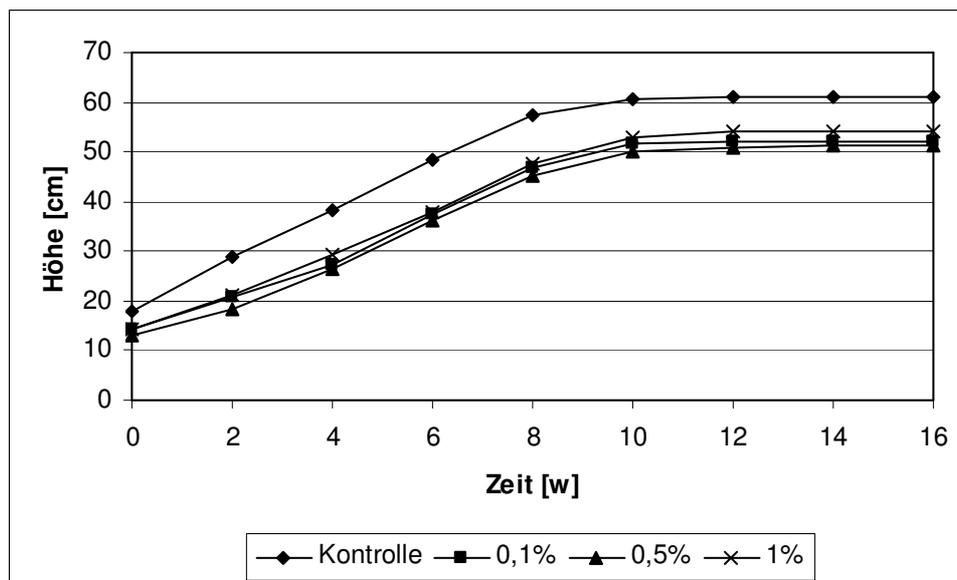


Abb. 4.3.1: Höhe der mit NaCl behandelten Pflanzen

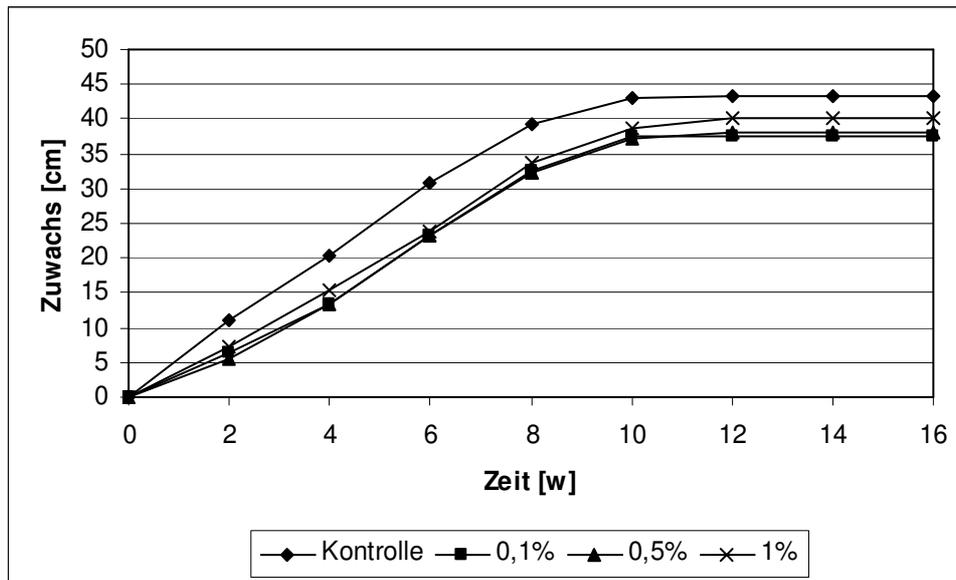


Abb. 4.3.2: Kumulativer Höhenzuwachs der mit NaCl behandelten Pflanzen

Die Auswirkungen auf die Entwicklung der männlichen Blütenstände, die zum ersten Mal nach sechs Wochen festgestellt werden, sind etwas indifferent (Abb. 4.3.3). Bei den beiden niedrigeren Konzentrationen treten durchschnittlich etwa zwei (0,1 %iger Lösung) bzw. fünf (0,5 %iger Lösung) Blütenstände weniger auf als bei der Kontrolle. Dagegen ist die Anzahl bei den Pflanzen, die mit 1 %iger Lösung behandelt wurden, nahezu mit der Referenz identisch.

Gleiches zeigt sich in schwächerer Ausprägung für die durchschnittliche Anzahl der Seitenzweige, von denen die ersten nach etwa zwei Wochen Untersuchungszeit auftreten (Abb. 4.3.4). Die Pflanzen, die mit 0,1 %iger bzw. 0,5 %iger Lösung behandelt werden, haben jeweils acht Seitentriebe, während die mit 1 %iger Lösung behandelten Individuen und die Kontrolle 12 bzw. 13 Seitenzweige aufweisen.

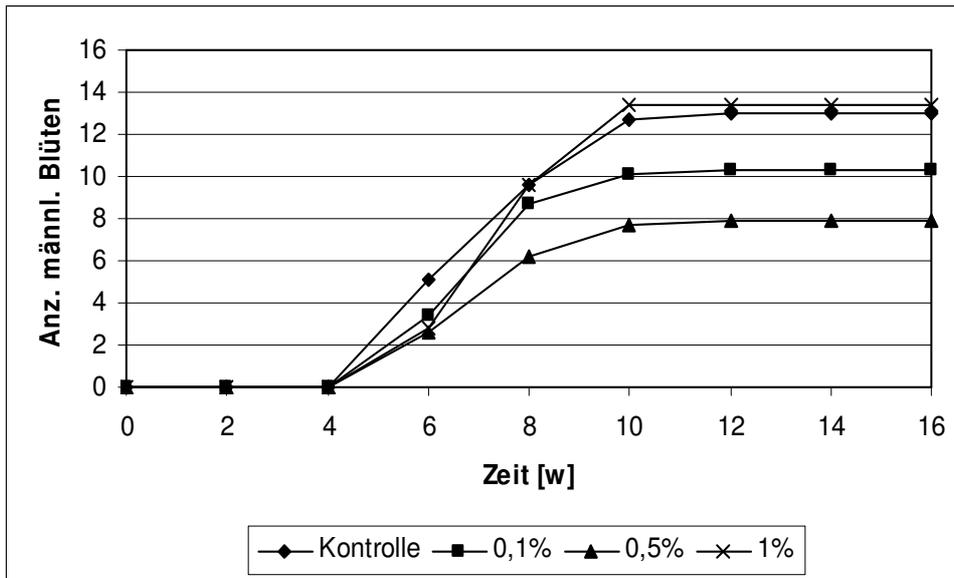


Abb. 4.3.3: Anzahl der männlichen Blütenstände der mit NaCl behandelten Pflanzen

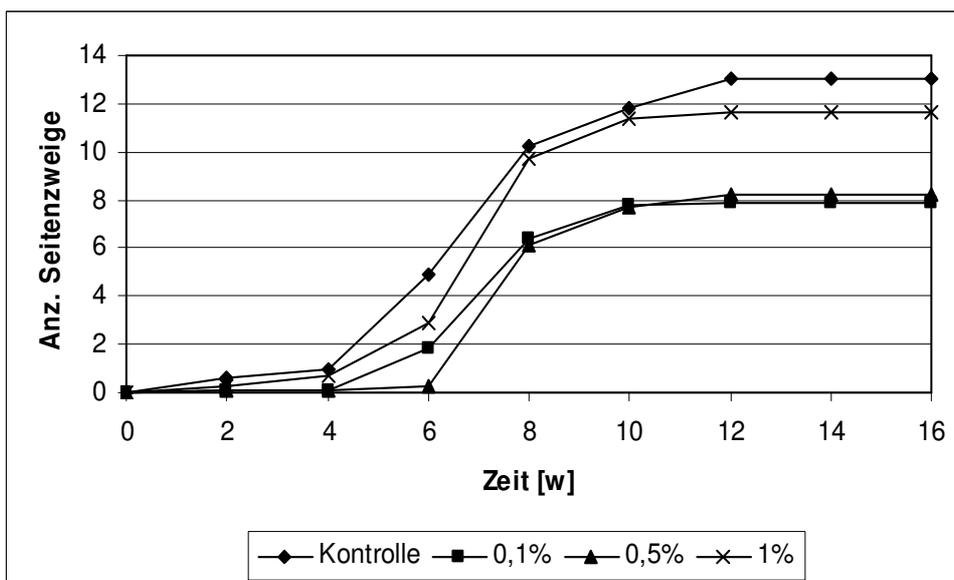


Abb. 4.3.4: Anzahl der Seitenzweige der mit NaCl behandelten Pflanzen

Die Anzahl der Knoten ist nur zu Anfang der Entwicklung etwas niedriger als bei der Kontrolle, durchschnittlich sieben im Vergleich zu neun Knoten (Abb. 4.3.5). Der Unterschied ist bis zur sechsten Wochen am deutlichsten, mit dem Maximum in der zweiten Woche. Im weiteren Lauf der Entwicklung gleicht sich die Diskrepanz

weitestgehend aus, so dass zum Schluss der Untersuchung bei allen Varianten und der Kontrolle durchschnittlich etwa 12 Knoten vorhanden sind.

Der Zuwachs der Knoten verhält sich ähnlich, außer dass am Ende der Entwicklung nicht die Kontrolle den höchsten Wert mit durchschnittlich etwa fünf Knoten erreicht (Abb. 4.3.6). In diesem Fall liegt der Wert der Variante mit 0,5 %iger NaCl-Lösung höher, mit durchschnittlich 5,5 Knoten.

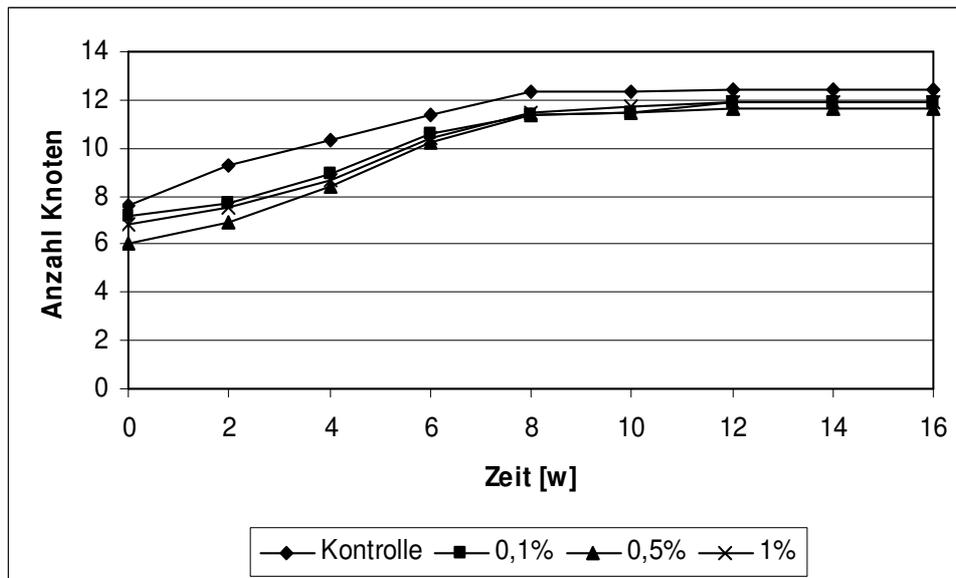


Abb. 4.3.5: Anzahl der Knoten der mit NaCl behandelten Pflanzen

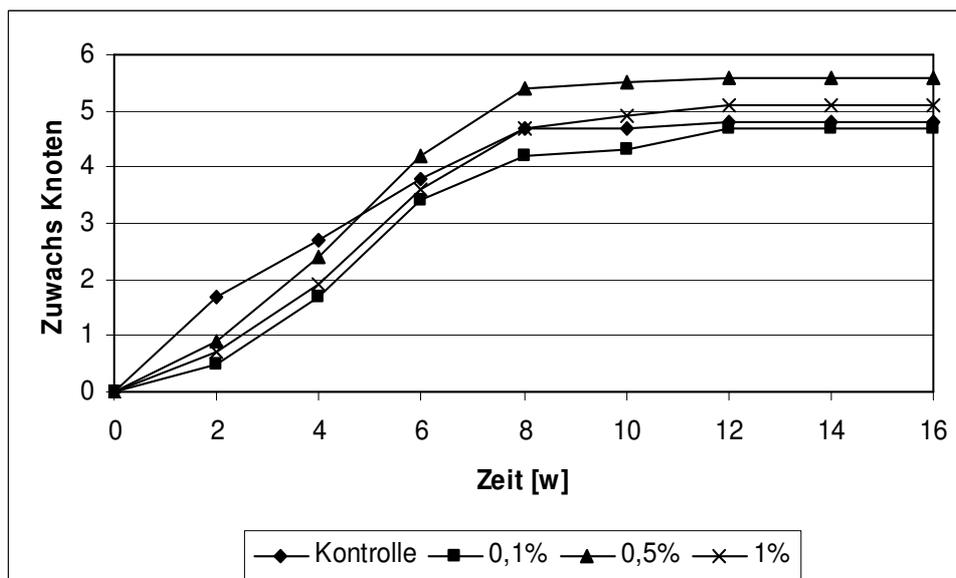


Abb. 4.3.6: Zuwachs an Knoten der mit NaCl behandelten Pflanzen

Die Anzahl der Knoten mit Blättern ist bei den behandelten Pflanzen in ihrer Entwicklung der Kontrolle sehr ähnlich. Allerdings weisen die mit Kochsalz behandelten Pflanzen zumeist ein niedrigeres Verhältnis von beblätterten zu unbeblätterten Knoten auf (Abb. 4.3.7). Die Auswirkungen auf den Blattverlust, der ab der zehnten Woche einsetzt, sind jedoch gering. Die Variante, die mit der am niedrigsten konzentrierten Salzlösung behandelt werden, behalten ihre Blätter sogar etwas länger als die anderen Varianten und die Kontrolle.

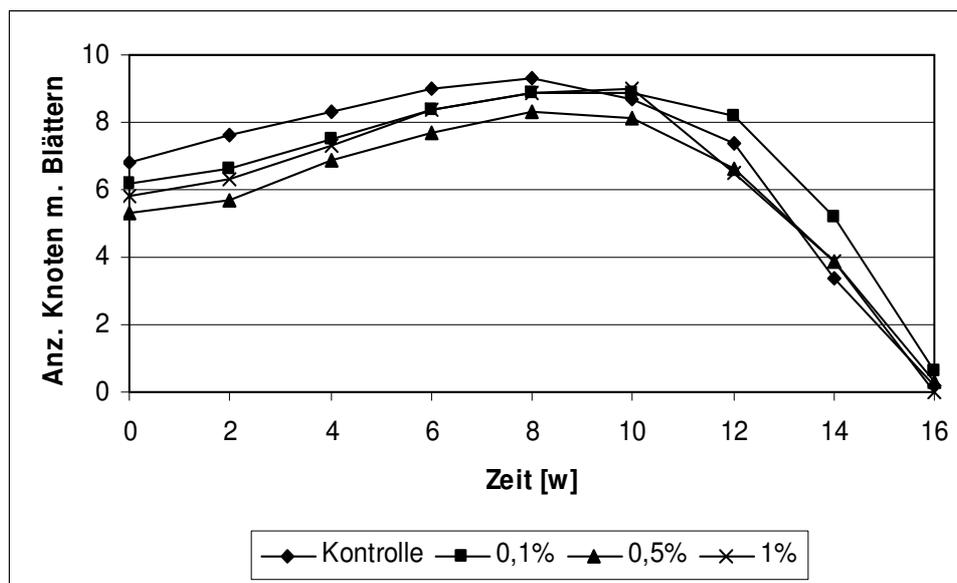


Abb. 4.3.7: Verlust der Blätter am Hauptspross der mit NaCl behandelten Pflanzen

Kaliumnitrat

Wie bei den verschiedenen Kochsalzvarianten ist auch bei der Behandlung mit Kaliumnitrat die grundlegende Entwicklung der behandelten Pflanzen der Kontrolle sehr ähnlich. Gaben von KNO_3 haben auf die durchschnittliche Höhe der Pflanzen keinen großen Einfluss (Abb. 4.3.8). Während die Kontrolle ca. 60 cm erreicht, bleiben die behandelten Pflanzen mit etwa 52 cm, bei der 0,07 M Variante, bis 48 cm, bei der 0,03 M und 0,1 M Variante, deutlich in ihrer Größe zurück.

Mit dem durchschnittlichen, kumulativen Zuwachs verhält es sich ähnlich (Abb. 4.3.9). Die Kontrolle zeigt hier auch wieder mit etwa 44 cm im Maximum einen deutlichen Unterschied zu den behandelten Varianten. Diese erreichen nur ca. 37 cm, bei der 0,07 M Lösung, bzw. 32 cm, bei der 0,03 M und 0,1 M Lösung.

Bei beiden untersuchten Parametern treten die Unterschiede in ihrer endgültigen Ausprägung schon nach der zweiten Woche auf und der Trend wird im Lauf der Entwicklung beibehalten.

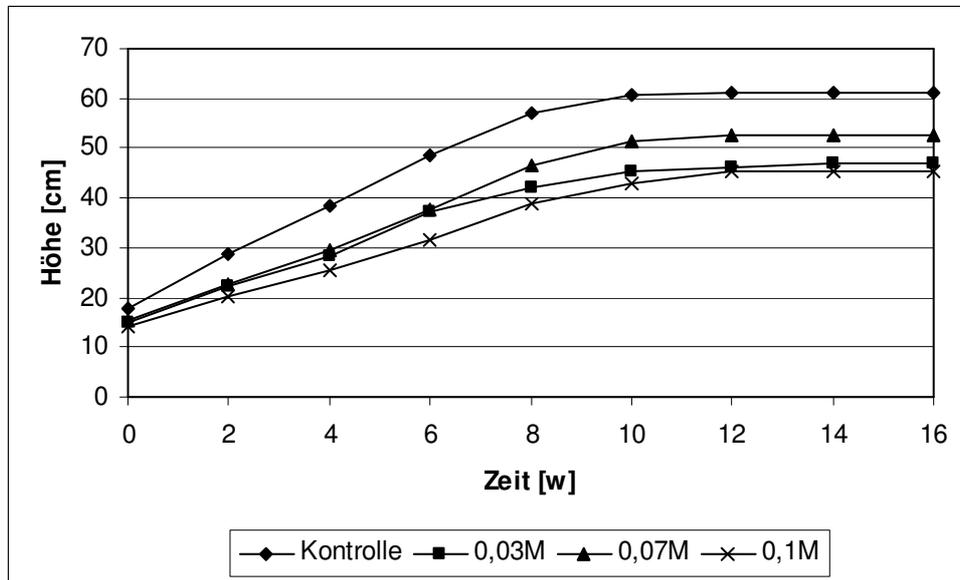


Abb. 4.3.8: Höhe der mit KNO₃ behandelten Pflanzen

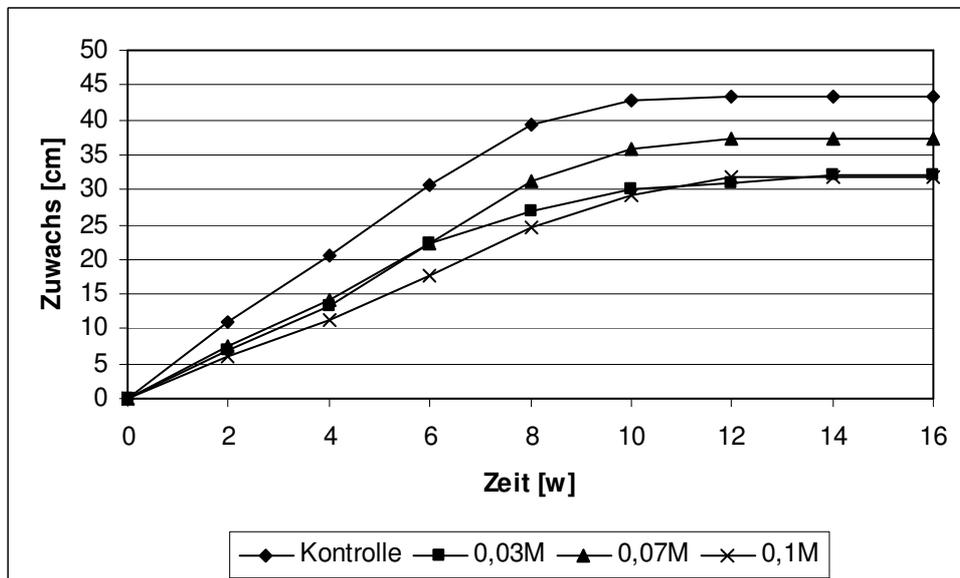


Abb. 4.3.9: Kumulativer Höhenzuwachs der mit KNO₃ behandelten Pflanzen

Bei dem Ansatz der männlichen Blütenstände zeigt sich ein sehr deutliches Bild (Abb. 4.3.10). Bei allen Varianten lassen sich nach sechs Wochen die ersten Blütenstände feststellen. Im Vergleich zu der Kontrolle, mit durchschnittlich etwa 13 Infloreszenzen pro Pflanze, sind bei den behandelten Individuen deutlich weniger Blütenstände vorhanden. Das Verhalten ist jedoch leicht indifferent, da die 0,07 M Variante durchschnittlich sechs Blütenstände und die 0,03 M und 0,1 M Varianten jeweils nur fünf aufweisen.

Dieser Trend setzt sich auch bei der Entwicklung der Seitenzweige fort (Abb. 4.3.11). Die ersten Seitenzweige treten ab der zweiten Woche auf und ihre Anzahl liegt bei den behandelten Individuen in der durchschnittlichen Menge deutlich unter der Anzahl der Kontrolle. Diese entwickelt etwa 13 Seitentriebe pro Individuum, während die 0,03 M Variante durchschnittlich acht, die 0,07 M Variante 10 und die 0,1 M Variante 11 Seitenzweige aufweisen.

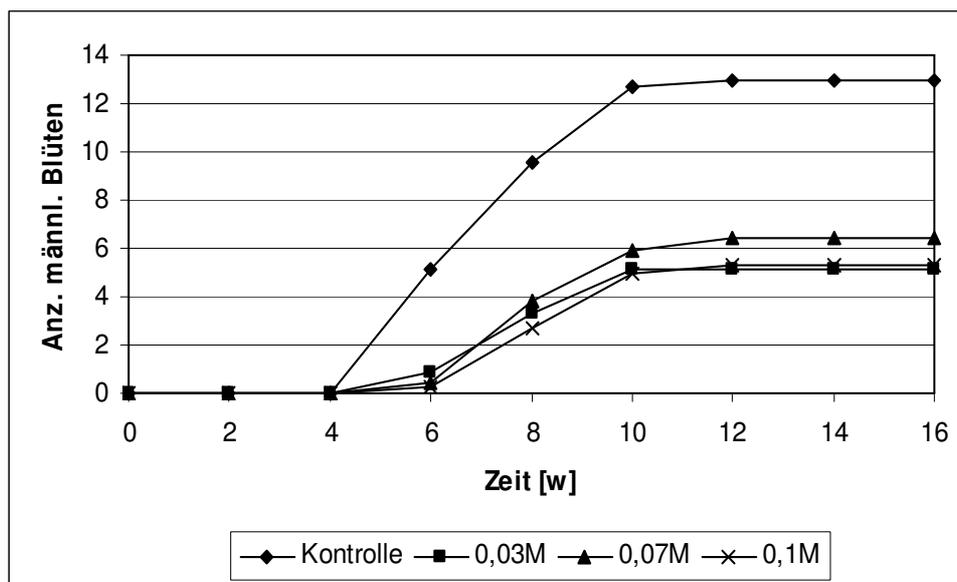


Abb. 4.3.10: Anzahl der männlichen Blütenstände der mit KNO_3 behandelten Pflanzen

Die Entwicklung der Knoten der behandelten Individuen ähnelt, wie bei zahlreichen anderen Parametern auch, stark der Kontrolle (Abb. 4.3.12). Zu Beginn zeigen sich die größten Unterschiede, die sich jedoch im Lauf der Entwicklung ausgleichen. Am Ende der Untersuchung liegt die Kontrolle bei durchschnittlich etwa 12 Knoten, während alle mit Kaliumnitrat-Lösung behandelten Varianten ca. 11 Knoten aufweisen.

Die durchschnittliche Zuwachsrate zeigt bei den Knoten ein vergleichbares Ergebnis (Abb. 4.3.13). Die Kontrolle kommt hier auf einen maximalen Wert von durchschnittlich fünf Knoten, während die 0,07 M Variante knapp darunter und die 0,03 M Variante bei vier Knoten liegt. Nur die 0,1 M Variante liegt mit durchschnittlich knapp über fünf Knoten etwas über der Kontrolle.

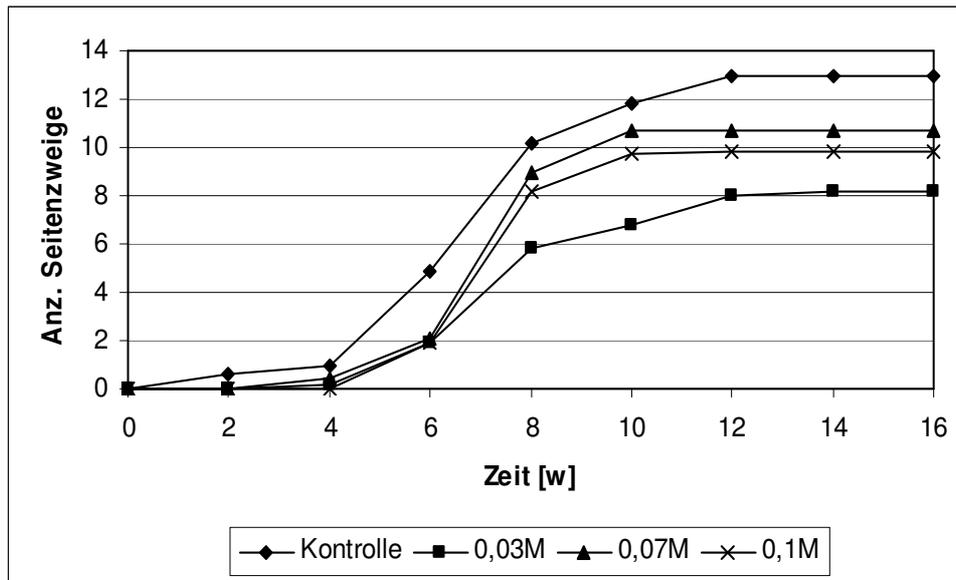


Abb. 4.3.11: Anzahl der Seitenzweige der mit KNO_3 behandelten Pflanzen

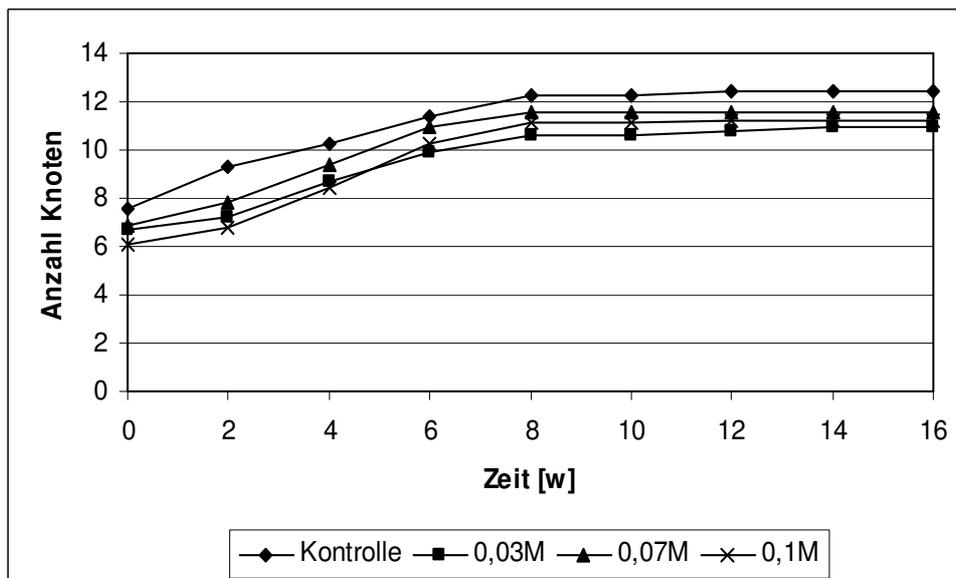


Abb. 4.3.12: Anzahl der Knoten der mit KNO_3 behandelten Pflanzen

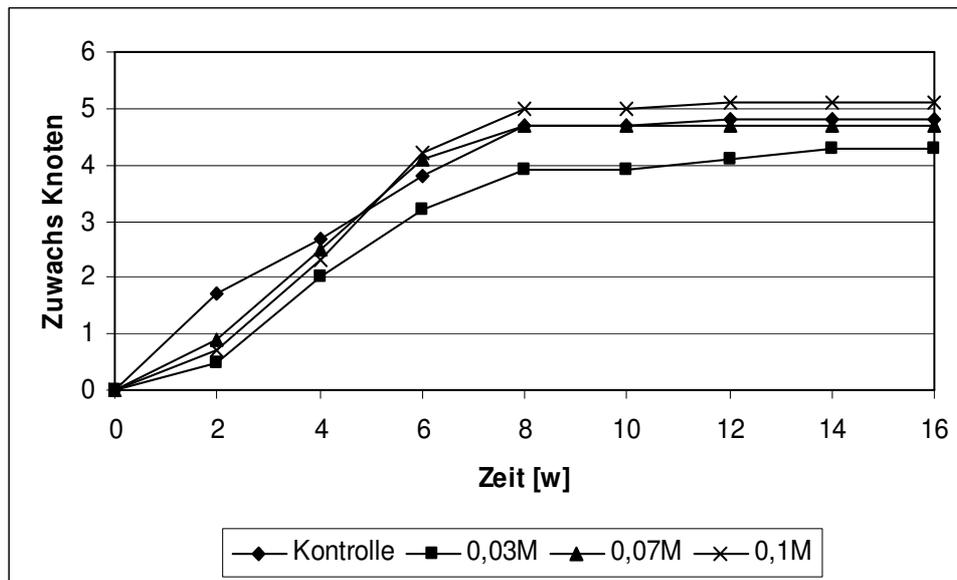


Abb. 4.3.13: Zuwachs an Knoten der mit KNO_3 behandelten Pflanzen

Im Verlust der Blätter zeigt sich der Einfluss der KNO_3 -Lösung am deutlichsten (Abb. 4.3.14). Die Kontrolle folgt dem jahreszeitlichen Rhythmus und der Verlust beginnt ab der zehnten Woche. Da die behandelten Pflanzen durchschnittlich weniger Knoten besitzen, haben sie auch weniger Knoten mit Blättern. Dennoch behalten sie ihre Blätter zumeist vier Wochen länger als die Kontrolle. Dies ist weitgehend unanhängig von der Konzentration der eingesetzten Lösung, allerdings zeigt die 0,07 M Variante mit durchschnittlich über neun beblätterten Knoten im Maximum die höchste Rate, während die beiden anderen Varianten durchschnittlich acht Knoten mit Blättern aufweisen. Die Kontrolle liegt mit einem Maximum von durchschnittlich neun beblätterten Knoten ebenfalls in dem Bereich, verliert ihre Blätter aber wesentlich früher.

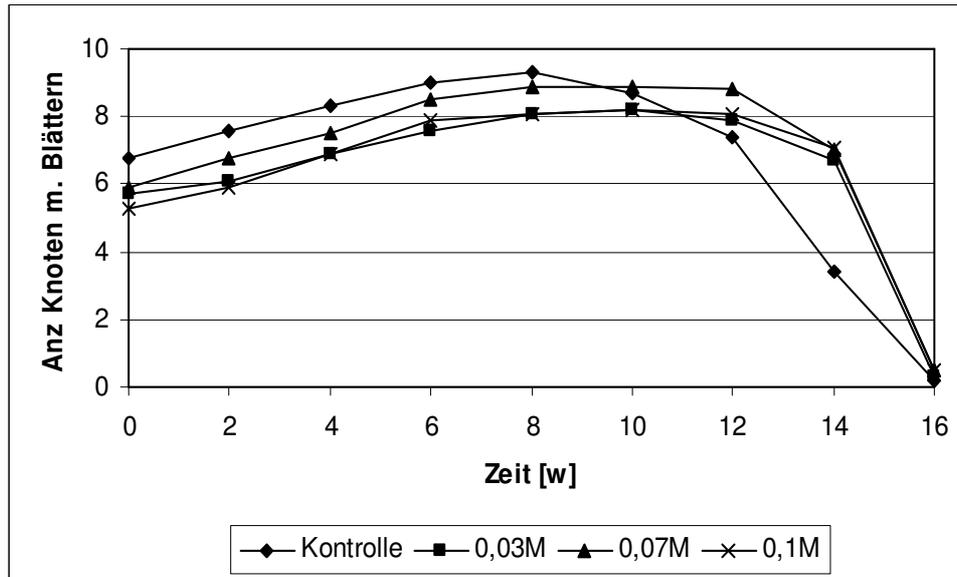


Abb. 4.3.14: Verlust der Blätter am Hauptspross der mit KNO_3 behandelten Pflanzen

Mechanische Beschädigung

Im Gegensatz zu den vorherigen Stressvarianten mit Kochsalz und Kaliumnitrat zeigen die Entwicklungen der verschiedenen Varianten der mechanischen Beschädigung deutliche Unterschiede zu dem Verlauf der Kontrolle. Im Fall der Höhe ist dies vor allem bei den dekaptierten und defoliierten Pflanzen zu beobachten (Abb. 4.3.15). Sie weisen mit durchschnittlich nur 23 cm und 13 cm deutliche Unterschiede zu der Kontrolle mit 62 cm im Durchschnitt auf. Die später ausgeführten Varianten, bei denen die männlichen Blütenstände bzw. Seitenzweige entfernt werden, zeigen eine Entwicklung, die der Kontrolle ähnlicher ist. Der Verlust an Höhe ist hier weniger groß, mit einem Durchschnitt von etwa 45 cm bzw. 47 cm.

Bei dem durchschnittlichen, kumulativen Höhenzuwachs zeigt sich ein vergleichbares Bild. Die defoliierten Pflanzen und die ohne Blütenstände weisen über den gesamten Untersuchungszeitraum fast keinen Zuwachs auf (Abb. 4.3.16). Bei den Pflanzen ohne Seitenzweige und den dekaptierten Individuen zeigen sich zu Beginn, in den ersten zwei bzw. vier Wochen, ein durchschnittlicher Höhenzuwachs von 6 cm bzw. 8 cm. Danach lässt sich kein weiteres Wachstum mehr

feststellen. Die Auswertung der Kontrolle ergibt im Vergleich einen maximalen Zuwachs von durchschnittlich 44 cm.

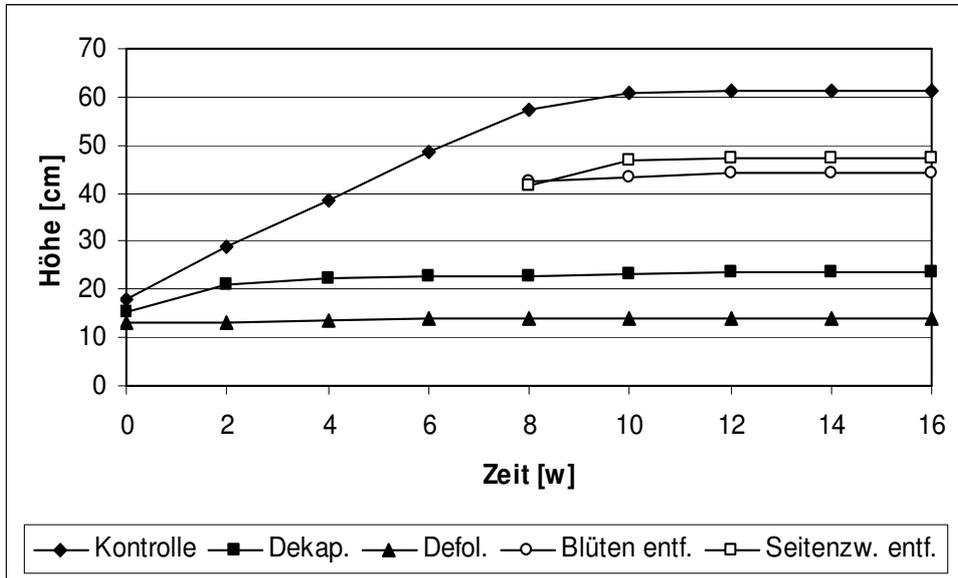


Abb. 4.3.15: Höhe der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

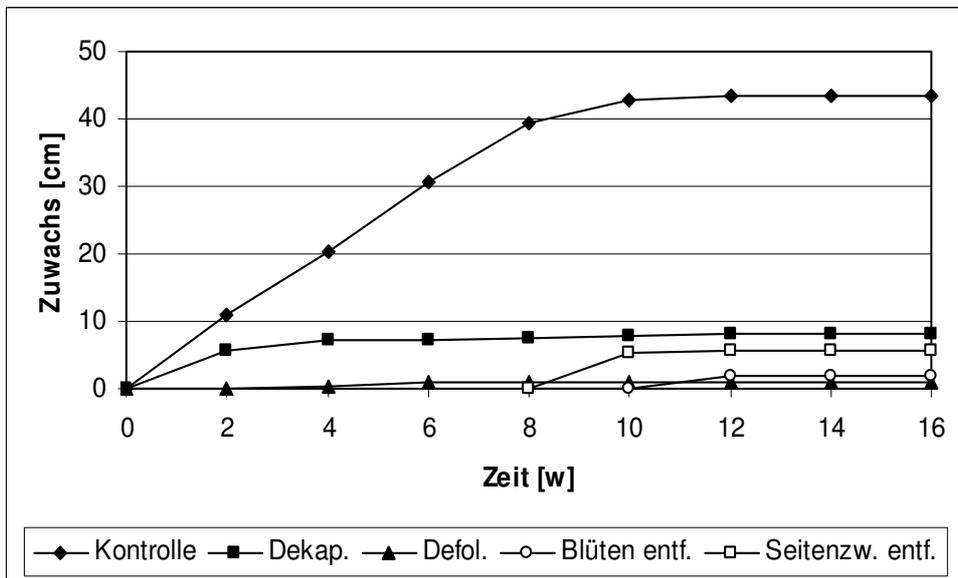


Abb. 4.3.16: Kumulativer Höhenzuwachs der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

Bei der durchschnittlichen Anzahl der männlichen Blütenstände pro Individuum setzt sich der oben beschriebene Trend weiter fort (Abb. 4.3.17). Vor allem die Varianten, bei denen die Blütenstände, die Seitenzweige und die Blätter entfernt werden zeigen ein ähnliches Verhalten. Sie zeigen eine deutlich geringere Anzahl pro Individuum mit etwa fünf, vier bzw. zwei Blütenständen, im Gegensatz zur Kontrolle die durchschnittlich 13 Blütenstände aufweist. Die Entwicklung der Blütenstände wird zudem durch die mechanische Beschädigung, im Vergleich zur Kontrolle, stark verzögert, so dass die ersten Blütenstände erst nach acht statt nach sechs Wochen auftreten. Nur die dekapitierten Pflanzen zeigen ein der Kontrolle ähnliches Bild, mit durchschnittlich etwa 10 Blütenständen, die nach sechs Wochen zum ersten Mal auftreten.

Im Fall der durchschnittlichen Anzahl der Seitenzweige ist die Entwicklung ebenfalls deutlich von der Kontrolle verschieden (Abb. 4.3.18). Vor allem die dekapitierten und defoliierten Varianten zeigen zu Beginn eine wesentlich stärkere Entwicklung der Seitenzweige. Sie setzt zwar erst nach zwei Wochen ein, wie bei der Kontrolle, erreicht allerdings nach vier Wochen bereits eine durchschnittliche Anzahl von sechs bzw. vier Seitenzweigen, im Gegensatz zur Referenz, die zu diesem Zeitpunkt erst durchschnittlich einen Seitenspross gebildet hat. Im Maximum bleiben sie jedoch deutlich hinter der Kontrolle zurück, mit nur sieben und vier Seitenzweigen, im Vergleich zu durchschnittlich 13 pro Individuum. Die Varianten mit entfernten Blütenständen bzw. Seitenzweigen zeigen eine Entwicklung, die der Kontrolle ähnlicher ist, bleiben jedoch zum Schluss wieder deutlich in der Anzahl zurück. Sie bilden durchschnittlich neun bzw. fünf Seitensprosse gegenüber 13 der Kontrolle. Anzumerken ist außerdem, dass die Variante mit den entfernten Seitenzweigen bereits zwei Wochen nach der Behandlung die ersten neuen Seitensprosse zeigen.

Die Entwicklung der Knoten ist im Fall der Pflanzen, bei denen die männlichen Blütenstände bzw. die Seitenzweige entfernt werden, der Kontrolle sehr ähnlich (Abb. 4.3.19). Diese erreicht durchschnittlich 12 Knoten pro Individuum, ebenso wie die beiden behandelten Varianten, die allerdings leicht darunter bleiben. Die Anzahl der Knoten bleibt bei den dekapitierten und defoliierten Pflanzen deutlich in der

Anzahl zurück und es können durchschnittlich nur acht bzw. sechs Knoten pro Pflanze festgestellt werden.

Zudem ist der Zuwachs bei allen behandelten Varianten nur minimal und beträgt in der gesamten Zeit nicht mehr als einen Knoten (Abb. 4.3.20). Entsprechend ist der Zuwachs bei allen behandelten Pflanzen wesentlich geringer als bei der Kontrolle.

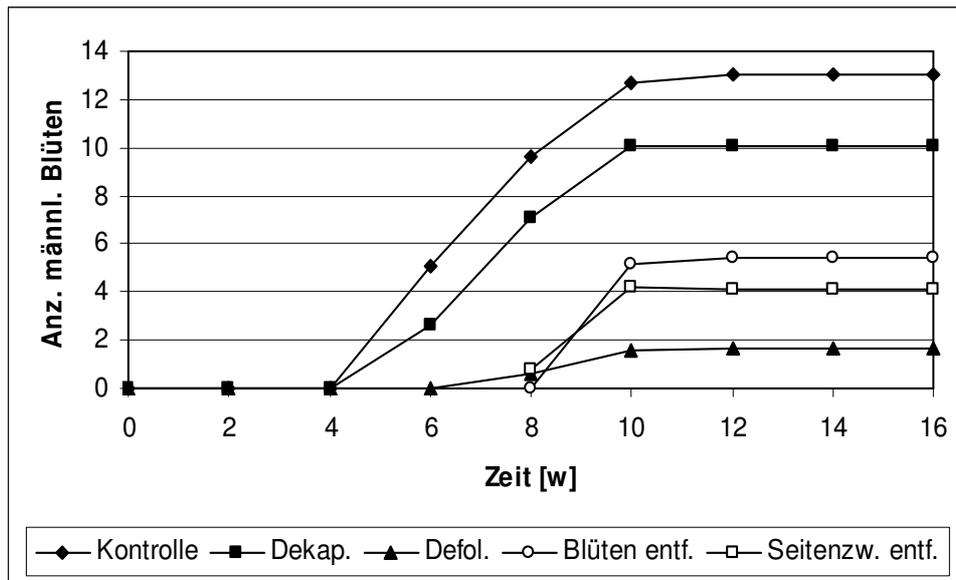


Abb. 4.3.17: Anzahl der männlichen Blütenstände der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

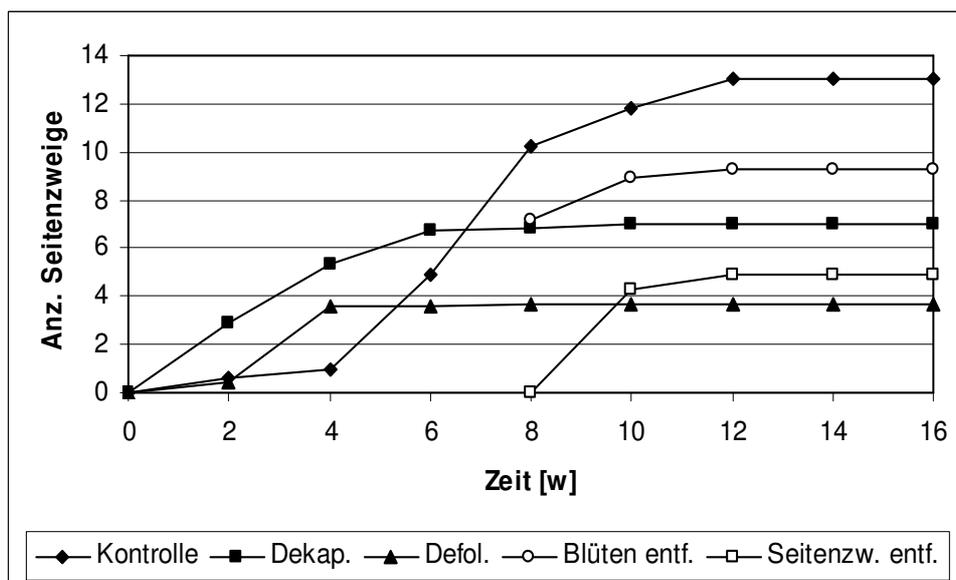


Abb. 4.3.18: Anzahl der Seitenzweige der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

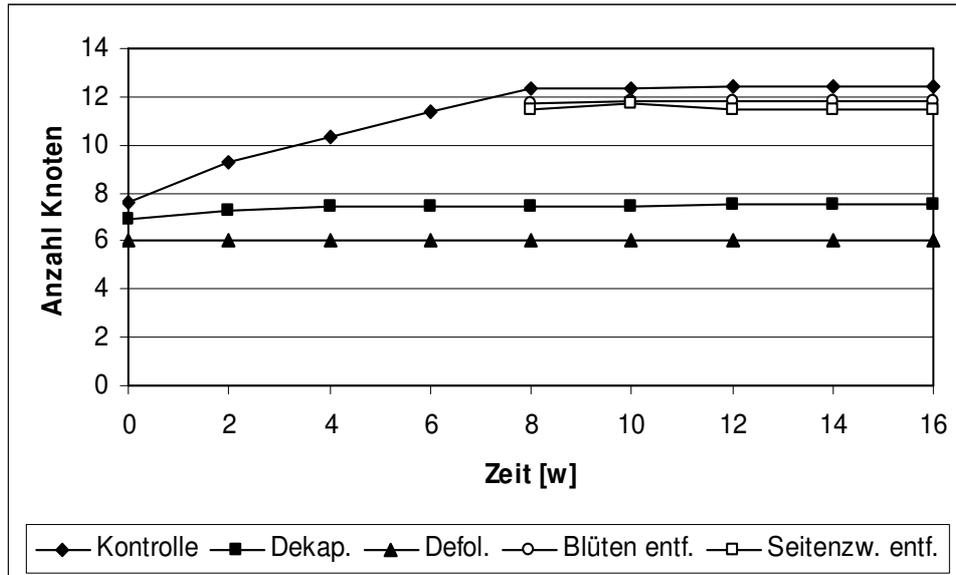


Abb. 4.3.19: Anzahl der Knoten der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

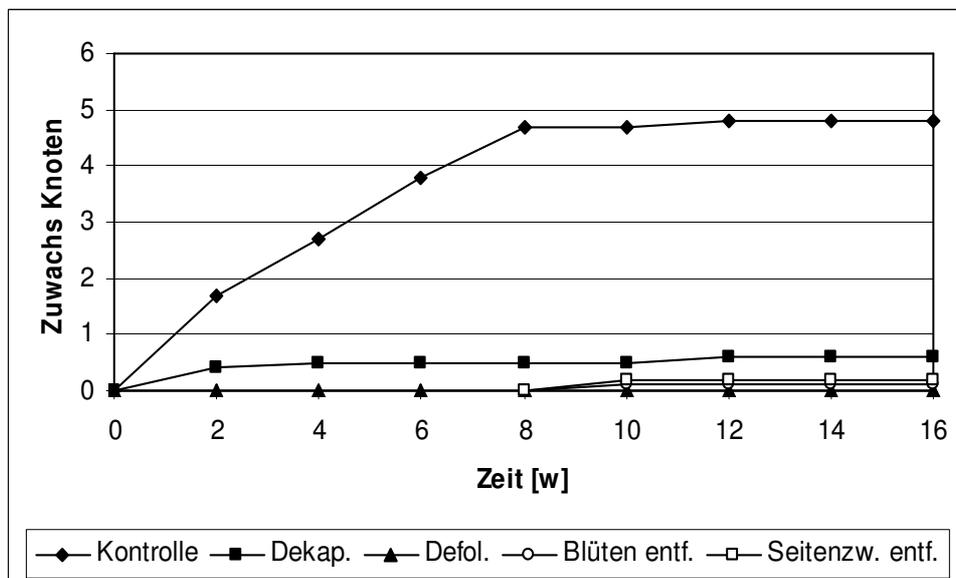


Abb. 4.3.20: Zuwachs an Knoten der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

Die Anzahl der Knoten mit Blättern ist bei allen Varianten, im Vergleich zur Kontrolle mit einem Maximum von durchschnittlich neun beblätterten Knoten, deutlich niedriger (Abb. 4.3.21). Die dekapitierten und defolierten Pflanzen zeichnen sich durch ein relativ konstantes Verhältnis von beblätterten zu unbeblätterten

Knoten aus. Es liegt bei durchschnittlich sechs bzw. vier Nodien mit Blättern, allerdings beginnen diese auch etwas früher ihre Blätter zu verlieren. Außerdem zeigen die defoliierten Pflanzen bereits zwei Wochen nach der Beschädigung neue Blätter. Die beiden anderen Varianten, denen die männlichen Blütenstände und die Seitenzweige entfernt werden, verlieren ihre Blätter hingegen etwas später, entwickeln sich sonst aber sehr ähnlich zu der Kontrolle.

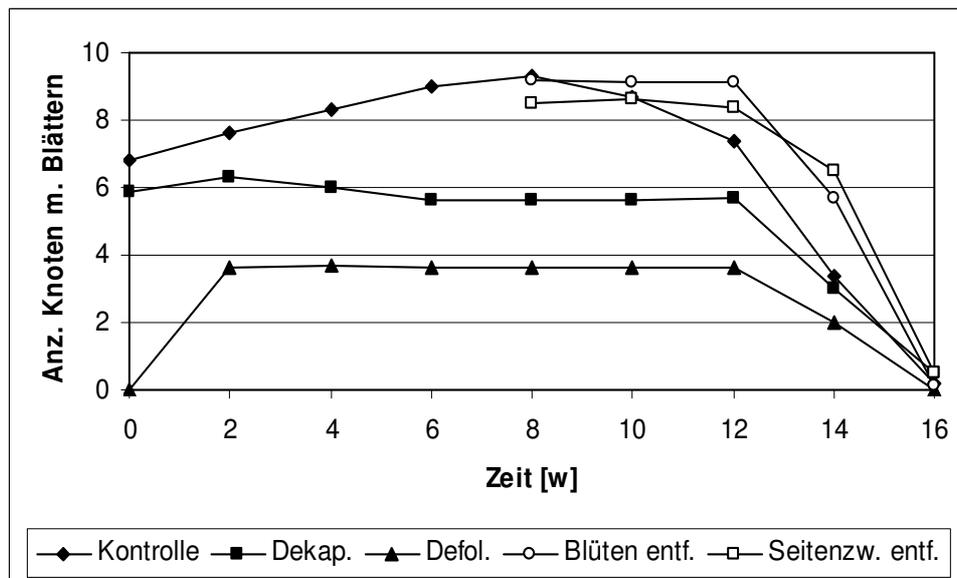


Abb. 4.3.21: Verlust der Blätter am Hauptspross der mechanisch beschädigten Pflanzen; die männlichen Blütenstände und Seitenzweige wurden erst ab der 8. Woche entfernt

Zusätzlich zu den oben durchgeführten mechanischen Beschädigungsvarianten werden noch, für eine weitere Variante, die Pflanzen komplett über dem Erdboden abgeschnitten. Diese Prozedur überleben nur zwei der 20 Pflanzen. Sie bilden jeweils zwei Seitenzweige mit einem männlichen Blütenstand, aber der Hauptspross wächst nicht mehr weiter.

4.3.3.2. Untersuchung der Überlebensrate während und nach der Überstauung von *A. artemisiifolia* L.

Überstauungstoleranz

Der Versuch zur Überstauungstoleranz zeigt über den untersuchten Zeitraum folgenden Verlauf:

1. Woche: keine Veränderung
2. Woche, 10. Tag: Hervortreten der roten Blattfarbpigmente durch Chlorophyllabbau bei fünf Individuen
2. Woche, 12. Tag: intensivierete Rotfärbung bei zwei der fünf Pflanzen
3. Woche, 17. Tag: bis auf drei alle Individuen mit Rotfärbung
4. Woche, 22. Tag (Ende): keine Veränderung

27 der 30 Individuen weisen am Ende des Versuches eine intensive Rotfärbung am Spross auf (s. dazu auch Abb. 4.3.22 - 4.3.25), fünf davon auch mit entsprechend gefärbten Blättern. Die untergetauchten Blätter sind insgesamt verrottet, aber keine der Pflanzen ist abgestorben.

Die Referenzpflanzen zeigen keine der beschriebenen Symptome, weisen aber z. T. eine jahreszeitbedingte Gelbfärbung einiger Blätter auf.

Überführung ins Trockene

Die Anzahl der überlebenden Individuen sinkt im Lauf der ersten 17 Tage von 30 auf 28 (Abb. 4.3.26). In den folgenden fünf Tagen steigt die Sterblichkeit deutlich an und es sterben fünf Individuen ab. Danach sinkt die Mortalität wieder und es stirbt in den anschließenden neun Tagen nur eine weitere Pflanze ab. Nach den nächsten 16 Tagen sind weitere 15 Individuen abgestorben. Die vier restlichen Pflanzen sterben innerhalb des verbleibenden Untersuchungszeitraumes, von etwa einem Monat, ab.



Abb. 4.3.22: Reaktion von *Ambrosia* auf Überstauung, 1. Tag nach Versuchsbeginn (2007)



Abb. 4.3.23: Reaktion von *Ambrosia* auf Überstauung, 7. Tag nach Versuchsbeginn (2007)



Abb. 4.3.24: Reaktion von *Ambrosia* auf Überstauung, 11. Tag nach Versuchsbeginn (2007)



Abb. 4.3.25: Reaktion von *Ambrosia* auf Überstauung, vier Tage vor Versuchsende (2007)

Die sechs Pflanzen der Referenz bleiben im Gegensatz dazu über die gesamte Untersuchungsdauer hinweg vital. Es zeigt sich jedoch, wie bei den länger überlebenden Pflanzen des Überstauungsversuches, eine herbsttypische gelbe Blattverfärbung.

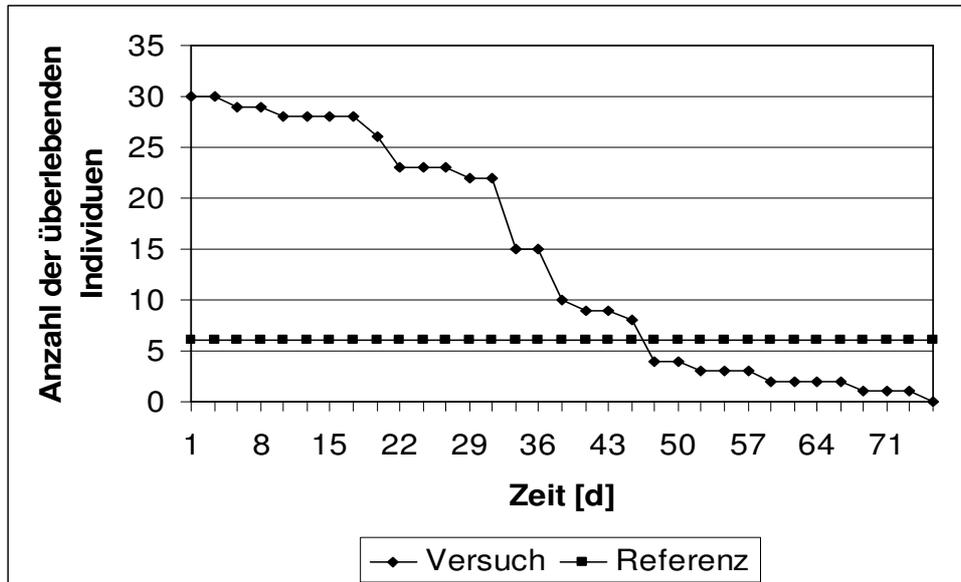


Abb. 4.3.26: Anzahl der überlebenden Individuen nach Überführung ins Trockene

4.3.3.3: Vergleich der Transpirationsraten von *A. artemisiifolia* L. mit fünf weiteren Unkräutern

Alle sechs untersuchten Kräuter zeigen ein sehr ähnliches Verhalten in der Transpiration während des dreistündigen Versuches. Der Gewichtsverlust verläuft sehr kontinuierlich und beträgt zwischen 25 % und 50 % des Frischgewichtes. Der geringste Verlust ist im Fall von *Solanum nigrum* L. mit etwa 25 % des Gewichtes zu verzeichnen. Die restlichen Pflanzen liegen mit einer Gewichtsabnahme von etwa 40 % bis 50 % wesentlich näher beieinander: *Sonchus oleraceus* L. verliert um die 40 %, *Conyza canadensis* (L.) CRONQ. ca. 43 %, *Galinsoga parviflora* CAV. etwa 45 %, *Ambrosia artemisiifolia* L. ca. 47 % und *Chenopodium album* L. etwa 50 %.

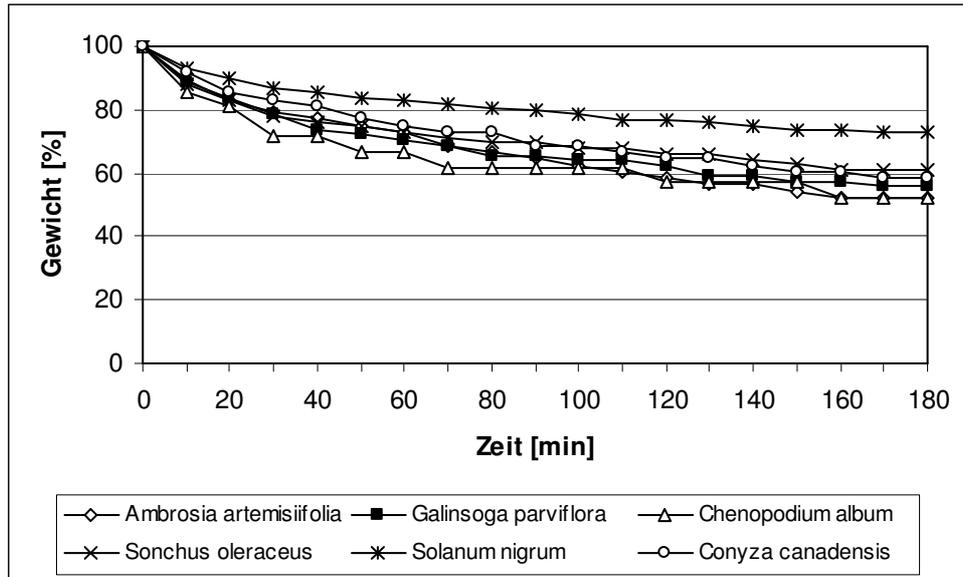


Abb. 4.3.27: Vergleich der Transpirationsraten von *A. artemisiifolia* mit fünf weiteren Unkräutern

4.3.3.4. Reaktion auf Herbizidbehandlung

Zu den zwei Untersuchungszeitpunkten zeigen sich die unten beschriebenen Auswirkungen des Herbizids Roundup auf die behandelten Individuen.

04.11.2005

1 - 4 %ige-Lösung

Nach einer Woche sind keine größeren Schäden erkennbar.

Nur Individuen, die mit der 4 %igen-Lösung besprüht werden, zeigen leichte Schäden.

10.11.2005

1 %ige-Lösung:

Kaum Schäden erkennbar, nur bei besprühten Individuen.

2 %ige-Lösung:

Starke Schäden bei besprühten Individuen; kaum erkennbare Schäden bei betupften Pflanzen.

4 %ige-Lösung:

Besprühte Individuen abgestorben. Schäden kaum erkennbar bei den betupften Pflanzen.

4.3.4. Diskussion

4.3.4.1. Zur Stresstoleranz von *Ambrosia artemisiifolia* L.

Die untersuchten Stressfaktoren haben z. T. sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die eingesetzten Individuen. Bei den Einflüssen von Kochsalz und mechanischer Beschädigung liegt die Erklärung für die vorliegende Reaktion nahe. Sie ist vor allem auf die negativen physiologischen Auswirkungen des Salzes und die mechanische Beeinträchtigung der Pflanze zurückzuführen. Dagegen lässt sich die Reaktion auf Kaliumnitrat nur bedingt erklären. Es ist aber wohl auch in diesem Fall durch die physiologischen Einflüsse des Kalisalpers zu begründen.

Abbildungen zur Veranschaulichung einiger Reaktionen finden sich im Anhang (ab S. 324, Abb. 10.22 – 10.26).

Die Behandlung mit der Kochsalzlösung bedeutet einen Eingriff in den Wasserhaushalt der Pflanzen, der zu den beobachteten Erscheinungen führt. Auffällig ist hierbei, dass der Einfluss der Lösungskonzentration auf die meisten untersuchten Parametern nur gering und das Ergebnis nahezu identisch ist. Die einzigen deutlichen Auswirkungen lassen sich bei der Anzahl der Seitensprosse und der männlichen Blütenstände erkennen. Da die Menge der Seitenzweige die der möglichen Blütenstände bedingt, ist diese Abhängigkeit im Resultat nicht überraschend.

Es ist viel mehr die Frage, wodurch diese Reaktion ausgelöst wird. Möglicherweise führt das Salz zu einer Erhöhung des Stresses für *Ambrosia*, der mit einer Förderung der Reproduktionbereitschaft verbunden ist. Dies würde zumindest die Erhöhung der Anzahl von männlichen Blütenständen erklären, jedoch nicht die der Seitenzweige. Vielleicht beeinträchtigt das Salz ebenfalls die apikalen Meristeme, was die Entwicklung der Seitenzweige stimulieren könnte. Das beschriebene Verhalten kann zumindest bei der am höchsten konzentrierten Lösung beobachtet werden. Die Werte sinken hier nicht noch weiter, wie erwartet und bei den schwächeren Konzentrationen beobachtet, sondern steigen auf ein Niveau an, das an die Kontrolle heranreicht oder diese sogar leicht übertrifft. Warum dies nicht auch durch die niedrigeren Konzentrationen von Natriumchlorid ausgelöst wird,

mag daran liegen, dass die Beeinträchtigung der Pflanzen nicht ausreichend ist um ein solches Verhalten hervorzurufen.

Dass die Ambrosie durchaus in der Lage ist höhere Gaben von Kochsalz, sogar in früheren Stadien ihres Lebens, zu tolerieren, konnte unter 4.1.4.1.2. gezeigt werden. So ermittelte DITOMMASO (2004), dass die Herkunft der Früchte eine große Rolle bei ihrer Keimfähigkeit in einer Kochsalzlösung spielt. Er konnte zeigen, dass Diasporen von Wuchsorten an Highways in der Lösung wesentlich besser keimten als solche von weniger ausgebauten Strassen. Die schlechtesten Ergebnisse erbrachten im Vergleich Früchte von Ackerwuchsorten. Dies spricht für eine Selektion präadaptierter Ökotypen, die in vergleichbarer Form auch bei anderen Therophyten beobachtet werden kann, die über einen längeren Zeitraum mit Natriumchlorid in Kontakt kommen.

Die größten Beeinträchtigungen im Wachstum zeigen sich im Vergleich bei den Varianten der mechanischen Schädigung. Besonders solche, bei denen große Teile der Pflanze, wie der Spross, die Seitenzweige und die Blätter, entfernt wurden, dokumentieren dies deutlich. Durch die großflächigen Schäden werden Teilen der Meristeme inaktiviert, was die Entwicklung der Art merklich zurücksetzt. Bei der Entfernung der Sprossspitze wird dagegen nur die apikale Wachstumszone entfernt, was zu einer Förderung der Seitensprosse führt (vergl. dazu 4.2.4.1.). Die mechanisch beschädigten Individuen weisen die meisten Seitenzweige auf, da bei der Behandlung die lateralen Meristeme nicht beschädigt wurden, auch wenn ihre Anzahl noch unter der der Kontrolle liegt. Dies ist dadurch zu begründen, dass *Ambrosia* durch eine Dekapitierung insgesamt in ihrer Entwicklung zurückgesetzt, aber die Entwicklung der Seitensprosse gefördert wird, wenn sich auch deren Anzahl dadurch nicht erhöht (IRWIN & AARSEN 1996). Dass die Art gegenüber verschiedenen Formen der mechanischen Beschädigung sehr tolerant ist, wurde bereits von BASSET & CROMPTON (1975) erwähnt. Sie stellten fest, dass sie Tritt, Schnitt und Beweidung gut ertragen kann. Dass die Toleranz gegenüber einer Mahd stark von der Schnitthöhe abhängt, wurde von VINCENT & AHMIM (1985) ermittelt. Die Autoren konnten zeigen, dass ein Schnitt auf eine Höhe von 5 cm die vegetative und reproduktive Trockenmasse zur Blütezeit signifikant beeinträchtigt, vor diesem Zeitpunkt jedoch nur geringe Auswirkungen hat. Außerdem beobachteten sie, dass eine Kürzung des Sprosses unter 5 cm einen großen Anteil

der Pflanzen absterben ließ. Dies konnte bei einem Schnitt der Pflanzen direkt über dem Boden in den eigenen Versuchen beobachtet werden, wobei 90 % der so behandelten Individuen keinen Neuaustrieb zeigten.

Der Zeitpunkt der Beeinträchtigung hat bei der Anzahl und dem Zuwachs der Knoten einen wesentlich größeren Einfluss als die Form der Schädigung. So führt eine späte Störung zu geringeren Abweichungen von der Kontrolle, als die Entfernung der Seitenzweige und der Blütenstände. Bei diesen Varianten der Störung lässt sich kein Zuwachs mehr festzustellen, da sie erst deutlich später als die anderen Varianten geschädigt wurden und ihre Entwicklung vor diesem Zeitpunkt weitgehend abschließen konnten. Dass dagegen die beiden anderen Formen der Beschädigung, die Entfernung der Sprossspitze und der Blätter, keinen oder nur einen sehr geringen Einfluss auf den Zuwachs an Knoten aufweisen, liegt an der Art der Schädigung. Wie bereits weiter oben beschrieben, werden bei diesem Prozess die für das Höhenwachstum verantwortlichen Meristeme ausgeschaltet und der Art ist dadurch kein weiterer Aufbau von Knoten möglich. Das danach zu verzeichnende Höhenwachstum wird durch die Streckung der Internodien bedingt und konnte ebenfalls unter 4.2.4.1. beobachtet werden.

Das sich die Kaliumnitrat behandelten Varianten ähnlich wie die Kontrolle verhalten, war nicht erwartet und ist deutlich schwieriger zu begründen. Möglicherweise führte die wöchentliche Gabe zu einer Akkumulation von KNO_3 in den geringvolumigen Töpfen, was in Verbindung mit der geringen Bewässerung eine Hemmung des Wachstums auslöste. Auch eine Inhibierung durch das geringe Erdvolumen der Töpfe ist möglich, wenn auch unwahrscheinlich, da bei der Kontrolle keine analogen Erscheinungen auftraten. Daher müsste über einen verbesserten Versuchsaufbau nachgedacht werden, der eine genaue Kontrolle des wirksamen Kaliumnitrats erlaubt. Dies war mit den vorliegenden Möglichkeiten nicht oder nur sehr schwer realisierbar, weswegen hierin ein guter Ansatzpunkt für zukünftige Forschungsvorhaben liegt. Es ist zudem möglich, dass sich durch vergleichbare Akkumulationserscheinungen die Reaktion der Art auf die unterschiedlichen Konzentrationen von NaCl erklären lässt. Da diese aber nicht so stark ausgeprägt ist, kann vermutet werden, dass der negative Einfluss des Kochsalzes in diesem Fall nicht so gravierend ist.

Es ist interessant, die Ergebnisse mit den Keimversuchen unter Einfluss von Kaliumnitrat zu vergleichen (s. dazu 4.1.4.1.2.). Es zeigt sich hierbei ein sehr ähnliches Resultat, nämlich das die Werte der behandelten Proben stets unter den der Kontrolle liegen. Dabei sind in beiden Versuchen die Werte der 0,07 M Lösung meist der Kontrolle am nächsten, gefolgt von den beiden anderen Konzentrationen, die untereinander oftmals nur geringe Unterschiede aufweisen. Wie in Versuch 4.1.4.1.2. liegt die Erklärung nahe, dass die am niedrigsten konzentrierte Lösung nicht ausreicht, um die Art zu fördern, während bei der stärksten Konzentration negative osmotische Effekte die positive Wirkung überlagern. Lediglich die 0,07 M Lösung, die in etwa einer standardisierten Düngergabe entspricht, zeigt etwas bessere Resultate. Dass *Ambrosia*, die als eine durch Stickstoff geförderte Pflanze gilt, in diesem Fall nicht von der Gabe profitieren kann, könnte an einem von TILMAN (1986) beschriebenen Effekt liegen. Er beobachtete, dass *Ambrosia* in der Lage ist auch auf sehr nährstoffarmen Böden durch eine effiziente Nutzung des Stickstoffs sehr schnell zu wachsen, was sie deutlich von konkurrierenden Arten der späteren Sukzessionsphasen unterscheidet. In diesem Zusammenhang ist es möglich, dass die oben erwähnte Akkumulation von KNO_3 in den Töpfen zu einer toxischen Beeinträchtigung geführt hat.

Dass die Ambrosie deutlich von Nitrat gefördert wird, konnte an verschiedenen Stellen auch in eigenen Experimenten beobachtet werden. Eine Kaliumnitratgabe kann jedoch nur bei guter Wasserversorgung effektiv genutzt werden. So erzielten die Pflanzen unter Trockenheitsstress und einer Gabe, die über 500 kg Stickstoff pro Hektar entspricht, nur 17 % des Wachstums einer unbehandelten Kontrolle. Ist die Wasserversorgung dagegen ausreichend, werden Werte bis zu 224 % der Kontrolle erreicht (BOLLINGER et al. 1991). Der einzige Parameter, bei dem in eigenen Versuchen ein zu erwartendes Verhalten auftrat, war der Zuwachs an Knoten über den Beobachtungszeitraum. Außerdem zeigte sich eine Verzögerung des Blattverlustes durch die Stickstoffgabe. Ersteres spricht für eine Förderung der Art durch die Düngung, während das zweite Phänomen in Verbindung mit einer stickstoffbedingten günstigen Ressourcenverteilung stehen könnte.

Wie schon im Fall des Stickstoffes erwähnt, zeigt sich der Einfluss der verschiedenen Behandlungen im Blattverlust zum Ende der Vegetationsperiode besonders deutlich. Dies ist vor allem bei den niedrigsten Konzentrationen der

Kochsalzlösung, allen Lösungen von Kaliumnitrat und den Varianten der mechanischen Beschädigung, bei denen die männlichen Blütenstände bzw. die Seitenzweige entfernt wurden, zu beobachten. In diesen Fällen tritt die Blattseneszenz erst deutlich nach der Kontrolle ein, was auf verschiedene Gründe zurückgeht.

Im Fall der mechanischen Beschädigung ist dies recht einfach zu erklären, da mit der Entfernung der betroffenen Pflanzenteile meist auch ein großer Teil der Blätter verloren ging und diese nachträglich neu gebildet werden mussten. So erreichen diese Individuen erst später als die anderen Individuen ihr Altersstadium. Dass bei der defoliierten Variante kein vergleichbares Ergebnis beobachtet werden konnte, liegt an dem deutlich früheren Behandlungstermin, rund acht Wochen vor den beiden anderen genannten Versuchen, und der schnellen Neubildung der Blätter, binnen zwei Wochen.

Das Verhalten nach der Behandlung mit den unterschiedlichen Salzlösungen ist dagegen schwieriger zu interpretieren. Hierbei könnten physiologische Effekte durch die verschiedenen Salze zu den vorliegenden Ergebnissen geführt haben. Dies müsste jedoch in den einzelnen Fällen für eine genauere Abschätzung näher untersucht werden. So führt z. B. nach HIROSE et al. (1996) eine erhöhte Aufnahme von Stickstoff zu einer Erhöhung des Blattflächenindex. Ob die längere Entwicklungsdauer ein Grund für die später einsetzende Blattseneszenz ist, müsste überprüft werden.

Neben den oben aufgeführten Toleranzen kann *Ambrosia* noch eine Reihe von weiteren potentiell schädlichen Stoffen ertragen. Dazu gehören auch verschiedene Schwermetalle, wie z. B. Blei, Cadmium und Zink. Untersuchungen ergaben, dass die Art in der Lage ist, über ihre Wurzeln fünf Mal mehr Blei aufzunehmen als Mais, allerdings nur etwa das zwanzigfache der Lösung im Spross zu speichern, im Vergleich zu der neunzigfachen Menge beim Mais (HUANG & CUNNINGHAM 1996). Zink kann *Ambrosia* dagegen bis zum siebenfachen der Menge des Mais aufnehmen (ROBINSON et al. 1947 in BASSET & CROMPTON 1975) Reproduktionen dieses Verhaltens im Labor ergaben Messungen von 965 mg bis 2000 mg Blei pro Kilogramm Sprossgewebe (PICHTEL et al. 2000, HUANG et al. 1997 in PICHTEL et al. 2000) und 1695 mg pro Kilogramm Wurzelgewebe (PICHTEL et al. 2000). In geringerem Ausmaß gilt dies auch für Cadmium, mit 12,8 mg pro Kilogramm

Sprossgewebe (PICHTEL et al. 2000). Die Fähigkeit der Ambrosie, große Mengen Schwermetalle in ihren Geweben zu speichern, führten in den USA zu Überlegungen, sie als Mittel zur so genannten Phytosanierung von belasteten Bereichen zu nutzen (HUANG & CUNNINGHAM 1996, PICHTEL et al. 2000).

