Populationsbiologie von Artemisia annua L.

MEIKE MÜLLER

Abstract

The reasons for the fast and successful spread of *Artemisia annua* on the banks in the middle course of the river Elbe were investigated. This neophytic species from Asia established on the banks within the last 30 years. In this habitat water is the most important dispersal agent which moves swimming diaspores over long distances.

The diaspores of *Artemisia annua* germinate over a wide range of temperature (5 °C to 30 °C), preferably between 10 °C and 20 °C. *Artemisia annua* produces large quantities of diaspores. Especially plants that germinated early in the year on fertile soil (e. g. loam) contribute to the reproduction of a population. Plants of this species are able to grow on different kinds of soils. Even small plants developed on poor soil (e. g. sand) produce flowers and diaspores. *Artemisia annua* reacts to increasing density (increasing intraspecific competition) with plasticity instead of mortality.

1. Einleitung

Schon lange ist bekannt, daß viele Pflanzenarten bevorzugt Flußtäler als Wanderwege nutzen (LOEW 1879). Flußufer zeichnen sich durch zeitweilige Überflutungen und Substratumlagerungen aus, sofern sie, wie z. B. die Elbe, weitgehend naturbelassene Auenbereiche besitzen. Damit werden immer wieder freie, d. h. konkurrenzarme Wuchsplätze geschaffen, was eine Ansiedlung neuer Arten ermöglicht. So konnten sich an den Ufern der Elbe zahlreich annuelle Neophyten wie *Bidens frondosa* und *Xanthium albinum* erfolgreich etablieren. Ein weiterer Neophyt, der etwa seit 1964 an den Ufern der Mittleren Elbe auftritt, ist *Artemisia annua* (BRANDES & JANSSEN 1991). Sie hat sich innerhalb von 30 Jahren stark ausgebreitet und bildet mittlerweile zwischen Magdeburg und Schnackenburg teilweise große Massenbestände aus.

Braunschweiger Kolloquium zur Ufervegetation von Flüssen.
Hrsg. von Dietmar Brandes.
Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, Bd. 4. S. 71-83.
ISBN 3-927115-29-0
© *Universitätsbibliothek der TU Braunschweig 1996*

Die Art stammt aus der temperaten Zone Asiens (HEGI 1987), wo sie bereits vor über 2000 Jahren als Heilpflanze gegen Fieber eingesetzt wurde (KLAYMAN 1993). Dagegen kommt sie in Zentraleuropa, Zentralrußland sowie Nordamerika nur synanthrop vor (MEUSEL & JÄGER 1992). Während *Artemisia annua* in ihrem Herkunftsgebiet eine Art der sandigen Fluß- und Seeufer und Wadis der Halbwüsten und Steppengebiete Asiens ist (MEUSEL & JÄGER 1992), tritt sie in Europa in der Regel auf gestörten Flächen in Siedlungsnähe auf. In Wien z. B. ist sie seit 1887 von Lagerplätzen, Parkplätzen und Wegrändern bekannt (FORSTNER & HÜBEL 1971). Wie die Untersuchungen von BRANDES und SANDER (1995) zeigen, ist *Artemisia annua* über die Saale an die Ufer der Mittleren Elbe gelangt. Sie ist erst ab der Saalemündung flußabwärts an den Elbufern zu finden. Ihren Ursprung haben diese Vorkommen wahrscheinlich im Mitteldeutschen Trockengebiet in der Umgebung von Halle. RAUSCHERT (1966) gibt zahlreiche Fundorte an, die auf Geländebeobachtungen zwischen 1961 und 1966 zurückgehen. Die angegebenen Orte befinden sich fast alle in der Nähe der Saale, so daß ein Diasporeneintrag über die Saale in die Elbe durchaus denkbar ist.

An den Ufern der Mittleren Elbe besiedelt *Artemisia annua* unterschiedliche Wuchsplätze. Sie kommt sowohl auf sandig kiesigem Material in den Buhnenfeldern als auch in den höher gelegenen Auenbereichen auf schluffigem Material vor. Bei schlechter Nährstoff- und Wasserversorgung der sandigen Bereiche sind die Individuen sehr klein (10 cm bis 20 cm), während auf nährstoffreichem Substrat beachtliche Wuchshöhen von bis zu 2,50 m erreicht werden können.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden umfangreiche Untersuchungen zur Populationsbiologie von *Artemisia annua* durchgeführt, um die Ursachen für ihre rasche Ausbreitung zu klären.

2. Untersuchungsmethode

Neben populationsbiologischen Untersuchungen am natürlichen Wuchsort von *Artemisia annua* wurden von Mai bis September 1994 Versuche zur Ökologie der Art im Gewächshaus und in Klimaschränken am Institut für Unkrautforschung der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig durchgeführt. Das dafür notwendige Diasporenmaterial wurde im Oktober 1993 im Untersuchungsgebiet (Elbufer nördlich von Magdeburg, Flußkilometer 39,8 bis 39,5) gesammelt und trocken gelagert.

