

Fachbereich 1
Studiengang Umweltschutz

Ambrosia artemisiifolia L.:
Ein potentiell invasiver Neophyt für Luxemburg

Diplomarbeit

Vorgelegt von

Patrick Thommes

Bingen 2008

Betreuer: Prof. Dr. Elke Hietel

Dr. Christian Ries, Nationales naturhistorisches Museum Luxemburg

Eingereicht am:

Angenommen als Diplomarbeit

Bingen, den

.....

I. Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Beschreibung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	5
2.1.	STELLUNG IM SYSTEM	5
2.2.	HERKUNFT UND VERBREITUNG	5
2.3.	MORPHOLOGIE	7
2.4.	ÖKOLOGIE	9
2.5.	PHÄNOLOGIE	12
2.6.	TOXIKOLOGIE	13
2.7.	NUTZUNG	15
2.8.	VORSORGE UND BEKÄMPFUNG	16
2.9.	VERBREITUNG IN DER GROSSREGION	18
2.9.1.	<i>Belgien</i>	18
2.9.2.	<i>Deutschland</i>	19
2.9.3.	<i>Frankreich</i>	19
2.9.4.	<i>Luxemburg</i>	20
3.	<i>Ambrosia</i>-Pollen Messungen	24
3.1.	EINLEITUNG	24
3.2.	MATERIAL UND METHODEN	24
3.3.	ERGEBNISSE	26
3.4.	DISKUSSION	28
4.	Vogelfutteranalysen	30
4.1.	EINLEITUNG	30
4.2.	MATERIAL UND METHODEN	31
4.3.	ERGEBNISSE	33
4.4.	DISKUSSION	35
5.	Anbauversuche	36
5.1.	EINLEITUNG	36
5.2.	VERSUCHSBESCHREIBUNG	36
5.3.	ERGEBNISSE	38
5.4.	DISKUSSION	41
6.	Keimversuche	42
6.1.	EINLEITUNG	42
6.2.	VERSUCHSBESCHREIBUNG	42
6.2.1.	<i>Keimversuche im Keimschrank</i>	43
6.2.2.	<i>Keimversuche nach der Wasserstoffperoxidmethode (EBC-Methode)</i>	44
6.3.	ERGEBNISSE	45
6.3.1.	<i>Keimversuche im Keimschrank</i>	45
6.3.2.	<i>Keimversuche nach der Wasserstoffperoxidmethode</i>	46
6.4.	DISKUSSION	47
7.	Schlussfolgerung	48
8.	Zusammenfassungen	50
8.1.	ZUSAMMENFASSUNG	50
8.2.	ABSTRACT	51
8.3.	RÉSUMÉ	51
9.	Danksagung	52
10.	Literatur	53

II. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Hauptverbreitungsgebiete von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> in Europa.....	6
Abb. 2	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> in einem Garten in Linger (L).....	7
Abb. 3	Jungpflanze von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	7
Abb. 4	Typische Blätter von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	8
Abb. 5	Männliche Blütenstände von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	8
Abb. 6	Weibliche Blüten von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	8
Abb. 7	Frucht von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> mit Millimeterskala	9
Abb. 8	Lebenszyklus von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	12
Abb. 9	Verbreitung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> in Luxemburg	22
Abb. 10	Verbreitung von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> in der Großregion	23
Abb. 11	Burkhard Pollenfalle	24
Abb. 12	Rückverfolgung der Luftpakete welche am 04/09/1999 Luxemburg erreichten	28
Abb. 13	Rückverfolgung der Luftpakete welche am 28/08/2002 Luxemburg erreichten	28
Abb. 14	Saatgutreinigungsmaschine „Typ M“	31
Abb. 15	Zählmaschine im Naturhistorischen Museum in Luxemburg	32
Abb. 16	Samen von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> im Vogelfutter.....	34
Abb. 17	Blumentöpfe mit Keimlingen von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	37
Abb. 18	Jungpflanze von <i>Ambrosia artemisiifolia</i>	37
Abb. 19	Jungpflanzen von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , kurz nach dem Umpflanzen in den Garten des naturhistorischen Museums in Luxemburg.....	37
Abb. 20	Messen der Höhe der <i>Ambrosia</i> -Pflanzen mit dem Meterstab.....	37
Abb. 21	Wachstumskurve der Versuchspflanzen	39
Abb. 22	Veränderung der Blattform bei den Pflanzen der Provenienz Nr. 3	40
Abb. 23	Petrischalen mit Samen von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> im Keimschrank	43
Abb. 24	Schalen mit Wasserstoffperoxid-Lösung und <i>Ambrosia</i> -Samen, für die Keimversuche nach der Wasserstoffperoxid-Methode.....	44
Abb. 25	Samen von <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , welche bei den Keimversuchen nach der Wasserstoffperoxid-Methode gekeimt haben	44
Abb. 26	Mittlere Keimraten der Produkte aus den Keimversuchen im Keimschrank Graphische Darstellung.....	46

III. Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Jahressummen von <i>Ambrosia</i> -pollen an den verschiedenen Messstationen.....	26
Tab. 2	Ergebnisse der Vogelfutteranalyse.....	33
Tab. 3	Anteile der Vogelfutter-Proben mit <i>Ambrosia</i> -Samen.....	33
Tab. 4	Anteile der Vogelfutter-Produkte mit <i>Ambrosia</i> -Samen.....	33
Tab. 5	Anzahl der von den einzelnen Pflanzen im Anbauversuch produzierten Samen	41
Tab. 6	Mittlere Keimraten der Produkte aus den Keimversuchen im Keimschrank	45
Tab. 7	Keimraten der Samen aus dem Anbauversuch, bestimmt nach der Wasserstoffperoxidmethode	46
Tab. 8	Anzahl an keimfähigen Samen pro Pflanze aus dem Anbauversuch.....	48

1. Einleitung

Ambrosia artemisiifolia L. ist eine aus Nordamerika stammende Pflanzenart, die bereits im 19. Jahrhundert nach Europa eingeschleppt wurde. Sie konnte sie sich vor allem in Süd- und Südost Europa etablieren. In den letzten Jahren häufen sich jedoch die Meldungen über Standorte von *Ambrosia artemisiifolia* aus nördlicheren Gegenden Europas. Wo *Ambrosia* auftritt sorgt sie, wegen der starken allergenen Eigenschaften ihres Pollens, für großes Aufsehen. In Luxemburg wurde dieser Pflanze bislang jedoch nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Im Rahmen dieser Arbeit soll untersucht werden wie weit *Ambrosia artemisiifolia* in Luxemburg verbreitet ist, auf welchen Wegen sie verbreitet wird und wie sie sich unter den klimatischen Bedingungen Luxemburgs entwickelt. Es soll ein Ausblick erstellt werden, ob mit einer weiteren Ausbreitung dieser Art in Luxemburg zu rechnen ist.

Begriffserklärungen:

Neophyt: Neophyten sind Pflanzen, die in einem bestimmten Gebiet nicht heimisch sind, und nach dem Jahr 1492 durch den Menschen in dieses Gebiet, gewollt oder ungewollt, eingeschleppt wurden.

Etablierter Neophyt: Als Etablierte Neophyten werden die Neophyten bezeichnet, die stabile Populationen bilden und sich ohne Hilfe des Menschen über mehrere Generationen fortpflanzen können.

Invasive Art: Laut IUCN (The World Conservation Union) werden als invasive Arten (Pflanzen und Tiere) diejenigen Arten bezeichnet, die sich in natürlichen- oder halbnatürlichen Ökosystemen etablieren können und dort zu Veränderungen führen und die natürliche Biodiversität gefährden (Anonyme 2000). Oft wird der Begriff „invasive Art“ jedoch etwas weiter gefasst, er bezieht sich dann auf etablierte gebietsfremde Arten die in irgendeiner Weise unerwünschte Auswirkungen auf andere Lebewesen haben. Dies können sowohl ökologische, gesundheitliche wie auch ökonomische Auswirkungen sein. Diese etwas weiter gefasste Form des Begriffs wird auch in dieser Arbeit verwendet. Da *Ambrosia artemisiifolia* gesundheitliche Probleme beim Menschen bewirkt und außerdem negative ökonomische Folgen mit sich bringt, wird sie hier als invasiver Neophyt bezeichnet.

2. Beschreibung von *Ambrosia artemisiifolia*

2.1. Stellung im System

Familie : Asteraceae

Unterfamilie : Asteroideae

Gattung : *Ambrosia*

Art : *Ambrosia artemisiifolia* L.

Deutsch : Beifussblättriges Traubenkraut, Aufrechtes Traubenkraut

Englisch : common ragweed, annual ragweed

Französisch : ambrosie à feuilles d'armoise

2.2. Herkunft und Verbreitung

Die Gattung *Ambrosia* zählt mindestens 40 Arten mit Hauptverbreitungsgebiet im Südwesten der USA und dem angrenzenden Mexiko. Nur eine Art ist in Europa heimisch: *Ambrosia maritima* L., sie stammt aus dem Mittelmeerraum (Brandes & Nitzsche 2006).

Ambrosia artemisiifolia stammt ursprünglich aus Nordamerika wo sie praktisch überall vorkommt. Heute ist diese Pflanze allerdings auch in einer Vielzahl europäischer Staaten anzutreffen.

In Europa wurde die Pflanze zuerst in botanischen Gärten gehalten. Die älteste Dokumentation aus einem botanischen Garten stammt aus Frankreich, aus dem botanischen Garten von Lyon. Dies war im Jahre 1763 (Chauvel et al. 2006).

Das erste dokumentierte Vorkommen in freier Natur in Europa wurde 1863 im deutschen Brandenburg belegt nachgewiesen. Im Jahre 1865 wurde sie zum ersten Mal in Frankreich, im Tal der Loire, nachgewiesen. Von diesem Zeitpunkt an kolonisierte sie schnell die Täler der Loire und des Rhône samt deren Nebentäler. Diese stellen noch heute die Verbreitungsschwerpunkte in Frankreich dar (Muller 2004). In Deutschland konnte die Pflanze bisher noch nicht richtig Fuß fassen. Zwar taucht sie vielerorts vereinzelt auf, konnte sich aber bis auf den Raum Mannheim-Ludwigshafen und den Landkreis Karlsruhe nicht etablieren. Es sollen auch größere Bestände im Raum Cottbus und in Niederbayern geben (Alberternst et al. 2006).

In Luxemburg wurde *Ambrosia* erstmals 1947 in Bridel dokumentiert, es handelte sich hierbei um *Ambrosia coronopifolia*. *Ambrosia artemisiifolia* wurde 2 Jahre später in einem

Garten in Helmsange zum ersten Mal in Luxemburg nachgewiesen (Krippel & Colling 2006). Über den Weg der Ersteinführung nach Europa ist man sich nicht ganz sicher. Als wahrscheinlich gilt eine Einfuhr mit verunreinigtem Leguminosen-Saatgut (Klee, Luzerne). Möglich ist auch eine Einschleppung durch amerikanische Touristen. Sicher ist jedenfalls, dass die amerikanischen Truppen während des Ersten und Zweiten Weltkrieges zur Entstehung neuer Populationen beigetragen haben (Dessaint et al. 2005). Besonders der Erste Weltkrieg, in dem noch mit Pferden gekämpft wurde, scheint hier von Bedeutung. Zum einen wurden Pferde aus Amerika zugekauft, welche dann zusammen mit Futter, in dem Ambrosiasamen vorhanden waren, in Europa ankamen. Zum anderen brachten die kanadischen und amerikanischen Truppen ihre Pferde zusammen mit Futtermitteln in unsere Regionen. So konnten besonders in der Umgebung von Militär-Camps neue Populationen entstehen (Chauvel & Dessaint 2005). Heute ist *Ambrosia artemisiifolia* in weiten Teilen Europas verbreitet: Frankreich, Deutschland, Schweiz, Österreich, Belgien, Luxemburg, Italien, Großbritannien, Dänemark sowie viele osteuropäische Länder. Die Hauptverbreitungsgebiete liegen dabei in Frankreich (Umgebung von Lyon), den Balkanstaaten sowie in Norditalien (Abb. 1). In Mitteleuropa wird *Ambrosia* hauptsächlich über verunreinigtes Vogelfutter eingeschleppt. Deshalb findet man sie besonders häufig an Stellen an denen im Winter Vögel gefüttert werden.



Abb. 1: Hauptverbreitungsgebiete von *Ambrosia artemisiifolia* in Europa, aus Anonyme 2006 c.

2.3. Morphologie

Ambrosia artemisiifolia ist eine einjährige, einhäusige Pflanze. Der Stängel wächst aufrecht, ist der Länge nach gefurcht und stark verzweigt. Er kann mehr oder weniger stark rötlich gefärbt sein und ist meist, besonders im oberen Teil, behaart. Sein Durchmesser kann bis zu 4 cm betragen. Die Höhe der Pflanze variiert, je nach Standort, von ca. 30 cm bis hin zu 2 m.



Abb. 2: *Ambrosia artemisiifolia* in einem Garten in Linger (L), 05.07.2007.

Die Keimblätter sind einfach, ganzrandig und elliptisch und sind mehr oder weniger dauerhaft (Abb. 3). Das erste Blattpaar ist meist nur in 3 - 5 Segmente aufgeteilt, die folgenden Blätter sind mehr und mehr geteilt. Sie werden nach und nach doppelt gefiedert mit einer dreieckigen Grundform. Anfangs sind die Blätter gegenständig, werden jedoch nach oben hin nach und nach wechselständig. Sie sind beidseitig einheitlich grün gefärbt, behaart und besitzen Spaltöffnungen auf beiden Seiten (Abb.4).



Abb. 3: Jungpflanze von *Ambrosia artemisiifolia*. Zu erkennen sind die Keimblätter sowie das erste Blattpaar, neben einer Millimeterskala, 27.04.2007.



Abb. 4: Typische Blätter von *Ambrosia artemisiifolia*. Garten des Naturhistorischen Museums in Luxemburg, 28.06.2007.

Die männlichen und weiblichen Blüten sitzen getrennt auf der Pflanze. Die männlichen Blüten bilden charakteristische, bis zu 15 cm lange traubenförmige Ähren an den Enden des Stiels und der Seitenäste (Abb. 5). Sie sind von grünlich-gelber Farbe. Die weiblichen Blüten sitzen an den Stängeln, in den Achseln von Blättern unterhalb der männlichen Blütenstände. Ihre Hüllblätter sind zu einer harten verkehrt pyramidalen Hülle vereint (Abb. 6). Allgemein kann man sagen, dass *Ambrosia* eine große morphologische Plastizität aufweist: die Pflanzen unterscheiden sich sehr stark in Größe, Blattform, Behaarung und Form der Blütenstände.



Abb. 5: Männliche Blütenstände von *Ambrosia artemisiifolia* Garten des Naturhistorischen Museums in Luxemburg, 25.08.2007.



Abb. 6: Weibliche Blüten von *Ambrosia artemisiifolia*. Garten des Naturhistorischen Museums in Luxemburg, 25.08.2007.

Nach der Windbestäubung (Anemogamie) reifen in der weiblichen Blüte die Früchte (Achänen) heran. Eine Pflanze von mittlerer Größe produziert im Durchschnitt um die 3000 Früchte, es können jedoch bis zu 62000 sein (Bassett & Crompton 1975). Diese Früchte sind in der Regel zwischen 3,5 und 6 mm groß und besitzen 5 - 6 Dornen (Abb. 7). Sind die Früchte reif, fallen sie zu Boden und setzen die Samen frei. In jeder Achäne befindet sich ein Samenkorn. Allerdings können die Früchte sehr lange im Boden verweilen ohne auszukeimen. Experimente haben gezeigt, dass die die Früchte bis zu 40 Jahre lang keimfähig bleiben (Anonyme 2007 a, Hegi 1979, Bassett & Crompton 1975).



Abb. 7: Frucht von *Ambrosia artemisiifolia* mit Millimeterskala. Naturhistorisches Museum in Luxemburg, 13.04.2007.

2.4. Ökologie

Ambrosia artemisiifolia ist eine relativ konkurrenzschwache Pionierpflanze. Deshalb findet man sie nicht auf Standorten mit dichter Vegetationsdecke. Dies ist auch der Grund dafür, dass *Ambrosia* die einheimische Flora normalerweise nicht stört, sie verdrängt nur in Ausnahmefällen Pflanzen aus ihrem Lebensraum. Sie mag besonders Standorte mit gestörtem, nacktem Boden, weshalb man sie häufig auf Baustellen, in Gärten und entlang von Straßen und Eisenbahnlinien findet.

Es ist ein Fall aus Niederbayern (Naturschutzgebiet bei Daßfeld) bekannt, wo *Ambrosia* drohte, Sandrasengesellschaften zu verdrängen. An solch schütter bewachsenen Flächen kann sie zum Problem für die heimische Flora werden (Alberternst et al. 2006, Brandes & Nietzsche 2006). Auch an Standorten an denen Erosion stattfindet, wie zum Beispiel Erdrutsche oder Regenwasserrillen, kommt sie häufig vor. Auf verbranntem Grasland kann sie sich ebenfalls ansiedeln (Bassett & Crompton 1975).

Sie gedeiht auf fast allen Böden, scheint jedoch etwas leichtere Böden zu bevorzugen. Häufig wächst sie auch mit Kulturpflanzen zusammen auf Feldern, wenn der Abstand zwischen den Pflanzen groß genug ist. So findet man sie häufig zusammen mit Sonnenblumen, Mais, Erbsen und Soja (Thonnerieux 2003). Hierbei fällt auf, dass dies alles sogenannte Sommerkulturen und Hackfrüchte sind, die erst relativ spät im Jahr ausgesät werden. Dies ist wichtig für *Ambrosia*, da bei Wintersaaten schon früh im Jahr andere Ackerunkräuter vorhanden sind und sie unter einer geschlossenen Vegetationsdecke gar nicht erst auskeimt.

In Ontario (Kanada) wurden Pollen von *Ambrosia* in Sedimenten aus dem Pleistozän (Eiszeiten und Zwischeneiszeiten, 1,8 Millionen Jahre - 11500 vor heute) und der Postglazialzeit gefunden. Es wurden sogar mehr Pollen in den spätglazialen als in den postglazialen Sedimenten gefunden. Dies scheint damit zusammen zu hängen, dass direkt nach dem Rückzug des Gletschereises der Boden offen und unbewachsen war und somit gute Bedingungen für *Ambrosia* bot. Erst in den letzten 200 Jahren wurde *Ambrosia* wieder häufiger in Nordamerika, was mit der Ankunft des „weißen Mannes“ und dessen Rodungen für die Gewinnung von landwirtschaftlichen Flächen in Verbindung gebracht wird (Bassett & Terasme 1962).

Die Größe der Pflanze hängt von den Standortfaktoren, aber auch von der sie umgebenden Vegetation ab. *Ambrosia* hat die Eigenschaft leicht größer als die sie umgebenden Pflanzen zu werden. So sind Pflanzen, die man am Straßenrand oder auf freien Flächen findet meist nur 30 – 40 cm hoch, wogegen sie beispielsweise in Sonnenblumenfeldern bis zu 2 m hoch werden können (Anonyme 2007 a).

