©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 24: 339–358. Göttingen 2004.

Artemisia annua L. – ein erfolgreicher Neophyt in Mitteleuropa?

– Dietmar Brandes, Meike Müller –

Zusammenfassung

Artemisia annua ist ein gutes Beispiel für eine invasive Art in Mitteleuropa, die sich nach einer längeren Lag-Phase plötzlich ausbreitet. Die Art stammt aus der temperaten Zone Asiens, wo sie ihre natürlichen Vorkommen an sandigen Fluß- und Seeufern sowie Wadis der Halbwüsten und Steppen besitzt. Synanthrope Vorkommen finden sich heute in Zentralrussland, Zentral- und Südeuropa sowie in Nordamerika. Wie auch bei anderen invasiven Arten ist auch hier die erfolgreiche Ausbreitung eng mit instabilen Habitaten verbunden. So nischt sich *Artemisia annua* in Ruderalgesellschaften ± trockener Böden ein; ebenso werden sandige und kiesige Flußufer besiedelt. Eine Übersichtstabelle der bislang aus Mitteleuropa bekannten Aufnahmen wird präsentiert.

Abstract: Artemisia annua L. – a successful exotic species in Central Europe?

Artemisia annua is a good example of an invasive species in Central Europe, which after a long lag phase has suddenly begun to spread. The species is native to the temperate zone of Asia, where its natural habitats are sandy river banks and lakeshores as well as wadis in the steppe and semidesert. Invaded areas are central Russia, central and southern Europe and North America. The successful spread of *Artemisia annua* is closely linked to unstable habitats. It finds a niche in ruderal plant communities of dry soils as well as sandy or gravelly river banks.

We studied both the population biology and ecology of the species. The most important reasons for the success in its spread are extremely high diaspore production, low requirements for the germinating temperature as well as high germination capacity. The requirements for nutrient richness are low. Nitrogen fertilizing, however, leads to increased diaspore production. *Artemisia annua* reacts to increasing interspecific competition with plasticity instead of mortality.

A survey of the phytosociological behaviour of *Artemisia annua* in Central Europe is also presented.

What effects on other species may be linked to the spread of *Artemisia annua*? Until now, there has been no evidence that other species may be endangered by its spread. However, the species may cause severe allergies in humans.

Keywords: *Artemisia annua*, *Chenopodion rubri*, *Sisymbrion*, biological invasion, neophytes.

1. Einleitung

Die anemogame Asteraceen-Gattung *Artemisia* L. 1753 umfaßt weltweit je nach Auffassung 200 bis 400 Arten, davon immerhin 57 Arten in Europa (DAMBACH 1996). Die meisten *Artemisia*-Arten kommen in offenen Steppen-, Trocken- und Halbwüstengebieten der Nordhalbkugel vor, so allein 150 Arten in China und 174 Arten in der ehemaligen UdSSR (HEYWOOD & HUMPHRIES 1977). *Artemisia*-Arten sind in Steppengebieten und Halbwüsten Asiens und Nordamerikas zum Teil vegetationsbestimmend. Nach HEGI (1987) hat bereits XENOPHON 401 v.Chr. von wohlriechendem Absinth in den Ebenen des Euphrat berichtet.

Eine befriedigende Gliederung der Gattung *Artemisia* scheint noch auszustehen. Bezüglich ihrer Lebensformen können die *Artemisia*-Arten in Nanophanerophyten (z.B. *Artemisia arborescens* oder *A. canariensis*), in Chamaephyten (Mehrzahl der Arten), in Hemikryptophyten (z.B. *Artemisia vulgaris* oder *A. dracunculus*), sowie in annuelle bzw. bienne Arten (z.B. *Artemisia annua, A. biennis* oder *A. scoparia*) gegliedert werden. (Sekundäre) Windbestäubung, Xeromorphie und Salztoleranz sind als Anpassungen an diese semiariden bzw. ariden Lebensräume zu verstehen (DAMBACH 1996).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

In Mitteleuropa wurden die folgenden *Artemisia*-Arten gefunden (EHRENDORFER 1973, DAMBACH 1996, LAUBER & WAGNER 1996, WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998):