Keimung: Die Untersuchung der Temperaturabhängigkeit der Diasporenkeimung erfolgte in Petrischalen auf Filterpapier bei den jeweils konstanten Temperaturen von 5 °C, 10 °C,

15 °C, 20 °C, 25 °C und 30 °C. Bei jeder Temperatur wurde der Versuch drei- bis vierfach mit je 100 Achänen angesetzt. Die Schalen wurden täglich kontrolliert und die gekeimten Achänen entfernt.

Entwicklung in Abhängigkeit vom Keimungstermin: Hier wurde das Wachstum von Einzelpflanzen im Gewächshaus, die an vier verschiedenen Terminen gekeimt sind (10.06., 27.06., 08.08., 10.09.), durch Messen der Sproßlängen verfolgt. Von den ersten drei Aussaatterminen wurde das Wachstum von 6-8 Einzelindividuen beobachtet, während von den ursprünglich sieben Pflanzen des letzten Aussaattermins nur noch eine ihre Entwicklung abschließen konnte (die Temperaturen im ungeheizten Gewächshaus waren bereits zu niedrig).

Intraspezifische Konkurrenz: Zur Untersuchung der Auswirkung intraspezifischer Konkurrenz auf *Artemisia annua* wurde das Wachstum und die Diasporenproduktion bei den Individuendichten von 1, 4, 10, 20, 50 Pflanzen pro Topf untersucht (das entspricht 50, 199, 497, 995, 2487 Individuen pro m^2). Der Versuch wurde mit vierfachem Ansatz durchgeführt.

Einfluß unterschiedlicher Düngergaben auf die Produktion von Diasporen: Hier wurden ausgesäte *Artemisia annua*-Pflanzen (Individuendichte: 3 Pflanzen/Topf) mit unterschiedlichen Mengen eines Flüssigdüngers gedüngt. Die verabreichte Düngermenge wurde zu 30, 60 und 120 kg N/ha berechnet. Der Versuch wurde mit dreifachem Ansatz durchgeführt.

3. Keimung

Besonders für einjährige Pflanzenarten, die sich ihren Lebensraum nach jeder Vegetationsperiode erneut erobern müssen, ist die Keimung eine entscheidende Phase. Wie bereits die extrem kleinen Diasporen (0,5 mm bis 1,5 mm) von *Artemisia annua* vermuten lassen, handelt es sich bei dieser Art um einen Lichtkeimer. Die Diasporen erreichen lediglich aus einer Tiefe von 2 cm die Erdoberfläche in nennenswerten Mengen. Die Abhängigkeit der Keimung von jeweils konstanten Temperaturen zeigt Abbildung 1.

Die Diasporen von *Artemisia annua* keimen innerhalb des gesamten untersuchten Temperaturbereiches mit teilweise hohen prozentualen Anteilen. Bei 20 °C ist der Anteil gekeimter Achänen am höchsten (95 % $\pm$ 3 %), darauf folgen 15 °C (89 % $\pm$ 2,65 %) und 10 °C (87 % $\pm$ 4 %). Bei den hohen Temperaturen von 25 °C und 30 °C keimen nur noch 73 %