Eine Studie aus Frankreich (Fumanal et al. 2006) zeigt, dass die Mehrzahl der *Ambrosia*-Pflanzen (94 %) in einer Symbiose mit Mykorrhizapilzen leben. Vergleiche mit nicht von Mykorrhiza befallenen Pflanzen zeigen, dass diese Symbiose sich positiv auf die Entwicklung der Pflanzen auswirkt. Der Anteil an von Mykorrhiza befallenen Pflanzen innerhalb von Populationen schwankt

sehr stark. Es gibt große Unterschiede zwischen den verschiedenen Standorten. So waren Pflanzen innerhalb von Kulturen am wenigsten, Pflanzen entlang von Straßen und in Brachen am stärksten von Mycorrhiza befallen. Es gibt also eine generell steigende Tendenz für den Befall durch Mycorrhizapilze von kultiviertem zu nicht kultiviertem Land. Dies liegt wahrscheinlich zum einen an den Eigenschaften des Bodens (Textur, pH, Nährstoffhaushalt ...), zum anderen an verschiedenen landwirtschaftlichen Maßnahmen (Anwendung von Fungiziden, Bodenbearbeitung).

Pflanzen, die in einem dichten Bestand wachsen und somit weniger Licht kriegen und kleiner bleiben, haben meist einen höheren Anteil an weiblichen Blüten. Im Gegensatz dazu besitzen Pflanzen, die durch ein geringes Nährstoffangebot kleiner bleiben, meist einen größeren Anteil an männlichen Blüten (Paquin & Aarssen 2004).

Die Pflanze stellt keine großen Ansprüche an die klimatischen Bedingungen. Am besten gedeiht sie in einem gemäßigten Klima, das mehr oder weniger von Kontinentalität geprägt sein kann. Auch im mediterranen Klima gedeiht sie gut. In Mitteleuropa sind die ökologischen Bedingungen allerdings nicht optimal: Die Früchte können häufig nicht ganz ausreifen, da die Pflanzen erst sehr spät blühen (August bis Oktober) und die Temperaturen danach meist sehr schnell abfallen, weswegen die Pflanze durch Frost stirbt. Dies ist wahrscheinlich die Hauptursache dafür, dass die Art sich bis heute noch nicht richtig einbürgern konnte (Brandes & Nitzsche 2006).

Die Pflanzen die in Mitteleuropa gefunden werden, stammen meist aus eingeschleppten Samen. Festzustellen bleibt, dass *Ambrosia artemisiifolia* eine enorme ökologische Anpassungsfähigkeit besitzt. Sie kann so gut wie jeden Standort besiedeln, solange sie genügend Platz zum Wachsen findet. Das macht sie zu einem Begleiter menschlicher Aktivitäten (Ruderalpflanze), da fast nur dadurch die von ihr benötigten spärlich bewachsenen Flächen entstehen. Außerdem ist ihre natürliche Ausbreitungskapazität relativ gering; ihre Früchte sind mit einigen Milligramm relativ schwer und können auf natürlichem Weg kaum mehr als einen Meter von der Pflanze weggetragen werden. Lediglich Wasserläufe könnten den Samen weiter von der Mutterpflanze entfernen. Aber *Ambrosia* hat mit dem Menschen einen sehr geeigneten Weg gefunden, sich über weitere Strecken auszubreiten. Ihre Samen werden durch Erdarbeiten, bei denen Boden oft über kilometerweite Strecken transportiert wird, verbreitet. Mähdrescher, die die Felder abernten, in denen *Ambrosia* zusammen mit Kulturpflanzen wächst, schleppen die Samen mit in die Felder, in denen sie als nächstes zum Einsatz kommen. Zusammen mit verunreinigtem Saatgut wird *Ambrosia* regelrecht

ausgesät. Vogelfutter, welches *Ambrosia*-Samen beinhaltet, bringt die Pflanze in die Gärten und Parks der Menschen (Chauvel & Dessaint 2005).

2.5. Phänologie

Abhängig von der Bodentemperatur keimen die Samen von *Ambrosia artemisiifolia* Ende April, im Mai oder aber erst im Juni. Das erste Blattpaar erscheint fast zeitgleich mit den Keimblättern. Innerhalb einiger Tage sind bereits 3 - 4 Blattpaare vorhanden. Die Pflanze wächst allerdings nur relativ langsam bis ungefähr zur zweiten Juli-Woche, danach entwickelt sie sich dann jedoch schnell. Im Laufe dieser Zeit entwickeln sich dann auch die Knospen (Anonyme 2007 a).

Die Blütezeit setzt ein, wenn gegen Ende des Sommers die Tage wieder kürzer werden, laut Deen et al. (1998) wenn die Dunkelzeit ungefähr 8 Stunden pro Tag beträgt. Der Pollenausstoß erreicht meist ein Maximum in der letzten Augustwoche und der ersten Septemberwoche, dauert jedoch bis Ende September / Anfang Oktober. Die Pollenausschüttung erfolgt morgens zwischen 6:30 und 8 Uhr und wird durch trockenes und sonnig, warmes Wetter mit nächtlichen Temperaturen über 10°C gefördert. Zu geringe Temperaturen hemmen das Herausstrecken der Antheren und hohe Luftfeuchtigkeit verhindert die Öffnung der Pollensäcke (Hegi 1979, Chauvel & Dessaint 2005). Eine Pflanze kann pro Tag bis 2,5 Milliarden Pollenkörner freisetzen.

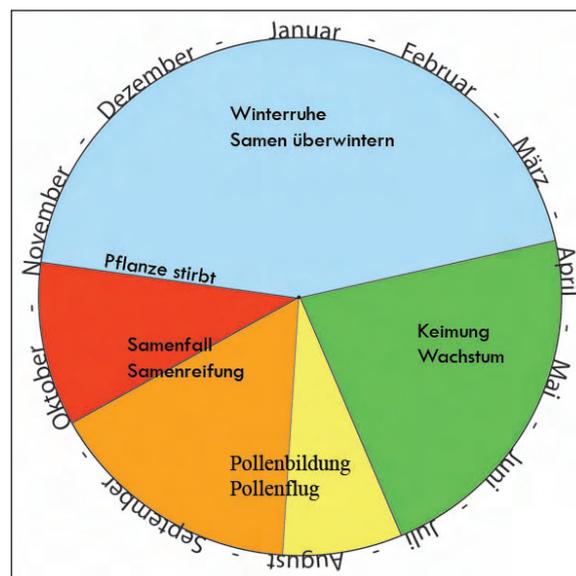


Abb. 8: Lebenszyklus von *Ambrosia artemisiifolia*, nach Anonyme 2006 c.

Durch ihre geringe Dichte ($0,63 \text{ g/cm}^3$) und relativ geringe Sinkgeschwindigkeit ($1,56 \text{ cm/s}$), bei einem Durchmesser von $18 - 25 \mu\text{m}$, können sie bis zu 65 km weit transportiert werden (Déchamp & Méon 2002). Manche Autoren sprechen sogar von mehreren hundert Kilometern (Holzner & Glauning 2005).

Die Reifung der Früchte findet von Oktober bis November statt. Wie bereits im Kapitel 1.4. erwähnt, kommt es jedoch in Mitteleuropa normalerweise nicht zur vollständigen Reife der Samen. Nach dem Absterben der Pflanze verschwindet diese vollkommen. Es bleiben keine dünnen Äste stehen (Anonyme 2007 a).

In Kanada hat man beobachtet, dass Pflanzen aus den nördlicheren Breitengraden eher blühen und weniger vegetatives Wachstum zeigen als Pflanzen aus südlicheren Gegenden. Dies deutet daraufhin dass sich *Ambrosia artemisiifolia* in Kanada an verschiedene Tageslängen angepasst hat und diese Eigenschaften weitervererbt werden (Bassett & Crompton 1975). Für Europa wurde Ähnliches noch nicht berichtet.

2.6. Toxikologie

Der Pollen von *Ambrosia artemisiifolia* besitzt sehr stark allergene Eigenschaften. Manche Autoren sprechen sogar vom am stärksten allergen wirkenden Pollen weltweit (Anonyme 2006 a, de Swaaf 2006). Ungefähr 15 allergene Substanzen konnten in diesem Pollen identifiziert werden. Zwei von ihnen sind für 90% der Allergien verantwortlich. Aber es werden auch sehr starke Reaktionen mit den sogenannten Nebenallergenen festgestellt. Die Krankheitsbilder reichen von Heuschnupfen (allergische Rhinitis), allergischem Asthma, Bindehautentzündungen (Konjunktivitis) bis hin zu Ekzemen und Dermatitis (bei Berührung der Pflanze). In Nordamerika sind hauptsächlich männliche Personen über 40 Jahre, die draußen arbeiten, von der Ambrosia-Dermatitis betroffen (Bassett & Crompton 1975). Wegen der späten Blütezeit verursacht sie Spätsommerallergien, also zu einer Zeit in der Pollenallergien normalerweise schon vorüber sind (Ries 1992). Für Mehrfach-Allergiker verlängert sich somit die Problemzeit bedeutend. Damit es zu allergischen Symptomen kommen kann, geben Déchamp & Méon (2002) einen Schwellenwert von mindestens $5 \text{ Pollenkörnern/m}^3$ Luft an.

Die Allergene von *Ambrosia*, welche bis heute bestimmt wurden, bestehen aus Proteinen. Sie unterscheiden sich von den Allergenen der meisten anderen Pollenarten, weshalb viele Leute

alleine auf *Ambrosia* allergisch sind. Sie lösen eine sogenannte IgE - vermittelte allergische Reaktion aus. Bei diesem Allergietyp bildet der Körper beim Erstkontakt mit den Allergenen spezifische Antikörper vom Typ Immunglobulin E (IgE) aus. Diese setzen sich dann an der Membran von Mastzellen, welche sich hauptsächlich in den Schleimhäuten befinden, fest. Diesen Vorgang nennt man Sensibilisierung. Bei einem weiteren Kontakt mit den Allergenen werden diese von den Antikörpern gebunden und die Mastzellen zur Ausschüttung von Histamin angeregt: es kommt zu allergischen Reaktionen.

Die Allergene von *Ambrosia* können in sogenannte Haupt- und Nebenallergene eingeteilt werden. Die Hauptallergene, Amb a 1 und Amb a 2, lösen eine Reaktion bei 90 % der auf *Ambrosia* allergischen Personen aus. Ihre Aminosäuresequenzen sind zu 60 % identisch und sie besitzen auch gemeinsame Epitope (kleiner Teil des Antigens, gegen den Antikörper gebildet werden). Oft sind also Menschen für diese beiden Allergene gleichzeitig sensibilisiert. Die Nebenallergene, Amb a 3, Amb a 5, Amb a 6 und Amb a 7 führen bei einem geringeren Teil der Allergiker zu einer Sensibilisierung. Bei diesen können jedoch auch sehr starke Reaktionen ausgelöst werden. Diese kleineren Moleküle sind wasserlöslicher als die großen Hauptallergene und werden somit in den Schleimhäuten schneller von den Pollenkörnern gelöst. Eine amerikanische Studie soll sogar zeigen, dass eine Sensibilisierung gegenüber diesen Allergenen oft zu stärkeren Symptomen führen soll. So ist zum Beispiel der Anteil an Amb a 5 sensiblen Personen höher bei den allergischen Asthmatikern, als bei den Menschen die „nur“ an allergischer Rhinitis leiden.

Zwei weitere Allergene sind Cystatin und Profilin. Profilin besitzt große Ähnlichkeit mit den Antigenen Amb a 1 und Amb a 2 und ist auch in vielen anderen allergenen Arten vorhanden. Es könnte eines der Allergene sein, die für Kreuzsensibilisierungen verantwortlich sind, die manchmal bei Personen gefunden werden, welche auf *Ambrosia* allergisch sind. Diese betreffen entweder andere Pollen, wie zum Beispiel die vom Beifuss (*Artemisia vulgaris*) oder der Sonnenblume (*Helianthus annuus*), aber auch Lebensmittel wie Sellerie, Banane oder Melone. Ein erhöhter Prozentsatz (mehr als 50 %) der Personen, die auf *Ambrosia* allergisch reagieren, zeigt auch Reaktionen gegenüber *Artemisia*. Dies könnte daran liegen, dass beide Arten außer Profilin noch andere gemeinsame Allergene besitzen.

Es ist wahrscheinlich, dass bis heute nicht alle Allergene von *Ambrosia* identifiziert wurden. In einer Arbeit von 1983 wurden 52 Antigene gefunden, von denen 22 allergen sein sollen (Déchamp & Méon 2002).

Was die Zahlen der von *Ambrosia* ausgelösten allergischen Erkrankungen angeht, gibt es verschiedene Angaben: Weltweit geht man davon aus, dass 6 - 12 % der Bevölkerung allergisch auf *Ambrosia*-Pollen reagieren (Anonyme 2006 a, Chauvel & Dessaint 2005). Der Anteil von allen allergischen Krankheiten, für die die *Ambrosia*-Pollen verantwortlich sind, ist stark abhängig von der regionalen Verbreitung der Pflanze.

So werden laut Reinhardt et al. (2003) in Ungarn über 80 % aller Allergien von *Ambrosia* ausgelöst, in Norditalien (Raum Mailand) über 60 %, in Tschechien etwa 35 %, im Wiener Raum etwa 30 % und in Frankreich (Gegend von Lyon) 30 - 40 %. In Deutschland geht man von maximal 1,25 % aller Allergien aus. Dies könnte sich in Zukunft noch verschlimmern: In amerikanischen Versuchen hat man festgestellt, dass *Ambrosia* unter doppelter atmosphärischer CO₂ Konzentration 61 % mehr Pollen produziert. Wenn man bedenkt, dass seit Beginn der Industrialisierung die CO₂ Konzentration um 29 % angestiegen ist und man bis spätestens 2100 mit einer Verdoppelung der CO₂ Konzentration rechnet, so kommen auf Allergiker keine rosigen Zeiten zu (Wayne et al. 2002).

Dies bringt natürlich auch ökonomische Folgen mit sich: In Deutschland werden jährlich für die Behandlung von allergischem Asthma und allergischer Rhinitis, welche von *Ambrosia* ausgelöst werden, ungefähr 32,1 Millionen Euro ausgegeben (Reinhardt et al. 2003).

In anderen Ländern, in denen *Ambrosia* häufiger vorkommt, werden zusätzliche Gelder für Bekämpfungsmaßnahmen ausgegeben.

2.7. Nutzung

Es gibt einige Berichte darüber, dass *Ambrosia artemisiifolia* zu medizinischen Zwecken eingesetzt wurde. So soll laut Bassett & Crompton (1975) das flüssige Extrakt der blühenden Pflanze zur Stoppung von lokalen Blutungen eingesetzt worden sein. Das gleiche bittere Extrakt wurde auch bei der Behandlung von Verdauungsschwierigkeiten (Dyspepsie) eingesetzt.

In den frühen 1930er Jahren, diente *Ambrosia* neben Leguminosen als Haupt-Winternahrungsquelle für Wachteln in Virginia.

Der Ölgehalt von *Ambrosia* ist ungefähr der gleiche wie der von Sojabohnen, die Trockeneigenschaften sind jedoch besser. Deshalb wurde früher vorgeschlagen, damit Farben und Lacke herzustellen (Bassett & Crompton 1975).

2.8. Vorsorge und Bekämpfung

Die Maßnahmen, die getroffen werden müssen, um *Ambrosia artemisiifolia* an einer großflächigen Ausbreitung zu hindern, sind sehr vielseitig und betreffen sowohl Privatpersonen als auch Behörden.

Mechanische Bekämpfungsmaßnahmen

An Stellen, an denen *Ambrosia* vereinzelt auftritt, bekämpft man sie am besten indem man sie mit der Wurzel ausreißt. Allerdings sollte dieses vor dem Entstehen der Pollen in den Blüten geschehen, da sonst bei der kleinsten Erschütterung die Pollen ausgeschüttet und in starken Dosen eingeatmet werden. In Frankreich gilt in manchen Gegenden der erste August in wärmeren Gegenden der 23. Juli als Stichdatum, die Pflanzen nicht mehr auszureißen (Thonnerieux 2003).

In Kanada werden seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts großangelegte Ausreißaktionen durchgeführt, was in der Provinz Gaspésie sogar zum Verschwinden der Art geführt haben soll. Auch heute noch stellen kanadische Gemeinden einige Tage im Jahr Studenten ein, um Standorte von *Ambrosia* zu kartieren. Die Besitzer der Grundstücke werden dann von den Gemeinden dazu aufgefordert, die Pflanzen auszureißen und zu vernichten (Thonnerieux 2003). Auch in Frankreich werden großangelegte Ausreißaktionen durchgeführt (Chauvel & Dessaint 2005). In der Schweiz werden die Leute durch Merkblätter über die Pflanze informiert und zum Ausreißen aufgefordert. Zumindest in manchen Kantonen (Bsp. Zürich) ist es sogar obligatorisch (Anonyme 2006 b). Auch in manchen Teilen Deutschlands gibt es solche Informationsblätter (z. B.: Berlin). Wichtig ist, dass die Pflanzen nach dem Ausreißen weder liegenbleiben noch im Kompost beseitigt werden sollen (Anonyme 2006 a). Sie könnten so weiterleben und trotzdem Pollen produzieren oder sogar reife Früchte produzieren.

Leider hat diese Maßnahme meist nur eine kurzfristige Wirkung bei älteren Beständen. Zwar kann der Pollenausstoß verhindert und somit die Gefahr von Allergien minimiert werden, jedoch werden die Pflanzen, wegen der langen Keimfähigkeit der Samen, meist noch viele Jahre danach aufkommen können. Somit müssten diese Maßnahmen über einen langen Zeitraum hinweg durchgeführt werden (Chauvel & Dessaint 2005).

Eine Mahd der Pflanzen ist auch möglich, muss jedoch mehrmals jährlich durchgeführt werden und es muss darauf geachtet werden, dass die letzte Mahd nicht zu lange entfernt von der Blütezeit durchgeführt wird (Thonnerieux 2003). Ansonsten könnten die erneut ausschließenden Pflanzen

neue Blüten entwickeln und so Pollen und Samen produzieren.

Dies ist eine besonders geeignete Bekämpfungsmethode für Bestände die an Strassen oder Wegen entlang auftreten (Brandes & Nitzsche 2006).

Chemische Bekämpfungsmaßnahmen

Die chemische Bekämpfung gestaltet sich relativ schwierig. Die Pflanze besitzt eine natürliche Resistenz oder zumindest verminderte Sensibilität gegenüber vielen Pflanzenschutzmitteln (Thonnerieux 2003). Auch kann es vorkommen, dass Populationen von *Ambrosia* Resistenzen gegenüber Pflanzenschutzmitteln entwickeln, auf die sie ursprünglich sensibel waren. So wurden zum Beispiel in Kanada Populationen gefunden, die gegenüber Linuron eine Resistenz aufgebaut haben (Saint-Louis et al. 2005). Als besonders schwierig gilt die Bekämpfung von *Ambrosia* in Sonnenblumenfeldern (was vor allem in Südfrankreich eine der Hauptverbreitungen darstellt). Sonnenblume und *Ambrosia* gehören nämlich derselben Familie (Asteraceae) an und zeigen somit das gleiche Verhalten gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Würde man versuchen *Ambrosia* hier chemisch zu bekämpfen, würde man die Sonnenblumen mit vernichten oder zumindest schädigen (Chauvel et al. 2005).

Biologische Bekämpfungsmaßnahmen

Es wurden auch schon Versuche mit Biokontrollmethoden gemacht. In Russland wurde 1978 der Käfer *Zygogramma suturalis* F. in einem stark mit *Ambrosia* bewachsenem Feld ausgesetzt. Dieser Käfer, der sich ausschließlich von Ambrosiablättlern ernährt, sorgte schnell für einen Rückgang der Ambrosiapopulation im Versuchsfeld und dessen Umgebung. Längerfristig stellte sich jedoch heraus, dass eher die Ambrosiapopulation die Dichte der Käferpopulation beeinflusste und nicht umgekehrt. Ein solcher Ansatz würde also nicht zu einer langfristigen Verminderung der Ambrosiabestände führen (Reznik et al. 2004).