Neben ihrer großen Toleranz gegenüber gelösten Schadstoffen im Boden kann *Ambrosia* auch hohe Konzentrationen an Ozon ertragen, das für andere Pflanzen schädlich ist. Nach ZISKA (2002) toleriert sie die vierfache Menge an O₃ ohne signifikante Veränderungen im Blattflächenindex, der Wachstums- und Photosyntheserate sowie der Biomasse. Sie gilt als Ozon-unempfindlich, was ihr in Stadtgebieten einen Vorteil gegenüber empfindlichen Konkurrenten verschaffen kann.

Es muss für die eigenen Versuche festgehalten werden, dass eine Überprüfung der Ergebnisse auf Signifikanz ergab, dass die Werte nur zwischen 0,130 und 1,0 liegen und somit nicht signifikant sind. Um dies zu gewährleisten, müsste der Versuch in einem deutlich größeren Maßstab wiederholt werden, der jedoch unter den gegebenen Bedingungen nicht möglich war. Trotzdem können die ermittelten Werte einen Trend aufzeigen, der Schlüsse auf das Verhalten der Art unter Stress zulässt.

Auffällig ist zudem das die Kontrolle im Fall einiger Parameter, besonders der Höhe, zu Beginn des Versuches stets etwas höhere Werte aufweist. Dies ist jedoch ein Zufall, der nicht auf unterschiedliche Kulturbedingungen in der Anzucht zurückzuführen ist, sondern durch die zufällige Auswahl der Kontrollpflanzen begründet werden kann.

Es wurde bereits diskutiert, ob *Ambrosia* in der Lage ist, unter Wasser zu keimen und sich nach einer anschließenden Anlandung zu etablieren. Es stellte sich heraus, dass eine Keimung zwar möglich ist, die nachfolgende Etablierung aus verschiedenen Gründen dagegen aber nicht gelingt (s. dazu 4.1.4.1.2.). Daher wurde angenommen, dass die Art ebenfalls nicht in der Lage ist, eine Überstauung für einen längeren Zeitraum zu tolerieren. Es zeigte sich jedoch, dass die Ambrosie durchaus in der Lage ist, eine längerfristige Überstauung weitgehend unbeschadet zu überstehen.

Der kritischste Punkt während einer längerfristigen Überstauung ist die Versorgung des Wurzelbereichs mit Sauerstoff. Dies ist jedoch möglich, da die Internodien der Sprosse bis in den Bereich des Wurzelhalses mit Mark gefüllt sind und so eine Luftversorgung der größeren Wurzeln mit Sauerstoff gegeben ist. Dieser Umstand wurde von LEIBLEIN (2008) näher untersucht, die in diesem Zusammenhang auch eine positive Korrelation der Porosität des Gewebes mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Substrats ermittelte, wodurch die Weiterleitung des Sauerstoffes in die betroffenen Bereiche erleichtert wird. Zudem zeigte sie, dass *Ambrosia* nicht nur in der Lage ist, längere Zeit in einem wassergesättigten Milieu als Jungpflanze zu überleben, sondern unter solchen Bedingungen sogar zu wachsen und sich zu reproduzieren. Dies konnte von LEIBLEIN an allen untersuchten Individuen festgestellt werden. Während der eigenen Untersuchungen trat außerdem eine Rotfärbung der Blätter auf, die bei LEIBLEIN nicht erwähnt wurde. Zunächst wurde diese als typische Reaktion auf Stress in Form einer verstärkten Einlagerung von Anthocyanen in den Blättern gewertet, welche die Photosynthesefähigkeit durch die Erhöhung der Menge an akzessorischen Pigmenten verstärken soll. Da sich aber zeigte das die Blätter keine tief- sondern eine blassrote Färbung annahmen, war davon auszugehen, dass es sich hierbei um einen Abbau des Chlorophylls handelte. Auslöser für den Abbau könnte eine verfrühte, stressbedingte Blattsenesenz gewesen sein. Dadurch treten die roten Pigmente des Lichtsammelkomplexes hervor, was mit einem weitgehenden Verlust der Photosynthesefähigkeit der betroffenen Bereiche verbunden ist. Entsprechend dürfte die Wachstumsleistung der überstauten Individuen stark herabgesetzt gewesen sein, was in diesem Experiment allerdings nicht durch Vermessungen überprüft wurde.

Das im Anschluss auf die Überführung erfolgende rasche Absterben der eigenen Versuchspflanzen ist auf mehrere Faktoren zurückzuführen. Hauptsächlich wird es durch die Jahreszeit ausgelöst. Da die Pflanzen durch die lange Überstauung stark gestresst waren, starben die ersten Individuen wesentlich früher ab, schon nach etwa zwei Wochen und nicht erst nach Einsetzen des ersten Frostes. Zusätzlich wirkte sich auch die andauernde Feuchte in den Töpfen negativ auf ihre Überlebenschancen aus. Obwohl die Töpfe drainiert waren und in der nachfolgenden Zeit nicht bewässert wurden, blieben sie witterungsbedingt dauerhaft feucht. Dies fördert in Verbindung mit dem vorhandenen Sauerstoff die Entwicklung

von Pathogenen, die die Wurzeln angriffen. In den meisten Fällen führte dies zu deren vollständigem Absterben, so dass die Sprosse nicht mehr ausreichend versorgt werden konnten und ihre Verankerung im Boden verloren.

Trotz der erwähnten Probleme gelang es einigen Pflanzen, sich vor ihrem Absterben zu reproduzieren, wenn auch in einem wesentlich geringeren Maße als Individuen, die ohne Stress kultiviert wurden. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass *Ambrosia* eine kürzere Überstauung auf gut drainiertem Substrat ohne größere negative Folgen überleben kann.

Als potentiell Unkraut ist die Reaktion der Art auf Herbizide von großem Interesse. Die meisten Mittel, wie auch das im eigenen Versuch verwendete Roundup, wirken direkt auf die apikalen Meristeme und führen zu einem Einstellen des Höhenwachstums und anderer Funktionen, das schließlich das Absterben der behandelten Pflanzen zur Folge hat. Am häufigsten werden die Mittel durch Sprühen aufgebracht. Andere Methoden, wie das experimentell nachvollzogene Applizieren durch Maschinen mit getränkten Walzen oder Lappen, sind in den meisten Fällen unpraktikabel. Entsprechend wiesen die betupften Individuen nur geringe Schäden durch die Behandlung auf, während das Besprühen wesentlich effektiver war. Die benetzte Oberfläche war durch den feinen Sprühnebel deutlich größer als bei der Methode durch Betupfen. Hierbei konnte zudem die eingesetzte Herbizidlösung an den Pflanzen herab laufen und so die Wirkung des Mittels beeinträchtigen. Dies ist auch ein Grund, warum diese Methode nur sehr selten angewandt wird.

In der Literatur wurden zahlreiche Herbizide diskutiert, die gegen *Ambrosia* gute Wirkung zeigen. Darunter befinden sich Diuron, Dicamba und Atrazin (TOMKINS & GRANT 1973, BOHREN et al. 2007, KAZINCZI et al. 2008c) mit Überlebensraten von weniger als 25 %. Die Anwendungsmöglichkeiten sind dabei aber stark von der befallenen Kultur abhängig. So können Sonnenblumenfelder kaum behandelt werden, da sowohl das Unkraut als auch die Nutzpflanze zur Familie der Asteraceae gehören. Somit sind die Individuen der Kulturpflanze für ein vergleichbares Spektrum von Wirkstoffen anfällig wie die Ambrosie. Dies macht einen Einsatz von Herbiziden, außer bei toleranten Sorten, schwierig. Einsetzbar sind hier Mittel wie Linuron oder Fenuron (KAZINCZI et al. 2008c), wobei diese aber auf humusarmen Böden trotzdem zu Schäden an der Kulturpflanze führen können.

Es existieren zahlreiche dokumentierte Fälle, in denen eine unsachgemäße Anwendung eines Herbizids zur Selektion resistenter Sippen geführt hat. Dies ist z. B. in den USA bei Cloransulam-Methyl (PATZOLDT et al. 2001) aufgetreten, wobei eine Mutation in der Acetolactat-Synthase, dem Zielenzym des Herbizids, dieses unempfindlich gegenüber dem Wirkstoff machte. Wie schnell eine solche Selektion stattfinden kann, lässt sich ebenfalls gut an diesem Beispiel veranschaulichen. Bereits drei Jahre nach Beginn der intensiven Anwendung des Herbizids konnten die ersten resistenten Individuen gefunden werden. Ein weiteres Beispiel für die Ausbildung einer Herbizidresistenz wurde von SAINT-LOUIS et al. (2005) dokumentiert. Die Autoren entdeckten in Québec eine gegenüber Linuron resistente Population, deren Individuen das Vierfache einer letalen Dosis zu 33 % und das Zehnfache zu 3 % ertrugen und sich danach noch reproduzieren konnten. KAZINCZI et al. (2008c) stellte zudem fest, dass die intensive Verwendung von Triazinen in den Sechziger Jahren des vorherigen Jahrhunderts zu einem resistenten Anteil von etwa 30 % der *Ambrosia*-Individuen in Ungarn im Jahr 2006 geführt hat. Dieses Verhalten der Art weist darauf hin, dass eine Bekämpfung wegen der hohen Anpassungsfähigkeit nie über einen längeren Zeitraum mit dem gleichen Herbizid erfolgen sollte.

Die Pflanze ist zudem durch ihre ausgeprägten regenerativen Fähigkeiten in der Lage, trotz abgestorbener Sprossspitzen aus den lateralen Meristemen wieder auszutreiben. Dies konnte z. B. im Raum Cottbus beobachtet werden, wobei allerdings nicht geklärt werden konnte, welches Herbizid zur Verwendung kam. Außerdem wurden nach Verwendung von einigen Mitteln Fälle beschrieben, in denen *Ambrosia* in der Lage war, den Wirkstoff in ein harmloses Produkt zu metabolisieren und danach unbeeinträchtigt weiter zu wachsen. Ein Beispiel ist für Imazethapyr belegt (BALLARD et al. 1996). Es zeigte sich in den ersten 21 Tagen eine Abnahme der Wachstumsrate um 50 % im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrolle. Nach insgesamt 56 Tagen war die Beeinträchtigung jedoch nur um weitere 13 % auf 63 % gestiegen, was auf eine Erholung der Art durch Aktivierung der lateralen Seitenknospen hinweist. Dies führt zu dem Schluss, dass *Ambrosia* durch das Herbizid nicht effektiv bekämpft werden kann. HAGER et al. (1999) stellen zudem fest, dass Imazethapyr bei geringer Bodenfeuchte schlecht aufgenommen wird. Dies macht die Anwendung des Mittels schwierig, da es somit von der Witterung wesentlich stärker abhängig ist als andere Herbizide, die vor allem nach

der Verwendung eine trockene Periode benötigen, wie z. B. im Fall von Roundup. Der große Einfluss der Wetterbedingungen während der Behandlung wurden auch von LEIF et al. (2000) beschrieben, die zudem feststellten, dass die Witterung bei der Überlebensfähigkeit von *Ambrosia* wesentlich stärkere Auswirkungen hat als eine Anpassung an den spezifischen Wuchsort bei Proben unterschiedlicher Herkunft.

Diese Probleme bei der Bekämpfung zeigen, dass die Ambrosie unter Umständen ein ernstzunehmendes Unkraut sein kann, dessen Ausbreitung auf landwirtschaftliche Nutzflächen vermieden werden sollte.

Neben den erwähnten chemischen Bekämpfungsmethoden wurden in einigen Ländern auch verschiedene Organismen als mögliche Methoden zur biologischen Unkrautbekämpfung untersucht bzw. erprobt. Einer der am häufigsten erwähnten Organismen ist der Ambrosia-Blattkäfer (*Zygogramma suturalis* F.). Er wurde z. B. in Russland (REZNIK et al. 1994) und Kroatien (IGRC et al. 1995) mit vergleichbarem Resultat freigesetzt. Es konnte festgestellt werden, dass der Käfer als Bekämpfungsmethode nicht geeignet ist, da seine Populationsgröße zu stark von der Bestandsgröße von *Ambrosia* abhängig ist und er die Art zwar beeinträchtigen, aber nicht zurückdrängen kann. Ähnliches gilt für den Ambrosiakäfer (*Ophraella communa* LESAGE), der zudem die Kulturpflanze leicht beeinträchtigen kann (DERNOVICI et al. 2006). Weitere untersuchte Arten sind unter anderem der Weiße Rostpilz (*Albugo tragopogi* GRAY), der innerhalb von 21 Tagen 74 % der Versuchspflanzen befiel und ihre Reproduktionsfähigkeit deutlich einschränkte (HARTMANN & WATSON 1980) und *Liothrips spec.*, die aber wegen der mangelnden Spezifität und der daraus resultierenden Gefährdung für die Sonnenblume als Kontrollorganismus ungeeignet sind (MCFADYEN & WEGGLER-BEATON 2000). Die Schwierigkeiten in der Identifizierung eines geeigneten Nützlings spiegeln mit ihren Resultaten auch in diesem Fall die häufig auftretenden Probleme bei der Freisetzung solcher Organismen in der Umwelt wider.

4.3.4.2. Transpirationsraten von *Ambrosia* im Vergleich zu anderen Unkräutern

Ein auffälliges Phänomen zeigt sich bei *Ambrosia*, sobald die Pflanze über der Wurzel abgeschnitten oder mit ihr aus der Erde gezogen wird. In beiden Fällen ist dabei das Resultat identisch: die Pflanze zeigt innerhalb kurzer Zeit, etwa nach drei bis fünf Minuten, abhängig von der Umgebungstemperatur, einen deutlichen Turgorverlust. Dieser wirkt sich zunächst vor allem auf die Blätter aus und betrifft nach längerem Abschneiden der Wasserzufuhr ebenfalls die jüngeren und zarteren Sprosssteile. Es muss jedoch auch angemerkt werden, dass der stärkste Wasserverlust unmittelbar nach dem Ausreißen bzw. Abschneiden und vor dem dadurch verursachten Verschließen der Stomata stattfindet. Dies konnte durch die gleichzeitige Vermessung mehrerer unterschiedlicher Individuen nicht erfasst werden, und stellt einen guten Ansatzpunkt für Verbesserungen bei einer Wiederholung des Experimentes dar.

Es fiel beim Auswägen und dem Vergleich mit den anderen Arten auf, dass *Ambrosia* nicht wesentlich mehr Masse als die anderen Pflanzen verliert. Daher muss der Eindruck des schnellen und starken Erschlaffens auf andere Faktoren zurückzuführen sein. Grund für dieses Verhalten ist wohl, dass in die betroffenen Pflanzenteile ein geringerer Anteil an Festigungsgewebe investiert wird. Somit führt ein Ausbleiben der Wasserversorgung zu einem auffälligen Turgorverlust der genannten Organe. Eine Untersuchung des Skleromorphiegrades nach IVERSEN (1936) ergab, dass die Pflanze mesomorph ist und entsprechend durch den Versuch die zarteren Teile besonders betroffen sind. Das Defizit an Stützgewebe kann durch eine effiziente Wasserversorgung kompensiert werden. Dies wird durch das z. T. tief reichende Wurzelsystem gewährleistet (LEIBLEIN 2008). Entsprechend lässt sich auch die Entwicklung der Art erklären, die nur bei guter Wasserversorgung hohe Wachstumsleistungen erbringt. Ist dagegen die Versorgung zu niedrig, verkümmern die Pflanzen und erreichen nur geringe Wuchshöhen. Die Durchwurzlungsfähigkeit ist dabei stark von Substrat abhängig. So erreichte sie bei LEIBLEIN (2008) in einem sandhaltigen Gemisch Tiefen von bis zu 70 cm, was der Pflanze erlaubt, an tiefer liegende Wasserreservoirs zu gelangen, die andere Therophyten mit ihrem flacheren Wurzelsystem nicht erreichen können. So kann sie auch in Gebieten mit leichten Böden, wie z. B. in Brandenburg, in heißen Sommern trotz der zarten Blätter die auffällige Vitalität erhalten, die sie im Gegensatz zu den anderen

Pflanzen auszeichnet. Hilfreich wirkt sich in diesem Zusammenhang auch die von SCHNEIDER (1996) beschriebene Fähigkeit aus, in Lehmknöllchen einzuwachsen (s. dazu 4.2.4.3.).

4.4. Konkurrenzversuche

4.4.1. Einleitung

Ambrosia artemisiifolia wird immer wieder nachgesagt, dass sie eine ausgesprochen konkurrenzstarke Pflanze ist und sogar in der Lage ist, eigenständig in geschlossene Ökosysteme einzudringen (ALBERTERNST et al. 2006). Um die Konkurrenzfähigkeit zu überprüfen, sind verschiedene Experimente nötig, bei denen vor allem der Einfluss der Ambrosie auf Kulturpflanzen abgeschätzt werden soll. Zu den untersuchten Pflanzen gehören vor allem Hackfrüchte, wie die Zuckerrübe und Kartoffeln, sowie weitere Kulturpflanzen. Die Konkurrenz von *Ambrosia*-Individuen untereinander wird ebenfalls untersucht, um die Leistungsfähigkeit der Art bei verschiedenen Pflanzungsdichten abschätzen zu können.

Das Verhalten von *A. artemisiifolia* in mehr oder minder geschlossenen Pflanzengesellschaften, wie z. B. in Rasenflächen, älteren Brachen oder auch als Beimengung in so genannten Blühstreifen, ist von Interesse. Entsprechend wird die Art dort unter kontrollierten Bedingungen eingebracht und ihre Entwicklung beobachtet. Da die Spezies in naturnahen Bereichen zumeist sehr schnell wieder verschwindet, wird zudem ein Experiment durchgeführt, bei dem das Verhalten gegenüber ausbleibender Störung und damit zunehmender Konkurrenz durch andere Unkräuter beobachtet wird.

Als Letztes wird die Aussage untersucht, dass *Ambrosia* eine allelopathische Wirkung auf die Keimung verschiedener Pflanzen aufweist (BHOWMIK & DOLL 1984, BÉRES et al. 2002, BRÜCKNER et al. 2003). Dies wird anhand von Keimtests unterschiedlicher Kulturpflanzen, die verschiedenen Extrakten bzw. Teilen von *Ambrosia* ausgesetzt werden, nachvollzogen.

4.4.2. Material und Methoden

4.4.2.1.1. Entwicklung von *Ambrosia*-Pflanzen bei intraspezifischer Konkurrenz

Im Frühjahr 2006 wurden 15 handelsübliche Plastiktöpfe (Ø 25 cm) mit Blumenerde befüllt und Früchte von *Ambrosia* eingesät (eigene Ernte, Botanischer Garten 2005, stratifiziert). Die Anzahl der gekeimten Individuen wurde nach vier Wochen durch jäten so reduziert, dass sich jeweils drei Töpfe mit 1, 5, 10, 20 und 50 Individuen ergaben. Die Kultur erfolgte im Gewächshaus. Die Pflanzen in den Töpfen wurden gleich behandelt, regelmäßig bewässert und überzählige neue Keimlinge, sofern erkennbar, entfernt.

Im Herbst 2006 wurden die einzelnen Versuchsteile ausgewertet. Hierfür wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Höhe
- Anzahl der Seitenzweige, sowie deren Länge
- Anzahl der männlichen Blütenstände
- Anzahl der Früchte
- Frisch- bzw. Trockengewicht

Für alle Punkte, bis auf die Höhe der Pflanzen und die Länge der Seitenzweige, wurden sowohl die durchschnittlichen als auch absoluten Werte angegeben. Bei der Höhe und der Länge der Seitenzweige wurden jeweils nur die durchschnittlichen Werte angegeben

4.4.2.1.2. Konkurrenzversuche mit verschiedenen Kulturfrüchten

Allgemeiner Versuchsaufbau

Im Erweiterungsbereich des Botanischen Gartens wurden mehrere Beete mit den Maßen 2 x 3 m angelegt. Die Saat der Kulturpflanzen wurde in jeweils fünf Reihen zu je acht Pflanzen pro Reihe ausgebracht. Der Abstand der Pflanzen und der Reihen untereinander betrug jeweils 40 cm. Über die entsprechenden Beete wurde zusätzlich eine abgezählte Menge von *Ambrosia*-Früchten gleichmäßig

ausgebracht (s. Abb. 4.4.1). Vor der Pflanzung wurden die Beete gefräst und leicht gedüngt. Bei Bedarf wurden die Beete bewässert und regelmäßig höher stehendes Unkraut entfernt.

Nach der Ernte wurde der Ertrag der einzelnen Beete bestimmt und der Verlust des Ertrages durch die Konkurrenz mit *A. artemisiifolia* berechnet.

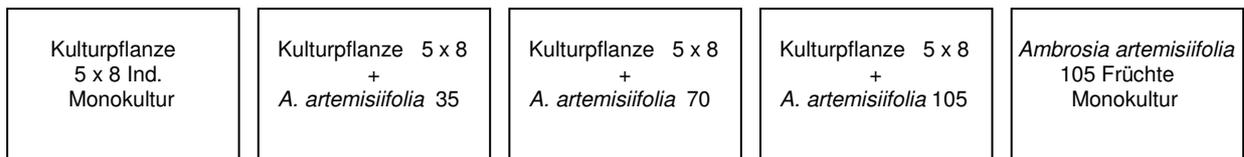


Abb. 4.4.1: Schema der angelegten Beete

In den Jahren 2005 bis 2007 wurden folgende Konkurrenzversuche durchgeführt (s. Tab. 4.4.1):

Tab. 4.4.1: Durchgeführte Konkurrenzversuche

Kulturfrucht	Beetgröße und -anzahl	eingesetzte Menge <i>A. artemisiifolia</i>	Herkunft der Früchte
2005			
<i>Solanum tuberosum</i>	2 x 3 m, je 5	s. Abb. 4.4.1	Ungarn 2004,
<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	2 x 3 m, je 5	s. Abb. 4.4.1	G. Schrader
2006			
<i>Solanum tuberosum</i>	2 x 3 m, je 5	s. Abb. 4.4.1	BS 2005,
<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	2 x 3 m, je 4	s. Abb. 4.4.1	Bot. Garten
<i>Zea mays</i> cv. „Aventora“	2 x 3 m, je 5	s. Abb. 4.4.1	stratifiziert
<i>Helianthus annuus</i>	2 x 3 m, je 5	s. Abb. 4.4.1	
2007			
<i>Beta vulgaris</i> ssp. <i>vulgaris</i>	4,5 x 4,5 m, je 7	1 x 0; 6 x 400 Früchte	BS 2006

2006 konnte der Konkurrenzversuch mit *Helianthus annuus* L. nur begrenzt ausgewertet werden, da während der Kultivierung Phytophagen auftraten und einen großen Teil der Pflanzen vernichteten. Das Nachpflanzen der betroffenen Individuen führte zu einer verzerrten Darstellung, da eine Vergleichbarkeit mit den nicht betroffenen Versuchsteilen nur bedingt möglich war.

Außerdem wurde bei dem Versuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L. aus Platzgründen auf das Anlegen der Monokultur von *A. artemisiifolia* L. verzichtet.

2007 wurde der allgemeine Versuchsaufbau abgewandelt, um eine bessere statistische Auswertbarkeit zu erzielen. Dazu wurden sieben Beete ausschließlich

mit Saat von Zuckerrüben bepflanzt, 150 pro Beet mit je 40 cm Abstand zueinander. Für den Versuch wurden Früchte von *A. artemisiifolia* verwendet, die 2006 im Botanischen Garten Braunschweig geerntet und vor Verwendung stratifiziert wurden.

4.4.2.1.3. Simulation einer Verunreinigung von Saatgut mit Früchten von *A. artemisiifolia* L.

Am 22.05.06 wurde Saatgut eines so genannten „Blühstreifens für Zuckerrüben ohne Leguminosen“, bestehend aus *Sinapis alba* L., *Phacelia tanacetifolia* Benth. und *Raphanus sativus* L., auf fünf 2 x 3 m Flächen ausgesät und danach mit *Ambrosia*-Früchten in Mengen von 0, 10, 20, 50 und 100 Früchten bestreut.

Blühstreifen werden zur Reduzierung der bewirtschafteten landwirtschaftlichen Fläche eingerichtet. Dazu wird die beschriebene Saatmischung, die unter anderem auch Sonnenblumensaat enthalten kann, eingesetzt und in einen etwa 2 m breiten Randstreifen eingesät. Diese Streifen werden bis zur nächsten Aussaatperiode nicht weiter behandelt. Der wirtschaftliche Anreiz für die Landwirte besteht in einer Subventionierung durch das jeweilige Bundesland.

Mit *Sinapis alba* L. wurde ein vergleichbares Experiment durchgeführt, es wurden jedoch aus Platzgründen nur 1 x 1 m groß Beete angelegt und auf die Variante mit 100 Früchten von *Ambrosia* verzichtet.

Alle Beete wurden bei Bedarf bewässert und der Keimungserfolg von *A. artemisiifolia* für 9 Wochen regelmäßig begutachtet (10.07.-07.09.06).

4.4.2.1.4. Einsaat von Früchten in eine gestörte und eine ungestörte Rasenmatrix

Auf je einen ungestörten und gestörten Quadratmeter einer Rasenmatrix wurden am 25.05.06 Früchte von *A. artemisiifolia* (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2005, stratifiziert) ausgebracht (s. Abb. 4.4.2). Die entsprechenden Flächen wurden in je einer Gruppe zu zwei (1 x 2 m) und vier (2 x 2 m)

zusammengestellt und eingezäunt, um ungewollte Störung von außen zu verhindern. Um die gewünschte Störung innerhalb der Quadrate zu erreichen, wurde mit einer Gartenhacke die Rasenmatrix oberflächlich kräftig beschädigt und entfernte Stücke beiseite geschoben. In die so vorbereiteten Störstellen erfolgte die Einsaat der Früchte. Im Fall der ungestörten Rasenmatrix wurde der Rasen intakt gelassen und die Früchte direkt eingestreut. Die eingezäunten Rasenstücke wurden bei Bedarf bewässert und nicht gemäht. Eine Untersuchung der Parzellen auf Keimlinge von *Ambrosia* erfolgte für etwa 9 Wochen regelmäßig (10.07.-07.09.06).

In den folgenden Jahren wurden weitere Kontrollen in den Vegetationsperioden 2007 und 2008 in Abständen von etwa zwei Monaten durchgeführt.

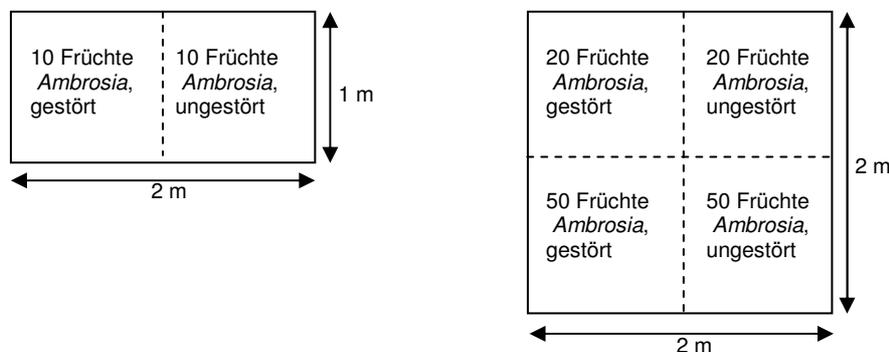


Abb. 4.4.2: Schema der angelegten Störstellen

4.4.2.1.5. Dauerversuch zur Abschätzung des Einflusses ausbleibender mechanischer Störung

Im Frühjahr 2006 wurden im Erweiterungsbereich des Botanischen Gartens Braunschweig in einem Beet 5 x 4 Plastikkübel (Fassungsvermögen ca. 60 l) bis auf 5 cm in die Erde eingesenkt. Diese wurden zuvor im Boden mehrfach zu Drainagezwecken angebohrt und danach mit handelsüblicher Blumenerde befüllt. In je vier dieser Kübel wurden je 10, 20, 60 und 80 Früchte von *A. artemisiifolia* (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2005, stratifiziert) eingesät. Danach wurden keine weiteren Pflegemaßnahmen vorgenommen, außer dass die Kübel bei Bedarf bewässert wurden. Der Keimungserfolg und das Überdauern der Pflanzen wurden in regelmäßigen Abständen kontrolliert (2006-08).

4.4.2.1.6. Einfluss der Konkurrenz von verschiedenen Unkrautdichten auf die Etablierung von *A. artemisiifolia* L.

Am 07.05.2008 wurden auf einem Teil der Flächen des Versuches 4.4.2.1.2. von 2007 drei Beete mit einer Größe von 3,5 x 4 m angelegt. Die Flächen wurden vor dem Einrichten gefräst und es wurden kein zusätzlicher Dünger oder Früchte von *Ambrosia* eingebracht, da ebenfalls die Regenerationsfähigkeit aus der Samenbank untersucht werden sollte. In der folgenden Zeit wurde bei einem Beet kein Unkraut entfernt. Bei einer weiteren Versuchsanlagen wurde etwa 50 % des Unkrauts und bei der Anderen alle Pflanzen außer *Ambrosia* entfernt. Die Flächen wurden regelmäßig auf ihren Bestand von *Ambrosia* hin bonitiert und bei Bedarf Unkraut entfernt sowie bewässert.

Am 14.08.2008 wurden die Individuen der Ambrosie nach Beeten getrennt geerntet und auf ihre Höhe und die Anzahl der Seitenzweige hin vermessen.

4.4.2.1.7. Einsatz von Früchten in eine Sandackerbrache

Am 11.06.07 wurde auf dem Gelände eines aufgelassenen Spargelackers in 10 Probestellen je 10 Früchte von *A. artemisiifolia* (eigene Ernte; Botanischer Garten Braunschweig 2006, stratifiziert) eingesät. Diese Stellen lagen entlang einer Verbindungslinie zwischen zwei markanten Punkten, je ca. 3 m voneinander entfernt (Abb. 4.4.3). Eingesät wurden die Früchte in bereits vorhandenen offenen Stellen oder in die entsprechend aufgelockerte Matrix. Die Stellen wurden für 17 Wochen regelmäßig auf Keimlinge von *A. artemisiifolia* kontrolliert (04.07.-30.10.07).

Am 16.06.08 erfolgte eine letzte abschließende Kontrolle der Einsaatstellen.

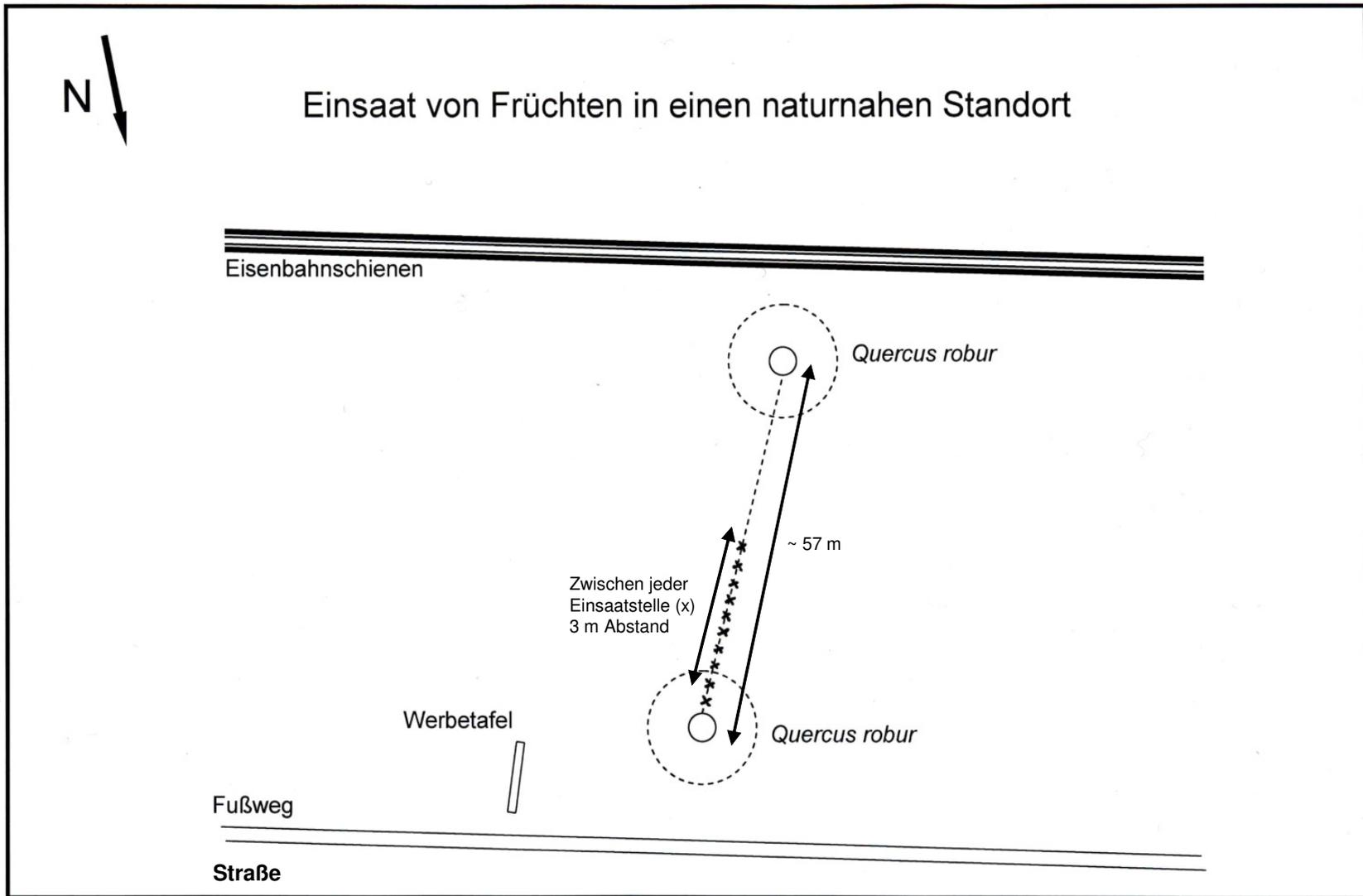


Abb. 4.4.3: Versuchsaufbau zur Einsaat von Früchten in eine Sandackerbrache

4.4.2.2.1. Einfluss von *Ambrosia*-Waschwasser und Extrakten auf die Keimung von Garten-Kresse (*Lepidium sativum* L.)

Für diesen Versuch wurden pro Variante je 200 Samen von handelsüblichem *Lepidium sativum* L. in Petrischalen (Ø 9 cm, 20 Samen pro Schale) auf Filterpapier ausgelegt. Variante 1 wurde als Kontrolle angelegt und die Samen mit 5 ml sterilem Leitungswasser angefeuchtet. Für die Varianten 2 und 3 wurden jeweils eine nicht blühende und blühende *Ambrosia*-Pflanze von etwa 30 cm Größe in 100 ml destilliertem Wasser für etwa 10 Minuten gewaschen. Von dem so entstandenen Waschwasser wurden je 5 ml zum Befeuchten der Schalen verwendet. Für die Extrakte aus den ganzen Pflanzen (Variante 4, ohne Blütenstände) und aus den Blütenständen (Variante 5) wurden 100 bzw. 50 g mit 550 ml bzw. 250 ml destilliertem Wasser im Mixer homogenisiert, filtriert und das Filtrat zentrifugiert, um die verbleibenden festen Bestandteile abzutrennen. Von dem Überstand wurden, wie bei den anderen Varianten, ebenfalls jeweils 5 ml zum Befeuchten der Schalen verwendet. Die Schalen wurden bei konstant 18 °C im Klimaschrank kultiviert und für etwa 5 Wochen täglich auf den Keimerfolg hin überprüft (06.09.-06.10.06).

4.4.2.2.2. Einfluss von verschiedenen Teilen der *Ambrosia*-Pflanze auf die Keimung von Saat-Weizen (*Triticum aestivum* L. em. FIORI et PAOL.)

Der Versuch wurde wie unter 4.4.2.2.1. beschrieben mit Karyopsen von *Triticum aestivum* L. em. FIORI et PAOL. durchgeführt. Die Kontrolle blieb in ihrer Durchführung gleich, aber die restlichen Varianten wurden abgewandelt. Für die Varianten 2 und 3 wurden pro Schale jeweils 10 Früchte von *A. artemisiifolia* (eigene Ernte, Botanischer Garten Braunschweig 2005, stratifiziert) hinzugefügt, die für Variante 3 zusätzlich noch eine Woche vorkeimten. Den Varianten 4 und 5 wurde jeweils ein Blatt der Pflanze beigelegt. Für Variante 4 wurden diese 3 Tage an der Luft getrocknet und für Variante 5 frisch direkt von der Pflanze verwendet. Die Bedingungen für die Kultivierung und die Kontrolle glichen denen des Versuches unter 4.4.2.2.1. (etwa 5 Wochen, 23.10.-27.11.06).

4.4.3. Ergebnisse

4.4.3.1.1. Entwicklung von *Ambrosia*-Pflanzen bei intraspezifischer Konkurrenz

Für alle Varianten - eine Pflanze, fünf, 10, 20 und 50 Pflanzen pro Topf - werden in je drei Töpfe Früchte von *Ambrosia* eingesät. Da bei allen Topfvarianten mehr Diasporen eingestreut werden als zum Schluss endgültig vorhanden sein sollen, um die gewünschte Mindestanzahl zu gewährleisten, enthalten die Varianten mit 20 bzw. 50 Individuen pro Topf z. T. wesentlich mehr Pflanzen (21, 29 und 40 bzw. 53, 62 und 70). Es ist in diesen Fällen schwierig die Töpfe zerstörungsfrei auf die genaue Anzahl zu untersuchen und überzählige Keimlinge zu entfernen. Eine Zusammenfassung der Daten der Töpfe mit je einem Individuum bzw. 10 Individuen zu einer Säule, unter Angabe des Schwankungsbereichs, ist wegen der sehr hohen Schwankungen einiger Werte nicht sinnvoll (vergl. dazu auch Abb. 10.27-10.31, im Anhang S. 327-329).

Die maximale Höhe wird von Variante 1a mit 122 cm erreicht (Abb. 4.4.4). Variante 1b ist mit 118 cm noch ähnlich hoch, während 1c nur noch 80 cm misst. Mit zunehmender Individuendichte nimmt die durchschnittliche Höhe kontinuierlich ab. Die Pflanzen aus Topf 5a sind noch 70 cm hoch während die 70 Individuen im Durchschnitt nur 24 cm messen. Nur die Variante 10b fällt aus dem Trend der Darstellung heraus, mit durchschnittlich 56 cm hohen Pflanzen.

Ähnlich verhält sich die durchschnittliche Anzahl der männlichen Blütenstände pro Individuum (Abb. 4.4.5). Die Töpfe mit je nur einer Pflanze zeigen zwischen 17 und 89 Blütenständen, wobei die Variante 1b die meisten Blütenstände aufweist. Bei höheren Individuendichten sinkt die durchschnittliche Anzahl schnell auf nahezu Null ab. Fünf Pflanzen pro Topf erreichen noch bis zu 11 Blütenstände im Durchschnitt, während bei einer Dichte von 70 Individuen durchschnittlich nur noch weniger als einen Blütenstand vorhanden ist. Die Varianten 6 und 10b heben sich von diesem Trend ab, mit 27 bzw. 10 Blütenständen im Durchschnitt.

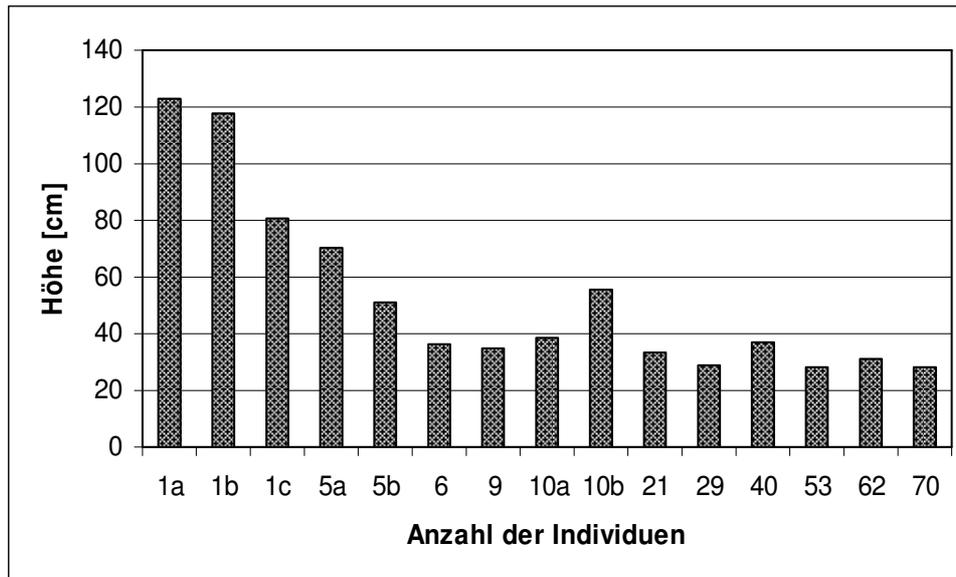


Abb. 4.4.4: Höhe der Individuen bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

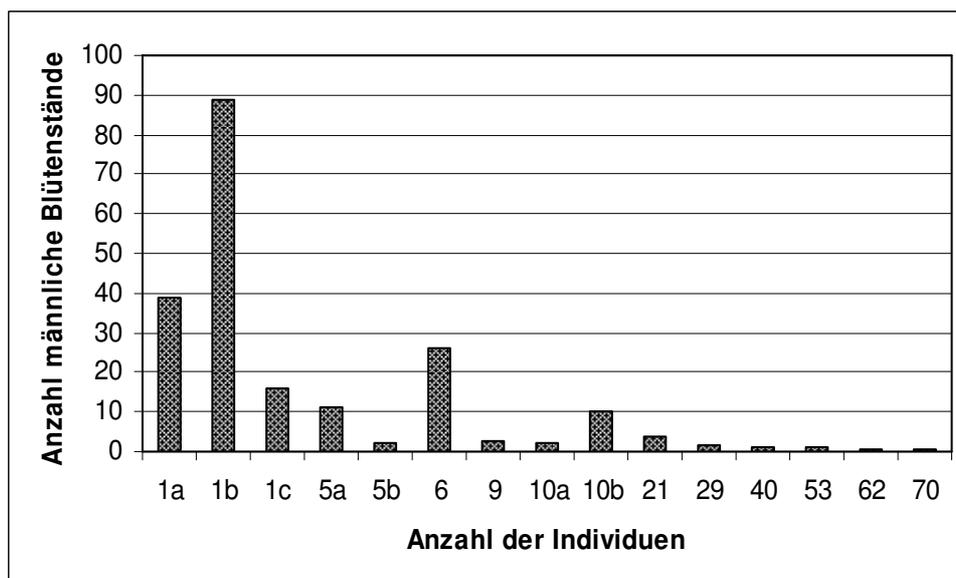


Abb. 4.4.5: Anzahl der männlichen Blütenstände bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

Auch die Anzahl der Seitenzweige sinkt mit zunehmender Individuenzahl stark ab (Abb. 4.4.6). Die Varianten mit je einer Pflanze im Topf haben zwischen 21 und 27 Seitensprossen. Bei Topf 5a sinkt die Anzahl auf durchschnittlich zehn Seitenzweige und bei 70 Individuen beträgt sie weniger als einen Seitenspross im Durchschnitt. Auffällige Ausnahmen treten nicht auf.

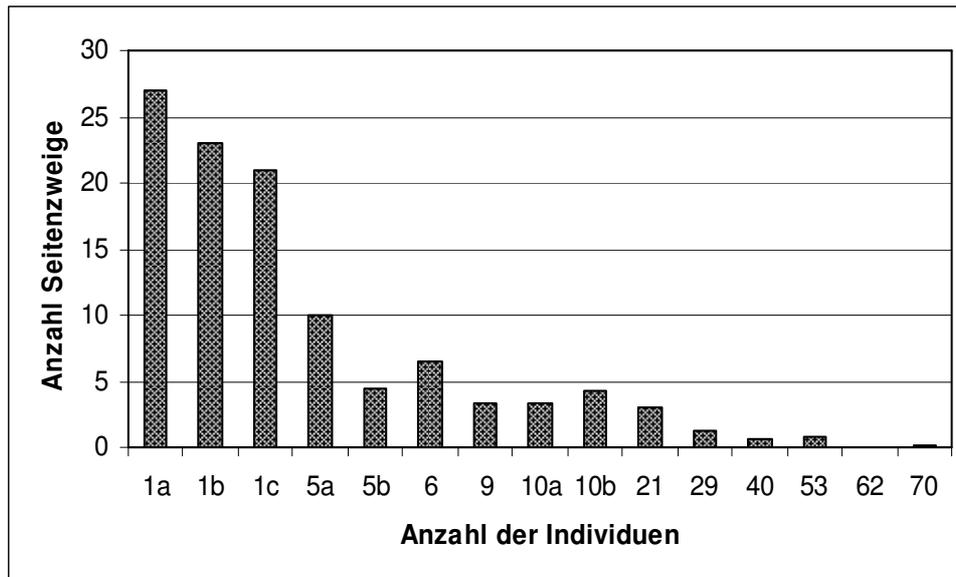


Abb. 4.4.6: Anzahl der Seitenzweige bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

Die durchschnittliche Länge der Seitenzweige ist im Gegensatz zu den meisten anderen untersuchten Parametern in ihrem Ergebnis sehr heterogen (Abb. 4.4.7). Die ermittelten Werte reichen von längeren Seitenzweigen, mit bis zu 37 cm bei einer Pflanze pro Topf, bis zu kürzeren Seitensprossen, mit einer durchschnittlichen Länge von weniger als 1 cm bei 70 Individuen pro Topf. Die verschiedenen Individuendichten dazwischen zeigen keinen einheitlichen Trend.

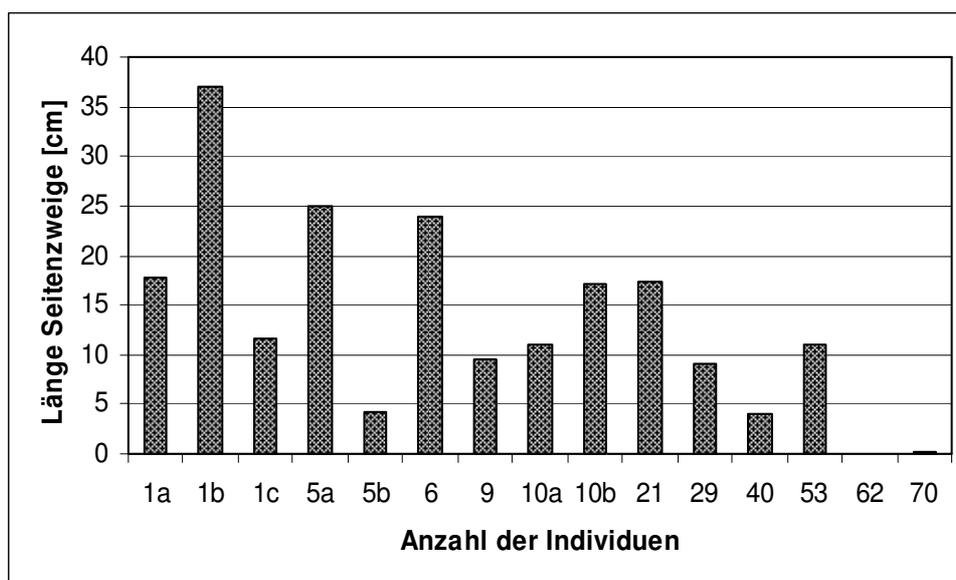


Abb. 4.4.7: Länge der Seitenzweige bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

Die durchschnittliche Anzahl der Früchte orientiert sich an der gleichen Tendenz, der alle anderen untersuchten Parameter, mit Ausnahme der Länge der Seitenzweige, gefolgt sind. Es zeigt sich wieder, dass die einzeln kultivierten Individuen mit einem Ergebnis zwischen 250 und 650 Früchten pro Pflanze den höchsten Wert erreichen (Abb. 4.4.8). Schon bei einer Dichte von fünf Individuen sinkt die Menge auf durchschnittlich 160 Früchte und erreicht mit weniger als 10 Früchten bei einer Dichte von 70 Pflanzen ihr Minimum. Ausnahmen von diesem Trend stellen die Varianten 6 bzw. 10b dar, die im Durchschnitt 140 bzw. 80 Früchte pro Pflanze erreichen.

Es ist aber zu beachten, dass die Gesamtanzahl der Früchte für die Töpfe 5a, 6, 10b und 21 mit Werten zwischen 789 bis 862 Diasporen wesentlich höher ist als die der Einzelpflanze aus Topf 1b mit 638 Früchten (s. Abb. 10.29 im Anhang, S. 328). Wird die durchschnittliche Anzahl ermittelt, zeigt sich das oben angegebene Ergebnis.

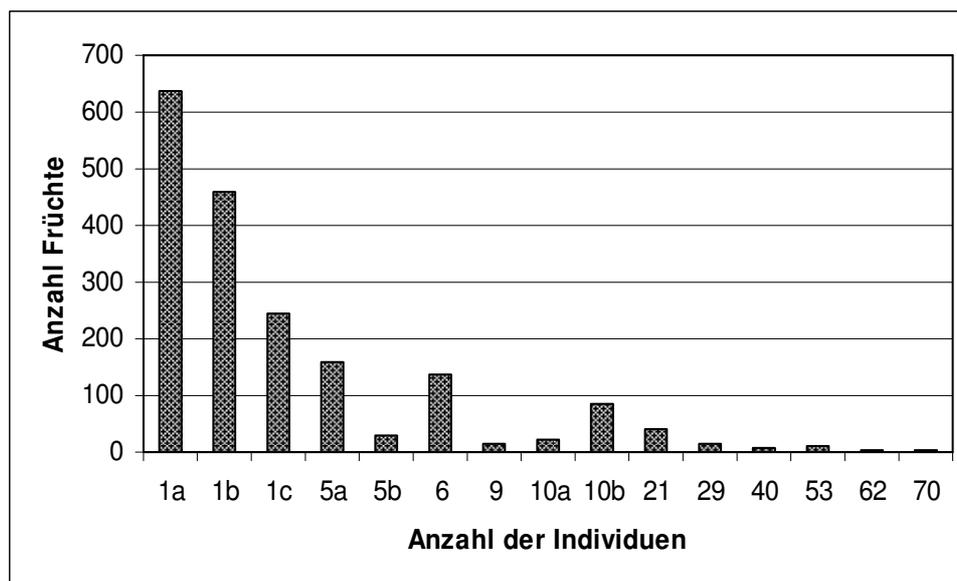


Abb. 4.4.8: Anzahl der Früchte bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

Die Frischmasse ist bei den einzeln kultivierten Pflanzen mit 63 g bis 22 g am höchsten. Bei höheren Pflanzdichten sinkt die Masse kontinuierlich ab (Abb. 4.4.9). Fünf Individuen haben eine Frischmasse von durchschnittlich 5 g bis 36 g, während sie bei 70 Pflanzen pro Topf nur noch weniger als 1 g im Durchschnitt beträgt. Die

einzig auffallende Ausnahme von dieser Tendenz stellt Variante 10b mit durchschnittlich 28 g pro Individuum dar.

Wie für die absoluten Werte der Anzahl der Früchte beobachtet gilt entsprechend, dass die Gesamtfrischmasse der Pflanzen in Töpfen mit mehreren Individuen wesentlich höher sein kann als die Masse der Einzelpflanzen aus Topf 1a und 1b (s. Abb. 10.30 im Anhang, S. 328). Wird dagegen die durchschnittliche Anzahl ermittelt, zeigt sich das oben angegebene Ergebnis.

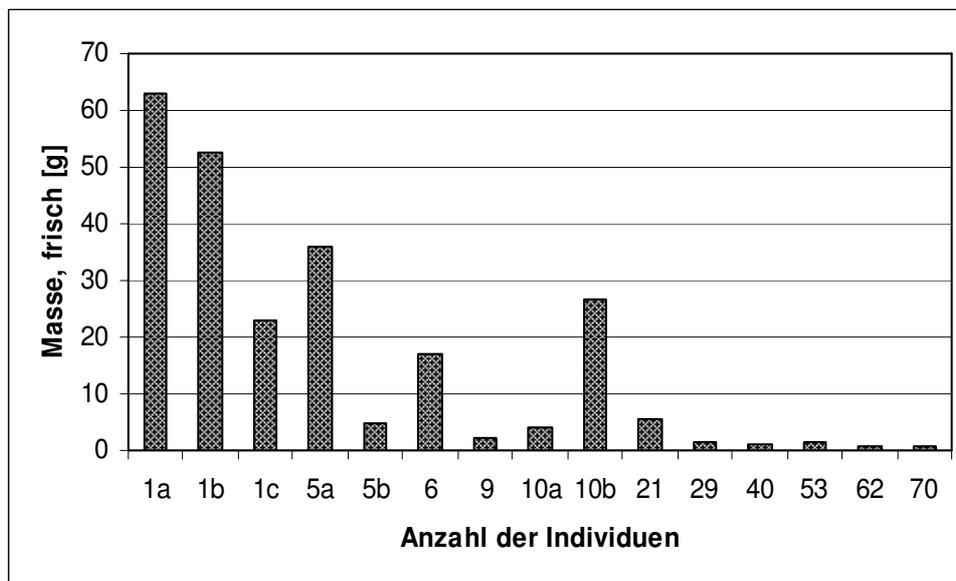


Abb. 4.4.9: Frischmasse bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

Die Bestimmung der Trockenmasse zeigt ein ähnliches Bild wie bei der Frischmasse (Abb. 4.4.10). Pflanzendichten von einem Individuum pro Topf erreichen zwischen 4,5 g bis 13 g Trockenmasse pro Individuum, die Varianten mit fünf Pflanzen zwischen 0,5g und 10 g. Im Folgenden sinkt mit der weiter zunehmenden Individuendichte auch die Trockenmasse ab. Somit sind bei 70 Individuen durchschnittlich nur noch 0,1 g vorhanden. Die Variante 10b zeigt auch hier wieder die stärkste Abweichung vom Trend, mit durchschnittlich 9,5 g pro Individuum.

Die bei der Frischmasse erwähnte Abweichung im Bezug auf die durchschnittlichen und absoluten Werte (s. vorne und Abb. 10.31 im Anhang, S. 329) gilt natürlich in ähnlichem Maß für die Trockenmasse.

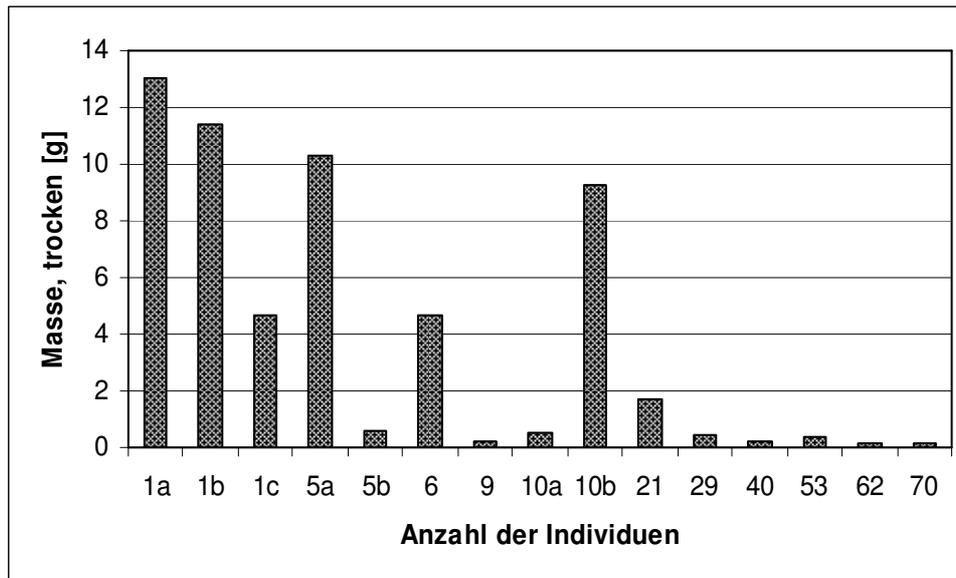


Abb. 4.4.10: Trockenmasse bei verschiedenen Individuendichten (Durchschnitt)

4.4.3.1.2. Konkurrenzversuche mit verschiedenen Kulturfrüchten

2005

Der erste Konkurrenzversuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L. erzielt in der Monokultur ohne den Einfluss durch *Ambrosia* 31,3 kg (Abb. 4.4.11). Die Variante mit 35 eingesäten *Ambrosia*-Früchten, aus denen 15 Pflanzen keimen (Tab. 4.4.2), senkt den Ertrag auf 16,6 kg, also um 47 %. Diese Tendenz setzt sich bei der nächsten Variante mit 70 eingesäten Früchten fort. Zehn Pflanzen keimen und ihre Konkurrenz senkt den Ertrag der Zuckerrübe um 53 % auf 14,6 kg. Das Beet mit der höchsten Einsaat, 105 Früchte, erbringt den geringsten Ertrag mit 9,3 kg und damit einen Verlust von 70 % bei 18 gekeimten *Ambrosia*. Die *Ambrosia*-Pflanzen stehen bei der schwächsten Konkurrenzvariante in lockeren Beständen, während sie bei den anderen dicht beieinander stehen.

Die im Konkurrenzversuch mit der Kartoffel gekeimten Individuen von *A. artemisiifolia* sind insgesamt eher klein und schwach verzweigt. Sie stehen in sehr lockeren Beständen aus sechs bei 35 eingesäten Früchten, neun bei 70 Früchten,

und 19 Pflanzen in der Variante mit 105 Früchten (Tab. 4.4.3). Entsprechend gering ist der Einfluss auf den Ertrag der Kulturpflanze. Die Monokultur erzielt ohne die Konkurrenz von *Ambrosia* 11,4 kg. Unabhängig von der Anzahl der eingesäten Früchte sinkt der Ertrag kaum. Es werden 8,2 kg bei 70 eingesäten Früchten, und 9,6 kg, bei 35 und 105 eingesäten Früchten erreicht. Dies entspricht einem Ertragsverlust von 16 % und 28 % (Abb. 4.4.12).

Abbildungen für die Monokultur der Kartoffel ohne *Ambrosia* und die Konkurrenzvariante mit 105 eingesäten Früchten der Art (Abb. 10.40-10.43) finden sich im Anhang ab S. 331.

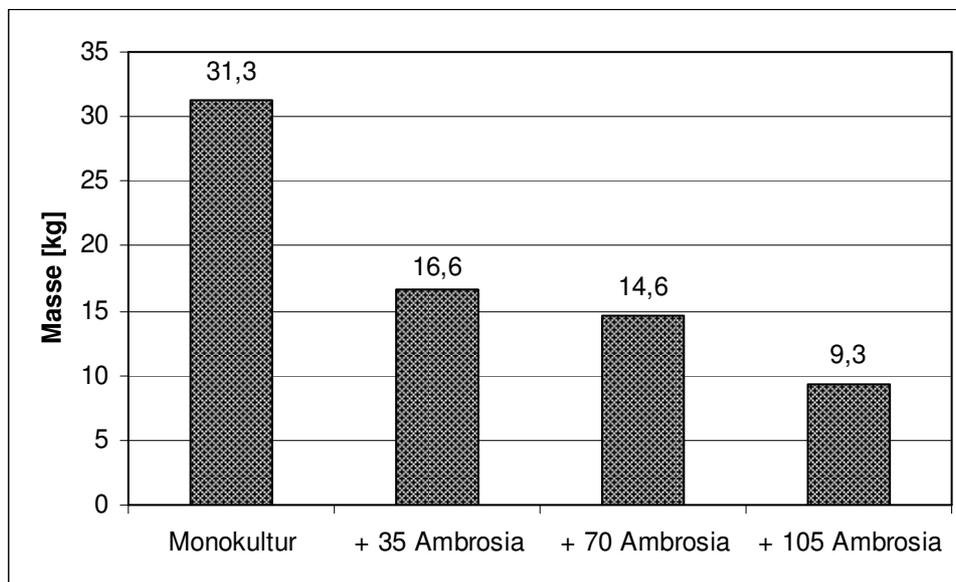


Abb. 4.4.11: Ertragsverlust von *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* durch *A. artemisiifolia*

Tab. 4.4.2: Kontrolle der Anzahl von *B. vulgaris* ssp. *vulgaris* und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Beta</i> (20.06.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (20.06.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (17.10.)
<i>Beta vulgaris</i> Monokultur	29	-	-
<i>Beta vulgaris</i> + 35 <i>Ambrosia</i> -Fr.	22	5	15*
<i>Beta vulgaris</i> + 70 <i>Ambrosia</i> -Fr.	24	6	10**
<i>Beta vulgaris</i> + 105 <i>Ambrosia</i> -Fr.	22	13	18**
<i>A. artemisiifolia</i> Monokultur	-	17	19

*) Bestand locker

**) Bestand dicht

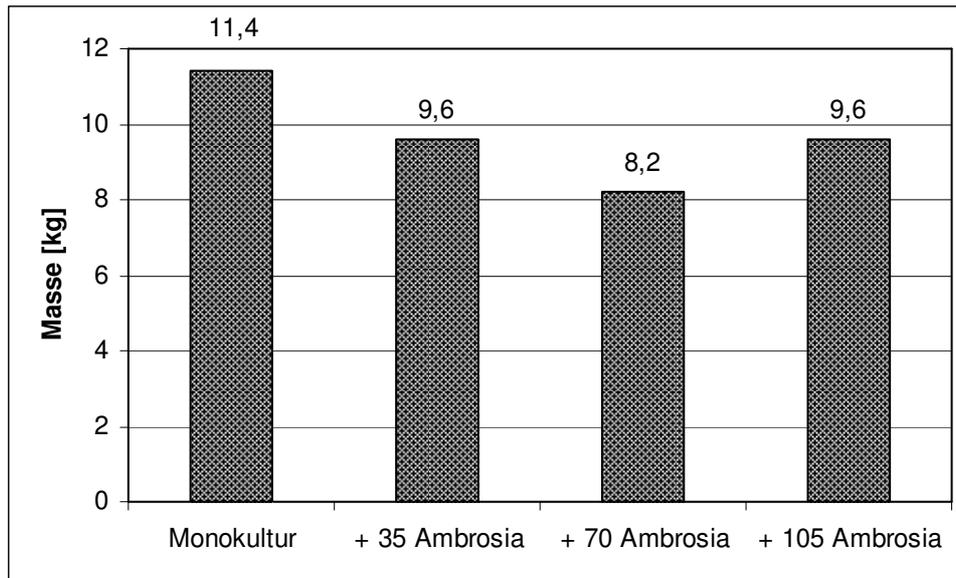


Abb. 4.4.12: Ertragsverlust von *Solanum tuberosum* durch *A. artemisiifolia*

Tab. 4.4.3: Kontrolle der Anzahl von *S. tuberosum* und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Solanum</i> (20.06.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (20.06.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (16.08.)
<i>Solanum tuberosum</i> Monokultur	40	-	-
<i>Solanum</i> + 35 <i>Ambrosia</i> -Fr.	40	1	6
<i>Solanum</i> + 70 <i>Ambrosia</i> -Fr.	37	2	9
<i>Solanum</i> + 105 <i>Ambrosia</i> -Fr.	40	9	19
<i>A. artemisiifolia</i> Monokultur	-	16	21

2006

Der aus dem Konkurrenzversuch mit *B. vulgaris* 2005 ermittelte Trend kann in dem Folgeversuch nur bedingt bestätigt werden (Abb. 4.4.13). Die Monokultur erbringt einen Ertrag von 20,7 kg. Allerdings weisen die Varianten, bei denen 35 bzw. 70 Früchte von *Ambrosia* eingesät werden, sogar noch höhere Erträge von 23,5 kg bzw. 21,8 kg auf. Das entspricht einer zusätzlichen Masse von 12 % und 5 %. Dagegen zeigt die Variante mit den meisten eingesäten Früchten einen Ertrag von nur 8,5 kg, was einem Verlust von 57 % entspricht und somit wesentlich besser zu dem Ergebnis von 2005 passt. Grund für diese Entwicklung ist, dass die *Ambrosia*-

Pflanzen in diesem Jahr insgesamt schlechter wachsen. Sie stehen in lockeren Beständen, die Individuen sind schwach verzweigt und werden nur bis zu 125 cm groß. In den beiden Varianten, die mit weniger Früchten eingesät werden, treten nur 11 und sieben Individuen von *Ambrosia* auf (Tab. 4.4.4). Die Variante mit 105 eingesäten Früchten weist zwar auch nur 11 Individuen auf, allerdings sind diese stärker verzweigt und sie bilden auch einen dichteren Bestand.

Abbildungen zu den einzelnen Versuchsvarianten (Abb. 10.32-10.35) finden sich im Anhang ab S. 329.

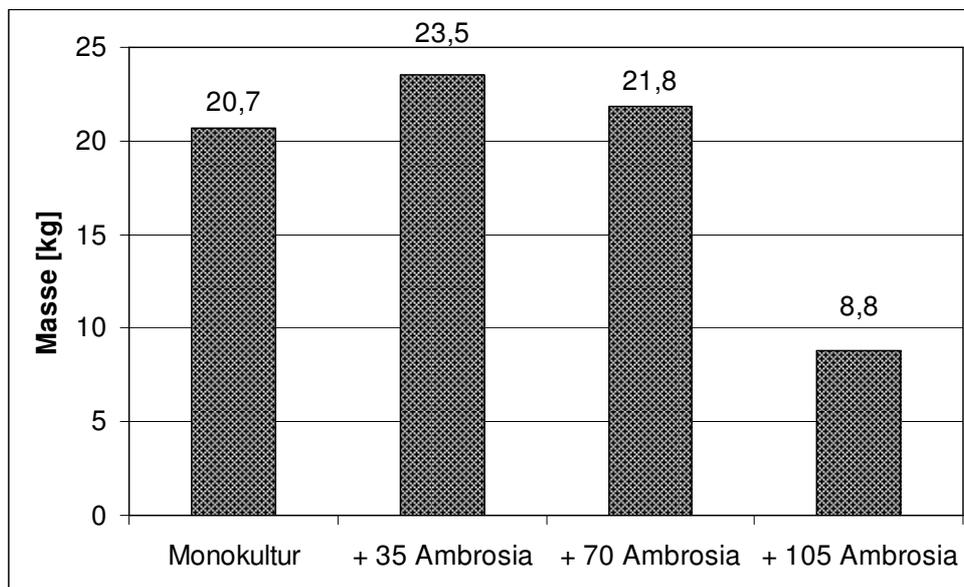


Abb. 4.4.13: Ertragsverlust von *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* durch *A. artemisiifolia*

Tab. 4.4.4: Kontrolle der Anzahl von *B. vulgaris* ssp. *vulgaris* und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Beta</i> (10.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (10.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (21.10.)
<i>Beta vulgaris</i> Monokultur	19	-	-
<i>Beta vulgaris</i> + 35 <i>Ambrosia</i> -Fr.	25	6	11
<i>Beta vulgaris</i> + 70 <i>Ambrosia</i> -Fr.	26	7	7
<i>Beta vulgaris</i> + 105 <i>Ambrosia</i> -Fr.	11	11	11

Das Ergebnis des Versuches von 2005 wird durch dieses Experiment weitgehend bestätigt. Die Bestände der *Ambrosia*-Pflanzen sind dicht, bestehen aber nur aus jeweils acht Individuen bei 35 eingesäten Früchten und neun Individuen, bei 70 eingesäten Früchten (Tab. 4.4.5). Eine Ausnahme stellt die Variante mit 105 eingesäten Diasporen dar, da die Ambrosien hier einen lockeren Bestand aus 10 Pflanzen bilden. Die Monokultur ohne *Ambrosia* erzielt einen Ertrag von 15,5 kg, während die beiden Varianten mit weniger eingesäten Früchten nahezu gleich viele Kartoffeln erbracht haben: 14,5 kg und 14,9 kg (Abb. 4.4.14). Dies entspricht einem Verlust von 7 % bzw. 4 %. Nur die Variante mit den meisten eingestreuten *Ambrosia*-Früchten zeigt ein vom Trend abweichendes Ergebnis. Hier wird sogar ein Ertrag von 17,6 kg erzielt, was einem Plus von 11 % entspricht.

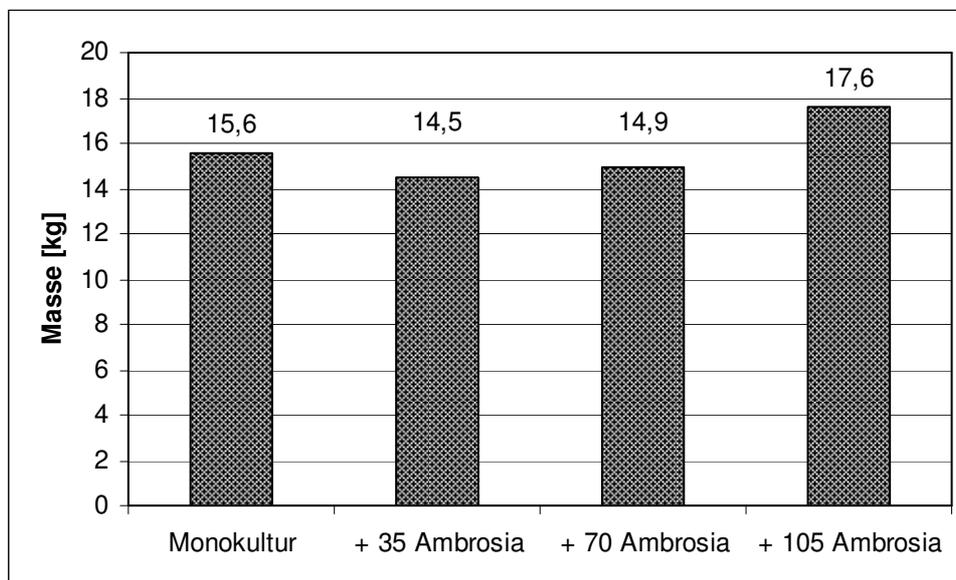


Abb. 4.4.14: Ertragsverlust von *Solanum tuberosum* durch *A. artemisiifolia*

Tab. 4.4.5: Kontrolle der Anzahl von *S. tuberosum* und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Solanum</i> (10.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (10.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (15.09.)
<i>Solanum tuberosum</i> Monokultur	38	-	-
<i>Solanum</i> + 35 <i>Ambrosia</i> -Fr.	37	5	8**
<i>Solanum</i> + 70 <i>Ambrosia</i> -Fr.	39	6	9**
<i>Solanum</i> + 105 <i>Ambrosia</i> -Fr.	35	2	10*
<i>A. artemisiifolia</i> Monokultur	-	3	4

*) Bestand locker

***) Bestand dichter

Im Fall der Maissorte „Aventora“, die für die Biogasproduktion verwendet wird, zeigt sich ein sehr ähnliches Bild wie bei den Versuchen mit der Zuckerrübe. Der Ertrag wird in Fruchtstände und die restliche Pflanze aufgeteilt. Die Anteile an der Gesamtmasse schwanken bei den verschiedenen Konkurrenzvarianten von 48,2 % bis 56,2 % für die Fruchtstände und von 43,8 % bis 51,8 % für die verbleibende Biomasse der Pflanze. Bei der Monokultur beträgt der Anteil der Fruchtstände 44,7 %, während die restliche Pflanze 55,3 % der Gesamtmasse ausmacht. Die Monokultur ohne *Ambrosia* erzielt 19,9 kg Gesamtmasse und erreicht damit das höchste Ergebnis. Mit steigender Anzahl von Ambrosien, zwei bei 35 eingesäten Früchten, fünf bei 70 Früchten und 15 bei 105 Früchten, sinkt auch der Ertrag des Mais (Tab. 4.4.6). Die Variante mit den wenigsten eingesäten Diasporen erreicht insgesamt 14,1 kg, die mittlere Variante 12,5 kg und die Variante mit den meisten eingesäten Früchten nur noch 10,5 kg Ertrag (Abb. 4.4.15). Somit reicht der Verlust von 29 % über 37 % bis zu 47 %. Die Maispflanzen werden im Durchschnitt 251 cm hoch und damit deutlich größer als die *Ambrosia*-Pflanzen, die durchschnittlich nur 96,2 cm erreichen. Außerdem stehen die Ambrosien, unabhängig von der Konkurrenzvariante, in sehr lockeren Beständen und sind kaum verzweigt. Abbildungen zu den einzelnen Versuchsvarianten (Abb. 10.44-10.47) finden sich im Anhang ab S. 332.

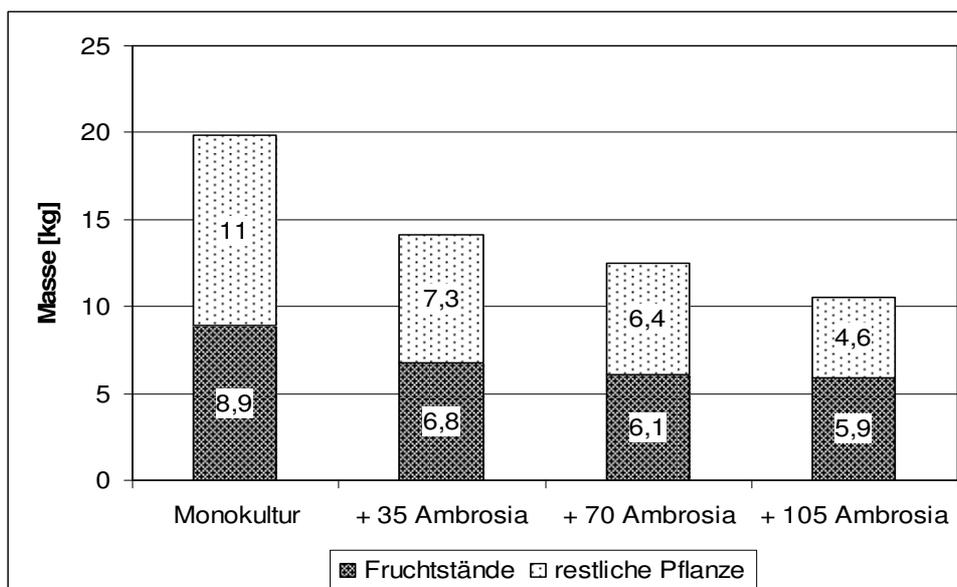


Abb. 4.4.15: Ertragsverlust von *Zea mays* cv. „Aventora“ durch *A. artemisiifolia*

Tab. 4.4.6: Kontrolle der Anzahl von *Z. mays* cv. „Aventora“ und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Zea</i> (28.09.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (10.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (28.09.)
<i>Zea mays</i> Monokultur	32	-	-
<i>Zea mays</i> + 35 <i>Ambrosia</i> -Fr.	31	2	2
<i>Zea mays</i> + 70 <i>Ambrosia</i> -Fr.	32	4	5
<i>Zea mays</i> + 105 <i>Ambrosia</i> -Fr.	37	9	15
<i>A. artemisiifolia</i> Monokultur	-	3	6

Die Ergebnisse für den Konkurrenzversuch mit *Helianthus annuus* L. finden sich im Anhang, ab S. 333.