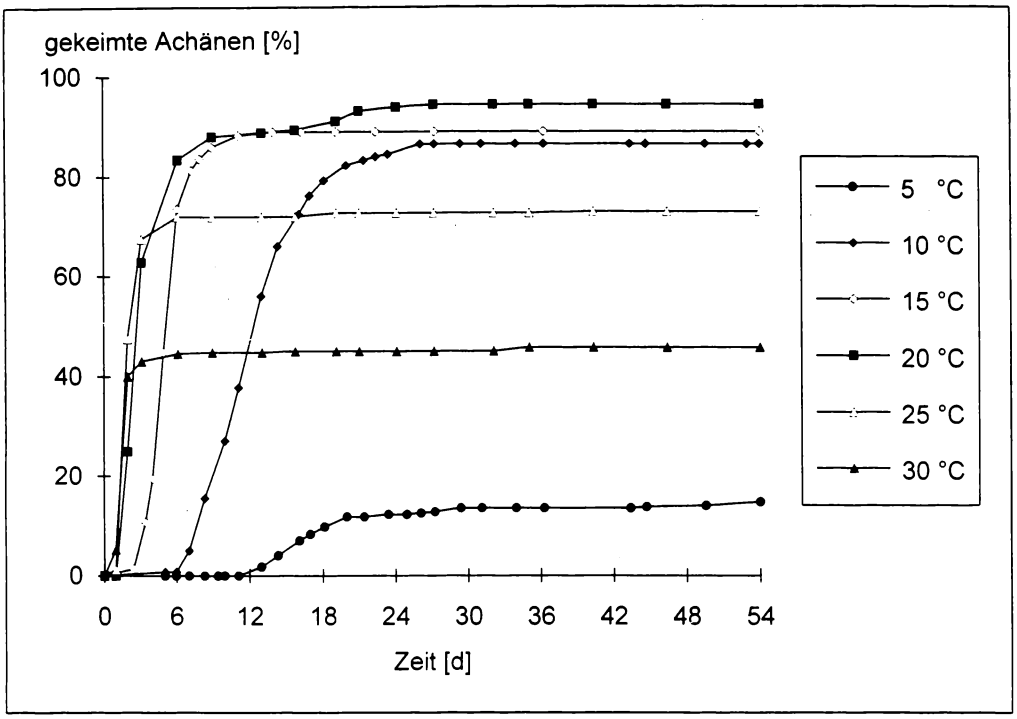

Abb. 1: Zeitlicher Verlauf der Keimung der Achänen von *Artemisia annua* bei konstanten Temperaturen in Petrischalen auf Filterpapier. Der mittlere Keimungsverlauf wurde für jede Temperatur aus je drei (15 °C) bis vier Ansätzen mit jeweils 100 Achänen berechnet und als Summenkurve dargestellt.

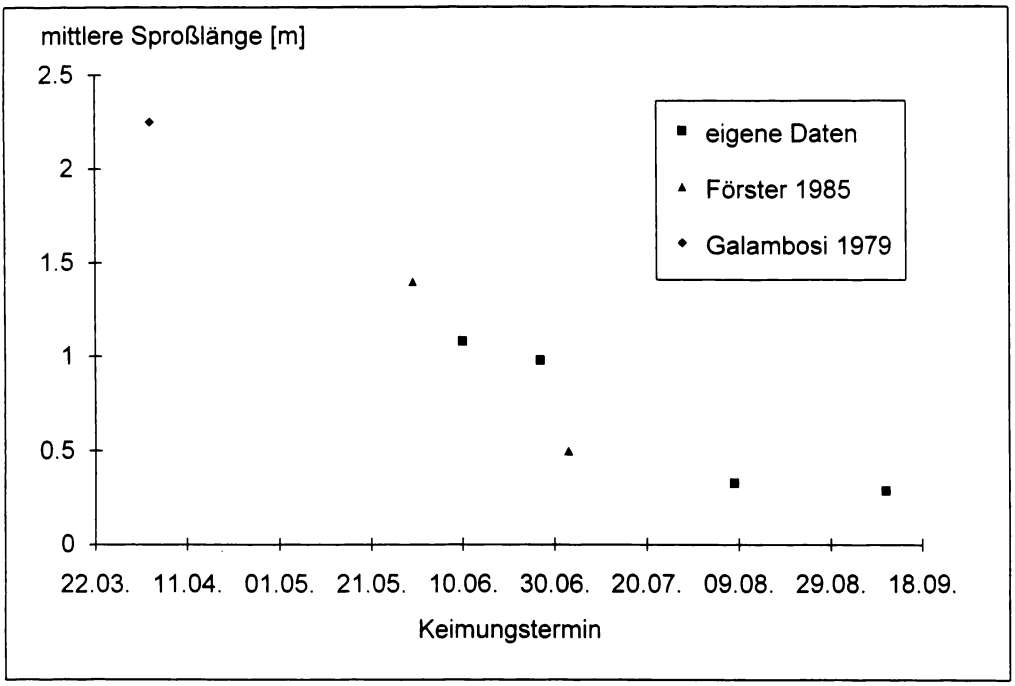

Abb. 2: Mittlere Sproßlänge von *Artemisia annua* am Ende der Vegetationsperiode in Abhängigkeit vom Keimungstermin. Die Untersuchungen von GALAMBOSI (1979) wurden im Freiland in Ungarn durchgeführt, die von FÖRSTER (1985) im Botanischen Garten in Halle.

(± 12 %) bzw. 51 % (± 8 %) der Diasporen. Bei 5 °C ist der Anteil gekeimter Achänen mit 16 % (± 4 %) am geringsten. Die hohen Temperaturen haben eine hohe Keimungsgeschwindigkeit zur Folge. Bei 20 °C werden 3 Tage bis zum Erreichen der Hälfte des Keimungsmaximums benötigt, bei 25 °C und 30 °C nur 2 Tage.

Wie die Versuche zeigen, stellt *Artemisia annua* bei der Keimung keine besonderen Ansprüche an die Bodentemperatur. Die Achänen sind in der Lage auch bei niedrigen Temperaturen, d. h. grundsätzlich früh im Jahr, mit teilweise hohen prozentualen Anteilen zu keimen. Verglichen mit Wärmekeimern, wie *Chenopodium rubrum* und *Chenopodium glaucum,* die bei ungünstigen Temperaturverhältnissen am Elbufer nahezu ganz ausbleiben können, ist sie in der Lage, früher im Jahr aufzulaufen und freie Plätze zu besetzen. Auch die insgesamt hohe Keimfähigkeit zwischen 10 °C und 20 °C sowie die hohe Keimungsgeschwindigkeit können einen Konkurrenzvorteil von *Artemisia annua* darstellen.