Bei der Einführung von Organismen zur Bekämpfung von anderen Organismen sollte man ohnehin sehr vorsichtig sein. In vielen Fällen wurden die neu eingeführten Organismen zum eigentlichen Problem.

Vorbeugende Maßnahmen

Da sich die Bekämpfung von *Ambrosia* als relativ schwierig darstellt, ist es sicher am sinnvollsten, ihrer Verbreitung so gut wie möglich vorzubeugen. So sollten brachliegende Flächen begrünt werden, um die *Ambrosia*-Pflanzen zu unterdrücken. Auch aufgeschütteter Boden, der aus

betroffenen Gegenden stammt, sollte schnellstmöglich begrünt werden. Saatgut sowie Vogelfutter sollte von Ambrosiasamen gereinigt werden.

Landwirtschaftliche Maschinen welche in von *Ambrosia* befallenen Feldern eingesetzt wurden, sollten gereinigt werden bevor sie auf anderen Parzellen eingesetzt werden (Brandes & Nitzsche 2006).

2.9. Verbreitung in der Großregion

Definition der Großregion nach Arnould (2007): Die Großregion setzt sich zusammen aus Luxemburg (L), dem Saarland (D), Rheinland-Pfalz (D), Lothringen (F) und der wallonischen Region (= deutsch- und französischsprachige Gemeinschaft Belgiens) (B).

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in Luxemburg und der Großregion untersucht werden. Die Fundorte aus den Nachbarländern Luxemburgs stammen von floristischen Vereinigungen und Fachleuten. Die Fundorte aus Luxemburg resultieren aus einem Aufruf an die Bevölkerung, Funde von *Ambrosia artemisiifolia* zu melden. Dies erklärt die vergleichsweise hohe Anzahl an Funden aus Luxemburg. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass es signifikante Unterschiede in der Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* zwischen Luxemburg und den angrenzenden Gebieten gibt. Die Fundorte wurden in Verbreitungskarten zusammen gefasst, diese wurden mit dem Programm ArcGIS 9.0 angefertigt.

2.9.1. Belgien

Die verschiedenen Fundstellen aus der wallonischen Region werden nachfolgend aufgelistet, die Namen der Finder stehen in Klammern (Saintenoy-Simon 2007):

- Rixensart, bei Rosières, mehrere Pflanzen, 2006 (Fontaine)
- Visé, Frayère du Petit Gravier (Altarm der Meuse), 1999 (Lejeune et Kurstjens)
- Braine-l'Alleud, Sart-Moulin, alter Bahnhof, 2003 (Henrion)
- Herve, sur le Try, in einem Garten, 2003 (Frankard)
- Mons, place Nervienne, einige Pflanzen, 2006 (Dupriez)
- Profondeville, 3 Pflanzen entlang des Treidelpfades^{1*}, am linken Flussufer der Maas, gegenüber des Steinbruches von Tailfer, 2006 (Lannoy)
- Longfaye, in einem Garten, 2003 (Frankard)
- Lisogne, Awagne, chemin des Massennes, vor einem Hühnerstall, 2003 (Héla)

¹Treidelpfad: Arbeitsweg unmittelbar am Flussufer der dazu diente Schiffe, mittels Zugtieren oder Menschenkraft, Flussaufwärts zu ziehen.

- Mariembourg, RAVeL (Fahrradweg), Le Choqui (Osten der Ortschaft), einige Pflanzen, 2005 (Roberfroid)
- Laforêt-sur-Semois, südliche Insel, eine Pflanze nahe der Brücke von Claies, 1995 (Thoen)
- Rouvroy, Lamorteau, Grand-rue, vor einem Hühnerstall, 2004 (Léger)

2.9.2. Deutschland

Genau wie schon in Belgien ist *Ambrosia* auch hier äußerst selten und, wenn sie vorkommt, handelt es sich um einzelne Pflanzen, die keine dauerhaften Bestände bilden. Die Fundstellen aus dem Saarland (Weicherding 2007) sind nachfolgend aufgelistet, die Namen der Finder stehen in Klammern.

- Ortslage Großrosseln (Unbekannt)
- Ortslage Homburg (Wolff)
- Ortslage Dudweiler (Wolff)
- Saarbrücken, Universitätscampus (Weicherding)
- Ortslage Saarbrücken-St. Johann (Weicherding)
- Ortslage St. Ingbert (Weicherding)
- Ortslage Spiesen (Schreiber)
- Saarburg, 1984 (Dethloff in Hand & al., Flora der Region Trier, in Vorbereitung)

Aus dem Raum Trier liegen folgende Fundstellen vor (Hand 2007):

- Trier: spontan in Vorgarten Ostallee 73, 1988 (Hand in Hand & al., Flora der Region Trier, in Vorbereitung)
- Trier-Neukürenz: spontan in Garten der Domäne Avelsbach, 1986 (Zoldan in Hand & al., Flora der Region Trier, in Vorbereitung)
- Bettingen: an der Str. in Höhe Sportplatz, 2005 (Hand in Hand & al., Flora der Region Trier, in Vorbereitung)

2.9.3. Frankreich

Aus Lothringen (Vernier 2007) liegen folgende Fundstellen vor. Sie stammen von der botanischen Vereinigung von Lothringen „Floraine“.

- Thiaucourt-Régniéville, im Norden der Stadt

- Noviant-sur-Moselle, im Süden der Stadt, an der Mündung des Rupt de Mad in die Mosel
- Frouard, am Hafen
- Lubine (Vogesen), im Wald von Colroy-Lubine
- Art-sur-Meurthe, unter der Brücke an der Meurthe

2.9.4. Luxemburg

Auch aus Luxemburg waren bis zum Beginn dieser Arbeit nur sehr wenige Fundorte bekannt. Bei allen nachfolgenden Fundorten handelt es sich jeweils um Einzelpflanzen, die Namen der Finder stehen in Klammern (Krippel & Colling, 2006).

- Luxemburg-Grund, Rue Münster, Garten des Naturhistorischen Museums, 2003 (Helminger)
- Luxemburg, Avenue Gaston Diderich, in einem Garten, 2003 (Reichling)
- Crauthem, Neiwiss, in einem Garten, 2003 & 2004 (Colling)

Um einen besseren und aktuelleren Überblick über die Verbreitung in Luxemburg zu erhalten wurde in verschiedenen Tageszeitungen (Luxemburger Wort, Tageblatt), sowie einer Gärtnerzeitschrift (Gaart an Heem) ein Aufruf an die Bevölkerung gemacht, sich nach *Ambrosia artemisiifolia* umzusehen und den Fund gegebenenfalls dem Naturhistorischen Museum mitteilen. Es wurde bei allen Meldungen kontrolliert, ob es sich bei den Pflanzen auch wirklich um *Ambrosia artemisiifolia* handelt.

Ambrosia artemisiifolia wurde an folgenden Stellen gefunden:

- Remerschen, route de Mondorf, 4 Exemplare in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Godbrange, rue des champs, 10 Exemplare in einem Garten unter einem Vogelhäuschen
- Bridel, rue Pol Binsfeld, 6 Exemplare in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Bridel, rue Oster, 35 Exemplare in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Bertrange, rue des champs, 10 Exemplare in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Rodange, rue des vielles parts, 4 Exemplare in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Remich, rue des vergers, 1 Exemplar in einem Garten unter einem Vogelhäuschen
- Niederkorn, rue Pierre Gansen, 7 Exemplare in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle

- Hagen, rue Randlingen, 2 Exemplare in einem Garten neben einem Hühnerstall und einem Papageienkäfig
- Bissen, rue Jean-Pierre Ecker, 1 Exemplar in einem Garten nahe Vogelfutterstelle
- Huncherange, rue de la Résistance, 1 Exemplar in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Ermsdorf, rue de Gilsdorf, 1 Exemplar in einem Garten
- Altlinster/Schleifmühle, mehrere Exemplare auf einem Grundstück um ein Haus an versch. Vogelfütterungsstellen
- Differdange, rue Woiwer, 1 Exemplar in einem Garten
- Bertrange, rue de Strassen, 3 Exemplare verteilt im Garten
- Hautcharage, rue du 10 Septembre, 1 Exemplar in einem Blumentopf unter einer Vogelfütterungsstelle
- Noertzange, rue de la Gare, 1 Exemplar in einem Garten bei einer Vogelfütterungsstelle
- Dudelange, rue des Modelleurs, 1 Exemplar in einem Blumenkübel vor einem Haus
- Biwer, Neie Wee, 1 Exemplar in einem Garten
- Kleinbettingen, rue de Kaler, 1 Exemplar in einem Garten
- Esch/Alzette, rue de l'Usine, 1 Exemplar in einem Garten
- Schifflange, cité Dominique Braun, 1 Exemplar in einem Blumentopf
- Esch/Alzette, Camping Galgebiert, mehrere große Exemplare in einem Tierpark
- Reisdorf, rue de l'Our, 5 Exemplare in einem Garten und in einem Hühnerpark
- Luxembourg/Gasperich, rue Christophe Colomb, 30 - 40 Exemplare in einem Garten
- Schifflange, rue des Fleurs, 5 große Exemplare in einem Beet und mehrere kleine Exemplare in einer Rasenfläche
- Esch/Alzette, rue J.P. Bausch, 3 Exemplare in einem Garten
- Bergem, rue des Fleurs, 5 Exemplare in einem Vorgarten und einem Garten
- Schouweiler, rue des tisserons, 3 Exemplare in einem Garten
- Bettembourg, rue J.F.Kennedy, 1 Exemplar in einem Garten
- Lasauvage, Privatgrundstück im Wald, 2 Exemplare in einem Blumenbeet
- Petange, rue Charlotte, 1 Exemplar in einem Garten
- Bettembourg, rue J.F.Kennedy, mehrere kleine Exemplare in einem Blumentopf

- Beidweiler, am Wangert, 3 Exemplare in einer Rasenfläche
- Platen/Preizerdaul, rue Toempchen, 1 Exemplar
- Kopstal, rue de Mersch, 1 Exemplar, neben Hühnerpark
- Bertrange, rue de la Roche, 1 Exemplar, in einem Vorgarten
- Mondorf, rue des vignes, 1 Exemplar, in einem Garten
- Biwels, rue du lac, 1 Exemplar, in einem Garten
- Ettelbrück, rue , 1 Exemplar auf einem Balkon

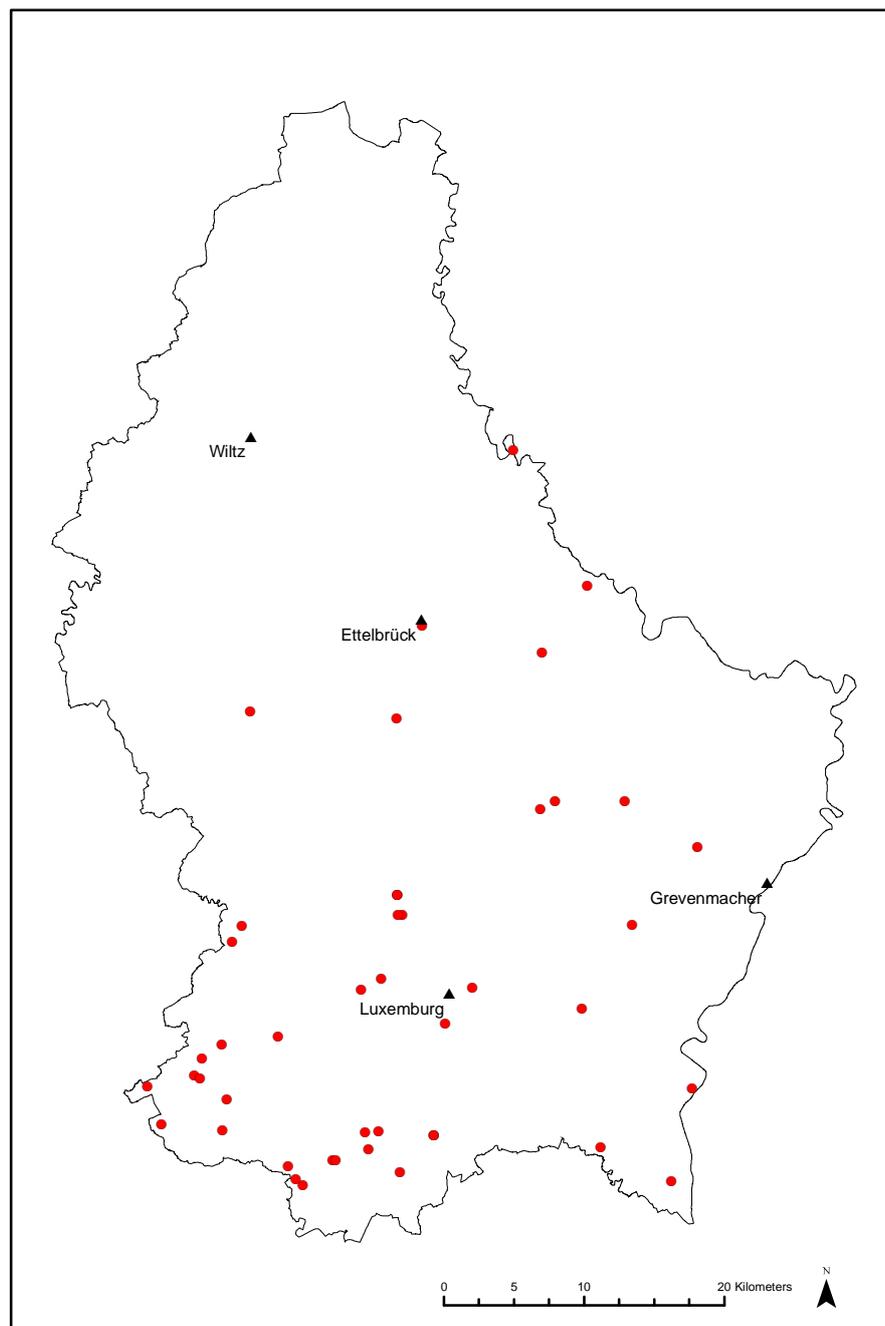


Abb. 9: Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in Luxemburg. Kartengrundlage: Plan BD-L-TC (1996-2000). Administration du cadastre et de la topographie du Luxembourg.

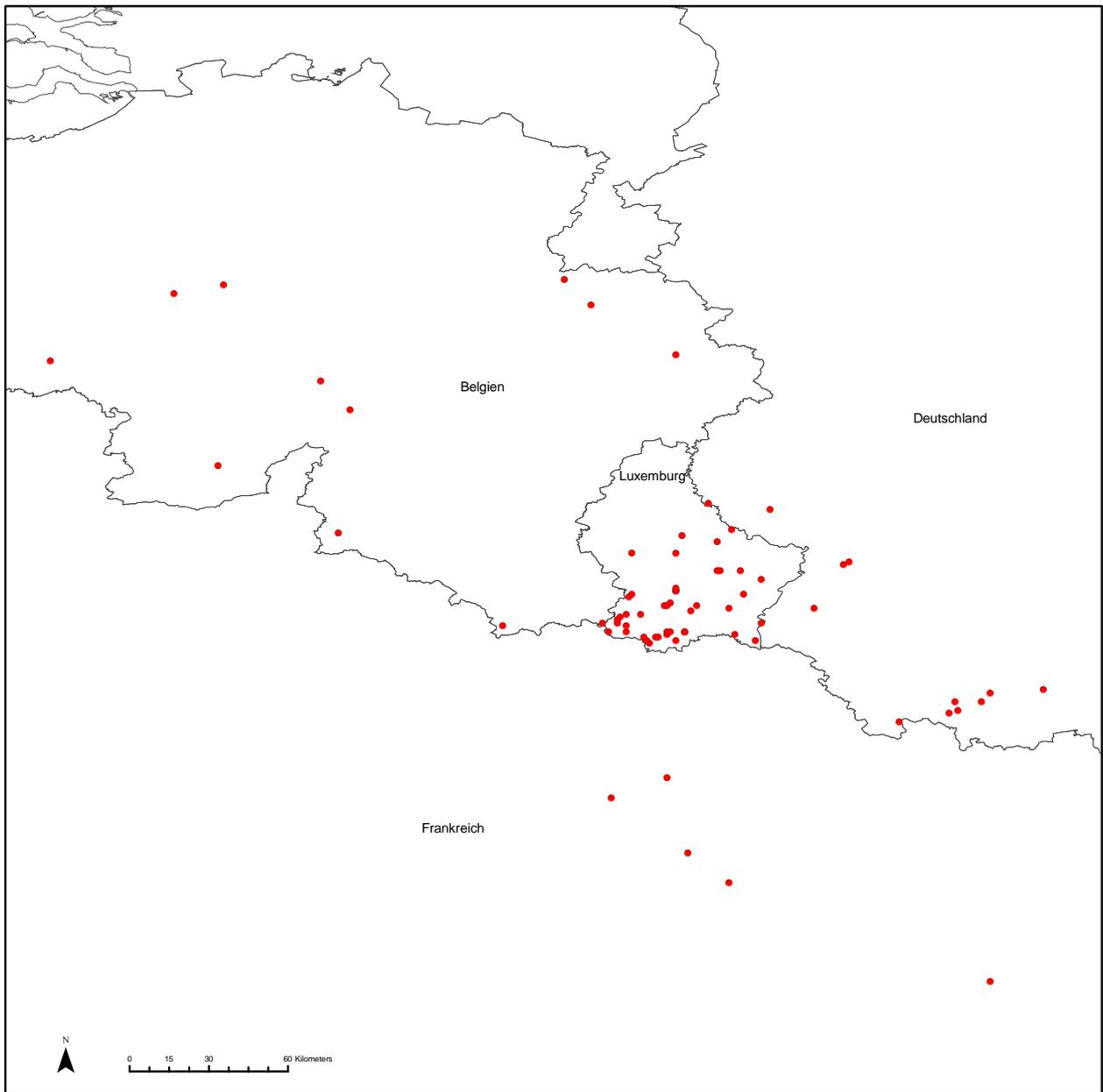


Abb. 10: Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in der Großregion. Kartengrundlage: ArcGis 9.0, Data & Maps (ESRI 2005).

3. Ambrosia-Pollen Messungen

3.1. Einleitung

Wegen der starken allergenen Eigenschaften der Pollen von *Ambrosia artemisiifolia*, werden diese innerhalb der letzten Jahre vermehrt in Pollenmessstationen untersucht. Natürlich ist es nicht möglich, aus diesen Daten auf die genaue Verbreitung von *Ambrosia* zu schließen. Jedoch könnten sie Hinweise über möglicherweise größere Bestände der Art in der Umgebung der Messstationen geben. Beobachtet man die Daten über einen längeren Zeitraum, so können diese eventuell Aufschluss über Veränderungen der Populationsgrößen geben.

3.2. Material und Methoden

Auch hier soll nicht alleine auf die Verbreitung innerhalb von Luxemburg eingegangen werden. Deshalb wurden Daten aus verschiedenen Pollenmessstationen aus Luxemburg und angrenzenden Regionen untersucht. Es wurden jeweils die Messstationen aus den an Luxemburg grenzenden Gebieten Deutschlands, Belgiens und Frankreichs berücksichtigt.

In diesen Ländern werden sogenannte Burkhard-Pollenfallen zur Ermittlung der Pollenkonzentrationen benutzt (Abb. 11). Bei diesem Apparat wird die Außenluft kontinuierlich durch einen Schlitz ($2 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$), mit einem Volumenstrom von 10 l pro Minute eingesaugt. So werden pro Tag $14,4 \text{ m}^3$ Luft eingesogen.



Abb. 11: Burkhard Pollenfalle. Pollenmessstation Luxemburg, auf dem Dach eines Krankenhauses (CHL) in Luxemburg / Stadt, 03.05.2007.