2007

Die Grafik zeigt sehr deutlich, dass der Ertrag der Rüben mit zunehmender Dichte der *Ambrosia*-Bestände drastisch abnimmt (Abb. 4.4.16). Die Monokultur ohne Ambrosien erzielt eine Masse von etwa 27 kg Rüben. Schon 100 Individuen von *Ambrosia* senken den Ertrag um 78 % auf ca. 6 kg. Diese Tendenz setzt sich deutlich weiter fort. Bei etwa 500 Individuen wird nur noch knapp über 1 kg erzielt und ab 700 Ambrosien sinkt der Wert unter 1 kg.

Verschiedene exemplarische Bilder der Versuchsbeete (Abb.10.36-10.39) befinden sich im Anhang ab S. 330.

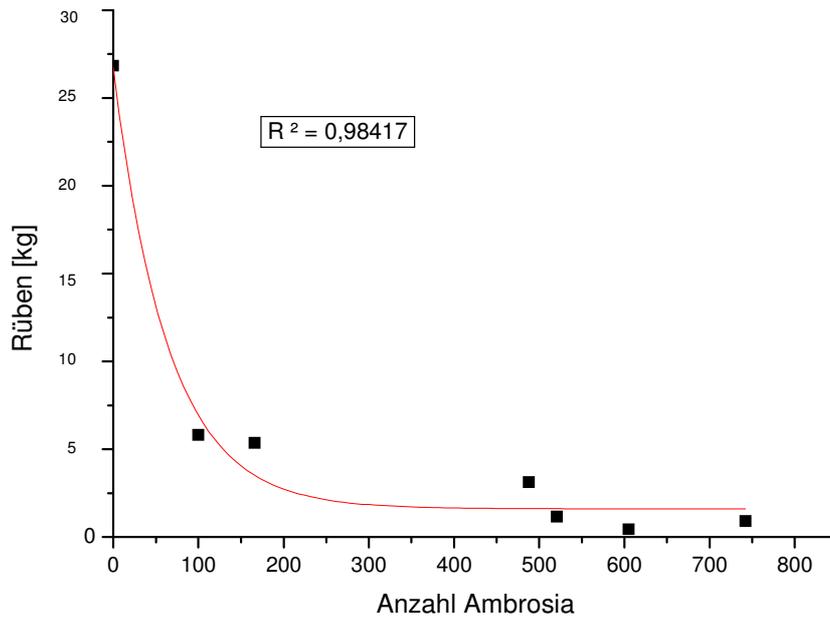


Abb. 4.4.16: Ertragsverlust von *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* durch *A. artemisiifolia*

Tab. 4.4.7: Kontrolle der Anzahl von *B. vulgaris* ssp. *vulgaris* und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Beta</i> (28.08.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (25.06.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (28.08.)
<i>Beta vulgaris</i> Monokultur	54	-	-
<i>Beta vulgaris</i> + <i>Ambrosia</i> , Beet 1	41	~ 200	742
<i>Beta vulgaris</i> + <i>Ambrosia</i> , Beet 2	22	~ 240	605
<i>Beta vulgaris</i> + <i>Ambrosia</i> , Beet 3	34	~ 240	521
<i>Beta vulgaris</i> + <i>Ambrosia</i> , Beet 4	40	~ 220	488
<i>Beta vulgaris</i> + <i>Ambrosia</i> , Beet 5	68	91	100
<i>Beta vulgaris</i> + <i>Ambrosia</i> , Beet 6	42	126	166

4.4.3.1.3. Simulation einer Verunreinigung von Saatgut mit Früchten von *A. artemisiifolia* L.

An den Rändern des Blühstreifens treten häufiger Pflanzen von *A. artemisiifolia* auf, diese stammen jedoch nicht aus der Verunreinigung, sondern aus der Samenbank. Diese wurde durch die Diasporen der Versuche des letzten Jahres angelegt. In den Flächen der Beete selbst treten keine Ambrosien auf.

In den vier verschiedenen Varianten des Versuches mit *Sinapis alba* L. können ebenfalls keine Pflanzen von *Ambrosia* gefunden werden.

Die erste Kontrolle der beiden Versuchsanlagen findet am 10.07.06 statt. Auch bei den folgenden Untersuchungen bis zum 07.09.06 können keine Ambrosien in den Flächen festgestellt werden.

4.4.3.1.4. Einsaat von Früchten in eine gestörte und eine ungestörte Rasenmatrix

Zum Zeitpunkt der ersten Kontrolle am 10.07.06 können keine Keimlinge von *A. artemisiifolia* in den sechs Quadratmeterflächen festgestellt werden. Regelmäßige Kontrollen bis zum 07.09.06 ergeben ebenfalls keine Keimlinge.

Danach erfolgen weitere Kontrollen in den Vegetationsperioden der Jahre 2007 und 2008, in Abständen von etwa zwei Monaten. Zu keinem der Kontrollzeitpunkte können Keimlinge der Art in den Untersuchungsflächen festgestellt werden.

4.4.3.1.5. Dauerversuch zur Abschätzung des Einflusses ausbleibender mechanischer Störung

Die Bonitierung der Becken ergibt zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten folgende Ergebnisse:

Erste Überprüfung: 06.06.2006

4 x 10 eingesäte Früchte: 4 von insgesamt 40 Individuen gekeimt.

4 x 20 eingesäte Früchte: 0 Individuen gekeimt.

4 x 40 eingesäte Früchte: 0 Individuen gekeimt.

4 x 60 eingesäte Früchte: 0 Individuen gekeimt.

Zweite Überprüfung: 07.09.2006

4 x 10 eingesäte Früchte: 2 Individuen vorhanden; 2 abgestorben, keine neuen Individuen gekeimten

4 x 20 eingesäte Früchte: 0 Individuen gekeimt.

4 x 40 eingesäte Früchte: 0 Individuen gekeimt.

4 x 60 eingesäte Früchte: 0 Individuen gekeimt.

Verschiedene Arten, z. T. aus dem umgebenden Garten, haben die Becken schon gegen Ende 2006 nahezu vollständig besiedelt. Regelmäßige weitere Überprüfungen, etwa alle zwei Monate während der Vegetationsperiode, bis Mitte 2008 ergeben keine weiteren gekeimten Individuen von *A. artemisiifolia*.

4.4.3.1.6. Einfluss der Konkurrenz von verschiedenen Unkrautdichten auf die Etablierung von *A. artemisiifolia* L.

Bei den Bonituren vom 05.06., dem 16.07. und dem 14.08.08 ergibt sich folgendes Bild:

Tab. 4.4.8: Kontrolle der Anzahl *A. artemisiifolia* in den verschiedenen Beeten

Beet	Anzahl <i>Ambrosia</i> (05.06.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (16.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i> (14.08.)
<i>Ambrosia</i> + 100 % Unkraut entfernt	83	97	115
<i>Ambrosia</i> + 50 % Unkraut entfernt	38	54	71
<i>Ambrosia</i> + 0 % Unkraut entfernt	7	7	15

Die Individuen von *Ambrosia* sind aus allen Beeten nur aus der Samenbank gekeimt, die bei den vorhergehenden Versuchen angelegt und in diesem Jahr abgerufen wurde.

Zu den am häufigsten beobachteten Unkräutern gehören *Sonchus oleraceus* L., *Agrostis stolonifera* L., *Poa trivialis* L. und *Galinsoga parviflora* CAV. Daneben treten noch Arten aus vorhergehenden Versuchen auf, wie *Phacelia tanacetifolia* Juss. und *Raphanus sativus* L.

In der endgültigen Auswertung zeigt sich, dass die Variante ohne Unkraut mit 115 Individuen die meisten *Ambrosia*-Pflanzen hervorbringt (Abb. 4.4.17). Das Beet, bei dem 50 % des Unkrauts entfernt wurden umfasst nur noch 71 Individuen, womit die Anzahl um 38 % gesunken ist. Die völlig unbehandelte Variante verzeichnet mit nur 23 % an Ambrosien, im Vergleich zur Variante ohne Unkraut, die wenigsten Individuen. Es können nur noch 15 Pflanzen gezählt werden.

Auf die Höhe hat der Unkrautbesatz nur geringen Einfluss: bei fehlendem Unkraut werden zwischen 5 cm und 146 cm erreicht, bei 50 % entferntem Unkraut zwischen 3 cm und 113 cm und bei fehlender Unkrautbekämpfung zwischen 11 cm und 105 cm (Abb. 4.4.18). Ähnlich verhält es sich mit der Anzahl der Seitenzweige, die maßgeblich von der Höhe des Individuums abhängig ist. Ohne Unkraut werden bis

zu 44 Seitenzweige gebildet, bei 50 % sinkt der Wert auf 38 und bei fehlender Unkrautbekämpfung werden nur noch bis zu 25 Seitenzweige pro Individuum erreicht (Abb. 4.4.19).

Abbildungen zu den einzelnen Versuchsvarianten (Abb. 10.48-10.53) finden sich im Anhang ab S. 335.

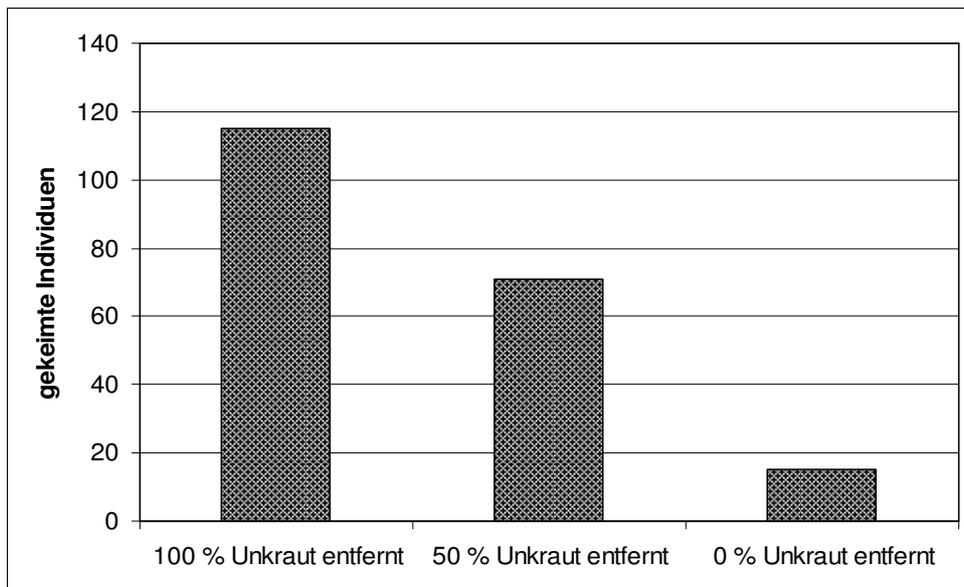


Abb. 4.4.17: Änderung der Individuenanzahl von *A. artemisiifolia* durch die Konkurrenz von Unkräutern

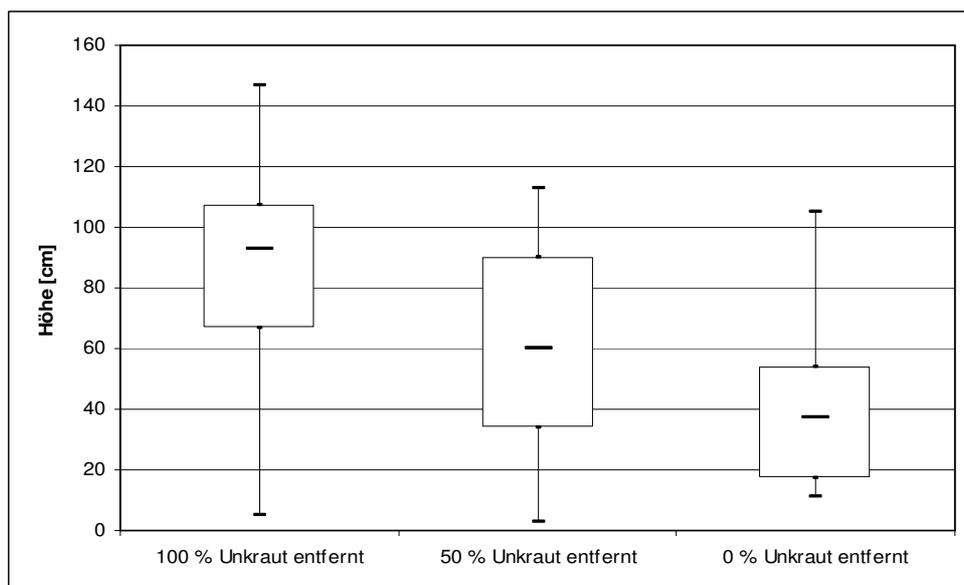


Abb. 4.4.18: Änderung der Höhe von *A. artemisiifolia* durch die Konkurrenz von Unkräutern

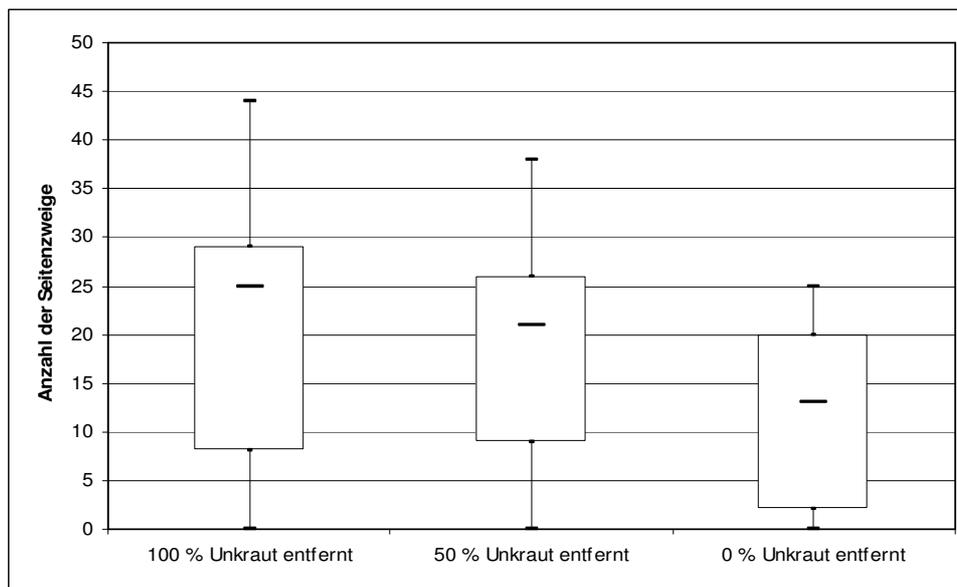


Abb. 4.4.19: Änderung der Anzahl der Seitenzweige von *A. artemisiifolia* durch die Konkurrenz von Unkräutern

4.4.3.1.7. Einsaat von Früchten in eine Sandackerbrache

Im Verlauf des Versuches werden von 2007 bis 2008 mehrere Kontrollen mit folgenden Resultaten durchgeführt.

04.07.07: 0 Individuen

02.08.07: 1 Individuum an der ersten Einsaatstelle: Kotablageplatz von Kaninchen im Schatten einer Eiche (*Quercus robur* L.); 2 cm hoch und nicht verbissen.

12.09.07: 0 Individuen, Pflanze der letzten Kontrolle war nicht mehr auffindbar; möglicherweise wurde sie vollständig verbissen.

30.10.07: 0 Individuen, Ende des Versuches für 2007

16.06.08: 0 Individuen, nach erneuter Überprüfung im Jahr 2008

4.4.3.2.1. Einfluss von *Ambrosia*-Waschwasser und Extrakten auf die Keimung von Garten-Kresse (*Lepidium sativum* L.)

Die Keimungsraten der einzelnen Versuchsansätze mit Waschwasser bzw. den Extrakten sind der Kontrolle sehr ähnlich (Abb. 4.4.20). Tatsächlich liegt bei allen Varianten die maximale Keimungsrate nahe 100 %. Die einzigen Unterschiede finden sich in der Keimungsgeschwindigkeit. Sie ist vom zweiten bis zum siebten Tag für Varianten mit den Extrakten aus den ganzen Pflanzen bzw. aus den männlichen Blütenständen um 15 % niedriger das Maximum der Kontrolle. Nach dem siebten Tag gleicht sich dieser Wert der Kontrolle an. Ähnliches gilt für die beiden Waschwasserproben, wobei diese jedoch in den ersten zwei Tagen die Keimung leicht stimulieren, was zu einer Steigerung der Keimung um maximal 7 % führt. Die maximale Keimungsrate ist, wie bei der Kontrolle, nach vier Tagen erreicht.

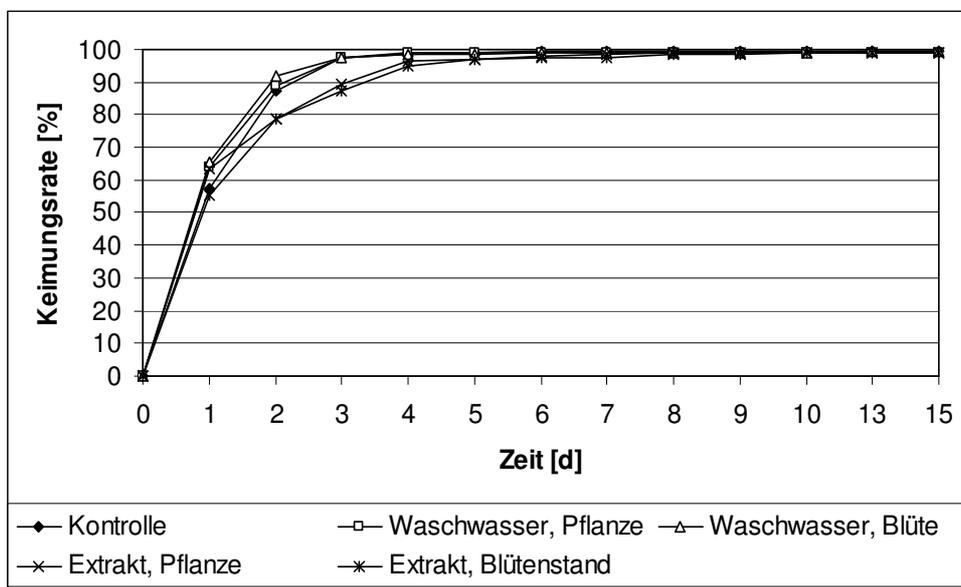


Abb. 4.4.20: Einfluss verschiedener *Ambrosia*-Waschwasser und Extrakte auf die Keimung von *Lepidium sativum* bei 18 °C (2006)

4.4.3.2.2. Einfluss von verschiedenen Teilen der *Ambrosia*-Pflanze auf die Keimung von Saat-Weizen (*Triticum aestivum* L. em. FIORI et PAOL.)

Wie bei dem Versuch mit *Lepidium sativum* sind auch die verschiedenen Varianten von *Triticum aestivum* in ihrem Keimungsverlauf und -erfolg der Kontrolle sehr ähnlich (Abb. 4.4.21). Die Kontrolle erzielt eine maximale Rate von 96 %, während die Varianten folgende Werte erreichten: mit *Ambrosia*-Früchten, ungekeimt 97 % und gekeimt 95 %; mit Blatt, getrocknet 95 % und frisch 93 %. Die maximale Keimungsrate wird in allen Fällen nach etwa 17 Tagen erreicht. Zu Beginn der Keimung treten in der Zeit zwischen dem dritten und siebten Tag leichte Abweichungen von der Entwicklung der Kontrolle auf. Dies äußert sich dadurch, dass die Proben mit *Ambrosia*-Früchten, sowohl gekeimt als auch ungekeimt, und den trockenen Blätter etwas bereitwilliger keimen, mit einer Steigerung bis zu 3 %. Lediglich die Variante mit den frischen Blättern zeigt dauerhaft eine niedrigere Keimungsrate als die Kontrolle.

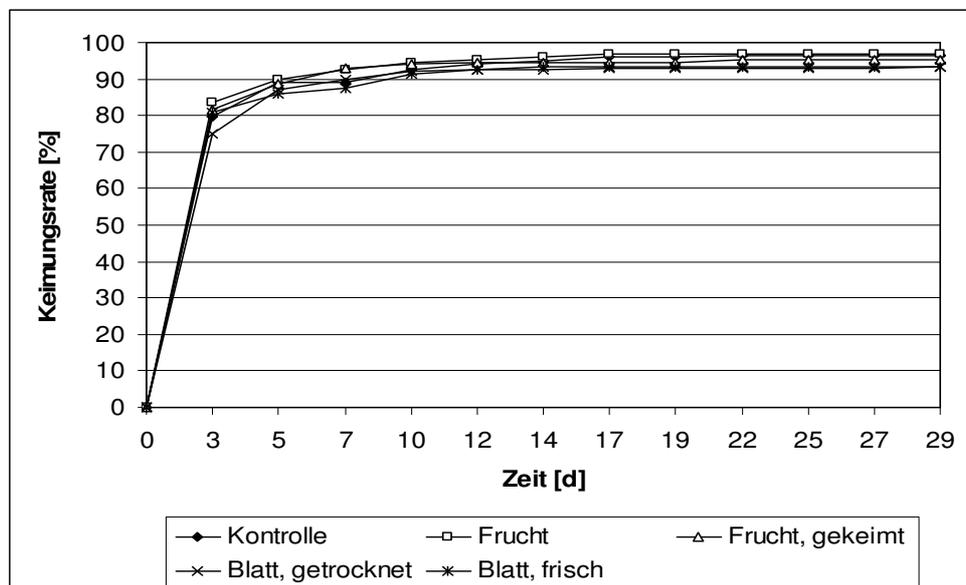


Abb. 4.4.21: Einfluss von verschiedenen *Ambrosia*-Teilen auf die Keimung von *Triticum aestivum* bei 18 °C (2006)

4.4.4. Diskussion

4.4.4.1. Zum Konkurrenzverhalten von *Ambrosia artemisiifolia* L.

Die Ergebnisse der untersuchten Parameter sind in Bezug auf ihr Verhalten bei zunehmender Individuendichte eindeutig: Bis auf die Länge der Seitenzweige nehmen alle Werte mit zunehmender Bestandsdichte deutlich ab. Dass die Anzahl der Seitenzweige pro Zentimeter der Höhe des Hauptstosses in Abhängigkeit von der Bestandsdichte sinkt, dabei aber ihre Länge gleich bleibt oder sogar ansteigt, konnte in anderen Experimenten ebenfalls beobachtet werden (vergl. dazu 4.2.4.1.).

Die einzigen Ausnahmen, die nicht dem genannten Trend entsprechen, sind die Pflanzen der Töpfe 6 und 10 b. Die Abweichungen sind hier vor allem durch die höhere Anzahl der Seitenzweige der Variante 6 und der größeren Wuchshöhe der Pflanzen von Variante 10 b zu erklären. Der dichte Bestand führt zwar bei der Variante 10 b zu einer verminderten Anzahl von Seitenzweigen, aber die kumulativen Werte der einzelnen Pflanzen können die Resultate von einer gleichen Anzahl niedriger Pflanzen deutlich übersteigen.

Grund für die zu beobachtende deutliche Abnahme ist eine Ressourcenverknappung, die sich mit steigender Individuenanzahl im Topf verstärkt. Neben der Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe ist auch die Konkurrenz um den verfügbaren Wuchsraum von Bedeutung. Hierbei werden die Möglichkeiten zur Entwicklung der einzelnen Individuen mit zunehmender Anzahl im Pflanzgefäß immer geringer. Dies wirkt sich sowohl auf den Wurzelbereich, wo besonders die Konkurrenz um die zuvor erwähnten Ressourcen bedeutend ist, als auch auf das Kompartiment über der Erde aus. Hier ist vor allem die gegenseitige Beschattung für die verringerte Entwicklung der Pflanzen von Bedeutung, was mit einer herabgesetzten Photosyntheserate gleichzusetzen ist.

Ein Vorkommen von *A. artemisiifolia* auf landwirtschaftlichen Nutzflächen setzt voraus, dass die Art in der Lage ist, solche Flächen zu erreichen. Da sie dies mit ihren schweren Diasporen, denen zudem Mechanismen für eine gerichtete Ausbreitung fehlen, nicht aus eigener Kraft schaffen kann, ist sie auf den Menschen angewiesen. Früher geschah dies durch verunreinigtes Saatgut, wofür mehrere

Beispiele belegt sind (KOWARIK 2003, GATTERER & NEZADAL 2003). Vor allem bei den wenigen größeren Vorkommen der Ambrosie in Deutschland kann angenommen werden, dass sie ihren Ursprung in solchem Material haben (s. Kap. 6. Anwendung des INVASS-Modells). Dies ist jedoch nur eine begründete Vermutung, da genaue Beweise nach so langer Zeit kaum noch möglich sind.

Heute sind die Ansprüche an die Reinheit des Saatgutes so hoch, dass hier kaum noch Beimischungen ungewollter Arten zu finden sind. Dies gilt auch für *Ambrosia*, die in einheimischen Saatmischungen nicht nachgewiesen werden konnte (s. 4.1.4.2.1.). Für Saat aus anderen Ländern trifft dies jedoch nicht immer zu. So konnten z. B. Vorkommen von *Abutilon theophrasti* MED. in Rübenfeldern nachgewiesen werden, die eindeutig auf Saatgut zurückgingen, das nicht aus Deutschland stammte (BRANDES & GRIESE 1984). Ähnliches ist auch für die Ambrosie möglich, vor allem wenn das Material aus Ländern wie Ungarn oder Tschechien erworben wird, die nachweislich größere Probleme mit der Art haben und deren Reinheitsansprüche an das Saatgut nicht so hoch sind (vergl. dazu KAZINCZI et al. 2008, ŠILC 2002).

Das Verhalten von *A. artemisiifolia* in der Kultur mit Nutzpflanzen hängt vor allem von den Bedingungen des Anbaus ab. Die besten Leistungen zeigt die Ambrosie in lockeren Kulturen, die zu Beginn der Vegetationsperiode einmalig stärker und danach nur gelegentlich schwächer gestört werden. Besonders Hackfruchtkulturen entsprechen diesen Merkmalen und bieten durch die Anbaubedingungen anfänglich zahlreiche offene Keimstellen, die *Ambrosia* für eine Keimung benötigt.

Im Experiment mit der Zuckerrübe (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.) zeigt sich sehr deutlich, dass mit zunehmender Menge von *Ambrosia*-Pflanzen der Ertrag stark zurückgeht. Neben der Konkurrenz um Ressourcen wie Wasser und Nährstoffe ist die Ambrosie in der Lage durch ihr Wuchsverhalten niedrige Konkurrenten wie die Rübe rasch zu überwachsen und auszudunkeln (s. dazu 4.2.4.1.). Diese Beschattung hat auch die stärkste Auswirkung auf den Biomasseverlust der Rüben, da sie die Photosynthesefähigkeit der Pflanzen stark einschränken. Da Rübenfelder bei hoher Unkrautbelastung manuell gepflegt werden, wobei höhere unerwünschte Pflanzen durch Hacken entfernt werden, ist eine größere Ertragsdepression unter realen Feldbedingungen nicht zu erwarten. Es zeigt sich an diesem Beispiel jedoch

sehr gut, wie stark die Auswirkungen bei einer Einschleppung der Ambrosie sein könnten.

Für andere niedrige Pflanzen wurden in diesem Zusammenhang unter den offenen Kulturbedingungen ähnliche Auswirkungen beschrieben, wie an den Beispielen von *Phaseolus vulgaris* L. (Gartenbohne) und *Lupinus albus* L. (Weiße Lupine). Bei Bohnenkulturen betrug der Verlust über die komplette Entwicklungsdauer der Nutzpflanzen, durch eine Konkurrenz mit 130 Individuen von *Ambrosia* pro Quadratmeter, bis zu 75 % (EVANLYO & ZEHNDER 1989). Bei CHIKOYE et al. (1995) waren die Resultate in der Konkurrenz mit der gleichen Kulturfrucht deutlich geringer, was aber wohl auch an der geringeren Anzahl von 1,5 *Ambrosia*-Pflanzen pro Quadratmeter lag. Hier erreichte der Verlust bei Konkurrenzeinfluss über den gesamten Wuchszeitraum der Bohnen einen maximal Wert von 22 %. Im Fall der Weißen Lupine lag der Verlust unter nicht näher spezifizierten Bedingungen bei etwa 38 % (BÉRES & TOPP 1985 in KAZINCZI et al. 2008b).

Bei Kulturpflanzen die eine Höhe von etwa 180 cm erreichen, die mit der Maximalhöhe von *Ambrosia* vergleichbar ist, schwächt sich der Effekt der Konkurrenz durch die Ambrosie deutlich ab. Vergleichbares wurde bereits von MILLER & WERNER (1987) sowie SQUIERS (1989) beobachtet.

Dies zeigte sich im Konkurrenzversuch mit der Kulturpflanze Mais (*Zea mays* cv. „Aventora“ L.) besonders deutlich, da *Ambrosia* durch ihr geringes Wachstum in der Anfangsphase benachteiligt ist (vergl. dazu 4.2.4.1.). Bestätigt wurde diese Beobachtung von ARMESTO & PICKETT (1985), die Vergleichbares beobachteten. In dieser Phase überwächst der Mais die Art durch sein rasches Jugendwachstum und hebt den Konkurrenzvorteil weitgehend auf. Nach der Keimung wächst der Mais aufgrund seiner höheren Nährstoffreserven in den Karyopsen wesentlich schneller als die Ambrosie, die deutlich kleiner bleibt. Diese Entwicklung setzt sich bis zur Blüte und Fruchtreife der Pflanzen fort.

Bei dem zu beobachtenden Ertragsverlust kommen vor allem die Effekte durch die Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe sowie um den vorhandenen Wurzelraum zum Tragen, da eine Beschattung durch die Ambrosie kaum gegeben ist. Während des Experimentes zeigte sich, dass wahrscheinlich vor allem die Konkurrenz um das Wasser die aufgetretenen Ertragseinbußen auslöst. Beide Arten benötigen für ein optimales Wachstum eine hohe Wasserversorgung. Bereits im Jugendstadium

führt ein Mangel zu deutlich kleineren Individuen, sowohl bei der Kulturpflanze als auch bei dem Unkraut. Die Auswertung zeigte, dass Mais ohne Konkurrenz wesentlich höher wird und entsprechend mehr Biomasse erreicht als in der Kultur mit dem Konkurrenten. Aber auch *Ambrosia* bleibt in ihrer Entwicklung deutlich zurück: sie wird nicht so hoch und bildet bestandsbedingt wesentlich weniger Seitenzweige aus. Bei Untersuchungen anderer Autoren ergaben sich unter ähnlichen Bedingungen vergleichbare Verluste. Diese reichen von 42 % bis 54 % bei 9, 62 % bei 18 und 70 % bis 71 % bei 26 *Ambrosia*-Pflanzen pro Quadratmeter (VARGA et al. 2000 in KAZINCZI et al. 2008b). Bei ZWERGER & EGGERS (2008) liegen die Ertragseinbußen zwischen 9 % und 32 %, bei einer Konkurrenz mit zwei bzw. acht Pflanzen der Ambrosie. Insgesamt sind diese Werte mit den eigenen Ergebnissen vergleichbar (vergl. dazu 4.4.3.1.2.).

Eigene Beobachtungen im Gelände konnten zudem zeigen, dass Vorkommen der Art besonders häufig im Mais zu finden sind. Im Cottbuser Raum handelt es sich hierbei um einen Zufall, da Mais dort verbreitet angebaut wird. Es ist davon auszugehen, dass *Ambrosia* dort vor allem wegen der Kulturbedingungen verstärkt auftritt, da sie auch in anderen Ländern häufiger in Mais- oder Sonnenblumenkulturen vorkommt, die beide unter ähnlichen Bedingungen kultiviert werden. Zwar wird die Ambrosie, wie oben erwähnt, durch die Konkurrenz mit der Kulturpflanze in ihrer Entwicklung gehemmt, aber die Kultur bietet ihr trotzdem gute Wuchsvoraussetzungen, weshalb sie dort so häufig ist. Diese Gunst liegt vor allem am frühen Zeitpunkt der letzten Störung und den damit verbundenen zahlreichen offenen Keimstellen. Wird keine Herbizidbehandlung vorgenommen, erreichen die *Ambrosia*-Pflanzen ohne weiteres Höhen von bis zu 180 cm und reproduzieren sich reichlich. Sie bleiben allerdings meist auf einen schmalen Randstreifen von drei bis vier Meter Breite beschränkt, in dem die Maispflanzen häufig durch Randeffekte weniger gut entwickelt sind und die Ambrosie somit bessere Wuchsbedingungen als in der Fläche vorfindet.

Ein zusätzliches Konkurrenzexperiment mit Sonnenblumen, bei dem ein ähnliches Verhalten wie in der Kultur mit Mais beobachtet wurde, konnte nicht ganz ausgewertet werden (s. 10.2.4.2. im Anhang, ab S. 333). Es ist aufgrund der während des Versuchs gemachten Beobachtungen aber anzunehmen, dass sich ein vergleichbares Bild wie in der Konkurrenz mit dem Mais eingestellt hätte. Dafür sprechen auch die Resultate von VARGA et al. (2006 in KAZINCZI et al. 2008b), die

Verluste von 7 % bis 37 % bei 1 bis 10 *Ambrosia*-Pflanzen pro Quadratmeter in einer Sonnenblumenkultur ermittelten.

In diesem Zusammenhang muss auch auf ein Problem im eigenen Versuchsdesign hingewiesen werden. Für ein vollständig auf reale Feldbedingungen übertragbares Resultat wurde eine zu geringe Größe der Versuchspartzen gewählt. Dies hat zwei Gründe: zum einen war der Platz für die Experimente begrenzt und zum anderen sollte die Wahrscheinlichkeit einer ungewollten Ausbreitung der Art auf ein Minimum reduziert sowie die Belastung der Umgebung durch *Ambrosia*-Pollen so gering wie möglich gehalten werden. Zwar sind durch die geringe Beetgröße die Randeffekte deutlich überrepräsentiert, aber anhand der Ergebnisse kann das Konkurrenzverhalten trotzdem eindrucksvoll dokumentiert werden. Dies gilt in dieser Form nicht nur für die Experimente mit *Zea mays* L., sondern auch für alle anderen untersuchten Kulturpflanzen.

Ein deutlich von den vorhergehenden Versuchen zu unterscheidendes Bild ergibt sich unter den Anbaubedingungen dichter Kulturen, wie z. B. bei Raps, Getreide oder Kartoffeln. In allen Fällen konnte im Gelände bzw. im Experiment beobachtet werden, dass sich ein geringer und nur z. T. nachvollziehbarer Verlust durch die Konkurrenz mit *Ambrosia* abzeichnet, der wie bei der vorhergehenden Kultur vor allem auf Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe zurückzuführen ist. Es ist zu bemerken, dass die Ambrosie sich in den dichten Pflanzungen anfänglich nur schlecht behaupten kann. Sie keimt dort in geringem Maße. Sie ist zwar in der Lage, Beschattung über einen längeren Zeitraum zu tolerieren, erreicht aber selten größere Wuchshöhen als 20 cm. Nach RAYNAL & BAZZAZ (1975) wird eine Beschattung um 55 % ohne eine erhöhte Mortalitätsrate ertragen, was für die hohe Schattentoleranz der Art spricht.

Am Beispiel der Kartoffeln (*Solanum tuberosum* L.) zeigte sich, dass die kleinen Ambrosien nach dem Vertrocknen des Kartoffelkrautes in der Lage waren, durchzuwachsen und sich zu reproduzieren, wenn auch nicht in einem vergleichbaren Maße wie unter Bedingungen ohne Konkurrenz. Auf die Ertragsmenge der Kartoffeln hatte dies allerdings nur einen sehr geringen Einfluss, da zu diesem Zeitpunkt die für den Ertrag relevanten Pflanzenorgane schon voll entwickelt waren. Größere Wuchshöhen erreicht die Art im Gelände unter den beschriebenen Bedingungen nur am direkten Feldrand oder in den Fahrspuren von

landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen, wo durch die Störung günstige Wuchsorte geschaffen und die Kulturpflanzen zurückgedrängt werden. Nach MUTCH et al. (2003) kann die geringer Konkurrenzkraft von *Ambrosia* unter solchen Bedingungen ausgenutzt werden, um die Art durch Zwischeneinsaaten, z. B. von *Trifolium pratense* L., an der Keimung und Entwicklung in gefährdeten Bereichen zu hindern.

Eine der ersten Annahmen war, dass *Ambrosia* im größeren Maßstab mit verunreinigtem Saatgut eingeschleppt wurde. Daher lagen eine Untersuchung von entsprechendem Material und die Durchführung von Versuchen, in denen Saatgut mit Früchten von *Ambrosia* versetzt wurde, nahe. In einem dieser Experimente zeigte sich eine auf den Beetrand beschränkte Kontamination, die allerdings auf die Diasporen in der Samenbank aus vorhergehenden Versuchen zurückzuführen war. Bei allen anderen Versuchen war das Resultat eindeutig: *Ambrosia* konnte sich bei fehlender oder nicht ausreichender Störung nur über sehr kurze Zeit behaupten oder war überhaupt nicht in der Lage zu keimen bzw. sich zu etablieren.

Das Auftreten der Art ist entsprechend stark von der vorherrschenden Störung abhängig, die je nach Kulturfrucht anders ausgeprägt ist. Besonders häufig tritt die Ambrosie dabei, wie bereits zuvor erwähnt, in lockeren Kulturen mit gelegentlicher Störung auf. Am Rand ist sie dagegen, sofern Früchte in der Samenbank vorhanden sind, wegen des günstigeren Störungsregimes häufiger zu finden, unabhängig von der Kulturfrucht.

Dass *Ambrosia* auf ein regelmäßiges Maß an Störung sowohl zur Keimung als auch Etablierung angewiesen ist, konnte in den weiteren Experimenten gezeigt werden. War keine Störung vorhanden, keimten die Früchte nicht bzw. die Keimlinge besaßen nicht genug Konkurrenzkraft um sich gegen ihre Konkurrenten zu behaupten. Dies war sowohl der Fall, wenn die Art direkt in einen mit Konkurrenten besetzten Wuchsort eingeführt wurde, als auch wenn sie im späteren Verlauf mit einer Sukzession konfrontiert wurde (vergl. dazu SLUIS 2002, IKEDA 2003). Dies wurde für den Fall der Sukzession vor allem am Beispiel der Ölmühle in Magdeburg deutlich (s. dazu auch 5.3.3.2.), konnte aber auch anhand des Experimentes 4.4.3.1.6., bei dem *Ambrosia* mit verschiedenen Dichten von Unkräutern in Konkurrenz gesetzt wurde, beobachtet werden. Ein vergleichbares Experiment wurde von RAYNAL & BAZZAZ (1975) durchgeführt. Sie untersuchten den Einfluss von winterannualen Arten auf *Ambrosia* und kamen zu dem Ergebnis,

dass die Ambrosie in einem Feld mit Winterannuellen, deren Menge im Frühjahr ausgedünnt wurde, die größte Individuendichte erreichte. Gefolgt wurden die ausgedünnten Bereiche in der Mächtigkeit der Individuendichte von *Ambrosia* auf den ungestörten Äckern und den im Frühjahr gepflügten Feldern. Dies zeigt wieder das Bedürfnis der Art für offene Keimstellen, die sie besonders in den ausgedünnten Flächen vorfindet. In den ungestörten Bereichen dominierten dagegen bald die winterannuelle Arten, wie z. B. *Erigeron*, die mit ihren Rosetten deutlich früher mit dem Wachstum beginnen können und somit den freien Platz beanspruchen. Auf den im Frühjahr gepflügten Flächen wurde dagegen bereits die erste Keimwelle von *Ambrosia* durch das Pflügen zerstört, so dass sich nur noch ein geringerer Anteil der „Nachzügler“ etablieren konnte. Auffällig war auch die hohe Konstanz in der Anzahl an Individuen, die bis zum Ende des Experimentes überlebten. Eine Düngung der ungestörten Felder führte zu einem Konkurrenzvorteil für *Ambrosia*, da sie eine signifikante Wachstumszunahme zeigte. Dies wurde ebenfalls von HYDER & BARRETT (1986) beobachtet, die zudem die selektive Auswirkung von sehr hohen Düngergaben, wie z. B. durch Gülle, erwähnten. Diese nehmen großen Einfluss auf den Sukzessionsverlauf sowie die Diversität und können von *Ambrosia* besser als von den anderen Arten ertragen werden. Abschließend stellten RAYNAL & BAZZAZ (1975) fest, dass die Abnahme im Wuchs der Ambrosie vor allem auf die Konkurrenz um Licht und Nährstoffe zurückzuführen ist. Dabei spielt die relative Verfügbarkeit eine deutlich größere Rolle als die Absolute. Außerdem ermittelten sie, dass zumindest in Verbindung mit den Winterannuellen Wasser keine kritische Rolle in dem Konkurrenzverhalten spielt. Dass dies auch deutlich anders sein kann, konnte am Beispiel des Maises in den eigenen Versuchen gezeigt werden.

Es muss jedoch festgehalten werden, dass *Ambrosia* auch in der Lage ist, Dominanzbestände aufzubauen. Dies ist besonders da möglich, wo die Sukzession einer vegetationsfreien Fläche gerade begonnen hat und deshalb zahlreiche offene Keimstellen vorhanden sind. Dort hat sie bei vorhandenen Diasporen durch den frühen Zeitpunkt des Keimens die Möglichkeit, ihre später auftretenden Konkurrenten zu überwachsen und somit zu unterdrücken (vergl. dazu ARMESTO & PICKETT 1985, PÁL 2004, PINKE et al. 2008). Die Art ist unter solchen Bedingungen in der Lage, die Konkurrenz mit *Elymus repens* (L.) GOULD, *Chenopodium album* L., *Lepidium campestre* (L.) R. BR. und *Trifolium repens* L. ohne negative

Auswirkungen auf das eigene Wachstum zu ertragen (MILLER & WERNER 1987). In jungen Sukzessionsstadien ist der Einfluss von *Ambrosia* auf *Achillea millefolium* L. vergleichbar, kehrt sich jedoch mit zunehmendem Alter der Flächen um (KOSOLA & GROSS 1999). Grund hierfür ist die Persistenz der ausdauernden Schafgarbe und deren Speicherfähigkeit von Stickstoff. Ähnliches zeigte sich bei den Untersuchungen der infraspezifischen Konkurrenz von *Ambrosia* und *Artemisia vulgaris* L. durch LEIBLEIN (2008). Hier war jedoch die Produktivität des Gewöhnlichen Beifußes stets um 33 % bis 50 % höher als die der Ambrosie, unabhängig von den Kulturbedingungen.

Die größten Bestände des Traubenkrautes erhält man bei einer Störung der Fläche im Oktober, während eine Störung im Mai zu etwas geringeren Mengen führt (SQUIERS 1989). Eine Schaffung von Keimstellen im Juni oder Juli führt dagegen zu sehr kleinen Beständen, da zu diesem Zeitpunkt die Keimfähigkeit durch Dormanz deutlich herabgesetzt ist. Gaben von Stickstoff und Wasser steigern die Konkurrenzkraft der Art durch die Wachstumsförderung zusätzlich, während Phosphor- und Kaliumgaben keinen großen Einfluss haben (GOLDBERG & MILLER 1990). Allerdings stellten die Autoren auch fest, dass zwar die Menge der einzelnen konkurrierenden Arten durch die höhere Produktivität von *Ambrosia* zurückgeht, die Diversität aber nicht eingeschränkt wird. Dieser Umstand konnte bei eigenen Untersuchungen ebenfalls beobachtet werden, da die betroffenen Arten zwar z. T. stark beeinträchtigt wurden, aber nicht vollständig verschwanden. Wie sehr die Behandlung einer Sukzessionsfläche das Vorkommen von *Ambrosia* bestimmt, konnte von TIX & CHARVAT (2005) gezeigt werden. Nach den Autoren führte ein Abbrennen der Prärie zu einer Zunahme der Bestände der Ambrosie um 80 %, im Vergleich zu der ungestörten Kontrolle. Eine Mahd mit anschließender Entfernung des Mähgutes erhöhte die Bestandszunahme von *Ambrosia* um 60 %, während eine einfache Mahd sie nur um 20 % steigerte.

Die Ergebnisse von TIX & CHARVAT könnten einen Einfluss auf die Bekämpfung der Ambrosie an Autobahnen in Deutschland haben. Würde man die Bestände rechtzeitig vor dem Fruchten mähen und das Schnittmaterial auf den Randstreifen belassen, müsste die Vermehrung der Art deutlich gesenkt werden können. Es sollten aber zuvor entsprechende Untersuchungen durchgeführt werden, um zu klären ob sich die Erkenntnisse aus der Prärie Nordamerikas auf die Autobahnrandstreifen übertragen lassen.

Wie vorhergehend beschrieben, wirken sich eine Reihe von Parametern auf das Konkurrenzverhalten von *Ambrosia artemisiifolia* aus. Ein weiterer Faktor, der in dieser Verbindung von Interesse sein könnte, ist die Menge von verfügbarem CO₂, die bei Pflanzen als limitierende Ressource für die Photosynthese gilt. Mit der zunehmenden Verwendung fossiler Brennstoffe und der steigenden Industrialisierung erhöhte sich der Gehalt von Kohlendioxid in der Luft stetig. 1996 lag der Wert bei etwa 370 µmol / l und es wird angenommen, dass sich der Wert im 21. Jahrhundert bis auf 600 µmol / l steigern könnte (HOUGHTON et al. 1996 in ZISKA & CAULFIELD 2000).

GARBUTT et al. (1990) ermittelten bei Untersuchungen des Einflusses von CO₂, dass sich in den ersten 50 Tagen die relative Wachstumsrate der Art bei 700 µl CO₂ / l im Vergleich zu 350 CO₂ µl / l deutlich erhöhte. In den anschließenden 30 Tagen kehrte sich die Reaktion um. Zudem konnten die Autoren bei zunehmender CO₂-Verfügbarkeit ein unsignifikant früheres Blühen der Ambrosie feststellen, ebenso wie eine Erhöhung der Masse der reproduktiven Teile und des Wasserpotentials. In Bezug auf die Biomasse der Blüten konnten ZISKA & CAULFIELD (2000) mit einer Steigerung der Masse um 13 % Vergleichbares feststellen. Auch die Pollenproduktion erhöht sich deutlich: bei einer Verdopplung des CO₂-Gehaltes steigert sie sich um 131 % bis 320 %. Die Resultate sind jedoch bei vergleichbaren Experimenten nicht immer einheitlich. So wurde von WAYNE et al. (2002) nur eine Erhöhung des Wertes um 61 % gemessen. Diese Reaktion legt nahe, dass die Auswirkungen von Kohlendioxid sehr vielschichtig sind und von einer Reihe von weiteren Faktoren abhängen. Die Steigerung der Menge der reproduktiven Biomasse wurde dagegen einheitlicher bestätigt. So konnten STINSON & BAZZAZ (2005) zeigen, dass sich diese mit Zunahme von CO₂ deutlich erhöht und die Förderung bei kleineren Pflanzen größer ist als bei höheren Individuen. Dies kann die Ungleichverteilung relativieren und somit zu einer größeren Gesamtmenge an Früchten führen. Einige der Gründe für diese positive Reaktion konnten von HIROSE et al. (1996) ermittelt werden. Sie konnten zeigen, dass die erhöhte CO₂-Konzentration zwar keinen Einfluss auf die Lichtabsorption oder den Blattflächenindex der Art hat, aber die Nettoassimilationsrate um bis zu 38 % und die Stickstoffnutzungseffizienz um 60 % steigt. Dies führt zu einer Erhöhung der Biomasseproduktion um bis zu 50 %, die in ähnlicher Weise, wie zuvor beschrieben, auch von den anderen Autoren beobachtet werden konnte.

Die Ambrosie zeigt bei diesen unterschiedlichen Experimenten insgesamt eine sehr positive Reaktion auf ein erhöhtes CO₂-Angebot. In Verbindung mit einer Erhöhung der durchschnittlichen Sommertemperaturen, wie sie sich in den letzten Jahren abzeichneten, und einer gleich bleibenden Niederschlagsmenge könnte dies zu einer deutlichen Förderung der Art führen. *Ambrosia* wäre in diesem Zusammenhang jedoch nur eine von vielen Arten, die eine positive Reaktion zeigen würde. Ob sich daraus auch eine Tendenz zur Ausbreitung der Art ableiten lässt, wie es ihr heute bereits nachgesagt wird, bleibt abzuwarten und sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.

Ein weiterer Faktor, der der Ambrosie einen Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Arten verschaffen kann, ist eine Infektion mit Mykorrhiza. Die Infektionsrate beträgt dabei bis zu 71 % der Individuen in einer Population (MEDVE 1984) und führt zur Steigerung der Gesamtmasse bis zum Zwanzigfachen, zu längeren Wurzeln sowie zu einer erhöhten Konzentration von Phosphor in den Pflanzen und einer größeren Aufnahmeeffizienz des Spurenelements (CROMWELL & BOERNER 1988).

4.4.4.2. Zur allelopathischen Wirkung von *Ambrosia artemisiifolia* L.

Beide Versuche ergaben keine signifikante Verringerung der Keimungsaktivität, unabhängig von den eingesetzten Extrakten bzw. Teilen von *Ambrosia*. Dies steht im Gegensatz zu Untersuchungen von JACKSON & WILLEMSSEN (1976), BÉRES et al. (2002) sowie BRÜCKNER et al. (2003). Diese konnten in ihren Arbeiten besonders die phenolischen Inhaltsstoffe Kaffeesäure und Chlorogensäure als allelopathisch wirksame Anteile identifizieren. JACKSON & WILLEMSSEN (1976) beobachteten eine Verminderung der Keimung von *Raphanus raphanistrum* L. und *Ambrosia* selbst um bis zu 50 %, bei einer Kultur unter Einfluss von Wurzelausscheidungen und Sprossextrakten von *Ambrosia* sowie Substrat aus einem vorjährigen Versuch mit der Ambrosie. Im Fall des Substrates konnte zudem eine Bodenverarmung als Ursache für die Inhibition ausgeschlossen werden. BÉRES et al. (2002) stellen bei Untersuchungen von Kultivaren von *Phaseolus vulgaris* L. Vergleichbares fest, wobei die Inhibierung mit bis zu 80 % deutlich größer war. Dabei konnten sie außerdem zeigen, dass eine Extraktion auf Basis von Alkohol oder Aceton wirksamere Fraktionen ergaben, als solche, die mit Wasser extrahiert wurden. Dass

allerdings auch wässrige Extrakte sehr wirksam sein können, konnte BRÜCKNER et al. (2003) in einem dem eigenen Experiment ähnlichen Verfahren demonstrieren. Dabei wurden die Keimung von *Amaranthus hypochondriacus* L. sowie das Wachstum von *Clamydomonas spec.* und *Chlorella vulgaris* BEIJ. mit einer Wirkstoffkonzentration von 100 mg / kg erfolgreich inhibiert.

In der Literatur existieren jedoch nicht nur Hinweise, die die allelopathische Wirkung von *Ambrosia* bestätigen können, sondern auch solche, die ähnliche Ergebnisse wie die der eigenen Versuche aufweisen. Dazu zählen die Resultate von BHOWMIK & DOLL (1984), die bei Untersuchungen von Soja- und Maiskeimlingen, die unter Einfluss von *Ambrosia*-Extrakten gekeimt waren, nur sehr geringe Unterschiede im Vergleich zur Trockenmasse von Kontrollpflanzen feststellen konnten. Außerdem ermittelten sie eine erhöhte Aufnahme- und Konzentration von Nährstoffen in den so behandelten Pflanzen, die deutlich gegen eine Beeinträchtigung durch den Einfluss von *Ambrosia* sprechen.

Warum so deutliche Unterschiede zu den Literaturergebnissen aufgetreten sind, kann im Fall der eigenen Experimente an dem verwendeten Pflanzenmaterial liegen. Die für die Keimungshemmung verantwortlichen Wirkstoffe sind möglicherweise durch die Anzucht im Gewächshaus nicht so stark konzentriert, so dass die Keimung dadurch kaum behindert wird. Stattdessen kam es zu einer Verzögerung im Erreichen des Keimmaximums, die allerdings im Fall der Waschwasserproben nicht durchgehend auftrat. Es ist jedoch auch möglich, dass verschiedene Biotypen eine unterschiedliche Wirkung auf die eingesetzten Versuchspflanzen haben. Vor allem Kresse gilt als anfällig gegenüber allelopathischen Einflüssen, zeigt aber in den durchgeführten Experimenten kaum eine Reaktion. Dafür, dass die verwendeten *Ambrosia*-Pflanzen einem Biotyp angehören, der nur geringe Mengen von Kaffee- und Chlorogensäure enthält, spricht auch das Verhalten der verschiedenen Unkräuter und Kulturpflanzen während der Konkurrenzversuche. Ein zu erwartendes Ausbleiben der Keimung der Pflanzen oder ein erschwertes Wachstum der Individuen ließ sich in keinem Fall feststellen, obwohl z. T. mehrere Jahre in Folge Ambrosien auf den Beeten kultiviert wurden. Untersuchungen von RAYNAL & BAZZAZ (1975) bestätigen diese Beobachtungen. Möglicherweise ist aber auch die günstige Situation in Bezug auf Bewässerung und Düngung für das Ergebnis verantwortlich, da dies der allelopathischen Wirkung entgegenwirken könnte.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

5.1. Einleitung

Die Untersuchung von *Ambrosia artemisiifolia* unter realistischen, naturnahen Bedingungen ist einer der wichtigsten Punkte dieser Arbeit. Nur durch die so ermittelten Daten lassen sich nach einem längerem Beobachtungszeitraum Rückschlüsse auf das mögliche weitere Verhalten der Art ziehen.

Zunächst wurde die Umgebung von Braunschweig und Wolfenbüttel an geeigneten Stellen, wie z. B. Raiffeisenfilialen mit Saatguthandel oder Blühstreifen von Feldern mit eingesäten Sonnenblumen sowie Häfen oder ähnliche Standorte, nach Vorkommen von *Ambrosia* untersucht. An den zahlreich aufgesuchten Stellen konnte nur an einem Punkt ein Bestand der Art gefunden werden. Dieser wurde in der Nähe der Raiffeisenfiliale von Wolfenbüttel - Wendessen entdeckt. Die Population wurde von 2005 bis 2008 regelmäßig bonitiert. Im Jahr 2007 wurden zudem im östlichen Ringgebiet der Stadt Braunschweig Vorgärten und ähnliche Strukturen auf Vorkommen der Art untersucht und die Diasporen der gefundenen Pflanzen in weiterführenden Versuchen eingesetzt. Zusätzlich wurde 2006 und 2007 eine kleine Population der Art auf einem Privatgrundstück in der Nähe von Königslutter bonitiert.

Ab 2005 wurde das Gelände der ehemaligen Ölmühle in Magdeburg untersucht, das eine größere Population von *Ambrosia* trug. Anhand dieses Vorkommens wurde über drei Jahre ein Monitoring der Populationsentwicklung durchgeführt.

Nach Nachforschungen auf Ebene der zuständigen Bundesämter wurden die wahrscheinlich größten, flächendeckenden Bestände von *A. artemisiifolia* in Deutschland im der Niederlausitz im Raum Cottbus - Drebkau - Calau entdeckt. Diese wurden mit 29 Probeflächen in den Jahren 2006 und 2007 näher untersucht, ebenso wie die Dynamik an ausgewählten Streckenabschnitten der Region.

Bei allen untersuchten Gebieten und Fundorten wurden, soweit möglich, Pflanzensoziologische Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET durchgeführt und Bodenproben zur späteren Bestimmung der Samenbank genommen.

5.2. Material und Methoden

5.2.1. Allgemeine Methoden

5.2.1.1. Pflanzensoziologische Aufnahmen

Auf quasihomogenen Flächen der untersuchten Gebiete wurden pflanzensoziologische Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (DIERSCHKE 1994) erstellt. Die Schätzung der Artmächtigkeit erfolgte nach der folgenden Skala:

- r 1 Individuum in der Aufnahmefläche, mit geringem Deckungswert
- + 2 - 5 Individuen in der Aufnahmefläche, Deckung < 5 %
- 1 6 - 50 Individuen in der Aufnahmefläche, Deckung < 5 %
- 2m > 50 Individuen in der Aufnahmefläche, Deckung < 5 %
- 2a Individuenzahl beliebig, Deckung zwischen 5 - 15 %
- 2b Individuenzahl beliebig, Deckung zwischen 16 - 25 %
- 3 Individuenzahl beliebig, Deckung zwischen 26 - 50 %
- 4 Individuenzahl beliebig, Deckung zwischen 51 - 75 %
- 5 Individuenzahl beliebig, Deckung zwischen 76 - 100 %

Die Bestimmung der kritischen Arten erfolgte unter Verwendung der Literatur von JÄGER & WERNER (2005) und OBERDORFER (2001).

Im Anhang (ab S. 337) finden sich genauere Angaben zu den einzelnen Untersuchungsgebieten und Aufnahmeflächen.

5.2.1.2. Untersuchung von Bodenproben

Während der Untersuchungen der unterschiedlichen Gebiete wurden an mehreren Stellen aus den ersten 5 bis 10 cm des Bodens jeweils 2 bis 3 Liter Erdmaterial entnommen. Diese wurden danach grob gesiebt, um Steine und vegetative Pflanzenteile zu entfernen, und auf vorbereitete Pflanzschalen mit handelsüblicher Blumenerde verteilt. Die Kultur der Schalen erfolgte im Gewächshaus und die

Keimlinge wurden regelmäßig identifiziert, ausgezählt und danach entfernt (2006-08).

5.2.2. Gesonderte Untersuchungen im Raum Cottbus

5.2.2.1. Bonitierung des untersuchten Streckenverlaufes auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

Auf den Wegen zwischen den einzelnen Untersuchungsflächen wurde am Straßenrand auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* geachtet. Die Art fällt durch ihre Wuchsform und die hellgrüne Farbe, die sich deutlich von der umgebenden Vegetation unterscheidet, auf.

Die Straßenabschnitte, an denen die Art gefunden werden konnte, wurden in einer Karte farbig markiert. Auf dieser Grundlage wurde eine Skizze der größeren Straßen der Region Cottbus - Drebkau - Calau erstellt, an denen die Art vorkommt (2007-08).

5.2.3. Gesonderte Untersuchungen in Magdeburg

5.2.3.1. Abschätzung der Populationsgröße in Magdeburg

Auf dem Gelände der alten Ölmühle von Magdeburg und ihrer Umgebung wurde in den Jahren 2005 bis 2009 die Größe der Population von *A. artemisiifolia* ermittelt. Dazu wurde jeweils auf mehreren 1 m² großen Stücken von quasihomogenen Teilflächen die Anzahl der *Ambrosia*-Individuen ermittelt, der Mittelwert der Individuenanzahl berechnet und der Wert auf die Gesamtfläche des Teilstückes hochgerechnet. Die Addition der einzelnen Teilstücke ergab dann die annähernde Größe der Gesamtpopulation.

5.2.3.2. Entwicklung der Population im Verlauf der Jahre von 2005 bis 2009

Auf Basis der unter 4.5.2.3.1 erfassten Populationsgröße wurde ab 2005 jährlich eine Skizze zur Verteilung der Individuen von *A. artemisiifolia* auf der Untersuchungsfläche „Alte Ölmühle“ erstellt. Besonderer Wert wurde dabei auf die Rückgangs- bzw. Ausbreitungsprozesse der Art gelegt.

5.2.4. Gesonderte Untersuchungen im Raum Braunschweig - Wolfenbüttel

5.2.4.1. Untersuchung von Raiffeisenfilialen, Ackerrändern mit Blühstreifen und anderen potentiellen Wuchsorten auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

Bei dieser Untersuchung richtete sich das Hauptaugenmerk auf Raiffeisenfilialen in einem Umkreis von ca. 30 km um Braunschweig. Zusätzlich wurde eine Filiale in Magdeburg untersucht. Hiermit soll die potentielle Rolle von Saatgutvertrieben, wie der Firma Raiffeisen, in der ungewollten Ausbreitung von Unkräutern durch Verunreinigungen im Saatgut erforscht werden.

Auf dem Weg zu den einzelnen Filialen wurden auch Ackerränder, in die ein so genannter „Blühstreifen für Zuckerrübenäcker ohne Leguminosen“ eingesät wurde, untersucht. Auch hier wurde eine mögliche Einschleppung von *Ambrosia* durch verunreinigtes Saatgut untersucht.

Einige weitere potentiell interessante Standorte wurde im Rahmen dieser Untersuchung ebenfalls kartiert: Maisfelder, Blumenfelder zum Selbstschneiden, eine ehemalige Geflügelzucht und das Hafengebiet der Stadt Braunschweig.

5.2.4.2. Untersuchung des östlichen Ringgebietes und von Teilen des Universitätsgebietes von Braunschweig auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

Zwischen dem 26.10. und 20.11.07 wurden verschiedene Bereiche im Gebiet der Universität und des östlichen Ringgebietes nach Vorkommen von *Ambrosia* abgesucht (s. Abb. 10.97 im Anhang S. 355).

Alle Straßen wurden eingehend auf Vorkommen der Art hin untersucht. Besonders Vorgärten, Einfassungsbeete, Baumscheiben und, soweit einsehbar, Hinterhöfe sowie ähnliche Strukturen wurden begutachtet.

5.3. Ergebnisse

5.3.1. Allgemeine Methoden

5.3.1.1. Pflanzensoziologische Aufnahmen

5.3.1.1.1. Südliches Brandenburg, Raum Cottbus - Drebkau - Calau

2006

Tab. 5.1: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Äckern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2006)

Aufnahmen-Nr.	11	8	6	2	1	12	3	7	10	4	9	5
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	50	50	50	30	30	25	20	50	50	15	50	50
Artenzahl	20	16	16	13	12	11	10	10	8	6	14	12
Deckung (%)	55	45	45	60	65	45	40	20	85	20	65	85
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2a	3	2b	3	3	2a	3	2a	4	2b	4	2a
Stellarietea mediae												
<i>Chenopodium album</i> agg.	2b	1	r	+	+	.	2a	+	2a	1	+	.
<i>Setaria pumila</i>	2b	.	+	2b	2b	2a	+	2a	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	1	1	.	.	1	+	.	2a	.	+	.	.
<i>Fallopia convolvulus</i>	1	.	2a	+	.	2m	.	2a	.	.	.	.
<i>Conyza canadensis</i>	1	.	.	.	.	+	.	1	.	.	r	1
<i>Centaurea cyanus</i>	.	+	r	.	.	+	1	.	.	.	+	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	.	2a	.	.	.	2a	r	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	+	r	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	+	.	r	.	.	.	.	2m	.	.	.
<i>Anchusa arvensis</i>	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	+	.	r	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thlaspi arvense</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dubium</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pusillum</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia villosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria viridis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Fagopyrum esculentum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.
<i>Persicaria lapathifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	.
<i>Sisymbrium altissimum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Papaver argemone</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Dauco-Melilotion												
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Daucus carota</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea stoebe</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Crepis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Sonstige Artemisietea												
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	1	r	2a	.	.	.	.	.	1	1	+	2b
<i>Elymus repens</i>	.	2m	2a	.	.	1	.	.	.	1	1	.
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	.	1	2a	2a	.	.	r	.	.	.	1
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	.	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Aufnahmen-Nr.	11	8	6	2	1	12	3	7	10	4	9	5
Molinio-Arrhenatheretea												
<i>Achillea millefolium</i> agg.	r	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Poa pratensis</i> agg.	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b
Arten der Tritt- und Flutrasen												
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter												
<i>Apera spica-venti</i>	.	1	.	1	2m	1	.	.	.	.	2m	.
<i>Helianthus annuus</i>	2b	.	.	.	.	3	.	.	1	.	.	.
<i>Spergularia rubra</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Brassica napus</i>	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea pannonica</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.
<i>Secale cereale</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Liste der Aufnahmeflächen vom 02. - 04.08.2006

1. Laubst, Maisackerrand
2. Laubst, Maisackerrand
3. Schorbus, Kartoffelacker
4. Schorbus, Weizenstoppelackerrand
5. Zwietow, Maisackerrand
6. Zwietow, Maisacker
7. Oelsnig, Maisacker
8. Löschen, Rapsacker
9. Siewisch, Rapsacker
10. Reddern, Buchweizen- und Sonnenblumenfeld
11. Repten, Sonnenblumenfeld zur Selbstbedienung
12. Koßwig, Sonnenblumenfeld

Tab. 5.2: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Brachen und Ruderalflächen aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2006)

Aufnahmen-Nr.	15	18	20	17	14	19	16	13
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	14	4	50	25	9	6	40	10
Artenzahl	19	14	13	13	12	12	11	11
Deckung (%)	55	35	70	70	65	30	20	80
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	3	1	3	1	1	2a	2a	4
Stellarietea mediae								
<i>Conyza canadensis</i>	+	1	2a	2a	1	1	2a	.
<i>Apera spica-venti</i>	.	+	2a	1	2m	1	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	.	.	.	.	.	2a	1
<i>Fallopia convolvulus</i>	1	.	2a	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	1	1	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium album</i> agg.	.	.	+	.	.	.	.	2a
<i>Senecio viscosus</i>	2b	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solanum nigrum</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria pumila</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria viridis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Vicia villosa</i>	.	.	.	.	+°	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Scleranthus annuus</i> agg.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Atriplex patula</i>	.	.	.	.	.	.	.	2b
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Atriplex sagittata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Amaranthus retroflexus</i>	.	.	.	.	.	.	.	r
Molinio-Arrhenatheretea								
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	+	+	2a	+	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	r	.	.	.	1	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	2a	.	.	.	2a	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	2a	.	.	.	2a	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	.	.	.	.	2a	+	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	2a	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	2a	.
Artemisietea								
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	r	+	.	+	r	.	.
<i>Elymus repens</i>	2a	.	2a	2a	.	.	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	.	1	.	r	.	.	.	2a
<i>Rumex thysiflorus</i>	.	.	1	+	r	.	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	.	2a	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
Begleiter								
<i>Achillea pannonica</i>	1	2a	+	2a	2a	2a	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	+	2a	2b	+	.	1	.
<i>Potentilla argentea</i> agg.	.	+	.	+	.	+	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	+	.	.	.	2b	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i> juv.	+	.	.	.	.	.	2m	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium spec.</i>	.	.	.	2b	.	.	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i>	.	.	.	2a	.	.	.	.
<i>Quercus robur</i> juv.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Jasione montana</i>	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Gnaphalium cf. sylvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+

Liste der Aufnahmeflächen vom 02. - 04.08.2006

13. Schorbus, Silagemiete
14. Auras, Brache
15. Tagebau Welzow-Süd, Erdhügel
16. Tagebau Welzow-Süd, Sandfläche nahe Kiefernforst
17. Radensdorf, Brache (einjährig ?)
18. Radensdorf, Brache (einjährig ?, Randbereich)
19. Radensdorf, Brache (einjährig ?, Randbereich)
20. Radensdorf, Brache

Die 29 untersuchten Flächen lassen sich in drei Typen einteilen: Äcker mit 12 (Tab. 5.1), Straßenränder mit neun (Tab. 5.3) und Brachen und Ruderalflächen mit acht Probeflächen (Tab. 5.2). Die Größe der Aufnahmeflächen schwankt dabei von Typ zu Typ, mit 15 m² bis 50 m² für die Äcker, 10 m² bis 50 m² für die Straßenränder und 4 m² bis 50 m² für die Brachen und Ruderalflächen. Der Deckungsgrad der Fläche differiert ebenfalls, wobei die Flächen an den Straßenrändern mit 75 % bis 85 % den höchsten Wert aufweisen. Gefolgt werden sie von den Äckern mit 20 % bis 85 % und den Schluss bilden die Brachen und Ruderalflächen mit 20 % bis 80 %. Ähnlich verhalten sich die ermittelten Artenzahlen. Diese betragen bei den Aufnahmen an den Straßen 10 bis 26 Arten, auf den Brachen und Ruderalflächen 11 bis 19 und auf den Ackerflächen 6 bis 20 Arten.

Ambrosia artemisiifolia ist höchstet in allen Probeflächen vorhanden, wobei auf den Äckern die höchsten Deckungsgrade zwischen 2a und 4 erreicht werden. Auf den Brachen bzw. den Ruderalflächen werden ähnlich hohe Artmächtigkeiten erreicht, allerdings ist die Amplitude hier mit Graden von 1 bis 4 wesentlich größer. An den Straßenrändern ist die Spannbreite dagegen enger, mit Werten von 2a bis 3.

Die Arten, mit denen *A. artemisiifolia* auf den Äckern am häufigsten vergesellschaftet ist, sind *Artemisia vulgaris*, *Chenopodium album* und *Setaria pumila*. Keine dieser Arten tritt jedoch höchstet mit *Ambrosia* in diesem Habitattyp auf, ähnlich wie bei den anderen Typen, und sie erreichen Deckungsgrade von + bis 2b.

Auf den Brachen und Ruderalstellen treten dagegen andere Arten verstärkt auf.

Tab. 5.3: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Straßenrändern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2006)

Aufnahmen-Nr.	22	27	28	24	25	26	29	23	21
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	50	50	50	10	50	50	50	10	25
Artenzahl	26	18	17	17	16	14	14	13	10
Deckung (%)	80	85	70	85	80	85	80	80	85
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2b	2b	2a	2a	2b	2a	3	2a	2b
Stellarietea mediae									
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	2a	1	1	2a	.	1	1	.	.
<i>Chenopodium album</i> agg.	2b	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidium ruderales</i>	1	.	+	.	.	.	r	.	.
<i>Digitaria sanguinalis</i>	.	.	2a	.	2a	2b	.	.	.
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium purpureum</i>	r	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	+	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	r	.	.	.	.	+	.	.
<i>Atriplex oblongifolia</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex sagittata</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver dubium</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium altissimum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria pumila</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Molinio-Arrhenatheretea									
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2a	.	.	2b	.	2a	2a	2a	2a
<i>Plantago lanceolata</i>	+	.	1	1	.	.	.	2a	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	2m	2a	.	.	.	1	.	2m
<i>Lolium perenne</i>	2m	2a	2b	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	2a	2a	.	.	.
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	.	.	.	2a	.	2a	.	.
<i>Poa pratensis</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	2b	2a
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Dauco-Melilotion									
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	.	r	+	+	2a	2a	1	1	2a
<i>Tanacetum vulgare</i>	2m	+	.	2a	1	.	.	2m	.
<i>Crepis capillaris</i>	.	+	+	.	+	r	+	.	.
<i>Cichorium intybus</i>	+	.	+	.	.	.	r	.	.
<i>Berteroa incana</i>	2a	.	.	.	.	.	.	2a	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Centaurea stoebe</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Sonstige Artemisietea									
<i>Elymus repens</i>	2a	.	.	2a	1	1	.	2m	.
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	2a	r	.	+	.	+	1	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	2a	2a	.	1	.	2a	.	2a
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	.	+	.	.	.	.	+	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	.	.	.	2b	.	.	.	.	.
Arten der Tritt- und Flutrasen									
<i>Spergularia rubra</i>	.	2b	2a	.	2a	2b	2m	.	2a
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	.	.	2b	2m	.	2a	2a	.
<i>Plantago major</i>	.	.	1	r	.	.	.	.	.
<i>Matricaria discoidea</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter									
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	.	.	2a	1	2a	.	2b	2a
<i>Achillea pannonica</i>	.	.	.	.	1	1	.	2a	.
<i>Armeria maritima</i>	.	.	.	.	1	1	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	.	2a	.	.	.
<i>Hordeum vulgare</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brassica napus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus rubra</i> juv.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Galium verum</i> agg.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2b

Liste der Aufnahmeflächen vom 02. - 04.08.2006

21. Auras, Straßenrand
22. Klein Oßnig, Straßenrand
23. Domsdorf, Feldwegrand
24. Domsdorf, Feldwegrand
25. Altdöbern, Straßenrand
26. Altdöbern, Straßenrand
27. Muckwar, Straßenrand im Wald
28. Muckwar, Straßenrand im Wald
29. Calau, Straßenrand

Dies sind *Conyza canadensis*, *Apera spica-venti* und *Achillea pannonica*, jeweils mit Werten von + bis 2a sowie *Rumex acetosella*, mit Deckungsgraden von + bis 2b.

Straßenränder weisen ebenfalls ein von den anderen Typen weitestgehend verschiedenes Arteninventar auf. Zu den hier häufiger vertretenen Arten zählen zahlreiche Gräser, wie z. B. *Elymus repens*, *Calamagrostis epigejos*, *Digitaria sanguinalis*, *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis stolonifera* und *Festuca ovina*, deren Artmächtigkeiten von 2a bis 2b erreichen. Weitere häufige Arten sind *Rumex thyrsoiflorus*, *Tanacetum vulgare*, *Polygonum aviculare* sowie *Spergularia rubra*. Wie bei den Gräsern werden von ihnen maximale Deckungsgrade von 2b erreicht, allerdings ist die Bandbreite mit + bis 2b größer.