4. Entwicklung in Abhängigkeit vom Keimungstermin

Die Wirkung unterschiedlicher Keimungstermine auf das Wachstum ist gerade für Arten, die, wie *Artemisia annua,* am Elbufer an unterschiedlichsten Wuchsplätzen vorkommen, von Interesse. Die höher gelegenen Auenbereiche fallen früher trocken als die Buhnenfelder, d.h. die Individuen keimen zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Abbildung 2 zeigt die Auswirkung unterschiedlicher Keimungstermine auf die mittlere Sproßlänge von *Artemisia annua*-Pflanzen. Zusätzlich zu den eigenen Daten sind die Wuchshöhen aus Arbeiten von GALAMBOSI (1979) und von FÖRSTER (1985) aufgeführt.

Obwohl die zusammengestellten Daten an Orten unterschiedlicher geographischer Lage, im Freiland und im Gewächshaus ermittelt wurden, verdeutlichen sie den Zusammenhang zwischen dem Keimungstermin und der mittleren Sproßlänge. Früh gekeimte Individuen können beachtliche Sproßlängen erreichen, während spät gekeimte klein bleiben. Nicht nur die Sproßlänge, sondern auch die mittlere Anzahl an Blütenköpfchen pro Pflanze zeigen an den späten Keimungsterminen eine deutliche Abnahme. Während am 10.06. gekeimte Individuen 3797 (± 1135) Blütenköpfchen ausbilden, tragen am 08.08. gekeimte nur noch 663 (± 314) Köpfchen.

Die Blühinduktion erfolgt bei *Artemisia annua* durch abnehmende Tageslängen. Diese von FÖRSTER (1985) gestellte Vermutung konnte mit einem Klimaschrankversuch bestätigt werden. Nur die Individuen im Klimaschrank mit abnehmender Tageslänge bildeten Blütenköpfchen aus. Wahrscheinlich liegt die Länge der kritischen Dunkelperiode zwischen 9 und

9,5 h, was etwa der Zeit zwischen dem 10. August und dem 18. August entspricht. Das stimmt mit den Beobachtungen im Untersuchungsgebiet überein, wo die ersten Blütenköpfchenansätze nicht vor Mitte August zu sehen sind. Nach der Blühinduktion gehen die Pflanzen vom vegetativen zum reproduktiven Wachstum über, d. h. Sproß- und Seitentriebwachstum werden beendet. Früh gekeimte Individuen haben demnach mehr Zeit für das vegetative Wachstum als spät gekeimte. Letztere bilden kürzere Sprosse, kürzere Seitentriebe und dementsprechend eine geringere Anzahl an Blütenköpfchen aus. Da auch die Anzahl der Achänen pro Köpfchen abnimmt, ist die Auswirkung später Keimung auf die Produktion von Diasporen erheblich. Unter diesem Aspekt ist es sinnvoll, daß *Artemisia annua* auch bei niedrigen Temperaturen keimen kann. Früh gekeimte Individuen werden besonders groß und können zum Reproduktionserfolg einer Population stärker beitragen als spät gekeimte. Auch im Untersuchungsgebiet erreichen die Individuen der höher gelegenen Auenbereiche größere Wuchshöhen als die Pflanzen in Wassernähe. Die unterschiedlichen Wuchsplätze zeichnen sich hier jedoch meist durch verschiedene Substrate aus (Sand bzw. Lehm), d.h. der beobachtete Effekt läßt sich nicht allein auf den Keimungszeitpunkt zurückführen.

5. Intraspezifische Konkurrenz

In weiten Bereichen der Mittleren Elbe bildet *Artemisia annua* teilweise große Dominanzbestände aus. Hier konkurrieren hauptsächlich Individuen der gleichen Art miteinander, was eine Untersuchung der Auswirkung intraspezifischer Konkurrenz nahelegt. Verfolgt man das Sproßlängenwachstum von Pflanzen, die in unterschiedlichen Individuendichten ausgesät wurden, ergibt sich der in Abbildung 3 dargestellte Zusammenhang.

Wie Abbildung 3 zeigt, hat die Indiviuendichte einen entscheidenden Einfluß auf das Sproßlängenwachstum. Mit zunehmender Dichte sind die Pflanzen im Durchschnitt kleiner und wachsen mit geringeren Wachstumsraten. Jedoch gelangen selbst bei den hohen Individuendichten alle Pflanzen zur Blüte und zur Samenreife. Ebenso wie die mittlere Sproßlänge, nimmt auch die Anzahl an Blütenköpfchen pro Pflanze bei steigender Individuendichte ab. Die Einzelpflanzen besitzen 2145 ($\pm$ 405) Blütenköpfchen, die Pflanzen bei der Individuendichte von 50 Pflanzen pro Topf dagegen nur noch 51 ($\pm$ 9) Köpfchen. Die Anzahl an Blütenköpfchen, die pro Topf, d. h. pro Fläche produziert wird, bleibt unabhängig von der Individuendichte jedoch etwa konstant (s. Abb. 4).