Diese Luft wird auf einen Plastikstreifen mit klebriger Oberfläche projiziert, der auf einer Trommel angebracht ist, die sich konstant mit 2 mm pro Stunde dreht. Somit sind die Partikel, die an einem Tag mit der Luft eingesogen werden, jeweils auf einem Abschnitt von 48 mm festgehalten. Diese werden unter dem Mikroskop ausgewertet, die verschiedenen Pollenkörner werden identifiziert und gezählt. Berücksichtigt man hierbei die eingesaugte Luftmenge so erhält man den 24 h-Mittelwert von Pollenkörnern pro m³ Luft.

Die Daten wurden, sofern sie für diesen Zeitraum existieren, von 1999 bis 2007 ausgewertet. In Deutschland gab es 1999 nur eine Messstelle in der weiteren Umgebung Luxemburgs an der *Ambrosia*-Pollen gemessen wurden (Mönchengladbach). Die Anzahl der Messstellen stieg dann kontinuierlich an, so dass ab 2006 die Daten von acht Messstationen zur Verfügung stehen. In Belgien wurden die Daten von zwei Pollenmessstationen berücksichtigt: Brüssel und Marche-en-Famenne. Die Daten aus Deutschland und Belgien stammen aus der europäischen Datenbank für Pollenanalyse EAN (**E**uropean **A**eroallergen **N**etwork) (EAN 2007).

In Frankreich gibt es seit 2005 drei Messstationen in der Umgebung Luxemburgs, an denen *Ambrosia*-Pollen gemessen werden. Diese befinden sich in Metz, Nancy und Straßburg. Im Jahr 1999 gab es auch hier nur eine Messstation (Straßburg). Die Daten stammen vom französischen Pollenüberwachungsdienst (RNSA – **R**éseau **n**ational de **s**urveillance **a**érobiologique) (Thibaudon 2007). In Luxemburg gibt es nur eine Pollenmessstation, sie befindet sich auf dem Dach eines Krankenhauses (CHL – Centre Hospitalier de Luxembourg) in Luxemburg/Stadt. Die Daten sind online erhältlich.

Es wurde auch untersucht ob plötzlich auftretende, sehr hohe Tageswerte durch einen Ferntransport von *Ambrosia*-Pollen verursacht werden können. Der Verlauf von Luftpaketen, welche eventuell für einen Ferntransport von Pollen nach Luxemburg verantwortlich waren, wurde mit dem Rechenmodell „Hysplit 4.0“ (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) berechnet (Draxler 2007).

Dieses amerikanische Rechenmodell steht online zur Verfügung. Es wurde vom Air Resources Laboratory der Amerikanischen Administration für Ozeane und Atmosphäre (NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration) entwickelt. Anhand von meteorologischen Daten der ganzen Welt, kann Hysplit die Herkunft und den Verlauf eines Luftpaketes, welches sich zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort befand, bestimmen (vgl. Abbildungen 12 & 13)

Da 5 Pollenkörner/m³ Luft als Schwellenwert angesehen werden, um allergische Reaktionen hervorzurufen (Déchamp & Méon 2002), wurden diese Tageswerte in den Tabellen Gelb hervorgehoben (vgl. Tabellen 1 - 10 mit Tageswerten im Anhang).

3.3. Ergebnisse

Aus Tab. 1 geht hervor, dass die Anzahl an Pollenmessstationen, an denen Pollen von *Ambrosia* erfasst werden, von 1999 bis 2007 stark zugenommen hat.

Von den 14 berücksichtigten Messstationen haben 1999 lediglich 4 Stationen Pollen von *Ambrosia* erfasst. Im Jahr 2007 sind dies immerhin 12 von 14. 2005 und 2006 waren es sogar jeweils 13 von 14 Stationen. Die Daten wurden zudem nur sehr unregelmäßig aufgenommen, dies geht insbesondere aus den Tabellen mit den Tageswerten hervor.

Tab. 1: Jahressummen von *Ambrosia*-pollen an den verschiedenen Messstationen.

Messstation	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Luxemburg									
Luxemburg/Stadt	38	4	1	32	6	14	13	26	9
Deutschland									
Bonn	/	/	0	1	6	1	4	1	0
Freiburg	/	31	1	3	0	0	12	64	18
Gerlingen	/	/	/	/	/	/	/	1	/
Hagen/Westf.	/	/	0	/	/	/	0	10	0
Heidelberg	/	/	/	0	0	0	0	55	18
Koenigsfeld	/	1	1	/	32	/	2	6	10
Moenchengladbach	7	5	0	/	/	/	0	2	3
Soest	/	/	/	/	/	/	0	10	0
Frankreich									
Metz	/	/	/	/	/	/	17	36	2
Strasbourg	39	23	23	25	15	20	14	32	18
Nancy	/	/	19	18	22	17	22	76	13
Belgien									
Marche-en-famenne	/	/	/	14	6	/	13	/	/
Brüssel	41	/	/	15	/	/	2	9	/

Luxemburg

Seit 1999 werden in Luxemburg *Ambrosia*-Pollen gezählt. Im Allgemeinen sind die Tageswerte sehr niedrig, meist unter 5 Pollenkörner / m³ Luft. Jedoch fallen einem hier 2 Werte besonders auf. Am 4. September 1999, sowie am 28. August 2002, wurden sprunghaft sehr hohe Werte gemessen (1999: 25 Pollenkörner/m³ Luft, 2002: 20 Pollenkörner / m³ Luft). Hierfür gibt es mehrere mögliche Erklärungen: Zum einen könnte es sein, dass in diesen Jahren eine *Ambrosia*-Pflanze sehr nahe an der Messstation stand, und diese dann an den besagten Tagen blühte. Zum anderen wäre jedoch auch ein Pollenferntransport mit Luftströmungen aus großen Höhen aus einem der Hauptverbreitungsgebiete Europas möglich. (vgl. Punkt 2.4.). Da die Jahressummen meist unter 20 Pollenkörnern / m³ Luft liegen, führen diese 2 Tageswerte natürlich auch gleich zu einem bedeutend höheren Wert der jeweiligen Jahressummen. Das Jahr 2006 zeigt eine relativ hohe Jahressumme. Dies ist vergleichbar mit den Werten der anderen Länder. An vielen Pollenmessstationen wurden 2006 erhöhte Werte gemessen. Schaut man sich die Tageswerte der verschiedenen Stationen aus dem Jahr 2006 an, so stellt man fest, dass diese erhöhten Werte fast alle aus der ersten Septemberhälfte stammen.

Frankreich

In 3 Messstationen der an Luxemburg grenzenden Regionen werden *Ambrosia*-Pollen gemessen. Die verschiedenen Jahressummen sind dabei leicht höher als die von Luxemburg, sie betragen meist um die 20 Pollenkörner / m³ Luft. Die Tageswerte zeigen hier keine so starken Einzelereignisse wie dies für Luxemburg der Fall ist. Es zeigt sich auch hier an jeder Messstation ganz deutlich, dass die Werte von 2006 um einiges höher liegen als die der anderen Jahre.

Deutschland

In Deutschland stellt sich die Situation etwas schwieriger dar. In vielen Messstationen wurden die Daten nur unregelmäßig aufgenommen. Manche Messstationen funktionierten nicht jedes Jahr (z.B.. Gerlingen). Manche haben auch während des Untersuchungszeitraumes an einigen Tagen keine Daten aufgenommen (z.B. Bonn). Die wohl konstantesten Daten liegen von der Messstation Freiburg / Breisgau vor. Auch hier zeigt sich wieder ein sehr hoher Wert für das Jahr 2006. Auch in Heidelberg wurden 2006 besonders viele Pollen von *Ambrosia* gemessen.

Belgien

Für Belgien liegen nur sehr unvollständige Daten vor. Mit Ausnahme der Daten aus Brüssel von 1999 liegt für kein Jahr eine vollständige Datenreihe vor.

3.4. Diskussion

Luxemburg

In Luxemburg fielen besonders die zwei Tage auf, an denen Sprunghaft hohe Anzahlen von *Ambrosia*-Pollen gemessen wurden (4 September 1999, 28 August 2002). Diese könnten durch Pflanzen in direkter Nähe der Pollenmessstation ausgelöst worden sein. Da nicht alle Blüten einer Pflanze gleichzeitig aufgehen und ihren Pollen ausschütten, hätten die Werte dann jedoch erst langsam ansteigen und dann auch langsam wieder abfallen müssen. Eine zweite mögliche Erklärung wäre ein Pollenferntransport. So wie beispielsweise Sand aus der Sahara über tausende Kilometer verweht werden kann, könnten auch Pollenkörner von *Ambrosia* über große Strecken transportiert werden. Immerhin finden sich in der Literatur Hinweise darüber, dass der Pollen über mehrere hundert Kilometer verweht werden kann (Holzner & Glauning 2005, Cecchi et al. 2006). Voraussetzung hierfür wäre eine Wetterlage die große Luftströmungen von einem Verbreitungsgebiet nach Luxemburg fließen lässt.

Mit dem Hysplit Rechenmodell wurde die Herkunft der Luftpakete bestimmt, welche an den besagten Tagen Luxemburg erreichten.

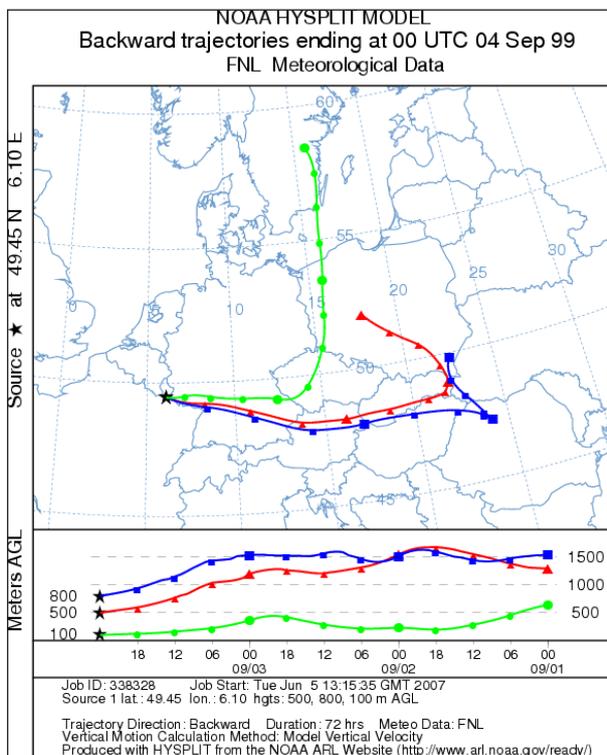


Abb. 12: Rückverfolgung der Luftpakete welche am 04/09/1999 Luxemburg erreichten. Erstellt mit Hysplit 4.0.

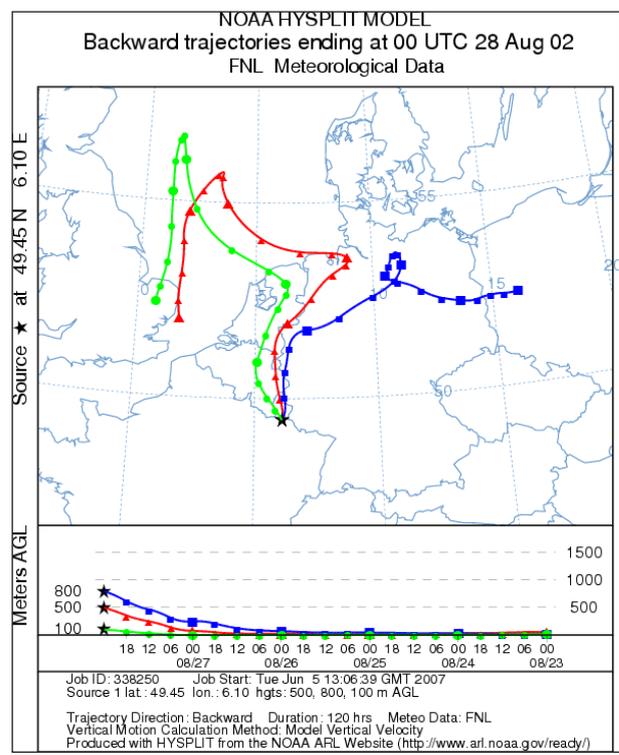


Abb. 13: Rückverfolgung der Luftpakete welche am 28/08/2002 Luxemburg erreichten. Erstellt mit Hysplit 4.0.

Abb. 12 Zeigt die Rückverfolgung der Luftpakete welche am 04/09/1999 Luxemburg erreichten. Die Luftströmungen in 500 m und 800 m Höhe kamen auf direktem Weg von Osteuropa nach Luxemburg. Durchströmt wurden die Länder Rumänien, Ungarn sowie die Slowakei. Da manche dieser Länder als Hauptverbreitungsgebiet von *Ambrosia* gelten, so z. B. die ungarische Tiefebene, könnte es möglich sein, dass die erhöhten Konzentrationen von *Ambrosia*-Pollen durch einen Ferntransport aus diesen Ländern stammen.

Abb. 13 Zeigt die Rückverfolgung der Luftpakete welche sich am 28/08/2002 in Luxemburg befanden. Hier lässt sich nicht so leicht eine Schlussfolgerung ziehen. In 100 m, respektiv 500 m Höhe kamen die Luftströmungen von Norden her nach Luxemburg. Sie durchströmten Belgien, die Niederlande und Norddeutschland. Die Luftströmung in 800 m kam aus Westpolen, quer über Deutschland, nach Luxemburg. Keines dieser Gebiete gilt jedoch als großes Verbreitungsgebiet von *Ambrosia artemisiifolia*.

Es ist also schwierig hieraus eine deutliche Aussage zu treffen. Der Wert aus dem Jahr 1999 scheint zu zeigen, dass solch hohe Messwerte durch einen Ferntransport von Pollen ausgelöst werden können. Jedoch zeigt der Wert von 2002, dass dies nicht unbedingt der Fall sein muss. Solch kurzzeitig hohe Werte können scheinbar auch durch lokale Ereignisse ausgelöst werden. Um hierüber Klarheit zu erlangen, müssten weitere Maßnahmen getroffen werden. Beispielsweise müsste, im Falle solcher Werte, die nähere Umgebung der Pollenmessstation abgesucht werden, um eventuell blühende *Ambrosia*-Pflanzen ausfindig zu machen.

Es könnte auch eine genetische Analyse des Pollens vorgenommen werden, um festzustellen ob dieser Pollen eventuell zu einem Genotyp von *Ambrosia* passt, welcher in anderen Gebieten vorkommt. Allerdings könnte dies sehr schwierig werden, da die Samen von *Ambrosia* ja oft (mit Vogelfutter) importiert werden. Dieses Vogelfutter stammt oft aus den Hauptverbreitungsgebieten von *Ambrosia*. Würde die Herkunft der Samen also mit der des Pollens übereinstimmen, würden sich die Genotypen wahrscheinlich nicht voneinander unterscheiden.

An vielen Messstationen wurden im Jahr 2006 erhöhte Werte von *Ambrosia*-Pollen gemessen. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich an den meteorologischen Einflüssen. Wie schon erwähnt, stammen diese hohen Werte größtenteils aus dem September 2006, insbesondere aus der ersten Septemberhälfte. Schaut man sich die meteorologischen Daten dieses Monats an, so fällt auf, dass der September 2006 sehr niederschlagsarm war. In Luxemburg wurde beispielsweise ein

monatlicher Niederschlagsmittelwert von 17,4 l / m² gemessen. Der langjährige Durchschnittswert für September (1971 - 2000) liegt jedoch bei 71,3 l / m² (Service météorologique de de l'administration l'aéroport de Luxembourg 2007). Auf Niederschlagskarten von Deutschland und Umgebung kann man feststellen dass es Anfangs September fast nicht geregnet hat, die wenigen vorhandenen Niederschläge also erst in der zweiten Septemberhälfte fielen (Anonyme 2007 b). Die erhöhten Werte von 2006 könnten also durch das Wetter, welches den Pollenflug begünstigt hat, verursacht worden sein. Es scheint unwahrscheinlich, dass es im Jahr 2006 soviel mehr *Ambrosia*-Pflanzen gegeben hat als in den anderen Jahren.

Insgesamt erscheinen die Pollenmessdaten nicht sehr geeignet, das Vorkommen von *Ambrosia artemisiifolia* zu untersuchen. Dies liegt zum großen Teil an den Daten, die in vielen Messstationen zu unregelmäßig aufgenommen werden. Hierdurch können sie nicht miteinander verglichen werden. Die Messwerte sind außerdem stark von meteorologischen Faktoren abhängig. Dies erschwert den Vergleich zwischen den verschiedenen Jahren zusätzlich. Es scheint als ob die Pollenmessdaten lediglich dazu verwendet werden können, festzustellen ob es *Ambrosia artemisiifolia* in der Umgebung vorkommt. Sie sind nur bedingt geeignet Veränderungen der Bestände anzuzeigen. Hierzu müssten die Daten wesentlich konsequenter und regelmäßiger erhoben werden.

4. Vogelfutteranalysen

4.1. Einleitung

In fast allen Arbeiten über die Verbreitung von *Ambrosia artemisiifolia* in Mitteleuropa wird Vogelfutter als einer der Hauptverbreitungsvektoren genannt (Brandes & Nietzsche 2006, Alberternst et al. 2006, Bohren et al. 2005, Chauvel et al. 2004). Besonders in den Gegenden in denen *Ambrosia* sich noch nicht etablieren konnte, scheinen sich fast alle Pflanzen aus Samen, welche sich in Vogelfutter befanden, entwickelt zu haben. Auch die Pflanzen welche in den letzten Jahren in Luxemburg gefunden wurden, befanden sich größtenteils in Gärten und stammen sehr wahrscheinlich aus verunreinigtem Vogelfutter (Krippel & Colling 2006).

Es liegen auch einige Arbeiten vor, in denen die Verunreinigung von Vogelfutter durch *Ambrosia artemisiifolia* untersucht wurde, zum Teil mit erstaunlichen Resultaten. So fanden Alberternst et al. (2006) beispielsweise mehr als 370 *Ambrosia*-Samen pro kg Vogelfutter. Chauvel et al. (2004)

kamen sogar auf mehr als 2780 Samen pro kg. Im Rahmen dieser Arbeit soll nun untersucht werden, ob das Vogelfutter welches auf dem luxemburgischen Markt erhältlich ist, ähnliche Resultate zeigt.

4.2. Material und Methoden

Anfang März 2007 wurde in allen größeren luxemburgischen Supermarktketten, Einzelgeschäften, Baumärkten sowie Fachgeschäften für Tiernahrung, Futter für wildlebende Vögel gekauft. Dabei wurden 3 verschiedene Typen Vogelfutter gekauft: 1. reine Sonnenblumenkerne, 2. Körnermischungen und 3. so genannte Meisenknödel. Diese Meisenknödel bestehen aus einer Körnermischung welche durch Rindertalg zusammengehalten wird und zu einer Kugel oder ähnlichem geformt ist. Von den reinen Sonnenblumenkernen wurden jeweils 3 Packungen pro Sorte gekauft (3 Parallel-Proben). Von den Futtermischungen und den Meisenknödeln, welche zu einem späteren Zeitpunkt gekauft wurden, wurden jeweils nur 2 Packungen pro Sorte gekauft (2 Parallel-Proben). Dadurch konnte die Zahl der zu analysierenden Proben in einem zu bewältigenden Rahmen gehalten werden. Bei allen Proben wurde jeweils der gesamte Packungsinhalt untersucht und anschließend die Menge an *Ambrosia*-Samen pro kg errechnet.

Sonnenblumenkerne und Futtermischungen wurden mittels einer Saatgutreinigungsmaschine in mehrere Fraktionen verschiedener Durchmesser aufgeteilt.