2007

Tab. 5.4: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Äckern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2007)

Aufnahmen-Nr.	11	12	2	7	1	4	8	9	10	5
Größe d. Aufnahmefläche (m²)	50	25	50	50	50	50	50	50	50	8
Artenzahl	17	14	13	11	11	11	10	8	6	5
Deckung (%)	70	75	70	65	60	45	55	40	45	20
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2a	3	3	4	3	2a	3	2a	2b	2a
Stellarietea mediae										
<i>Setaria pumila</i>	2a	3	2b	2m	2b	2b	2a	1	2b	.
<i>Chenopodium album</i> agg.	2b	+	.	2a	2a	1	2a	2m	2a	.
<i>Apera spica-venti</i>	.	2m	1	2m	.	2m	2a	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	2m	2a	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	1	.	.	.	2a	.	.	.	.	2a
<i>Fallopia convolvulus</i>	.	2a	.	1	.	2a	.	.	.	.
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.	2m	.
<i>Viola arvensis</i>	.	1	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Lamium purpureum</i>	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	r	.	1	.	.	.	.	.
<i>Geranium pusillum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<i>Conyza canadensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
<i>Thlaspi arvense</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galinsoga parviflora</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i> agg.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis arvensis</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia villosa</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i> agg.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Centaurea cyanus</i>	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.
Dauco-Melilotion										
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Artemisietea										
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	1	r	2a	.	.	1	1	+	.	r
<i>Elymus repens</i>	.	.	2m	2m	.	2a	2a	.	.	.
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	+	2a	.	r	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.
Molinio-Arrhenatheretea										
<i>Achillea millefolium</i> agg.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.
<i>Plantago lanceolata</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Arten der Tritt- und Flutrasen										
<i>Spergularia rubra</i>	.	2a	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Begleiter										
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helianthus annuus</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosella</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Brassica napus</i>	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.

Liste der Aufnahmeflächen vom 09. - 10.08.2007

1. Laubst, Getreidestoppelacker
2. Laubst, Getreidestoppelacker
4. Schorbus, Bitterlupinenackerrand
5. Zwietow, Getreidestoppelacker
6. Zwietow, komplett umgebrochen; keine Vegetation → keine Aufnahme
7. Oelsnig, Bitterlupinenackerrand
8. Löschen, Getreidestoppelackerrand
9. Siewisch, Rapsackerrand
10. Reddern, Getreidestoppelacker
11. Repten, Sonnenblumenfeld (zur Selbstbedienung)
12. Koßwig, Getreidestoppelacker

Im Jahr 2007 werden die Untersuchungsflächen von 2006 erneut aufgesucht. Bei einigen Flächen haben sich z. T. radikale Änderungen in der Nutzung ergeben, was eine erhebliche Veränderung der Artenzusammensetzung bzw. der Einstufung des Habitattyps zu Folge hat. Entsprechend werden zehn Ackerflächen und acht Straßenränder sowie acht Brachen bzw. Ruderalflächen als Kategorien unterschieden. Wie 2006 unterscheiden sich die untersuchten Flächengrößen: Äcker mit 8 m² bis 50 m² (Tab. 5.4), Straßenränder mit 10 m² bis 50 m² (Tab. 5.6) und Brachen sowie Ruderalflächen mit 3 m² bis 50 m² (Tab. 5.5). Die Gesamtdeckung erreicht dabei auf den Äckern zwischen 20 % und 85 %, an den Straßenrändern zwischen 50% und 90 % und auf den Brachen bzw. Ruderalstellen 25 % bis 90 %. Die Artenzahl ist auf den Ackerflächen mit 5 bis 17 Spezies am niedrigsten, gefolgt von den Brachen und Ruderalflächen mit 5 bis 25 Arten. Die meisten Arten werden an den Straßenrändern mit 10 bis 34 Spezies gefunden.

Ambrosia kann auf allen Probeflächen wieder gefunden werden, nur auf den Flächen 6 und 21 von 2006 nicht, die daher auch nicht mehr aufgenommen wurden. Auf den Äckern und den Brachen bzw. Ruderalflächen erreicht sie eine Artmächtigkeit von 2a bis 4 und 2a bis 3, während an den Straßenrändern nur Deckungsgrade von + bis 2b aufgenommen werden konnten.

Tab. 5.5: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Brachen und Ruderalflächen aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2007)

Aufnahmen-Nr.	3	18	13	16	14	15	17	20
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	50	50	20	40	9	14	4	3
Artenzahl	25	23	15	13	10	9	7	5
Deckung (%)	90	65	70	55	85	70	40	25
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2a	2a	3	2a	2a	3	2b	2b
Stellarietea mediae								
<i>Conyza canadensis</i>	.	r	.	2a	+	2a	.	1
<i>Centaurea cyanus</i>	1	.	+	.	.	r	.	.
<i>Chenopodium album</i> agg.	1	.	1	.	.	.	.	.
<i>Setaria pumila</i>	1	2m	.	.	.	.	.	.
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	+	r	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	1	.	.	2b	.	.	.
<i>Persicaria lapathifolia</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis arvensis</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i> agg.	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola arvensis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pusillum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica persica</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria viridis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia villosa</i> ssp. <i>varia</i>	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	.	.	2b	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium altissimum</i>	.	.	2a	.	.	.	.	.
<i>Amaranthus retroflexus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Scleranthus annuus</i> agg.	.	.	.	2m	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	.	.	3	.	.	.
<i>Senecio viscosus</i>	.	.	.	.	.	r	.	.
Molinio-Arrhenatheretea								
<i>Agrostis capillaris</i>	.	2b	.	3	.	2b	2b	1
<i>Leontodon hispidus</i>	.	2a	.	+	.	.	+	1
<i>Plantago lanceolata</i>	.	1	2m	.	2b	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	.	2a	.	2a	+	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	2a	1	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	2b	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	2m	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Tragopogon pratensis</i>	.	.	.	.	.	r	.	.
Dauco-Melilotion								
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	r	+	+	.	.	.	r	r
<i>Berteroa incana</i>	.	.	2b	.	1	.	.	.
<i>Centaurea stoebe</i>	.	2a	.	.	.	.	.	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	2a	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago x varia</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
Sonstige Artemisietea								
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	+	2a	2a	.	.	.	r	.
<i>Elymus repens</i>	.	.	1	1	2a	.	.	.
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	+	.	.	.	.	+	.
Arten der Tritt- und Flutrasen								
<i>Rumex obtusifolius</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Spergularia rubra</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	r	.	.	.	.	.	.
Begleiter								
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	2b	.	.	2a	.	.	.
<i>Achillea pannonica</i>	.	1	.	.	.	.	2a	.
<i>Rumex crispus</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.

Aufnahmen-Nr.	3	18	13	16	14	15	17	20
<i>Secale cereale</i>	+
<i>Pinus sylvestris</i> juv.	.	.	.	2a	.	.	.	.
<i>Carex spec.</i>	.	.	.	2m	.	.	.	.
<i>Filago vulgaris</i> agg.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Jasione montana</i>	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	.	.	.	+
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	+
<i>Filago arvensis</i>	+	.	.	.

Liste der Aufnahmeflächen vom 09. - 10.08.2007

3. Schorbus, Brache
13. Schorbus, Silagemiete
14. Auras, Brache
15. Tagebau Welzow-Süd, Erdhügel
16. Tagebau Welzow-Süd, Sandfläche nahe Kiefernforst
17. Radensdorf, Brache (umgebrochen)
18. Radensdorf, Brache (umgebrochen, Randbereich)
19. Radensdorf, Brache; wegen fehlender Unterschiede zu Fläche 18 → keine weitere Aufnahme
20. Radensdorf, Brache (umgebrochen)

Von den begleitenden Arten ist nur *Artemisia vulgaris* für alle Wuchsorttypen von Bedeutung. Auf Äckern, den Ruderalflächen und Brachen erreicht sie Deckungsgrade von r bis 2a und an den Straßenrändern von + bis 2m. Eine weitere Art, die für die Brachen und Straßenränder von Bedeutung ist, ist *Agrostis capillaris* mit Artmächtigkeiten von 1 bis 3 bzw. 2m bis 3. Es ist jedoch anzumerken, dass keine Art, außer *A. artemisiifolia*, auf allen Flächen eines Habitattyps vorkommt.

Auf den untersuchten Ackerflächen sind die folgenden Arten von Wichtigkeit. Sie ähneln in ihrer Zusammensetzung den Aufnahmen von 2006 stark: *Elymus repens*, mit Deckungsgraden von 2m bis 2a, *Setaria pumila* mit 1 bis 3, *Chenopodium album* mit + bis 2b und *Apera spica-venti* mit 1 bis 2a.

Auf den Brachen und Ruderalflächen sind andere Arten häufiger, von denen *Conyza canadensis*, mit Artmächtigkeiten von r bis 2a, die Bedeutendste ist. Im Gegensatz zu 2006 sind die Brachen wesentlich artenärmer und zeigen aufgrund von z. T. grundlegenden Nutzungsänderungen ein wesentlich anderes Bild als im

Tab. 5.6: Pflanzensoziologische Aufnahmen von Straßenrändern aus dem Raum Cottbus - Drebkau - Calau (2007)

Aufnahmen-Nr.	22	23	24	25	26	27	28	29
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	50	10	10	50	50	50	25	50
Artenzahl	34	12	10	18	17	17	14	25
Deckung (%)	85	50	70	80	85	90	80	85
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2m	2a	2a	2a	2b	2a	2m	+
Dauco-Melilotion								
<i>Tanacetum vulgare</i>	2m	2b	1	1	1	2a	.	.
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	.	2a	1	1	.	.	1	1
<i>Daucus carota</i>	2a	.	.	1	+	.	.	+
<i>Berteroa incana</i>	2a	1	2a	.	.	.	.	.
<i>Cichorium intybus</i>	2a	.	.	.	.	.	+	.
<i>Echium vulgare</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea stoebe</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Medicago x varia</i>	.	.	.	r	.	.	.	.
Sonstige Artemisietea								
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	2m	1	.	2m	1	.	+	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	.	.	2m	2a	2m	1	2a
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	1	.	r	.	.	+	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	+	.	.	r	.	.	.	.
<i>Elymus repens</i>	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ballota nigra</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium vulgare</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
Stellarietea mediae								
<i>Conyza canadensis</i>	1	+	.	.	.	.	.	1
<i>Lactuca serriola</i>	+	.	.	+	+	.	.	.
<i>Digitaria sanguinalis</i>	.	.	.	2m	.	.	3	2m
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	.	.	2m	2a	.	2a
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	2a	.	.	.	.	.	.	+
<i>Cirsium arvense</i>	1	.	+	.	.	.	.	.
<i>Galinsoga parviflora</i>	.	.	.	.	.	2b	.	1
<i>Lepidium ruderales</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i>	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia villosa</i> ssp. <i>varia</i>	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i> agg.	.	.	.	.	.	2m	.	.
<i>Setaria pumila</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Setaria viridis</i>	.	.	.	.	.	.	.	2b
<i>Sonchus asper</i>	.	.	.	.	.	.	.	r
Molinio-Arrhenatheretea								
<i>Achillea millefolium</i> agg.	2a	.	.	1	2a	2a	+	1
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	2a	.	.	.	r	2a	2a	2m
<i>Plantago lanceolata</i>	2m	+	.	.	1	.	+	+
<i>Leontodon autumnalis</i>	1	.	.	2a	2a	+	.	1
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	3	2b	2m	2m	2m
<i>Lolium perenne</i>	2b	.	.	2m	2m	.	.	3
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2b	2b	2a	.	.	.	.	.
<i>Leontodon hispidus</i>	.	r	.	.	.	.	+	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	.	.	.	.	.	+	.	2m
<i>Medicago lupulina</i>	2m	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pastinaca sativa</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	.	.	.	.	3	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	.	.	r	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	2m
<i>Anthriscus sylvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	r
Arten der Tritt- und Flutrasen								
<i>Plantago major</i>	1	.	.	.	.	2a	.	1
<i>Spergularia rubra</i>	.	.	.	2b	2a	.	2a	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	+	2b	.	.	.	.	.

Aufnahmen-Nr.	22	23	24	25	26	27	28	29
Begleiter								
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	2m	2a	.	3	.
<i>Quercus rubra</i> juv.	r	.	.	.	.	.	r	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	.	2a	3	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	.	.	2b	2b	.	.	.
<i>Armeria maritima</i>	.	.	.	2a	2a	.	.	.
<i>Brassica napus</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa annua</i> agg.	.	.	.	.	.	2m	.	.
<i>Potentilla argentea</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Quercus robur</i> juv.	.	.	.	.	.	.	.	+

Liste der Aufnahmeflächen vom 09. - 10.08.2007

- 21. Auras, Straßenrand; ohne *Ambrosia* → keine Aufnahme
- 22. Klein Oßnig, Straßenrand
- 23. Domsdorf, Feldwegrand
- 24. Domsdorf, Feldwegrand
- 25. Altdöbern, Straßenrand
- 26. Altdöbern, Straßenrand
- 27. Muckwar, Straßenrand im Wald
- 28. Muckwar, Straßenrand im Wald
- 29. Calau, Straßenrand

Vorjahr. Die meisten anderen Arten sind weit weniger stet auf den Flächen vertreten und erreichen selten höhere Deckungsgrade.

An den Straßenrändern ähnelt das Bild hingegen stärker der Situation von 2006. Es treten wieder verstärkt Gräser auf, wie *Calamagrostis epigejos* mit Deckungsgraden von 1 bis 2a, *Digitaria sanguinalis* mit Werten von 2m bis 3 und *Festuca ovina* mit Artmächtigkeiten von 2b. Weitere bedeutende Arten sind außerdem *Rumex thyrsoiflorus* mit Artmächtigkeiten von 1 bis 2a, *Tanacetum vulgare* mit 1 bis 2b, *Polygonum aviculare* mit 2m bis 2a, *Achillea millefolium* mit + bis 2a, *Spergularia rubra* mit 2a bis 2b und *Rumex acetosella* mit 2m bis 3.

In Tabelle 5.17 (S. 244) finden sich die Daten der oben abgebildeten Tabellen 5.1-5.6, zusammengefasst mit Angaben anderer Autoren und weiteren eigenen Aufnahmen, in Form einer Stetigkeitstabelle.

5.3.1.1.2. Magdeburg, Grundstück der alten Ölmühle

Tab. 5.7: Pflanzensoziologische Aufnahmen aus Magdeburg (2005)

Aufnahmen	1	2	3	4	5
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	4	4	4	4	4
Artenzahl	21	22	19	14	11
Deckung (%)	50	50	70	40	70
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2b	3	3	3	3
Stellarietea mediae					
<i>Conyza canadensis</i>	r	1	1	1	1
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	r	+	+	r	.
<i>Lactuca serriola</i>	r	.	1	+	+
<i>Iva xanthiifolia</i>	1	r	.	.	r
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	r	.	.	.
<i>Descurainia sophia</i>	.	+	.	.	.
<i>Setaria viridis</i>	.	r	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	.	.	r	.	.
Dauco-Melilotion					
<i>Picris hieracioides</i>	1	1	2a	1	1
<i>Daucus carota</i>	2a	2a	1	2a	1
<i>Echium vulgare</i>	+	+	r	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	r	r	+	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	r	.	.	.	.
<i>Medicago x varia</i>	.	+	.	.	.
Sonstige Artemisietea					
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	2a	1	1	+	2a
<i>Elymus repens</i>	2b	2b	2b	.	.
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	+	+	.	r	.
<i>Artemisia absinthium</i>	.	+	+	1	.
<i>Linaria vulgaris</i>	r	r	.	.	.
<i>Ballota nigra</i>	r	.	.	.	.
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	.	r	.	.
Molinio-Arrhenatheretea					
<i>Medicago lupulina</i>	1	+	2b	2a	3
<i>Trifolium pratense</i>	2a	.	2a	+	1
<i>Poa trivialis</i>	1	.	+	1	+
<i>Plantago lanceolata</i>	1	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	+	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	r	.	.
Arten der Tritt- und Flutrasen					
<i>Plantago major</i>	+	+	r	1	.
Begleiter					
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	+	1	1	1
<i>Arctium spec.</i>	r	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i> agg.	.	r	.	.	.

Liste der Aufnahmeflächen (mit Aufnahmedatum)

1. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 50 % Deckung (30.08.05)
2. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 50 % Deckung (30.08.05)
3. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 70 % Deckung (30.08.05)
4. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 40 % Deckung (30.08.05)
5. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 70 % Deckung (30.08.05)

2005

Die am 30.08.2005 angefertigten Aufnahmen (Tab. 5.7) auf der Fläche der ehemaligen Ölmühle in Magdeburg haben alle eine Größe von 4 m² und Gesamtdeckungsgrade zwischen 40 % und 70 %. Es können zwischen 11 und 22 Arten festgestellt werden. *Ambrosia artemisiifolia* ist in allen Aufnahmeflächen vertreten und erreicht eine Artmächtigkeit von 2b bis 3. Zudem sind zahlreiche andere Arten vorhanden, die die Einstufung des Gesamtbestandes in den Verband Dauco-Melilotion nahe legen. Dazu zählen *Daucus carota*, *Picris hieracioides* und *Artemisia vulgaris*, die höchstet in den Aufnahmen auftreten und Deckungsgrade von 2a erreichen, sowie *Elymus repens*, die in 60 % der Flächen auftritt und eine Artmächtigkeit von bis zu 2b erreicht. Außerdem finden sich in den Flächen noch häufiger *Trifolium pratense*, mit einer Stetigkeit von 80 % und Deckungsgraden von 2a, und *Medicago lupulina*, die in allen Aufnahmen auftritt und Artmächtigkeiten von bis zu 3 erreicht.

2006

Im Juni und August 2006 wurden vor allem die Wegränder und die Ränder der Fläche der Ölmühle untersucht (Tab. 5.8). Grund dafür ist, dass *Ambrosia* auf dem eigentlichen Gebiet zu diesem Zeitpunkt bereits weitestgehend verschwunden ist. An den Wegrändern werden wegen der heterogenen Bestände 1 m² große Flächen aufgenommen, deren Gesamtdeckung zwischen 65 % und 90 % beträgt und die zwischen 8 und 14 Arten aufweisen. *Ambrosia* erreicht dort noch eine Artmächtigkeit von bis zu 3, zeigt aber häufig nur Werte von 2a oder 2b.

Tab. 5.8: Pflanzensoziologische Aufnahmen aus Magdeburg (2006)

Aufnahmen	13	14	15	16	17	11	12	6	7	10	8	9
Größe d. Aufnahme­fläche (m ²)	4	4	4	9	12	1	4	1	1	1	1	1
Artenzahl	15	11	11	16	16	14	14	9	8	10	9	10
Deckung (%)	60	70	40	40	75	90	50	80	70	65	75	85
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	1	1	1	2m	2a	3	2a	3	3	2a	2b	2b
Dauco-Melilotion												
<i>Picris hieracioides</i>	2b	2a	2a	2a	1	+	2b	2b	2b	2b	2a	3
<i>Daucus carota</i>	2a	2a	2a	2b	2a	1	2a	2a	2a	.	1	2a
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.
Sonstige Artemisietea												
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	1	2a	1	+	1	2a	2a	+	r	1	.	.
<i>Artemisia absinthium</i>	+	+	.	1	r	+	.	.	.	.	.	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Saponaria officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+
<i>Carduus acanthoides</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Stellarietea mediae												
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	+	r	+	+	1	.	+	.	.	r	.	.
<i>Conyza canadensis</i>	.	1	r	.	.	.	2a	.	.	+	.	+
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	+	.
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex patula</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Molinio-Arrhenatheretea												
<i>Medicago lupulina</i>	2b	2a	2b°	1°	2a	r	1	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	+	2b	.	+°	2m	1	+	.	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i> agg.	1	1	1	1	3	1	+	.	.	.	.	.
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	.	.	2a	2a	1	.	2a	2a	2a
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	.	.	.	.	.	2a	.	2a	2a	.	2a	2a
<i>Trifolium repens</i>	1	.	+	+°	.	.	.	.	.	.	.	2a
<i>Achillea millefolium</i> agg.	+	.	.	1	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pastinaca sativa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Begleiter												
<i>Apera spica-venti</i>	2a	1	2b	2a	2a	+	1	.	.	2a	1	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	+	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	2a	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diplo­taxis tenuifolia</i>	.	.	.	.	r	.	+	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i> juv.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.
<i>Trifolium campestre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.
<i>Epilobium</i> cf. <i>parviflorum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina</i> juv.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus sterilis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum</i> cf. <i>spurium</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.

Aufnahmen	13	14	15	16	17	11	12	6	7	10	8	9
<i>Senecio vernalis</i>	r	.	.	.	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	r	.

Liste der Aufnahmeflächen (mit Aufnahmedatum)

6. Wegrand, Osten	1 m ² , ~ 80 % Deckung (29.06.06)
7. Wegrand, Osten	1 m ² , ~ 70 % Deckung (29.06.06)
8. Wegrand, Osten	1 m ² , ~ 70 % Deckung (29.06.06)
9. Wegrand, Osten	1 m ² , ~ 85 % Deckung (29.06.06)
10. Wegrand, Westen	1 m ² , ~ 65 % Deckung (29.06.06)
11. Wegrand, Westen	1 m ² , ~ 90 % Deckung (29.06.06)
12. Fläche der Ölmühle (Schotter)	4 m ² , ~ 50 % Deckung (29.06.06)
13. Fläche der Ölmühle (Trampelpfad)	4 m ² , ~ 60 % Deckung (29.06.06)
14. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 70 % Deckung (29.06.06)
15. Fläche der Ölmühle (Schotter)	4 m ² , ~ 40 % Deckung (02.08.06)
16. Fläche der Ölmühle (Trampelpfad)	4 m ² , ~ 40 % Deckung (02.08.06)
17. Fläche der Ölmühle	4 m ² , ~ 75 % Deckung (02.08.06)

An den Rändern der Fläche beträgt die Deckung der Art nur noch zwischen 1 und 2a, unabhängig von der Mahd. Auf dem Gebiet der ehemaligen Ölmühle selbst werden nur noch Deckungsgrade von 1, bei 4 m² im Juni, bzw. 2a, bei 12 m² Flächengröße im August, erreicht. Die Gesamtdeckung der Flächenaufnahmen liegt zwischen 70 % und 75 % und es werden zwischen 11 und 16 Arten gezählt. Die Randaufnahmen der Fläche sind dagegen 4 bis 9 m² groß, mit Deckungsgraden von 40 % bis 60 % und enthalten ebenfalls zwischen 11 und 16 Arten.

Picris hieracioides und *Daucus carota* sind in allen drei untersuchten Abschnitten von Bedeutung und erreichen jeweils Artmächtigkeiten von 2a bis 2b. An den Wegrändern treten zudem die Gräser *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata* mit Deckungsgraden von 2a auf. In den Flächenrändern findet sich höchstet Arten wie *Medicago lupulina* und *Apera spica-venti*, die Deckungen von 2b bzw. 2a erreichen. Im Juni ist zudem noch *Artemisia vulgaris*, mit einer Artmächtigkeit von bis zu 2a, von größerer Bedeutung. Im August treten dann Gräser, wie *Festuca ovina* und

Tab. 5.9: Pflanzensoziologische Aufnahmen aus Magdeburg (2007-08)

Aufnahmen	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Größe d. Aufnahme­fläche (m ²)	5	5	5	4	3	3	4	9	4	4	1	2
Artenzahl	12	20	15	15	18	12	13	13	13	14	3	9
Deckung (%)	90	90	30	25	90	75	30	60	50	90	20	30
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	2b	2a	2b	2a	2b	2b	2a	2b	2a	r	+	1
Dauco-Melilotion												
<i>Daucus carota</i>	+	2a	2a	+	2a	2a	.	2a	2a	2a	.	2b
<i>Picris hieracioides</i>	2b	1	.	1	3	2b	.	1	2a	2b	.	2a
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	r	+	.	2a	1	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	r	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	r	1	.	.	.	.
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melilotus officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Sonstige Artemisietea												
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	1	1	2a	2a	1	.	+	2m	2a	+	.	.
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	2a	.	+	2a	+	r	.	.	.	.	2a	.
<i>Artemisia absinthum</i>	.	r	.	.	.	+	+	1	1	r	.	.
<i>Linaria vulgaris</i>	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Elymus repens</i>	.	.	.	+	2a	.	.	.	.	1	.	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	.	.	.	2a	2b	.	.	2m
<i>Equisetum arvense</i>	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus inermis</i>	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ballota nigra</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex hirta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.
<i>Carduus acanthoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Stellarietea mediae												
<i>Coryza canadensis</i>	+	r	1	+	.	r	r	.	+	.	.	.
<i>Setaria viridis</i>	.	.	1	.	.	.	2b	.	r	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	r	2a	.	.	.	.	.	.	2b	.	.
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	r	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium pusillum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Bromus tectorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.
Molinio-Arrhenatheretea												
<i>Plantago lanceolata</i>	2m	2b	1	r	1	.	2a	.	.	1	.	.
<i>Lolium perenne</i>	3	3	1	+	.	.	.	2b	.	2a	.	2a
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	2a	+	+	1	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	2a	.	2a	1	2b	2a	.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	2a	2a	.	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	+	+	r	.	.	+	.	.	2a	.	r
<i>Trifolium pratense</i>	.	+	.	.	.	.	.	+	1	.	.	2a
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	.	.	.	2a	2b	.	1	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Aufnahmen	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>Vicia cracca</i> agg.	2a	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenatherum elatius</i>	2a	.	.
Arten der Tritt- und Flutrasen												
<i>Plantago major</i>	r	.	.	.	.	.
Begleiter												
<i>Humulus lupulus</i>	+	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Trifolium campestre</i>	.	2a	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	1	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	+	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	r	.	.

Liste der Aufnahmeflächen (mit Aufnahmedatum)

18. Wegrand, Osten	5 m ² , ~ 90 % Deckung (29.06.07)
19. Wegrand, Osten	5 m ² , ~ 90 % Deckung (29.06.07)
20. Wegrand, Westen	5 m ² , ~ 30 % Deckung (29.06.07)
21. Wegrand, Westen	4 m ² , ~ 25 % Deckung (29.06.07)
22. Wegrand, Osten	3 m ² , ~ 90 % Deckung (13.09.07)
23. Wegrand, Osten	3 m ² , ~ 75 % Deckung (13.09.07)
24. Wegrand, Westen	4 m ² , ~ 30 % Deckung (13.09.07)
25. Fläche der Ölmühle (Trampelpfad)	9 m ² , ~ 60 % Deckung (13.09.07)
26. Fläche der Ölmühle (Schotter)	4 m ² , ~ 50 % Deckung (13.09.07)
27. Wegrand, Osten	4 m ² , ~ 90 % Deckung (02.07.08)
28. Wegrand, Westen	1 m ² , ~ 20 % Deckung (02.07.08)
29. Fläche der Ölmühle (Trampelpfad)	2 m ² , ~ 30 % Deckung (02.07.08)

Bromus tectorum, die jeweils eine Deckung von 2a erzielen, an ihre Stelle, begünstigt durch die häufigere Mahd.

Auf den Flächen selbst sind zu beiden Zeitpunkten *Medicago lupulina* mit Artmächtigkeiten von 2a vertreten. Zusätzlich stellen im Juli *Artemisia vulgaris* und *Trifolium pratense* wichtige Arten dar, die Werte von 2a bzw. 2b erreichen, während im August auch hier Gräser wie *Poa pratensis* und *P. trivialis* sowie *Festuca ovina* an Bedeutung gewinnen. Sie weisen Deckungsgrade von bis zu 3 auf.

2007

Der 2006 aufgetretene Trend, im Bezug auf den Rückgang von *Ambrosia*, setzt sich im folgenden Jahr fort. Die sieben Aufnahmeflächen an den Wegrändern sind zwischen 3 m² und 5 m² groß und weisen an den am dichtesten bewachsenen Bereichen Gesamtdeckungen von 75 % bis 90 % und an den lockereren Bereichen von 25 % bis 30 % auf. Es werden zwischen 12 und 20 Arten gefunden, wobei die unterschiedliche Gesamtdeckung kaum Einfluss auf die Artenzahl hat. Die zwei untersuchten Flächen am Rand des Geländes der ehemaligen Ölmühle sind 4 m² bzw. 9 m² groß und weisen Gesamtdeckungsgrade von 50 % und 60 % auf. Es werden jeweils 13 Arten gefunden.

Ambrosia artemisiifolia weist Artmächtigkeiten von 2a bis 3 auf, wobei 3 nur in drei der neun Untersuchungsflächen erreicht wird. Wie im letzten Jahr sind *Daucus carota* und *Picris hieracioides* auf allen Aufnahmeflächen zu finden und sie erreichen Deckungsgrade von maximal 2a und 3.

Im Juni treten an den Wegrändern verstärkt *Artemisia vulgaris*, *Diplotaxis tenuifolia* und *Plantago lanceolata* auf, mit Artmächtigkeiten von bis zu 2a bzw. 2b. In den im September bonitierten Untersuchungsflächen sind diese Arten auch noch regelmäßig vertreten, erreichen aber nur noch wesentlich niedrigere Deckungsgrade, wohl bedingt durch die regelmäßige Mahd. Eine weitere Art, die jedoch nicht mit so hoher Stetigkeit in den Flächen vorkommt, ist *Dactylis glomerata*. Sie weist zu beiden Aufnahmezeitpunkten eine Artmächtigkeit von 2a auf. Im September gewinnen auch dieses Jahr wieder die grasartigen Spezies mengenmäßig an Bedeutung. Dazu gehören *Setaria viridis* und *Festuca rubra*, mit Deckungsgraden von bis zu 2b.

An den Flächenrändern sind dagegen vor allem folgende Arten häufig: *Artemisia vulgaris*, *Poa compressa* und *Medicago lupulina*. Sie erreichen Deckungen von bis zu 2a und jeweils 2b. In der Hälfte der Aufnahmen ist zudem noch *Carex hirta*, mit einem Wert von 2a, von Bedeutung.

2008

Die drei Aufnahmen aus dem Sommer 2008 zeigen ein weiteres deutliches Zurückgehen von *A. artemisiifolia*, besonders an den Wegrändern. So erreicht sie im östlichen Bereich nur noch eine Artmächtigkeit von r, während sie im Westen noch + beträgt. An den Flächenrändern ist die Art noch an dem „Trampelpfad“ mit einer Deckung von 1 vertreten. Die untersuchten Flächen sind 1 m² bis 4 m² groß und weisen Gesamtdeckungsgrade von 20 % bis 30 % auf, in den am dichtesten bewachsenen Bereichen am östlichen Wegrand sogar 90 %. Mit der Gesamtdeckung sinkt auch die Artenzahl von 14 über neun auf drei. An den Wegrändern im Osten sind noch die Arten *Picris hieracioides* und *Trifolium arvense*, mit Artmächtigkeiten von jeweils 2b, sowie *Bromus tectorum* im Westen, mit einer Deckung von 2b, von Bedeutung. An dem „Trampelpfad“ sind die folgenden Arten häufiger: *Picris hieracioides*, *Daucus carota* und *Lolium perenne*. Sie erreichen Artmächtigkeiten von 2a, 2b bzw. 2a.

In Tabelle 5.17 (S. 244) finden sich die Daten der oben abgebildeten Tabellen 5.7-5.9, zusammengefasst mit Angaben anderer Autoren und weiteren eigenen Aufnahmen, in Form einer Stetigkeitstabelle. Einzige Ausnahme bilden die Daten aus dem Jahr 2008, die wegen des geringen Umfanges dort nicht eingetragen und bei der Clusteranalyse entsprechend nicht berücksichtigt wurden.

5.3.1.1.3. Fläche nahe der Raiffeisenfiliale „An der Fischerbrücke“, Wolfenbüttel

Tab. 5.10: Pflanzensoziologische Aufnahmen von zwei Dauerflächen aus Wendessen

Aufnahmen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Größe d. Aufnahmefläche (m ²)	4	4	4	4	4	4	4
Artenzahl	23	28	27	28	16	16	15
Deckung (%)	80	80	90	90	30	85	95
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	1	1	+	1	1	r	.
Dauco-Mellilotion							
<i>Tanacetum vulgare</i>	r	+	+	+	r	.	+
<i>Melilotus albus</i>	.	.	.	r	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	1	.	.
Sonstige Artemisietea							
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	2a	2b	3	3	+	1	+
<i>Ballota nigra</i>	2a	2a	2a	2a	.	.	.
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	+	1	2a	1	2a	1	1
<i>Elymus repens</i>	.	+	+	+	.	.	.
<i>Galium aparine</i> agg.	r	+	r	.	.	.	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	+	2m	.
<i>Carduus crispus</i>	.	.	.	.	.	r	r
<i>Epilobium tetragonum</i>	.	.	.	.	.	r	.
Stellarietea mediae							
<i>Cirsium arvense</i>	2a	2a	2a	2a	+	r	.
<i>Papaver rhoeas</i>	1	2a	1	+	.	.	.
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	+	+	+	r	.	.	1
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	r	+	+	+	.	1	+
<i>Geranium molle</i>	r	r	r	r	.	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	.	r	2a	2a	.	.	.
<i>Descurainia sophia</i>	.	r	r	r	r	.	.
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	r	r	r	r	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	+	r	.	.	.	.	.
<i>Veronica hederifolia</i>	+	r	.	.	.	.	.
<i>Veronica persica</i>	r	r	.	.	.	.	.
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	+	+	.	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	r	.	.	.
<i>Mercurialis annua</i>	.	.	.	.	2b	+	1
<i>Chenopodium album</i> agg.	.	.	.	.	2a	+	.
<i>Lamium amplexicaule</i>	.	.	.	.	1	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	.	.	r	.	.
<i>Urtica urens</i>	.	.	.	.	.	+	.
<i>Galinsoga parviflora</i>	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lamium purpureum</i>	.	.	.	.	.	.	+
Molinio-Arrhenatheretea							
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a
<i>Poa pratensis</i> agg.	1	1	1	1	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	1	1	1	1	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	+	+	+	+	.	4	5

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Aufnahmen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7
<i>Lolium perenne</i>	.	1	1	1	.	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	1	3	2a
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	.	.	.	.	.	+	.
Arten der Tritt- und Flutrasen							
<i>Plantago major</i>	+	+	+	r	.	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	r	r	r	r	.	r	+
Begleiter							
<i>Urtica dioica</i>	1	1	1	1	.	.	r
<i>Poa annua</i> agg.	+	+	+	+	.	.	2m
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	r	r	r	r	.	.	.
<i>Epilobium</i> cf. <i>parviflorum</i>	.	.	r	r	.	.	.
<i>Vulpia myuros</i>	.	.	.	.	1	.	.

Liste der Aufnahmedaten

1. 25.05.06	4 m ² , ~ 80 % Deckung
2. 15.06.06	4 m ² , ~ 80 % Deckung
3. 03.07.06	4 m ² , ~ 90 % Deckung
4. 20.07.06	4 m ² , ~ 90 % Deckung
5. 28.06.07	4 m ² , ~ 30 % Deckung
6. 02.08.07	4 m ² , ~ 85 % Deckung
7. 12.09.07	4 m ² , ~ 95 % Deckung

Auf der Fläche in Wendessen, auf der im Herbst 2005 das Vorkommen von *A. artemisiifolia* nahe der Raiffeisen-Filiale entdeckt wurde, wird im Frühjahr 2006 eine 4 m² große Dauerfläche, direkt in dem größten Bestand der Art aus dem Vorjahr, angelegt. Sie wird im Laufe des Jahres vier Mal auf ihre Entwicklung hin untersucht. Im Mai und Juni beträgt die Gesamtdeckung der Vegetation 80 % und dieser Wert steigt im Juli auf 90 %. Die Anzahl der gefundenen Arten liegt zu Anfang bei 23 und steigt während des Untersuchungszeitraumes auf 28 an. *Ambrosia* kommt auf der Fläche mit etwa 15 Individuen vor, die allerdings über das ganze Jahr nicht höher als 10 cm werden und in den Aufnahmen nie mit einer höheren Artmächtigkeit als 1 eingestuft werden können. Grund dafür sind die zahlreich aufgetretenen ausdauernden Arten. Vor allem *Artemisia vulgaris*, die im Juli einen Deckungsgrad von 3 erreicht, dominiert und übergipfelt *Ambrosia*. Weitere bedeutende Arten der Probestelle, die eine Artmächtigkeit von bis zu 2a erreichen, sind *Ballota nigra*,

Cirsium arvense, *Lactuca serriola* und *Dactylis glomerata*. Die Vegetation kann daher den Beifußfluren, mit einem hohen Anteil von Arten der Ackerunkraut-Gesellschaften, zugeordnet werden.

Im Herbst des Jahres wurde die Fläche im Zuge der Erntearbeiten an dem angrenzenden Feld gemäht und abgeschoben. Aus dieser Behandlung der Probefläche entstand vermutlich auch der vorgefundene Erdhügel. Dadurch werden alle bis dahin überlebenden *Ambrosia*-Pflanzen noch vor ihrer Blüte nahezu vollständig beseitigt. Nur am Wegrand der Fläche bleiben wenige Individuen stehen, die allerdings kaum Fruchtansatz zeigen.

Im Sommer 2007 wird eine neue Dauerfläche mit einer Größe von 4 m² am Fuß des Erdhügels mit vier Individuen von *Ambrosia* die eine Höhe von bis zu 15 cm erreichen, eingerichtet. Im Juli beträgt die Gesamtdeckung der Vegetation aufgrund des Abschiebens vom Vorjahr nur 30 % und es können 16 verschiedene Arten gefunden werden. Die Anzahl der Arten ändert sich im Lauf der Untersuchung dieses Jahres kaum, allerdings steigt der Deckungsgrad bis zum August auf 85 % und erreicht im September 95 %. Entsprechend ist *Ambrosia* zu Anfang mit einer Deckung von 1 vertreten, dies nimmt aber mit zunehmender Konkurrenz auf 1, sprich ein Individuum, ab und im September ist die Art vollständig verschwunden. Die Aufnahme aus dem Juli, als noch zahlreiche offene Stellen vorhanden sind, zeigt Ackerunkräuter wie *Chenopodium album* und *Mercurialis annua* mit Deckungsgraden von 2a und 2b, die aber mit zunehmendem Schließen der offenen Stellen verschwinden. Nur *Dactylis glomerata* hat, von den auf der Fläche 2006 bedeutenden Arten, ihre Artmächtigkeit durchgehend beibehalten. Ab August treten die meisten Spezies zu Gunsten von *Trifolium repens* und *Medicago lupulina* zurück. Letztere erreicht im August eine maximale Artmächtigkeit von 3, die in der folgenden Aufnahme leicht auf 2a sinkt. Ab August wird nahezu die gesamte Fläche von *Trifolium repens* dominiert, mit einer Deckung von 4, die im September sogar auf 5 ansteigt. Wegen ihres plötzlichen Auftauchens, die Art ist vorher nur vereinzelt aufgetreten, ist anzunehmen, dass sie eingesät wurde. Der Zustand der Fläche verändert sich für den Rest der Vegetationsperiode nicht mehr. Wie im letzten Jahr finden sich am Wegrand der Probefläche wenige Ambrosien, die sich aber kaum reproduzieren.

Am 20.05.08 wurde die Fläche abermals auf Bestände von *A. artemisiifolia* überprüft. Es konnten keine Vorkommen der Art gefunden werden.

Im Anhang finden sich ab S. 350 Bilder (Abb. 10.86-10.94) zur Dokumentation der Entwicklung der Untersuchungsfläche.

5.3.1.1.4. Pflanzensoziologische Aufnahmen auf einem Privatgrundstück in Frellstedt

18.08.2006

Quelle: Vogelfutter, ausgebracht im Winter 2005

Anzahl: 43 Individuen

Maximale Höhe: 82,1 cm

Wuchsort: in einer Rabatte in schlechtem Pflegezustand auf ca. 7 m² (mit *Solidago canadensis*, *Ranunculus japonicus*, *Viola odorata* und *Hedera helix*, beschattet von *Corylus avellana* und *Hamamelis cf. mollis*) inklusive eines vorgelagertem Kopfsteinpflasters.

Größe: 2 m²

Deckung: ca. 40%

12 Arten; 11 Individuen von *A. artemisiifolia*

Ambrosia artemisiifolia 2a

Hypericum perforatum 2a

Plantago major 2a

Viola odorata 2a

Conyza canadensis 2m

Geum urbanum 1

Polygonum aviculare agg. 1

Taraxacum officinale agg. +

Trifolium repens +

Verbascum spec. +

Artemisia vulgaris agg. r

Sonchus oleraceus r

Bei der ersten Untersuchung des Vorkommens im August 2005 können auf der gesamten Fläche 43 Individuen von *A. artemisiifolia* gefunden werden. Sie sind bis zu 82 cm hoch und der größte Bestand findet sich auf einer stark beschatteten

Rabatte auf einer Fläche von etwa 7 m². Die größten Individuen stehen jedoch am Rand der Fläche auf einem kaum gepflegten Kopfsteinpflaster. Auf dem Pflaster wird auch die oben aufgeführte Aufnahmefläche von 2 m² eingerichtet. Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation beträgt etwa 40 % und es werden insgesamt 12 Arten gefunden. *Ambrosia* ist mit 11 Pflanzen auf der Fläche und einer Artmächtigkeit von 2a vertreten, die außerdem noch von *Hypericum perforatum*, *Plantago major* und *Viola odorata* erreicht wird.

28.06.2007

Anzahl: 3 Individuen

Maximale Höhe: 9 cm

Wuchsort: in einer Rabatte in schlechtem Pflegezustand auf ca. 7 m² (mit *Solidago canadensis*, *Ranunculus japonicus*, *Viola odorata* und *Hedera helix*, beschattet von *Corylus avellana* und *Hamamelis* cf. *mollis*) inklusive eines vorgelagertem Kopfsteinpflasters.

Größe: 2 m²

Deckung: ca. 40%

Zehn Arten; zwei Individuen von *A. artemisiifolia*

Hypericum perforatum 2b

Verbascum spec. 2a

Viola odorata 2a

Lolium perenne 1

Melissa officinalis 1

Ambrosia artemisiifolia +

Plantago major +

Polygonum aviculare agg. +

Geum urbanum r

Taraxacum officinale agg. r

Die Untersuchung in diesem Jahr ergibt ein deutlich unterschiedliches Ergebnis. Der Gesamtdeckungsgrad der Vegetation auf der untersuchten Fläche bleibt mit etwa 40 % konstant, aber der Aspekt hat sich stark verändert. *Ambrosia* kommt nur noch mit zwei Individuen auf der Fläche vor und der Deckungsgrad ist daher auf + gesunken. Die Pflanzen sind mit 9 cm außerdem deutlich niedriger als im Vorjahr. Auch die Anzahl der gefunden Arten hat sich auf zehn verringert. Vorherrschende Spezies sind *Hypericum perforatum*, mit einer Artmächtigkeit von 2b, und *Viola*

odorata sowie *Verbascum spec.*, die Deckungsgrade von 2a erreichen. Besonders die Königskerze hat deutlich in ihrer Menge zugenommen, da sie 2005 nur einen Deckungsgrad von + erreichte.

Bilder (Abb. 10.95 u. 10.96) zur Dokumentation der Untersuchungsfläche in den Jahren 2006 und 2007 finden sich im Anhang auf S. 353.

5.3.1.2. Untersuchung von Bodenproben

5.3.1.2.1. Untersuchung von Bodenproben aus Cottbus

Die folgende Tabelle 5.11 gibt die Ergebnisse der Auswertung der sieben Bodenproben aus der Region Cottbus - Drebkau - Calau von 2006 bis 2008 wieder. Die häufigsten Arten der Samenbank sind *Capsella bursa-pastoris* mit 116, *Chenopodium album* mit 56, *Arabidopsis thaliana* mit 46, *Conyza canadensis* und *Sisymbrium loeselii* mit jeweils 34 Individuen. Dagegen ist *Ambrosia artemisiifolia* mit insgesamt 13 Individuen eher selten vertreten. Am häufigsten findet sie sich mit fünf Pflanzen in der Probe aus einem Rapsacker bei Calau, gefolgt von den Proben von Maisäckern bei Schorbus und Auras, sowie einem *Triticale*-Feld bei Zwietow, mit je zwei Individuen. In den restlichen Proben konnte jeweils eine Pflanze der Art festgestellt werden. Ausnahme ist die Probe aus einem Sonnenblumenfeld bei Domsdorf, die keine Früchte von *Ambrosia* enthält.

Tab. 5.11: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Cottbus

	K	1	2	3	4	5	6	7	Σ
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	1	1	.	5	2	2	2	13
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	1	63	6	44	2	116
<i>Chenopodium album</i> agg.	.	.	8	3	2	43	.	.	56
<i>Arabidopsis thaliana</i>	46	.	46
<i>Conyza canadensis</i>	.	4	1	10	.	.	14	6	34
<i>Sisymbrium loeselii</i>	34	.	.	34
<i>Amaranthus retroflexus</i>	30	.	.	30
<i>Brassica napus</i>	26	1	.	.	27
<i>Papaver cf. dubium</i>	.	.	1	.	.	.	.	15	16
<i>Setaria viridis</i>	.	10	4	.	.	.	1	.	15
<i>Poa pratensis</i> agg.	.	.	.	6	.	1	4	.	11
<i>Betula pendula</i> juv.	.	1	.	7	.	.	.	.	8

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

	K	1	2	3	4	5	6	7	Σ
<i>Urtica dioica</i>	7	.	.	7
<i>Viola arvensis</i>	3	.	2	2	7
<i>Myosurus minimus</i>	.	.	4	.	.	2	.	.	6
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	6	6
<i>Stellaria media</i> agg.	2	.	4	.	6
<i>Veronica arvensis</i>	.	4	.	.	2	.	.	.	6
<i>Apera spica-venti</i>	.	.	1	.	.	.	3	.	4
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2	.	2	.	4
<i>Galinsoga parviflora</i>	.	3	.	.	.	1	.	.	4
<i>Lupinus angustifolius</i>	.	.	4	.	.	.	.	.	4
<i>Myosotis arvensis</i>	4	4
<i>Setaria pumila</i>	.	.	2	.	.	2	.	.	4
<i>Veronica hederifolia</i>	.	.	1	.	.	.	3	.	4
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	2	.	.	.	.	.	1	3
<i>Erophila verna</i>	.	1	.	1	.	.	1	.	3
<i>Festuca rubra</i> agg.	3	3
<i>Geranium pusillum</i>	3	.	.	3
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	1	.	.	.	.	2	3
<i>Aphanes arvensis</i>	2	.	2
<i>Oenothera biennis</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	2
<i>Poa annua</i> agg.	2	2
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	2
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	.	1	1	.	.	.	2
<i>Vicia tetrasperma</i> agg.	2	.	2
<i>Centaurea cyanus</i>	1	1
<i>Hypericum perforatum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Lamium amplexicaule</i>	1	.	1
<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	1
<i>Senecio vulgaris</i>	1	.	.	.	1
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Spergularia rubra</i>	1	1
<i>Vicia</i> spec.	1	.	1
<i>Viola</i> spec.	.	.	.	1	.	.	.	.	1

Liste der Entnahmestellen (mit Entnahmedatum)

K: Kontrolle

- 1: Koßwig, *Helianthus*-Acker (04.08.06)
- 2: Domsdorf, *Lupinus angustifolius*-Acker (03.08.06)
- 3: Buchwäldchen, Brache mit *Helianthus* (03.08.06)
- 4: Calau, *Brassica*-Acker (04.08.06)
- 5: Schorbus, *Zea*-Acker (02.08.06)
- 6: Zwietow, *Triticale*-Acker (03.08.06)
- 7: Auras, *Zea*-Acker (09.08.07)

Alle Bodenproben wurden jeweils am 28.08.06, 14.09.06, 16.10.06, 12.12.06, 20.04.07, 06.06.07, 09.07.07, 03.09.07, 04.12.07, 23.04.08, 16.05.08, 14.07.08, 25.08.08 und am 15.09.08 ausgewertet. Einzige Ausnahme ist Probe 7, sie wurde zum ersten Mal am 04.12.07 untersucht.

5.3.1.2.2. Untersuchung von Bodenproben aus Magdeburg

Die folgende Tabelle 5.12 gibt die Ergebnisse der Auswertung der zehn Bodenproben aus Magdeburg von 2005 bis 2008 wieder. *Ambrosia* tritt in sechs der zehn Proben als Keimling auf, allerdings stets in niedriger Anzahl. Die Probe vom westlichen Wegrand enthält keine Früchte, während die Proben von dem östlichen Wegrand insgesamt nur eine keimfähige Diaspore enthalten. Die meisten Früchte finden sich in den Proben aus der Fläche der Ölmühle. Probe 1 bringt drei und Probe 10 fünf Keimlinge der Art hervor. Insgesamt können in allen Schalen 12 Pflanzen von *Ambrosia* gezählt werden. Die am häufigsten in den Bodenproben vertretenen Arten sind *Poa compressa* mit 353, *Medicago lupulina* mit 101, *Chenopodium album* mit 97, *Conyza canadensis* mit 53 und *Daucus carota* mit 32 Individuen.

Tab. 5.12: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Magdeburg

	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	3	1	1	.	.	.	.	1	1	5	12
<i>Poa compressa</i>	.	19	43	23	8	8	82	59	72	16	23	353
<i>Medicago lupulina</i>	.	9	3	47	.	.	38	.	3	.	1	101
<i>Chenopodium album</i> agg.	.	.	7	32	1	5	9	8	20	10	6	97
<i>Conyza canadensis</i>	1	2	16	4	.	.	3	21	.	5	.	53
<i>Daucus carota</i>	.	16	6	1	1	.	1	1	.	.	6	32
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	6	2	10	.	1	11	.	.	.	1	31
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	4	.	.	.	1	1	.	3	7	6	22
<i>Picris hieracioides</i>	.	4	.	1	.	.	.	2	2	13	.	22
<i>Betula pendula</i> juv.	.	3	.	4	4	3	4	.	.	.	.	18
<i>Sisymbrium</i> cf. <i>loeselii</i>	.	.	7	.	.	.	.	1	.	3	6	17
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	9	.	3	.	.	.	3	1	.	1	17
<i>Urtica urens</i>	.	.	.	2	.	6	.	2	4	.	.	14
<i>Diploaxis tenuifolia</i>	.	.	2	.	2	.	.	6	1	.	.	11
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	6	2	.	.	.	.	.	.	1	9
<i>Stellaria media</i> agg.	1	1	.	1	2	3	.	8
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	6	1	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Poa pratensis</i> agg.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Tanacetum vulgare</i>	1	.	.	.	.	4	5

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

	K	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
<i>Vicia cf. tetrasperma</i> agg.	.	.	1	3	.	1	.	.	.	.	.	5
<i>Arabidopsis thaliana</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	4
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1	.	.	2	.	.	.	3
<i>Galium aparine</i> agg.	3	3
<i>Plantago major</i>	3	.	.	.	.	3
<i>Oxalis stricta</i>	1	1	.	.	.	2
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	1	.	.	.	.	.	.	1
<i>Chelidonium majus</i>	1	1
<i>Lamium amplexicaule</i>	1	.	1
<i>Lamium purpureum</i>	1	.	1
<i>Sagina procumbens</i>	1	.	.	.	.	.	1

Liste der Entnahmestellen (alle entnommen am 29.08.2005)

- K: Kontrolle
 1 - 4, 6, 9 und 10: Aus der Fläche der ehemaligen Ölmühle
 5: Westlicher Wegrand
 7 und 8: Östlicher Wegrand

Alle Bodenproben wurden jeweils am 12.10.05, 22.06.06, 07.07.06, 31.07.06, 28.08.06, 16.10.06, 12.12.06, 20.04.07, 06.06.07, 03.09.07, 04.12.07, 23.04.08, 16.05.08, 14.07.08 und am 25.08.08 ausgewertet.

Die Auswertung der vier beim Geländepraktikum 2006 an der Ölmühle entnommenen Bodenproben ergibt ein sehr ähnliches Ergebnis wie die Proben des Jahres 2005. *Ambrosia artemisiifolia* ist nur in Probe 2 mit einem Individuum vertreten und auch hier stellen wieder andere Arten den Hauptbestandteil der Samenbank. Die häufigsten Vertreter sind dabei *Daucus carota* mit 100, *Medicago lupulina* mit 82, *Chenopodium album* mit 72, *Poa compressa* mit 39 und *Conyza canadensis* mit 37 keimfähigen Diasporen.

Tab. 5.13: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Magdeburg

	K	1	2	3	4	Σ
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	.	1	.	.	1
<i>Daucus carota</i>	.	7	5	63	25	100
<i>Medicago lupulina</i>	.	2	56	17	7	82
<i>Chenopodium album</i> agg.	.	27	26	16	3	72
<i>Poa compressa</i>	.	29	8	.	2	39
<i>Conyza canadensis</i>	.	1	1	35	.	37
<i>Amaranthus retroflexus</i>	.	4	10	.	.	14
<i>Betula pendula</i> juv.	.	1	4	8	.	13
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	3	1	1	1	6

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

	K	1	2	3	4	Σ
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	5	.	.	.	5
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	2	2	.	.	4
<i>Sonchus asper</i>	.	.	.	1	3	4
<i>Ailanthus altissima</i> juv.	.	3	.	.	.	3
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	.	1	.	2	.	3
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	.	.	.	2	.	2
<i>Papaver</i> cf. <i>rhoeas</i>	.	1	1	.	.	2
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	1	.	.	.	1
<i>Solidago canadensis</i>	.	1	.	.	.	1
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	1	.	.	1
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	1	.	.	1

Alle Proben wurden am 22.08.2006 entnommen.

Alle Bodenproben wurden jeweils am 04.10.06, 12.12.06, 20.04.07, 06.06.07, 03.09.07, 04.12.07, 23.04.08, 16.05.08, 14.07.08 und am 25.08.08 ausgewertet.

5.3.1.2.3. Untersuchung von Bodenproben aus Wendessen

Die folgende Tabelle 5.14 gibt die Ergebnisse der Auswertung der acht Bodenproben aus Wendessen wieder, die von 2006 bis 2008 ausgewertet wurden. *Ambrosia artemisiifolia* tritt in nur einer Probe mit sechs Individuen auf. Diese Probe stammt von einem der Wuchsorte der Art, an dem sie 2005 auftrat.

Die am häufigsten in den Bodenproben vertretenen Arten sind *Chenopodium album* mit 1669, *Urtica urens* mit 371, *Betula pendula* juv. mit 143, *Capsella bursa-pastoris* mit 76 und *Lamium purpureum* mit 44 Individuen.

Tab. 5.14: Auszählung gekeimter Samen in den Bodenproben aus Wendessen

	K	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	.	.	6	.	.	.	.	.	.	6
<i>Chenopodium album</i> agg.	.	43	207	402	90	274	597	54	2	1669
<i>Urtica urens</i>	.	57	78	44	23	13	58	35	66	371
<i>Betula pendula</i> juv.	.	46	4	5	3	8	44	7	26	143
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	.	.	.	12	27	22	11	2	2	76
<i>Lamium purpureum</i>	.	9	.	4	13	1	15	1	1	44
<i>Poa pratensis</i> agg.	.	.	3	12	2	3	.	7	2	29
<i>Papaver rhoeas</i>	.	24	.	.	.	.	4	.	.	28
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	.	.	1	7	11	2	.	.	21
<i>Poa trivialis</i>	19	.	2	.	.	21
<i>Galinsoga parviflora</i>	14	.	.	3	.	17
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	.	.	2	5	.	1	.	.	6	14
<i>Stellaria media</i> agg.	.	.	.	9	2	.	2	.	.	13
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	.	3	6	1	.	1	.	11
<i>Glechoma hederacea</i>	8	.	.	8

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

	K	1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	7
<i>Mercurialis annua</i>	.	.	.	1	.	.	5	1	.	7
<i>Hypericum perforatum</i>	6	.	.	6
<i>Ballota nigra</i>	.	.	3	.	.	.	.	.	.	3
<i>Lactuca serriola</i>	2	.	1	.	3
<i>Sinapis</i> cf. <i>alba</i>	3	.	.	3
<i>Conyza canadensis</i>	1	.	1	.	.	2
<i>Juncus</i> cf. <i>bufonius</i> agg.	2	.	.	2
<i>Sagina procumbens</i>	2	.	.	2
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	.	.	1	.	.	.	1	.	2
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	.	.	1	.	.	1	.	.	.	2
<i>Alopecurus myosuroides</i>	1	.	.	.	1
<i>Carduus crispus</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Carex hirta</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Daucus carota</i>	1	.	.	1
<i>Galium aparine</i> agg.	1	.	.	1
<i>Plantago major</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	1	.	1
<i>Solanum nigrum</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Thlaspi arvense</i>	1	.	.	1
<i>Trifolium repens</i>	1	.	.	.	.	1
<i>Veronica persica</i>	1	.	.	1

Liste der Entnahmestellen (alle entnommen am 17.04.2006)

- K: Kontrolle
 1 - 4: *Ambrosia*-Wuchsorte
 5: Ackerrand
 6: Erdhügel
 7 und 8: Aus der Fläche

Alle Bodenproben wurden jeweils am 01.06.06, 22.06.06, 07.07.06, 31.07.06, 28.08.06, 16.10.06, 12.12.06, 20.04.07, 06.06.07, 09.07.07, 03.09.07, 04.12.07, 23.04.08, 16.05.08 und am 14.07.08 ausgewertet.

5.3.2. Gesonderte Untersuchungen im Raum Cottbus

5.3.2.1. Bonitierung des untersuchten Streckenverlaufes auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

Die Untersuchungen der Strecken in der Region Cottbus - Drebkau - Calau ergeben für die Jahre 2006 und 2007 die in Abb. 5.1 und 5.2 dargestellten Ergebnisse. Es zeigt sich, dass bei der Besiedlung verschiedener Habitats durch *A. artemisiifolia* eine hohe Dynamik herrscht und somit an den untersuchten Streckenabschnitten von Jahr zu Jahr verschiedene Verteilungsmuster zu beobachten sind. Im Jahr 2006 wurden insgesamt etwa 125 km untersucht, wovon 67,8 km Vorkommen der Art aufwiesen und die restlichen 57,2 km frei von *Ambrosia* waren. 2007 zeigte sich auf den untersuchten ~126,6 km eine ähnliche Verteilung. An Straßenrändern auf einer Gesamtlänge von 57,3 km fanden sich Bestände der Ambrosie, während sich auf 69,3 km keine Vorkommen der Art feststellen liessen. Zusätzlich wurde in beiden Jahren etwa 22 km der Autobahn 15 abgefahren, die vor allem in Fahrtrichtung Berlin geschlossene Bestände von *Ambrosia* aufwies.

5.3.3. Gesonderte Untersuchungen in Magdeburg

5.3.3.1. Abschätzung der Populationsgröße in Magdeburg

Die unten aufgeführten Individuenzahlen geben die Ergebnisse für die Abschätzungen der Populationsgröße der Jahre 2005 bis 2009 in Magdeburg wieder.

Tab. 5.15: Anzahl der gefundenen Individuen von *Ambrosia* mit angegebener Gesamtlänge der Bestände aus den Jahren 2005 bis 2009

	Individuen an Wegrändern (auf m ²)	Individuen auf der Fläche (auf m ²)	Individuen Gesamt (auf m ²)
2005, 13.09.	~ 2540 (165 m ²)	~ 22365 (510 m ²)	~ 24905 (675 m ²)
2006, 29.06.	~ 3570 (120 m ²)	~ 8500 (500 m ²)	~ 12070 (620 m ²)
2007, 29.06.	~ 4000 (175 m ²)	~ 500 (50 m ²)	~ 4500 (225 m ²)
2008, 02.07.	~ 150 (20 m ²)	~ 100 (50 m ²)	~ 250 (70 m ²)
2009, 27.07.	~ 100 (10 m ²)	~ 150 (60 m ²)	~ 250 (70 m ²)

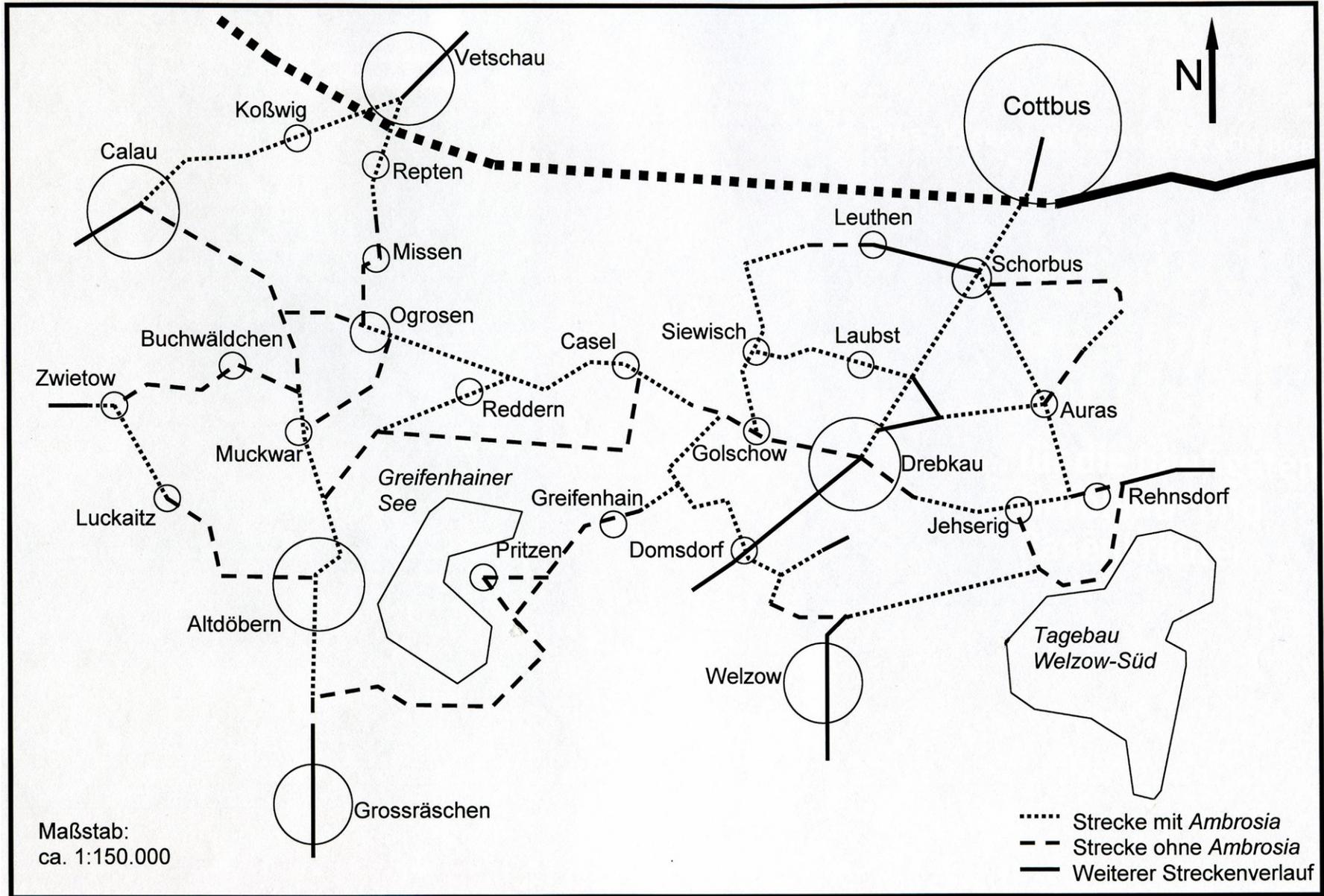


Abb. 5.1: Ergebnis der Untersuchung der Strecken auf Vorkommen von *A. artemisiifolia*, 2006

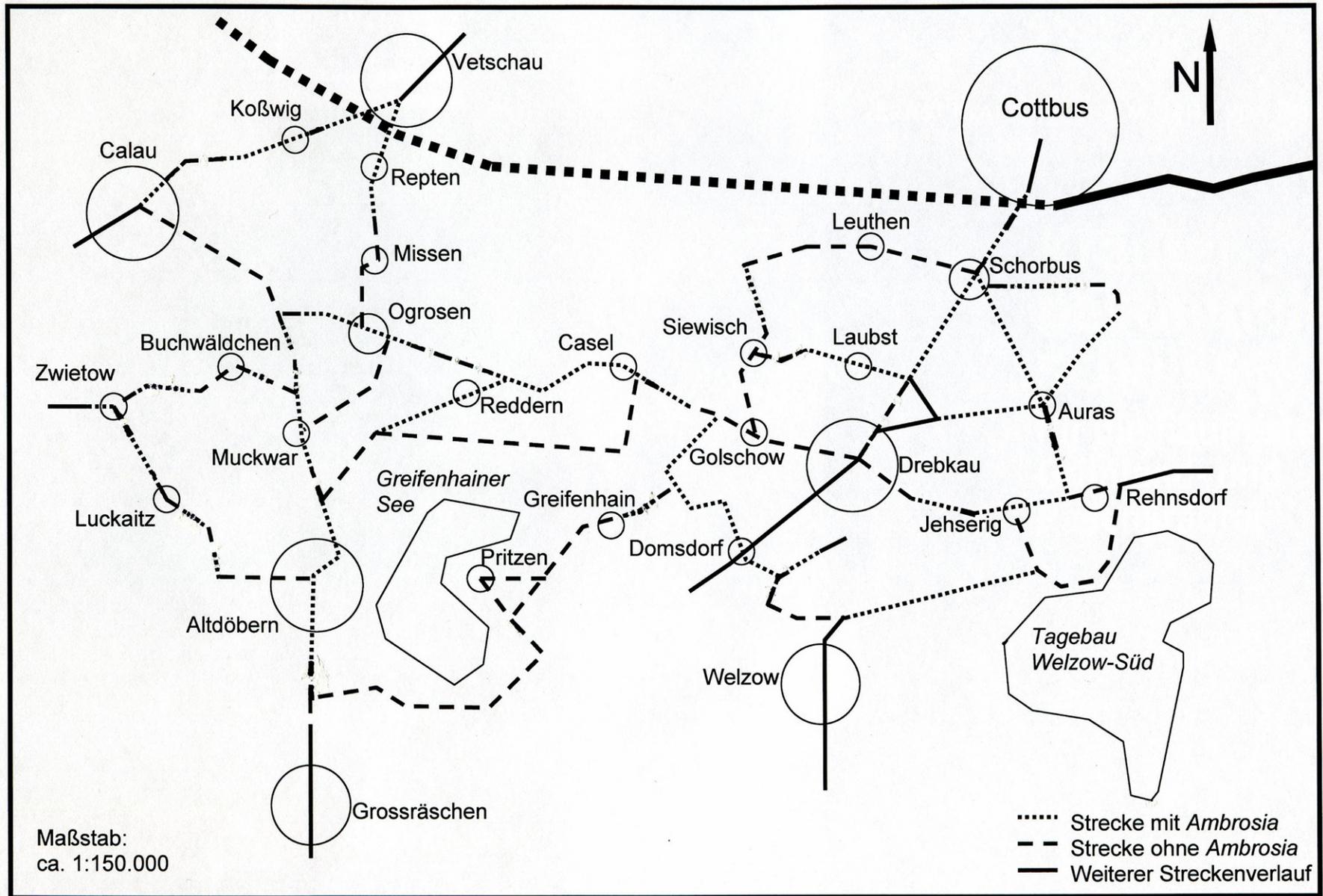


Abb. 5.2: Ergebnis der Untersuchung der Strecken auf Vorkommen von *A. artemisiifolia*, 2007

5.3.3.2. Entwicklung der Population im Verlauf der Jahre von 2005 bis 2009

2005

Im ersten Jahr der Untersuchung ist die Fläche der ehemaligen Ölmühle von mehr als 22000 Individuen von *Ambrosia artemisiifolia* auf 510 m² besiedelt (Abb. 5.3). Die Pflanzen stehen in einer Dichte von bis zu 100 Individuen pro Quadratmeter und werden bis zu 100 cm hoch. Die dichtesten Bestände finden sich jedoch an den Wegrändern, vor allem im östlichen Teil. Dort stehen auf einem Quadratmeter bis zu 200 Pflanzen. Insgesamt können an den Wegen auf etwa 165 m² über 2500 Ambrosien festgestellt werden. Die Fläche und die Wegränder wurden 2005 nicht gemäht, und es können so fast 25000 *Ambrosia*-Pflanzen auf insgesamt 675 m² gezählt werden.

2006

In diesem Jahr ist die Gesamtanzahl von *A. artemisiifolia* von fast 25000 auf wenig über 12000 Individuen zurückgegangen (Abb. 5.3). Damit ist über die Hälfte des Bestandes in nur einem Jahr verschwunden. Vor allem die Fläche der Ölmühle hat einen starken Populationsrückgang zu verzeichnen. So treten hier nur noch etwa 8500 Pflanzen auf 500 m² auf. Sie konzentrieren sich auf einen „Trampelpfad“ im Westen und einem Bereich mit höherem Schuttanteil des Bodens im Osten. Auch die Wachstumsleistung und die Bestandsdichte haben, besonders auf der Fläche, abgenommen. Es werden nur noch Höhen bis 70 cm und maximal 130 Pflanzen pro Quadratmeter erreicht. Die Wegränder dagegen haben in ihrem Bestand sogar leicht zugenommen auf über 3500 Individuen auf 120 m². Allerdings werden die Ränder ab dem Sommer des Jahres 2006 regelmäßig gemäht.

2007

Die negative Entwicklung des vorhergehenden Jahres setzt sich 2007 weiter fort (Abb. 5.3). Insgesamt treten nur noch etwa 4500 Individuen auf. Auf den Flächen schrumpfen die Bestände auf 500 Pflanzen auf 50 m². An den Wegrändern bleibt die Anzahl mit etwa 4000 Ambrosien stabil und gewinnt sogar noch leicht an Bestandsgröße mit 175 m². Die Pflanzen sind durch die regelmäßig im Sommer durchgeführte Mahd jedoch selten höher als 5 cm und stehen z. T. in sehr dichten

Beständen. Die *Ambrosia*-Pflanzen an den Wegrändern stehen aufgelockert, so dass nun größere Abstände zwischen den einzelnen Populationen auftreten. Auf der Westseite des Weges wurde zudem eine Allee aus insgesamt 28 Hainbuchen (*Carpinus betulus* L.) gepflanzt, die die Bestände von *Ambrosia* zusätzlich zurückdrängt.

2008 und 2009

Im Jahr 2008 sinkt die Anzahl der Ambrosien insgesamt auf etwa 250 Individuen (Abb. 5.3). Auf der Fläche sind nur noch knapp 100 Pflanzen vorhanden, die auf dem „Trampelpfad“ und dem schuttreicheren Bereich im Osten in lockeren Beständen 50 m² bedecken. Alle übrigen Pflanzen sind auf der Fläche der ehemaligen Ölmühle verschwunden. Die Wege weisen nur noch etwa 150 Individuen auf, zerstreut auf 20 m² in Beständen aus wenigen Pflanzen. Sie finden sich nur noch auf den nördlichen Wegrändern beider Teilstücke, die im Sommer weiterhin durch Mahd sehr kurz gehalten werden. Die maximale Größe der Ambrosien beträgt 20 cm, die allerdings nur von einzeln stehenden Individuen auf dem Trampelpfad erreicht werden. Die höchste beobachtete Bestandsdichte beträgt nur noch fünf Pflanzen pro Quadratmeter.

Im Sommer des Jahres 2009 wurde die Fläche erneut aufgesucht. Insgesamt stellt sich eine Situation dar, die mit der des Vorjahres weitestgehend vergleichbar ist. Lediglich die Bestände der Art an dem westlichen Radwegrand und dem schuttreicheren Bereich im Osten der Fläche sind in ihrer Anzahl auf etwa 50 Individuen stark geschrumpft. Dafür finden sich am nördlichen Radwegrand im Westen und dem „Trampelpfad“, mit insgesamt ca. 200 Individuen, größere Bestände der Ambrosie als 2008, wodurch die Population, mit etwa 250 Pflanzen auf allen Flächen gesamt, im Vergleich zum Vorjahr fast konstant geblieben ist. Gefördert wurde die Vergrößerung der genannten Bestände durch eine Auflockerung der Grasmatrix, durch Mahdschäden bzw. durch scheinbar häufigeres Betreten. Der sonstige Einfluss der Mahd hat sich nicht geändert: die Pflanzen an den Wegen sind weiterhin selten höher als 5 cm und erreichen auch dieses Jahr nur in Ausnahmefällen eine größere Höhe als 20 cm.

Abbildungen (Abb. 10.64-10.85) zu den einzelnen Entwicklungsstadien der Untersuchungsfläche und den begleitenden Radwegrändern finden sich im Anhang, ab S. 343.