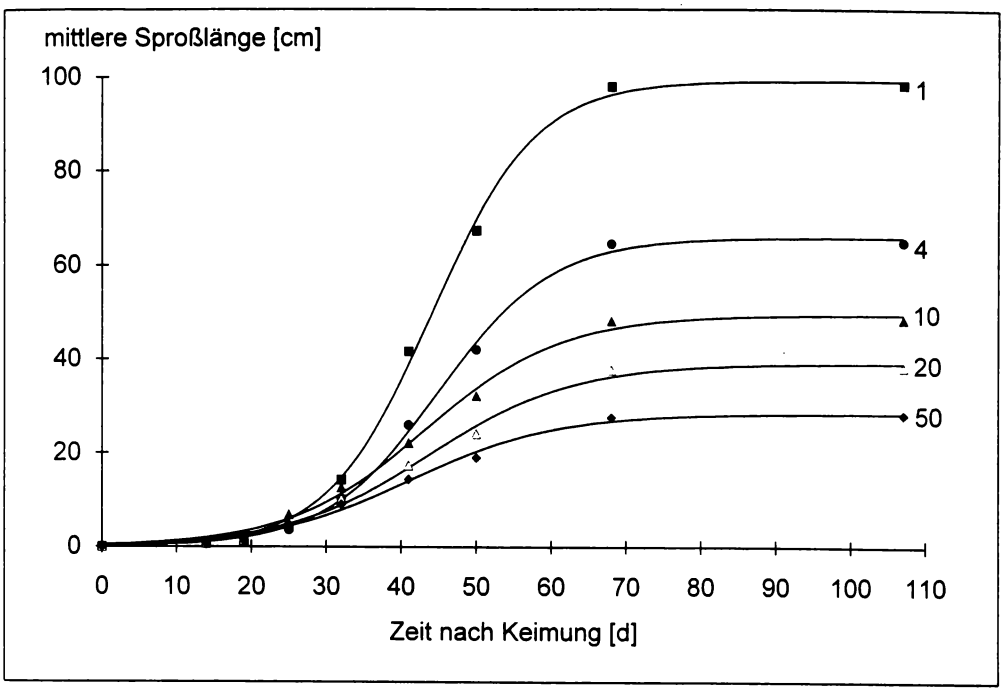

Abb. 3: Zeitlicher Verlauf des mittleren Sproßlängenwachstums von *Artemisia annua* bei den Aussaatdichten 1, 4, 10, 20, 50 Pflanzen pro Topf (das entspricht 50, 199, 497, 995, 2487 Individuen pro m²). Die Signaturen stellen die mittleren Meßwerte dar, die durchgezogenen Linien die berechneten Kurven (logistisches Wachstum von VERHULST & PEARL).