Abb. 14: Saatgutreinigungsmaschine „Typ M“. Ackerbauschule in Ettelbruck, 14.06.2007.

Bei der benutzten Maschine handelt es sich um eine Saatgutreinigungsmaschine „Probenreiniger Typ M“ der Firma Rationel (Abb. 14). Dieser funktioniert mittels zwei übereinander liegenden, Siebplatten, welche in Schwingung gebracht werden. Die gesamte Probe läuft über diese Siebplatten und wird so in verschiedene Fraktionen aufgeteilt. Für diese Arbeit wurde eine obere Siebplatte mit 3,5 mm Durchmesser und eine untere Siebplatte mit 1,25 mm Durchmesser gewählt. Somit entstand eine Fraktion mit allen Körnern welche kleiner als 1,25 mm bzw. größer als 3,5 mm waren, sowie eine Fraktion mit den Körnern deren Größe zwischen diesen Durchmessern lag. Erste Versuche ergaben, dass sich die Samen von *Ambrosia* ausschließlich in dieser Fraktion befanden. Die Fraktion mit den Samen, welche größer als 3,5 mm und kleiner als 1,25 mm waren, brauchte später nicht mehr untersucht zu werden. Da die zu untersuchende mittlere Fraktion bei den Körnermischungen sehr groß war, wurde diese nochmals mittels einer Siebplatte mit 3 mm Durchmesser gesiebt. Hier wurden dann beide Fraktionen untersucht. Die meisten *Ambrosia*-Samen befanden sich in der Fraktion bis 3 mm, einige jedoch auch in der Fraktion von 3 - 3,5 mm. Die Meisenknödel wurden in warmem Wasser aufgebroselt und die Körner vom Rindertalg getrennt. Anschließend wurden die Körner getrocknet. Die Proben wurden mit Hilfe einer Lupenleuchte untersucht. Kleinere Mengen von *Ambrosia*-Samen wurden manuell ausgezählt, größere Mengen mittels einer Zählmaschine (Stückzählautomat der Firma Elmor) (Abb. 15).



Abb. 15: Zählmaschine im Naturhistorischen Museum in Luxemburg, 07.07.2007.

4.3. Ergebnisse

Tab. 2: Ergebnisse der Vogelfutteranalyse.

Legende Produkttypen: PT-A = Sonnenblumenkerne, PT-B = Körnermischung, PT-C = Meisenknödel.

Lfd. Nr.	Probe-Nr.	Produkt-Nr.	Produkttyp	Ambrosia-Samen/kg	Mittelwert
1	1	1	PT-A	470,00	
2	2	1	PT-A	0,00	
3	3	1	PT-A	0,00	156,67
4	4	2	PT-A	1143,00	
5	5	2	PT-A	918,00	
6	6	2	PT-A	1057,00	1039,33
7	7	3	PT-A	621,33	
8	8	3	PT-A	524,67	
9	9	3	PT-A	606,00	584,00
10	13	5	PT-A	0,00	
11	14	5	PT-A	0,00	
12	15	5	PT-A	0,00	0,00
13	16	6	PT-A	0,00	
14	17	6	PT-A	0,00	
15	18	6	PT-A	0,00	0,00
16	19	7	PT-A	4,00	
17	20	7	PT-A	6,00	
18	21	7	PT-A	1,00	3,67
19	22	8	PT-A	0,00	
20	23	8	PT-A	0,00	0,00
21	24	9	PT-A	0,00	
22	25	9	PT-A	1,00	
23	26	9	PT-A	0,00	0,33
24	27	10	PT-A	0,00	
25	28	10	PT-A	0,67	
26	29	10	PT-A	1,33	0,67
27	30	11	PT-A	0,00	
28	31	11	PT-A	0,00	
29	32	11	PT-A	0,00	0,00
30	33	12	PT-A	355,00	355,00
31	10	4	PT-B	2,53	
32	11	4	PT-B	0,00	
33	12	4	PT-B	2,53	1,69
34	34	13	PT-B	7,33	
35	35	13	PT-B	8,44	7,89

Lfd. Nr.	Probe-Nr.	Produkt-Nr.	Produkttyp	Ambrosia-Samen/kg	Mittelwert
36	38	16	PT-B	33,00	33,00
37	40	18	PT-B	0,00	
38	41	18	PT-B	9,00	4,50
39	42	19	PT-B	7,00	
40	43	19	PT-B	6,00	6,50
41	44	20	PT-B	227,20	
42	45	20	PT-B	243,20	235,20
43	47	22	PT-B	77,00	
44	48	22	PT-B	68,00	72,50
45	49	23	PT-B	50,00	
46	50	23	PT-B	23,00	36,50
47	54	26	PT-B	0,00	
48	55	26	PT-B	0,00	0,00
49	57	28	PT-B	209,00	
50	58	28	PT-B	230,00	219,50
51	60	30	PT-B	0,00	
52	61	30	PT-B	0,50	0,25
53	36a	14	PT-C	48,78	
54	36b	14	PT-C	166,67	107,72
55	37a	15	PT-C	0,00	
56	37b	15	PT-C	0,00	0,00
57	39a	17	PT-C	0,00	
58	39b	17	PT-C	0,00	0,00
59	46a	21	PT-C	0,00	
60	46b	21	PT-C	0,00	0,00
61	51	24	PT-C	0,00	
62	52	24	PT-C	0,00	0,00
63	53	25	PT-C	55,84	55,84
64	56a	27	PT-C	133,33	
65	56b	27	PT-C	62,50	97,92
66	59a	29	PT-C	0,00	
67	59b	29	PT-C	0,00	0,00
68	62a	31	PT-C	0,00	
69	62b	31	PT-C	19,61	9,80

Tab. 3: Anteile der Vogelfutter-Proben mit *Ambrosia*-Samen.

Proben	n	mit <i>Ambrosia</i>	% Proben mit <i>Ambrosia</i>	Mittw. <i>Ambrosia</i> -Samen / kg
PT-A	30	14	46,67	407,79
PT-B	22	17	77,27	70,81
PT-C	17	6	35,29	81,12
Σ	69	37	53,62	199,99

Tab. 4: Anteile der Vogelfutter-Produkte mit *Ambrosia*-Samen.

Produkte	n	mit <i>Ambrosia</i>	% Produkte mit <i>Ambrosia</i>	Mittw. <i>Ambrosia</i> -Samen / kg
PT-A	11	7	63,64	305,67
PT-B	11	10	90,91	61,75
PT-C	9	4	44,44	67,82
Σ	31	21	67,74	144,21

Insgesamt beinhalten 53,6 % der Proben *Ambrosia*-Samen. Berücksichtigt man jedoch lediglich die verschiedenen Produkte (Sorten, Hersteller), so enthalten 67,7 % davon Samen von *Ambrosia*. Dieser Unterschied kommt daher, dass einige Produkte nur sehr wenig *Ambrosia*-Samen beinhalten und deshalb nicht in jeder Probe dieser Produkte Samen gefunden wurden.

Auffallend sind die deutlichen Unterschiede zwischen den verschiedenen Produkttypen. So kann man feststellen, dass „nur“ 46,7 % der Proben (63,6 % der Produkte) des Typ PT-A (reine Sonnenblumenkerne) *Ambrosia*-Samen enthalten. Bei diesem Produkttyp enthält also ein relativ großer Anteil der Proben gar keine *Ambrosia*-Samen. Die Proben, die *Ambrosia*-Samen enthalten, enthalten diese dann jedoch oft in großer Anzahl (im Durchschnitt 408 Samen / kg).

Bei den Körnermischungen enthalten 77,3 % der Proben (90,9 % der Produkte) Samen von *Ambrosia artemisiifolia*. In 10 von den 11 untersuchten Produkten wurden *Ambrosia*-Samen gefunden. Jedoch wurden in diesen Proben jeweils weitaus geringere Anzahlen an Samen gefunden (im Mittel 71 Samen / kg) als bei den reinen Sonnenblumenkernen.

Bei den Meisenknödeln wurden in etwa die gleichen Resultate erwartet wie bei den Körnermischungen, da diese aus gemischten Körnern mit Rindertalg bestehen. Der Anteil an Proben mit *Ambrosia*-Samen liegt jedoch nur bei 35,3 %, resp. bei 44,4 % für die Produkte. Dies entspricht jeweils nur ungefähr der Hälfte der erwarteten Resultate.



Abb. 16: Samen von *Ambrosia artemisiifolia* im Vogelfutter, 30.05.2007.

4.4. Diskussion

Für die Ergebnisse der Proben vom Typ PT-A gibt es einige mögliche Erklärungen von denen jedoch keine mit Sicherheit angenommen werden kann, da Herkünfte und genaue Herstellungsverfahren unbekannt sind. Sonnenblumenanbauflächen gelten, insbesondere in Südfrankreich und Ungarn, als häufige Standorte. Somit scheint es normal, dass die Zahl der *Ambrosia*-Samen in einer Vogelfutterprobe umso höher ist, je größer der Anteil an Sonnenblumenkernen ist. Warum in einigen Produkten jedoch gar keine *Ambrosia*-Samen vorhanden sind, lässt sich damit erklären, dass diese Sonnenblumenkerne aus Gebieten stammen, in denen *Ambrosia* nicht so häufig vorkommt, oder aber in diesen Feldern ganz einfach keine *Ambrosia*-Pflanzen standen. Es ist auch möglich dass das Erntegut vor dem Abfüllen gereinigt wurde. In einem Fall scheint es eindeutig, dass die Unterschiede durch verschiedene Provenienzen bedingt sind. Beim Produkt Nr. 1 (vgl. Tab. 2) wurden in einer Probe 470 Samen gefunden, in beiden Parallelproben jedoch keine. Da bei diesem Produkt eine Losnummer auf der Packung aufgedruckt war und diese sich bei der einen Probe von den beiden Parallelen unterscheidet, kann man davon ausgehen, dass es sich hierbei um unterschiedliche Provenienzen handelt oder dass die Lose unterschiedlich behandelt wurden.

Geht man davon aus, dass die *Ambrosia*-Samen hauptsächlich aus Sonnenblumenfeldern stammen, wäre deren Anzahl in den Körnermischungen (Typ PT-B) erwartungsgemäß kleiner, da der Anteil an Sonnenblumenkernen hier natürlich auch geringer ist. Der höhere Anteil an ambrosiahaltigen Proben bei den Körnermischungen wirft jedoch die Frage auf, ob die *Ambrosia*-Samen nicht zusätzlich mit anderen Körnern in das Futter gelangen.

Der starke Unterschied zwischen den Ergebnissen von Körnermischungen und Meisenknödeln kann darauf beruhen, dass ein Meisenknödel im Durchschnitt nur ungefähr 40 g Körner beinhaltet. Da die Anzahl an gefundenen *Ambrosia*-Samen / kg für die Körnermischungen schon nicht sehr hoch ist, wird die Wahrscheinlichkeit einen Samen in 40 g zu finden natürlich sehr gering ausfallen.

Insgesamt kann man sagen, dass es sehr schwierig ist, die verschiedenen Resultate zu interpretieren und Rückschlüsse zu ziehen. Es scheint für Vogelfutter keine Kennzeichnungspflicht zu geben. Auf keiner der Packungen ist gekennzeichnet, woraus sich das Produkt zusammensetzt, auch ist nur in seltenen Fällen die Provenienz der Körner angegeben. Gerade die Provenienz könnte Aufschluss darüber geben, warum in einigen Proben sehr hohe Anzahlen an *Ambrosia*-Samen gefunden wurden, in anderen dagegen gar keine. Fest steht jedenfalls, dass ein großer Anteil des

Vogelfutters auf dem luxemburgischen Markt *Ambrosia*-Samen beinhaltet und die Pflanze auf diesem Weg verbreitet wird.

5. Anbauversuche

5.1. Einleitung

Um festzustellen, ob eine Pflanze als invasiver Neophyt in einer Gegend gelten kann, ist es wichtig zu wissen wie die Pflanze sich in diesem Raum verhält und entwickelt.

Um zu untersuchen, wie sich *Ambrosia artemisiifolia* in Luxemburg entwickelt, wurden im Rahmen dieser Arbeit Anbauversuche durchgeführt.

5.2. Versuchsbeschreibung

Die *Ambrosia*-Samen zur Durchführung des Anbauversuches wurden in verschiedenen botanischen Gärten aus Deutschland, Österreich und Tschechien bestellt. Vor dem Aussähen der Samen wurden die verschiedenen Provenienzen nummeriert.

- Nr. 1: Botanischer Garten Jena
- Nr. 2: Universität Salzburg
- Nr. 3: Botanischer Garten und Rhododendronpark Bremen
- Nr. 4: Botanischer Garten der Universität Brno / Tschechien

Die Samen wurden am 13/04/2007 in Blumentöpfen auf normaler Blumenerde verteilt und anschließend mit einer ca. 1 cm dicken Schicht Blumenerde überdeckt. Die Blumentöpfe wurden auf eine Fensterbank gestellt (Abb. 17). Nachdem die Keimlinge eine Größe von ungefähr 2 cm erreicht hatten, wurden einige davon am 25/04/2007 in so genannte „Jiffy-Pots“ vereinzelt (Abb. 18). Die Einzelpflanzen wurden am 08/05/2007 mit den „Jiffy-Pots“ in den Garten des Naturhistorischen Museums umgepflanzt. Insgesamt wurden 12 Pflanzen für den Versuch berücksichtigt (Abb. 19). Die Pflanzen wurden jeweils mit einer Doppelziffer versehen, wobei die erste Ziffer die Provenienz darstellt und die zweite Ziffer eine laufende Nummer ist. So ist beispielsweise die Pflanze mit der Nummer 3/1 die erste Pflanze der Provenienz Nummer 3. Lediglich nach dem Umpflanzen in den Boden wurden die Pflanzen einmal gegossen. Ansonsten wurden während des gesamten Versuchs keine Pflegemaßnahmen unternommen.



Abb. 17: Blumentöpfe mit Keimlingen von *Ambrosia artemisiifolia*, 23.04.2007.



Abb.18: Jungpflanze von *Ambrosia artemisiifolia* mit Millimeterskala, 04.05.2007.



Abb. 19: Jungpflanzen von *Ambrosia artemisiifolia*, kurz nach dem Umpflanzen in den Garten des Naturhistorischen Museums in Luxemburg, 10.05.2007.



Abb. 20 Messen der Höhe der *Ambrosia*-Pflanzen mit dem Meterstab. Garten des Naturhistorischen Museums in Luxemburg, 10.07.2007.

Die Höhe der Pflanzen wurde wöchentlich gemessen, und besondere Vorkommnisse sowie auch die Entwicklung der Pflanzen dokumentiert (Abb. 20).

Nachdem die Blüte bei allen Pflanzen größtenteils abgeschlossen war, wurden sie mit feinmaschigen Insektenschutznetzen der Marke „Climabio“ aus dem Gärtnereibedarf umhüllt. Diese hatten den Zweck, die heranreifenden Samen für weitere Versuche aufzufangen, die Anzahl an Samen / Pflanze zu ermitteln und den Boden im Garten vor einer Kontamination mit *Ambrosia*-Samen zu schützen. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Pflanzen nicht mehr gemessen, da es nicht mehr möglich war mit dem Meterstab direkt an die Pflanzen zu kommen und die Messung somit genau durchzuführen.

Am 23. Oktober kam es zum ersten Mal zu Frost in Luxemburg/Stadt. Einige Tage danach begannen an allen Pflanzen die Samen abzufallen. Die Pflanzen wurden dann entfernt und die Samen gesammelt, getrocknet und anschließend ausgezählt.

5.3. Ergebnisse

Bereits nach 6 Tagen keimten die ersten Samen. Diese waren alle von der Provenienz Nr. 3. Am 7. Tag nach der Aussaat keimten auch die ersten Samen der Provenienz Nr. 1. Nach 10 Tagen gab es von allen Provenienzen mindestens einen Keimling. Insgesamt war die Anzahl an gekeimten Samen, zwischen den verschiedenen Provenienzen, jedoch sehr unterschiedlich. Nach 10 Tagen gab es bereits 31 Keimlinge der Provenienz Nr. 3, 6 Keimlinge der Provenienz Nr. 1, 3 Keimlinge der Provenienz Nr. 2 und lediglich 1 Keimling der Provenienz Nr. 4.

Unter den Keimlingen der Provenienz Nr. 3 befanden sich einige Keimlinge mit 3, resp. 4 Keimblättern. Es konnten keine Keimraten berechnet werden, da die Proben für einen Keimversuch nicht ausreichend Samen enthielten.

Am 24. April fingen bei einigen Keimlingen der Provenienz Nr. 3, sowie bei einem Keimling der Provenienz Nr. 1, die ersten Blätter an, sich zu entwickeln. An diesem Tag wurden auch die ersten der jungen Pflanzen in Einzeltöpfe, sogenannte „Jiffy-Pots“, umgepflanzt. An den kommenden Tagen wurden nach und nach weitere Pflanzen in Einzeltöpfe umgepflanzt, bis am 8. Mai von jeder Provenienz Einzelpflanzen vorhanden waren. Am 8. Mai wurden dann alle 12 Einzelpflanzen in den Garten des Museums umgepflanzt.

Leider sind sofort nach dem Umpflanzen in den Garten einige der Pflanzen verschwunden. Diese sind wahrscheinlich von Schnecken gefressen worden, da auch auf den anderen Pflanzen Fraß-

und Schleimspuren zu sehen waren. Insgesamt sind 3 der 12 Pflanzen kurz nach dem Umpflanzen abgestorben.

Wie auch in der Literatur beschrieben, konnte bei den Versuchen festgestellt werden, dass *Ambrosia artemisiifolia* anfangs nur sehr langsam wächst und eher unscheinbar bleibt. Bis zum 8 Juni sind sämtliche Pflanzen nur sehr langsam gewachsen, die Pflanze 3/1 war bis dorthin mit 16,5 cm die höchste (Abb. 21). Danach hat jedoch ein sehr starkes Wachstum eingesetzt, manche Pflanzen wuchsen zeitweise mehr als 20 cm in einer Woche (Pflanzen 3/1, 4/1) (Tabellen der Wuchshöhen der Versuchspflanzen, siehe Tab. 14 & 15 im Anhang).