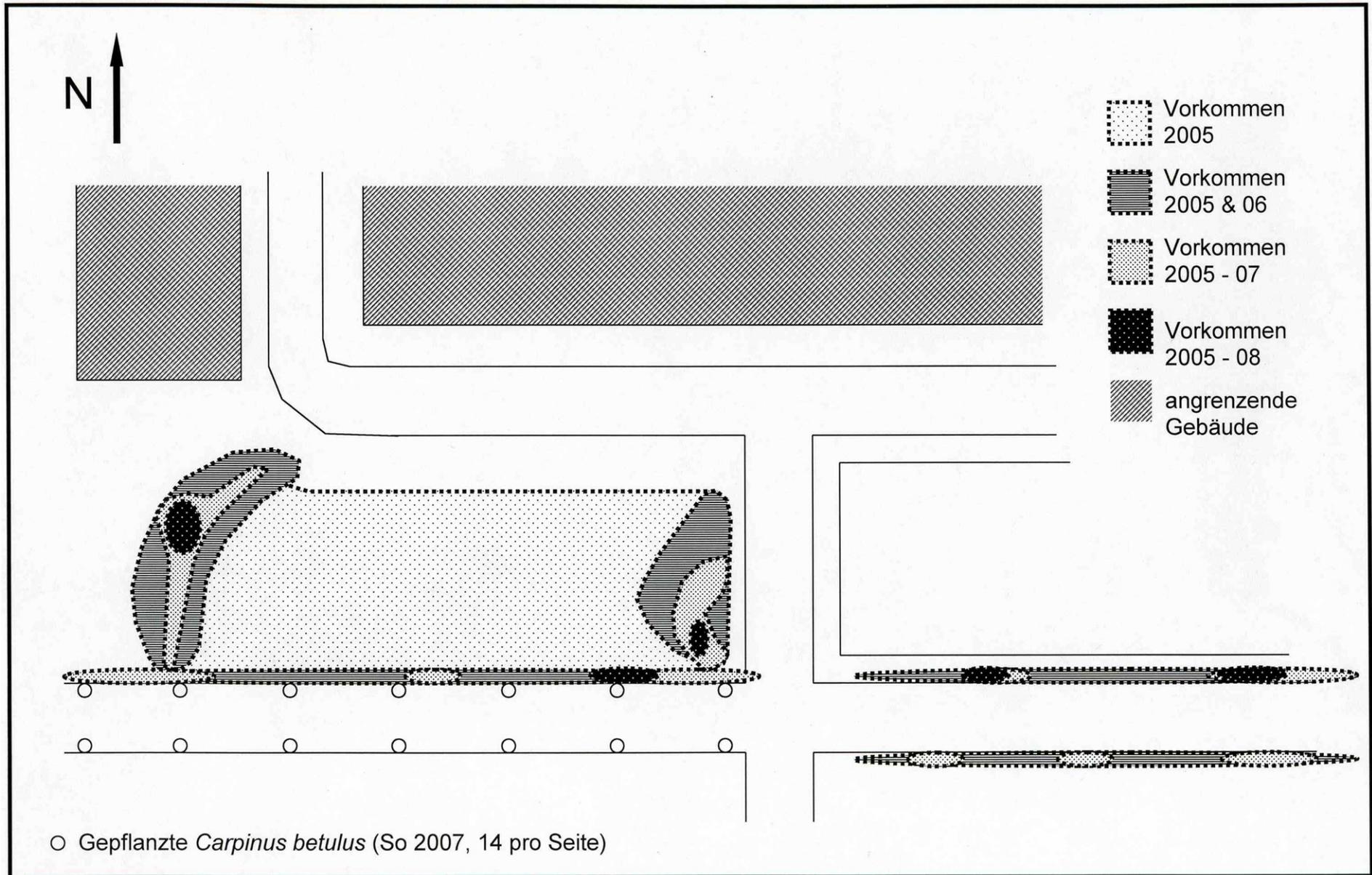


Abb. 5.3: Schematische Darstellung eines Bestandes von *A. artemisiifolia* in Magdeburg aus den Jahren 2005 bis 2008

5.3.4. Gesonderte Untersuchungen im Raum Braunschweig - Wolfenbüttel

5.3.4.1. Untersuchung von Raiffeisenfilialen, Ackerrändern mit Blühstreifen und anderen potentiellen Wuchsorten auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

Die folgende Tabelle und Auflistungen geben die Ergebnisse der Untersuchung der verschiedenen potentiellen Wuchsorte von *A. artemisiifolia* von 2005 wieder.

Tab. 5.16: Liste der auf *Ambrosia* untersuchten Äcker mit Blühstreifen

Untersuchte Felder zwischen	Blühstreifen mit <i>Helianthus</i>	Blühstreifen ohne <i>Helianthus</i>	<i>Ambrosia</i> gefunden
Ahlum und Dettum	-	2	0
Ahlum und Salzdahlum	1	1	0
Salzdahlum und Mascherode	4	-	0
Salzdahlum und Sickte	3	3	0
Salzdahlum und Wolfenbüttel	2	2	0
Mascherode und Stöckheim	-	2	0
Hordorf und Cremlingen	2	-	0
Hordorf und Schapen	1	-	0
Hordorf und Braunschweig	1	-	0
Bortfeld und Braunschweig	1	-	0
Wendessen und Groß Denkte	2	-	0
in Groß Denkte	1	-	0
Wittmar und Remlingen	1	-	0
Remlingen und Klein Biewende	-	1	0

Raiffeisen-Filialen

Börßum, Heinigerstr. 1-2:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Braunschweig, Hafenstr. 23:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Destedt, Kreisstr. 139:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Klein Mahner, Teichstr. 18	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Königslutter, Bahnhofstr. 27a:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Lehre, Triftweg 24:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Lengede, Am Bahnhof 39:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Magdeburg, Olvenstedter Str. 89:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Mönchevahlberg, Am Bahnhof:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Posthof (Othfresen), Luthersche Str. 11:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Salzgitter-Burgdorf, Burgdorfer Str. 66:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Salzgitter-Sauingen, Am Hafen:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Schöppenstedt, Hinter der Bahn 1:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Semmenstedt, Leipziger Str. 1:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden

Wendeburg, Peiner Str. 2:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Wendeburg-Bortfeld, Polterdamm 5:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Wendessen, An der Fischerbrücke 5:	~100 Individuen, zwischen 20 - 100 cm Höhe, auf Erdaushub, ca. 0,5 m vom Acker entfernt.

Weitere Untersuchungsziele

SB-Blumenbeete bei Riddagshausen:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
SB-Blumenbeete bei SZ-Üfingen:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
SB-Blumenbeete bei SZ-Köchingen:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
SB-Blumenbeete bei Posthof (Othfresen):	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Maisfeld bei Hötzum:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Maisfeld zwischen Vechelade und Bortfeld:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Maisfeld bei Watenbüttel:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Ehemaliger Hühnerhof bei Wendessen:	keine <i>Ambrosia</i> gefunden
Braunschweiger Hafen (2005 / 06):	keine <i>Ambrosia</i> gefunden

5.3.4.2. Untersuchung des östlichen Ringgebietes und von Teilen des Universitätsgebietes von Braunschweig auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

In dem am 19.11.07 abgesuchten Gebiet (s. Abb. 10.97, S. 355) finden sich zwei Individuen der Art.

Die erste Pflanze steht in einer Rabatte neben dem Eingang des Hauses Nr. 21 an der Ecke Roon- und Waterloostr. Sie stammt mit hoher Wahrscheinlichkeit aus verunreinigtem Vogelfutter oder Sonnenblumenkernen. Grund für die Annahme ist, dass in direkter Nähe sowohl ein Individuum von *Helianthus annuus* L. als auch eine Pflanze von *Nicandra physalodes* (L.) P. GAERTN., ebenfalls ein Saatgut- und Vogelfutterbegleiter, findet. Die *Ambrosia*-Pflanze ist 120 cm groß, stark verzweigt und weist eine große Anzahl von z. T. reifen Früchten auf.

Das zweite Individuum steht in einer Pflasterritze am Fuß einer Mauer vor dem Gebäude Roonstr. Nr. 9. Die Herkunft der Pflanze lässt sich nicht genau klären. Da sich aber eine Biomülltonne in direkter Nähe befindet, liegt die Vermutung nahe, dass die Früchte ebenfalls aus verunreinigtem Saatgut oder Vogelfutter stammen.

Aufgrund ihres Wuchsortes ist die Ambrosie nur 50 cm groß, weist aber ebenfalls eine Anzahl z. T. reifer Früchte auf.

Bis auf die zwei gefundenen Individuen können in dem untersuchten Gebiet keine weiteren Fundstellen der Art festgestellt werden.

Am 20.12.07 wurden die gefundenen Pflanzen abermals aufgesucht. Das Individuum an der Roonstr. 9 kann zu diesem Zeitpunkt nicht wieder aufgefunden werden. Es ist möglicherweise im Zuge von Reinigungsarbeiten entfernt worden.

Von den Früchten der vorhandenen Individuen wurden zu beiden Untersuchungszeitpunkten Proben genommen und in weiteren Versuchen (s. hierzu 4.1.3.1.1.) verwendet.

Am 15.05.2008 werden der Fundpunkte der *Ambrosia*-Pflanzen erneut aufgesucht und auf Vorkommen der Art kontrolliert. Es können zu diesem Zeitpunkt keine Individuen von *Ambrosia* gefunden werden.

5.4. Diskussion

5.4.1. Verteilungsmuster der Vorkommen von *A. artemisiifolia* L. am Beispiel verschiedener Gebiete in Deutschland

In der Verteilung der Vorkommen zeigen sich zwei unterschiedliche Muster. Diese sind von dem Vektor der Einführung und der damit verbundenen Diasporenmenge abhängig. Bei geringeren Mengen, wie durch den Vektor Vogelfutter, zeichnet sich eine punktuelle Verteilung ab. Diese konnte bei Untersuchungen in der Umgebung von Braunschweig, wie bei der Bonitierungen von Raiffeisen-Filialen sowie des Ringgebietes der Stadt selbst, festgestellt werden. Bis auf die Ausnahme des Standortes in Wolfenbüttel-Wendessen konnten keine Ambrosien auf Betriebsflächen oder in der Nähe von Raiffeisen-Filialen gefunden werden, was für die hohe Reinheit des dort vertriebenen Saatgutes spricht. Bestätigt wird dieses Ergebnis durch die Sauberkeit von untersuchten Saatgutproben der Raiffeisen AG (vergl. dazu 4.1.4.2.1.). Da sich *Ambrosia* in Wendessen nicht unmittelbar auf dem Gelände der Raiffeisen-Filiale befand, ist unklar, ob sie von dort stammt. Eine weitere Herkunftsmöglichkeit besteht darin, dass die Diasporen von einem größeren Privatgrundstück eingeschleppt wurden. Dieses grenzt direkt an die Fläche an und von dort stammen vermutlich auch Gartenabfälle, die häufiger auf der Untersuchungsfläche gelagert wurden. Es ist daher davon auszugehen, dass es sich bei dem Vorkommen nahe der Filiale um einen Zufall handelt, der nicht auf diese zurückzuführen ist. Die Verteilung der Individuen von *Ambrosia* auf der Fläche wurde durch die Pflegemaßnahmen bedingt, die wahrscheinlich auf einen Landwirt zurückgehen, der ein angrenzendes Feld bewirtschaftet. Der Bereich wurde regelmäßig abgeschoben, wofür auch der vorgefundene Erdhügel auf der Fläche spricht. Ab 2007 wurde Weiß-Klee (*Trifolium repens* L.) eingesät, um den Unkrautbesatz zu vermindern. Das Abschieben begünstigte die Entwicklung von *Ambrosia*, allerdings führten die Sukzession und die Kleeinsaat zu einem starken Rückgang der Art.

Bei den Vorkommen im Ringgebiet von Braunschweig ist ebenfalls eine Einschleppung durch verunreinigtes Vogelfutter am wahrscheinlichsten. Darauf weisen die Verteilung und die Größe der Bestände hin. Hier treten die Pflanzen nur sehr verstreut auf, wobei die Bestände von günstigen Wuchsbedingungen abhängig

sind. Ein offenes Keimbett im Frühjahr, wenig Konkurrenz, hoher Lichtgenuss und eine gute Wasserversorgung begünstigen die Etablierung der Art (vergl. dazu 4.4.4.1.). Diese Voraussetzungen sind in dicht bebauten Gebieten wie dem Ringgebiet Braunschweigs nur bedingt gegeben, was die relative Seltenheit der Art trotz der häufigen Fütterung von Vögeln erklärt. Außerdem sind die Pflanzen dort sehr unbeständig, da die Früchte hier weniger häufig ausreifen können und dadurch die Reproduktion beeinträchtigt ist (vergl. dazu 4.1.4.1.1.). Verbunden sein kann dies zudem mit einer geringen Toleranz der Bevölkerung gegenüber höherwüchsigen, unbekanntem Pflanzen, was ein Grund für eine häufigere Bekämpfung der Ambrosie sein könnte.

In weniger stark bebauten Siedlungsbereichen, wie am Beispiel der Umgebung von Hildesheim gezeigt (H. Sievers, pers. Mitteil. 2007), können die Vorkommen häufiger und gleichmäßiger verteilt sein. So fanden sich dort 29 Bestände in 20 Ortschaften. Die Vögel wurden im Winter, ebenso wie in der Stadt und unabhängig von der Witterungslage, häufig gefüttert, was einen Eintrag von *Ambrosia* mit dem verunreinigten Vogelfutter bedeutet. Durch die lockerere Bebauung und die zumeist größeren Gartenbereiche findet die Art häufiger gute Wuchsbedingungen vor. Wie sich die Persistenz in diesem Gebiet darstellt, ließ sich nicht nachvollziehen, da hierzu keine Daten vorlagen. Fakt ist jedoch, dass die Vorkommen nach dem aktuellen Kenntnisstand stets punktuell bleiben und meist im Zuge des Sukzessionsverlaufs bzw. der Pflegemaßnahmen verschwinden. Als Beispiel hierfür kann der untersuchte Fall in Frellstedt angeführt werden (vergl. dazu 5.3.1.1.4.).

Ein völlig anderes Bild der Verteilung zeigen flächenhafte Vorkommen, die auf verunreinigtes Saatgut zurückgehen. Das beste Beispiel ist hierfür der Raum Cottbus-Drebkau-Calau. Hier sind Bestände der Art seit 1929 bekannt und man kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass verunreinigtes Saatgut für die ersten Vorkommen verantwortlich ist. Die Form der aktuellen Verteilung der Art geht dabei auf verschiedene Faktoren und Begebenheiten zurück. Ein verstärkter Anbau lockerer Kulturen, ein sorgloser Umgang in der Bekämpfung der Art und die Bewirtschaftung großer Flächen mit denselben Maschinen haben wahrscheinlich zu einer Kontaminierung der größeren Nutzlandbereiche geführt. An Verkehrswege gelangte die Art durch die Verwendung von diasporenhaltigem Erdreich zu Ausbesserungsarbeiten, z. B. aus betroffenen landwirtschaftlichen

Nutzflächen. Die heute wieder häufiger werdende Praxis des Abschiebens der Straßenränder, als Alternative zur Mahd, hat ebenfalls zur Ausbreitung der Art durch Schaffung eines günstigen Keimbettes beigetragen. Dadurch könnte bei erneut zunehmender Anwendung der Methode die Keimung bzw. Etablierung der Ambrosie in den Randbereichen der Strassen weiter gefördert werden. Entsprechend sollte das Abschieben, das auch zu einer starken Vermehrung von Beständen anderer Unkräuter führen kann, nur selten und unter kontrollierten Bedingungen angewandt werden. Es ist aber außerdem möglich, dass von bestehenden Beständen an Straßenrändern durch den Einsatz von Mähfahrzeugen Diasporen z. T. über größere Distanzen, an arbeitenden Teilen und anhaftendem Schmutz, ausgebreitet werden. Diese Formen der Ausbreitung gelten nicht nur für die Bundesstraßen im Untersuchungsgebiet, sondern auch für die A 15 und weitere Autobahnen in ganz Deutschland.

Durch die genannten Vektoren ist die Art in weiten Bereichen des Gebiets verbreitet, aber die Dichte der Vorkommen schwankt von Jahr zu Jahr stark. So ist der Besatz mit *Ambrosia* keinesfalls konstant, sondern stark von der Sukzession abhängig. In den ersten ein bis zwei Jahren kann sie dominant auftreten, verliert aber mit Zunahme der ausdauernden Arten immer mehr an Bedeutung und verschwindet schließlich ganz. Hierfür sind im Cottbuser Raum zahlreiche Beispiele bekannt. Gleiches gilt für die Vegetation des Straßenbanketts. Auch hier herrscht kein Kontinuum vor, sondern der Zustand befindet sich in einem steten Fluss, der stark von der Pflege abhängig ist. Störungen begünstigen die Art, ob nun durch Abschieben oder zufällige Verletzung der Grasmatrix durch Fahrzeuge oder Ähnliches. Im Gegensatz dazu drängt ein Schließen dieser Matrix die Ambrosie immer stärker zurück. Dies konnte in den Jahren 2006 und 2007 an den untersuchten Streckenabschnitten gezeigt werden, die sich z. T. deutlich in ihrem Besatz mit *Ambrosia* unterschieden.

Abschließend kann angemerkt werden, dass die Unterschiede zwischen den beiden Typen besonders auffällig sind: die Vorkommen aus Vogelfutter sind punktuell und mehr oder minder weit verstreut, während die Bestände aus verunreinigtem Saatgut flächenhaft ausgebreitet sind. Letztere können durch Korridore verbunden sein und an günstigen Stellen eingestreute punktuelle Vorkommen aufweisen, die mehr oder minder schnell verschwinden können. Die Ambrosie breitet sich nach bisherigen Beobachtungen in Deutschland anscheinend

nicht grenzenlos aus, sondern strahlt von den am stärksten besiedelten Bereichen in kleiner und seltener werdenden Beständen aus.

5.4.2. Zur Ausbreitung und Verteilung von *Ambrosia*-Vorkommen in ausgewählten Ländern Europas

Über die Ausbreitung der Ambrosie und die Verteilung ihrer Vorkommen liegen in einigen Ländern Europas z. T. umfassende Informationen vor, die im Folgenden näher betrachtet werden sollen.

Für Deutschland liegen die ersten Belege für *Ambrosia* aus dem Jahr 1869 für den Hamburger Raum vor (POPPENDIECK 2007). Vergleichbare Angaben finden sich für den Cottbuser Raum um 1874 (HABERLAND in JENTSCH 1974). Im letzten Jahrhundert häufen sich die Funde: so meldet z. B. STIEGLITZ (1981) für die Jahre 1979 und 1980 im Neusser Hafen Vorkommen der Ambrosie aus Reinigungsrückständen. KLOTZ (2006) gibt für Regensburg den ersten Fund für das Jahr 1977 und in Niederbayern für 1886 an, wobei die Früchte erstmals wohl mit amerikanischer Kleesaat eingeschleppt wurden. Eine invasive Tendenz ist laut ihm im Regensburger Raum nicht zu erkennen, da sie vielmehr in zahlreichen punktuellen Vorkommen auftaucht, die keine Indizien für eine Einbürgerung zeigen. Stattdessen wird sie, wie im größten Teil Deutschlands auch, immer wieder von neuem eingeführt. In Bezug auf die fehlende Einbürgerung in Nordwest-Deutschland und die damit verbundene fehlende Invasivität von *Ambrosia* vertreten LOOS et al. (2008) eine sehr deutliche Meinung. Nach LOOS et al. ist die Art wegen der nur punktuell auftretenden, unbeständigen Vorkommen selbst im klimatisch begünstigten Ruhrgebiet keinesfalls invasiv. Dort wurden die ersten Bestände der Art ab 1880 beobachtet, die aus verunreinigtem Saatgut stammten und sich stets als unbeständig erweisen. Bestärkt wird die Meinung durch die wenigen größeren Bestände der Pflanze, die ebenfalls keine Ausbreitungstendenzen zeigen. Außerdem raten die Autoren wegen der Verwechslungsmöglichkeiten mit seltenen *Artemisia*-Arten von einer Bekämpfung durch Unkundige ab.

Zusätzlich zu den Literaturangaben können Verbreitungskarten einen guten Eindruck über die Verteilung der Art innerhalb Deutschlands bieten. So legen z. B. die Werke von HAEUPLER & SCHÖNFELDER (1988), BENKERT et al. (1996) und GARVE

(2007) teilweise eine recht weite Verbreitung der Art nahe. Dies muss jedoch wegen der zeitlichen Unschärfe, die bei unbeständigen Pflanzen wie der Ambrosie zum Tragen kommt, immer mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden. Die Daten werden meist über einen sehr langen Zeitraum für den betreffenden Untersuchungsbereich gesammelt und zusammen dargestellt, häufig ohne zu differenzieren, wann diese Daten gewonnen wurden. Dadurch führt die Summierung von Momentaufnahmen möglicherweise zu einem stark verzerrten Bild der Verbreitung, da viele der Vorkommen an den aufgeführten Punkten mittlerweile schon nicht mehr bestehen.

In Österreich wird die Art in ihrer Invasivität deutlich anders als in weiten Teilen Deutschlands eingeschätzt. So wurde 2004 von ESSL bereits eine starke Ausbreitung für die letzten Jahre erwähnt. Laut ESSL sei die Ambrosie im Klagenfurter Becken bei Kärnten, in einer Höhe von etwa 920 m über NN, aber seltener anzutreffen. KLEINBAUER et al. (2006) geben an, dass die Art momentan vor allem auf die Tieflagen Ostösterreichs beschränkt ist, aber gleichzeitig eine besonders mobile Art darstellt. Die Simulation einer Erhöhung des Julitemperaturmittels um 2 °C ergab im Modell bis zum Jahr 2050 eine Versechsfachung der besiedelbaren Fläche. Eine Steigerung der Temperatur um 4,8 °C bzw. 6,4 °C erhöhte nach der Abschätzung die besiedlungsfähige Fläche sogar auf potentiell 67 % bzw. 80 % der Gesamtfläche Österreichs. KLEINBAUER et al. merken jedoch auch an, dass stets der Mensch für die Ausbreitung der Art verantwortlich ist, und er daher auch eine besondere Verantwortung trägt.

Botanische Gärten spielten in Frankreich bei der Ausbreitung der Ambrosie keine Rolle. Dafür ließen sich zumindest in der Studie von CHAUVEL et al. (2006) keine Hinweise finden. Sie wurde stattdessen durch Saatbeimischungen etwa zeitgleich an verschiedenen Ort, in z. T. großer Entfernung voneinander, eingeschleppt. Eine klare Ausbreitungsfront ließ sich bei der Art nicht feststellen, da sie sich von den Einschleppungszentren über einen langen Zeitraum kontinuierlich ausbreitete. Neben der Ausbreitungsgeschichte wurden auch genetische Untersuchungen und solche zum Einfluss des neuen Wuchsgebiets auf die Abwehrfähigkeit von Fraßfeinden durchgeführt. Die Untersuchung der genetischen Variabilität von Pflanzen aus ausgewählten Gebieten Nordamerikas und der Rhône-Alpes-Region in Frankreich (GENTON et al. 2005a) konnte zeigen, dass die Varianz zwischen den beiden Gesamttestgebieten etwa gleich ist, aber auf Populationsebene in

Nordamerika geringer als in Frankreich. Zwischen den Populationen Amerikas liegt außerdem eine signifikante genetische Distanz vor, die sich bei den französischen Vorkommen nicht feststellen lässt. Dies und das Vorhandensein mehrerer einzigartiger Allele in einzelnen Beständen in ganz Frankreich weisen darauf hin, dass an mehreren Stellen gleichzeitig Früchte aus verschiedenen Quellen aus Amerika eingeführt wurden. Es lässt sich aber auch eine Reduktion der genetischen Diversität in Abhängigkeit von der Entfernung vom Einführungsort feststellen, was auf „bottle neck“-Effekte hinweist und nachfolgende neue Einführungsereignisse in vergleichbarer Art weitgehend ausschließt. GENTON et al. (2005b) konnten zudem feststellen, dass der zwischenzeitliche Aufenthalt im neuen Wuchsgebiet in Frankreich, nach Rückführung der Nachkommen in das Ursprungsland, nicht den negativen evolutiven Einfluss auf die Abwehrfähigkeit gegenüber Schadinsekten hat, der erwartet wurde.

In der Slowakei wurden vor 1949 die ersten Vorkommen der Art bei Komárno und Vrábľa auf Müllablageplätzen sowie an Bahnhöfen und Gleisanlagen beobachtet. ELIAŠ (1987) stellte bereits eine invasive Tendenz der Ambrosie fest, die seiner Meinung nach zu einer Gefährdung von Arten und Pflanzengesellschaften im Bereiche der Landwirtschaft führen könnte.

Nach KISS & BÉRES (2006) förderte in Ungarn vor allem der verstärkte Handel mit Agrargütern die Einschleppung und Ausbreitung von *Ambrosia* nach Ende des Zweiten Weltkrieges. Eingeführt wurde die Art besonders mit kontaminierten Getreidelieferungen aus den USA, die durch Russland an die damaligen Ostblockstaaten verteilt wurden und somit die Ausbreitung der Pflanze förderten. Diesem Umstand verdankt die Ambrosie auch ihren in Ungarn verbreiteten Trivialnamen „Stalinkraut“. Die Auflösung der Agrargenossenschaften und die Rückgabe des Landes an die ehemaligen Besitzer nach dem Ende des Kommunismus führten durch die mangelnden Kultivierungskennntnisse und das erhöhte Aufkommen von Brachen zu einer starken Vermehrung der Ambrosie. Außerdem beschleunigte die rege Straßenbautätigkeit die Ausbreitung der Art durch die Schaffung von Störstellen und linearen Strukturen. Zur ersten Einschleppung der Ambrosie in Ungarn gibt es aber auch andere, z. T. abweichende, Angaben. Laut SZIGETVÁRI (2002) wurde sie Anfang des 20. Jahrhunderts zum ersten Mal eingeführt, während PÁL (2004) bereits das Ende des 18. Jahrhunderts als ersten Einführungszeitpunkt angibt. Aber auch sie geben das Ende des Zweiten Weltkrieges als Beginn für die

starke Ausbreitung der Art an. Besonders verbreitet ist sie mittlerweile auf Feldern, Brachen, Bauland und an Straßenrändern sowie anderen gestörten Habitaten. Im Untersuchungsgebiet von PÁL, in den Mecsek-Bergen und dem Tolna-Baranya-Hügelland, existierten in den 1960er Jahre nur zwei Vorkommen der Art. Mittlerweile ist sie dort in allen Städten und Dörfern zu finden. Die Ambrosie ist nach PÁL auch auf landwirtschaftlichen Nutzflächen verbreitet: die Pflanze tritt auf 74 % der Getreidefelder mit geringer Deckung sowie in jeweils etwa 90 % der Stoppel- und Sommerfruchtäcker auf. *Ambrosia* ist laut PÁL in der Lage, die einheimische Unkrautflora zu unterdrücken, selbst bei trockenen und heißen Sommern wie im Jahr 2003. Das erste Auftreten in einem Nationalpark wurde in Kiskunság zwischen 1966 und 1977 beobachtet (SZIGETVÁRI 2002). Im südlichen Landesteil trat die Pflanze dagegen nach KAZINCZI et al. (2008a) das erste Mal im Jahr 1908 auf, wohin sie vermutlich aus dem angrenzenden ehemaligen Jugoslawien eingeschleppt wurde und sich über ganz Ungarn ausbreitete (JÁVORKA 1910 in KAZINCZI et al. 2008a). Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen konnte sie dann ab Anfang der Zwanziger Jahre des letzten Jahrhunderts gefunden werden. Wie schon bei KISS & BÉRES (2006) erwähnt, erfolgte nach 1945 entlang von Straßen und Eisenbahnstrassen, den Handelsrouten für Agrarerzeugnisse, die Ausbreitung der Ambrosie. Heute ist sie in ganz Ungarn weit verbreitet und kommt in fast allen Habitaten vor, außer solchen mit extremen Bodenbedingungen und in größeren Höhenlagen. 1986 bedeckte die Art etwa 380 000 ha und bis zum Jahr 2003 steigerte sich die Fläche auf 5,4 Mio ha, wobei in 60 % der Fälle 2003 die besiedelte Fläche größer als fünf Hektar war.

Vorkommen von *Ambrosia* in der transkarpatischen Ebene und den Karpaten der Ukraine sind seit Anfang der 1940 Jahre bekannt (SONG & PROTS 1998). Sie zeigte in den folgenden 55 Jahren eine durchschnittliche Ausbreitungsgeschwindigkeit von 67,6 km² pro Jahr, so dass sie zum Zeitpunkt des Erscheinens der Arbeit bereits etwa 3716,5 km² bedeckte. Anders als in Deutschland weist die Art hier also einen stark invasiven Charakter auf. Besonders häufig trifft man die Pflanze an Straßenrändern, Eisenbahntrassen, Mülldeponien und ähnlichen Habitaten an, seltener auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, in Wäldern oder Industriegebieten.

In Bulgarien finden sich die ersten Herbarbelege für die Ambrosie im Jahr 1975 (DIMITROV & TZONEV 2002). Die Funde wurden vor allem an Mühlen, Futterlagerplätzen und Eisenbahnanlagen gemacht, was auf eine Einführung durch

Futtermittel und eine Ausbreitung durch die Eisenbahn hinweist. Außerdem konnte eine Ausbreitung der Art von Westen nach Osten beobachtet werden. Seit 1992 wurden größere Mengen an *Ambrosia*-Pollen in der Luft gemessen, wobei allerdings ein interessanter Unterschied zwischen dem Blühtermin der Art, Ende August bis Anfang September, und dem zeitlich frühesten Messungen der ersten Pollen auftritt, der etwa einen Monat vor der ersten Blüte der Art liegt. Dies könnte durch einen Ferntransport von Pollen aus klimatisch günstigeren Bereichen mit größeren Vorkommen bedingt sein, wie er von CECCHI et al. (2006) für Florenz vorgeschlagen wurde, oder es könnte auf früher blühende Populationen innerhalb Bulgariens zurückzuführen sein.

5.4.3. Bestandsentwicklung und Vergesellschaftung am Beispiel mehrerer Wuchsorte in Deutschland

Die Untersuchung der etwa 125 km bzw. 126,6 km langen Strecke im Raum Cottbus-Drebkau-Calau zeigen eine hohe Dynamik der Bestände von *A. artemisiifolia* an den Straßenrändern. Beide Abbildungen ähneln einander stark, weisen aber lokale Unterschiede in der Verteilung auf. Diese werden vor allem durch die standörtliche Beschaffenheit ausgelöst, die die Keimung und Etablierung der *Ambrosia*-Individuen an den entsprechenden Bereichen fördern oder behindern kann. Die betroffenen Straßenränder werden meist von einer rasenartigen Grasmatrix bewachsen, die in Abhängigkeit von den edaphischen Voraussetzungen und der Pflege von einem mehr oder minder großen Anteil höherwüchsigen Stauden besiedelt sind. Die größten Pflanzen finden sich vor allem an den so genannten „safe sites“, wie z. B. in der Nähe von Leitplanken oder Markierungspfählen, und an der Straße abgewandten Seite des Randstreifens. Wenn für sie günstige Bedingungen vorliegen, finden sich in dieser Zone entsprechend auch die Pflanzen der Ambrosie. Die für die Keimung und Etablierung nötige Störung in der Matrix wird vor allem durch die Pflegemaßnahmen, in der Regel eine Mahd, erzeugt. Bleibt durch die Sukzession die Störung aus, verschwinden die offenen Stellen langsam wieder und damit auch die Art. Neben der Mahd wird wieder zunehmend häufiger ein Abschieben der Randflächen durchgeführt, was längerfristig den Bewuchs beeinträchtigt. Solche sehr offenen Strukturen bieten

Ambrosia vor allem in den ersten ein bis drei Jahren sehr gute Wuchsbedingungen, bis sich ausdauernde Pflanzen durchsetzen können. Die beschriebenen Pflegemaßnahmen sowie die Sukzession führen zu der vorgefundenen Verteilung mit dem z. T. sehr wechselhaften Bild. Die Art selbst muss jedoch die Stellen zunächst einmal erreichen können. Dafür sorgen oftmals ebenfalls die Mähfahrzeuge, da sie zwischen den Einsätzen nicht gereinigt werden und so an arbeitenden Teilen und in anhaftendem Schmutz Diasporen der Ambrosie befördern können. Über die einfachste Quelle verfügen jedoch Bestände, die in der Nähe von kontaminierten Feldern auftreten. Die Vorkommen stammen hier meist aus Diasporen der genannten Felder, wobei es aber schwierig ist, diese Beziehung eindeutig nachzuweisen. So können z. B. auch kontaminierte Felder neben sauberen Randstreifen gelegen sein und umgekehrt. Eine weitere Diasporenquelle kann zudem verunreinigtes Erdmaterial darstellen, das z. B. von den kontaminierten Feldern stammt und zu Ausbesserungsarbeiten genutzt wird.

Die Aufnahmeflächen lassen sich in drei unterschiedliche Typen unterteilen: Äcker, Brachen und Ruderalflächen sowie Straßenränder. Neben den offensichtlichen Nutzungsunterschieden sind auch die Unterschiede in der Vegetation ein Grund für diese Einteilung. In den zwei Jahren des Monitorings zeigten sich keine oder nur sehr unauffällige Sukzessionserscheinungen. Dies ist wohl vor allem auf die häufige Störung durch die Nutzung, wie das regelmäßige Bestellen der Äcker und die Mahd der Straßenränder, zurückzuführen. Diese halten die natürliche Sukzession auf oder verzögern ihren Verlauf. Im Fall der Brachen und Ruderalflächen ist der Untersuchungszeitraum zu kurz, um Veränderungen feststellen zu können bzw. haben Nutzungsänderungen, wie die Wiederaufnahme der Bewirtschaftung von Brachen, einen etwaigen Effekt aufgehoben. Bei der Einstufung der Flächen im Folgejahr 2007 wurden Fälle, bei denen Nutzungsänderungen auftraten, entsprechend berücksichtigt.

Auf den Aufnahmeflächen der Äcker dominieren, entsprechend des Nutzungstyps, neben *Ambrosia* vor allem Arten der Ackerunkrautfluren. Da die Untersuchungsflächen vor allem in Randbereichen der Äcker konzentriert sind, spielen hier auch Spezies der Artemisietea, darunter besonders des Dauco-Melilotion, eine Rolle. Sie zeigen das geringere Maß der Störung im Vergleich zu den eigentlichen Ackerflächen an, das *Ambrosia* die günstigsten Wuchsbedingungen bietet. Ausdauernde

Arten haben hier etwas bessere Chancen sich zu etablieren, was sich auch in ihrem leicht erhöhten Anteil zeigt.

In den Brachen und Ruderalflächen haben die Stellarietea mediae ebenfalls einen wichtigen Stellenwert, vor allem in Bezug auf die Diversität, erreichen aber meist nur geringe Artmächtigkeiten. Stattdessen nehmen ausdauernde und zweijährige Arten, vor allem der Molinio-Arrhenatheretea und der Artemisietea, auch hier wieder besonders des Dauco-Melilotion, eine bedeutendere Rolle ein. Sie deuten auf die Veränderung der Strukturen hin, die dadurch zunehmend ungünstiger für *Ambrosia* werden können. Dies drückt sich z. T. auch in ihrer abnehmenden Artmächtigkeit aus.

Die komplexesten und für *Ambrosia* je nach Störung nur bedingt geeigneten Wuchsorte bilden die Straßenränder. Am bedeutendsten sind hier die Arten des Wirtschaftsgrünlandes, die vor allem die Matrix des häufiger gemähten Straßenbanketts bilden. Die Arten der Artemisietea und des Dauco-Melilotion spielen vor allem ab einer Entfernung von 50 cm von der Asphaltkante eine größere Rolle. Dort finden die Pflegemaßnahmen nicht so intensiv statt und erlauben höherwüchsigen Arten eine bessere Entfaltungsmöglichkeit. Hier treten auch die meisten Bestände der Ambrosie auf, aber sie ist auch an günstigeren, schwächer gestörten Stellen in der Nähe der Asphaltkante zu finden. Die Arten der Stellarietea mediae, in diesem Aufnahmeflächentyp eher von geringer Bedeutung, finden sich ebenfalls in dem genannten Übergangsbereich. An der Grenze zwischen dem Asphalt und der Matrix findet sich außerdem noch ein größerer Anteil von Individuen der Tritt- und Flutrasenvegetation, die sich zwar nur aus wenigen Arten zusammensetzen, dort aber auffällig gehäuft auftreten.

JENTSCH ist im Raum Calau (1974, 2007) ebenfalls an Untersuchungen der Art tätig. Er stellte fest, dass *Ambrosia* für die Umgebung bereits 1874 zum ersten Mal nachgewiesen werden konnte (HABERLAND in JENTSCH 1974) und in dem Zusammenhang in Alt- und Neudöbern als Einschleppung mit Kleesaat dokumentiert wurde. In Bezug auf die Persistenz und Etablierungsfähigkeit decken sich seine Erkenntnisse mit den eigenen Ergebnissen und er legt zumindest für ruderale Vorkommen der Art, in Anlehnung nicht näher spezifizierter Aufnahmen, eine Einordnung in die Beifuß- und Meldenfluren nahe (JENTSCH 1974). Im Vergleich mit der neueren Arbeit des Autors (JENTSCH 2007) konnten die eigenen Beobachtungen erneut bestätigt werden, vor allem was die aktuelle Verbreitungs-

situation und die betroffenen Habitate angeht. Außerdem wurden dem Artikel mehrere pflanzensoziologische Aufnahmen von Acker-, Ruderal- und straßenbegleitenden Vorkommen beigelegt. Diese sind laut JENTSCH den Stellarietea mediae (Ackeraufnahmen) und den Artemisietea sowie Molinio-Arrhenatheretea (Ruderalaufnahmen) zuzuordnen. Lediglich die Aufnahmen der straßenbegleitenden Vegetation rechnet JENTSCH wegen der uneinheitlichen Verteilung der Gesellschaftselemente keinem bestimmten Typ zu.

Die 2005 bis 2009 regelmäßig untersuchte Fläche der alten Ölmühle in Magdeburg zeigt anschaulich, wie sich die Sukzession auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* auswirken kann. Während im Jahr 2005 noch die gesamte Fläche und die Seitenstreifen des Radweges mit sehr großen Mengen der Ambrosie bewachsen waren, insgesamt etwa 25000 Individuen, nahm diese Anzahl in den folgenden drei Jahren drastisch ab. Im darauf folgenden Jahr 2006 konnten nur noch etwa 12000 Individuen festgestellt werden, während es 2007 nur noch etwa 4500 und 2008 bzw. 2009 schließlich unter 300 Pflanzen waren. Auslöser für diesen dramatischen Rückgang ist die Sukzession, die zu einer Ausbreitung von ausdauernden Arten wie *Calamagrostis epigejos* und *Artemisia vulgaris* führte. Diese schlossen, oftmals auf vegetativem Wege, die für *Ambrosia* wichtigen offenen Keimstellen, die in den ersten Jahren noch ausreichend vorhanden waren. Mit fortschreitender Sukzession wurde sie auf Randbereiche zurückgedrängt, wie einen Trampelpfad und einen Bereich mit stark schutthaltigem Boden, die aufgrund der ungünstigen Verhältnisse das Wachstum der Ausdauernden behinderten. Die Reproduktion der Art war auf der Fläche nicht beeinträchtigt, wie in Versuch 4.1.3.1.1. festgestellt werden konnte, allerdings war ihr keine Etablierung mehr möglich, da die offenen Keimstellen fehlten und die Ambrosie durch ihr anfänglich langsames Wachstum (s. dazu 4.4.4.1.) nicht ausreichend konkurrenzkräftig gegenüber den ausdauernden Pflanzen war.

An den Radwegrändern ist die Lage störungsbedingt günstiger, da durch die Mahd während der Vegetationsperiode offene Stellen auftreten und die Etablierung von *Ambrosia* begünstigen. In den Randbereichen finden sich entsprechend ab dem zweiten Jahr der Sukzession stets die meisten Individuen der Art. Hier wurde die Sukzession durch höherwüchsige Pflanzen zu Gunsten von Grasartigen wie *Lolium perenne* und *Dactylis glomerata* zurückgesetzt. Zudem konnte der Ablauf des

Regenwassers von dem Weg und der abgesetzte Kot und Urin von Hunden die Verfügbarkeit von Wasser und Nährstoffen positiv beeinflussen. Die Mahd erzeugte jedoch nicht nur Störstellen, sondern beeinträchtigte die Art auch durch den Schnitt in ihrer Reproduktionsfähigkeit. Im ersten Jahr fand nur eine Mahd statt, die die Ambrosie nicht stärker schädigte, da sie in der Lage war, sich dank ihrer regenerativen Fähigkeiten trotzdem zu reproduzieren (s. dazu 4.3.4.1.). In den darauf folgenden Jahren wurde die Mähfrequenz deutlich erhöht, so dass fast monatlich gemäht wurde. Dies konnte *Ambrosia* nicht mehr ausgleichen und nahm entsprechend in ihrem Bestand stark ab. Aus der Samenbank war nach ihrem Verschwinden kaum eine Regeneration mehr möglich, da die Ambrosie dort nur sehr schwach vertreten war (s. dazu 5.4.3.).

Im ersten Untersuchungsjahr waren die Fläche und besonders die den Radweg begleitenden Wegränder dem Dauco-Melilotion zuzuordnen. Grund dafür war der hohe Anteil von biennen Arten an der Vegetation, wie *Daucus carota* und *Picris hieracioides*. Die ausdauernden Spezies der Artemisietea, wie *Artemisia vulgaris* selbst und *Elymus repens*, wiesen bereits auf die weitere Entwicklung der Fläche hin. Im Jahr 2005 waren zudem in der Fläche noch zahlreiche Arten der Stellarietea mediae vertreten, die, wenn auch nur in geringer Artmächtigkeit vorhanden, auf die noch offene Struktur der Vegetation hinwiesen. Diese offenen Bereiche benötigt *Ambrosia* für eine erfolgreiche Keimung und Etablierung. In der Matrix fanden sich Arten des Wirtschaftsgrünlandes, wie *Medicago lupulina* und *Trifolium pratense*, die an günstigen Bereichen größere Bestände bildeten.

Die erwähnten Veränderungen in der Gesellschaftsstruktur der Fläche zeichneten sich 2006 deutlich ab. Der Anteil der zweijährigen Arten verringerte sich deutlich zu Gunsten der Ausdauernden, die die offenen Stellen nun weitgehend beanspruchten. Zu diesen Spezies gehörten *Artemisia absinthium* und *A. vulgaris* sowie, in besonders hoher Artmächtigkeit, *Calamagrostis epigejos*. Mit dem Schließen der offenen Stellen nahm auch die Diversität der Arten des Dauco-Melilotion sowie der Stellarietea mediae in der Fläche ab, die als Zeiger für offenere Strukturen angesehen werden können. Gleiches gilt für die Menge von *A. artemisiifolia* in diesem Bereich.

An den Wegrändern war dagegen eine andere Entwicklung zu beobachten, die vor allem auf die regelmäßige Mahd zurückzuführen war. Die ausdauernden Arten der Artemisietea konnten dem hohen Selektionsdruck nicht standhalten und wurden

zahlenmäßig durch grasartige Spezies der Molinio-Arrhenatheretea ersetzt. Diese waren auch auf der Fläche zu finden, wenn auch in geringerer Diversität als an den Wegrändern. Die mähesten Hemikryptophyten dominierten die Wegränder und beeinträchtigten durch die hohe Wurzelkonkurrenz die Entwicklung von *Ambrosia*. Die störungsbedürftigen Arten des Dauco-Melilotion und der Stellarietea mediae wurden an die gelegentlich auftretenden Störstellen und die direkte Asphaltkante abgedrängt. Dort waren sie aufgrund der Mahd in ihrer Vitalität eingeschränkt und spielten nur eine untergeordnete Rolle.

In den folgenden Jahren 2007 und 2008 vollzog sich der Wandel von einer relativ offenen Vegetation zu einer weitgehend geschlossenen Pflanzendecke stetig weiter. Die Fläche wiesen immer weniger geeignete Wuchsorte für *Ambrosia* auf, weshalb sie dort bis auf einige günstigere Stellen fast völlig verschwand. Die ausdauernden Arten der Artemisietea setzten sich weiter durch und es traten vereinzelt die ersten Gehölze auf, wie *Colutea arborescens* und verschiedene *Rosa*-Arten. Die sich abzeichnende Wandlung der Wegränder zu einer rasenähnlichen Struktur setzte sich ebenfalls fort. Arten, die offene Bereiche bevorzugten, darunter auch *Ambrosia*, verschwanden weitgehend und wurden durch Gräser des Wirtschaftsgrünlandes ersetzt.

Bei einem erneuten Aufsuchen der Fläche im Jahr 2009 konnte schließlich festgestellt werden, dass sich im Vergleich zum Vorjahr kein erkennbarer weiterer Wandel der Vegetationsstruktur vollzogen hatte.

In Wendessen konnte *Ambrosia* sich auf der zunächst wohl weitestgehend vegetationslosen Fläche gut etablieren und in den nachfolgenden Jahren immer wieder behaupten. Wie am Beispiel Magdeburg bereits beobachtet, setzten sich im Laufe der Sukzession auch hier die ausdauernden Arten durch, wie in diesem Fall besonders *Artemisia vulgaris*, und übergipfelten die anfänglich wesentlich langsamer wachsende Ambrosie (s. dazu 4.4.4.1.). Sie wurde dadurch ausgedunkelt und konnte sich kaum reproduzieren. Nach dem Abschieben der Fläche im Jahr 2007 keimte *Ambrosia* wieder, wurde jedoch später im selben Jahr durch die Einsaat von *Trifolium repens* weitgehend unterdrückt. Auch hier zeigt sich deutlich, dass *Ambrosia* durch die Konkurrenz ausdauernder Arten schnell verdrängt werden kann und dadurch nur noch eine untergeordnete Rolle an Randbereichen spielt.

Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung Ende 2005 begann auf der Fläche in Wendessen bereits die Sukzession. Der Bereich wurde vermutlich, wie im Jahr 2006 beobachtet, regelmäßig bei Erntearbeiten an dem angrenzenden Feld abgeschoben, weshalb sich die Vegetation aus der Samenbank regenerieren musste. Diese enthält hauptsächlich Arten der Stellarietea mediae, sowie die verbliebenen vegetativen Teile von Spezies der Artemisietea, wie *Artemisia vulgaris* und *Elymus repens*. Dafür, dass die Vegetation vor dem Abschieben hauptsächlich aus Arten der Artemisietea bestand, sprechen Spezies wie *Silene latifolia* ssp. *alba* und *Tanacetum vulgare*, die auf dem Erdhügel aus vermutlich abgeschobenem Material gefunden wurden. Kurz nach der Behandlung dürfte die Fläche entsprechend der Samenbank mit Arten der Stellarietea mediae bewachsen gewesen sein, wofür auch ihr hoher Anteil in den Aufnahmeflächen des Jahres 2006 spricht. Dieser Vegetationstyp bietet mit seinen z. T. sehr offenen Bereichen eine günstige Umgebung für die Keimung und Etablierung von *Ambrosia*. Im Laufe der Sukzession nahmen auf der Fläche Elemente der Artemisietea zu, die die Arten der Stellarietea mediae verdrängten. Dies wurde bereits 2006 deutlich: zu diesem Zeitpunkt waren noch zahlreiche Spezies der Ackerunkrautfluren vorhanden, aber sie verloren zu Gunsten von ausdauernden Arten, wie *Artemisia vulgaris*, an Bedeutung. Diese Entwicklung setzt sich Ende 2006 und 2007 fort und als Folge dominierten die ausdauernden Pflanzen auf der Fläche vollständig und drängen die Arten der Stellarietea mediae in die Bedeutungslosigkeit ab. Mit der Sukzession verschwanden die offenen Keimstellen und damit auch die Ambrosie. Im August 2007 wurde die natürliche Sukzession durch Abschieben abermals unterbrochen und ein erneuter Beginn durch Einsaat von *Trifolium repens* verhindert.

Eine Bekämpfung von *Ambrosia* kann Veränderungen in der Bestandstruktur der Art bewirken und ist zudem eine gute Möglichkeit, die Größe der Bestände gering zu halten. Dies konnte am Beispiel des NSG „Daßfelder Binnendünen“ gezeigt werden. Im Jahr 2004 wuchsen dort etwa 10000 Individuen, die durch Ausreißen stark dezimiert wurden (W. Zahlheimer / Landshut, pers. Mitteilung an D. Brandes 2005). In den folgenden Jahren 2005 und 2006 wurden erneut auftretende Pflanzen vor der Blüte ebenfalls entfernt und es traten so nur noch insgesamt 1300 Individuen auf, die sich aus Diasporen des Bodens regeneriert hatten (BRANDES & NITZSCHE 2007). In den folgenden Jahren 2007 bis 2009 keimten jeweils nur eine

geringe Anzahl von Pflanzen, die zumeist deutlich unter 100 Individuen lag (pers. Mitteilung D. Brandes 2009; s. dazu auch Abb. 5.4). Auffällig ist aber, dass 2009 die Menge der Ambrosien höher war als in den vorangegangenen Jahren. Dies ist jedoch durch eine verstärkte Störung der Fläche und den damit häufiger vorhandenen offenen Keimstellen zu erklären.

Insgesamt zeigt sich, dass kleine bis mittelgroße Bestände effektiv bekämpft werden können, wo dies nötig und durchführbar ist (s. dazu 7. Sinnvolle Maßnahmen zur Begrenzung der Einfuhr und der Bekämpfung der Art). Wichtig ist jedoch festzuhalten, dass die Art nicht in der Lage war, das Naturschutzgebiet aus eigener Kraft zu erreichen. Vielmehr sind die Vorkommen der Art dort bereits mindestens seit 1975 bekannt und wurden durch Aufbringen von diasporenhaltigem Mutterboden zur Bodenverbesserung eingeschleppt (BRANDES & NITZSCHE 2007). Es muss also bemerkt werden, dass die Art nicht der Auslöser für die Störung des Habitats ist, sondern lediglich die Folge eines anthropogenen Eingriffs.

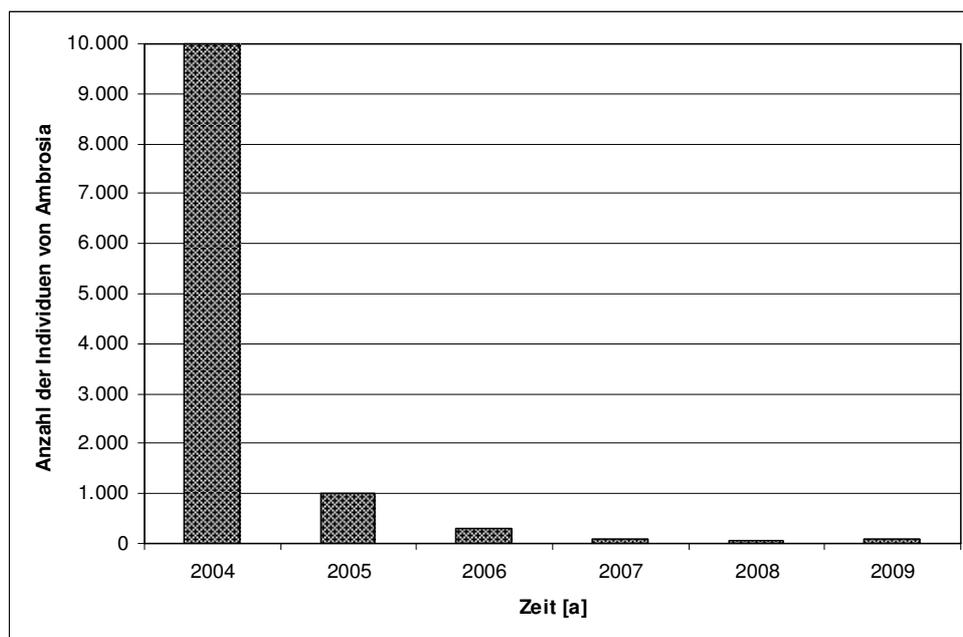


Abb. 5.4: Populationsentwicklung von *Ambrosia artemisiifolia* im NSG „Daßfelder Binnendünen“ bei Bekämpfung
Daten von D. Brandes sowie B. Alberternst und S. Nawrath

Im Fall der Untersuchungen in Frellstedt fällt die Zuordnung zu einer Pflanzengesellschaft schwer, da es sich bei einem großen Teil der Arten um vom Menschen eingebrachte Pflanzen handelt. Insgesamt ist der Wuchsort stark anthropogen überformt, so dass eine sichere Einordnung kaum möglich ist. Wegen des Pflasters und Arten wie *Plantago major* und *Polygonum aviculare* wäre eine

Stellung zu der Trittvegetation möglich, erscheint wegen der Arten des Dauco-Melilotion, wie z. B. *Hypericum perforatum*, unpassend. Es ist daher anzunehmen, dass es sich um ein Sukzessionsstadium der Pflasterritzenvegetation handelt. Eine deutliche Entwicklung war in den beiden Untersuchungsjahren nicht festzustellen.

Die Auswertung von Veröffentlichungen anderer Autoren zeigt, dass diese die Art den verschiedensten Pflanzengesellschaften zuordnen, wie z. B. dem Sisymbrium (GEHLKEN 1997, an Wegrändern), Plantaginetales (HEINDL 1992, an Straßenrändern) oder den Polygono-Chenopodietalia (SONG & PROTS 1998, hauptsächlich an Straßenrändern).

Schon 1973 wurde von VIȚALARIU in Rumänien das Ambrosietum artemisiifoliae beschrieben. Nach PINKE (2000) bildet die Art in Ungarn ebenfalls eine eigene Gesellschaft, die *Trifolium arvense-Ambrosia artemisiifolia* Gesellschaft, die den Stellarietea mediae angehört und zu großen Teilen das früher häufige Stachyo annuae-Setarietum pumilae ersetzt. JAROLÍMEK et al. (1997) beschrieben in der Slowakei das Odontito-Ambrosietum artemisiifoliae, das laut SILČ (2002) im Verlauf der Sukzession aus der *Trifolium arvense-Ambrosia artemisiifolia*-Gesellschaft hervorgegangen ist. In der Arbeit von SILČ wird zudem das von SMETANA 1999 beschriebene Atriplici nitentis-Ambrosietum erwähnt. Diese z. T. sehr großen Unterschiede sind einmal mehr ein Hinweis auf die hohe ökologische Amplitude der Art, werden aber natürlich auch durch die deutlich unterschiedlichen untersuchten Wuchsorte und die vorherrschenden Klimabedingungen ausgelöst.

Nach soziologischen und ökologischen Gesichtspunkten sind sowohl das Ambrosietum artemisiifoliae (VIȚALARIU 1973) als auch das Odontito-Ambrosietum artemisiifoliae (JAROLÍMEK et al. 1997) im nördlichen Mitteleuropa nicht haltbar, allerdings ist eine Zuordnung zu den Stellarietea als Klassencharakterart, wie sie von PINKE (2000) vorgeschlagen wurde, sinnvoll (BRANDES & NITZSCHE 2007). Die Einordnung in die Stellarietea mediae wird zudem durch den hohen Anteil von Arten der Klasse in den eigenen Aufnahmeflächen unterstützt.

5.4.4. Vergleich von Clusteranalysen pflanzensoziologischer Aufnahmen in Deutschland und Europa

Die Untersuchungen des Datensatzes von JENTSCH (2007) mit der hierarchischen Clusteranalyse des Programms SPSS ergab eine sehr distinkte Aufteilung in die drei untersuchten Habitattypen (Abb. 5.5). Das erste Aufteilungskriterium ist die Anzahl der Arten auf der jeweiligen Untersuchungsfläche. Dabei zeigte sich, dass bei JENTSCH die Straßenränder die geringste Diversität aufweisen, gefolgt von den Äckern und Ruderalflächen. Letztere sind dabei durch auffällige Unterschiede in der Artenzahl in zwei Teile getrennt. Die artenreicheren Flächen befinden sich zumeist in einem älteren Sukzessionsstadium und weisen dadurch eine andere Artenkombination auf, die sie von den Ruderalflächen abgrenzt. Die Differenzen in der jeweiligen Artenzusammensetzung führen auch bei den anderen Habitattypen zu der aufgetretenen Clusterung. Durch die sehr einheitliche Verteilung wird die nahe phytozoologische Verwandtschaft der einzelnen Flächen gleicher Nutzung verdeutlicht.

Bei den eigenen Untersuchungsflächen des Jahres 2006 ergibt sich nach der Clusteranalyse eine ähnliche Verteilung, die jedoch auch deutliche Unterschiede aufweist (Abb. 5.6). Anders als bei JENTSCH sind die Aufnahmen der Äcker am artenärmsten. Artenreicher sind dagegen die Ruderalflächen und Straßenränder. Die Clusterung der Habitattypen ist allerdings nicht so ausgeprägt wie bei JENTSCH, weswegen einige Abweichungen auftreten, die z. T. gut zu erklären sind. So clustert die Silagemiete bei Schorbus, die zu den Ruderalaufnahmen gezählt wurde, mit den Ackeraufnahmen, da sie zahlreiche Elemente der Ackervegetation enthält. Ähnlich verhält es sich mit zwei Ackeraufnahmen, einem Sonnenblumenfeld bei Repten und einem Maisfeld bei Zwietow, die wegen ihres Artenbestandes mit den Aufnahmen der Straßenränder clustern. Zuletzt sind noch die Aufnahmen eines Erdhügels in der Nähe der Tagebaustätte Welzow-Süd und eines besonders artenreichen Straßenrandstreifens bei Klein Oßnig zu nennen. Diese clustern wegen ihres einzigartigen Habitatcharakters bzw. ihrer großen Phytodiversität mit keiner der anderen Gruppen und nehmen somit eine Sonderstellung ein.

2007 stellt sich die Situation durch einige Änderungen in der Struktur einzelner Aufnahmeflächen anders dar (Abb. 5.7). Durch Umbrechen sind zwei Brachflächen

bei Radensdorf und eine Ackerfläche bei Zwietow sehr artenarm geworden, was in gleichem Maße durch Sukzession auf den Erdhügel bei Welzow zutrifft, wodurch sie einen eigenen Ruderal- bzw. Ackerflächencluster bilden. Die anschließenden Cluster umfassen vor allem Aufnahmen von Äckern, allerdings ordnen sich dort auch drei Probeflächen ein, deren Verbindung nicht auf den ersten Blick erkennbar ist. Dies sind zwei Aufnahmen von Feldwegen bei Domsdorf und eine Aufnahme der Silagemiete bei Schorbus. Sie werden dort wegen des hohen Anteils an Arten der Ackervegetation zugeordnet. In die folgenden Cluster gehören vor allem Aufnahmen der Straßenränder und in einigen Fällen der Ruderalflächen. Sie bilden zum größten Teil eigenständige Cluster, was vor allem auf die strukturellen Besonderheiten der Aufnahmestellen zurückzuführen ist. So gehören hierzu z. B. Aufnahmen von Straßenrändern bei Klein Oßnig und Calau sowie Brachen bei Schorbus und Radensdorf, die besonders artenreich sind, wegen größerer Unterschiede in der Vegetation allerdings nicht miteinander clustern. Im zweiten Jahr ist besonders auffällig, dass die Ruderalflächen keinen einheitlichen Cluster mehr bilden. Stattdessen lösen sich diese in den anderen beiden Habitattypen auf. Dies ist vor allem durch Nutzungsänderungen, wie eine Wiederaufnahme der Bewirtschaftung, ein Umbrechen der Flächen oder ein Fortschreiten der Sukzession, zu begründen.

Die hierarchische Clusteranalyse durch das Programm SPSS zeigt bei den verschiedenen pflanzensoziologischen Aufnahmen aus Europa eine nachvollziehbare Aufteilung (Abb. 5.8). Anders als bei den Aufnahmen von JENTSCH (2007) und den eigenen Untersuchungen, ist die Clusterung weniger von der Artenzahl abhängig, sondern richtet sich vor allem nach dem Herkunftsland, in dem die Aufnahmen durchgeführt wurden (s. dazu Tab 5.17). Die Aufteilung vollzieht sich vor allem nach der Artenzusammensetzung, die von der Herkunft und besonders von dem Ort der Aufnahme abhängig ist. Dadurch zeichnet sich auch das jeweilige Herkunftsland gut ab. Es ist jedoch auffällig, dass sich kein Nord-Süd- oder West-Ost-Gradient in der Clusterung erkennen lässt, der aufgrund des Klima- bzw. Kontinentalitätsgradienten zu erwarten gewesen wäre. Die genauen Gründe dafür ließen sich anhand der vorliegenden Daten nicht nachvollziehen. Eine genaue

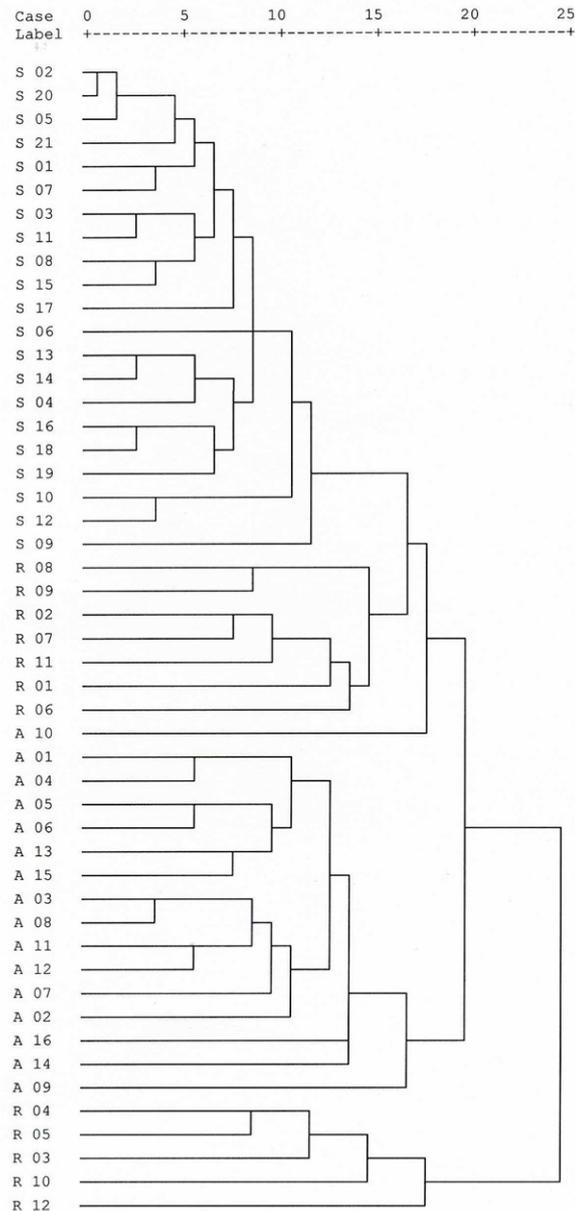


Abb. 5.5: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse des Datensatzes von JENTSCH (2007)

Sämtliche Aufnahmen bei JENTSCH (2007)

Äcker

A 01: Roggenfeld bei Weißag, **A 02 u. 03:** Rand einer Brache bei Raddusch, **A 04:** Brache bei Göritz, **A 05:** Straßenmeisterei bei Calau, **A 06:** Weizenfeld bei Calau, **A 07:** Getreidebrache bei Calau, **A 08:** Weizenfeld bei Calau, **A 09:** Kartoffelfeld bei Werchow, **A 10:** Sonnenblumen/Maisfeld bei Kesselberg, **A 11:** Roggenfeld bei Gosda, **A 12:** Roggenstoppelacker bei Gosda, **A 13:** Kartoffelacker bei Calau, **A 14:** Roggenstoppelacker zwischen Calau und Saßleben, **A 15:** Rand eines Buchweizenfeldes bei Weißag, **A 16:** Roggenfeld bei Gosda.

Brachen und Ruderalflächen

R 01: Acker westlich von Weißag, **R 02:** Brache westlich von Raddusch, **R 03 – 05:** Brache im Gewerbegebiet Calau-Ost, **R 06 u. 07:** Gräbendorfer See, **R 08 – 11:** ruderale Abstellfläche im Gewerbegebiet Calau-Ost, **R 12:** Kiesgrube bei Raddusch.

Straßenränder

S 01: südöstlich Autobahnanschlussstelle Bathow, **S 02:** bei Mlode, **S 03 u. 04:** Weißag, am Ortsausgang in Richtung Luckaitz, **S 05:** bei Mlode, in Nähe S 02, **S 06:** Zufahrt A 13, **S 07 u. 08:** südöstlich Autobahnanschlussstelle Bathow, in Nähe von S 01, **S 09:** nordwestlich von Calau, **S 10 – 12:** südöstlich von Buckow, **S 13:** südöstlich von Boblitz, **S 14:** westlich von Raddusch, **S 15:** südlich von Groß Jehser, **S 16:** bei Calau, **S 17:** an der Straße Calau-Werchow, **S 18:** zwischen Calau und Saßleben, **S 19:** an der Straße Buchwäldchen-Weißag, **S 20:** an der Straße Weißag-Zwietow, **S 21:** an der Straße Zwietow-Gosda.

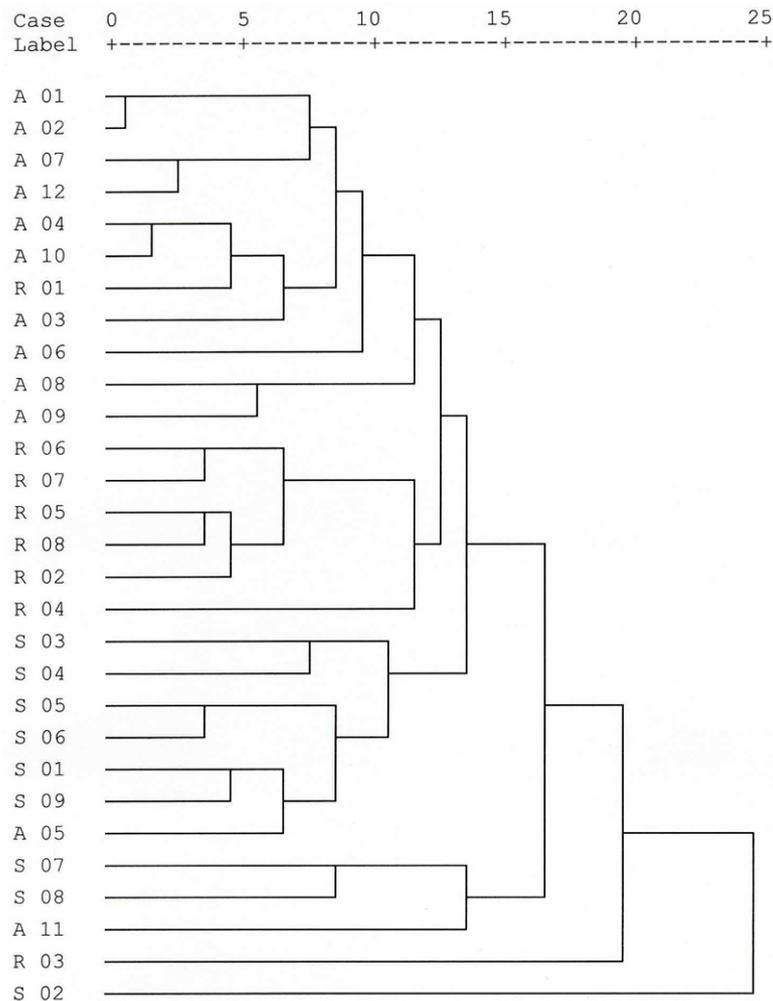


Abb. 5.6: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse des eigenen Datensatzes (2006)

Die eigenen Daten finden sich unter 5.3.1.1.1. in Tabelle 5.1 bis 5.3

Äcker

A 01 u. 02: Maisackerrand bei Laubst, **A 03:** Kartoffelacker bei Schorbus, **A 04:** Weizenstoppelackerrand bei Schorbus, **A 05:** Maisackerrand bei Zwietow, **A 06:** Maisacker bei Zwietow, **A 07:** Maisacker bei Oelsnig, **A 08:** Rapsacker bei Löschen, **A 09:** Rapsacker bei Siewisch, **A 10:** Buchweizen/Sonnenblumenacker bei Reddern, **A 11:** Sonnenblumenfeld bei Repten, **A 12:** Sonnenblumenfeld bei Koßwig.

Brachen und Ruderalflächen

R 01: Silagemiete bei Schorbus, **R 02:** Brache bei Auras, **R 03:** Erdhügel bei Tagebaustätte Welzow-Süd, **R 04:** Sandfläche bei Tagebaustätte Welzow-Süd, **R 05:** einjährige (?) Brache bei Radensdorf, **R 06 u. 07:** Rand einjährige (?) Brache bei Radensdorf, **R 08:** Brache bei Radensdorf.

Straßen- und Wegränder

S 01: Straßenrand bei Auras, **S 02:** Straßenrand bei Klein Oßnig, **S 03 u. 04:** Feldwegrand bei Domsdorf, **S 05 u. 06:** Straßenrand bei Altdöbern, **S 07 u. 08:** Straßenrand im Wald bei Muckwar, **S 09:** Straßenrand bei Calau.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

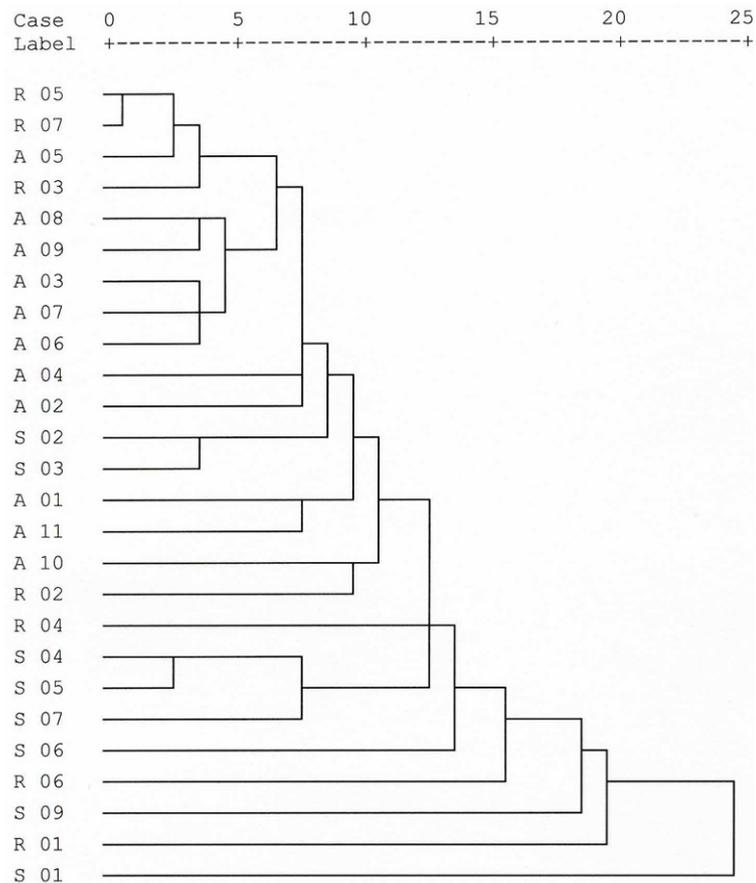


Abb. 5.7: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse des eigenen Datensatzes (2007)

Die eigenen Daten finden sich unter 5.3.1.1.1. in Tabelle 5.4 bis 5.6

Äcker

A 01 u. 02: Getreidestoppelacker bei Laubst, **A 03:** Bitterlupinenackerrand bei Schorbus, **A 04:** einjährige Kartoffelbrache bei Schorbus, **A 05:** Getreidestoppelacker bei Zwietow, **A 06:** Bitterlupinenackerrand bei Oelsnig, **A 07:** Getreidestoppelackerrand bei Löschen, **A 08:** Rapsackerrand bei Siewisch, **A 09:** Getreidestoppelacker bei Reddern, **A 10:** Sonnenblumenfeld bei Repten, **A 11:** Getreidestoppelacker bei Koßwig.

Brachen und Ruderalflächen

R 01: Silagemiete bei Schorbus, **R 02:** Brache bei Auras, **R 03:** Erdhügel bei Tagebaustätte Welzow-Süd, **R 04:** Sandfläche bei Tagebaustätte Welzow-Süd, **R 05:** Brache bei Radensdorf, **R 06:** Rand Brache bei Radensdorf, **R 07:** Brache bei Radensdorf.

Straßen- und Wegränder

S 01: Straßenrand bei Klein Oßnig, **S 02 u. 03:** Feldwegrand bei Domsdorf, **S 04 u. 05:** Straßenrand bei Altdöbern, **S 06 u. 07:** Straßenrand im Wald bei Muckwar, **S 08:** Straßenrand bei Calau.

Betrachtung der Artenliste zeigt auch hier wieder, dass die Arten, mit denen *Ambrosia* vergesellschaftet ist, vor allem den Stellarietea mediae angehören. Dies unterstützt die vorgeschlagene pflanzensoziologische Einordnung, wie sie unter 5.4.2. aufgestellt wurde.

Der erste Cluster umfasst vier Gruppen von Aufnahmen, von denen drei Gruppen dem Untersuchungsgebiet in Magdeburg (BRANDES 2005 n. p., eigene Aufnahmen von 2006 und 2007) und eine Gruppe Straßenrändern im Raum Lyon in Frankreich (HEINDL 1992) zuzuordnen sind. Auf die Einbeziehung von drei weiteren eigenen Aufnahmen aus Magdeburg (2008) in die Analyse wurde auf Grund des geringen Datenumfanges verzichtet. Die Auswertung der verwendeten Daten aus Magdeburg zeichnen mit der Clusteraufteilung die Entwicklung der Fläche nach: die Aufnahmen von BRANDES aus dem Jahr 2005 stehen für die frühe Phase der Sukzessionsentwicklung, während die eigenen Untersuchungen die nachfolgenden Entwicklungen darstellen. Dabei stehen die Daten des Jahres 2006 den Resultaten von BRANDES aus nahe liegenden Gründen näher als die von 2007. Diese sind wiederum in ihrer Struktur den Aufnahmen des Straßenrandes von HEINDL ähnlich, die in ihrer Arbeit im Lyoner Raum die Struktur eines Bestandes von *Ambrosia* beschrieb. Diese Struktur konnten in Magdeburg in vergleichbarer Weise am Hauptvorkommen der Ambrosie, im Jahr 2007 an den Radwegrändern, beobachtet werden. Dadurch erklärt sich auch die auf den ersten Blick ungewöhnlich erscheinende Clusterung der Daten von HEINDL. Dem ersten Cluster schließen sich drei weitere Cluster an, die untereinander nur eine geringe Ähnlichkeit aufweisen. Sie stammen von ŠILC & KOŠIR aus Slowenien (2006), BRANDES & MÜLLER aus Oberitalien (2004) und VIȚALARIU aus Rumänien (1973). Neben eindeutigen Unterschieden in der Herkunft sind auch Gemeinsamkeiten zu erkennen, die sich vor allem auf die vorkommenden Arten und die untersuchten Habitattypen, in den meisten Fällen Äcker und Brachen, beziehen. Der nächste Cluster setzt sich aus den Aufnahmen von JENTSCH (2007) aus dem Calauer Raum zusammen. Diese clustern sehr gut miteinander, wie bereits weiter oben beschrieben werden konnte. Die folgenden Cluster bilden die einzeln stehenden Aufnahmen von PINKE aus Ungarn (2000) sowie die von ŠILC (2002) und BRANDES (2005 n. p.) aus Slowenien. Die beiden Aufnahmengruppen aus Slowenien bilden einen gut definierten Cluster, dem aber eigentlich auch, vom Herkunftsland ausgehend, die Aufnahmen von ŠILC & KOŠIR (2006) angehören sollten. Diese ordnen sich jedoch wegen der unterschiedlichen Artenzusammensetzung, die durch die verschiedenen untersuchten Habitate bedingt sind, nicht entsprechend ein. ŠILC & KOŠIR bonitierten verschiedene Wuchsorttypen, sowohl Äcker, Straßenränder als auch ruderale Wuchsorte, während die anderen Autoren vor allem Äcker untersuchten.