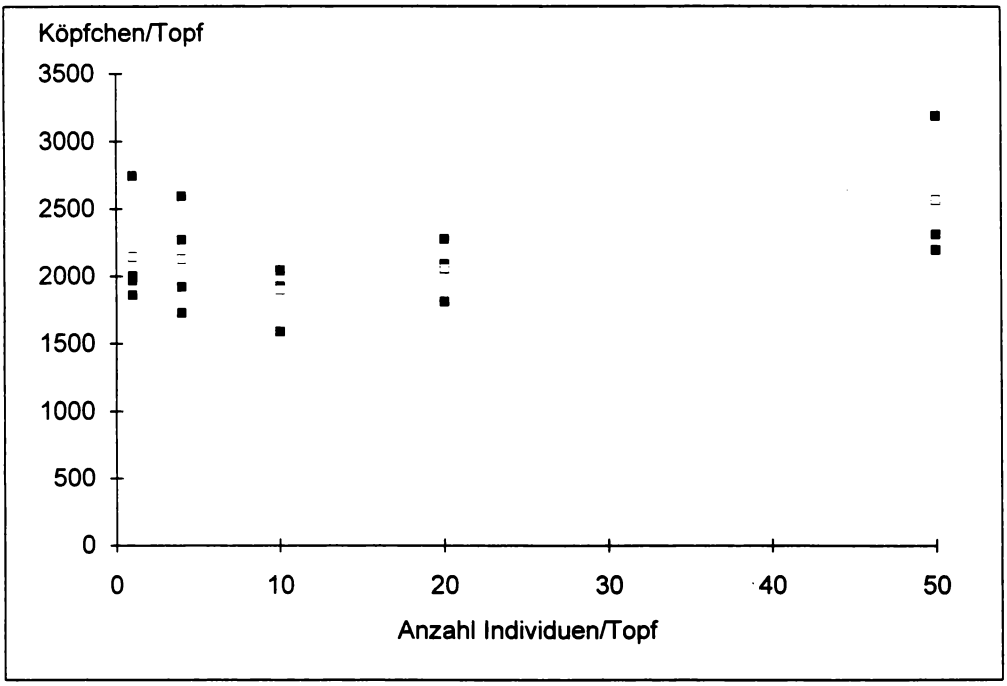

Abb. 4: Summe der pro Versuchsgefäß produzierten Blütenköpfchen bei *Artemisia annua*-Pflanzen, die in unterschiedlichen Individuendichten ausgesät wurden. Es sind die Einzelwerte aller Ansätze (ausgefüllte Quadrate) und die Mittelwerte (unausgefüllte Quadrate) aufgetragen.

Zusätzlich wurde die Anzahl an Achänen pro Blütenköpfchen stichprobenhaft ausgezählt und die Anzahl der produzierten Achänen pro Versuchsgefäß berechnet (s. Tab. 1).

Anzahl an Pflanzen pro Topf	Achänen pro Köpfchen Mw (s)	Anzahl ausgezählter Köpfchen	Anzahl Köpfchen pro Topf Mw (s)	Anzahl Achänen pro Topf
1	20 (6)	37	2145 (405)	42 900
4	18 (3)	32	2128 (384)	38 304
10	17 (3)	8	1900 (214)	32 300
20	16 (4)	44	2059 (191)	32 944
50	14 (3)	41	2568 (445)	35 952

Tab. 1: Anzahl der Blütenköpfchen von *Artemisia annua*-Pflanzen, die bei unterschiedlichen Individuendichten ausgesät wurden. Mit der Anzahl der Achänen pro Köpfchen wurde die pro Versuchsgefäß produzierte Achänenmenge berechnet. Es sind die Mittelwerte (Mw) und Standardabweichungen (s) angegeben.

Die berechnete Anzahl an Achänen pro Versuchsgefäß schwankt um maximal 25 %, bleibt aber auch bei den hohen Individuendichten auf einem insgesamt hohen Niveau. Die Zunahme intraspezifischer Konkurrenz durch steigende Individuendichten führt demnach innerhalb des untersuchten Dichtebereiches zu keiner deutlichen Reduktion der produzierten Diasporenmenge. Aufgrund des geringen Stichprobenumfanges ausgezählter Blütenköpfchen stellt dieses Ergebnis jedoch lediglich eine Tendenz dar.

Artemisia annua reagiert auf steigende Individuendichten mit phänotypischer Plastizität, was auch bei erfolgreichen Unkräutern, wie *Chenopodium album* (PALMBLAD 1968, MAILLETTE 1985, MAHN & UDWAL 1991), festgestellt wurde. Die Einzelindividuen werden kleiner, haben geringere Stengeldurchmesser, kürzere Seitentriebe, ein geringeres Trockengewicht und produzieren weniger Blütenköpfchen. Die Art ist jedoch in der Lage auch bei hohen Individuendichten einen beachtlichen Reproduktionserfolg aufrechtzuerhalten. Die intraspezifische Konkurrenz führt zwar zu einer Verminderung der Diasporenproduktion einzelner Individuen, für die Population bleibt jedoch die Anzahl der Diasporen auf einem hohen Niveau. Innerhalb des untersuchten Bereiches wurde keine dichteabhängige Mortalität beobachtet.

6. Einfluß unterschiedlicher Düngergaben

Flußufer zeichnen sich aufgrund periodischer Überschwemmungen im allgemeinen durch eine gute Nährstoffversorgung aus. Der Einfluß unterschiedlicher Nährstoffzugaben auf das Wachstum und die Reproduktion von *Artemisia annua* wurde ebenfalls untersucht. Tabelle 2 zeigt den Effekt steigender Düngung auf das Trockengewicht und die Diasporenproduktion.

Dünger [kg N/ha]	Trockengewicht pro Pflanze [g] Mw (s)	Anzahl Köpfchen pro Pflanze Mw (s)	Anzahl Achänen pro Köpfchen Mw (s)	Anzahl ausgezählter Achänen
0	3,27 (0,41)	1192 (291)	15 (6)	7
30	6,10 (0,20)	2436 (166)	19 (6)	8
60	7,93 (0,25)	2671 (62)	24 (8)	17
120	11,47 (0,28)	4146 (315)	27 (10)	9

Tab. 2: Mittleres Trockengewicht, Anzahl an Blütenköpfchen pro *Artemisia annua*-Pflanze und Anzahl der Achänen pro Köpfchen bei unterschiedlichen Düngermengen und einer Individuendichte von 3 Pflanzen pro Versuchsgefäß; Mw: Mittelwert, s: Standardabweichung.