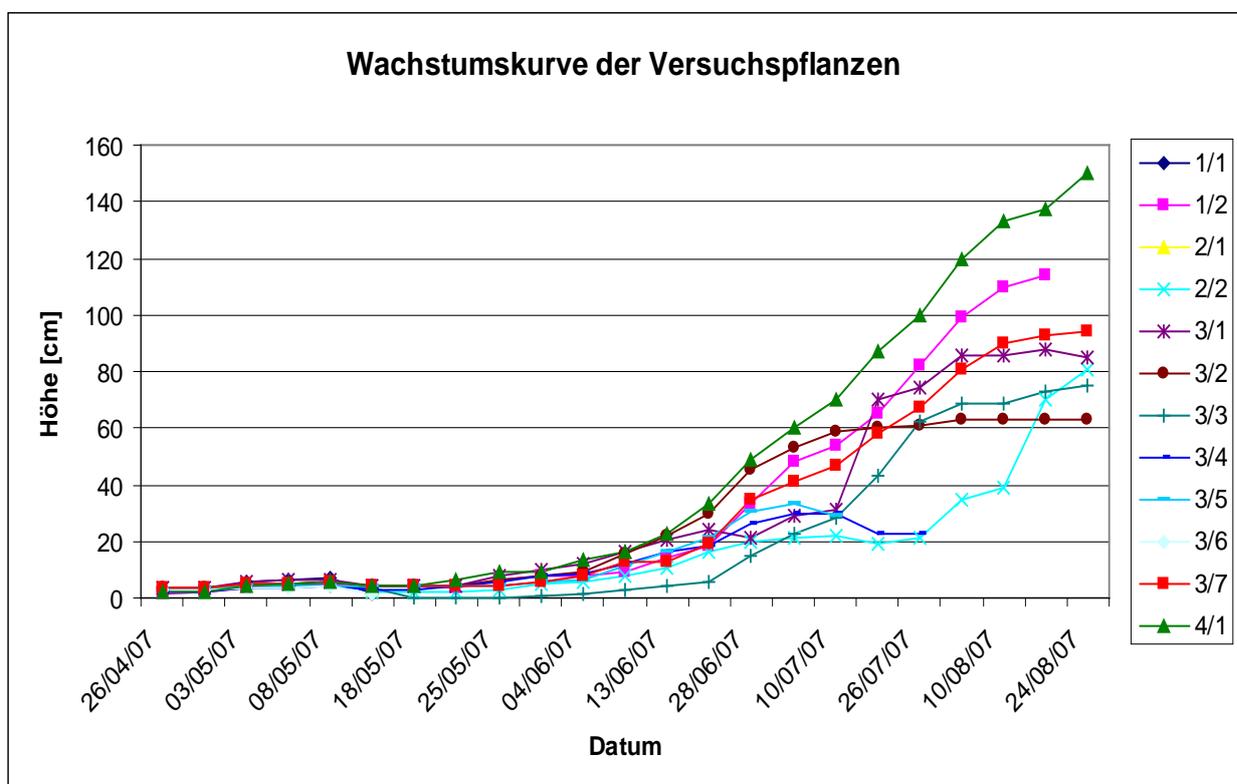


Abb. 21: Wachstumskurve der Versuchspflanzen, wobei die Ziffern 1/1 bis 4/1 die jeweiligen Pflanzen darstellen.

Die Pflanzen der Provenienz 3 verhielten sich jedoch nicht wie erwartet. Diese Pflanzen begannen bereits am 8. Juni Blüten auszubilden. Die erste dieser Pflanzen (3/2) blühte bereits am 13. Juni. Am 18. Juni blühten alle Pflanzen dieser Provenienz. Dies sind ungefähr 2 Monate vor dem Termin welcher in der Literatur als normal beschrieben wird. Hier geht man davon aus, dass *Ambrosia artemisiifolia* Ende August bis Anfang September blüht. Außerdem veränderten die Pflanzen mit fortschreitender Zeit ihr Aussehen immer mehr. Die anfangs ambrosiatypischen, gefiederten Blätter verloren ihre Fiederspaltigkeit nach und nach. Bei einigen Pflanzen waren die obersten Blätter am Ende komplett ungefiedert (Abb. 22).



Abb. 22: Veränderung der Blattform bei den Pflanzen der Provenienz 3. Im unteren Teil der Pflanze die *Ambrosia*-typischen, gefiederten Blätter. Im oberen Teil nahezu ungefiederte Blätter, 28.06.2007.

Im Laufe des Monats Juli gingen noch 2 weitere Pflanzen ein, es waren dies die Pflanzen 3/4 und 3/5.

Die Pflanzen der anderen Provenienzen blühten in dem Zeitraum, der auch in der Literatur beschrieben wird. Am 24. August befanden sich alle Pflanzen in der Blüte. Bereits am 8. September schienen die ersten Samen der Pflanzen der Provenienz 3 ausgereift zu sein. Bei Berührung der Samen fielen diese leicht von der Pflanze ab. Daraufhin wurden die Pflanzen mit Netzen eingehüllt um die Samen aufzufangen.

Am 25. Oktober konnte festgestellt werden, dass sich auch in den Netzen welche die Pflanzen der anderen Provenienzen umhüllten, bereits abgefallene Samen befanden. Daraufhin wurden alle Pflanzen am 29. Oktober abgeschnitten, die Samen eingesammelt und getrocknet.

Anschließend wurden die Samen der einzelnen Pflanzen mit einer Zählmaschine (Stückzählautomat der Firma Elmor) ausgezählt. Folgende Resultate wurden erzielt.

Tab. 5: Anzahl der von den einzelnen Pflanzen im Anbauversuch produzierten Samen.

Pflanze Nr.	Anzahl Samen
1/2	160
2/2	7254
3/1	483
3/2	18379
3/3	5761
3/7	1245
4/1	17159

5.4. Diskussion

Da von der Provenienz Nr. 3 wesentlich mehr Keimlinge zur Verfügung standen, und diese sich auch schneller entwickelten, wurden hiervon mehr Pflanzen für den Versuch berücksichtigt. Im Nachhinein stellte sich dies als Fehler raus, da von den Pflanzen die eingingen (oder von Schnecken gefressen wurden), einige von den restlichen Provenienzen waren. Somit waren von den Provenienzen 1, 2 und 4 am Ende jeweils nur noch eine Pflanze übrig. Im Gegensatz dazu waren noch 4 Pflanzen von der Provenienz Nr. 3 übrig. Dies macht es schwierig die verschiedenen Provenienzen miteinander zu vergleichen. Der Gartenteil der für die Wachstumsversuche genutzt wurde war nicht sehr groß. Somit war der Abstand zwischen den einzelnen Pflanzen entsprechend gering. Es kann sein dass manche der Pflanzen dadurch in ihrer Entwicklung gestört wurden und anschließend eingingen (Pflanzen 3/4 und 3/5)

Die unerwartete Entwicklung der Pflanzen der Provenienz Nr. 3 kann mehrere Ursachen haben. Die Samen könnten vom botanischen Garten in Bremen zugekauft worden sein. Es wäre möglich dass sie aus kühleren Regionen stammen und daran angepasst sind. Hierdurch könnte es zu einer früheren Blüte kommen. Es könnte auch sein, dass die Pflanzen sich im botanischen Garten durch Selektion verändert haben und sich der Blühtermin so nach vorne verschoben hat. Auffallend ist auch alle diese Pflanzen relativ klein geblieben (alle hatten eine Wuchshöhe von weniger als einem Meter). Dies würde übereinstimmen mit der Aussage von Basset und Crompton (1975), die festgestellt haben, dass Pflanzen aus dem nördlichen Kanada früher blühen und kleiner bleiben als

Pflanzen aus südlicheren Gegenden. Leider blieben diese Fragen von Seiten des botanischen Gartens unbeantwortet. Fest steht jedenfalls, dass dies hoch interessant für Mitteleuropäische Länder ist. Man geht davon aus, dass *Ambrosia* es schwierig hat sich bei uns zu etablieren weil sie so spät blüht und die Samen keine Zeit haben richtig auszureifen. Wenn es nun aber *Ambrosia*-Pflanzen gibt die schon im Juni blühen, so haben diese 2 Monate mehr Zeit die Samenreife zu vollziehen. Es scheint also sehr wahrscheinlich, dass die Samen dieser Pflanzen keimfähig sind. Sie hätten also einen entscheidenden Vorteil gegenüber den „normalen“ *Ambrosia*-Pflanzen. Für Allergiker würde dies außerdem bedeuten, dass es schon von Juni an zu Allergien wegen *Ambrosia* kommen könnte. Die Problemzeit würde dann statt weniger Wochen (Ende August bis Mitte September) mehrere Monate dauern (Mitte Juni bis Mitte September).

6. Keimversuche

6.1. Einleitung

In der Literatur wird beschrieben, dass *Ambrosia artemisiifolia* es in Mitteleuropa meist nicht schafft, die Samenreife zu vollziehen (Hegi 1979). Es häufen sich jedoch die Meldungen aus mitteleuropäischen Ländern über dauerhafte Vorkommen.

Aus den Anbauversuchen liegen zum ersten Mal Samen von *Ambrosia artemisiifolia* vor, welche sich unter den klimatischen Bedingungen Luxemburgs entwickelt haben. Mit der Durchführung von Keimversuchen bietet sich also die Chance herauszufinden, ob Samen von *Ambrosia artemisiifolia* aus Luxemburg keimfähig sind. Sollte dies der Fall sein, so wäre sie in der Lage sich in Luxemburg auszubreiten und dauerhafte Bestände zu entwickeln. Bis jetzt sind alle Funde von *Ambrosia artemisiifolia* in Luxemburg auf Einschleppung von Samen durch Vogelfutter zurückzuführen. Da aus den Vogelfutteranalysen ebenfalls *Ambrosia*-Samen vorliegen, werden auch mit diesen Keimversuche durchgeführt.

6.2. Versuchsbeschreibung

Die Keimversuche wurden nach 2 Methoden durchgeführt:

1. Keimversuche im Keimschrank
2. Keimversuche nach der Wasserstoffperoxidmethode

6.2.1. Keimversuche im Keimschrank

Es sollte untersucht werden, ob die Samen keimfähig sind, die Keimrate bestimmt werden und ob eine Kältebehandlung sich positiv auf die Keimrate auswirkt.

Dazu wurden jeweils 6 Samen in einer Petrischale (Ø 9 cm) auf Filterpapier ausgebreitet und mit 2 ml Wasser befeuchtet. Pro Probe wurden jeweils 2 Petrischalen angelegt. Die Zahl von 6 Samen/Schale wurde gewählt, weil sich jede Sorte (Produkt) Vogelfutter aus jeweils 2 oder 3 Proben (Packungen) zusammensetzte. So konnte eine Mischung der verschiedenen Proben für jedes Produkt angelegt werden. Da in manchen Vogelfuttersorten nur sehr wenige Samen vorhanden waren, musste die Zahl entsprechend niedrig gewählt werden, um eine größtmögliche Anzahl an Produkten für den Versuch berücksichtigen zu können. Parallel dazu wurden mit den Samen von den Pflanzen aus den Anbauversuchen Petrischalen mit höheren Samenzahlen angelegt.

In diesen Schalen befanden sich jeweils 100 Samen, es wurden 2 Schalen pro Pflanze angelegt. Die so vorbereiteten Schalen wurden 2 Wochen bei 4°C und Dunkelheit im Keimschrank aufbewahrt. Danach wurde die Temperatur erhöht und mit der Beleuchtung der Samen angefangen. Außerdem wurden nochmals von jedem Produkt 2 Petrischalen in den Keimschrank gestellt. Die Temperatur wurde in einem 24-Stunden-Rhythmus jeweils 12 Stunden auf 20°C (08:00 - 20:00 Uhr) und 12 Stunden auf 12°C (20:00 - 08:00 Uhr) eingestellt, mit einer Beleuchtung während der 20°C-Phase. Dies entspricht in ungefähr den durchschnittlichen Tages- und Nachttemperaturen von Luxemburg für den Monat Mai (Pfister et al. 2005).



Im Idealfall wurden von jedem Produkt insgesamt 4 Petrischalen mit jeweils 6 Samen angelegt, das entspricht 24 Samen pro Produkt. Es standen jedoch nicht von allen Produkten 24 Samen zur Verfügung, somit musste der Versuch für einige Produkte mit weniger Samen durchgeführt werden.

Abb. 23: Petrischalen mit Samen von *Ambrosia artemisiifolia* im Keimschrank. Naturhistorisches Museum in Luxemburg, 25.11.2007.

6.2.2. Keimversuche nach der Wasserstoffperoxidmethode (EBC-Methode)

Aufgrund von Zeitmangel galt es nicht als sicher, dass die Resultate der Keimversuche aus dem Keimschrank rechtzeitig vor Abschluss dieser Arbeit vorliegen würden. Deshalb wurde sich noch nach einer anderen, schnelleren Methode umgesehen. Bei der Wasserstoffperoxidmethode (Pfenninger 1997) wird, durch die Einwirkung von Sauerstoff, die Keimruhe aufgehoben und die Samen zur Keimung gebracht. Dabei wird vermutlich durch Oxidation mit dem Wasserstoffperoxid die Porosität der Samenschale erhöht. Dadurch kann Wasser in den Samen eindringen, wodurch die Keimung ausgelöst wird. Die Methode ist ursprünglich für die Untersuchung der Keimrate von Gerstenkörnern gedacht.

Dieser Versuch wurde mit den Samen der Pflanzen aus den Anbauversuchen durchgeführt. Für jede Pflanze wurden 2 Proben, mit jeweils 100 Samen, angelegt. Jede Probe wurde mit 100 ml H_2O_2 -Lösung (0,75 %) versetzt. Die Samen konnten dann 2 Tage bei $19,5 \pm 1,5$ °C darin weichen (Abb. 24). Danach wurde die Flüssigkeit über einem Sieb abgossen und nochmals 100 ml H_2O_2 -Lösung für einen Tag zugegeben. An den folgenden Tagen konnten die gekeimten Samen ausgezählt werden (Abb. 25).



Abb. 24: Schalen mit Wasserstoffperoxid-Lösung und *Ambrosia*-Samen, für die Keimversuche nach der Wasserstoffperoxid-Methode. Naturhistorisches Museum in Luxemburg, 29.11.2007.



Abb. 25: Samen von *Ambrosia artemisiifolia*, welche bei den Keimversuchen nach der Wasserstoffperoxid-Methode gekeimt haben. Naturhistorisches Museum in Luxemburg, 29.11.2007.

6.3. Ergebnisse

6.3.1. Keimversuche im Keimschrank

Nach 4 Wochen wurden die Keimversuche im Keimschrank abgebrochen, die gekeimten Samen ausgezählt und Keimraten für jede Petrischale berechnet. Anschließend wurde eine statistische Auswertung mit dem Programm SPSS 11.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) vorgenommen. Es zeigte sich lediglich ein signifikanter Unterschied der Keimrate zwischen den Produkten ($F_{25,47} = 4,03$; $p < 0,001$). Zwischen den Behandlungen (mit Kältebehandlung 4°C, ohne Kältebehandlung 4°C) konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($F_{1,47} = 0,007$; $p > 0,05$). Ein Unterschied zwischen den Petrischalen konnte auch nicht festgestellt werden ($F_{1,47} = 0,185$; $p > 0,05$). Da Behandlung und Petrischale nicht von Bedeutung zu sein schienen, wurde anschließend aus allen Petrischalen eines Produkts die mittlere Keimrate dieses Produkts berechnet.

Tab. 6: Mittlere Keimraten der Produkte aus den Keimversuchen im Keimschrank.

Produkt	n (Anzahl Samen)	Keimrate in %	Produkt	n (Anzahl Samen)	Keimrate in %
1	24	6,225	22	24	0
2	24	6,225	23	24	20,8
3	24	20,8	28	24	12,47
7	9	12,5	14	9	16,6
9	1	100	25	9	41,65
10	3	0	27	6	16,6
12	24	16,65	31	1	100
4	4	25	1/2	100	0,5
13	24	8,3	2/2	400	5,5
16	24	12,47	3/2	400	20,25
18	6	16,6	3/3	400	11,25
19	12	8,3	3/7	400	11,25
20	24	16,625	4/1	400	9,75

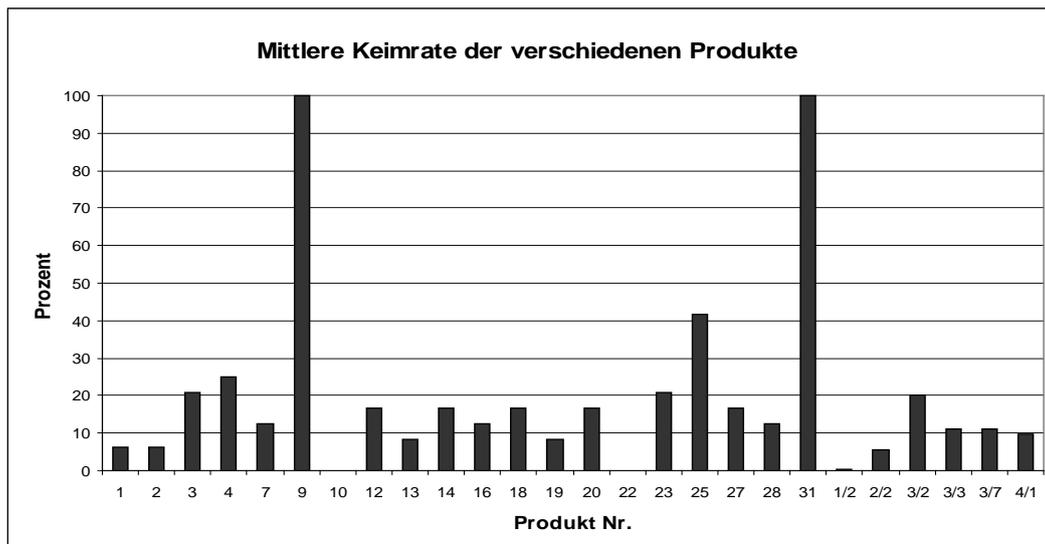


Abb. 26: Mittlere Keimraten der Produkte aus den Keimversuchen im Keimschrank – Graphische Darstellung.

6.3.2. Keimversuche nach der Wasserstoffperoxidmethode

Der Methodenbeschreibung (für Braugerste) nach sollten die Resultate dieser Keimversuche nach 3 Tagen vorliegen. Die *Ambrosia*-Samen scheinen allerdings etwas länger zu brauchen, auf die Behandlung mit Wasserstoffperoxid zu reagieren. Nach den beschriebenen 3 Tagen hatte zwar ein Großteil der Samen gekeimt, jedoch keimten auch in den darauffolgenden Tagen noch welche. Somit wurde der Versuch insgesamt 9 Tage laufen gelassen. Deutlich zu erkennen ist, dass die Keimraten der Samen von den Pflanzen der Provenienz Nr.3 um einiges höher sind als die der Pflanzen der anderen Provenienzen. So liegt die mittlere Keimrate der Samen der Pflanze 3/2 bei 81,5 %. Die Samen der Pflanze 3/3 sind zu 91,5 % keimfähig. Für die Samen der Pflanze 3/7 beträgt die Keimfähigkeit 87 %. Die Samen der Provenienz 2/2 sind dagegen nur zu 3,5 % keimfähig, die der Pflanze 4/1 zu 8 %.

Tab. 7: Keimraten der Samen aus dem Anbauversuch, bestimmt nach der Wasserstoffperoxidmethode.

Pflanze Nr.	Anz. Samen	Anzahl gekeimter Samen				Anz Keimlinge insg. = Keimrate in %	Durchschnittliche Keimrate
		29/11/2007	30/11/2007	02/12/2007	05/12/2007		
2/2	100	0	0	0	4	3,5	
2/2'	100	0	0	0	3		
3/2	100	39	23	18	0	80	
3/2'	100	45	19	15	4	83	
3/3	100	35	26	22	6	89	
3/3'	100	38	21	27	6	92	
3/7	100	63	17	10	0	90	
3/7'	100	55	13	15	1	84	
4/1	100	2	1	2	4	9	
4/1'	100	5	1	0	1	7	

6.4. Diskussion

Die Keimraten aus dem Versuch im Keimschrank können nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden. Es muss jeweils die Anzahl der Samen berücksichtigt werden, da leider nicht genügend Samen zur Verfügung standen um von jedem Produkt die gleiche Anzahl an Samen zu berücksichtigen. So kann man beispielsweise feststellen, dass von den beiden Produkten für die eine Keimrate von 100 % ermittelt wurde jeweils nur 1 Samen zur Verfügung stand. Die großen Unterschiede der Keimraten können durch die Provenienz der Samen bedingt sein. Da diese jedoch meist unbekannt ist, ist es sehr schwer hier Rückschlüsse zu ziehen. Außerdem gibt es sicherlich Unterschiede in der Behandlung und Lagerung der Samen durch den Hersteller des Vogelfutters. Auch dies könnte zu unterschiedlichen Keimraten führen.