Ebenfalls gut abgegrenzt ist der folgende Cluster, der eigene Aufnahmen aus dem Cottbuser Raum umfasst, die ebenfalls weiter oben näher vorgestellt wurden. Sie teilen sich von den Aufnahmen von JENTSCH (2007), ähnlich wie im vorhergehenden Cluster, wohl vor allem wegen der Vereinigung von verschiedenen Habitattypen ab, obwohl die Aufnahmeorte geographisch sehr nah beieinander liegen. Der letzte Cluster wird von den isoliert stehenden Aufnahmen von JAROLÍMEK et al. (1997) aus der Slowakei gebildet, die sich sowohl geographisch als auch von der Artenzusammensetzung von den meisten anderen Aufnahmen stark unterscheiden.

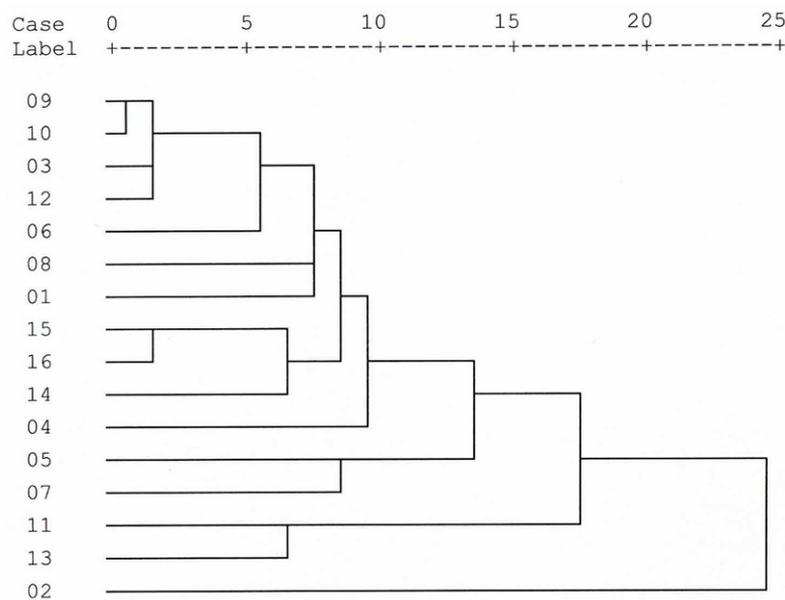


Abb. 5.8: Resultat der hierarchischen Clusteranalyse von Datensätze verschiedener Autoren aus Europa

Autoren und Anzahl der analysierten Aufnahmen

01: 7 Aufnahmen aus Rumänien von VIȚALARIU (1973), **02:** 12 Aufnahmen aus der Slowakischen Republik von JAROLÍMEK et al. (1997), **03:** 9 Aufnahmen von Straßenrändern in Frankreich, aus dem Raum Lyon, von HEINDL (1992), **04:** 15 Aufnahmen von Äckern in Ungarn von PINKE (2000), **05:** 20 Aufnahmen aus Slowenien von ŠILC (2002), **06:** 5 Aufnahmen aus Slowenien ŠILC & KOŠIR (2006), **07:** 8 Aufnahmen aus Slowenien von BRANDES (2005 n. p.), **08:** 7 Aufnahmen aus Italien, im Raum Mailand, von BRANDES & MÜLLER (2004), **09:** 7 Aufnahmen aus Deutschland, Magdeburg, von BRANDES (2005 n. p.), **10:** 17 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Magdeburg (2006), **11:** 29 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Raum Cottbus-Drebkau-Calau (2006), **12:** 9 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Magdeburg (2007), **13:** 26 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Raum Cottbus-Drebkau-Calau (2007), **14:** 16 Aufnahmen von Äckern aus Deutschland, dem Raum Calau, von JENTSCH (2007), **15:** 12 Aufnahmen von Brachen und Ruderalflächen aus Deutschland, dem Raum Calau, von JENTSCH (2007), **16:** 21 Aufnahmen von Straßenrändern aus Deutschland, dem Raum Calau, von JENTSCH (2007).

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Tab. 5.17: Stetigkeitstabelle der pflanzensoziologischen Aufnahmen mit *A. artemisiifolia* in Europa

Spalten-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Anzahl der Aufnahmen	7	12	9	15	20	5	8	7	7	17	29	9	26	16	12	21
Mittlere Größe der Aufnahmeffläche	45,7	17,3	-	-	18,4	5,4	36,6	50	8,7	3,7	33,6	4,67	35,3	67,9	86,7	25,9
Mittlere Artenzahl	32,3	23,4	15,8	24,8	20	20,4	21,7	16,6	15	13,5	13,8	14,6	13,8	16,6	24,8	15,4
<i>Odontio-Ambrosietum artemisiifoliae</i>																
AC <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	100	100	V	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91	100
DC <i>Odontites vernus et vulgaris</i>	.	25	II	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dauco-Melilotion																
<i>Daucus carota</i>	86	67	II	.	55	60	25	86	71	94	3	89	15	.	75	34
<i>Tanacetum vulgare</i>	.	25	.	.	.	.	.	.	42	12	24	44	34	6	58	29
<i>Picris hieracioides</i>	.	.	IV	.	25	100	25	29	71	100	.	78	.	.	.	.
<i>Echium vulgare</i>	.	33	I	.	.	20	.	.	14	18	3	22	4	.	8	.
<i>Cichorium intybus</i>	100	25	.	.	35	.	63	.	.	.	10	.	.	.	.	.
<i>Berteroa incana</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	10	11	23	.	66	14
<i>Melilotus albus</i>	.	8	II	.	10	.	13	.	14	.	.	.	.	.	17	.
<i>Erigeron annuus</i>	.	8	.	13	50	80	25	57	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex thyrsiflorus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	48	11	46	13	83	53
<i>Verbena officinalis</i>	.	8	.	.	10	.	63	29	.	.	.	22	.	.	.	.
<i>Oenothera biennis</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	6	3	.	8	.	.	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	7	22	.	6	.	.
<i>Medicago x varia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	8	6	8	.
<i>Melilotus officinalis</i>	29	.	.	.	60	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.
<i>Medicago sativa</i> agg.	.	42	III	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Reseda lutea</i>	.	17	.	.	.	.	13	.	42	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea stoebe</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	8	.	8	.
<i>Anchusa officinalis</i>	.	8	.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea diffusa</i>	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis rhoadifolia</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum densiflorum</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oenothera x hoelscheri</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.
<i>Tragopogon dubius</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	.
Artemisietea																
<i>Artemisia vulgaris</i> agg.	.	75	IV	47	55	40	25	.	57	89	51	78	65	13	100	58
<i>Elymus repens</i>	71	17	II	80	30	.	.	.	42	18	44	22	30	6	83	48
<i>Convolvulus arvensis</i>	57	33	III	60	35	20	25	.	.	12	17	.	4	.	33	.
<i>Equisetum arvense</i>	.	17	.	.	5	.	25	.	29	6	3	11	8	6	.	.
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	.	25	.	40	20	.	13	.	.	6	37	.	30	.	42	.
<i>Linaria vulgaris</i>	57	17	II	.	10	.	.	.	14	12	.	22	.	.	.	.
<i>Calamagrostis epigejos</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	20	11	23	.	42	38
<i>Saponaria officinalis</i>	.	8	.	.	5	.	.	.	29	12	.	.	.	.	17	.
<i>Poa compressa</i>	.	.	.	.	80	.	.	.	42	.	.	22	.	6	.	14
<i>Carduus acanthoides</i>	57	33	.	.	.	.	.	.	14	6	.	.	.	.	.	.
<i>Ballota nigra</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i>	.	8	.	.	15	.	.	14	.	.	.	11	4	.	.	.
<i>Falcaria vulgaris</i>	.	17	.	13	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex hirta</i>	.	.	II	.	10	.	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	7	11	.	.	.	.
<i>Artemisia absinthium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	29	47	.	56	.	.	.	.
<i>Chondrilla juncea</i>	.	25	.	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Conium maculatum</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malva neglecta</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.
<i>Glechoma hederacea</i>	.	.	I	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calystegia sepium</i> agg.	.	.	.	.	40	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia verlotiorum</i>	.	.	.	.	.	.	25	29	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia campestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	83	.
<i>Cardaria draba</i>	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctium lappa</i>	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammannia rusticana</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helianthus decapetalus</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hyoscyamus niger</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium maculatum</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dipsacus laciniatus</i>	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Securigera varia</i>	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Torilis japonica</i>	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helianthus tuberosus</i>	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctium minus</i>	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.
<i>Euphorbia esula</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	33	.
Stellarietea mediae																
<i>Conyza canadensis</i>	86	42	II	87	40	60	38	71	100	53	41	78	38	69	83	62
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	100	33	.	60	5	80	25	.	43	65	17	22	23	75	33	58
<i>Setaria viridis</i>	43	.	II	27	35	80	13	100	.	6	7	33	8	31	33	43
<i>Polygonum aviculare</i> agg. et <i>arenastrum</i>	100	58	III/II	93	65	.	25	14	14	12	44	11	23	6	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	29	25	.	53	30	60	63	.	29	30	7	.	19	19	25	24
<i>Chenopodium album</i> agg.	57	25	.	100	80	40	75	.	29	.	51	.	38	56	66	24
DC <i>Setaria pumila</i>	86	50	.	87	50	.	88	.	14	.	31	.	46	25	50	14
<i>Echinochloa crus-galli</i>	43	42	.	33	55	.	25	.	.	.	27	.	15	44	8	34
<i>Sonchus oleraceus</i>	.	.	III	.	15	.	38	14	14	6	7	.	4	19	8	.
<i>Digitaria sanguinalis</i>	43	.	I	47	25	60	13	.	.	.	10	.	11	25	.	86
<i>Fallopia convolvulus</i>	43	.	.	73	30	20	.	.	14	.	24	.	15	69	42	.
DC <i>Amaranthus retroflexus</i>	.	42	.	13	15	20	13	.	14	.	3	.	11	6	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	.	25	.	100	.	.	.	.	.	6	3	22	8	19	59	19
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	71	.	.	13	20	20	13	.	.	.	14	.	4	63	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	43	.	.	47	35	.	13	.	.	12	17	11	15	.	.	.
<i>Cynodon dactylon</i>	43	17	IV	.	20	.	50	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidium ruderale</i>	71	8	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	4	.	59	43
<i>Galinsoga parviflora</i>	57	25	.	33	15	.	.	.	.	.	.	.	11	44	.	.
<i>Persicaria lapathifolia</i>	.	8	.	13	15	.	50	.	.	.	3	.	4	.	.	.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Spalten-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Stellarietea mediae (Forts.)																
<i>Viola arvensis</i>	.	.	.	67	5	.	.	.	.	.	3	.	11	75	42	.
<i>Persicaria maculosa</i>	43	8	.	.	35	20	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria media</i> agg.	.	8	.	53	15	.	.	.	.	.	.	.	11	38	.	.
<i>Solanum nigrum</i>	.	8	.	.	.	.	13	29	.	.	3	.	.	.	8	.
<i>Veronica persica</i>	.	.	.	22	5	.	13	.	.	.	.	.	4	31	.	.
<i>Scleranthus annuus</i> agg.	.	.	.	20	5	.	.	.	.	.	3	.	4	6	.	.
<i>Iva xanthifolia</i>	57	8	.	.	.	.	.	.	72	18	.	.	.	.	.	.
<i>Eragrostis minor</i>	43	17	.	.	.	20	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex patula</i>	.	25	.	.	45	.	.	.	.	6	3	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i> agg.	.	.	.	33	.	.	.	.	.	.	17	.	15	69	.	.
<i>Myosotis arvensis</i>	.	.	.	20	10	.	.	.	.	.	.	.	8	38	.	.
<i>Centaurea cyanus</i>	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	17	.	15	75	.	.
<i>Sonchus asper</i>	.	.	.	.	20	.	25	.	.	.	.	.	4	.	.	10
<i>Xanthium strumarium</i>	57	17	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chenopodium hybridum</i>	29	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.
<i>Matricaria recutita</i>	29	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	13	.	.
<i>Panicum miliaceum</i>	.	17	.	.	5	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Descurainia sophia</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	42	6	.	.	.	.	.	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	4	.	.	.
<i>Papaver rhoeas</i>	.	.	.	27	5	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anagallis arvensis</i>	.	.	.	60	10	.	38	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia hirsuta</i>	.	.	.	67	.	.	.	.	.	.	3	.	.	13	.	.
<i>Vicia villosa</i>	.	.	.	27	.	.	.	.	.	.	7	.	4	.	.	.
<i>Chenopodium polyspermum</i>	.	.	.	.	45	.	13	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Panicum capillare</i>	.	.	.	.	10	40	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	.	.	.	20	.	.	.	.	3	11	.	.	.	.
<i>Senecio viscosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	3	.	4	.	.	.
<i>Vicia angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	38	25	.
<i>Atriplex tatarica</i>	57	42	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amaranthus powellii</i>	.	17	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis arvensis</i>	.	8	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
DC <i>Chenopodium strictum</i>	.	42	.	.	.	.	.	86	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorghum halepense</i>	.	.	.	10	.	.	.	29	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lepidium virginicum</i>	.	.	.	.	.	100	.	29	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia helioscopia</i>	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	6	.	.
<i>Atriplex sagittata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	7	.	.	.	.	.
<i>Lamium purpureum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	8	.	.	.	.
<i>Papaver dubium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	31	.	.
<i>Thlaspi arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	4	.	.	.	.
<i>Fagopyrum esculentum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	6	.	.
<i>Amaranthus albus</i>	86	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amaranthus blitoides</i>	57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia annua</i>	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea solstitialis</i>	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Psyllium arenarium</i>	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Diptaxis muralis</i>	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Xanthium spinosum</i>	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bassia scoparia</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Portulaca oleracea</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis cotula</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Datura stramonium</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Malva pusilla</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica urens</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria verticillata</i>	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis ruthenica</i>	.	.	.	73	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis dillenii</i>	.	.	.	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Consolida regalis</i>	.	.	.	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mentha arvensis</i>	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis stricta</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica arvensis</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium molle</i>	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus arvensis</i>	.	.	.	.	.	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Abutilon theophrasti</i>	.	.	.	.	.	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hibiscus trionum</i>	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorghum bicolor</i>	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	57	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cuscuta campestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	29	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dittrichia graveolens</i>	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amaranthus deflexus</i>	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amaranthus hybridus</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthoxanthum aristatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Galinsoxa ciliata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.
<i>Vicia villosa</i> ssp. <i>varia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.
<i>Vicia sativa</i> agg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38	.	.	.
<i>Erysimum cheiranthoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.
<i>Spergula arvensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.
Molinio-Arrhenatheretea																
<i>Plantago lanceolata</i>	86	42	V	13	60	40	50	71	29	6	24	67	34	19	91	43
<i>Taraxacum officinale</i> agg.	71	33	II	67	60	60	13	57	43	18	10	56	23	13	50	38
<i>Achillea millefolium</i> agg.	.	67	II	20	75	80	25	.	14	24	31	44	46	13	83	72
<i>Lolium perenne</i>	100	42	III	.	5	20	.	14	86	35	14	56	19	.	58	53
<i>Trifolium repens</i>	57	33	IV	20	25	80	25	29	.	24	.	22	4	.	42	.
<i>Medicago lupulina</i>	43	50	.	27	30	80	13	14	29	71	.	56	4	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	43	17	II	40	25	.	25	29	14	59	.	33	11	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> agg.	.	.	II	.	30	.	13	14	.	30	7	44	8	6	33	34
<i>Arrhenatherum elatius</i>	.	.	.	.	30	20	25	.	.	.	31	.	11	.	8	19
<i>Lotus corniculatus</i> agg.	57	8	.	.	10	20	38	43	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pastinaca sativa</i>	.	.	II	.	30	40	25	.	.	6	.	4	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	15	20	.	.	.	53	.	4	.	.	50	.
<i>Festuca rubra</i> agg.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	10	33	4	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	.	.	13	33	58
<i>Poa pratensis</i> agg.	71	.	.	.	.	.	.	.	.	18	14	.	.	.	.	.
<i>Galium mollugo</i> agg.	.	.	.	13	40	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	.	25	.	38	.	.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Vicia cracca</i> agg.	.	.	.	.	25	.	25	.	.	.	.	11	.	.	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	3	.	4	.	.	.
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	38	.	75	.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Spalten-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Molinio-Arrhenatheretea (Forts.)																
<i>Leontodon autumnalis</i>	15	.	42	58
<i>Leontodon hispidus</i>	20	.	.	.	.	.	.	23	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	3	.	4	.	.	.
<i>Cerastium holosteoides</i>	11	8	.	.	.
<i>Trifolium hybridum</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca pratensis</i>	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Centaurea nigrescens</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys palustris</i>	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acris</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phalaris arundinacea</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Knautia arvensis</i> agg.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	4	.	.	.
<i>Tragopogon pratensis</i>	4	.	.	.
<i>Anthriscus sylvestris</i>	4	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i> agg.	4	.	.	.
<i>Trifolium dubium</i> agg.	25	.
Arten der Tritt- und Flutrasen																
<i>Plantago major</i>	86	33	IV	40	55	40	25	.	14	24	7	11	11	.	58	.
<i>Potentilla reptans</i>	.	8	III	.	60	.	25	14	.	.	3	.	15	13	8	.
<i>Agrostis stolonifera</i> agg.	.	8	II	.	5	.	.	.	.	.	24	.	.	.	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>	20	.	25	29	.	.	.	.	4	.	.	.
<i>Spergularia rubra</i>	31	.	23	.	.	96
<i>Ranunculus repens</i>	30	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Matricaria discoidea</i>	3	.	.	.	.	.
<i>Digitaria ischaemum</i>	31	.	.
Begleiter																
<i>Apera spica-venti</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	43	47	34	.	23	56	33	.
<i>Festuca ovina</i> agg.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	35	27	22	15	.	17	58
<i>Rumex acetosella</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	27	.	19	25	91	67
<i>Bromus tectorum</i>	29	12	7	.	4	.	.	24
<i>Arenaria serpyllifolia</i> agg.	6	3	11	11	31	.	.
<i>Bromus sterilis</i>	86	.	.	.	.	20	.	.	29	6	.	.	.	.	.	.
<i>Poa annua</i> agg.	57	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	24
<i>Bidens frondosa</i>	.	8	.	.	.	.	13	43	.	.	.	.	.	.	8	.
<i>Geranium pusillum</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	3	11	11	.	.	.
<i>Bromus hordeaceus</i> agg.	6	3	.	.	19	66	.
<i>Filago arvensis</i>	4	38	33	19
<i>Gallium verum</i> agg.	.	17	.	.	10	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.
<i>Rubus caesius</i>	.	8	.	.	5	.	38	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Humulus lupulus</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	14	.	.	33	.	.	.	.
<i>Festuca arundinacea</i>	.	.	II	.	.	.	13	.	.	.	10	.	.	.	.	.
<i>Brassica napus</i>	13	.	.	.	10	.	8	.	.	.
<i>Diploaxis tenuifolia</i>	72	30	.	.	56	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i> agg.	6	10	.	4	.	.	.	.
<i>Helianthus annuus</i>	10	.	4	.	.	.	.
<i>Secale cereale</i>	3	.	4	38	.	.	.
<i>Jasione montana</i>	3	.	4	6	.	.	.
<i>Sisymbrium loeselii</i>	3	.	8	.	.	8	.
<i>Achillea collina</i>	71	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bidens tripartita</i>	43	.	.	.	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanguisorba minor</i>	.	8	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fallopia dumetorum</i>	.	17	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pimpinella saxifraga</i> agg.	.	8	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	25	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rosa canina</i> juv.	.	8	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia cyparissias</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
<i>Verbascum thapsus</i>	.	8	.	.	.	.	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex spec.</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.
<i>Cannabis sativa</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.
<i>Euphorbia marginata</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.
<i>Chaenorhinum minus</i>	20	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	13	.	.	.	.	.	11	.	.	.	.
<i>Rumex crispus</i>	13	.	.	.	.	.	4	.	.	.
<i>Trifolium campestre</i>	12	.	11	.	.	.	.
<i>Achillea pannonica</i>	34	.	8	.	.	.
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	14	.	11	.	.	.
<i>Armeria maritima</i>	7	.	8	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i> juv.	7	.	4	.	.	.
<i>Sisymbrium altissimum</i>	7	.	4	.	.	.
<i>Quercus rubra</i> juv.	3	.	8	.	.	.
<i>Hieracium pilosella</i>	3	.	4	.	.	.
<i>Quercus robur</i> juv.	3	.	4	.	.	.
<i>Anchusa arvensis</i>	10	.	.	25	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i>	3	.	.	.	8	.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	4	50	.	.
<i>Corynephorus canescens</i>	6	.	10
<i>Brachyactis ciliata</i>	57	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa austriaca</i>	43	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Puccinellia distans</i> agg.	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium fragiferum</i>	29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus nigra</i> juv.	.	33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rorippa sylvestris</i>	.	25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acosta rhenana</i>	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer negundo</i> juv.	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys annua</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Onoporum acanthium</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aster spec.</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bryum argenteum</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cuscuta epithymum</i> ssp. <i>trifolii</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia waldsteinii</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ononis spinosa</i> agg.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis corniculata</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plantago media</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Populus alba</i> juv.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

5. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

Spalten-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Begleiter (Forts.)																
<i>Potentilla collina</i> agg.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla anserina</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla incana</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pulicaria vulgaris</i>	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gypsophila muralis</i>	.	.	.	47	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Herniaria hirsuta</i>	.	.	.	47	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amaranthus chlorostachys</i>	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago gigantea</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Anthemis austriaca</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus tuberosus</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene noctiflora</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus sardous</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Raphanus raphanistrum</i>	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Persicaria dubia</i>	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galeopsis speciosa</i>	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cruciata glabra</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula cynanchica</i>	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Petrorhagia saxifraga</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melilotus spec.</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium spec.</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Scabiosa columbaria</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia verticillata</i>	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Xanthium italicum</i>	38	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Silene vulgaris</i>	50	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lythrum salicaria</i>	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lycopus europaeus</i> ssp. <i>mollis</i>	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aster squamatus</i>	71	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ulmus minor</i> juv.	57	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ailanthus altissima</i> juv.	43	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platanus x hispanica</i> juv.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calamintha nepeta</i> agg.	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phytolacca americana</i>	14	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pendula</i> juv.	12	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio vernalis</i>	6	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium</i> cf. <i>parviflorum</i>	6	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sedum</i> cf. <i>spurium</i>	6	.	.	.	.	.	.	.
<i>Atriplex oblongifolia</i>	3	.	.	.	.	.	.
<i>Hordeum vulgare</i>	3	.	.	.	.	.	.
<i>Gnaphalium</i> cf. <i>sylvaticum</i>	3	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium spec.</i>	3	.	.	.	.	.	.
<i>Papaver argemone</i>	3	.	.	.	.	.	.
<i>Bromus inermis</i>	11	.	.	.	.	.
<i>Filago vulgaris</i> agg.	4	.	.	.	.
<i>Crepis tectorum</i>	31	.	.	.
<i>Avena sativa</i>	19	.	.
<i>Oenothera spec.</i>	33	.
<i>Allium vineale</i>	25
<i>Petrorhagia prolifera</i>	17
<i>Solanum physalifolium</i>	8
<i>Salsola kali</i>	8
<i>Agrostis canina</i> agg.	19

Zu Tabelle 5.17:

Spalte 1: 7 Aufnahmen aus Rumänien von VIȚALARIU (1973)

Spalte 2: 12 Aufnahmen aus der Slowakischen Republik von JAROLÍMEK et al. (1997)

Spalte 3: 9 Aufnahmen von Straßenrändern in Frankreich, aus dem Raum Lyon, von HEINDL (1992)

Spalte 4: 15 Aufnahmen von Äckern in Ungarn von PINKE (2000)

Spalte 5: 20 Aufnahmen aus Slowenien von ŠILC (2002)

Spalte 6: 5 Aufnahmen aus Slowenien ŠILC & KOŠIR (2006)

Spalte 7: 8 Aufnahmen aus Slowenien von BRANDES (2005 n. p.)

Spalte 8: 7 Aufnahmen aus Italien, im Raum Mailand, von BRANDES & MÜLLER (2004)

Spalte 9: 7 Aufnahmen aus Deutschland, Magdeburg, von BRANDES (2005 n. p.)

Spalte 10: 17 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Magdeburg (2006)

Spalte 11: 29 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Raum Cottbus-Drebkau-Calau (2006)

Spalte 12: 9 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Magdeburg (2007)

Spalte 13: 26 eigene Aufnahmen aus Deutschland, Raum Cottbus-Drebkau-Calau (2007)

Spalte 14: 16 Aufnahmen von Äckern aus Deutschland, dem Raum Calau, von JENTSCH (2007)

Spalte 15: 12 Aufnahmen von Brachen und Ruderalflächen aus Deutschland, dem Raum Calau, von JENTSCH (2007)

Spalte 16: 21 Aufnahmen von Straßenrändern aus Deutschland, dem Raum Calau, von JENTSCH (2007)

5.4.5. Zur Samenbank

Unabhängig von dem untersuchten Gebiet zeichnet sich ein sehr eindeutiges Ergebnis ab: *Ambrosia artemisiifolia* spielt in der Samenbank nur eine sehr untergeordnete Rolle. Stattdessen dominieren in den Proben Diasporen der Arten, die in der örtlichen Vegetation häufig vertreten sind: *Poa compressa* in Magdeburg, *Chenopodium album* in Wolfenbüttel und *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium*

album sowie *Arabidopsis thaliana* in Cottbus. ROTHROCK et al. (1993) wiesen auf die hohe Heterogenität in der Diasporenverteilung der Samenbank von *Ambrosia* hin. So schwankten die Mengen selbst bei zwei benachbarten, je 49 m² großen, Probeflächen stark, von 0,55 bis 2,05 Früchten pro Probe (Fläche 1.) und 0 bis 0,10 Früchten pro Probe (Fläche 2.). Untersucht wurden insgesamt 160 Bodenproben mit je 500 cm³ Material in zwei Verfahren, Flotation und Auslegen der Proben zum Keimen.

Warum in dem untersuchten Bodenmaterial nur so wenig keimfähige Früchte von *Ambrosia* vorhanden sind, kann verschiedene Gründe haben. Zum einen wäre es möglich, dass nur ein Teil der Diasporen ausreifen und somit kaum keimfähige Früchte vorhanden sind, was zumindest am Anfang der Einführung von der Ambrosie zutraf (WAGENITZ in HEGI 1979). Da die Art aber an allen aufgesuchten Wuchsorten eine gute Reproduktion zeigt, ist dies zumindest heute weitestgehend auszuschließen (vergl. dazu 4.1.3.1.1.). Bei den seltener gestörten Wuchsorten, wie z. B. den Rändern der Radwege im Fall Magdeburgs, kann der geringe Anteil in der Samenbank auch damit erklärt werden, dass die Früchte nicht durch den Wurzelfilz der ausdauernden Vegetation in die Samenbank gelangen können. Sie bleiben an der Oberfläche, keimen dort unter günstigen Bedingungen, werden durch die vorherrschenden Umweltfaktoren inaktiviert oder überdauern dort. Auf häufiger gestörten Flächen, wie z. B. den Äckern im Raum Cottbus, könnte ein anderer, durch die Kulturbedingungen verursachter, Umstand zum Tragen kommen. Im Frühjahr keimen die Früchte dort in sehr großen Individuenzahlen, allerdings kann sich nur ein geringer Anteil etablieren und reproduzieren, während der Rest bei der Pflege der Flächen, z. B. durch das Pflügen im Frühjahr, beseitigt wird. Dies verringert die Anzahl der Früchte, die potentiell zur Auffüllung der Samenbank genutzt werden könnten und wurde in ähnlicher Form bei offen gelassenen Versuchsanlagen im Botanischen Garten beobachtet. Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen wird zudem bei der Ernte ein Teil der fruchtenden Pflanzen entfernt bzw. kommt dort, je nach Erntetermin, nicht zur Reife. Die Menge an vorhandenen Früchten in der Samenbank scheint außerdem von der Besiedlungsdauer durch *Ambrosia* relativ unabhängig zu sein, da auch in dem länger besiedelten Bereichen im Raum Cottbus, hier ist die Art seit mindestens 1874 (HABERLAND in JENTSCH 1974) bekannt, kaum Diasporen in der Samenbank auftreten. Dieser Umstand kann womöglich auf die zuvor genannten Faktoren

zurückgeführt werden, da andere Gründe unwahrscheinlich bzw. nicht nachvollziehbar sind.

6. Anwendung des INVASS-Modells - Abschätzung des Invasionsstatus von *Ambrosia artemisiifolia* L.

6.1. Einleitung

In der Dissertation von HEGER (2004) „Zur Vorhersagbarkeit biologischer Invasionen“ wurde das INVASS-Modell (Modell der Invasionsstufen und -schritte) vorgestellt. Anhand dieses Modells können in vier Schritten die Invasion eines Organismus nachvollzogen und potentielle Probleme des Invasors aufgezeigt werden. Mit Hilfe des Modells lässt sich auch eine Abschätzung des derzeitigen Invasionsstandes unter Berücksichtigung der bisher bekannten Datenlage durchführen.

Das Prinzip des Modells beruht auf der Untersuchung eines idealisierten Prozesses, der in verschiedene Stufen bzw. Schritte gegliedert ist. Nach detaillierter Analyse lassen sich so Rückschlüsse auf die möglichen Probleme während der Invasion und den derzeitigen Status schließen. Dabei stellen die Stufen die verschiedenen Stadien dar, die die Art während der Invasion durchläuft, während die Schritte die Prozesse bezeichnen, die die Stufen miteinander verbinden. Die Invasionsschritte setzen sich vor allem aus den Schwierigkeiten der Spezies zusammen, die beim Erreichen der nächsten Stufe überwunden werden müssen. Positive Eigenschaften der untersuchten Art und für sie vorteilhafte Umstände werden ebenfalls in die Betrachtung der Probleme einbezogen und bei der Abschätzung des Invasionsstatus berücksichtigt.

Das Modell benötigt für eine genaue Einschätzung umfangreiche Daten, die im Fall von *Ambrosia art.* zu einem Teil durch eigene Experimente und Beobachtungen gewonnen und zum anderen aus der Literatur entnommen wurden. Grund für die Notwendigkeit der Datenmenge ist die komplexe Natur von biologischen Invasionen, die auch von HEGER (2004) hervorgehoben wurde. Die dort behandelte Art *Senecio inaequidens* DC., ist wie *Ambrosia artemisiifolia* L. eine Asteraceae, die allerdings aus Südafrika stammt und als Wolladventive nach Europa gelangte.

Ambrosia art. kommt in Deutschland sowohl in einer kaum zu beziffernden Anzahl von unbeständigen Vorkommen aus wenigen Individuen als auch in Populationen mit Individuenanzahlen von wohl mehreren hunderttausend Pflanzen vor. Daher ist es interessant, mittels des INVASS-Modells den Einbürgerungsstatus bzw. den

Stand der Invasion abzuschätzen. Das Modell wird dem Vorbild von *S. inaequidens* entsprechend auf *A. artemisiifolia* übertragen und ausgewertet.

Ursprünglich stammt *Ambrosia artemisiifolia* L. (Beifußblättrige Ambrosie) aus den Präriegebieten Nordamerikas. In Folge der Besiedlung durch die Europäer breitete sich die Art über den gesamten nordamerikanischen Kontinent aus. Erste Funde in Deutschland sind für das Jahr 1860 belegt (POPPENDIECK 2007). Einschleppungsvektor war in diesem Fall Saatgut aus Nordamerika, dem Früchte von *Ambrosia art.* beigemischt waren. Die meisten der heute eingeführten Diasporen stammen dagegen aus den Staaten des ehemaligen Ostblocks und dort besonders aus Ungarn. Als Einschleppungsvektor ist vor allem Vogelfutter, besonders mit einem hohen Anteil von Sonnenblumenkernen, von Bedeutung. Im geringeren Maße kommen auch Beimengungen in Saaten in Frage, wobei diese aber wesentlich seltener vorkommen. Für das Modell wurden soweit sinnvoll beide Vektoren als potentielle Einschleppungswege betrachtet.

Für den Gebrauch des Modells wird Ungarn als Ursprungsgebiet von *Ambrosia art.* angesehen, entsprechend der Herkunft der meisten eingeführten Früchte. Diasporen aus Nordamerika spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle.

6.2. Invasionschritt 1.: Transport über die Ausbreitungsbarriere

Um den ersten Invasionschritt zu überwinden, müssen die lebensfähigen Diasporen vom Ausgangsgebiet Ungarn nach Deutschland gelangen können. Dazu muss eine Strecke von über 1000 km überbrückt werden. Da *Ambrosia artemisiifolia* keine Zier- oder Nutzpflanze ist, kann bei der ersten Einfuhr von einem unbeabsichtigten Ereignis ausgegangen werden. Sie wurde wohl zumeist über die zuvor beschriebenen Wege eingeführt. Die Diasporen gelangten dabei an mehreren Stellen zugleich nach Deutschland, da zahlreiche Vorkommen zur selben Zeit beobachtet werden konnten. Im Folgenden werden die Übertragungswege als Beimischung im Vogelfutter bzw. in Saatgut oder ähnlichen Mischungen näher betrachtet.

Vorhandensein eines Übertragungsweges

Als Hauptübertragungswege können die Beimischung der Art in Vogelfutter und Saatgut angesehen werden, wobei der erste mittlerweile mengenmäßig der häufigste und damit bedeutendste ist. Als Transportart kam früher meist Schüttgut vor, das häufig per Schiff transportiert wurde. Entsprechend konnten die ersten Vorkommen der Art oft auf Hafengeländen gefunden werden (STIEGLITZ 1981, WAGENITZ in HEGI 1979). Änderungen im Transportwesen, vor allem von Schüttgut hin zu bereits vorverarbeiteten Produkten, schränkten die Einfuhr ein, unterbanden diese aber nicht. Die heute gängigsten Transportmethoden durch Lastkraft- und Bahnverkehr sind problemlos verfügbar und werden häufig durchgeführt.

Möglichkeit der Art, mit dem Übertragungsweg am Heimatort in Kontakt zu kommen

Um mit dem Übertragungsweg in Kontakt zu kommen, müssen die Früchte von *Ambrosia art.* in der Lage sein, als Beimischung in das Vogelfutter bzw. das Saatgut zu gelangen. Die Art wurde in Ungarn, wie in zahlreichen anderen ehemaligen Ostblockstaaten, Ende des Zweiten Weltkrieges in großen Mengen mit

verunreinigten Getreidelieferungen aus den USA eingeführt (CLEMENT & FOSTER 1994, VERLOOVE 2002, 2003). Im Laufe der Zeit wurden durch einseitige Anwendung von Herbiziden z. T. resistente Sippen selektiert, die eine Besiedlung weiter Teile des ackerfähigen Landes durch die Pflanze begünstigten. Dies wurde unter anderem von KAZINCZI et al. (2008a-c) dargestellt.

Besonders in Sonnenblumenfeldern kommt *Ambrosia art.* wegen der offenen Struktur der Felder in größeren Mengen vor. Ähnliches konnte auch in Deutschland in Teilen Brandenburgs beobachtet werden. Sonnenblume und Ambrosie gehören beide zur Familie der Asteraceae und blühen und fruchten unter günstigen Bedingungen etwa zur selben Zeit von Anfang August bis Ende September.

Ungarn ist einer der Hauptproduzenten für Sonnenblumenkerne in europäischem Vogelfutter, weshalb auch in Deutschland weite Teile mit dem so hergestellten Futter beliefert werden. Während der Ernte der Sonnenblumenkerne besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Früchte von *Ambrosia art.* in das Erntegut gelangen. Dies gilt vor allem bei der Verwendung von kleinwüchsigen Sonnenblumensorten. Der Ertrag wird im Fall des Vogelfutters nicht oder nur schwach gereinigt, wodurch ein großer Anteil der Diasporen des Traubenkrautes in der Mischung verbleibt. Hier besteht ein guter Ansatzpunkt zur Vermeidung der Einfuhr. Würden die Sonnenblumenkerne durch einfaches Sieben gereinigt, ließe sich der größte Anteil der Beimischung effektiv entfernen, da die Früchte von *Ambrosia art.* mit 0,6 cm x 0,3 cm deutlich kleiner sind als die Sonnenblumenkerne mit 1,1 cm x 0,7 cm.

Die Morphologie der Früchte selbst trägt wenig zum erfolgreichen Transport auf dem Übertragungsweg bei. Sie verfügen über keine ausgeprägten Ausbreitungsmechanismen, wie einen Pappus oder Haken, und sind entsprechend auf ein ausbreitendes Medium angewiesen. Positiv wirkt sich dagegen die oben bereits erwähnte Häufigkeit der Art im ungarischen Anbaugebiet aus. Sie erhöht die Wahrscheinlichkeit, erfolgreich in Kontakt mit dem Übertragungsweg zu treten. Zudem erzeugt eine Pflanze unter günstigen Bedingungen mehrere tausend Diasporen, was sich ebenfalls positiv auf die Wahrscheinlichkeit auswirkt mit dem Übertragungsweg in Kontakt zu kommen.

Überleben von Transport und Lagerung

Während des Transportes, der früher häufig per Binnenschifffahrt geschah und mittlerweile durch Bahn- bzw. Lastkraftverkehr stattfindet, sind die Früchte keinen extremen Bedingungen in Bezug auf Temperatur, Feuchte oder Druck ausgesetzt. Gleiches gilt für die Lagerung.

Der zu überbrückende Zeitraum ist schwer abzuschätzen, besonders was die Lagerung betrifft. Der Transport selbst dürfte jedoch selten länger als ein bis zwei Wochen dauern. Die Früchte von *Ambrosia art.* selbst sind bei konstanten Bedingungen in der Lage, mehrere Jahre oder sogar Jahrzehnte ihre Keimfähigkeit beizubehalten (BASKIN & BASKIN 1977).

Weitertransport an einen geeigneten Wuchsort

Wegen der eingeschränkten Beweglichkeit der Früchte ist der Weitertransport nur begrenzt möglich. Dies gilt besonders für die im Vogelfutter beigemengten Diasporen, durch das meist nur eine geringe Anzahl von Früchten eingeschleppt wird. Zudem können die Diasporen mit den ihnen zur Verfügung stehenden Ausbreitungsmechanismen oft an keinen geeigneten Wuchsort weitertransportiert werden. Auch die von dem Futter angelockten Vögel stellen nach eigenen Beobachtungen keinen geeigneten Vektor dar. Sie fressen nach unseren Untersuchungen die Früchte nicht bevorzugt; Zoochorie ist so nur eingeschränkt möglich. Oftmals ist ein Weitertransport jedoch nicht nötig, da die Diasporen bereits gute Keimungsbedingungen an dem Ort der Ausbringungen vorfinden. In seltenen Fällen wird verunreinigtes Vogelfutter auch als günstiger Saatgutersatz verwendet (H. JENTSCH, pers. Mitteil. 2007). Auch hier findet die Art günstige Bedingungen für die Keimung vor und die Notwendigkeit eines Weitertransportes aus eigener Kraft entfällt ebenfalls. Ein genereller Verzicht auf die letztere Anwendung würde einer Ausbreitung der Art aus solchen Quellen effektiv entgegenwirken. Während des Transportes können ebenfalls Teile der Ladung verloren gehen und dort eventuell geeignete Keimplätze finden. Da die Produkte heute aber meistens sicher verpackt sind, findet dieses Ereignis nur in sehr seltenen Fällen statt. Als Schüttgut noch im größeren Maß transportiert wurde, wie im Fall von Saatgut oder Ölsaaten, waren

Vorkommen aus solchen Vorgängen vor allem an Binnenhäfen eine recht häufiges Bild (STIEGLITZ 1981, WAGENITZ in HEGI 1979).

Zusammenfassung

In der anschließenden Auflistung sind die möglichen Schwierigkeiten zusammengefasst, die während des Transportes für *Ambrosia artemisiifolia* nach bisherigem Kenntnisstand aufgetreten sein könnten. Zudem werden positive Arteigenschaften und äußere Bedingungen aufgeführt, die bei der Überwindung der Schwierigkeiten hilfreich waren.

Anhand der Liste zeigt sich sehr deutlich, dass nur zwei der möglichen Hindernisse auftreten. Diese sind, abgesehen von der Seltenheit der Einführung mit verunreinigtem Saatgut, die fehlende Anpassung in Bezug auf die Ausbreitung vom Einschleppungsort und die ausbleibende Anpflanzung der Früchte. Letztere Problematik gilt zudem nur für das Vogelfutter und dort auch nur im eingeschränkten Maß, da es selten als günstiger Saatgutersatz verwendet wird.

Keines dieser Hindernisse stellt ein großes Risiko für diese Phase der Invasion dar, da beide nur von geringer Bedeutung sind. So wird die fehlende Anpassung an die Ausbreitung hier noch durch die Häufigkeit im Ausgangsgebiet ausgeglichen, während die regelmäßige Einfuhr der Diasporen mit Vogelfutter das seltene Anpflanzen unbedeutend erscheinen lässt. Dass gerade dies für den weiteren Verlauf der Invasion hinderlich ist, zeigt sich jedoch erst in den folgenden Invasionsschritten.

Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 1. Invasionsschrittes: Transport über die Ausbreitungsbarriere

Tabelle 6.1: Das Schema der Auflistung wurde aus der Arbeit von HEGER (2004) aus Gründen der Vergleichbarkeit und Übersichtlichkeit übernommen.

Die **fettgedruckten** Faktoren bezeichnen solche mit negativer Ausprägung, die unter Umständen zum Scheitern der Invasion an diesem Punkt führen könnten. Ein „?“ hinter der Aussage weist darauf hin, dass ohne weitere Untersuchungen keine genauen Angaben zu diesem Punkt gemacht werden können.

In den meisten Fällen gilt die Antwort für beide Einführungsvektoren. Sollte dies nicht anwendbar sein, werden beide Antworten getrennt angegeben: „V“ steht für Vogelfutter und „S“ für Saatgut.

Tab. 6.1: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 1. Invasionsschrittes

Potenzielle Probleme für den Invasor	aufgetreten?
Kein Übertragungsweg vorhanden	nein
Kein Kontakt zum Übertragungsweg	nein
Überleben von Transport und Lagerung schwierig	nein
Transfer zu geeignetem Wuchsort schwierig	nein

Günstige Arteigenschaften	gegeben?
Angepasstheit an Anemo-, Hydro- oder Zoochorie	nein
Fähigkeit zur Produktion zahlreicher Diasporen	ja
Fähigkeit der Diasporen extreme Bedingungen zu tolerieren (Trockenheit, tiefe Temperaturen)	nicht nötig
Langlebigkeit der Diasporen	ja

Günstige Bedingungen für den Transport	gegeben?
Wuchsorte ermöglichen Kontakt zu einem Übertragungsweg	ja
Übertragungsweg wird häufig genutzt	ja
Transport beginnt zum Zeitpunkt der Samenreife	ja
Häufigkeit der Art im Ausgangsgebiet des Transportes	ja
Transportdauer kurz	ja (?)
Während des Transports keine extremen Bedingungen	ja
Transportgut wird an zahlreiche Orte gebracht	ja
Bestimmungsort liegt in der Nähe geeigneter Wuchsorte	ja

6. Anwendung des INVASS-Modells

Günstige Bedingungen für den Transport	gegeben?
Import während günstiger Periode	nicht nötig
Transportgut wird gepflanzt	nein /selten ja (V) ja (S)

6.3. Invasionsschritt 2.: Selbständiges Wachstum und Fortpflanzung der ersten Pflanzen

Dormanz und Keimung der Diasporen

Überleben der Phase der Dormanz

Ein Faktor, der das erfolgreiche Überleben dieser Phase verhindern kann, sind Prädatoren, die die Anzahl der Früchte von *A. artemisiifolia* dezimieren können. Spezialisierte Fraßfeinde sind in diesem Zusammenhang in Deutschland nicht bekannt, so dass entsprechend die Ausbreitung nicht an diesem Schritt scheitert.

Vögel könnten die Menge der Früchte dagegen beim Verzehr des Vogelfutters, dem die Diasporen beigemischt sind, maßgeblich verkleinern. Bei eigenen Fütterungsversuchen zeigte sich jedoch, dass die Tiere die Früchte eher zufällig fressen, da sie als Alleinfutter angeboten nicht angenommen wurden. Werden die Diasporen gefressen könnten die Vögel die Ausbreitung sogar fördern, da die Diasporen die Darmassage unbeschadet überstehen können.

Der Art fehlt zwar der spezialisierte Phytophagenkomplex, der die Früchte angreift, es lässt sich jedoch nicht abschätzen, ob dieser noch aus dem eigentlichen Ursprungsgebiet, der Prärie Nordamerikas, folgen wird. Äußere Abwehrmechanismen lassen sich bei den Diasporen nicht erkennen. Die auffälligen Dornen am stumpfen Ende der Früchte scheinen bei der Art eher zur Förderung der Ausbreitung geeignet zu sein als zur Abwehr von potentiellen Fraßfeinden. Andere, seltenere Arten, wie z. B. *A. dumosa* (A. GRAY) PAYNE oder *A. chenopodiifolia* (BENTH.) PAYNE, weisen deutlich spitzere Dornen auf, die für eine Abwehr wesentlich besser geeignet sind. Zudem sind die Früchte, ähnlich wie die ganze Pflanze, reich an Sesquiterpenlactonen (RYBALKO & KONOVALOVA 1979) und weiteren bitteren Inhaltsstoffen, die Prädatoren vom Verzehr der ölreichen Samen abhalten können.

Tiefe Temperaturen können während der Dormanz einen kritischen Faktor für das Überleben der Diasporen darstellen. Nach eigenen Untersuchungen sind die Früchte aber in der Lage kältere Perioden über einen längeren Zeitraum zu ertragen, ohne im größeren Maße an Keimfähigkeit zu verlieren. Temperaturen bis etwa -10 °C werden nach eigenen Untersuchungen über mehrere Monate toleriert

und noch tiefere Temperaturen werden mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls ertragen. Als positive Eigenschaft kann sich in diesem Fall der hohe Ölgehalt der Früchte als natürlicher Frostschutz auswirken.

Über eine Form der vegetativen Vermehrung, die sich positiv auf die Überlebenschancen auswirken könnte, verfügt die therophytische Ambrosie dagegen nicht.

Brechung der Samenruhe und Keimung

Nach dem die Früchte von *Ambrosia art.* die Phase der Dormanz überlebt haben, muss die Samenruhe gebrochen werden, um eine Keimung zu erlauben. Bei der Art treten eine primäre und eine sekundäre Form der Dormanz auf.

Die primäre Samenruhe entsteht nach dem Ausreifen der Früchte und wird unter feuchten Bedingungen bei einer Temperatur von bis zu 5 °C bei einer Dauer von etwa 16 Wochen gebrochen (BASKIN & BASKIN 1980). Treten in der darauf folgenden Zeit günstige Bedingungen auf, keimen die Diasporen. Fehlen diese Umstände, bildet sich nach einem Zeitraum von etwa 16 Wochen eine sekundäre Dormanz aus (BASKIN & BASKIN 1980). Diese soll das Überleben der Früchte bis zur nächsten günstigen Periode gewährleisten.

Die Temperaturbedingungen und der Kältereiz, die zum Brechen der Samenruhe im Frühjahr benötigt werden, sind im neuen Wuchsgebiet der Art problemlos verfügbar und unterscheiden sich in ihrer Intensität und Dauer kaum von den Bedingungen des Herkunftsgebietes. Ein Anteil der Diasporen scheint den beschriebenen Kältereiz allerdings nicht für die Keimung zu benötigen. Er beträgt nach eigenen Untersuchungen bis zu 40 %. Dies kann sich positiv auf die Etablierungschancen auswirken. Untersuchungen von BASKIN & BASKIN (1980), und eigene Experimente zeigen, dass eine Stratifikation sich in einer Erhöhung des Keimungserfolges auf bis zu 90 % auswirkt.

Bei eigenen Experimenten zeigen Früchte, die bei Temperaturen zwischen 15 °C und 20 °C direkt an der Erdoberfläche ausgelegt wurden, die besten Resultate. Aber auch Temperaturen zwischen 7 °C und 30 °C und Keimtiefen von bis zu 6 cm erlauben nach eigenen Erkenntnissen einem größeren Anteil von Früchten eine erfolgreiche Keimung (vergl. dazu 4.1.4.1.2 und 4.1.4.1.4). Im Freiland können die ersten Individuen Ende März / Anfang April festgestellt werden. Der Höhepunkt der

Keimtätigkeit wird im Zeitraum von April bis Mai erreicht. Es treten aber über die gesamte Vegetationsperiode, sogar bis in den Oktober hinein, immer wieder neue Keimlinge auf. In Ungarn wurde ein ähnliches Verhalten beobachtet: erste Keimung im März bis in den August / September hinein (KAZINCZI et al. 2008a).

Eine spezielle Induktion der Keimung ist nicht bekannt.

Wachstum bis zur Reife

Keimlingsetablierung

Ambrosia artemisiifolia besiedelt bevorzugt offene Bereiche und ist besonders in der Phase der Keimlingsetablierung anfällig gegenüber konkurrenzkräftigen Arten. Vor allem an Wuchsorten, die von ausdauernden Arten dominiert werden oder wo diese in der Sukzession im Bestand stark zunehmen, kann sich die Ambrosie schlecht etablieren (KOSOLA & GROSS 1999). Die Diasporen sind zwar verhältnismäßig groß und enthalten größere Mengen von Reservestoffen, aber die Konkurrenzkraft der Keimlinge ist gegenüber Ausdauernden sehr gering. Es konnte in eigenen Konkurrenzexperimenten mit dicht wachsenden Pflanzenbeständen wie *Sinapis alba*, einer Saatmischung für „Blühstreifen“ und Rasenflächen, gezeigt werden, dass *Ambrosia art.* unter solchen Bedingungen so gut wie keine Keimung aufweist. Nur der Versuch mit der „Blühstreifen“-Mischung brachte am Rand wenige Individuen der Art hervor, die dort wegen der Störung keimen konnten. Eine regelmäßige, nachhaltige Störung kann sich entsprechend positiv auf die Etablierung der Art auswirken. Solche Bedingungen sollten demnach bei Vorkommen der Ambrosie vermieden werden, da sie ihre Ansiedlung bzw. eine Vergrößerung der Population fördern können. Wuchsorte, auf die diese Bedingungen zutreffen, sind in unserer heutigen Kulturlandschaft sehr zahlreich, wie z. B. auf Äckern und Brachen sowie in Gärten, so dass ein Entstehen dieser Habitate kaum vermieden werden kann.

An Standorten, die zunächst frei von Konkurrenten sind oder nur wenig Konkurrenz aufweisen, kann sich die Ambrosie gut behaupten und etablieren. Je nach Vektor, mit dem die Früchte eingeführt wurden, können dies verschiedene Habitate sein. Im Fall des verunreinigten Vogelfutters kommen z. B. Gartenbeete in Frage und bei

Diasporen aus Saatgut gelangen diese direkt auf Ackerflächen. Die landwirtschaftlichen Nutzflächen sind abhängig von der angebauten Kulturfrucht unterschiedlich gut für die Etablierung von *Ambrosia art.* geeignet. Lockere Kulturen, wie z. B. Mais oder Sonnenblumen, bieten wesentlich bessere Bedingungen als dichter stehende Feldfrüchte, wie Getreide oder Kartoffeln. Insgesamt können gelegentlich moderat oder selten stärker gestörte Habitate gute Etablierungsmöglichkeiten für die Ambrosie bieten.

Die Art keimt von März bis Oktober, wobei die Hauptkeimungszeit im Frühjahr liegt. Etwa ab Ende August gekeimten Individuen durchlaufen meist keine komplette Entwicklung mehr, da sie als kälteempfindliche Pflanzen mit Einsetzen des ersten Frostes absterben.

Die ökologische Amplitude in Bezug auf die Keimungsetablierung ist verhältnismäßig gering. Die Art benötigt vor allem offene Keimstellen und eine ausreichende Wasserversorgung, um sich erfolgreich behaupten zu können. Ein kurzer Mangel an Feuchtigkeit resultiert in vermindertem Wachstum, während ein längeres Ausbleiben der Versorgung zum Absterben führt. Die Temperatur spielt dagegen eine untergeordnete Rolle. Höhere Temperaturen erhöhen zwar die Chance der Etablierung, aber niedrigere Werte haben keinen größeren negativen Einfluss. Spät im Jahr gekeimte Pflanzen können sich zwar erfolgreich etablieren, aber ein vollständiges Durchlaufen der Entwicklung ist wegen der kurzen Vegetationsperiode nicht mehr möglich. Zudem ist die Art in der Lage, im Keimlingsstadium Beschattung über einen längeren Zeitraum zu tolerieren.

Zum Einfluss von Prädatoren in dieser Phase gibt es nur wenige Informationen. Es ist aber anzunehmen, dass generalistische Phytophagen wie Schnecken, Blattläuse oder Nagetiere an den Pflanzen fressen. Dies konnte an ausgewachsenen Individuen beobachtet werden, und sie können vermutlich sehr kleine Populationen aus wenigen Individuen in ihrer Etablierung stark behindern. Spezialisierte Phytophagen fehlen dagegen bisher.

Symbiotische Beziehungen, wie z. B. eine VA - Mykorrhiza, wurden bei der Art festgestellt, und können sie vor allem bei weniger geeigneten Wuchsbedingungen deutlich unterstützen. Im Vergleich zu ungeimpften Pflanzen kann das Wachstum durch die Mykorrhiza um das zwanzigfache gefördert werden (CROMWELL & BOERNER 1988). Es existieren aber auch anders lautende Untersuchungen, die besagen, dass die Art dadurch keine signifikante Förderung erfährt und die

Mutualisten für ihr Überleben nicht benötigt werden (MEDVE 1984). Man muss entsprechend davon ausgehen, dass *Ambrosia art.* zwar durch die Mykorrhiza einen Vorteil gegenüber anderen Pflanzen hat, aber auch ohne sie erfolgreich bestehen kann.

Wachstum und Entwicklung bis zur Fortpflanzungsreife

Konkurrenten

Ambrosia art. reagiert nur während der Etablierung und kurz danach sensibel auf Konkurrenz. Dies gilt besonders für ausdauernde Pflanzen, die mit ihren Speicherstoffen in der Lage sind, die Art schnell und effektiv zu überwachsen. An günstigen Wuchsorten kann sie sich jedoch sehr erfolgreich behaupten. Sie wächst nach eigenen Beobachtungen zunächst in die Höhe und bildet später zahlreiche Seitenzweige aus. Ein laut Literatur auftretender allelopathischer Effekt (BHOWMIK et al. 1984, BÉRES et al. 2002, BRÜCKNER et al. 2003, KAZINCZI et al. 2008b), der bei eigenen Untersuchungen nicht bestätigt werden konnte, könnte zudem mögliche Konkurrenten in ihrem Wachstum behindern. Im Sukzessionsverlauf kann sich *Ambrosia art.* vor allem in frühen Stadien behaupten, in denen sie auch Dominanzbestände aufbaut (MILLER & WERNER 1987, MILLER 1994). In späteren Phasen verschwindet sie zusehends, zumeist zu Gunsten der erwähnten ausdauernden Arten wie *Calamagrostis epigejos* und *Artemisia vulgaris*. In Ungarn und Nordamerika lässt sich ein ähnliches Verhalten beobachten (KOSOLA & GROSS 1999), wobei dies vor allem für die Vorkommen auf anthropogenen Standorten gilt. Trotz der erwähnten Probleme kann sich die Art wegen der zahlreich vorhandenen potentiellen Wuchsorte etablieren, und es wachsen wenigstens einige Individuen bis zur Fortpflanzungsreife heran.

Prädatoren

Prinzipiell sind die gleichen Prädatoren zu erwarten, die auch während der Etablierungsphase an den Pflanzen auftreten: Schnecken, Blattläuse und Nagetiere, wie z. B. Wildkaninchen. Deren Verbiss konnte in mehreren Fällen

beobachtet werden und war z. T. so stark, dass kleinere Individuen abstarben. Im ausgewachsenen Zustand ist die Pflanze aber in der Lage, den Verlust von großen Teilen ihrer Biomasse durch Tierverschiss zu ertragen. Ein Verlust des Sprosses bis auf eine Höhe von etwa 5 cm wird in den meisten Fällen problemlos verkraftet, wirkt sich aber in einer reduzierten Reproduktionsrate aus (VINCENT & AHMIM 1985). Die Art besitzt mehrere Abwehrmechanismen, zu denen bittere Inhaltsstoffe und zahlreich auftretende Haare gehören, aber sie verhindern den Verschiss bzw. den Befall kaum. Wie in der Etablierungsphase fehlen auch hier spezialisierte Phytophagen, wie sie in der ursprünglichen Heimat in Nordamerika zu beobachten sind.

In einigen Ländern Osteuropas wurden einige spezifische Schädlinge, wie *Zygogramma suturalis* F., *Ophraella communa* LESAGE und *Epiblema strenuana* WALKER, zu Bekämpfungszwecken freigesetzt (IGRC et al. 1995). Dagegen sind in Deutschland und Ungarn bisher keine Versuche in dieser Richtung unternommen worden.

Neben den höheren Organismen treten auch einige generalistische Pilze als Parasiten auf. Dazu zählen unter anderen Echte und Falsche Mehltäue sowie Rostpilze. Zudem konnte auf einigen von uns kultivierten Individuen auch noch *Cladosporium sphaerospermium* nachgewiesen werden (H. JAGE, pers. Mitteil. 2005). Aber auch hier fehlen in Deutschland, zumindest nach bisherigem Wissensstand, die spezialisierten Pathogene.

Auf *Ambrosia art.* spezialisierte Prädatoren fehlen in Deutschland bisher. Es ist allerdings möglich, dass sich generalistische Phytophagen nach längerer Anwesenheit der Art im neuen Wuchsgebiet an diese „gewöhnen“ und sie als Futterpflanze annehmen. Ob sich daraus eine potentielle Möglichkeit zur natürlichen Bekämpfung der Ambrosie ergibt, müsste näher untersucht werden.

Abiotische Konditionalfaktoren und Ressourcenverfügbarkeit

In ihrer Heimat Nordamerika kam die Art vor allem auf ruderalisierten, nährstoffreichen Stellen vor, die in der freien Natur vor allem an Tierbauten zu finden sind. Nach dem Eingriff des Menschen in die Landschaft wurden die günstigen Bedingungen für *Ambrosia art.* häufiger, besonders durch den Ackerbau,

den damit verbundenen Düngergaben und häufigeren Störstellen. Durch die primäre Einschleppung mit verunreinigtem Saatgut nach (Ost-)Europa fand die Art schnell vergleichbare Wuchsorte. In Deutschland sind Vorkommen aus solchen Einschleppungen recht selten, da diese kaum stattfanden. Hierzulande ist vor allem der Vektor verunreinigtes Vogelfutter von Bedeutung, der meist nur ephemere Bestände aus wenigen Individuen hervorbringt.

Die Amplitude in Bezug auf die meisten abiotischen Faktoren ist recht groß. So kommt die Art auf reinen Sandböden ebenso vor, wie auf schweren, tonigen Böden oder solchen mit einem höheren Skelettanteil. Bei leichteren Böden kommt der Art zu gute, dass sie aktiv in Lehmknöllchen einwachsen kann (SCHNEIDER 1996), was ihr einen Vorteil bei der Wasserversorgung verschaffen kann. In Deutschland werden bisher meist tiefer liegende Bereiche besiedelt. Dagegen ist sie in höheren Lagen seltener anzutreffen und eine Ausbreitung ist hier wegen der verkürzten Vegetationsperiode weniger begünstigt. Sie ist an sonnigen bis mäßig beschatteten Standorten anzutreffen, ebenso wie auf frischen bis trockenen Bereichen, was in der Diplomarbeit von LEIBLEIN (2008) bestätigt werden konnte. Die am häufigsten besiedelten Stellen sind Gärten, Ruderalstellen, wie z. B. „wilde“ Müllplätze, oder selten Bauerwartungsland und landwirtschaftliche Nutzflächen. Wo die Art letzten Endes auftritt, hängt stark von dem Einführungsvektor ab.

Über die Präferenzen in Bezug auf den pH-Bereich ist wenig bekannt, aber bei den anderen Faktoren lassen sich große Amplituden erkennen. *Ambrosia art.* kann Beschattung, z. B. durch Konkurrenten, gut ertragen und ist in der Lage nach deren Wegfall durchzuwachsen. Sie zeigt bei besseren Lichtverhältnissen jedoch wesentlich höhere Wachstumsleistungen. Daher bevorzugt die Art vor allem offene Wuchsorte. Ähnliche Bandbreiten zeigen sich beim Wasserbedarf (LEIBLEIN 2008). Zwar kann die Pflanze auch auf sehr trockenen Sandböden gedeihen, erreicht aber dort nur Höhen bis etwa 50 cm und weist zudem eine geringere Reproduktionsrate auf. Die besten Ergebnisse zeigt die Art bei einer regelmäßigen Wasserversorgung bis in den Herbst, in Verbindung mit einer langen, warmen Vegetationsperiode. Entsprechend wirken sich ein langes, kaltes Frühjahr und ein kalter, feuchter oder heißer, trockener Sommer und Herbst negativ auf die Entwicklung der Ambrosie aus. Laut Literatur reichten die Sommer in ihrer Länge in Deutschland früher nicht aus, um der Pflanze eine komplette Entwicklung bis zur Reife der Diasporen zu ermöglichen (WAGENITZ in HEGI 1979). Dies ist jedoch mittlerweile nicht mehr der

Fall bzw. nur noch an ungünstigen, stark beschatteten Wuchsorten. *Ambrosia art.* gehört somit möglicherweise zu den Pflanzen, die sich bei einer Erhöhung der durchschnittlichen Temperatur, in Verbindung mit gleich bleibenden Niederschlägen, wesentlich besser entwickeln könnten.

Stickstoff fördert die Ambrosie mit deutlichen Biomassenzunahmen in sieben von neun Versuchsansätzen (PENNING'S et al. 2005). Sie ist zudem in der Lage aktiv Wurzeln in die Richtung von Nitratvorkommen im Boden wachsen zu lassen (CAHILL & CASPER 1999). Über ihre Ansprüche in Bezug auf Phosphat ist dagegen wenig bekannt. Die Art zeigt jedoch an nährstoffreichen, ruderalisierten Wuchsorten die besten Wachstumsleistungen und sie ist daher wahrscheinlich in der Lage ein entsprechend hohes Angebot auszunutzen.

A. artemisiifolia ist zudem gegenüber einer Reihe von negativen Faktoren tolerant, wie z. B. einem hohen Schwermetallgehalt des Bodens (HUANG & CUNNINGHAM 1996, PICHTEL et al. 2000) oder erhöhten Ozonwerten (ZISKA 2002), die ihr gegenüber anderen Arten einen Konkurrenzvorteil verschaffen können.

Selbständige Produktion von Nachkommen

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung, deren wichtigste Faktoren in den folgenden Punkten näher betrachtet werden, bietet eine vegetative Ausbreitung für eine gebietsfremde Art einen großen Vorteil. Sie erlaubt ihr unabhängig von der sexuellen Reproduktion eine schnelle Ausbreitung.

Da die Ambrosie hierzu allerdings nicht in der Lage ist, kann dies für die einjährige Pflanze in ihrem neuen Wuchsgebiet eine Vielzahl von Problemen bedeuten: eventuell ist eine Blühinduktion nicht möglich, die Individuenzahl ist für eine erfolgreiche Bestäubung zu gering oder ungünstige Bedingungen verhindern das Ausreifen der Früchte.

Blütenbildung

Die Blütenbildung wird durch bestimmte, jahreszeitabhängige Faktoren ausgelöst. Wegen der klimatischen Ähnlichkeit des Ausgangsgebiets Ungarn, mit Ausnahme

der meist wärmeren, trockeneren Sommer, stellt für die Art die Verfügbarkeit des Reizes daher kein Problem dar. Auslöser für den Blühbeginn ist die Unterschreitung einer bestimmten Tageslänge von etwa 16 Stunden, weswegen *Ambrosia art.* zu den Kurztagspflanzen gehört. Die Belichtungsdauer wird Ende Juli / Anfang August erreicht und leitet die anschließende Blühphase ein, die bis Ende September / Anfang Oktober andauern kann.

Bestäubung

Die Ambrosie verfügt in diesem Bereich über einen vorteilhaften Mechanismus, da sie anemophil und einhäusig ist. Die Art produziert über den Tagesverlauf während der gesamten Blühperiode große Mengen an Pollen, bis zu 3000 pro Tag. Diese werden bevorzugt am späten Vormittag abgegeben, abhängig von der Witterungslage (F.-J. LÖPMEIER, pers. Mitteil. 2006). Sie ist zudem selbstfertil, was einen weiteren Vorteil darstellt. So ist selbst bei kleinen Populationen aus Vogelfutterbeimischungen, die selten aus mehr als 10 bis 20 Individuen bestehen, eine Reproduktion gewährleistet. Probleme der Art durch Inzucht kleiner Vorkommen sind nicht bekannt. Populationen aus verunreinigtem Saatgut sind durch die höhere Diasporenanzahl und die günstigeren Bedingungen meist größer, so dass dieses mögliche Problem der kleineren Vorkommen nicht auftritt. Die Literatur verweist außerdem drauf, dass die kleinen Pollenkörner (\emptyset etwa 20 μm) in höheren Luftschichten mehr als 500 km weit transportiert werden können und somit auch eine Fernbestäubung möglich ist (CECCHI et al. 2006).

Samenreifung

Die Ausreifung der Diasporen ist ein weiterer Punkt, der unter den gegebenen Umständen größere Probleme verursachen kann. Besondere Bedingungen sind für die Reifung der Früchte nicht nötig, allerdings kann der späte Blühtermin dazu führen, dass die Länge der Vegetationsperiode nicht zur vollständigen Ausreifung ausreicht (WAGENITZ in HEGI 1979). Ein langer, warmer Herbst mit regelmäßigen Niederschlägen bietet nach eigenen Beobachtungen die besten Voraussetzungen

für eine große Menge an ausgereiften Diasporen. Abweichungen von dem Optimum oder ein ungünstiger Wuchsort, wie sie bei Vorkommen aus Vogelfutter häufig sind, kann zu einem hohen Anteil von tauben und / oder unreifen Früchten führen. Ungünstige Bedingungen sind in diesem Fall z. B. stark beschattete Bereiche, wie man sie in dicht besiedelten Gebieten mit hohen Gebäuden findet, oder starke Konkurrenz durch Pflanzungen. Insgesamt unterbindet das Klima in Deutschland die Reifung der Früchte nur lokal. Die Art ist in der Lage, eine sehr große Menge an Diasporen zu erzeugen, je nach Wuchsort bis zu 60000 Früchte (http://www.cps-skew.ch/deutsch/ambr_art_d.pdf). Außerdem kann sie sich selbst bei einer sehr geringen Höhe, nach eigenen Beobachtungen schon ab 5 cm, erfolgreich reproduzieren.

Zusammenfassung

In der anschließenden Auflistung sind die möglichen Schwierigkeiten zusammengefasst, die während der ersten Ansiedlung für Individuen von *Ambrosia artemisiifolia* nach bisherigem Kenntnisstand aufgetreten sein könnten.

Bei den ersten beiden Teilen des Schrittes, Dormanz und Keimung bzw. Wachstum bis zur Fortpflanzungsreife, treten nur einige geringere Schwierigkeiten auf. Diese betreffen vor allem die Anwesenheit von Konkurrenten, auf die die Ambrosie in diesem Stadium ihrer Entwicklung noch empfindlich reagiert. Zudem können die Ansprüche der Art während und kurz nach der Keimung, die ohne freie Stellen nicht oder nur begrenzt stattfindet, ein Hindernis darstellen.

Die größten Schwierigkeiten stellen sich der Art in der abschließenden Phase des Schrittes, der selbstständigen Fortpflanzung. Sie scheitert häufig an den kleinen Anfangspopulationen und den damit verbundenen Problemen für die Reproduktion, der kurzen Fortpflanzungsphase und den unausgereiften Früchten als Resultat der meist zu kurzen verbleibenden Vegetationsperiode. Diese negativen Faktoren gelten besonders für die Vorkommen aus Vogelfutter, die oft auf ungünstigeren Wuchsorten gedeihen, und seltener für solche aus Saatgutverunreinigungen.

Dafür, dass der zweite Invasionschritt dennoch von einer Reihe von Populationen und / oder Individuen überwunden werden konnte, sind vor allem die folgenden Faktoren verantwortlich:

- Hohe klimatische und edaphische Amplitude
- Präadaptation an lokales Klima bzw. ähnliches Klima wie im Ausgangsgebiet Ungarn
- Anemophilie in Verbindung mit Selbstfertilität
- Hohe Reproduktionsrate - in Abhängigkeit der Bedingungen bis zu 60000 Diasporen pro Pflanze

Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 2. Invasionsschrittes: Wachstum und Fortpflanzung der ersten Pflanzen

Tabelle 6.2: Das Schema der Auflistung wurde aus der Arbeit von HEGER (2004) aus Gründen der Vergleichbarkeit und Übersichtlichkeit übernommen.

Die **fettgedruckten** Faktoren bezeichnen solche mit negativer Ausprägung, die unter Umständen zum Scheitern der Invasion an diesem Punkt führen könnten. Ein „?“ hinter der Aussage weist darauf hin, dass ohne weitere Untersuchungen keine genauen Angaben zu diesem Punkt gemacht werden können.

In den meisten Fällen gilt die Antwort für beide Einführungsvektoren. Sollte dies nicht anwendbar sein, werden beide Antworten getrennt angegeben: „V“ steht für Vogelfutter und „S“ für Saatgut.

Tab. 6.2: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 2. Invasionsschrittes

a) Dormanz und Keimung

Potenzielle Probleme für den Invasor	aufgetreten?
Diasporenprädatoren	nein
Mechanismus zur Brechung der Dormanz ist nicht verfügbar	nein
Abiotische Umweltbedingungen sind ungünstig zum Überleben der Dormanz oder der Keimung	nein

Günstige Arteigenschaften	gegeben?
Abwehrmechanismus gegen Diasporenprädatoren	nein, nicht nötig
Fähigkeiten zur Produktion vegetativer Propagulen	nein
Diasporen mit breiter ökologischer Amplitude	zum Teil (?)
Keimung einfach auslösbar	ja
Breite ökologische Amplitude bezüglich der Keimungsbedingungen	zum Teil (?)
Fähigkeit zu Konkurrenzstärke	nein

Günstige Bedingungen im neuen Gebiet	gegeben?
Abwesenheit von spezialisierten Diasporenprädatoren wegen biologischer Fremdheit	ja
Klimatische Ähnlichkeit des Heimatgebietes und des neuen Areals hinsichtlich der Ansprüche der Diasporen und Keimung	ja
Günstige abiotische Umweltbedingungen am Mikrostandort	zum Teil (V) ja (S)

b) Wachstum bis zur Fortpflanzungsreife

Potenzielle Probleme für den Invasor	aufgetreten?
Konkurrenten	ja
Prädatoren	nein
Erforderliche Mutualisten fehlen	nein
Ungünstige abiotische Konditionalfaktoren	nein
Ressourcenmangel	nein

Günstige Arteigenschaften	gegeben?
Fähigkeit zu Konkurrenzstärke	ja
Schutz vor Prädatoren	ja
Fähigkeit, Biomasseverlust zu ertragen	ja
Wenig spezifischer Mutualismus	ja
Mutualismus mit kosmopolitischen Partnern	ja (?)
Fähigkeit zu Verbreitung des mutualistischen Partners mit Diaspore	?
Breite ökologische Amplitude bei Keimlingsetablierung und nachfolgendem Wachstum	zum Teil

Günstige Bedingungen im neuen Gebiet	gegeben?
Vorhandensein einer Schutzstelle	ja
Klimatische Ähnlichkeit von Ausgangsgebiet und neuem Gebiet hinsichtlich Ansprüche bei Keimungsetablierung und Wachstum	ja
Abwesenheit von spezialisierten Feinden	ja
Abwesenheit verwandter Arten	nein
Vorhandensein potentieller Mutualisten	ja (?)
Herkunft aus einem Gebiet mit ähnlichem Störungsregime	nein (V) ja (S)

c) Selbständige Fortpflanzung

Potenzielle Probleme für den Invasor	aufgetreten?
Blütenbildung ist unter den Bedingungen der neuen Umgebung nicht möglich	nein
Keine Partner zur sexuellen Reproduktion vorhanden	zum Teil (V) nein (S)
Keine geeigneten Bestäuber verfügbar	nein
Frucht- oder Samenreife unter den Bedingungen der neuen Umgebung nicht möglich	eingeschränkt

6. Anwendung des INVASS-Modells

Günstige Arteigenschaften	gegeben?
Fähigkeit zu vegetativer Fortpflanzung	nein
Keine speziellen Anforderungen an die Blütenbildung, Blühbeginn nicht festgelegt	nein
Fähigkeit zur Erzeugung einer großen Anfangspopulation	nein (V) ja (S)
Fähigkeit zu Autogamie oder Agamospermie	nein
Einhäusigkeit	ja
Zwittrigkeit	nein
Unspezifische Bestäuber	ja
Hohe Attraktivität für Bestäuber	nicht nötig
Ausgedehnte Reproduktionsperiode	eingeschränkt
Keine speziellen Anforderungen bezüglich Fruchtbildung und Samenreife	nein

Günstige Bedingungen im neuen Gebiet	gegeben?
Klimatische Ähnlichkeit zwischen Ausgangsgebiet und neuem Gebiet hinsichtlich der Blütenbildung und Samenreife	ja
Große Anfangspopulationen durch günstige Transportbedingungen	nein (V) ja (S)
Vorhandensein generalistischer Bestäuber	ja

6.4. Invasionsschritt 3.: Wachstum der ersten Population bis zur Mindestgröße einer überlebensfähigen Population

Die Bewältigung des dritten Invasionsschrittes war für *A. artemisiifolia* vermutlich mit einer Reihe von Schwierigkeiten verbunden, die nur von einigen, meist größeren Populationen gelöst werden konnten. Dies zeigt sich vor allem darin, dass es eine kaum zählbare Menge von kleinen, unbeständigen Vorkommen gibt und nur eine geringe Anzahl von größeren, beständigen Populationen.