Wie am Trockengewicht pro Pflanze deutlich zu sehen ist, kann *Artemisia annua* eine bessere Nährstoffversorgung zur Biomasseentwicklung nutzen. Gedüngte Individuen sind größer, besitzen längere Seitentriebe und bilden entsprechend mehr Blütenköpfchen aus. Verbunden mit der ebenfalls steigenden Anzahl an Achänen pro Blütenköpfchen resultiert hieraus eine erhebliche Zunahme der produzierten Diasporenmenge. Jedoch ist zu berücksichtigen, daß diese Daten nur auf einem geringen Stichprobenumfang ausgezählter Blütenköpfchen beruhen.

Auch am natürlichen Wuchsort zeigt sich, daß Individuen auf nährstoffreichem Auenlehm besonders groß werden und beachtliche Mengen an Blütenköpfchen produzieren können. Auf nährstoffarmem Sand dagegen bleiben die Pflanzen klein. Hier sind jedoch, wie in Kapitel 4 bereits erwähnt wurde, die unterschiedlichen Keimungstermine zu berücksichtigen.

7. Diskussion und Ausblick

Artemisia annua stellt keine besonderen Ansprüche an die Keimungstemperatur. Die Diasporen keimen innerhalb eines weiten Temperaturbereiches (5 °C bis 30 °C) mit teilweise hohen prozentualen Anteilen. Die Keimfähigkeit bei niedrigen Temperaturen ermöglicht grundsätzlich auch eine frühe Keimung. Damit ist die Art zum einen den spät auflaufenden Wärmekeimern überlegen, zum anderen bringt sie kräftige Individuen hervor, die dementsprechend viele Diasporen produzieren. Solche Individuen tragen zum Reproduktionserfolg einer Art stärker bei als kleine Pflanzen, die nur wenige Achänen hervorbringen.

Auf steigende Indivduendichte reagiert *Artemisia annua* mit phänotypischer Plastizität. Innerhalb des untersuchten Bereiches wurde keine erhöhte Mortalität beobachtet. Die Einzelpflanzen sind bei hohen Individuendichten kleiner und produzieren weniger Blütenköpfchen. Bezieht man die Anzahl der Diasporen auf das Versuchsgefäß (d. h. auf eine Fläche), wird auch bei den hohen Individuendichten eine hohe Diasporenproduktion aufrechterhalten.

Vorhandene Ressourcen kann *Artemisia annua* zur Steigerung der Diasporenproduktion nutzen. Bei steigender Nährstoffmenge bildet sie kräftige Individuen aus, mit einer hohen Anzahl an Blütenköpfchen. Am natürlichen Wuchsort kann sie daher an den entsprechenden Plätzen mit anderen hochwüchsigen Arten wie z. B. *Atriplex sagittata* erfolgreich konkurrieren. Die Ansprüche an das Substrat sind recht gering. Selbst auf nährstoffarmen Wuchsplätzen kommen die teilweise sehr kleinen Individuen zur Reproduktion. Damit ist *Artemisia annua* in der Lage am Elbufer unterschiedlichste Wuchsplätze zu besiedeln.

Eine Pflanze mittlerer Wuchshöhe (1,20 m) kann im Freiland etwa 12.000 Blütenköpfchen produzieren. Legt man eine mittlere Anzahl von 10 Achänen pro Köpfchen zugrunde, werden etwa 120.000 Diasporen produziert. Bei den etwa 2 m hohen Pflanzen wurden Diasporenmengen von 500.000 bis 800.000 pro Individuum abgeschätzt. Verluste der Diasporen infolge der regelmäßigen Überschwemmungen sind hinsichtlich der produzierten Mengen sicherlich unerheblich.

Ein weiterer wichtiger Grund für die rasche Ausbreitung der Art am Elbufer ist die Möglichkeit des Ferntransportes der Diasporen mit dem Flußwasser. Da die Achänen von *Artemisia annua* nicht über ein Flugorgan verfügen, dürften die mit dem Wind zurückgelegten Distanzen eher im Bereich von Zehnermetern liegen. Aufgrund ihrer geringen Größe können sie jedoch auf dem Wasser schwimmen bzw. im Wasser schweben und auf diese Weise größere

Distanzen überwinden. Hinzu kommt, daß die Keimfähigkeit auch nach zweimonatiger Lagerung im Wasser nicht beeinträchtigt wird.

Wie auch die sonstige Verbreitung von *Artemisia annua* in Europa und in Deutschland zeigt, ist die Art nicht nur an Flußufern, sondern auch auf ruderalen Standorten konkurrenzkräftig. So hat sie sich nach GROSSE & JOHN (1989) in Halle ausgebreitet und kommt auch in der Gegend von Quedlinburg vor (HERDAM 1993). Eine Ausbreitung ausgehend vom Mittleren Elbtal in die umliegenden Siedlungen hat bisher noch nicht stattgefunden. Das liegt zum einen an der geringen Effektivität der Fernausbreitung mit dem Wind, zum anderen an der Pufferwirkung der überwiegend als extensives Grünland genutzten Elbaue. Mit einer weiteren Ausbreitung von *Artemisia annua* ist jedoch zu rechnen.