Entgegen den Erwartungen gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Keimraten bei Durchführung einer Kältebehandlung und bei Verzicht darauf. Dies deutet daraufhin, dass die Kältebehandlung nicht lange genug angedauert hat oder die Temperatur nicht niedrig genug gewählt wurde, um die Keimruhe aufzuheben. Aus Zeitgründen war es nicht möglich eine längere Kältebehandlung durchzuführen. Auf sehr niedrige Temperaturen für die Kältebehandlung (Brandes & Nitzsche 2007 schlagen beispielsweise 4 Monate bei -10°C vor) wurde verzichtet, da diese nicht den klimatischen Bedingungen Luxemburgs entsprochen hätten.

Im Keimversuch nach der Wasserstoffperoxidmethode wurden sehr hohe Keimraten für die Samen der Pflanzen mit der Provenienz Nr. 3 ermittelt.

Dies scheint die Vermutung zu bestätigen, dass diese Pflanzen, bedingt durch den frühen Blühtermin, die Samenreife besser vollziehen konnten. Die Keimraten der Pflanzen 2/2 und 4/1, welche zu einem späteren Termin blühten, sind weitaus geringer.

Von den Samen aus dem Anbauversuch können die ermittelten Keimraten aus beiden Keimversuchen miteinander verglichen werden. Hier stellt man fest, dass für die Samen der Pflanzen 2/2 und 4/1 in beiden Versuchen ungefähr die gleichen Keimraten ermittelt wurden. Für die Samen der Pflanzen 3/2, 3/3 und 3/7 sind die Keimraten aus dem Versuch nach der Wasserstoffperoxidmethode jedoch um ein Vielfaches höher als die aus dem Versuch im Keimschrank. Der Grund hierfür liegt wahrscheinlich darin, dass bei der Wasserstoffperoxidmethode alle keimfähigen Samen zum Keimen gebracht werden, die Keimruhe also aufgehoben wird. Dies sollte beim Versuch im Keimschrank durch die Kältebehandlung bei 4°C erreicht werden. Dieser Unterschied deutet also

auch daraufhin, dass die Kältebehandlung nicht erfolgreich war.

Mit den durchschnittlichen Keimraten und den Anzahlen an Samen der einzelnen Pflanzen, kann man die Zahl der keimfähigen Samen pro Pflanze berechnen. Geht man davon aus, dass beim Keimversuch nach der Wasserstoffperoxidmethode alle keimfähigen Samen ermittelt wurden, so sollten die Keimraten dieses Versuchs für die Berechnung benutzt werden.

Tab. 8: Anzahl an keimfähigen Samen pro Pflanze aus dem Anbauversuch.

Pflanze Nr.	Keimrate in %	Anzahl Samen	Anzahl keimfähiger Samen
2/2	3,5	7254	254
3/2	81,5	18379	14979
3/3	90,5	5761	5214
3/7	87	1245	1083
4/1	8	17159	1373

7. Schlussfolgerung

Ambrosia artemisiifolia kommt derzeit nur vereinzelt oder in sehr kleinen Beständen in Luxemburg vor. Der Pollen von *Ambrosia* gilt als der stärkste allergene Pollen überhaupt. In Luxemburg werden derzeit aber nur relativ geringe Konzentrationen von *Ambrosia*-Pollen in der Luft gemessen. Meist liegen die Tageswerte unter 5 Pollenkörnern / m³ Luft. Dieser Wert gilt als Schwellenwert, ab dem allergische Reaktionen auftreten können (Déchamp & Méon 2002). Diese über einige Jahre hinweg niedrigen Werte, spiegeln das nur vereinzelte Vorkommen von *Ambrosia artemisiifolia* in Luxemburg wieder. Es ist möglich, dass die hohen Pollen-Konzentrationen, welche an zwei Tagen gemessen wurden, durch einen Ferntransport von Pollen ausgelöst wurden. Um hierüber Gewissheit zu erlangen, wären jedoch weiterführende Untersuchungen notwendig. Derzeit sind noch keine Fälle von *Ambrosia*-Allergien in Luxemburg bekannt. Die Messung der Konzentration von *Ambrosia*-Pollen in der Luft ist besonders für Allergiker interessant, da deren Krankheitsbild davon abhängig ist. Mit dieser Methode kann außerdem festgestellt werden, ob *Ambrosia artemisiifolia* in einer Gegend vorkommt. Sie scheint jedoch ungeeignet, die Evolution von Beständen zu beurteilen. Hierzu werden die Daten bislang zu unregelmäßig aufgenommen und werden zu stark von meteorologischen Faktoren beeinflusst.

Alle Exemplare von *Ambrosia artemisiifolia*, welche in Luxemburg gefunden wurden, standen in Gärten, meist in direkter Nähe von Vogelfutterstellen. Größtenteils handelte es sich um

Einzelexemplare, resp. einige wenige Exemplare. Deshalb kann man davon ausgehen, dass diese sich aus Samen, welche in Vogelfutter enthalten waren, entwickelt haben. Man kann also bei *Ambrosia* noch nicht von einem etablierten Neophyten sprechen. Zwar gaben einige Personen an, bereits im Vorjahr (oder seit einigen Jahren) *Ambrosia*-Pflanzen im Garten gehabt zu haben, jedoch lässt sich meist nicht kontrollieren, ob jedes Jahr neue Samen mit Vogelfutter eingebracht wurden oder ob die Pflanzen sich natürlich fortpflanzten. Da *Ambrosia*-Samen sehr lange keimfähig bleiben, können sich außerdem noch Pflanzen aus Samen entwickeln, welche schon einige Jahre vorher durch Vogelfutter eingebracht wurden.

Die Untersuchung des Vogelfutters auf dem luxemburgischen Markt hat ergeben, dass mehr als 67 % der erhältlichen Produkte Samen von *Ambrosia artemisiifolia* beinhalten. Ähnliche Resultate wurden auch in anderen Studien gefunden.

Alberternst et al. (2006) fanden in ungefähr 69 % der untersuchten Produkte *Ambrosia*-Samen, Chauvel et al. (2004) wurden in 71 % der untersuchten Produkte fündig. In der Literatur geht man davon aus, dass die *Ambrosia*-Samen hauptsächlich über Sonnenblumenkerne ins Vogelfutter gelangen (Chauvel et al. 2004). Der Anteil an ambrosiahaltigen Proben war in dieser Studie jedoch höher bei den Körnermischungen als bei den reinen Sonnenblumenkernen. Deshalb stellt sich die Frage, ob die *Ambrosia*-Samen nicht noch zusätzlich mit anderen Körnern ins Vogelfutter gelangen. Es ist ausgesprochen schwierig, eine Erklärung zu finden, warum in einigen Vogelfutterprodukten sehr viele *Ambrosia*-Samen zu finden sind, in anderen dagegen gar keine. Meist findet man auf den Packungen keine Angaben zur Zusammensetzung des Futters, der Herkunft der Körner oder dem Herstellungsprozess.

Die Anbauversuche haben gezeigt, dass *Ambrosia* sich in Luxemburg sehr gut entwickelt. Die Pflanzen einer bestimmten Provenienz entwickelten sich sogar sehr viel schneller als erwartet, sie blühten bereits Mitte Juni statt Ende August, wie in der Literatur beschrieben. Die Pflanzen produzierten zum Teil beachtliche Anzahlen an Samen. So konnten am Ende der Anbauversuche zwischen 160 und 18379 Samen pro Pflanze gezählt werden. Bei anschließenden Keimversuchen wurde festgestellt, dass ein Teil dieser Samen keimfähig ist. Die Samen von Pflanzen, welche zu einem verfrühten Termin blühten, sind zu über 80 % keimfähig, die Keimraten der Samen der anderen Pflanzen sind mit 3,5 % resp. 8 % weitaus geringer. Man kann davon ausgehen, dass

dies an dem sehr frühen Blühtermin liegt, woraus resultiert, dass diese Pflanzen mehr Zeit hatten die Samenreife zu vollziehen. Bei der Verrechnung der Keimraten mit den Anzahlen an Samen der jeweiligen Pflanzen kommt man auf 254 bis 14979 keimfähige Samen pro Pflanze. *Ambrosia* kann sich also unter den klimatischen Bedingungen Luxemburgs fortpflanzen und ist nicht auf den Import von Samen angewiesen. *Ambrosia* kann demnach als potentiell invasiver Neophyt für Luxemburg bezeichnet werden. Insbesondere im Hinblick auf die fortschreitende Klimaerwärmung ist mit einer Etablierung dieser Art zu rechnen.

Um gesundheitliche und ökonomische Folgen zu verhindern, sollte einer massiven Ausbreitung dieser Art unbedingt entgegengewirkt werden. Hierzu müsste vor allem die Verbreitung der Samen über Vogelfutter verhindert werden. Durch entsprechende Regelungen müssten die Hersteller von Vogelfutter dazu verpflichtet werden, ihre Produkte von *Ambrosia*-Samen zu reinigen.

Ein Verkaufsverbot für nicht ausdrücklich als „Ambrosiafrei“ gekennzeichnetes Vogelfutter wäre sinnvoll. In jedem Fall muss die Bevölkerung über die mit *Ambrosia* verbundenen Risiken aufgeklärt werden und mit Hilfe von Öffentlichkeitsarbeit auf dieses Thema sensibilisiert werden. Um größere Bestände von *Ambrosia artemisiifolia* rechtzeitig zu entdecken und kontrollieren zu können, müsste systematisch, entlang von Verkehrswegen, auf Brachflächen, auf Schuttablagerungsplätzen und ähnlichem danach gesucht werden. Die anschließenden Bekämpfungsmaßnahmen müssten gut koordiniert und konsequent über mehrere Jahre erfolgen.

8. Zusammenfassungen

8.1. Zusammenfassung

Ambrosia artemisiifolia ist eine, in Nordamerika heimische, einjährige *Asteraceae*. Sie hat sich in der Vergangenheit besonders im Süden- und Südosten Europas ausgebreitet. In den letzten Jahren wurden jedoch auch vermehrt Bestände in nördlicheren Gegenden Europas entdeckt. Dort wo *Ambrosia artemisiifolia* in größeren Beständen vorkommt, kommt es zu allergischen Erkrankungen der Bevölkerung. Diese sind auf den hochallergenen Pollen der Pflanze zurückzuführen. In Luxemburg wurde dieser Pflanze bislang wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Wie in den anderen mitteleuropäischen Ländern, wird *Ambrosia* auch in Luxemburg hauptsächlich über verunreinigtes

Vogelfutter verbreitet. Deshalb kommt sie hauptsächlich in Gärten und auf Balkonen im ganzen Land vor. Wildbestände sind nicht bekannt. Bei Anbau- und Keimversuchen konnte festgestellt werden, dass *Ambrosia artemisiifolia* sich in Luxemburg sehr gut entwickelt und in der Lage ist keimfähige Samen zu bilden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie sich angesichts der globalen Erwärmung in Luxemburg ausbreiten wird. Aufgrund der von ihr ausgelösten Allergien sollte eine Bekämpfung dieser Art erfolgen.

8.2. Abstract

Ambrosia artemisiifolia is an annual plant of the *Asteracea* family, native to North America. In the past it spread mainly in Southern and Southeast Europe. During the last years a rising amount of populations has been reported from the Northern part of Central Europe. In areas, where *Ambrosia artemisiifolia* occurs in large densities, its pollen causes allergic reactions within the human population. In Luxembourg, only little attention has been paid to this plant so far. Like in other European countries, birdseed seems to be the main vector of dispersal in Luxembourg. Hence it mainly appears in gardens, and on balconies all over the country. No wild populations have been found yet. Growth and germination experiments have shown that *Ambrosia artemisiifolia* develops well and has the ability to produce mature seeds in Luxembourg. Due to the global warming, it is very possible that it may spread in Luxembourg. Because of its allergenic potential, this spreading should be fought with appropriate measures.

8.3. Résumé

Ambrosia artemisiifolia est une plante annuelle de la famille des *Asteracées*, native de l'Amérique du nord. Dans le passé sa propagation a fortement augmenté au sud- et au sud-est de l'Europe. Au cours des dernières années des populations de cette espèce se sont aussi développées dans les pays de l'Europe centrale et –nordique. Dans les régions où elle est répandue, son pollen cause des allergies sévères. Au Luxembourg cette plante n'a pas encore reçu beaucoup d'attention. Comme dans la majorité des pays européens, la nourriture pour oiseaux sauvages est le principal vecteur de dispersion au Luxembourg. C'est la raison pourquoi on la trouve principalement dans des jardins et sur des balcons partout dans le pays. Jusqu'à présent, aucune population sauvage n'a été trouvée. Des tests de croissance et de germination ont montré qu' *Ambrosia artemisiifolia* est

capable de produire des fruits mûrs au Luxembourg. A cause du réchauffement climatique il est très probable que la propagation de l'ambrosie va s'étendre au Luxembourg. Comme son pollen cause de sérieuses allergies, cette propagation devrait être combattue avec des mesures appropriées.

9. Danksagung

Prof. Dr. Elke Hietel von der Fachhochschule Bingen, für die Betreuung dieser Diplomarbeit.

Dr. Christian Ries, Kustos der Abteilung Ökologie des nationalen naturhistorischen Museums von
Luxemburg, für die Betreuung dieser Diplomarbeit.

Simone Schneider für die Hilfe bei jeglichen Problemen und Fragen.

Thierry Helminger vom nationalen naturhistorischen Museum von Luxemburg, für das Besorgen
von Saatgut über dem Samentausch des Museums und die Hilfe beim Fotografieren der
Ambrosia-Samen.

Romain Bei vom nationalen naturhistorischen Museum von Luxemburg für die Hilfe bei der
Textverarbeitung.

Dr. Hans Reichert, für die Informationen über den Raum Trier und die Vermittlung von weiteren
Kontaktpersonen.

Franz-Joseph Weicherding, Mitarbeiter des Zentrums für Biodokumentation des Saarlandes, für
die Übergabe von Fundorten sowie Informationen aus dem Saarland.

Dr. Ralf Hand, für die Übergabe von Fundorten aus dem Raum Trier.

Jaqueline Saintenoy-Simon, für die Übergabe von Fundorten aus Wallonien (Belgien).

Der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) für die Bereitstellung der Pollenmessdaten
aus Deutschland.

Monique Detant, Verantwortliche des Airallergy-Projektes vom wissenschaftlichen Institut für
öffentliche Gesundheit aus Belgien, für die Bereitstellung der Pollenmessdaten aus Belgien.

Michel Thibaudon, Direktor des RNSA (Réseau national de surveillance aerobiologique), dem
französischen Pollenmessnetz, für die Bereitstellung der Pollenmessdaten aus Frankreich.

Dr. François Hentges, Verantwortlicher der aerobiologischen Station von Luxemburg, sowie
seiner Mitarbeiterin, Marie-Claire Kockhans-Bieda, für ein Gespräch über die Problematik
der *Ambrosia*-Pollen sowie für die Bereitstellung der Pollenmessdaten.

Dr. Danielle Ruckert, Abteilungsleiterin der Biochemie- und Mikrobiologie-Laboratorien der Ackerbauverwaltung von Luxemburg (ASTA) für Unterstützung und wertvolle Ratschläge bei der Analyse des Vogelfutters.

Michel Santer von der Ackerbauschule Ettelbrück, für die Unterstützung bei der Aufbereitung des Vogelfutters mit der Saatgutreinigungsmaschine.

Dr. Laurent Pfister, Dr. Klaus Görgen und Jürgen Junk vom Centre de Recherche Public - Gabriel Lippmann in Belvaux/Luxemburg, für wertvolle Hinweise bei der Analyse der Zusammenhänge zwischen Grosswetterlagen und Pollenmesswerten.

10. Literatur

Arnould, E., 2007. Präsentation der Großregion. URL:http://www.grande-region.net/de/grande_region/index.html [17.12.2007].

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).

Anonyme, 2000. IUCN Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused alien invasive species. URL: <http://www.iucn.org/themes/ssc/publications/policy/invasivesEng.htm#anchor392619> [09.01.2008].

Anonyme, 2006 a. *Ambrosia Artemisiifolia*, eine stark allergieauslösende Pflanze breitet sich in Berlin aus. URL: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/pflanzenschutz/merkblaetter/de/download/ambrosia.pdf> [13.03.2007].

Anonyme, 2006 b. Aufruf zur Bekämpfung von *Ambrosia* - Im Kanton Zürich beginnt Blütezeit. URL: <http://www.nzz.ch/2006/08/02/zh/newzzEQDI3Z17-12.html> [02.08.2006].

Anonyme, 2006 c. Merkblatt: Schutz vor *Ambrosia*. URL: http://www.apug.ch/d/aktivitaeten/ambrosia_3_5.php [19.12.2007].

Anonyme, 2007 a. Botanique de l'ambrosie. AFEDAnet. URL: <http://assoc.orange.fr/afeda/botanique.htm> [13.03.2007].

- Anonyme, 2007 b. Übersichtskarten von Niederschlagsereignissen, September 2006. URL: <http://www.wetteronline.de/cgi-bin/aktframe?TYP=niederschlag&ART=tabelle&JJ=xxxx&MM=03&TT=15&TIME=1230&KEY=DL&LANG=de&SORT=1&INT=06> [04.12.2007].
- Bassett, I.J. & C.W. Crompton, 1975. The biology of canadian weeds. 11 - *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia psilostachya* DC. . Canadian Journal of Plant Science 55: 463 - 476.
- Bassett, I.J. & J. Terasme, 1962. Ragweeds, *Ambrosia* Species, in Canada and their history in postglacial time. Canadian Journal of Botany 40: 141 - 150.
- Bohren, C., N. Delabays & G. Mermillod, 2005. *Ambrosia artemisiifolia* in der Schweiz - eine herbologische Annäherung. Agrarforschung 12(2): 71-78.
- 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 58 (11): 286 - 291.
- Brandes, D. & J. Nitzsche, 2007. Verbreitung, Ökologie und Soziologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. in Mitteleuropa. Tuexenia 27: 167-194 .
- Cecchi, L., M. Morabito, M.P. Domeneghetti, A. Crisci, M. Onorari & S. Orlandini, 2006. Long distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy. Annals of Allergy, Asthma and Immunology 96: 86-91.
- Chauvel, B. & F. Dessaint, 2005. Le Point: Ambrosie à feuilles d'armoise, une enquête sur son passé. INRA mensuel 125: 16 - 21.
- Chauvel, B., E. Vieren, B. Fumanal & F. Bretagnolle, 2004. Possibilité de dissemination d'*Ambrosia artemisiifolia* L. via les semences de tournesol. XIIème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes, Dijon 31 août - 2 septembre 2004.
- 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.

- Chauvel, B., F. Dessaint, J.-P. Lonchamp & J. Gasquez, 2005. Cinq élues et de candidates. - Enquête sur les mauvaises herbes envahissantes en grandes cultures en France. PHYTOMA - La défense des végétaux 578: 17-20.
- de Swaaf, K. F. , 2006. Allergiker-Alptraum kommt nach Deutschland. URL:<http://www.spiegel.de/wissenschaft/erde/0,1518,420856,00.html> [12.06.2006].
- Deen, W., T. Hunt & C.J. Swanton, 1998. Influence of temperature, photoperiod and irradiance on phenological development of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). Weed science 46: 555 - 560.
- Dessaint, F., B. Chauvel & F. Bretagnolle, 2005. L'ambrosie - Chronique de l'extension d'un "polluant biologique" en France. Medecine/Sciences 21: 207-209.
- Draxler R. R., 2007. Hysplit (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model, Version 4. URL: <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html> [01.12.2007].
- Déchamp, C. & H. Méon, 2002. *Ambrosia*, ambrosie, polluants biologiques. Ed. ARPPAM. 287 S. ISBN 2.902913.37.11.
- European Aeroallergen Network (EAN), 2007. . URL: <http://www.univie.ac.at/ean/> [19/04/07].
- Fumanal, B., C. Plenchette, B. Chauvel & F. Bretagnolle, 2006. Which role can arbuscular mycorrhizal fungi play in the facilitation of *Ambrosia artemisiifolia* L. invasion in France. Mycorrhiza 17: 25 - 35.
- Hand, R., 2007. Schriftliche Mitteilung. Fundorte von *Ambrosia artemisiifolia* aus dem Raum Trier
- Hegi, G., 1979. Illustrierte Flora von Mitteleuropa, zweite, völlig Neubearb. Aufl. Hrsg. und bearb. v. G. Wageniz. Bd.VI, 3: 258 - 264.
- Holzner, W. & J. Glauning, 2005. Ackerunkräuter. Leopold Stocker Verlag. Graz. 264 S. ISBN 3-7020-0988-4.
- Krippel, Y. & G. Colling, 2006. Notes floristiques. Observations faites au Luxembourg (2004-2005). Bull. Soc. Nat. luxemb. 107: 89-103.