Gründe für das Verschwinden von Vorkommen können Veränderungen von Umweltfaktoren, die einzelne Individuen oder die ganze Population betreffen, Aufsummierungen von Einzelschicksalen sowie Schwierigkeiten auf genetischer Ebene sein.

Probleme auf der Ebene der Einzelorganismen

Genetische Veränderungen der Folgegeneration

Über die genetischen Veränderungen der Art in ihrem neuen Wuchsgebiet ist nur sehr wenig bekannt. Wahrscheinlich wirkt die regelmäßige Einfuhr den möglichen negativen genetischen Entwicklungen, wie sie als Inzucht bei sehr kleinen Populationen mit eingeschränktem Genaustausch vorkommen können, entgegen. Da die meisten Vorkommen nur unbeständig sind, ist dies wohl nur von untergeordneter Bedeutung. Die größeren Populationen aus verunreinigtem Saatgut sind dagegen wegen der hohen Individuenanzahlen mit großer Wahrscheinlichkeit von diesen genetischen Problemen nicht betroffen.

Auffällig ist, dass sich die Art gut an verschiedene Herbizide und Kochsalz anpassen kann (vergl. u. a. PATZOLDT et al. 2001, DiTOMMASO 2004, SAINT-LOUIS et al. 2005), wenn sie längere Zeit mit diesen Stoffen konfrontiert wird. Bei Therophyten ist dies jedoch nicht ungewöhnlich, vor allem, wenn durch langfristige Anwendung tolerante Ökotypen selektiert werden. In der Ukraine wurde zudem ein Ökotyp in höheren Lagen ab 730 m über NN beschrieben (*A. artemisiifolia* var. *atropurpurea*), der die dort vorherrschenden Wuchsbedingungen besser erträgt als Pflanzen aus dem Flachland (SONG & PROTS 1998).

All diese Beobachtungen legen eine größere genetische Anpassungsfähigkeit der Art nahe.

Prädatoren

Mit steigender Individuenanzahl steigt auch die Attraktivität für Fraßfeinde. In Deutschland existiert für *Ambrosia art.* bisher kein spezialisierter Phytophagenkomplex, der von der größeren Anzahl an Individuen angelockt werden und von den Pflanzen als Futter profitieren könnte. Von den verschiedenen Generalisten werden sie nur begrenzt angenommen, weshalb diese keine besondere Bedrohung für die Populationen darstellen. Für Einzelpflanzen gilt dies dagegen nicht, da ein unglückliches Ereignis die komplette Population vernichten kann. Bei größeren Vorkommen ist diese Gefahr durch die große Individuenanzahl aber weitestgehend ausgeschlossen.

Ansiedlung der Nachkommen

Für die Ansiedlung der Nachkommen ist vor allem das Störungsregime von Bedeutung. Fehlen offene Keimstellen, verschwindet die Art nach eigenen Beobachtungen meist binnen weniger Jahre. Im Fall der Folgegenerationen aus Vogelfutter sind zumeist mehr oder minder günstige Bedingungen vorhanden, aber durch die geringe Größe der Vorkommen können stochastische Prozesse das Ende der Populationen bedeuten. In Bezug auf die günstigen Bedingungen gilt für die Nachkommen aus Saatgutverunreinigungen Vergleichbares, besonders wenn sie auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht werden. Wie bereits weiter oben beschrieben, ist die Ambrosie auf die Ausbreitung durch den Menschen angewiesen und Orte, an denen sie eingeführt wird, bieten häufig gute Wuchsbedingungen.

Ein gerichteter Transport der schweren Früchte ist zwar auf vielen Wegen möglich, wie durch Hydro-, Endozoo- (durch Vögel) und Anemochorie (in Wirbelschleppen von Fahrzeugen), aber diese sind oftmals wenig effektiv. Der Transport erlaubt meist nur die Überbrückung von kurzen Strecken, wie im Fall der Anemochorie,

oder es bieten sich am Zielort keine guten Etablierungsmöglichkeiten, wie bei der Hydrochorie beobachtet.

Verschiedene Experimente zur Persistenz der Samenbank ergaben, dass Früchte von *Ambrosia art.* bis zu 40 Jahre keimfähig in der Erde überdauern können (BASKIN & BASKIN 1977). Untersuchungen der Samenbank in Magdeburg und im Raum Cottbus zeigten, dass die Art im Boden nur in sehr geringen Mengen vertreten ist und im Vergleich zu anderen Ackerunkräutern eine untergeordnete Rolle spielt. Wird die Samenbank aktiviert und eine Erneuerung wiederholt verhindert, entleert sich diese recht schnell. Nach eigenen Untersuchungen liegt der Zeitrahmen zwischen drei bis fünf Jahren bei günstigen Bedingungen für die Keimung.

Probleme des Populationswachstums auf der Ebene der Populationen

Stochastische Probleme spielen vor allem bei Populationen von geringer Größe (10 bis 100 Individuen) eine Rolle. Dies trifft besonders für die zahlreichen Vorkommen aus Vogelfutter zu, die selten mehr als 10 bis 20 Individuen umfassen. Grund dafür ist die geringe Anzahl von Diasporen, die durch das Futter eingeschleppt werden. Nur bei häufiger, starker Fütterung mit minderwertigem Material ist eine Einschleppung einer größeren Menge Früchte auf diesem Wege wahrscheinlich.

Die wesentlich selteneren Vorkommen aus Ausbringungen von größeren Diasporenmengen, wie sie z. B. durch verunreinigtes Saatgut oder Ähnliches stattgefunden haben, sind mit ihren sehr großen Beständen (100 000 Individuen und mehr) wohl nicht von diesen Prozessen betroffen. Es fällt jedoch auf, dass kaum stabile Vorkommen existieren, die eine Übergangsform zwischen den beiden Formen darstellen. Dies lässt vermuten, dass der invasive Charakter der Art nur bedingt zu bestätigen ist.

Drei Formen von Stochastizität sind möglich, auf demografischer, genetischer und Umweltebene. Diese können im schlimmsten Fall zum lokalen Verschwinden der Art führen. Ein rasches Wachstum der Population kann die entsprechenden Probleme beseitigen, dafür müssen jedoch günstige Umweltbedingungen vorhanden sein. Dies bedeutet vor allem ein günstiges Störungsregime mit schwacher Konkurrenz, wie es schon in den vorhergehenden Schritten beschrieben

wurde. Dadurch werden die Etablierungswahrscheinlichkeit und Reproduktionsfähigkeit, in Verbindung mit einer verringerten individuellen Mortalitätsrate, stark erhöht.

In diesem Zusammenhang ergaben eigene Untersuchungen Reproduktionsleistungen von bis zu 1500 Früchten pro Individuum, was der Art theoretisch ein schnelles Populationswachstum ermöglichen sollte. Literaturangaben sprechen sogar von Werten bis zu 60 000 Diasporen (http://www.cps-skew.ch/deutsch/ambr_art_d.pdf). Die Art fruchtet nach eigenen Beobachtungen bereits bei einer geringen Höhe von etwa 5 cm. Der Reproduktionserfolg ist maßgeblich von der Größe der individuellen Pflanze abhängig, da die meisten weiblichen Blüten, und damit später auch die Früchte, an den Seitenzweigen gebildet werden. Deren Anzahl steigt mit zunehmender Sprosshöhe an. Da die Art einen festgelegten Impulsgeber für den Blütenansatz hat, ist im Jahr nur eine Generation möglich, was somit eine begrenzte verfügbare Diasporenmenge pro Vegetationsperiode zur Folge hat. Viele der kleinen Populationen aus Vogelfutter verschwinden wegen unglücklicher Umstände für die Art wieder, was meistens gleichbedeutend mit einer mangelnden Reife der Diasporen ist. Dies bedeutet zumindest für diese Vorkommen, dass sie das potentiell mögliche schnelle Populationswachstum nicht vollziehen und den dritten Invasionsschritt nicht vollenden können.

Durch das allseits verfügbare Futter, das bisher nur in den seltensten Fällen aufgereinigt wird, treten jedoch immer wieder neue Vorkommen aus dieser Quelle auf. Somit ist ein endgültiges Verschwinden dieser kleinen Populationen bei gleich bleibenden Bedingungen sehr unwahrscheinlich. Die älteren, wesentlich größeren Vorkommen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit aus minderwertigem, verunreinigtem Saatgut hervorgingen, zeigen dagegen kaum Rückgangszeichen. Sie sind weitestgehend beständig, zeigen aber in Abhängigkeit von der Sukzession z. T. sehr dynamische Prozesse in der Besiedlung, die stark von dem Grad und der Intensität der Störung abhängig sind. Zudem sind sie aufgrund ihrer Populationsgröße nur in geringem Maße von den nachteiligen Folgen der stochastischen Prozesse betroffen.

Demographische Stochastizität und Umweltstochastizität

Von demographischer Stochastizität spricht man im Fall einer Aufsummierung negativer Ereignisse, die zum Absterben der Individuen oder einem Ausbleiben der Reproduktion führen. Dies ist bei kleinen Populationen gebietsfremder Organismen wegen der fehlenden Anpasstheit wahrscheinlicher als bei einheimischen Organismen. Umweltstochastizität wirkt sich negativ auf das Überleben und die Reproduktion zahlreicher Individuen durch Schwankungen kritischer Umweltfaktoren aus. Wie bei der demographischen Stochastizität sind hiervon vor allem sehr kleine Populationen betroffen. Genetische Vielfalt erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass nicht alle Individuen einer kleinen Population durch demographische Stochastizität oder Umweltstochastizität aussterben.

Über die genetische Vielfalt der Art liegen bisher keine umfassenden Untersuchungen vor, Angaben aus Frankreich zeigen jedoch, dass mit der mehrfachen Einschleppung der Ambrosie aus verschiedenen Gebieten auch eine verhältnismäßig hohe genetische Diversität im gesamten untersuchten Bereich vorliegt (GENTON et al. 2005a). Dies ist auf phänologischer Ebene schwer zu belegen, da schon innerhalb der Populationen eine sehr große morphologische Varianz besonders in Bezug auf die Blattform auftritt.

Genetische Stochastizität

Ein Problem durch genetische Stochastizität ergibt sich dann, wenn kritische Situationen als Folge von genetischer Drift oder Inzuchtdepressionen auftreten. Selbstfertilität, die im Fall von *Ambrosia art.* besteht, führt bei kleinen Populationen zu einer geringen Wahrscheinlichkeit des Aussterbens durch genetische Stochastizität. Diese Selbstfertilität kann zusätzlich zum Überwinden von Problemen des Populationswachstums führen, auch wenn ein Pollenfernttransport einen Genaustausch über mehrere 100 km ermöglicht (CECCHI et al. 2006).

Zusammenfassung

In der anschließenden Tabelle sind die möglichen Schwierigkeiten zusammengefasst, die während des Wachstums der ersten Populationen von *Ambrosia artemisiifolia* nach bisherigem Kenntnisstand auftreten.

Das Wachstum selbst bereitet den Individuen der Populationen kaum Schwierigkeiten. Dagegen macht die geringe Größe die Vorkommen aus Vogelfutter anfällig gegenüber einer Reihe von stochastischen Prozessen, von denen die Populationen aus Saatgutbeimischungen seltener betroffen sind. Besonders das Fehlen effektiver Vektoren verhindert bei den zahlreichen kleinen Beständen eine weitere Ausbreitung. Zusätzlich wird die Menge an produzierten Diasporen durch nur eine Generation pro Jahr stark begrenzt.

Einige Populationen, vor allem die Größeren aus verunreinigtem Saatgut, können sich im dritten Invasionsschritt bei günstigen Bedingungen behaupten. Dafür sind die folgenden Eigenschaften von Bedeutung:

- Wiederholte Einschleppung von Diasporen
- Fehlender spezialisierter Prädatorenkomplex
- Hohe Reproduktion unter guten Wuchsbedingungen
- Persistente Samenbank, wenn auch meist nicht sehr umfangreich

Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 3. Invasionsschrittes: Wachstum der ersten Population bis zur Mindestgröße einer überlebensfähigen Population

Tabelle 6.3: Das Schema der Auflistung wurde aus der Arbeit von HEGER (2004) aus Gründen der Vergleichbarkeit und Übersichtlichkeit übernommen.

Die **fettgedruckten** Faktoren bezeichnen solche mit negativer Ausprägung, die unter Umständen zum Scheitern der Invasion an diesem Punkt führen könnten. Ein „?“ hinter der Aussage weist darauf hin, dass ohne weitere Untersuchungen keine genauen Angaben zu diesem Punkt gemacht werden können.

In den meisten Fällen gilt die Antwort für beide Einführungsvektoren. Sollte dies nicht anwendbar sein, werden beide Antworten getrennt angegeben: „V“ steht für Vogelfutter und „S“ für Saatgut.

Tab. 6.3: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 3. Invasionsschrittes

Potenzielle Probleme für den Invasor	aufgetreten?
Populationswachstum ist nicht möglich, weil Erstansiedlung ein „Glücksfall“ war	nein
Prädatoren treten auf, da sie nun verstärkt angelockt werden	nein
Nachkommen der Anfangspopulationen finden in der neuen Umgebung keine Keimungs- und Etablierungsstellen	zum Teil (V) nein (S)
Geringe Größe der Anfangspopulation führt zu demographischer, genetischer und Umweltstochastizität	ja (V) nein (S)

Günstige Arteigenschaften	gegeben?
Genetische Anpassungsfähigkeit	ja (?)
Angepasstheit an gerichteten Transport über kurze Distanz	nein
Fähigkeit zur Ausbildung einer Samenbank	ja
Fähigkeit zur Produktion zahlreicher Nachkommen	ja
Kurze Generationszeit	nein
Hohe genetische Vielfalt der Populationen	?
Selbstfertilität	ja

Günstige Bedingungen im neuen Gebiet	gegeben?
Fehlen spezialisierter Prädatoren trotz längerer Anwesenheit	ja
Abwesenheit verwandter Arten	nein
Geeignete Wuchsorte im neuen Gebiet häufig	ja

6. Anwendung des INVASS-Modells

Günstige Bedingungen im neuen Gebiet	gegeben?
Generalistische Ausbreiter vorhanden	zum Teil
Große Anfangspopulationen aufgrund günstiger Transportbedingungen	nein (V) ja (S)
Wiederholte Einschleppung oder Ausbringung von Diasporen	ja (V) sehr selten (S)

6.5. Invasionsschritt 4.: Ausbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* L. zu neuen Wuchsorten und neuen Standorten

Zur endgültigen Etablierung müsste *A. artemisiifolia* in der Lage sein, sich aus ihren bisher meist ephemeren Vorkommen an neue Wuchs- und Standorte auszubreiten. Dies ist jedoch nur bedingt der Fall. Die Populationen aus Vogelfutter verschwinden meist nach dem ersten Jahr, da die Pflanzen wegen ihrer Höhe selten über einen längeren Zeitraum in Privatgärten toleriert werden oder die Früchte wegen ungünstigen Bedingungen nicht ausreifen. Werden diese Schwierigkeiten dennoch überwunden, stellen die fehlenden bzw. ineffektiven Ausbreitungsvektoren eine weitere Hürde dar. Werden fruchtende Pflanzen „über den Zaun geworfen“, besteht die Möglichkeit, dass reife Diasporen neue Wuchsorte erobern.

Die größeren, meist flächenhaften, Vorkommen wie sie seit mindestens 1961 unter anderem im Raum Cottbus in Brandenburg beobachtet werden (JENTSCH 1974, WAGENITZ in HEGI 1979), zeigen ein anderes Verhalten. Sie weisen unter günstigen Bedingungen z. T. Ausbreitungstendenzen auf, vor allem auf Habitaten, die den bereits besiedelten ähnlich sind. Dazu gehören z. B. im vorher genannten Fall Äcker, Brachen oder andere regelmäßig gestörte Bereiche. Es muss jedoch auch festgehalten werden, dass bei einer Nutzungsänderung in Richtung Brache auch diese großen Populationen in wenigen Jahren wieder verschwinden können.

An Autobahnen oder größeren Bundesstraßen treten ebenfalls gelegentlich individuenreiche Bestände der Art auf, wie z. B. an der A 13 und A 15, wo sie seit mindestens 2005 beobachtet werden. Während man bei den Flächenvorkommen in Brandenburg und einigen anderen Bundesländern in Deutschland von verunreinigtem Saatgut als Initiale für die Populationen ausgeht, sind die Quellen für die Vorkommen an den Autobahnen nicht genau bekannt. Die Vermutung liegt jedoch nahe, dass bei Ausbesserungsarbeiten verunreinigtes Erdmaterial verwendet wurde, das z. B. im Fall der A 15 aus kontaminierten Bereichen des Raumes Cottbus stammen könnte.

Während der Erschließung neuer Wuchsorte kann eine Reihe von potentiellen Problemen der Art die Vollendung des vierten Invasionsschrittes erschweren. Dazu gehören das Ausbleiben einer ausreichenden Nachkommenschaft, fehlende oder ineffektive Transportvektoren oder ungünstige Wuchsorte.

Verfügbarkeit von Diasporen

Ambrosia art. ist in der Lage, zahlreiche Diasporen zu produzieren, die allerdings nur bei einer ausreichend langen Vegetationsperiode und entsprechendem Wärmegenuss ausreifen. An ungünstigen Wuchsorten können demzufolge, wie z. B. zwischen hohen Gebäuden oder an anderen stark beschatteten Bereichen, nur geringe Anteile der Früchte ausreifen. Bei günstigen Bedingungen können dagegen, abhängig von der Wuchshöhe, große Mengen an Diasporen gebildet werden, die zudem keinen spezialisierten Prädatoren ausgesetzt sind.

Verfügbarkeit geeigneter Ausbreitungsmedien

Anders als viele Gattungen und Arten der Asteraceae besitzt *A. artemisiifolia* keine bzw. nur unzureichende Möglichkeiten der Windausbreitung. Ihr fehlt der typische Pappus und die Früchte sind mit durchschnittlich etwa 4 mg verhältnismäßig schwer. Dafür verfügen die zahlreichen Diasporen, bis zu 60000 pro Individuum (http://www.cps-skew.ch/deutsch/ambr_art_d.pdf), abhängig von den Wuchsbedingungen, durch einen großen Nährstoffvorrat über einen Vorteil bei der Keimlingsetablierung. Luftbewegungen scheiden als Vektor jedoch nicht völlig aus, da eine Ausbreitung von wenigen Metern durch Wirbelschleppen von vorbeifahrenden Fahrzeugen an Verkehrsstrecken, wie z. B. Autobahnen, möglich ist.

Als weiterer Ausbreitungsvektor steht an Wuchsorten in der Nähe von Verkehrswegen zudem ein Transport im Profil der Reifen von Fahrzeugen zur Verfügung. Dieser Ausbreitungsweg ist ebenfalls nicht sehr effektiv, da die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Festsetzung der Früchte im Profil und die anschließende Freigabe an einem geeigneten Wuchsort recht gering sind.

Zoochorie ist ebenfalls möglich, aber auch wenig effektiv. Die Früchte werden weder bevorzugt von Tieren gefressen, noch besitzen sie ausgeprägte Mechanismen für den Transport in deren Fell oder Gefieder. Die aus den Hüllblättern gebildeten Dornen bieten zwar eine Möglichkeit zur epizoochoren Befestigung, sind aber wegen der fehlenden Haken kaum brauchbar. In Osteuropa wurden erfolgreiche Fütterungsversuche mit der Art an verschiedenen Nutztieren, wie z. B. Rindern, durchgeführt (H. JENTSCH, pers. Mitteil. 2007). Es ist Diasporen

möglich, die Darmpassage intakt zu überleben, bisher sind in Deutschland aber keine entsprechenden Untersuchungen unternommen worden.

Der Vektor mit der mengenmäßig größten Bedeutung für die Art ist der durch verunreinigtes Erdreich. Er spielt vor allem bei beständigen Vorkommen eine Rolle, da häufiger Erdreich aus Ackerflächen oder Bauerwartungsland für Ausbesserungsarbeiten verwendet wird. Auf diesen Bereichen können Populationen der Ambrosie wachsen und so zur Ausbreitung der Art beitragen. Entsprechend sollte belastetes Erdmaterial nicht für solche Zwecke verwendet werden, um die Ausbreitung auf diesem Wege zu unterbinden. Auf ähnliche Weise spielen auch landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge eine Rolle (C. SCHNEIDER, pers. Mitteil. an D. BRANDES 2005). Im Reifenprofil oder an arbeitenden Teilen, sowie in anhaftender Erde, können Diasporen in größeren Mengen von kontaminierten zu unbelasteten Flächen transportiert werden. Dies gilt besonders für solche Gebiete, bei denen die Fahrzeuge aus finanziellen Gründen von mehreren Landwirten genutzt werden.

Günstig wirkt sich aber vor allem die häufige Einfuhr der Art aus. Wird die Zufuhr, die wie weiter oben beschrieben meist mit verunreinigtem Vogelfutter erfolgt, nicht unterbunden, ist ein endgültiges Verschwinden der Art aus Deutschland sehr unwahrscheinlich.

Effektivität der Ausbreitung

Wie oben beschrieben, ist keiner der Ausbreitungsvektoren besonders effektiv. Zoochorie und Anemochorie, sowohl natürlich als auch durch den Menschen bedingt, sind zwar weit verbreitet und generell verfügbar, allerdings nur bei großen Populationen mit einem entsprechend hohen Diasporendruck Erfolg versprechend. Dies gilt besonders für die an Autobahnen beschriebenen Vektoren.

Mengenmäßig am effektivsten sind die hemerochoren Ausbreitungswege. Davon ist der Weg durch Erdbewegungen wiederum der Bedeutendste, auch wenn er wegen der relativ geringen Anzahl von großen Populationen nicht sehr häufig ist. Dafür werden aber mit jedem Ereignis große Mengen an Diasporen von einem Ort zum anderen transportiert.

Unter Würdigung aller Befunde kann die Hypothese aufgestellt werden, dass sich *Ambrosia art.* ohne den Einfluss des Menschen nicht lange halten kann, da ohne

ihn der Nachschub von Früchten aus Ungarn und die Störung an den bevorzugten Wuchsorten abnehmen würden. Die Vektoren innerhalb Deutschlands können dies wegen ihrer Ineffektivität bzw. Seltenheit kaum kompensieren, wodurch die Art meist ein punktuell Phänomen bleibt, das unter ungünstigen Bedingungen rasch wieder verschwindet.

Verfügbarkeit von Wuchsorten

Wuchsorte gleicher Qualität

Im Ausgangsgebiet Ungarn ist *Ambrosia art.* auf Äckern sehr weit verbreitet. Daher sind in Deutschland als Agrarland entsprechende potentielle Wuchsorte für die Art häufig zu finden. Die Einfuhr der Ambrosie mit Saatgut war jedoch relativ selten, weshalb Pflanzen auf solchen Standorten kaum verbreitet sind. Neben den zahlreichen Populationen im Cottbuser Raum sind so gut wie keine weiteren Bestände auf entsprechenden Flächen bekannt. Zudem lässt sich nicht genau rekonstruieren, woher die Früchte im genannten Gebiet letzten Endes stammen. Der mehrfach erwähnte Weg durch verunreinigtes Saatgut erscheint jedoch mehr als wahrscheinlich. Entsprechend lässt sich feststellen, dass vergleichbare potentielle Wuchsorte häufig verfügbar sind, auf dem primären Einfuhrweg über Vogelfutter aber meist nicht erreicht werden. Ausnahmen können dann auftreten, wenn Futter als günstiger Saatgutersatz verwendet wird.

Der Transport von kontaminierten zu unkontaminierten Feldern ist zwar möglich (C. SCHNEIDER, pers. Mitteil. an D. BRANDES 2005), aber wegen des begrenzten Einsatzgebietes der Mähdrescher, die die Früchte wie weiter oben beschrieben ausbreiten können, recht selten. So ist die Wahrscheinlichkeit der Verunreinigung bei Feldern, die nahe beieinander liegen größer, wenn diese mit demselben Fuhrpark bewirtschaftet werden, als bei Feldern, die nebeneinander liegen und mit verschiedenen Fahrzeugen bearbeitet werden. Beispiele dafür konnten während den Untersuchungen im Cottbuser Raum mehrfach gefunden werden.

Für die Vorkommen auf Privatgrundstücken bzw. an ruderalen Standorten gilt in Bezug auf die Verfügbarkeit als Wuchsort Vergleichbares. Sie sind ebenfalls häufig verfügbar, aber die ineffektiven Transportvektoren erlauben meistens keinen

Transport vom Ausgangspunkt zu einem anderen günstigen Wuchsort. Dies gilt, solange der Mensch nicht aktiv durch unsachgemäße Entsorgung fruchtender Pflanzen oder Ähnliches ungewollt dazu beiträgt.

Das Klima am Wuchsort in Deutschland hat ebenfalls einen Einfluss auf die Etablierungsfähigkeit der Pflanze, ist jedoch im Vergleich etwas günstiger, da es weniger kontinental als in Ungarn ist. Entsprechend sind die Sommer zwar weniger warm, aber dafür feuchter, was sich positiv auf die Entwicklung der Art auswirken kann.

Wuchsort neuer Qualität

A. artemisiifolia ist in der Lage, auch neue Wuchsorte mit deutlichen standörtlichen Unterschieden vom Ausgangsgebiet zu besiedeln. Dies ist jedoch stets mit der Ausbreitung durch den Menschen verbunden. So gehen die großen Vorkommen an den Autobahnen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Ausbesserungsarbeiten mit verunreinigtem Erdmaterial zurück. Dieser Vektor kann auch zu Vorkommen der Ambrosie auf Bauerwartungsland oder sogar in Naturschutzgebieten, wie im NSG „Binnendünen bei Siegenburg“ geschehen (BRANDES & NITZSCHE 2007), führen. Das Material stammt, wie weiter oben beschrieben, zumeist von den größeren Populationen der Art, deren Ursprung aber häufig nicht genau ermittelt werden kann.

Durch den Menschen kann sie grundsätzlich an nahezu jedes Gebiet gelangen, das auch durch ihn erreicht wird. So führt eine unsachgemäße Entsorgung fruchtender Pflanzen, z. B. auf „wilden“ Komposthaufen, zu Beständen an Waldrändern, Feldwegen oder einer großen Anzahl weiterer Habitate. Die Art verfügt über eine sehr große edaphische Amplitude, solange das Störungsregime für die Etablierung förderlich ist. Ob diese Anpassungsfähigkeit durch genetische Veränderungen in Deutschland gefördert wird, ist wegen mangelnden Untersuchungen bisher unbekannt, aber wahrscheinlich.

Zusammenfassung

In der anschließenden Tabelle sind mögliche Schwierigkeiten zusammengefasst, die während der Ausbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* zu neuen Wuchsorten nach aktuellem Kenntnisstand auftreten.

Unter den Problemen in dieser Phase ist die fehlende Verfügbarkeit von geeigneten, effektiven Ausbreitungsvektoren das bedeutendste. Es führt bei Vorkommen aus Vogelfutter, die ohnehin meist sehr klein sind und oftmals nur eine geringe Anzahl von keimfähigen Diasporen erzeugen, dazu, dass sie nur ein lokales Phänomen bleiben. Bei den größeren Beständen aus verunreinigtem Saatgut zeigen sich die Auswirkungen des Problems nicht ganz so stark. Sie können bei günstigen Bedingungen über viele Jahre stabil bleiben, breiten sich aber auch nur durch einige wenige Vektoren aus. Diese Ereignisse finden nur sehr selten statt oder sind räumlich stark begrenzt, so dass die Art auch aus solchen Vorkommen meist eine örtliche Erscheinung bleibt, die z. T. aber beachtliche Ausmaße annehmen kann.

Da bei den meisten Vektoren der Mensch eine herausragende Rolle spielt, liegt es in seiner Verantwortung, dafür zu sorgen, dass sich die Art nicht weiter ausbreitet.

Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 4. Invasionsschrittes: Ausbreitung zu neuen Wuchs- und Standorten

Tabelle 6.4: Das Schema der Auflistung wurde aus der Arbeit von HEGER (2004) aus Gründen der Vergleichbarkeit und Übersichtlichkeit übernommen.

Die **fettgedruckten** Faktoren bezeichnen solche mit negativer Ausprägung, die unter Umständen zum Scheitern der Invasion an diesem Punkt führen könnten. Ein „?“ hinter der Aussage weist darauf hin, dass ohne weitere Untersuchungen keine genauen Angaben zu diesem Punkt gemacht werden können.

In den meisten Fällen gilt die Antwort für beide Einführungsvektoren. Sollte dies nicht anwendbar sein, werden beide Antworten getrennt angegeben: „V“ steht für Vogelfutter und „S“ für Saatgut.

Tab. 6.4: Auflistung der entscheidenden Faktoren für das Überwinden oder die Verhinderung des 4. Invasionsschrittes

Potenzielle Probleme für den Invasor	aufgetreten?
Nicht genügend Nachkommen vorhanden	zum Teil (V) nein (S)
Ausbreitungsmedium nicht verfügbar	nein
Ausbreitungsmedium ermöglicht keinen effektiven Transport	ja (V) zum Teil (S)
Keine weiteren geeigneten Wuchsorte verfügbar	nein

Günstige Arteigenschaften	gegeben?
Fähigkeit zur Produktion zahlreicher Samen oder vegetativer Propagulen	ja
Angepasstheit an Hydrochorie	nein
Angepasstheit an Ausbreitung durch generalistische Tiere	nein
Genetische Anpassungsfähigkeit der Individuen	ja (?)
Breite ökologische Amplitude der Individuen	ja
Genetische Vielfalt der Gesamtpopulation im neuen Gebiet	ja (?)

Günstige Bedingungen im neuen Gebiet	gegeben?
Hemerochore Ausbreitung innerhalb des Gebietes	ja
Wiederholte Einführung und Ausbringung von Diasporen	ja
Anwesenheit generalistischer Verbreiter	nein
Klimatische Ähnlichkeit von Ausgangsgebiet und neuem Gebiet	ja
Standortveränderungen, die geeignete Wuchsorte schaffen	nein (V) ja (S)

6.6. Zusammenfassung

Die Invasionschritte 1. bis 4. zeigen, dass während der Ausbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in Deutschland eine Vielzahl von Schwierigkeiten für die Art aufgetreten sind. Ein Teil davon konnte durch günstige Arteigenschaften oder äußere Einflüsse gelöst werden.

Die bedeutendsten Schwierigkeiten für die Populationen aus verunreinigtem Vogelfutter sind die folgenden Punkte:

- Die Pflanzen gelangen häufig wegen ungünstiger Bedingungen nicht zur Samenreife:
Sie werden wegen ihrer Höhe bekämpft, oder edaphische Ungunst erlaubt nur ein begrenztes Ausreifen der Früchte.
 - Die ineffektiven Vektoren erlauben innerhalb Deutschlands nur eine begrenzte Ausbreitung für die Vorkommen. Dies kann durch das aktive Eingreifen des Menschen, ob gewollt oder ungewollt, z. T. aufgehoben werden
- Diese Faktoren erklärt die meist ephemere Natur der Vorkommen.

Für die persistenten Vorkommen treffen die oben angeführten Punkte nicht im vollen Umfang zu. Für sie gelten die folgenden Faktoren:

- Die Ausbreitungsvektoren für die Populationen sind in Deutschland räumlich stark eingeschränkt:
Landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge transportieren geringe Menge in anhaftendem Erdreich.
Verunreinigtes Erdmaterial kann dagegen, in Abhängigkeit von der vorliegenden Samenbank, eine sehr große Anzahl von Diasporen befördern.

- Die bevorzugten Flächen werden durch den Menschen geschaffen und offen gehalten. Ändert sich die Nutzung, verschwindet auch meist *Ambrosia art.*

→ Das Schaffen und Erreichen von günstigen Wuchsorten wird durch den Menschen gefördert und wäre ohne ihn nicht möglich.

Die Sukzession, als Resultat der fehlenden Störung, führt auf den geeigneten Flächen allerdings meist zu einem raschen Verschwinden der Art. Dies gilt sowohl für die ephemeren als auch die persistenten Vorkommen.

Es ist wichtig anzumerken, dass es sich bei dem Modell um einen idealisierten Prozess handelt, bei dem die einzelnen Schritte oftmals nur ungenügend voneinander getrennt werden können. So gehen die Schritte 3. und 4. meist fließend ineinander über. Daher muss bei den Vorkommen aus den beiden Einführungsvektoren auch deutlich unterschieden werden. Die momentane Lage legt jedoch nahe, dass die „Invasion“ bisher nicht über Schritt 3. hinaus gelangen konnte.

Ohne den menschlichen Einfluss zeigt sich, dass die Art in der freien Natur in dieser Form nicht bestehen kann. Eine konsequente Unterbindung der Einfuhr durch *Ambrosia*-freies Vogelfutter und die Bekämpfung der flächendeckenden Vorkommen würden zu einer raschen Abnahme der Bestände und möglicherweise auch zu ihrem Verschwinden führen. Werden diese Schritte jedoch nicht unternommen, wird sich an der heutigen Lage nur wenig ändern. Die großen Populationen bestehen ohne Kulturänderungen weiter, und die ephemeren Vorkommen werden immer wieder von neuem an verschiedenen Punkten auftauchen.

Unter der Einbeziehung der aufgetretenen Schwierigkeiten muss man nach Anwendung des INVASS-Modells zu dem Schluss kommen, dass *Ambrosia artemisiifolia* L. unter den gegebenen Bedingungen nicht als invasiv eingestuft werden kann. Sie ist nicht in der Lage, ohne menschliche Hilfe in größerem Maßstab neue Wuchsorte zu erobern, bzw. sie kann sie ohne seinen störenden Eingriff nicht über einen längeren Zeitraum besetzt halten.

7. Sinnvolle Maßnahmen zur Begrenzung der Einfuhr und der Bekämpfung der Art

Als vornehmlich synanthrope Art ist *Ambrosia artemisiifolia* vor allem auf die Einfuhr durch den Menschen angewiesen. Die wichtigste Erkenntnis in diesem Zusammenhang ist, dass ohne die anthropogene Einwirkung die Ausbreitung der Ambrosie, in diesem z. T. beachtlichen Ausmaß, nicht möglich gewesen wäre.

Entsprechend ist die **Vermeidung der Einfuhr** der erste und wohl auch sinnvollste Schritt zur Unterbindung einer weiteren Ausbreitung. Durch Änderungen in den allgemeinen Transportbedingungen der letzten Jahrzehnte ist eine Reihe von Einschleppungsvektoren, wie z. B. durch Schüttgut in der Binnenschifffahrt, unbedeutend geworden. Die Beimischung der Art in Vogelfutter, das zumeist aus Ungarn stammt, ist mittlerweile wohl der bedeutendste Einfuhrvektor (NAWRATH & ALBERTERNST: <http://www.ambrosiainfo.de>). Somit ist die Reinigung des Futters, dessen verunreinigter Anteil meist aus Sonnenblumenkernen besteht, von besonderer Bedeutung. Ein einfaches Sieben der Kerne erlaubt eine effektive Trennung der ca. 0,6 cm x 0,3 cm großen *Ambrosia*-Früchte von den wesentlich größeren Sonnenblumenkernen (1,1 cm x 0,7 cm). Lediglich die Entsorgung der in großen Mengen anfallenden Diasporen kann ein Problem darstellen. Eine Kompostierung des Materials ist wegen der Gefahr der Weiterverbreitung durch das entstandene Substrat nicht sinnvoll, es sei denn, es wird danach für einen längeren Zeitraum mit heißem Wasserdampf behandelt. Erfolg versprechender ist eine Verbrennung des angefallenen Materials in Müllverbrennungsanlagen. Das Ziel der Reinigung sollte ein flächendeckendes Angebot von so genanntem „Zertifiziertem Vogelfutter“ sein, das nur eine sehr geringe Anzahl oder im Idealfall gar keine ungewünschten Diasporen enthält. Erste Angebote in dieser Richtung sind sogar schon auf dem Markt vertreten (KLEIN 2007.) Neuere Untersuchungen (ALBERTERNST 2008) ergaben jedoch, dass die ausgewiesenen Produkte z. T. genauso hohe Anteile von *Ambrosia*-Früchten enthalten wie unkontrolliertes Futter. Eine genauere Überwachung der Kontrolle ist daher zwingend notwendig, wenn auf diesem Wege die Einfuhr unterbunden werden soll. Trotz des Auftretens dieser verunreinigten Proben stellt das konsequente Angebot von sauberem Futter wohl den besten Ansatz zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung der Ambrosie dar. Die **Weiterverbreitung** der Art aus bereits kontaminierten Flächen sollte als weiterer wichtiger Punkt ebenfalls kontrolliert und unterbunden werden. Der

Transport durch verunreinigtes Erdreich ist hierfür mengenmäßig der bedeutendste Weg und muss besonders beachtet werden. Da sich die Samenbank von *Ambrosia*, wenn ihre Erneuerung durch fruchtende Pflanzen unterbunden wird, nach eigenen Beobachtungen innerhalb von zwei bis fünf Jahren weitgehend entleert, sollte eine Etablierung von größeren Populationen der Art nach Möglichkeit verhindert werden. Bereits verunreinigtes Erdreich sollte auf keinen Fall zu Ausbesserungsarbeiten verwendet werden. Eine einfache Reinigung ist in diesem Fall nicht möglich. Lediglich aufwendige Methoden, wie eine Dampfsterilisierung oder eine Entleerung der Samenbank durch kontrolliertes Keimen der Art mit anschließender Bekämpfung, sind Erfolg versprechend, wenn auch nicht vollständig. Bei stärker kontaminierten Flächen kann eine Stilllegung z. B. durch Einsaat von *Trifolium*-Arten, die die Keimung von *Ambrosia* durch das Schließen von offenen Keimstellen verhindern, die Weiterausbreitung unterbinden. Eine dauerhafte Lösung kann dies jedoch nur in den seltensten Fällen darstellen. Bei kontaminierten Bereichen, wie z. B. Seitenstreifen von Autobahnen, ist außerdem ein Abschieben der Fläche unbedingt zu vermeiden, da dies viele potentielle Keimstellen schafft und der Art ideale Bedingungen zur Etablierung und späteren Ausbreitung bietet. Die Lagerungen von Erdmaterial auf Halden sollte bei verunreinigtem Material stets mit Planen abgedeckt erfolgen, um die Keimung der Diasporen zu verhindern, die zu einer weiteren Aufstockung der Samenbank führen können.

Je nach Größe der auftretenden Population sind verschiedene Bekämpfungsmaßnahmen möglich und sinnvoll. Ein manuelles Ausreißen ist nur bei kleinen Beständen von bis zu 1000 Individuen effektiv, da der Aufwand bei größeren Populationen zu hoch ist und zu viel Zeit in Anspruch nimmt. Eine zwei- bis dreimalige Mahd, zum ersten Mal kurz vor der Blüte und danach in Abständen von drei bis vier Wochen, dezimiert mittlere und größere Populationen mit mehr als 100 Individuen pro Quadratmeter nachhaltig. Bei allen Bekämpfungsmaßnahmen gilt, dass sich empfindliche Personen entsprechend schützen sollten. Bei nicht blühenden Pflanzen genügen geschlossene Kleidung und Handschuhe. Blühende Pflanzen sollten dagegen von empfindlichen Personen nur mit einer Staubmaske bzw. von Allergikern überhaupt nicht beseitigt werden. Bis zur Blüte können die Individuen bedenkenlos, wie jedes andere Unkraut, entsorgt werden, z. B. durch Kompostierung. Nach der Blüte bzw. bei beginnendem Fruchtansatz besteht bei solch einer Entsorgung die Gefahr der ungewollten Verunreinigung des Komposts.

Daher sollten diese Pflanzen nach Möglichkeit verbrannt oder im Hausmüll entsorgt werden. Bei sehr großen Beständen der Art auf Äckern oder anderen Gebieten kommt eine Herbizidbehandlung in Frage. Diese Maßnahme ist jedoch nur bei solchen landwirtschaftlichen Nutzflächen möglich, die Kulturen tragen, die nicht zu den zweikeimblättrigen Pflanzen gehören. Daher ist die Behandlung für die häufiger befallenen Sonnenblumenfelder nicht möglich, da diese ebenfalls durch das Herbizid geschädigt werden würden.

Ein weiterer möglicher Ausbreitungsvektor sind zudem landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge, die oftmals von mehreren Landwirten genutzt werden und so Diasporen in anhaftendem Material von kontaminierten zu unkontaminierten Flächen befördern können. Daher ist eine Reinigung zumindest zwischen dem Einsatz auf verunreinigten und sauberen Äckern von ausschlaggebender Bedeutung.

Zusätzlich sollte eine abgestimmte Aufklärung von betroffenen Personengruppen wie Landwirten und Straßenverkehrsämtern stattfinden, die ein sicheres Erkennen der Art gewährleistet und sinnvolle Bekämpfungsmaßnahmen vorstellt. Eine Aufklärung von Privatpersonen ist ebenfalls sinnvoll, aber sie sollte vor allem zum Erkennen der häufigen Vorkommen aus Vogelfutter dienen und mögliche Gegenmaßnahmen aufzeigen.

Ein bundesweiter Aufruf zur Bekämpfung der Art erscheint jedoch wegen der möglichen Auswirkungen auf die Bevölkerung, wie man sie z. B. bei der Vogelgrippe beobachten konnte, wenig sinnvoll und sollten entsprechend vermieden werden. Zudem besteht bei Fehlbestimmungen der Art für ähnliche aussehende Pflanzen, wie z. B. verschiedene bedrohte *Artemisia*-Arten, eine erhöhte Gefahr der lokalen Ausrottung (s. dazu LOOS et. al. 2008).

8. Zusammenfassung

Die Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ist aus mehreren Gründen ein interessantes Studienobjekt, weshalb sie in den letzten Jahren stärker in den Fokus von Wissenschaft und Medien getreten ist. Vor allem ihr Potential als spät blühende, pollenallergene Pflanze und der Verdacht sie sei ein konkurrenzstarkes, invasives Unkraut sind für dieses Interesse verantwortlich.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden besonders die Biologie der Art, ihre Populationsdynamik und ihre Konkurrenzkraft untersucht. Dazu wurden zahlreiche Methoden, wie z. B. Keimversuche, das Erheben von morphometrischen Daten durch Vermessungen, Auswiegen und die Bestimmung von Frisch- und Trockenmasse, sowie Stressversuche mit Salzen, Herbiziden und mechanischer Beschädigung durchgeführt. Zusätzlich wurden unter kontrollierten Bedingungen verschiedene Konkurrenzexperimente und in unterschiedlichen Wuchsgebieten der Ambrosie Daueruntersuchungsflächen angelegt. Abschließend wurde durch die Anwendung des INVASS-Modells, gestützt auf die vorhergehenden Untersuchungen und Literaturangaben, das Potential der Ambrosie zur selbstständigen Besiedlung neuer Wuchsorte abgeschätzt.

Die Experimente zur Biologie ergaben, dass *Ambrosia* über eine sehr große Amplitude in Bezug auf die Keimungsparameter, wie die Temperatur oder den Einfluss osmotisch wirksamer Salze, und Stressverträglichkeit gegenüber mechanischer Beschädigung, Salzen und Herbiziden verfügt. Diese Fähigkeiten deuten auf ein hohes Anpassungsvermögen der Art hin, das während der Untersuchungen im Gelände ebenfalls häufig beobachtet werden konnte. Dies bezieht sich besonders auf die Entwicklung von Toleranzen oder Resistenzen gegenüber den oben erwähnten Stressfaktoren, gilt aber auch für ihre hohe morphologische Plastizität, mit der die Art auf unterschiedliche Wuchsbedingungen reagiert. Ein entsprechendes Verhalten zeigt die Ambrosie vor allem in Konkurrenzsituationen, unter denen besonders das Verhältnis der Höhenentwicklung zu der Entwicklung der Seitenzweige stark von der Bestandsdichte, ob nun durch intra- oder interspezifische Konkurrenz, beeinflusst wird. Für die große Anpassungsfähigkeit der Ambrosie spricht außerdem ihr Vermögen, an den unterschiedlichsten Wuchsorten unter den verschiedensten Bedingungen erfolgreich zu wachsen. So ist sie auf trockenen Sandböden ebenso zu finden wie

auf frischen Lößböden. Die besten Wuchsleistungen zeigt die Art aber, unabhängig vom Boden, vor allem bei einer langen, warmen Vegetationsperiode mit durchgehend guter Wasserversorgung. Die genannten Adaptionsmöglichkeiten könnten zwar z. T. den ihr nachgesagten invasiven Charakter der Art bedingen, aber es spricht ebenfalls eine Reihe von Faktoren dagegen. Dazu gehört besonders die schlechte Etablierungsfähigkeit von *Ambrosia*, die dazu vor allem auf offene Keimstellen angewiesen ist. Ohne diese offenen Bereiche keimt die Art meist nicht und ist dementsprechend auch nicht fähig, sich zu reproduzieren. Grund dafür ist die geringe Konkurrenzkraft der Ambrosie im Jugendstadium, die bei Sukzession meist zu ihrem schnellen Verschwinden führt, zumal sie in der Samenbank der betroffenen Bereiche nach eigenen Erkenntnissen nur eine untergeordnete Rolle spielt und sich daraus nicht regenerieren kann. Entsprechend der niedrigen Konkurrenzkraft in der juvenilen Phase hat sie in dicht stehenden oder besonders hochwüchsigen Nutzpflanzenkulturen kaum Einfluss auf den Ertrag und kann sich dort selbst nur selten reproduzieren. In frühen Sukzessionsstadien ist sie aber durchaus fähig, größere Flächen dominant zu besiedeln und dadurch bei niedrigen Kulturpflanzen zu erheblichen Ertragseinbußen zu führen. Daher wird der Pflanze oft nachgesagt, dass sie ein so genanntes „Problemunkraut“ darstelle, das sogar andere Arten vollständig verdrängen könne. Dafür gibt es bisher aber keine Belege, und die seltenen Fälle, in denen die Ambrosie an schützenswerten Bereichen aufgetreten ist, sind stets auf die Einbringung durch den Menschen zurückzuführen. Es sind zwar für trockenrasenähnliche Brachen im Raum Cottbus Beispiele für einen punktuellen Rückgang in der Diversität lokaler Vegetation bekannt, dieser ist allerdings bei natürlicher Sukzession nicht von Dauer. Die Art ist vielmehr eine gesellschaftsoportune Pflanze, die offene Störstellen, ob nun natürlich oder durch den Menschen geschaffen, ausnutzt. *Ambrosia* ist entsprechend auch nicht der Verursacher der Veränderung einer Pflanzengesellschaft, sondern vielmehr der Indikator dieser Änderung. Ein weiterer besonders wichtiger Punkt ist, dass die Ausbreitung der Art stets unmittelbar mit dem Menschen verbunden ist. Es wäre möglich, die wenigen effektiven Vektoren, wie verunreinigtes Vogelfutter, zu unterbinden, die für die stete Einfuhr an Diasporen der Art verantwortlich sind. Dies wurde aus verschiedenen rechtlichen Gründen bisher jedoch nicht durchgeführt und ist bis zu einer Einigung der

verantwortlichen Stellen auf ein konkretes Programm zur Vermeidung der Einfuhr von *Ambrosia* sehr unwahrscheinlich.

Die meisten Vorkommen der Ambrosie sind sehr unbeständig und verschwinden innerhalb von ein bis zwei Jahren wieder nahezu vollständig. Dies ist häufig durch die mangelnde Ausreifung der Diasporen zu begründen, was vor allem auf die Vorkommen aus Vogelfutter zutrifft. Daher zeichnet sich die Art durch eine geringe Persistenz der meist kleinen Bestände aus Vogelfutterbeimischungen aus. Aber selbst die wenigen größeren, beständigen Populationen weisen eine große Dynamik in ihren Bestandsgrößen auf. Entsprechend können auch in diesen Fällen, je nach Wuchsbedingungen, größere Bestände innerhalb kurzer Zeit verschwinden oder an anderer Stelle neue Vorkommen auftauchen. Dabei muss festgestellt werden, dass *Ambrosia* zwar über einen recht langen Zeitraum in einer Region, wie z. B. dem Raum Cottbus, bei ausreichender Menge an verfügbaren Diasporen überdauern kann, dort aber keine konkreten Ausbreitungstendenzen aufweist. Dies konnte u. a. am Beispiel der untersuchten Population in Magdeburg beobachtet werden, die in den Jahren 2005 und 2006 zahlreiche Pflanzen der Art umfasste, aber nicht in der Lage war neue Wuchsorte für sich zu erschließen. Es ist daher wahrscheinlich, dass das vermehrte Auftreten kleiner Bestände der Art in der letzten Zeit auf eine Schärfung der Wahrnehmung durch die Presse zurückzuführen ist und weniger von einer realen Ausbreitung der Art herrührt. Grund für diese Annahme sind vor allem die ineffektiven Vektoren für die Ausbreitung der Art innerhalb Deutschlands und die früher ebenfalls häufig auftretenden kleinen Vorkommen, die nachweislich nicht zu einer flächenhaften Ausbreitung der Ambrosie geführt haben. Die geringen Mengen an Diasporen, die transportiert werden, erlauben meist keine dauerhaft erfolgreiche Etablierung der Art. Daher muss man nach heutigem Wissensstand davon ausgehen, dass *Ambrosia artemisiifolia* nicht als invasiv eingestuft werden kann, wie es auch die Anwendung des INVASS-Modells ergab.

Eine Unterbindung der weiteren Einfuhr von Diasporen der Art bzw. eine kontrollierte Bekämpfung großer Populationen zur Verminderung der Pollenausbreitung erscheinen aus Gründen der Erhaltung der Volksgesundheit aber trotzdem sinnvoll. Dagegen ist eine „Hexenjagd“ auf die Ambrosie, wie sie von manchen Wissenschaftlern vorangetrieben wird, alleine schon aus Kostengründen und wegen der Verunsicherung der Öffentlichkeit nicht angebracht.

9. Literaturverzeichnis

ALBERTERNST, B. (2008): Mitteilung im Rahmen des *Ambrosia*-Workshops in Braunschweig, Dezember 2008.

ALBERTERNST, B., S. NAWRATH & F. KLINGENSTEIN (2006): Biologie, Verbreitung und Einschleppungswege von *Ambrosia artemisiifolia* in Deutschland und Bewertung aus Naturschutzsicht. – Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 58 (11): 279-285.

ARMESTO, J. J. & S. T. A. PICKETT (1985): Experiments on disturbance in old-field plant communities: Impact on species richness and abundance. – Ecology, 66 (1): 230-240.

BALLARD, T. O., M. E. FOLEY & T. T. BAUMAN (1996): Response of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) and Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*) to Postemergence Imazethapyr. – Weed Science, 44: 248-251.

BASKIN, J. M. & C. C. BASKIN (1977): Dormancy and germination in seeds of common ragweed with reference to Beal's buried seed experiment. – American Journal of Botany, 64 (9): 1174-1176.

BASKIN, J. M. & C. C. BASKIN (1980): Ecophysiology of Secondary Dormancy in Seeds of *Ambrosia artemisiifolia*. – Ecology, 61 (3): 475-480.

BASSET I. J. & C. W. CROMPTON (1975): The biology of Canadian weeds. 11. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* DC. – Canadian Journal of Plant Science, 55: 463-476.

BENKERT, D., F. FUKAREK & H. KORSCH (1996): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands. Hrsg. v. D. Benkert – Jena, Fischer Verlag: 615 S.

BÉRES, I., G. KAZINCZI & S. S. NARWAL (2002): Allelopathic plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. Syn *A. artemisiifolia*). – *Allelopathy Journal*, 9 (1): 27-34.

BHOWMIK, P. C. & J. D. DOLL (1984): Allelopathic Effects of Annual Weed Residues on Growth and Nutrient Uptake of Corn and Soybeans. – *Agronomy Journal*, 76 (3): 383-388.

BOHREN, C., MERMILLOD, G. & N. DELABAYS (2007): Chemical, mechanical and combined control of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – efficiency and effects on capacity of reproduction. – 9 S., nicht publiziert.

BOLLINGER, E. K., S. J. HARPER & G. W. BARRETT (1991): Effects of Seasonal Drought on Old-field Plant Communities. – *The American Midland Naturalist*, 125: 114-125.

BRANDES, D (2005): Zum aktuellen Vorkommen von *Ambrosia artemisiifolia* in Slowenien 2005. – www.biblio.tu-bs.de/geobot/lit/ambrosia_slo.pdf

BRANDES, D. & C. EVERS (1997): Das Erweiterungsgelände des Botanischen Gartens in Braunschweig. – *Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Beih.* 2: 62 S.

BRANDES, D. & D. GRIESE (1984): zum Vorkommen wärmeliebender Adventivpflanzen im östlichen Niedersachsen. – *Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens*, 37: 57-60.

BRANDES, D. & M. MÜLLER (2004): *Artemisia annua* L. – ein erfolgreicher Neophyt in Mitteleuropa? – *Tuexenia*, 24: 339-358.

BRANDES, D. & J. NITZSCHE (2006): Biology, introduction, dispersal and distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) with special regards to Germany. – *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 58 (11): 286-291.

BRANDES, D. & J. NITZSCHE (2007): Verbreitung, Ökologie und Soziologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. in Mitteleuropa. – *Tuexenia*, 27: 167-194.

BRENNAN, T., R. WILLEMSSEN, T. RUDD & C. FRENKEL (1978): Interaction of Oxygen and Ethylene in the Release of Ragweed Seeds from Dormancy. – *The Botanical Gazette*, 139 (1): 46-49.

BRÜCKNER, D. J., A. LEPOSSA & Z. HERPAI (2003): Inhibitory effect of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) inflorescence extract on the germination of *Amaranthus hypochondriacus* L. and growth of two soil algae. – *Chemosphere*, 51: 515-519.

BUHLER, D. D. (1997): Effects of tillage and light environment on emergence of 13 annual weeds. – *Weed Technology*, 11: 496-501.

CAHILL, J. F. & B. B. CASPER (1999): Growth Consequences of Soil Nutrient Heterogeneity for two Old-field Herbs, *Ambrosia artemisiifolia* and *Phytolacca americana*, Grown Individually and in Combination. – *Annals of Botany*, 83: 471-478.

CECCHI, L., M. MORABITO, M. P. DOMENEGHETTI, A. CRISCI, M. ONORARI & S. ORLANDINI (2006): Long distance transport of ragweed pollen as potential cause of allergy in central Italy. – *Annals of allergy, asthma & immunology*, 96 (1): 86-91.

CHAKRABARTI, A. G. (1977): Effects of Temperature Shift on Weed Seed Germination. – *Castanea*, 42 (2): 279-285.

CHAUVEL, B., F. DESSAINT, C. CARDINAL-LEGRAND & F. BRETAGNOLLE (2006): The historical spread of *Ambrosia artemisiifolia* L. in France from herbarium records. – *Journal of Biogeography*, 33: 665-673.

CHIKOYE, D., S. F. WEISE & C. J. SWANTON (1995): Influence of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Time of Emergence and Density on White Bean (*Phaseolus vulgaris*). – *Weed Science*, 43: 375-380.

CLEMENT, E. J. & M. C. FOSTER (1994): Alien plants of the British Isles. – Botanical Society of the British Isles, London: XVIII, 590 S.

CROWELL, H. F. & R. E. J. BOERNER (1988): Influences of mycorrhizae and phosphorus on belowground competition between two old-field annuals. – Environmental and Experimental Botany, 28 (4): 381-392.

DEEN, W., T. HUNT & C. J. SWANTON (1998a): Influence of temperature, photoperiod and irradiance on phenological development of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). – Weed Science, 46: 555-560.

DEEN, W., L. A. HUNT & C. J. SWANTON (1998b): Photothermal time describes common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) phenological development and growth. – Weed Science, 46: 561-568.

DERNOVICI, S. A., M. P. TESHLEK & A. K. WATSON (2006): Is sunflower (*Helianthus annuus*) at risk to damage from *Ophraella communa*, a natural enemy of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*)? – Biocontrol Science and Technology, 16 (7-8): 669-686.

DICKERSON, C. T. & R. D. SWEET (1971): Common ragweed ecotypes. – Weed Science, 19: 64-66.

DIMITROV, D. S. & R. TZONEV (2002): On the distribution of *Ambrosia artemisiifolia* L. (*Asteraceae*) in Bulgaria. – Phytologia Balcanica, 8 (1): 31-33.

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

DITOMMASO, A. (2004): Germination behavior of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) populations across a range of salinities. – Weed Science, 52 (6): 1002-1009.

ELIÁŠ, P. (1987): Changes in synanthropic flora and vegetation of western Slovakia throughout last forty years. – In: SCHUBERT, R. & W. HILBIG, Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. Martin-Luther-Universität, Halle: 158-175.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. stark veränd. u. verb. Aufl. – Stuttgart, Ulmer Verlag: 1096 S.

ESSL, F. (2004): Bemerkenswerte Pflanzenfunde aus Nordtirol und Kärnten. – Linzer biologische Beiträge, 36 (1): 201-204.

EVANLYO, G. K. & G. W. ZEHNDER (1989): Common Ragweed Interference in Snap Beans at Various Soil Potassium Levels. – Applied Agricultural Research, 4 (2): 101-105.

GARBUTT, K., W. E. WILLIAMS & F. A. BAZZAZ (1990): Analysis of the differential response of five annuals to elevated CO₂ during growth. – Ecology, 71 (3): 1185-1194.

GARVE, E. (2007): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. – Hannover, Niedersächsischer Landebetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz: 507 S.

GATTERER, K. & W. NEZADAL (2003): Flora des Regnitzgebietes. 2 Bd. – Echingen, IHW-Verlag: 1058 S.

GEHLKEN, B. (1997): *Ambrosia artemisiifolia* L. und *Panicum miliaceum* L. in einer Wegmalvenflur (*Urtico-Malvetum neglectae* Lohm. In Tx. 1950) in Spiekerhausen (Gemeinde Stauffenberg/Süd-niedersachsen). – Floristische Rundbriefe, 31: 159-161.

GENTON, B. J., A. SHYKOFF & T. GIRAUD (2005a): High genetic diversity in French invasive populations of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, as a result of multiple sources of introduction. – Molecular Ecology, 14: 4275-4285.

GENTON, J. B., P. M. KOTANEN, P-O. CHEPTOU, C. ADOLPHE & J. A. SHYKOFF (2005b): Enemy release but no evolutionary loss of defence in a plant invasion: an inter-continental reciprocal transplant experiment. – *Oecologia*, 146: 404-414.

GOLDBERG, D. E. & T. E. MILLER (1990): Effect of different resource additions on species diversity in an annual plant community. – *Ecology*, 71 (1): 213-225.

HAEUPLER, H. & P. SCHÖNFELDER (1988): Atlas der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg. v. H. Haeupler u. P. Schönfelder. – Stuttgart, Ulmer Verlag: 768 S.

HAEUPLER, H. & R. WISSKIRCHEN (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Hrsg. v. Bundesamt f. Naturschutz. – Stuttgart, Ulmer Verlag: 765 S.

HAGER, A. G., K. A. RENNER, O. SCHABENBERGER & D. PENNER (1999): Soil Moisture, Relative Humidity and Bentazon Affect Imazethapyr Absorption and Translocation in Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). – *Weed Technology*, 13: 320-323.

HARTMANN H. & A. K. WATSON (1980): Damage to Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) Caused by the White Rust Fungus (*Albugo tragopogi*). – *Weed Science*, 28 (6): 632-635.

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

HEGI, G. (1979): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. IV, 2., völlig Neubearb. Aufl. hrsg. u. bearb. v. G. WAGENITZ. – Berlin. XLIV, 366 S.

HEINDL, B. (1992): Untersuchung zur ökologischen und geographischen Gliederung der Straßenbegleitvegetation. – *Dissertationes Botanicae* 186, X S.

HIROSE, T., D. D. ACKERLY, M. B. TRAW & F. A. BAZZAZ (1996): Effects of CO₂ elevation on canopy development in the stands of two co-occurring annuals. – *Oecologia*, 108: 215-223.

HUANG, J. W. & S. D. CUNNINGHAM (1996): Lead phytoextraction: species variation in lead uptake and translocation. – *New Phytologist*, 134: 75-84.

HYDER, M. B. & G. W. BARRETT (1986): Effects of nutrient enrichment on the producer trophic level of a six-year old-field community. – *Ohio Journal of Science*, 86 (1): 10-14.

IGRC, J., C. J. DELOACH & V. ZLOF (1995): Release and Establishment of *Zygogramma suturalis* F. (Coleoptera: Chrysomelidae) in Croatia for Control of Commun Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). – *Biological Control*, 5: 203-208.

IKEDA, H. (2003): Testing the intermediate disturbance hypothesis on species diversity in herbaceous plant communities along a human trampling gradient using a 4-year experiment in an old-field. – *Ecological Research*, 18:185-197.

IRWIN, D. L. & L. W. AARSSSEN (1996): Testing for cost of apical dominance in vegetation: a field study of three species. – *Annales Botanici Fennici* 33: 123-128.

IVERSEN, J. (1936): Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung. – Kopenhagen, Munksgaard & Munksgaard: 224 S.

JACKSON, J. R. & R. W. WILLEMSEN (1976): Allelopathy in the First Stages of Secondary Succession on the Piedmont of New Jersey. – *American Journal of Botany*, 63 (7): 1015-1023.

JÄGER, E. J. & K. WERNER (2005): Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland: Gefäßpflanzen: Kritischer Band, Bd. 4, 10. bearb.Aufl. – München, Spektrum Akad. Verlag: 980 S.

JAROLÍMEK, I., M. ZALIBERNOVÁ, L. MUCINA & S. MOCHNACKÝ (1997): Rastlinné spoločenstvá Slovenska: 2. Synantropná vegetácia. – Veda, Bratislava: 416 S.

JENTSCH, H. (1974): Über *Ambrosia artemisiifolia* L. im Kreis Calau. – Niederlausitzer floristische Mitteilungen, 7: 54-55.

JENTSCH, H. (2007): Zum Vorkommen der Beifußblättrigen Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in der mittleren Niederlausitz. – Biologische Studien, Luckau, 36: 15-28.

KAZINCZI, G., I. BÉRES, R. NOVÁK, K. BÍRÓ & Z. PATHY (2008a): Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): A Review with special regards to the results in Hungary: I. Taxonomy, origin and distribution, morphology, life cycle and reproduction strategy. – Herbologia, 9 (1): 55-91.

KAZINCZI, G., I. BÉRES, Z. PATHY & R. NOVÁK (2008b): Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): A Review with special regards to the results in Hungary: II. Importance and harmful effect, allergy, habitat, allelopathy and beneficial characteristics. – Herbologia, 9 (1): 92-118.

KAZINCZI, G., R. NOVÁK, Z. PATHY & I. BÉRES (2008c): Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): A Review with special regards to the results in Hungary: III. Resistant biotypes, control, methods and authority arrangements. – Herbologia, 9 (1): 119-144.

KISS, L. & I. BÉRES (2006): Anthropogenic factors behind the recent population expansion of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in Eastern Europe: is there a correlation with political transitions? – Journal of Biogeography, 33 (12): 2156-2157.

KLEIN, M. (2007): Piep, piep, piep – das ist aber gar nicht lieb. – Ökotest, 12 / 2007: 112-115.

KLEINBAUER, I., S. DULLINGER, F. ESSL & J. PETERSEIL (2006): Ein allergener Neophyt und seine potentielle Ausbreitung in Österreich – Arealodynamik der Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) unter dem Einfluss des Klimawandels. – VINCA – Institut für Naturschutzforschung und Ökologie GmbH & Umweltbundesamt Ges.m.b.H., 47 S.

KLOTZ, J. (2006): Zur Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* L. bei Regensburg. – Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft, 67: 471-484.

KOSOLA, K. R. & K. L. GROSS (1999): Resource competition and suppression of plants colonizing early successional old fields. – *Oecologia*, 118: 69-75.

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

LEIBLEIN, M. (2008): Untersuchungen zur Biomasse-Entwicklung und Konkurrenzbiologie des invasiven Neophyten *Ambrosia artemisiifolia*. – 97 S., nicht publiziert.

LEIF, J. W., J. L. VOLLMER, T. J. HARTBERG & T. O. BALLARD (2000): Growth and Response of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Ecotypes to Imazethapyr. – *Weed Technology*, 14: 150-155.

LOOK, E.-R. (1984): Geologische Wanderkarte Braunschweiger Land 1:100000. – Hrsg. v. d. Stadt Königslutter, d. Naturhist. Ges. Hannover u. d. Nieders. Landesamt f. Bodenforschung.

LOOS, G. H., P. KEIL, D. BÜSCHER & P. GAUSMANN (2008): Beifuss-Ambrosie (*Ambrosia elatior* L. Asteraceae) im Ruhrgebiet nicht invasiv. – *Floristische Rundbriefe*, 41: 15-25

MARTINEZ, M. L., G. VÁZQUEZ, D. A. WHITE, G. THIVET & M. BRENGUES (2002): Effect of burial by sand and inundation by fresh- and seawater on seed germination of five tropical beach species. – *Canadian Journal of Botany*, 80: 416-424.

MCFADYEN, R. E. & K. WEGGLER-BEATON (2000): The Biology and Host Specificity of *Liothrips* sp. (Thysanoptera: Phlaeothripidae), an Agent Rejected for Biocontrol of Annual Ragweed. – *Biological Control*, 19: 105-111.

MCKONE, M. J. & D. W. TONKYN (1986): Intrapopulation gender variation in common ragweed (Asteraceae: *Ambrosia artemisiifolia* L.), a monoecious, annual herb. – *Oecologia*, 70 (1): 63-67.

MEDVE, R. J. (1984): The mycorrhizae of pioneer species in disturbed ecosystems in western Pennsylvania. – *American Journal of Botany*, 71 (6): 787-794.

MILLER, T. E. (1994): Direct and indirect species interactions in an early old-field plant community. – *The American Naturalist*, 143 (6): 1007-1025.

MILLER, T. E. & P. A. WERNER (1987): Competitive effects and responses between plant species in a first-year old-field community. – *Ecology*, 68 (5): 1201-1210.

MUTCH, D. R., T. E. MARTIN & K. R. KOSOLA (2003): Red Clover (*Trifolium pratense*) Suppression of Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in Winter Wheat (*Triticum aestivum*). – *Weed Technology*, 17: 181-185.

OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensozioologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete, 8. stark überarb. u. erg. Aufl. – Stuttgart, Ulmer Verlag: 1051 S.

PÁL, R (2004): Invasive plants threaten segetal weed vegetation of South Hungary. – *Weed Technology*, 18: 1314-1318.

PAQUIN, V. & L. W. AARSEN (2004): Allometric Gender Allocation in *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) has Adaptive Plasticity. – *American Journal of Botany*, 91 (3): 430-438.

PATZOLDT, W. L., P. J. TRANEL, A. L. ALEXANDER & P. R. SCHMITZER (2001): A common ragweed population resistant to cloransulam-methyl. – *Weed Science*, 49: 485-490.

PENNINGS, S. C., C. M. CLARK, E. E. CLELAND, S. L. COLLINS, L. GOUGH, K. L. GROSS, D. G. MILCHUNAS & K. N. SUDING (2005): Do individual plant species show predictable responses to nitrogen addition across multiple experiments? – *Oikos*, 110: 547-555.

PICHEL, J., K. KUROIWA & H. T. SAWYER (2000): Distribution of Pb, Cd and Ba in soils and plants of two contaminated sites. – *Environmental Pollution*, 110 : 171-178.

PICKETT, S. T. & J. M. BASKIN (1973): The role of temperature and light in the germination behavior of *Ambrosia artemisiifolia*. – *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 100: 165-170.

PINKE, G. (2000): Die Ackerwildkraut-Gesellschaften extensiv bewirtschafteter Felder in der kleinen Ungarischen Tiefebene. – *Tuexenia*, 20: 335-364.

PINKE, G. R. PÁL, G. KIRÁLY & A. MESTERHÁZY (2008): Conservational importance of the arable weed vegetation on extensively managed fields in western Hungary. – *Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue XXI*: 447-452.

POPPENDIECK, H.-H. (2007): Die Gattungen *Ambrosia* und *Iva* (Coppositae) in Hamburg, mit einem Hinweis zur Problematik der *Ambrosia*-Bekämpfung. – *Berichte des Botanischen Vereins zu Hamburg*, 23: 53-70.

RAYNAL, D. J. & F. A. BAZZAZ (1975): Interference of Winter Annuals *with Ambrosia artemisiifolia* in Early Successional Fields. – *Ecology*, 56: 35-49.

REZNIK, S. Y., S. A. BELOKOBYL'SKIY & A. L. LOBANOV (1994): Weed and herbivorous insect population densities at the broad spatial scale: *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Zygogramma suturalis* F. (Col., Chrysomelidae). – Journal of Applied Entomology, 118 (1): 1-9.

ROTHROCK, P. E., E. R. SQUIERS & S. SHEELEY (1993): Heterogeneity and size of a persistent seedbank of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Setaria faberii* Herrm. – Bulletin of the Torrey Botanical Club, 120 (4): 417-422.

RYBALKO, K. S. & O. A. KONOVALOVA (1979): Lactones of *Ambrosia artemisiifolia*. – Khimiya Prirodnikh Soedinenii, 4: 578-579.

SAINT-LOUIS, S., A. DITOMMASO & A. K. WATSON (2005): A common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) biotype in southwestern Québec resistant to Linuron. – Weed Technology, 19: 737-743.

SCHNEIDER, E. (1996): Pioniervegetation kurzlebiger Arten an der mittleren Loire und dem unteren Allier. – In: Braunschweiger Kolloquium zur Ufervegetation von Flüssen. Hrsg. v. D. BRANDES, Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Bd. 4.: S. 309-322.

SCHUBERT, R. & G. WAGNER (1993): Botanisches Wörterbuch. 11. Aufl. – Stuttgart, Ulmer Verlag: 640 S.

ŠILC, U. (2002): *Odontito-Ambrosietum* Jarolímek et al. 1997 - a ruderal association new to Slovenia. – Acta Botanica Croatica, 61 (2): 179-198.

ŠILC, U. & P. KOŠIR (2006): Synanthropic vegetation of the city of Kranj (Central Slovenia). – Hacquetia, 5 (1): 213-231.

SLUIS W. J. (2002): Patterns of species richness and composition in re-created grassland. – Restoration Ecology, 10 (4): 677-684.

SONG, J.-S. & B. PROTS (1998): Invasion of *Ambrosia artemisiifolia* L. (Compositae) in the Ukrainian Carpathian Mts. and the Transcarpathian Plain (Central Europe). – Korean Journal of Botanical Science, 2: 209-216.

SQUIERS, E. R. (1989): The effects of seasonal timing of disturbance on species composition in a first-year oldfield. – Bulletin of the Torrey Botanical Club, 116 (4): 356-363.

STIEGLITZ, W. (1981): Die Adventivflora des Neusser Hafens in den Jahren 1979 und 1980. – Göttinger floristische Rundbriefe, 15: 45-51.

STINSON, K. A. & F. A. BAZZAZ (2005): CO₂ enrichment reduces reproductive dominance in competing stands of *Ambrosia artemisiifolia* (common ragweed). – Oecologia.

SZIGETVÁRI, C. (2002): Distribution and phytosociological relations of two introduced plant species in an open sand grassland area in the Great Hungarian Plain. – Acta Botanica Hungarica, 44 (1-2): 163-183.

TILMAN, D. (1986): Nitrogen-limited growth in plants from different successional stages. – Ecology, 67 (2): 555-563.

TIX, D. & I. CHARVAT (2005): Aboveground biomass removal by burning and raking increases diversity in a reconstructed prairie. – Restoration Ecology, 13 (19): 20-28.

TOMKINS, D. J. & W. F. GRANT (1974): Differential response of 14 weed species to seven herbicides in two plant communities. – Canadian Journal of Botany, 52: 525-533.

URBANSKA, K. M. (1992): Populationsbiologie der Pflanzen. – Stuttgart, Gustav Fischer Verlag: 374 S.

VERLOOVE, F. (2002): Ingeburgerde plantensoorten in Vlaanderen. – Med. Instituut voor Natuurbehoud, 20: 1-227.

VERLOOVE, F. (2003): Graanadventieven nieuw voor de Belgische flora, hoofdzakelijk in 1999 en 2000. – *Dumortiera*, 80: 45-53.

VINCENT, G. & M. AHMIM (1985): A note on the behavior of *Ambrosia artemisiifolia* after mowing. – *Phytoprotection*, 66: 165-168.

VIȚALARIU, G. (1973): Contribuții la cunoașterea vegetației rudérale din Moldova. – Muzeul de științele naturii Bacău, studii și comunicări (1973): 333 – 341 Bacău.

WAYNE P., S. FOSTER, J. CONNOLLY, F. BAZZAZ & P. EPSTEIN (2002): Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres. – *Annals of allergy, asthma & immunology*, 88 (3): 279-282.

WILLEMSSEN, R. W. & E. L. RICE (1972): Mechanism of Seed Dormancy in *Ambrosia artemisiifolia*. – *American Journal of Botany*, 59 (3): 248-257.

WILLEMSSEN, R. W. (1975): Dormancy and germination of common ragweed seeds in the field. – *American Journal of Botany*, 62 (6): 639-643.