8. Zusammenfassung

Die Ursachen für die rasche und erfolgreiche Ausbreitung von *Artemisia annua,* einem Neophyten aus Ostasien, an den Ufern der Mittelelbe wurden untersucht. Neben den geringen Ansprüchen der Diasporen an die Keimungstemperatur und der hohen Keimfähigkeit spielt auch die extrem hohe Diasporenproduktion eine wichtige Rolle. Die Ansprüche an das Substrat des Wuchsortes sind gering, auch auf nährstoffarmen Böden kommen die kleinen Pflanzen zur Blüte und Samenreife. Bei früher Keimung und auf nährstoffreichem Substrat werden die Individuen besonders groß und produzieren große Mengen an Diasporen. Auf zunehmende intraspezifische Konkurrenz bei steigender Individuendichte reagiert *Artemisia annua* mit phänotypischer Plastizität, nicht mit erhöhter Mortalität, was der Art die Ausbildung von dichten Dominanzbeständen ermöglicht. Mit der Möglichkeit der Fernausbreitung der Diasporen mit dem Wasser konnte *Artemisia annua* die Ufer der Mittleren Elbe flußabwärts der Saalemündung innerhalb von etwa 30 Jahren erobern. Mit einer weiteren Ausbreitung ausgehend vom Elbtal ist zu rechnen.

9. Literatur

BRANDES, D. & C. JANSSEN (1991): *Artemisia annua* L. - Ein auch in Deutschland eingebürgerter Neophyt.- Flor. Rundbr., 25 (1): 28-36.

BRANDES, D. & S. SANDER (1995): Neophytenflora der Elbufer. - Tuexenia, 15: 447-472.

FÖRSTER, P. (1985): Vergleichende Wuchsform- und Arealbetrachtung von drei Annuellen der Tribus Anthemidae. - Wiss. Z. Univ. Halle, M 34: 80-93.

FORSTNER, W. & E. HÜBEL (1971): Ruderal-, Segetal- und Adventivflora von Wien. - Wien. 159 S.

GALAMBOSI, G. (1979): Results of cultivation of some wildflower medicinal plants in the "Szilasmenti" Cooperative. - Herba Hungarica, 18 (3): 343-352.

GROSSE, E. & H. JOHN (1989): Zur Flora von Halle und Umgebung. 2. Beitrag. - Mitteilungen zur floristischen Kartierung Halle, 15: 13-36.

HEGI, G. (1987): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. VI, 4. Teil. 2., überarb. u. erw. Aufl. - Hamburg. 1483 S.

HERDAM, H. (1993): Neue Flora von Halberstadt. - Quedlinburg. 385 S.

KLAYMAN, D.L. (1993): *Artemisia annua* from weed to respectable antimalarian plant.- In: KINGHORN, A.D. & M.F. BALANDRIN (Hrsg.): Human Medicinal Agents from Plants. ACS Symposium Series 534. - Washington DC. S. 243-255.

LOEW, E. (1879): Über Perioden und Wege ehemaliger Pflanzenwanderungen im norddeutschen Tieflande. - Beitr. zur Pflanzenkunde, N. F., 8: 511-660.

MAHN, E.-G. & L. UDWAL (1991): Zur phänotypischen Plastizität bei Populationen von *Chenopodium album* L. - In: J. SCHMID, & J. STÖCKLIN (Hsg.): Populationsbiologie der Pflanzen.- Berlin. S. 74-85.

MAILLETTE, L. (1985): Modular demography and growth patterns of two annual weeds *(Chenopodium album* L. and *Spergula arvensis* L.) in relation to flowering. - In: J. WHITE (Hrsg.): Studies on Plant Demography: A Festschrift for John Harper. - London. S. 239-255.

MEUSEL, H. & E. JÄGER (Hrsg.) (1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. III Text. - Stuttgart. 333 S.

MEUSEL, H. & E. JÄGER (Hrsg.) (1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. III Karten. - Stuttgart. 333 S.

PALMBLAD, I.G. (1968): Competition in experimental populations of weeds with emphasis on the regulation of population size. - Ecology, 49: 26-34.

RAUSCHERT, S. (1966): Zur Flora des Bezirkes Halle.- Wiss. Z. Univ. Halle, M 15: 737-750.

Dipl.-Geoökol. Meike Müller
Arbeitsgruppe Geobotanik und Biologie höherer Pflanzen
Botanisches Insitut und Botanischer Garten der TU Braunschweig
Gaußstraße 7
D-38023 Braunschweig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Braunschweiger Geobotanische Arbeiten

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Müller Meike

Artikel/Article: Populationsbiologie von Artemisia annua L. 71-83