- Muller, S. [éd.], 2004. Plantes invasives en France. Patrimoines naturels 62. Publications scientifiques du Museum.
- Paquin, V. & L. W. Aarssen, 2004. Allometric gender allocation in *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) has adaptive plasticity. *American Journal of Botany* 91(3): 430-438.
- Pfenninger H. (Herausg.), 1997. Brautechnische Analysenmethoden, Band I. H. Pfenninger. Selbstverlag der MEBAK. Freising _ Weihenstephan.
- Pfister L., C. Wagner, E. Vansuypeene, G. Drogue & L. Hoffmann, 2005. Atlas climatique du grand-duché de Luxembourg. Musée national d'histoire naturelle, Société des naturalistes luxembourgeois, Centre de recherche public - Gabriel Lippmann, Administration des services techniques de l'agriculture . Luxembourg. 2-919877-24-0.
- Reinhardt, F., M. Herle, F. Bastiansen & B. Streit, 2003. Ökonomische Folgen der Ausbreitung von Neobiota. Texte 79/03.
- Reznik, S.Ya., Volkovitsh M.G., Dolgovskaya M.Yu. & Cristofaro M. , Introduction of the ragweed leaf beetle *Zygogramma suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae) into Russia for biological control of common ragweed *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae) as a model of biological invasion. Abstr. of Neobiota, 3rd International Conference on Biological Invasions (Bern, Switzerland, 30 September - 1 October 2004): 111.
- Ries C., 1992. Überblick über die Ackerunkrautvegetation Österreichs und ihre Entwicklung in neuerer Zeit. *Dissertationes Botanicae* Bd. 187. 189 S. J. Cramer bei Gebrüder Bornträger. Berlin Stuttgart. 3-443-64099-0.
- 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.
- Saintenoy-Simon, J., 2007. Schriftliche Mitteilung. Fundorte von *Ambrosia artemisiifolia* aus Belgien
- Service météorologique de de l'administration l'aéroport de Luxembourg, 2007. Monatliche Wetterzusammenfassungen.

Thonnerieux, Y, 2003. Alerte à l'ambrosie. Le courrier de la nature 208.

Vernier, F., 2007. Schriftliche Mitteilung. Fundorte von *Ambrosia artemisiifolia* aus Lothringen

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 and Immunology* 8: 279 - 282.

Weicherding, F.-J., 2007. Schriftliche Mitteilung. Fundorte von *Ambrosia artemisiifolia* aus dem Saarland

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und alle verwendeten Hilfsmittel angegeben habe.

22.01.2008

Patrick Thommes

Hiermit erkläre ich mein Einverständnis, dass die Fachhochschule Bingen, Fachbereich 1, Studiengang Umweltschutz diese Diplomarbeit den StudentInnen und interessierten Dritten zur Einsichtnahme zur Verfügung stellt, und dass sie die Diplomarbeit unter Nennung meines Namens (Urheber) veröffentlichen darf.

22.01.2008

Patrick Thommes

Anhang

1. Tabellen mit Tageswerten, sowie Monats- und Jahressummen der Pollenmesswerte von *Ambrosia artemisiifolia*

1.1. Luxemburg

Tab. 1: Tageswerte und Monatssummen des Monats August sowie Jahressummen der Jahre 1999 – 2007 aus Luxemburg.

	Aug01	Aug02	Aug03	Aug04	Aug05	Aug06	Aug07	Aug08	Aug09	Aug10	Aug11	Aug12	Aug13	Aug14	Aug15	Aug16	Aug17	Aug18	Aug19	Aug20	Aug21	Aug22	Aug23	Aug24	Aug25	Aug26	Aug27	Aug28	Aug29	Aug30	Aug31	Summe	Jahressumme	
2007	3	8
2006	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	27	
2005	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	6	13	
2004	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	14	
2003	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	7	
2002	2	2	20	2	2	.	28	31	
2001	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	
2000	0	4	
1999	0	38	

Legende:	
.	= 0
-	= nicht gemessen

Tab. 2: Tageswerte und Monatssummen des Monats September der Jahre 1999 – 2007 aus Luxemburg.

	Sep01	Sep02	Sep03	Sep04	Sep05	Sep06	Sep07	Sep08	Sep09	Sep10	Sep11	Sep12	Sep13	Sep14	Sep15	Sep16	Sep17	Sep18	Sep19	Sep20	Sep21	Sep22	Sep23	Sep24	Sep25	Sep26	Sep27	Sep28	Sep29	Sep30	Ok01	Summe
2007	1	1	.	.	1	5
2006	.	6	1	.	.	1	3	.	.	.	2	4	2	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24
2005	2	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7
2004	.	.	1	.	.	.	4	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
2003	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
2002	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
2001	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
2000	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
1999	.	.	1	25	5	2	.	.	.	.	.	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	38	

Tab. 4: Tageswerte und Monatssummen des Monats September der Jahre 2003 – 2007 aus Deutschland.

2007	Sept1	Sept2	Sept3	Sept4	Sept5	Sept6	Sept7	Sept8	Sept9	Sept10	Sept11	Sept12	Sept13	Sept14	Sept15	Sept16	Sept17	Sept18	Sept19	Sept20	Sept21	Sept22	Sept23	Sept24	Sept25	Sept26	Sept27	Sept28	Sept29	Sept30	Σ(Monat)	Summe						
	DEBONN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
DEFREI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
DEGERL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEHAGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEHEID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEKOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEMOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DESOES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEBONN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEFREI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEGERL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHAGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHEID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEKOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEMOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESOES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEBONN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEFREI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEGERL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHAGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHEID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEKOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEMOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESOES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEBONN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEFREI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEGERL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHAGE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHEID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEKOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEMOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DESOES	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEBONN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEFREI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEHEID	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEKOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEMOEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legende:	
.	= 0
-	= nicht gemessen

DEBONN	: Bonn
DEFREI	: Freiburg
DEGERL	: Gerlingen
DEHAGE	: Hagen/Westfalen
DEHEID	: Heidelberg
DEKOEN	: Koenigsfeld
DEMOEN	: Moenchengladbach
DESOES	: Soest

1.4. Belgien

Tab. 9: Tageswerte und Monatssummen des Monats August sowie Jahressummen der Jahre 1999 – 2007 aus Belgien.

2007	Aug01	Aug02	Aug03	Aug04	Aug05	Aug06	Aug07	Aug08	Aug09	Aug10	Aug11	Aug12	Aug13	Aug14	Aug15	Aug16	Aug17	Aug18	Aug19	Aug20	Aug21	Aug22	Aug23	Aug24	Aug25	Aug26	Aug27	Aug28	Aug29	Aug30	Aug31	Σ(Monat)	Σ(Jahr)			
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
2006																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	
2005																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
2004																																				13
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2003																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
2002																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999																																				
BEBRUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEMARC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41

Legende:	
.	= 0
-	= nicht gemessen
BEBRUS	: Brüssel
BEMARC	: Marche-en-famenne

2. Resultate der Untersuchung von Vogelfutter auf Samen von *Ambrosia artemisiifolia*

2.1. Ergebnisse

Tab. 11: Ergebnisse der Proben aus reinen Sonnenblumenkernen (PT-A).

Lauf. Nr.	Probe Nr.	Produkt-Nr.	Los-Nr.	Herkunft	Produkttyp	Menge [kg]	Anz. Ambrosiasamen	Samen/kg	Mittelw. Samen / kg . Produkt
1	1	3340631C		De ?	PT-A	1	470	470,00	
2	2	04450613Z		De ?	PT-A	1	0	0,00	
3	3	04450623Z		De ?	PT-A	1	0	0,00	156,67
4	4	L4536		?	PT-A	1	1143	1143,00	
5	5	L4536		?	PT-A	1	918	918,00	
6	6	L4536		?	PT-A	1	1057	1057,00	1039,33
7	7	?		EU	PT-A	1,5	932	621,33	
8	8	?		EU	PT-A	1,5	787	524,67	
9	9	?		EU	PT-A	1,5	909	606,00	584,00
10	13	L200627		Benelux	PT-A	3	0	0,00	
11	14	L200627		Benelux	PT-A	3	0	0,00	
12	15	L200627		Benelux	PT-A	3	0	0,00	0,00
13	16	1166004		?	PT-A	1	0	0,00	
14	17	1166004		?	PT-A	1	0	0,00	
15	18	1166004		?	PT-A	1	0	0,00	0,00
16	19	?		?	PT-A	1	4	4,00	
17	20	?		?	PT-A	1	6	6,00	
18	21	?		?	PT-A	1	1	1,00	3,67
19	22	5112501		?	PT-A	1	0	0,00	
20	23	5112501		?	PT-A	1	0	0,00	
21	24	5109		?	PT-A	1	0	0,00	
22	25	5109		?	PT-A	1	1	1,00	
23	26	?		?	PT-A	1	0	0,00	0,33
24	27	OR234AD		?	PT-A	1,5	0	0,00	
25	28	OR234XX		?	PT-A	1,5	1	0,67	
26	29	OR234XX		?	PT-A	1,5	2	1,33	0,67
27	30	90353		?	PT-A	1	0	0,00	
28	31	90353		?	PT-A	1	0	0,00	
29	32	90353		?	PT-A	1	0	0,00	0,00
30	33	k.A.		k.A.	PT-A	1	355	355,00	355,00

Legende Produkttypen	
PT-A	Sonnenblumenkerne
PT-B	Körnermischung
PT-C	Meisenkottdel

Tab. 12: Ergebnisse der Proben aus Körnermischungen und Meisenknödeln (PT-B, PT-C).

Lauf. Nr.	Probe-Nr.	Produkt-Nr.	Los-Nr.	Herkunft	Produkttyp	Menge [kg]	Anz. Ambrosiasamen	Samen/kg	Mittelw. Samen / kg . Produkt
31	10	4	038915	USA?	PT-B	0,79	2	2,53	
32	11	4	043842	USA?	PT-B	0,79	0	0,00	
33	12	4	038915	USA?	PT-B	0,79	2	2,53	1,69
34	34	13	OSO 171B	?	PT-B	4,5	33	7,33	
35	35	13	OSO 171B	?	PT-B	4,5	38	8,44	7,89
36	38	16	6101204	?	PT-B	3	99	33,00	33,00
37	40	18		?	PT-B	1	0	0,00	
38	41	18		?	PT-B	1	9	9,00	4,50
39	42	19		?	PT-B	1	7	7,00	
40	43	19		?	PT-B	1	6	6,00	6,50
41	44	20		?	PT-B	2,5	568	227,20	
42	45	20		?	PT-B	2,5	608	243,20	235,20
43	47	22		?	PT-B	1	77	77,00	
44	48	22		?	PT-B	1	68	68,00	72,50
45	49	23	03430116	?	PT-B	1	50	50,00	
46	50	23	034306116	?	PT-B	1	23	23,00	36,50
47	54	26		?	PT-B	1	0	0,00	
48	55	26		?	PT-B	1	0	0,00	0,00
49	57	28	OR279ADP	?	PT-B	1	209	209,00	
50	58	28	OR279ADP	?	PT-B	1	230	230,00	219,50
51	60	30	6121301	?	PT-B	2	0	0,00	
52	61	30	6111301	?	PT-B	2	1	0,50	0,25
53	36a	14		?	PT-C	0,041	2	48,78	
54	36b	14		?	PT-C	0,042	7	166,67	107,72
55	37a	15		?	PT-C	0,047	0	0,00	
56	37b	15		?	PT-C	0,046	0	0,00	0,00
57	39a	17	?	?	PT-C	0,039	0	0,00	
58	39b	17	?	?	PT-C	0,037	0	0,00	0,00
59	46a	21		?	PT-C	0,047	0	0,00	
60	46b	21		?	PT-C	0,049	0	0,00	0,00
61	51	24	31631	?	PT-C	0,033	0	0,00	
62	52	24	31631	?	PT-C	0,036	0	0,00	0,00
63	53	25		?	PT-C	0,197	11	55,84	55,84
64	56a	27		?	PT-C	0,03	4	133,33	
65	56b	27		?	PT-C	0,032	2	62,50	97,92
66	59a	29	64211	?	PT-C	0,059	0	0,00	
67	59b	29	64211	?	PT-C	0,044	0	0,00	0,00
68	62a	31	34352	?	PT-C	0,055	0	0,00	
69	62b	31	34352	?	PT-C	0,051	1	19,61	9,80
					Σ (PT-A+PT-B+PT-C)	73,255	8643		

Legende Produkttypen
PT-A Sonnenblumenkerne
PT-B Körnermischung
PT-C Fettkugeln

Tab. 13: Hersteller und Händler der verschiedenen Produkte.

Produkt-Nr.	Geschäft	Hersteller
1	Cactus	Degro
2	Delhaize	Winterfit/Agros
3	Auchan	?
4	Cactus Hobby	Vivara / Mischung
5	Josy Welter	Benelux
6	Josy Welter	?
7	Fressnapf	Erdtmann's
8	Gamm Vert	Vadi Gran
9	Hornbach	Universal Heimtiernahrung
10	Cora	Natu'Riga
11	Pallcenter	Megro
12	Hela	k.A. (Lose Ware)
13	Auchan	Natu'Riga
14	Auchan	Natu'Riga
15	Auchan	?
16	Gamm Vert	Vadi Gran
17	Gamm Vert	Vadi Gran
18	Hornbach	Universal: Hiver
19	Hornbach	Universal: Oiseaux ciel
20	Fressnapf	Erdtmann's
21	Fressnapf	Erdtmann's
22	Cactus Hobby	Vivara / Mischung
23	Cactus	Degro
24	Cactus	Degro
25	Cactus Hobby	CJ Wildbird Food
26	Josy Welter	Benelux
27	Josy Welter	Benelux
28	Pallcenter	Natu'Riga
29	Pallcenter	Megro
30	Delhaize	Birdlife
31	Delhaize	Delhaize

3. Wachstum der Versuchspflanzen aus dem Anbauversuch in den Monaten April – August

3.1. Wuchshöhen der Versuchspflanzen

Tab.14: Wuchshöhen in cm der Versuchspflanzen von April – Juni.

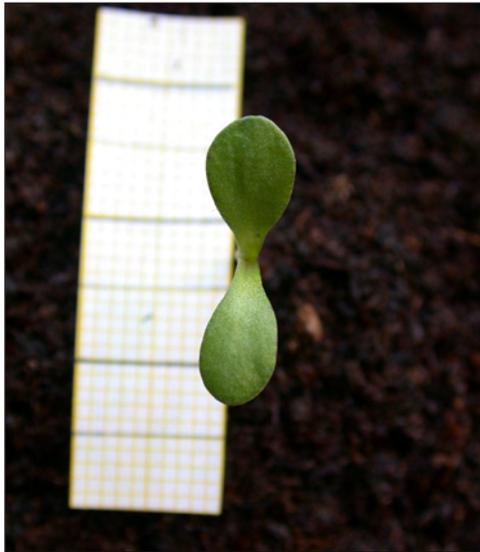
Pflanze Nr.	Datum										
	26/04/07	27/04/07	03/05/07	04/05/07	08/05/07	10/05/07	18/05/07	21/05/07	25/05/07	31/05/07	04/06/07
1/1	2,6	3	5,4	6,5	6,8	1,5					
1/2	1,7	1,9	3,7	4,3	5	4	4	3,5	6,5	7,5	7,6
2/1						3					
2/2						2	2	2,4	3	4,9	5,6
3/1	3,2	3,4	5,4	6,2	6,7	4,5	4,5	4,5	7,6	10	12
3/2	3,3	3,3	5	5,3	5,8	4	4	3,9	6,5	7,9	9
3/3	3,1	3,1	3,9	5	4,6	3,5	0	0	0	1	1,5
3/4	2,1	2,2	3,2	3,5	4,5	2,8	3,1	3,9	5,8	8	8,2
3/5	3	3,2	3,9	4,1	4,5	4,3	4	4	4,6	6	6,5
3/6	2,8	2,9	3,5	3,6	4,4	1,5					
3/7	3,2	3,2	4,8	5,2	5,5	4	4	4	4,2	5,7	7,5
4/1	1,9	2,2	3,9	4,8	5,6	4,2	4,5	6,5	9	9	13,5

Tab.15: Wuchshöhen in cm der Versuchspflanzen von Juni - August.

Pflanze Nr.	Datum											
	08/06/07	13/06/07	18/06/07	28/06/07	05/07/07	10/07/07	19/07/07	26/07/07	02/08/07	10/08/07	16/08/07	24/08/07
1/1												
1/2	9	14,5	18,5	33	48	54	65	82	99	110	114	
2/1												
2/2	7,5	10,5	16	20	21	22	19	21	35	39	70	81
3/1	16,5	20,5	24	21	29	31	70	74	86	86	88	85
3/2	15,5	22	30	45	53	59	60	61	63	63	63	63
3/3	3	4,5	6	15	23	28	43	62	69	69	73	75
3/4	12	16,5	18,5	26	30	30	23	23				
3/5	11	16,5	21	30,5	33	29						
3/6												
3/7	13	13	19	34,5	41	47	58	67	81	90	93	94
4/1	16	23	33	48,5	60	70	87	100	120	133	137	150

3.2. Bilddokumentation der Wachstumsstadien von *Ambrosia artemisiifolia* L.:

Alle Bilder stammen aus den Anbauversuchen, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden.



Keimling von *Ambrosia artemisiifolia* mit Millimeterskala, 10 Tage nach der Aussaat, 23.04.07.

Jungpflanze von *Ambrosia artemisiifolia* mit erstem Blattpaar, nach 14 Tagen, 27.04.2007.



Jungpflanze von *Ambrosia artemisiifolia* mit dem Ansatz des zweiten Blattpaares, nach 19 Tagen, 02.05.2007.



Jungpflanze von *Ambrosia artemisiifolia* mit vollentwickeltem zweiten Blattpaar, nach 25 Tagen, 08.05.2007.

Junpflanze von *Ambrosia artemisiifolia* kurz nach dem Umpflanzen in den Garten des Naturhistorischen Museums, nach 27 Tagen, 10.05.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 38 Tagen, 21.05.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 48
Tagen, 31.05.2007.

Ambrosia artemisiifolia, nach 52
Tagen, 04.06.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 56
Tagen, 08.06.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 61 Tagen,
13.06.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 66 Tagen,
18.06.2007.



Sehr frühe Blüte bei den Pflanzen der Proveni-
enz Nr. 3, nach 66 Tagen, 18.06.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 83 Tagen,
05.07.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 76 Tagen,
28.06.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 88 Tagen,
10.07.2007.



Ambrosia artemisiifolia, nach 134 Tagen, 25.08.2007.



Männliche Blütenstände von *Ambrosia artemisiifolia*, nach 134 Tagen, 25.08.2007.