ZISKA, L. H. & F. A. CAULFIELD (2000): Rising CO₂ and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), a known allergy-inducing species: implications for public health. – *Australian Journal of Plant Physiology*, 27: 893-898.

ZISKA, L. H. (2002): Sensitivity of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) growth to urban ozone concentrations. – *Functional Plant Biology*, 29: 1365-1369.

ZISKA, L. H., K. GEORGE & D. A. FRENZ (2007): Establishment and persistence of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in disturbed soil as a function of an urban-rural macro-environment. – *Global Change Biology*, 13: 266-274.

ZWERGER, P. & T. EGGERS (2008): *Ambrosia artemisiifolia* in Mais: Entwicklung und Konkurrenz. – In: *Dynamik der synanthropen Vegetation*. Hrsg. v. C. EVERS, Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Bd. 9.: S. 531-538.

Weitere Internetquellen:

<http://www.ambrosiainfo.de> (vidi 02.02.2009)

<http://www.braunschweig.de> (vidi 19.06.2008)

<http://www.cottbus.de> (vidi 19.06.2008)

http://www.cps-skew.ch/deutsch/ambr_art_d.pdf (vidi 19.06.2008)

<http://www.klimadiagramme.de> (vidi 19.06.2008)

<http://www.magdeburg.de> (vidi 19.06.2008)

<http://www.wetter.cp55.de> (vidi 19.06.2008)

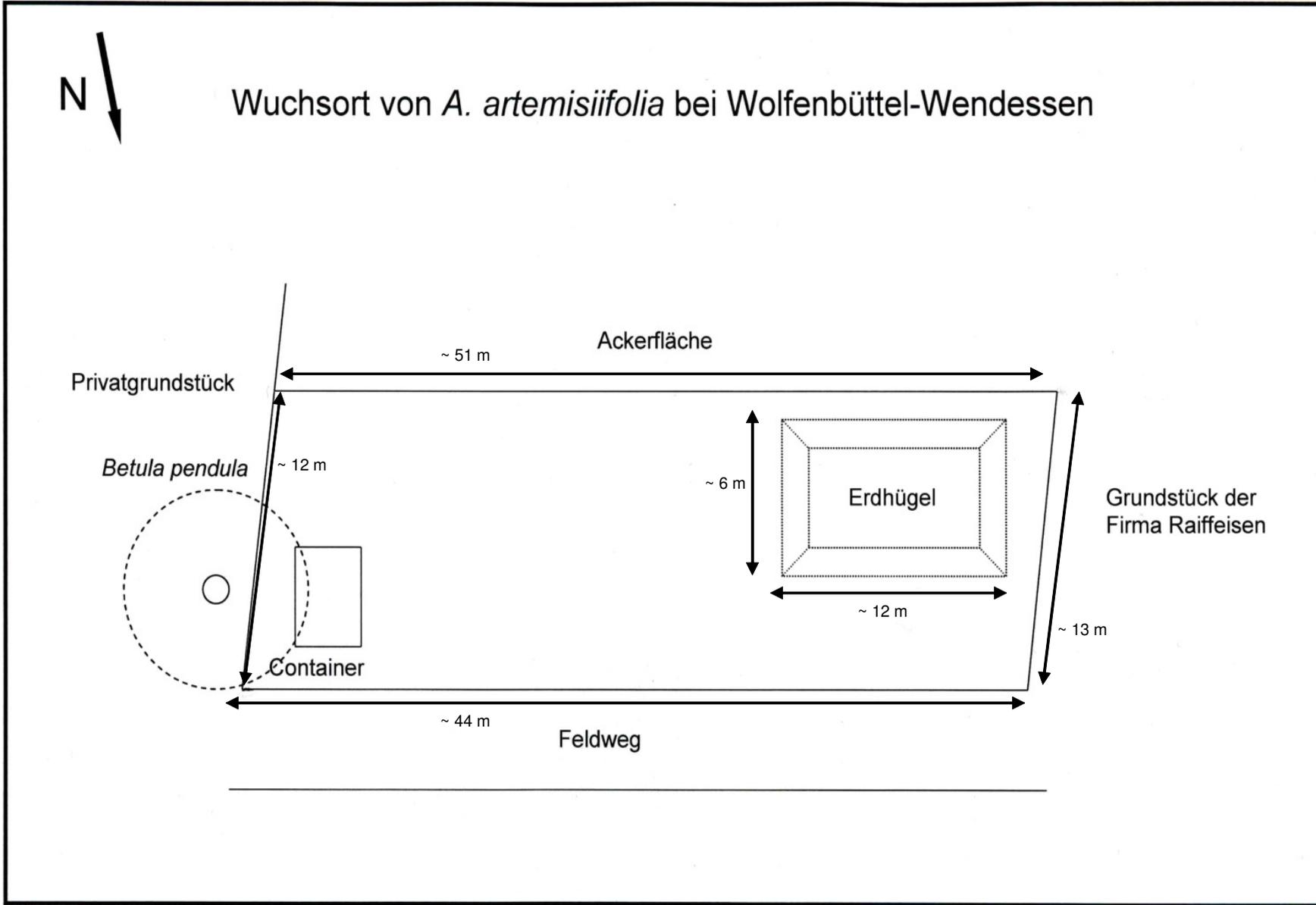


Abb. 10.1: Untersuchungsfläche in Wolfenbüttel-Wendessen: Übersicht.

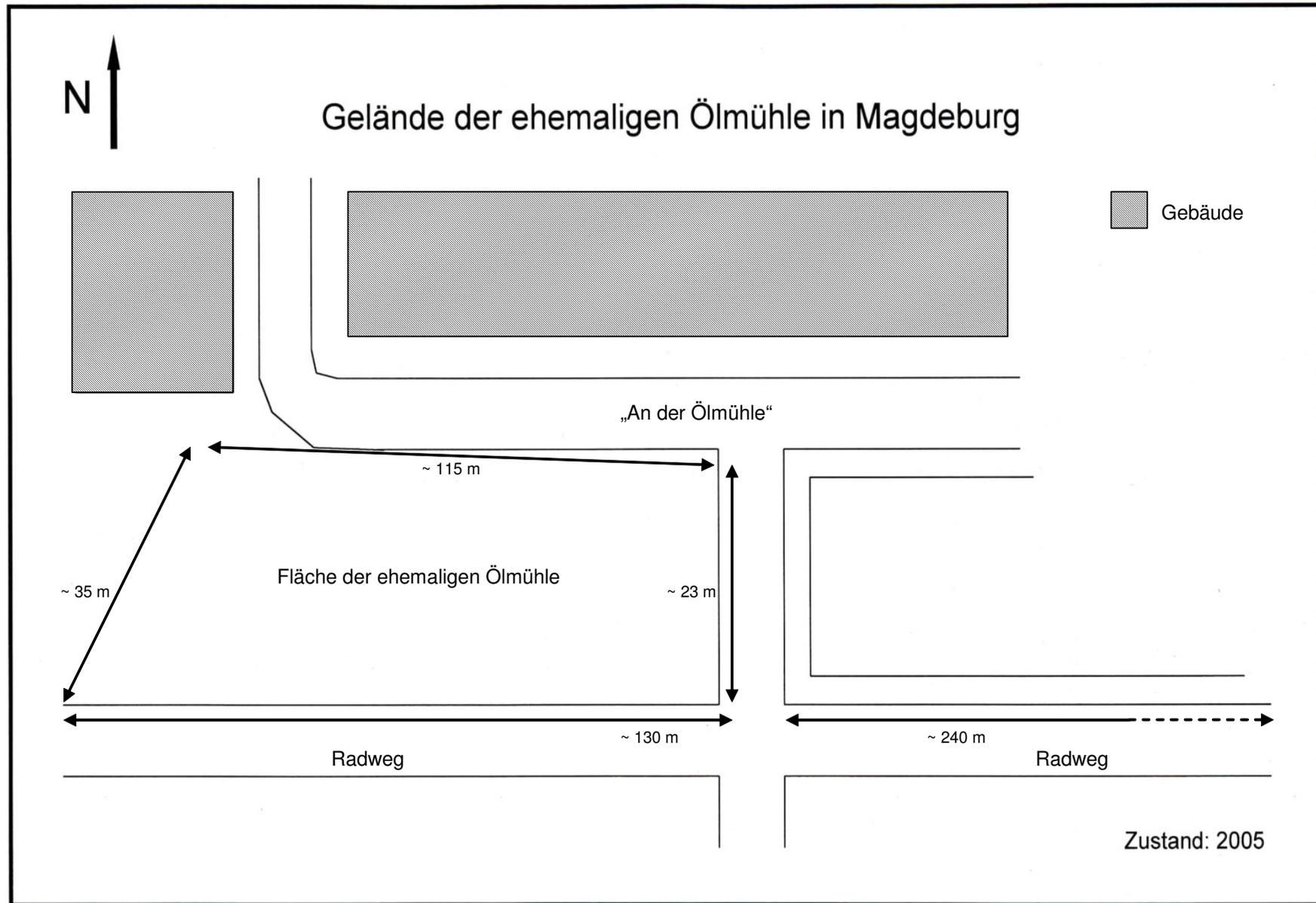


Abb. 10.2: Untersuchungsfläche in Magdeburg: Übersicht.

10.2. Untersuchungen zur Biologie von *Ambrosia artemisiifolia* L.

10.2.1. Experimente mit Früchten der Ambrosie

Tab. 10.1: Tabelle der durchgeführten Keimversuche

Versuch	Herkunft	Menge	Kultur	Temperatur	Medium	Zeitraum	Wochen
4.1.2.1.1 Hauptversuch	BS 07 S -	je 30	Klima.	18 / 10 °C	s H ₂ O	22.01.- 23.06.08	je 22
	BS 07 S -	20	Klima.	18 / 10 °C	s H ₂ O	22.01.- 23.06.08	22
	BS 08 S -	30	Klima.	18 / 10 °C	s H ₂ O	22.01.- 23.06.08	22
	DAN 07, S -	30	Klima.	18 / 10 °C	s H ₂ O	22.01.- 23.06.08	22
4.1.2.1.2 Vorversuch	GÖ 04 S -	10	Klima.	18 °C	s H ₂ O	04.04.- 05.08.05	8
	MZ 04 S -	10	Klima.	18 °C	s H ₂ O	04.04.- 05.08.05	8
	OL 04 S + / -	je 10	Klima.	18 °C	s H ₂ O	04.04.- 05.08.05	je 8
	HU 04 S -	10	Klima.	7; 18; 28 °C	s H ₂ O	04.04.- 05.08.05	je 8
4.1.2.1.2 Hauptversuch	BS 05 S+	je 200	Klima.	7; 18; 25 °C 7 → 18 °C	s H ₂ O	01.09.- 24.11.06	je 12
	BS 05 S+	je 200	Klima.	18 °C 18 / 7 °C	s H ₂ O	20.06.07- 18.01.08	je 15
4.1.2.1.3	BS 06 S+	je 200	Klima.	18 °C	s H ₂ O	09.01.- 25.04.07	je 7
4.1.2.1.4	BS 05 S+	je 100	Gew.	-	Erde	15.05.- 04.10.06	je 11 / 7
4.1.2.1.5	BS 05 S+	je 100	Gew.	-	Erde	28.06.- 04.10.06	je 5
4.1.2.1.6	GÖ 04 S -	20	Klima.	25 / 15 °C	s H ₂ O	Jan.2006- Jan.2007	13 x 11
	BS 05 S + / -	je 20	Klima.	25 / 15 °C	s H ₂ O	Jan.2006- Jan.2007	13 x 11
	GÖ 04 S -	50	Gew.	-	Erde	Jun.2007- Nov.2007	6 x 14 1 x 7
	BS 06 S + / -	je 50	Gew.	-	Erde	Jun.2007- Nov.2007	6 x 14 1 x 7
4.1.2.1.7	BS 05 S+	100	Lab.	Zimmertemp.	s H ₂ O	12.05.- 31.07.06	12
4.1.2.1.8	BS 05 S+	je 200	Klima.	25 / 15 °C	NaCl- Lösung	11.04.- 31.07.06	je 16
	BS 05 S+	je 200	Klima.	25 / 15 °C	KNO ₃ - Lösung	11.04.- 31.07.06	je 16
	BS 05 S+	je 200	Klima.	25 / 15 °C	Na ₂ SO ₄ - Lösung	11.04.- 31.07.06	je 16

Legende zu Tab. 10.1:

Herkunft

BS, GÖ, usw.: Angabe des Herkunftsortes mit Kfz-Kennzeichen, gefolgt von dem Sammlungsjahr. DAN bezeichnet die Probe aus Gartow.

S + / -: Stratifiziert (S +) bzw. unstratifiziert (S -).

Kultur

Klima.: Klimaschrank, mit geregelter Temperatur

Gew.: Gewächshaus, ohne geregelte Temperatur

Lab.: Labor, bei Zimmertemperatur

Temperatur

7 → 18 °C: Überführung von der einen auf die andere Temperatur nach einem bestimmten Zeitraum.

25 / 15 °C: Temperaturwechsel nach Tag / Nacht-Rhythmus (14 bzw. 10 Std.).

Medium

s H₂O: Sterilisiertes Leitungswasser.

Alle Versuche sind unter Kapitel 4.1.2. genau ausgeführt.

10.2.2. Morphologische Daten und Entwicklung

10.2.2.1. Morphologischer Aufbau und Höhenentwicklung von *Ambrosia*-Individuen



Abb. 10.3: Maximale Höhenentwicklung im Konkurrenzversuch mit *Beta* (2007)
Länge des Maßstabes (re.): 200 cm



Abb. 10.4: Bestandsbedingte unterschiedliche Verzweigung von *Ambrosia* (2007)

Bildmitte: unterdrückte Seitenzweigung in der Bestandsmitte

Rechts: normale Seitensprossbildung am Betrand



Abb. 10.5 – 10.7: Einfluss von Konkurrenz auf die Ausbildung der Seitensprosse

Von links nach rechts: starke, schwache und ohne Konkurrenz

10.2.2.2. Verteilung der Anzahl von Diasporen pro Individuum und deren Gewicht bei unterschiedlicher Herkunft



Abb. 10.8: Verschiedene Früchte von *Ambrosia artemisiifolia* (2007)
Oben, links nach rechts: Ungarn (05), Cottbus (06), Göttingen (04)
Unten, links nach rechts: Magdeburg (06), Braunschweig (05 u. 06)

10.2.2.3. Biomassebestimmung

Verteilung der Individuen auf die einzelnen Becken (Hauptversuch):

- Becken 1: 15 Pflanzen
- Becken 2: 10 Pflanzen
- Becken 4: 10 Pflanzen
- Becken 5: 6 Pflanzen
- Becken 6: 15 Pflanzen
- Becken 8: 9 Pflanzen



Abb. 10.9 – 10.10: Wurzeln von *Ambrosia* in Sandboden

Links: Habitus

Rechts, Bildmitte: durchwachsenes Lehmknöllchen (Kreis)

10.2.3. Versuche zur Stresstoleranz der Pflanzen

10.2.3.1 Versuche zur Stresstoleranz von Jungpflanzen von *A. artemisiifolia* L.

Die unten angegebenen Abbildungen (Abb. 10.11 bis 10.21) stellen jeweils alle untersuchten Parameter der einzelnen Varianten in vereinigter Form dar. Die Einheit ist die Anzahl der betreffenden Pflanzenorgane, mit Ausnahme der Höhe, die in Zentimeter angegeben ist.

Kochsalz

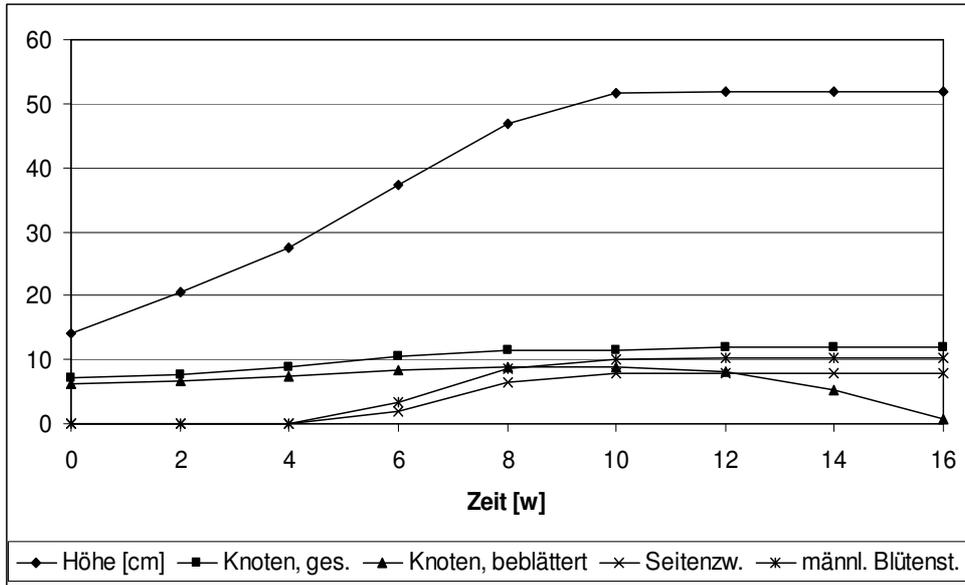


Abb. 10.11: Entwicklung der mit 0,1%iger NaCl-Lösung behandelten Pflanzen

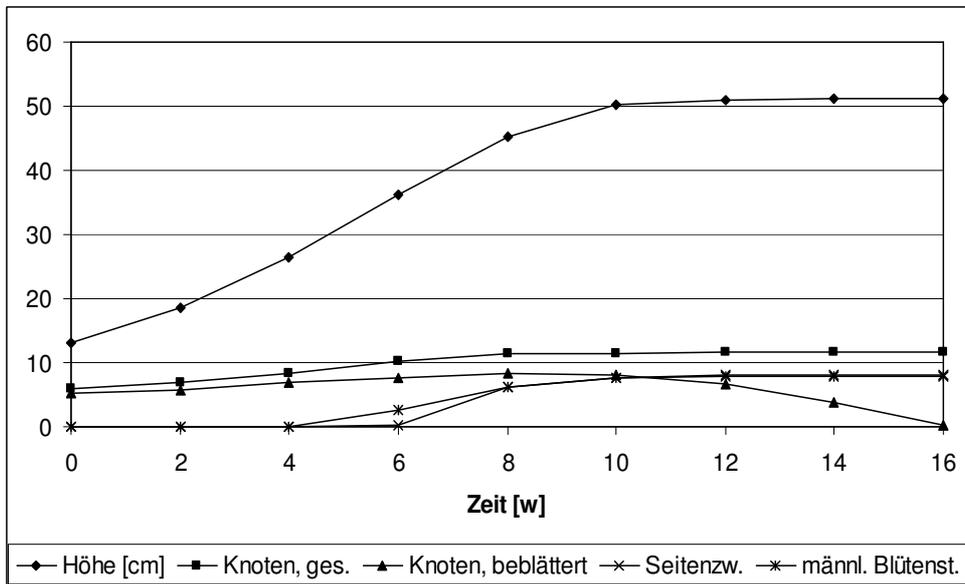


Abb. 10.12: Entwicklung der mit 0,5%iger NaCl-Lösung behandelten Pflanzen

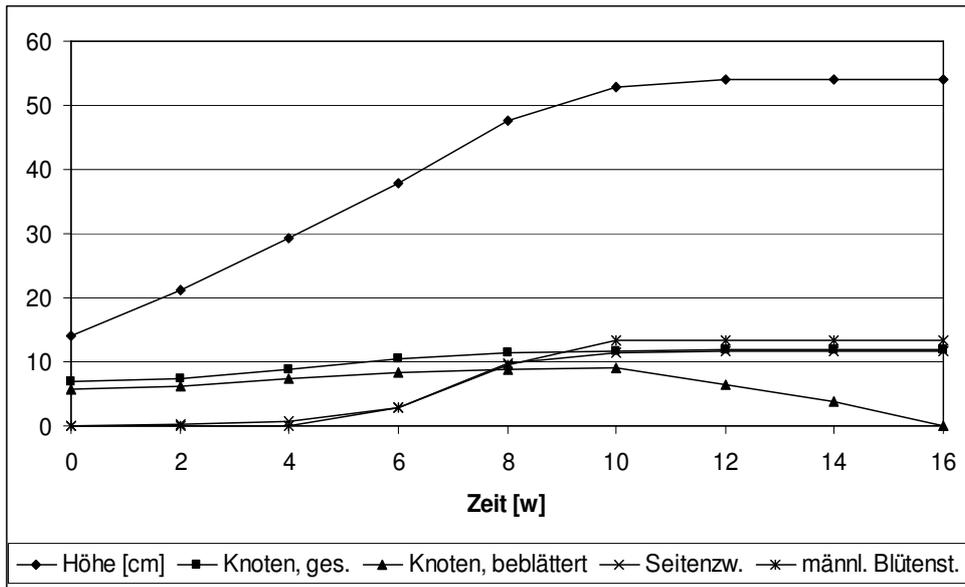


Abb. 10.13: Entwicklung der mit 1%iger NaCl-Lösung behandelten Pflanzen

Düngung (KNO₃)

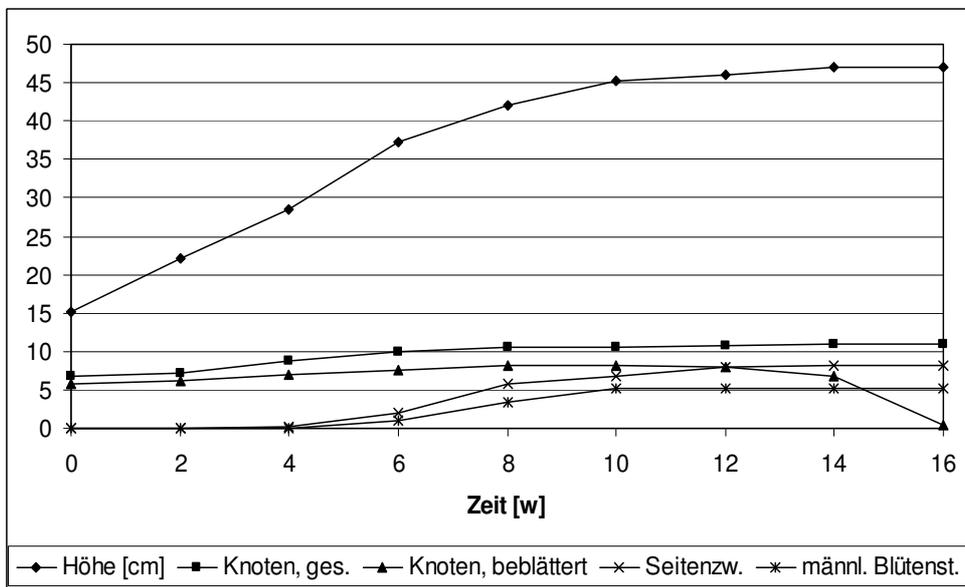


Abb. 10.14: Entwicklung der mit 0,03 M KNO₃-Lösung behandelten Pflanzen

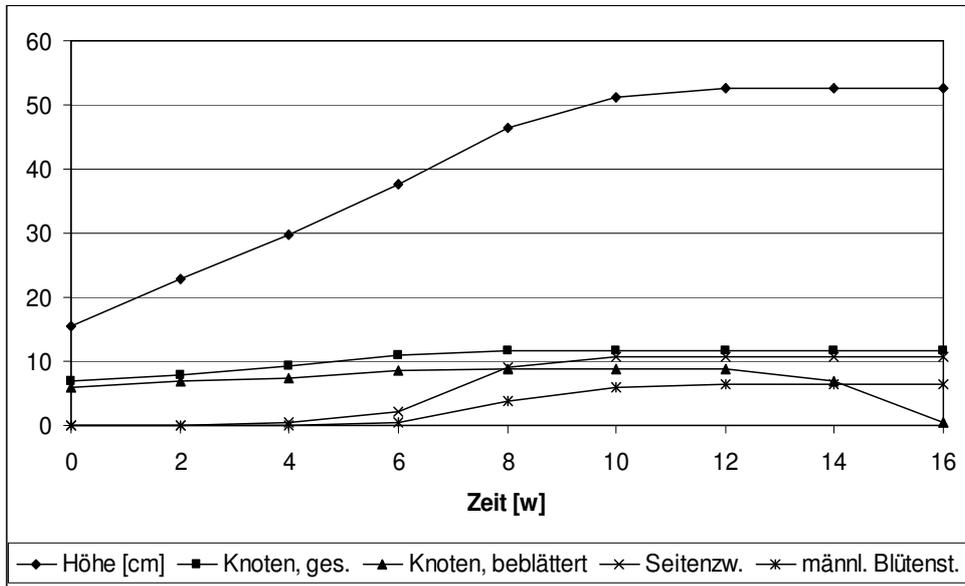


Abb. 10.15: Entwicklung der mit 0,07 M KNO₃-Lösung behandelten Pflanzen

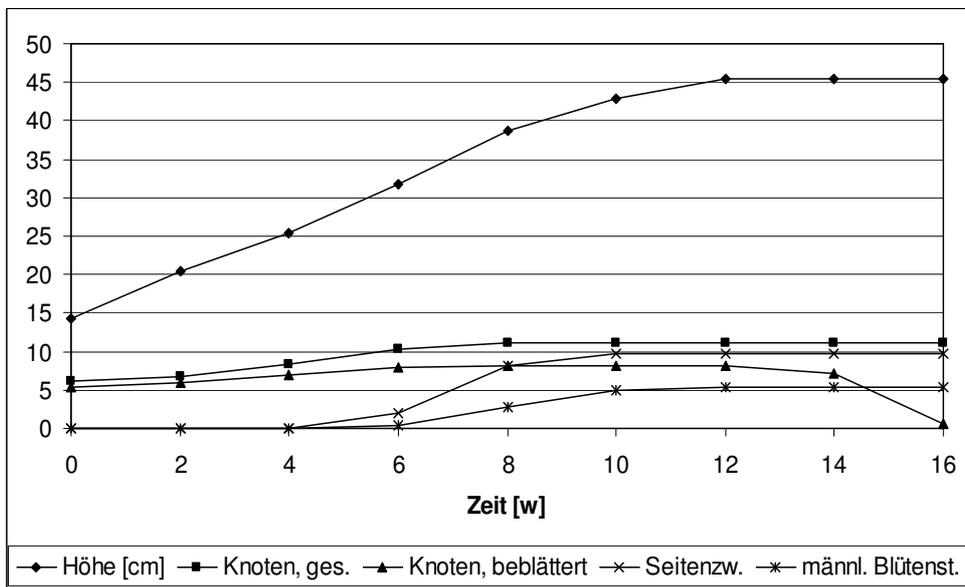


Abb. 10.16: Entwicklung der mit 0,1 M KNO₃-Lösung behandelten Pflanzen

Mechanische Beschädigung

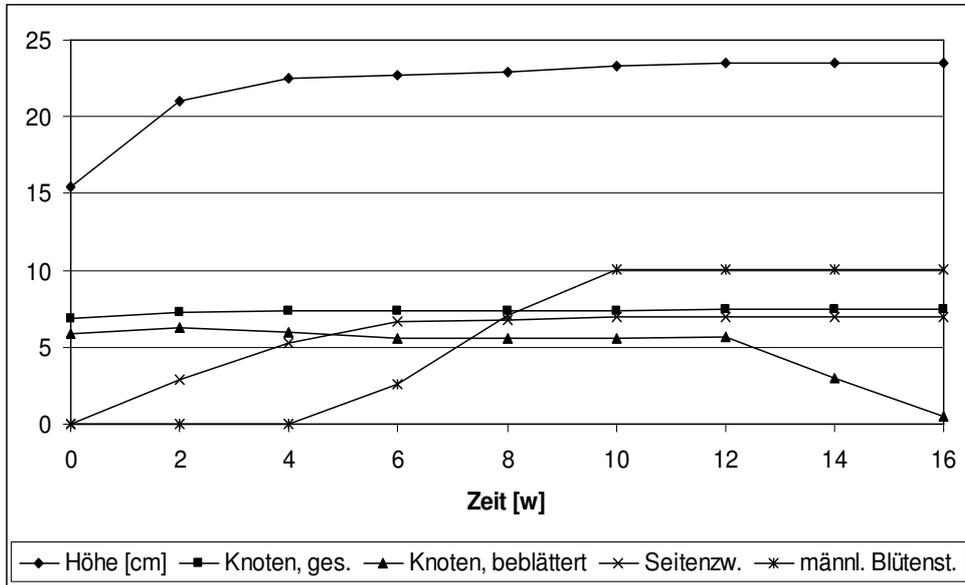


Abb. 10.17: Entwicklung der dekaptierten Pflanzen

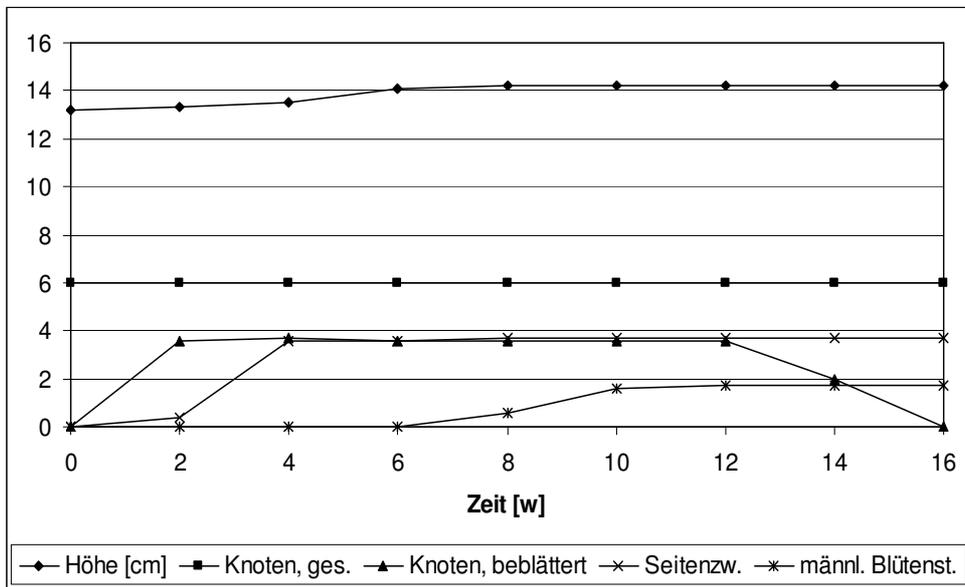


Abb. 10.18: Entwicklung der Pflanzen mit entfernten Blättern

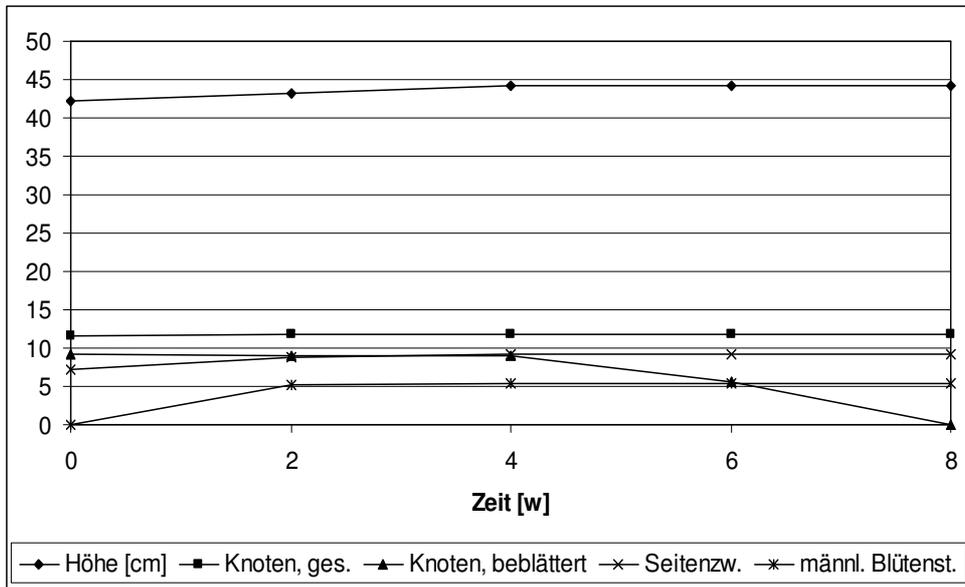


Abb. 10.19: Entwicklung der Pflanzen mit entfernten männlichen Blütenständen

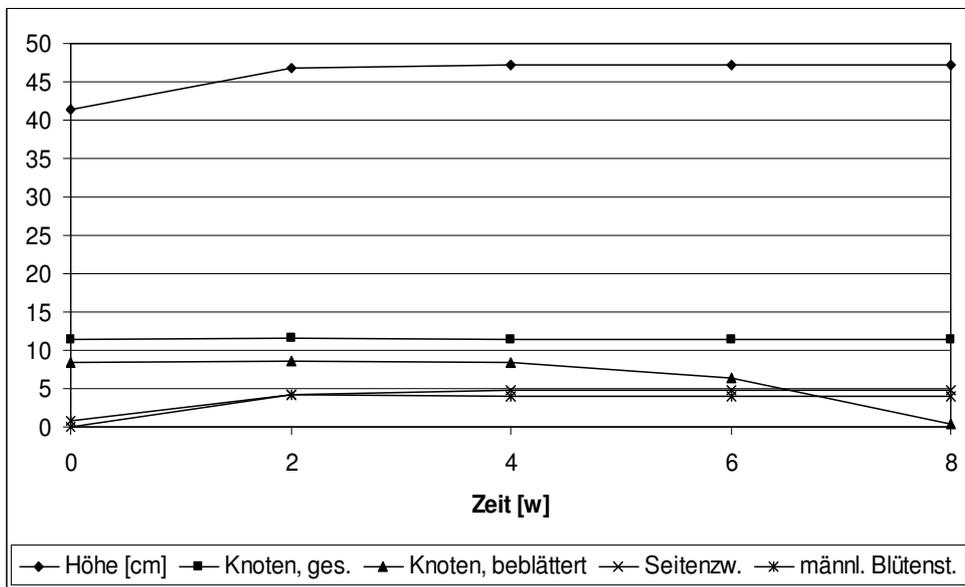


Abb. 10.20: Entwicklung der Pflanzen mit entfernten Seitenzweigen

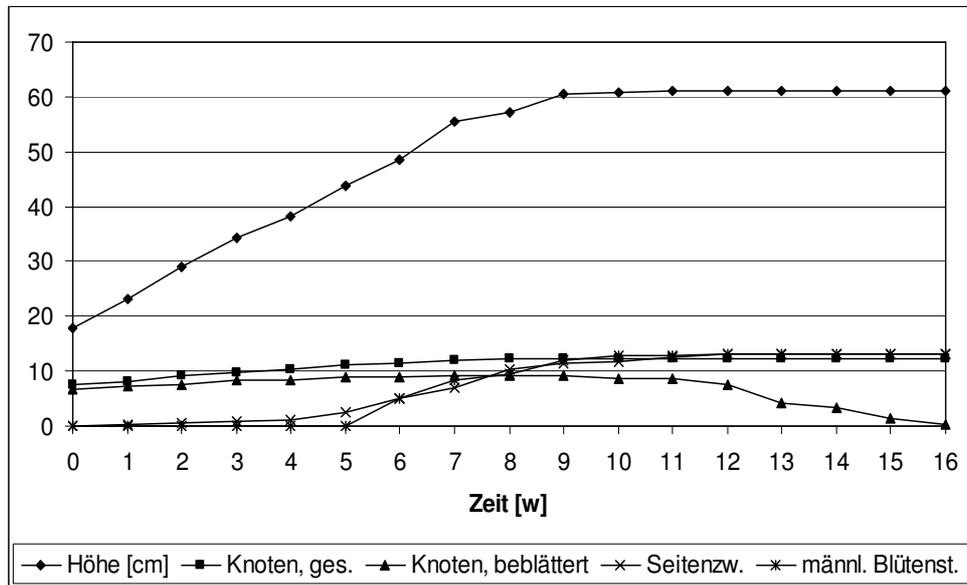
Kontrolle:

Abb. 10.21: Entwicklung der Kontrollpflanzen

Abbildungen zur Reaktion der Pflanzen auf einige der Behandlungsmethoden:Abb. 10.22: Regeneration von *Ambrosia* nach Einwirkung einer 0,5 %igen NaCl-Lösung (2006)



Abb. 10.23 – 10.24: Regeneration von *Ambrosia artemisiifolia* (2006)

Links: nach Dekapitierung, Rechts: nach Entfernung der Blätter



Abb. 10.25: Regeneration von *Ambrosia* nach Entfernung der Blütenstände (2006)



Abb. 10.26: Regeneration von *Ambrosia* nach Abschneiden des Sprosses über der Erde (2006)

10.2.4. Konkurrenzversuche

10.2.4.1. Entwicklung von *Ambrosia*-Pflanzen bei intraspezifischer Konkurrenz

Die unten angegebenen Grafiken zeigen die ermittelten Absolutwerte für die jeweiligen Parameter (s. auch S. 146-150)

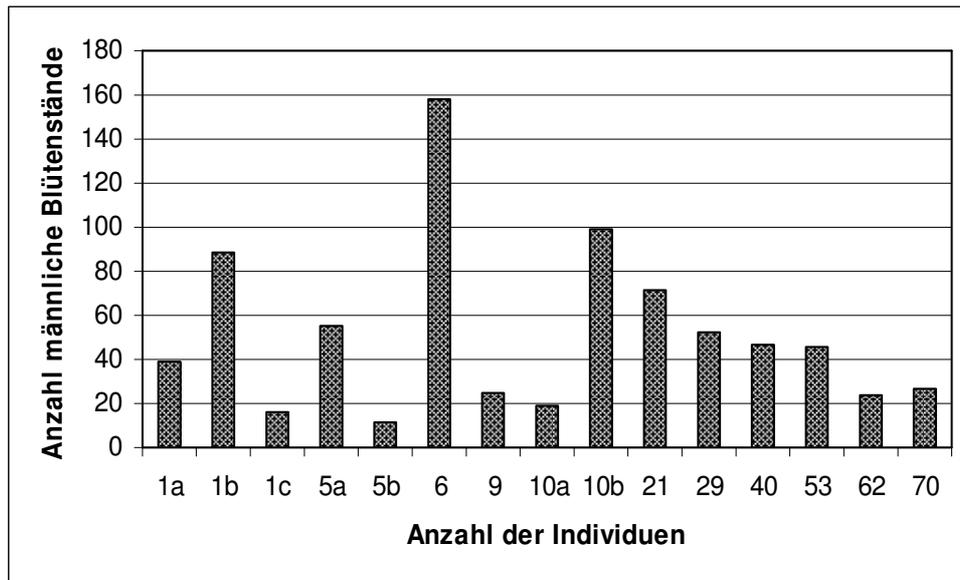


Abb. 10.27: Anzahl der männlichen Blütenstände bei verschiedenen Individuendichten (Absolut)

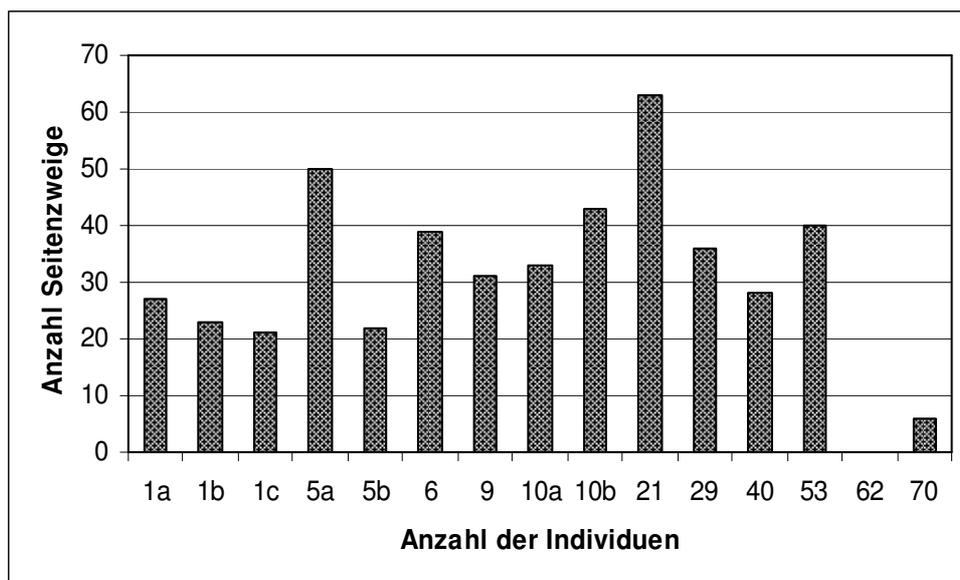


Abb. 10.28: Anzahl der Seitenzweige bei verschiedenen Individuendichten (Absolut)

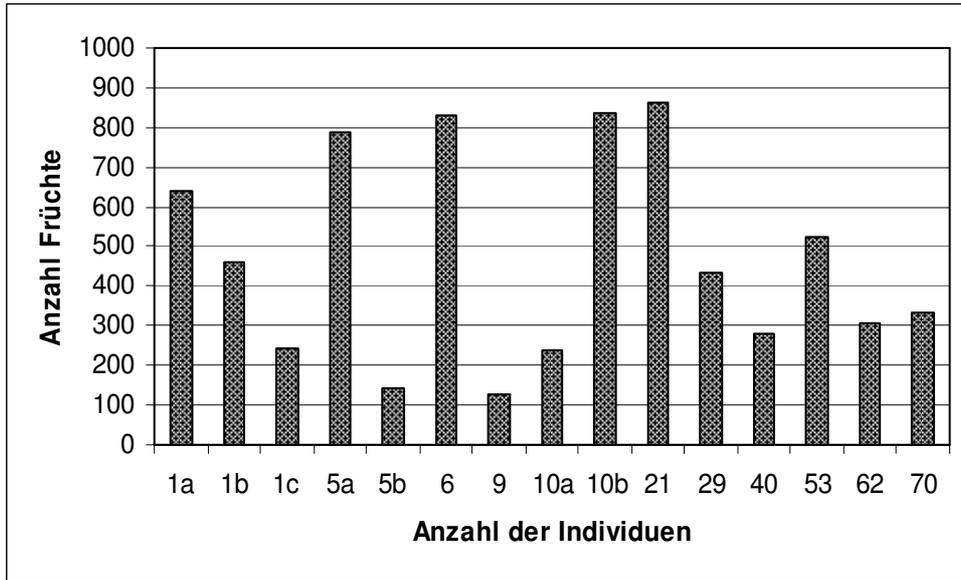


Abb. 10.29: Anzahl der Früchte bei verschiedenen Individuendichten (Absolut)

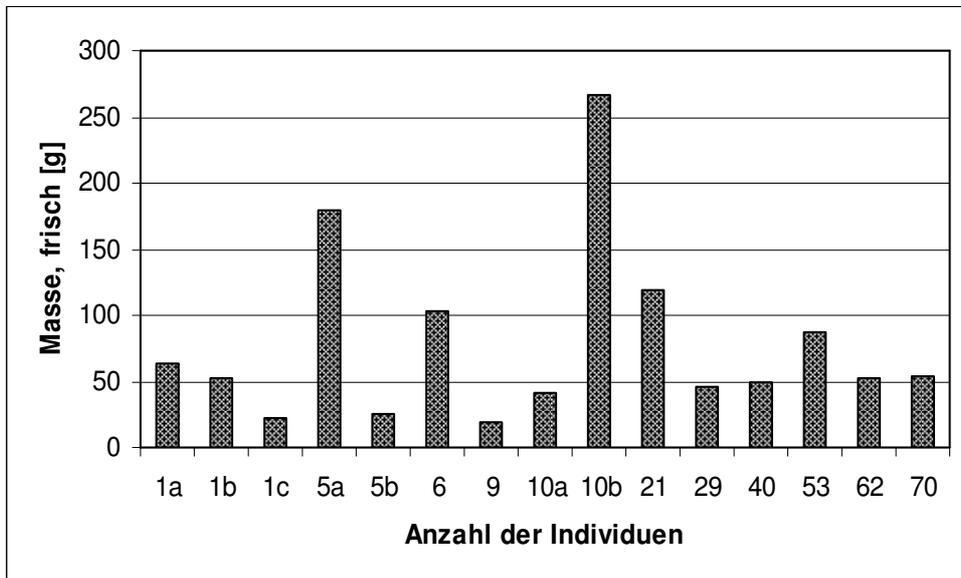


Abb. 10.30: Frischmasse bei verschiedenen Individuendichten (Absolut)

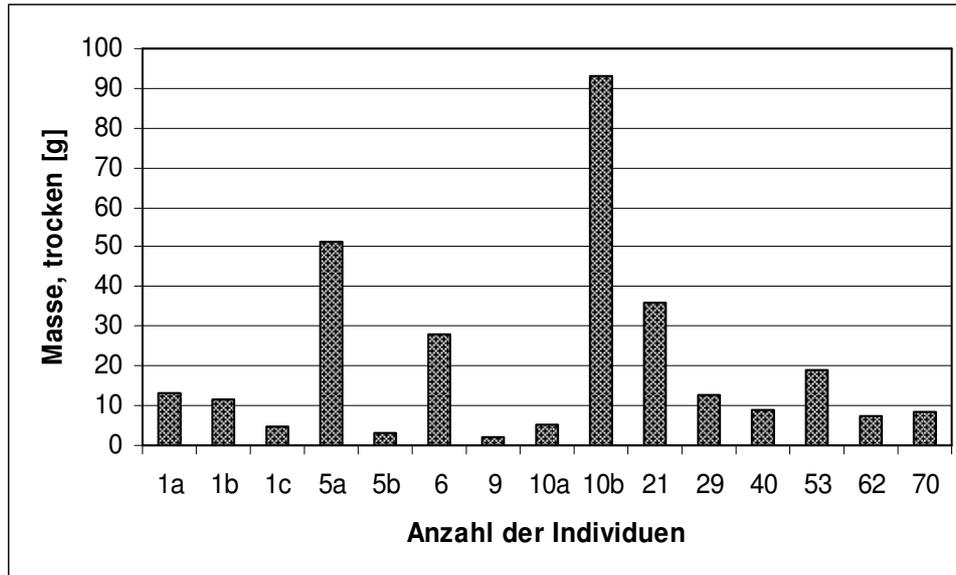


Abb. 10.31: Trockenmasse bei verschiedenen Individuendichten (Absolut)

10.2.4.2. Konkurrenzversuche mit verschiedenen Kulturfrüchten

Konkurrenzversuche mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.



Abb. 10.32 – 10.33: Konkurrenzversuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.

(16.08.2006)

Links: Monokultur der Rübe ohne Einsaat von *Ambrosia*

Rechts: Variante mit 35 eingesäten *Ambrosia*-Früchten



Abb. 10.34 – 10.35: Konkurrenzversuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.

(16.08.2006)

Links: Variante mit 70 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Rechts: Variante mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten



Abb. 10.36 – 10.37: Konkurrenzversuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.

(25.06.2007), in zwei Ansichten; rechts mit überwachsener
Rübe (s. roter Kreis)



Abb. 10.38 – 10.39: Konkurrenzversuch mit *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* L.

(19.07.2007)

Links: Monokultur der Rübe ohne Einsaat von *Ambrosia*

Rechts: Konkurrenzvariante; im Vordergrund mit lockerem, im Hintergrund mit dichtem Bestand von *Ambrosia*

Konkurrenzversuche mit *Solanum tuberosum* L.



Abb. 10.40 – 10.41: Konkurrenzversuch mit *Solanum tuberosum* L. (20.07.2006)

Links: Monokultur der Kartoffel ohne Einsaat von *Ambrosia*

Rechts: Variante mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten



Abb. 10.42 – 10.43: Konkurrenzversuch mit *Solanum tuberosum* L.
(16.08.2006)

Links: Monokultur der Kartoffel ohne Einsaat von *Ambrosia*

Rechts: Variante mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Konkurrenzversuche mit *Zea mays* cv. „Aventora“ L.



Abb. 10.44 – 10.45: Konkurrenzversuch mit *Zea mays* cv. „Aventora“ L.
(16.08.2006)

Links: Monokultur des Mais ohne Einsaat von
Ambrosia

Rechts: Variante mit 35 eingesäten *Ambrosia*-
Früchten



Abb. 10.46 – 10.47: Konkurrenzversuch mit *Zea mays* cv. „Aventora“ L. (16.08.2006)

Links: Variante mit 70 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Rechts: Variante mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten

Ertrag von *Helianthus annuus* L.

Die *Helianthus*-Beete mussten am 11.07.06 in großer Zahl mit Sonnenblumenkerne neu bepflanzt werden, da durch Nagetierbefall viele der Pflanzen verbissen worden waren.

Ernte

Monokultur *H. annuus* und mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten am 21.09.2006.

Die Varianten mit 35 und 70 eingesäten *Ambrosia*-Früchten am 12.10.2006.

Monokultur: 21 Köpfe mit insgesamt 2,09 kg

Variante mit 35 Früchten: 13 Köpfe mit insgesamt 0,3 kg

Variante mit 70 Früchten: 17 Köpfe mit insgesamt 0,35 kg

Variante mit 105 Früchten: 16 Köpfe mit insgesamt 1,13 kg

Der Konkurrenzversuch mit *Helianthus* wird durch den Tierfraß sehr stark verfälscht. Eine Auswertung des Versuches ist wegen der großen Unterschiede in der Blütenkorbgröße kaum möglich. Zusätzlich gehen, trotz entsprechender Gegenmaßnahmen, Teile der Sonnenblumenkerne (besonders bei der Monokultur und mit 105 eingesäten Früchten) verloren und müssen durch Hochrechnen aus den verbliebenen Kernen im Bezug auf die Korbfläche ermittelt werden.

Der Trend zeigt jedoch, wie bei den meisten anderen vorgestellten Konkurrenzversuchen, dass mit zunehmender Anzahl von *Ambrosia*-Pflanzen der Ertrag sinkt. Die Ambrosien blieben mit durchschnittlich 91,6 cm deutlich unter der Höhe der Sonnenblumen, die im Durchschnitt bis zu 185 cm groß werden. Daher wirkt sich die Konkurrenz nicht so stark wie bei einigen anderen Versuchen aus, wie man im Fall der Monokultur und der Variante mit 105 eingesäten *Ambrosia*-Früchten sehen kann. Trotz der 12 *Ambrosia*-Pflanzen liegt der Ertrag der Variante mit nur 1,13 kg um 46 % unter der Monokultur, die 2,09 kg erbracht hat. Ein Vergleich mit den anderen Varianten ist aus den oben beschriebenen Gründen schwierig.

Tab. 10.2: Kontrolle der Anzahl von *H. annuus* und *A. artemisiifolia*

Beet	Anzahl <i>Helianthus</i>	Anzahl <i>Ambrosia</i> (10.07.)	Anzahl <i>Ambrosia</i>
<i>Helianthus annuus</i> Monokultur	21 (21.09.)	-	-
<i>Helianthus</i> + 35 <i>Ambrosia</i> -Fr.	13 (12.10.)	9	10 (12.10.)
<i>Helianthus</i> + 70 <i>Ambrosia</i> -Fr.	17 (12.10.)	6	8 (12.10.)
<i>Helianthus</i> + 105 <i>Ambrosia</i> -Fr.	16 (21.09.)	16	12 (21.09.)
<i>A. artemisiifolia</i> Monokultur	-	20	13 (12.10.)

10.2.4.3. Einfluss der Konkurrenz von verschiedenen Unkrautdichten auf die Etablierung von *A. artemisiifolia* L.

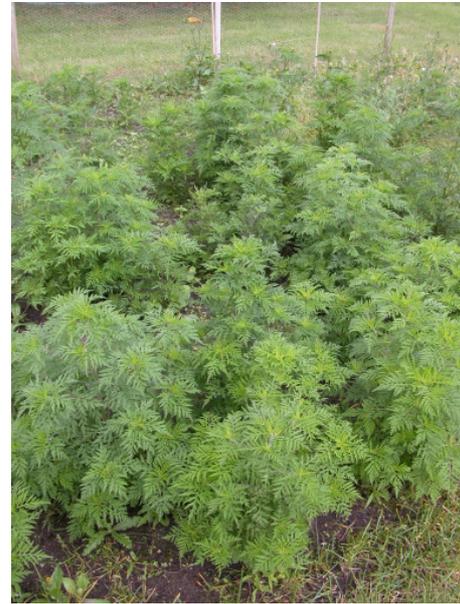


Abb. 10.48 – 10.49: Variante ohne Konkurrenz durch Unkraut

Links: 11.06.2008, Rechts: 17.07.2008



Abb. 10.50 – 10.51: Variante mit 50 % entferntem Unkraut

Links: 11.06.2008, Rechts: 17.07.2008



Abb. 10.52 – 10.53: Variante ohne Entfernung des Unkraut

Links: 11.06.2008, Rechts: 17.07.2008

10.3. Monitoring unterschiedlicher Wuchsorte in Deutschland

10.3.1. Monitoring und Pflanzensoziologische Aufnahmen

Angaben zu den untersuchten Gebieten:

Raum Cottbus

Im Raum Cottbus - Drebkau - Calau wurden 2006 und 2007 mehrere verschiedene Wuchsorte mit Vorkommen von *A. artemisiifolia* untersucht. Es wurde versucht, zu beiden Aufnahmezeitpunkten (02.-04.08.06 und 09.-10.08.07) möglichst die exakt gleichen Flächen aufzusuchen. Da *Ambrosia* eine sehr hohe Dynamik bei der Besiedlung von Flächen zeigt, war dies nicht überall möglich. So wurden 2007 von einigen Punkten nicht erneut pflanzensoziologische Aufnahmen angefertigt, wenn dort keine Pflanzen mehr zu finden waren. Im Folgenden sind die Orte der Aufnahmen angegeben:

Aufnahmeflächen vom 02. - 04.08.2006

Ackerränder und -flächen

1. Laubst, Maisackerrand; 30 m², ~ 65 % Deckung
2. Laubst, Maisackerrand; 30 m², ~ 60 % Deckung
3. Schorbus, Kartoffelacker; 20 m², ~ 40 % Deckung
4. Schorbus, Weizenfeldrand (abgeerntet); 15 m², ~ 20 % Deckung
5. Zwietow, Maisackerrand; 50 m², ~ 85 % Deckung
6. Zwietow, Maisacker; 50 m², ~ 45 % Deckung
7. Oelsnig, Maisacker; 50m², ~ 20 % Deckung
8. Löschen, Rapsacker; 50 m², ~ 45 % Deckung
9. Siewisch, Rapsacker; 50 m², ~ 65 % Deckung
10. Reddern, Brache (?); 50 m², ~ 85 % Deckung
11. Repten, Sonnenblumenfeld (zur Selbstbedienung); 50 m², ~ 55 %
Deckung
12. Koßwig, Sonnenblumenfeld; 25 m², ~ 45 % Deckung

Brachen und Ruderalflächen

13. Schorbus, Silagemiete; 10 m², ~ 80 % Deckung
14. Auras, Brache; 9 m², ~ 65 % Deckung
15. Tagebau Welzow-Süd, Erdhügel; 14 m², ~ 55 % Deckung
16. Tagebau Welzow-Süd, Sandfläche nahe Kiefernforst; 40 m²,
~ 20 % Deckung
17. Radensdorf, Brache (einjährig ?); 25 m², ~ 70 % Deckung
18. Radensdorf, Brache (einjährig ?, Randbereich); 4 m², ~ 35 % Deckung
19. Radensdorf, Brache (einjährig ?, Randbereich); 6 m², ~ 30 % Deckung
20. Radensdorf, Brache (Alter unbekannt); 50 m², ~ 70 % Deckung

Strassen- und Wegränder

21. Auras, Straßenrand; 25 m², ~ 85 % Deckung
22. Klein Oßnig, Straßenrand; 50 m², ~ 80 % Deckung
23. Domsdorf, Feldwegrand; 10 m², ~ 80 % Deckung
24. Domsdorf, Feldwegrand; 10 m², ~ 85 % Deckung
25. Altdöbern, Straßenrand; 50 m², ~ 80 % Deckung
26. Altdöbern, Straßenrand; 50 m², ~ 85 % Deckung
27. Muckwar, Straßenrand im Wald; 50 m², ~ 85 % Deckung
28. Muckwar, Straßenrand im Wald; 50 m², ~ 70 % Deckung
29. Calau, Straßenrand; 50 m², ~ 80 % Deckung

Aufnahmeflächen vom 09. - 10.08.2007

Ackerränder und -flächen

1. Laubst, Getreidestoppelacker; 50 m², ~ 60 % Deckung
2. Laubst, Getreidestoppelacker; 50 m², ~ 70 % Deckung
4. Schorbus, Bitterlupinenackerrand; 50 m², ~ 45 % Deckung
5. Zwietow, Getreidestoppelacker; 8 m², ~ 20 % Deckung
6. Zwietow, komplett umgebrochen; keine Vegetation → keine Aufnahme

7. Oelsnig, Bitterlupinenackerrand; 50m², ~ 65 % Deckung
8. Löschen, Getreidestoppelackerrand; 50 m², ~ 55 % Deckung
9. Siewisch, Rapsackerrand; 50 m², ~ 40 % Deckung
10. Reddern, Getreidestoppelacker; 50 m², ~ 45 % Deckung
11. Repten, Sonnenblumenfeld (zur Selbstbedienung); 50 m², ~ 70 %
Deckung
12. Koßwig, Getreidestoppelacker; 25 m², ~ 75 % Deckung

Brachen und Ruderalflächen

3. Schorbus, Brache; 50 m², ~ 90 % Deckung
13. Schorbus, Silagemiete; 20 m², ~ 70 % Deckung
14. Auras, Brache; 9 m², ~ 85 % Deckung
15. Tagebau Welzow-Süd, Erdhügel; 14 m², ~ 70 % Deckung
16. Tagebau Welzow-Süd, Sandfläche nahe Kiefernforst; 40 m²,
~ 55 % Deckung
17. Radensdorf, Brache (umgebrochen); 4 m², ~ 40 % Deckung
18. Radensdorf, Brache (umgebrochen, Randbereich); 50 m², ~ 65 %
Deckung
19. Radensdorf, Brache; wegen fehlender Unterschiede zu Fläche 18 keine
weitere Aufnahme
20. Radensdorf, Brache (umgebrochen); 3 m², ~ 25 % Deckung

Strassen- und Wegränder

21. Auras, Straßenrand; ohne *Ambrosia* → keine Aufnahme
22. Klein Oßnig, Straßenrand; 50 m², ~ 85 % Deckung
23. Domsdorf, Feldwegrand; 10 m², ~ 50 % Deckung
24. Domsdorf, Feldwegrand; 10 m², ~ 70 % Deckung
25. Altdöbern, Straßenrand; 50 m², ~ 80 % Deckung
26. Altdöbern, Straßenrand; 50 m², ~ 85 % Deckung
27. Muckwar, Straßenrand im Wald; 50 m², ~ 90 % Deckung
28. Muckwar, Straßenrand im Wald; 25 m², ~ 80 % Deckung
29. Calau, Straßenrand; 50 m², ~ 85 % Deckung

Ausgewählte Fotografien typischer Wuchsorte von *A. artemisiifolia* im Untersuchungsgebiet des Raumes Cottbus – Drebkau – Calau:



Abb. 10.54 – 10.55: *Ambrosia* an einer Straße bei Schorbus (21.07.2006)

Links: Individuen an der Kante zwischen Asphalt und Bankett

Rechts: Individuen an einer Schutzstelle (Markierungspfahl)



Abb. 10.56 – 10.57: *Ambrosia* in verschiedenen Feldkulturen (21.07.2006)

Links: Individuen in einer Fahrzeugspur in einem Rapsfeld bei Calau

Rechts: Individuen in einem Sonnenblumenfeld bei Koßwig



Abb. 10.58 – 10.59: *Ambrosia* in verschiedenen Feldkulturen (02.-04.08.2006)

Links: Individuen in einem abgeernteten Roggenfeld bei Auras

Rechts: Individuen am Rand eines Maisfeldes bei Laubst



Abb. 10.60 – 10.61: *Ambrosia* in einer Bitterlupinenkultur bei Oelsnig (09.08.2007)

Links: Übersicht

Rechts: Detail - Im Vordergrund Individuen von *Ambrosia*, im Hintergrund die Kulturpflanze



Abb. 10.62 – 10.63: *Ambrosia* in verschiedenen Brachen

Links: In einer Brache mit Trockenrasencharakter bei Radensdorf (21.07.2006)

Rechts: In einer einjährigen Brache nach Buchweizen bei Reddern (03.08.2006)

Magdeburg

Das Untersuchungsgebiet in Magdeburg liegt auf dem Gelände der ehemaligen Ölmühle. Es gliedert sich in einen westlichen und einen östlichen Teil, die durch eine Straße voneinander getrennt sind. Der östliche Bereich besteht aus einem Rad- bzw. Fußweg, der seitlich von ungenutzten, gelegentlich gemähten, Flächen begrenzt wird. Der westliche Teil besteht aus der Fortsetzung des Weges und dem Gelände der Ölmühle selbst. Die Gebäude der Mühle wurden abgerissen, der Schutt abtransportiert und das Grundstück eingeebnet.

Auf allen Teilen wurden am 30.08.05 (Flächen 1-5), 29.06.06 (Flächen 6-14), 02.08.06 (Flächen 15-17), 29.06.07 (Flächen 18-21), 13.09.07 (Flächen 22-26) und 02.07.08 (Flächen 27-29) mehrere pflanzensoziologischen Aufnahmen durchgeführt.

Die folgenden Fotografien dokumentieren den Sukzessionsverlauf auf der Fläche und an den Radwegrändern der ehemaligen Ölmühle:

2005



Abb. 10.64 – 10.65: *Ambrosia*-Bestände am Radwegrand (29.08.2005)

Links: Westlicher Radwegrand

Rechts: Östlicher Radwegrand



Abb. 10.66: *Ambrosia*-Bestand in der Fläche der ehemaligen Ölmühle (29.08.2005)

2006



Abb. 10.67 – 10.68: Zustand der Untersuchungsfläche am 11.05.2006

Links: Blick auf die Fläche der ehemaligen Ölmühle

Rechts: Gemähte Radwegränder im westlichen Bereich



Abb. 10.69 – 10.70: Zustand der Radwegränder am 29.06.2006

Links: Gemähte Radwegränder im östlichen Bereich

Rechts: Nahaufnahme des Wegrandes mit geschnittenen Ambrosien

2007



Abb. 10.71 – 10.72: Zustand der Untersuchungsfläche am 29.06.2007

Links: Blick auf die Fläche vom Osten

Rechts: Blick auf die Fläche vom Westen



Abb. 10.73 – 10.74: Details der Untersuchungsfläche vom 29.06.2007

Links: Blick auf den „Trampelpfad“

Rechts: Nahaufnahme kleiner Pflanzen von *Ambrosia* in der Nähe des „Trampelpfades“



Abb. 10.75 – 10.76: Zustand der Radwegränder am 29.06.2007

Links: Blick auf den östlichen Teil des Radweges

Rechts: Blick auf den westlichen Teil des Radweges, mit neu angepflanzten Hainbuchen



Abb. 10.77: Zustand der Untersuchungsfläche am 13.09.2007, Blick vom Osten auf die Fläche

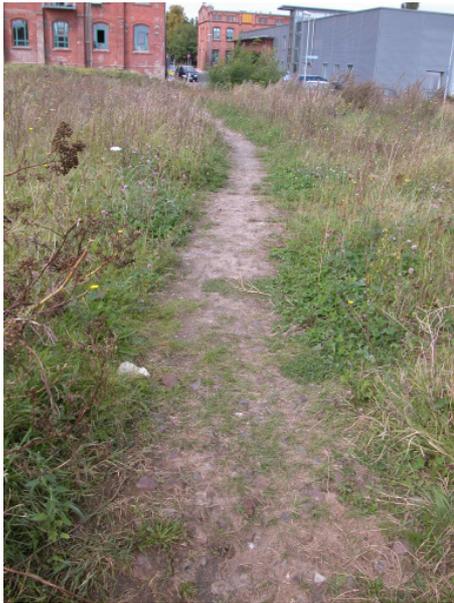


Abb. 10.78 – 10.79: Details der Untersuchungsfläche vom 13.06.2007

Links: Blick auf den „Trampelpfad“

Rechts: Nahaufnahme von *Ambrosia*-Pflanzen in der Nähe des „Trampelpfades“



Abb. 10.80 – 10.81: Zustand der Radwegränder am 13.09.2007

Links: Blick auf den östlichen Teil des Radweges

Rechts: Nahaufnahme des Wegrandes mit gemähten Individuen von *Ambrosia* in lockerer Vegetation

2008



Abb. 10.82 – 10.83: Detailaufnahmen der verbliebenen Bestände von *Ambrosia*
(02.07.2008)

Links: Individuen in der Nähe des „Trampelpfades“

Rechts: Individuum am gemähten Radwegrand

2009



Abb. 10.84 – 10.85: Detailaufnahmen der verbliebenen Bestände von *Ambrosia*
(27.07.2009)

Links: Individuen in der Nähe des „Trampelpfades“

Rechts: Individuum am gemähten Radwegrand

Wolfenbüttel - Wendessen

Im Zuge der Untersuchung der Raiffeisenfilialen im Umkreis von 30 km (siehe 4.5.2.4.1) konnte ein Vorkommen von *A. artemisiifolia* in der Nähe des Grundstückes der Raiffeisenfiliale „An der Fischerbrücke“ in Wendessen gefunden werden. Die Pflanzen wuchsen dort auf einer Fläche bei einem Erdhügel, dessen Herkunft nicht geklärt werden konnte, nahe einem Acker. Am 25.05.06 wurde eine 4 m² große Dauerfläche angelegt, die regelmäßig untersucht wurde (25.05., 15.06., 03.07. und 20.07.06).

Am 07.08.06 wurde festgestellt, dass während der Erntearbeiten auf dem angrenzenden Feld die Dauerfläche mit der umgebenden Vegetation gemäht und zum Teil abgeschoben worden war.

28.06.07 wurden die Untersuchungen wieder aufgenommen. Am Fuß des Erdhügels wurde eine neue 4 m² große Dauerfläche eingerichtet, die am 28.06., 02.08. und 12.09.07 aufgesucht wurde. Nach dem letzten Zeitpunkt wurde die Untersuchung eingestellt, da eine Einsaat mit *Trifolium repens* L. auf der Fläche stattgefunden hatte, der zu diesem Datum bereits dominierte.

Am 05.06.08 wurde die Probestelle ein letztes Mal aufgesucht. Die Fläche zeigte wie bei der vorhergehenden Untersuchung einen dominanten Bestand von *T. repens*, der erst kürzlich gemäht und das Mähgut auf der Fläche belassen worden war. Auf der gesamten Probestfläche konnten keine Pflanzen von *Ambrosia* mehr gefunden werden.

Die folgenden Fotografien dokumentieren den Sukzessionsverlauf der Untersuchungsfläche in der Nähe der Raiffeisen-Filiale „An der Fischerbrücke“:

2005



Abb. 10.86: Zustand der Untersuchungsfläche im Herbst 2005

2006



Abb. 10.87 – 10.88: Zustand der Untersuchungsfläche im Mai 2006

Links: Gekeimte Individuen von *Ambrosia* (08.05.2006)

Rechts: Übersicht der Dauerfläche mit vorjährigen Individuen von *Ambrosia* (rechts im Bild; 25.05.2006)



Abb. 10.89 – 10.90: Zustand der Untersuchungsfläche im Juli 2006
Links: Junge Individuen von *Ambrosia* (03.07.2006)
Rechts: Übersicht der Dauerfläche (03.07.2006)



Abb. 10.91: Zustand der Untersuchungsfläche nach dem Abschieben der Oberfläche (08.08.2006)

2007



Abb. 10.92 – 10.93: Detail der Untersuchungsfläche im Jahr 2007

Links: Junge Individuen von *Ambrosia* (28.06.2007)

Rechts: Verbliebenes Individuum der Ambrosie nach einer Mahd im August (02.08.2007)



Abb. 10.94: Untersuchungsfläche nach Einsatz von Weiß-Klee (12.09.2007)

Frellstedt bei Königslutter am Elm

Privatpersonen meldeten ein Vorkommen von *A. artemisiifolia* in ihrem Vorgarten. Dieses wurde am 18.08.06 durch pflanzensoziologische Aufnahmen untersucht und die Anwohner nach der möglichen Herkunft befragt.

Am 28.06.07 wurde der letztjährige Fundpunkt nach Rücksprache abermals aufgesucht und auf Vorkommen von *Ambrosia* kontrolliert.



Abb. 10.95 – 10.96: Zustand der Untersuchungsfläche in beiden Jahren

Links: Zustand am 18.08.2006

Rechts: Zustand am 28.06.2007

10.3.2. Untersuchung des östlichen Ringgebietes und von Teilen des Universitätsgebietes von Braunschweig auf Vorkommen von *A. artemisiifolia* L.

Liste der untersuchten Gebiete mit Angabe des Untersuchungszeitpunktes:

26.10.07: Gebiet eingegrenzt von: Am Bülten, Bültenweg, Franz-Liszt-Str. und Brahmsstr.

30.10.07: Gebiet eingegrenzt vom: Rebenring, Pockelsstr., Abt-Jerusalem-Str., Gauß-Str., Humboldtstr. und Hagenring.

05.11.07: Gebiet eingegrenzt von: Humboldtstr., Kasernenstr., Moltkestr., Jasperallee und Hagenring.

06.11.07: Gebiet eingegrenzt von: Taubenstr., Mittelweg, Rebenring, Brucknerstr. und Bültenweg.

12.11.07: Gebiet eingegrenzt von: Hans-Sommer-Str., Hagenring, Allerstr., Wilhelm-Bode-Str., Gliesmaroder Str. und Langer Kamp.

14.11.07: Gebiet eingegrenzt von: Hans-Sommer-Str., Richard-Strauss-Weg, Wilhelm-Bode-Str., Richterstr. und Böcklinstr.

19.11.07: Gebiet eingegrenzt von: Allerstr., Hagenring, Jasperallee und Wilhelm-Bode-Str.

20.11.07: Gebiet eingegrenzt von: Richterstr., Wilhelm-Bode-Str., Grunewaldstr. und Böcklinstr.

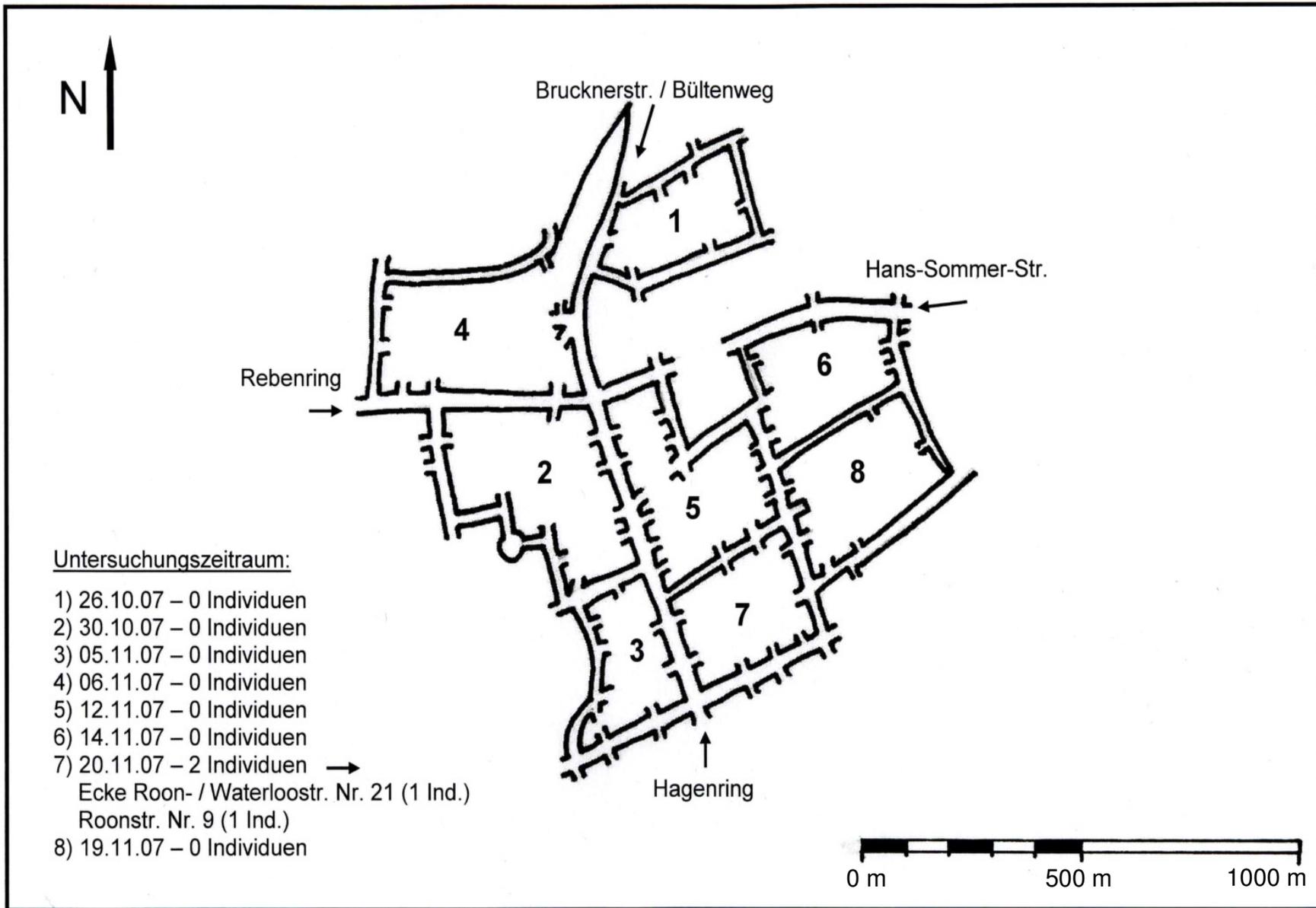


Abb. 10.97: Untersuchungsbereich im östlichen Ringgebiet der Stadt Braunschweig