Artemisia abrotanum L. *
Artemisia absinthium L. *
Artemisia alba Turra
Artemisia annua L. *
Artemisia atrata Lam.
Artemisia austriaca Jacq. *
Artemisia biennis Willd. *
Artemisia borealis Pall.
Artemisia caerulescens L.
Artemisia campestris L. *
Artemisia chamaemelifolia Vill.
Artemisia dracunculus L. *
Artemisia genipi Web.
Artemisia glacialis L.
Artemisia laciniata Willd. *
Artemisia maritima L. *
Artemisia monogyna Waldst. & Kit.
Artemisia mutellina Vill.
Artemisia nitidia Bertol.
Artemisia nivalis Br.-Bl.
Artemisia pancicii Ronn.
Artemisia pontica L. *
Artemisia rupestris L. *
Artemisia scoparia Waldst. & Kit. *
Artemisia siversiana Willd.
Artemisia tournefortiana Rchb. *
Artemisia umbelliformis Lam. *
Artemisia vallesiaca All.
Artemisia verlotiorum Lamotte *
Artemisia vulgaris L. *

Die in Deutschland vorkommenden Arten sind mit einem Sternchen gekennzeichnet; bei *Artemisia abrotanum* gilt es als fraglich, ob es außer den Vorkommen in Kultur auch Verwilderungen gibt. Etwa die Hälfte der in Deutschland vorkommenden *Artemisia*-Arten ist adventiv, es handelt sich bei ihnen also um Archäophyten bzw. Neophyten.

Gegenstand dieser Arbeit ist *Artemisia annua*, eine einjährige Beifuß-Art, die aus der temperaten Zone Asiens stammt. Sie ist innerhalb des subgen. *Artemisia* nahe mit *Artemisia biennis* Willd. und *A. tournefortiana* Rchb. verwandt (FÖRSTER 1985). Quasi unbemerkt konnte sie sich in den letzten 30 Jahren in Mitteldeutschland von der unteren Saale aus entlang der unteren Mittelelbe ausbreiten. Während die Art in Ungarn, Polen und Italien nur als

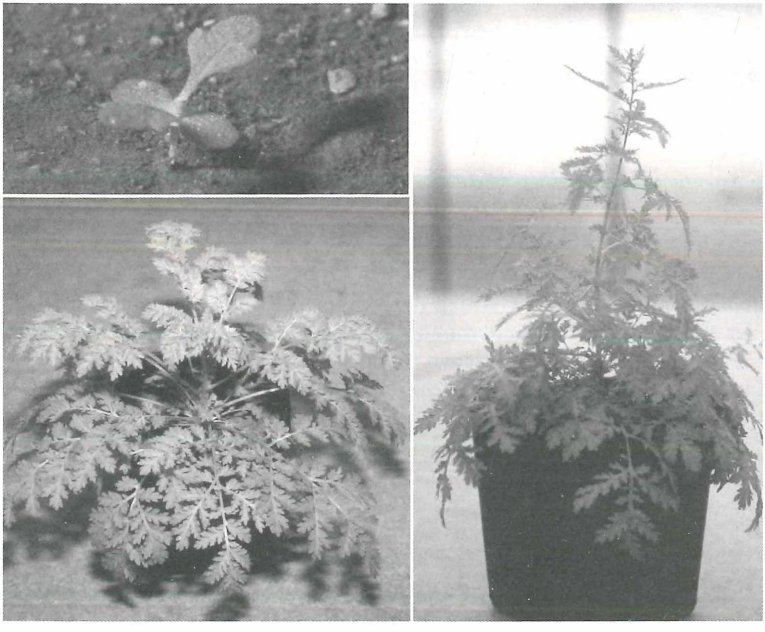


Abb. 1: *Artemisia annua* in unterschiedlichen Entwicklungsstadien: Jungpflanze mit gerade entfalteten Primärblättern (Foto: M. WOLF); Jungpflanze zu Beginn des Streckungswachstums; Pflanze im Streckungswachstum mit bereits deutlich sichtbaren Seitentrieben.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

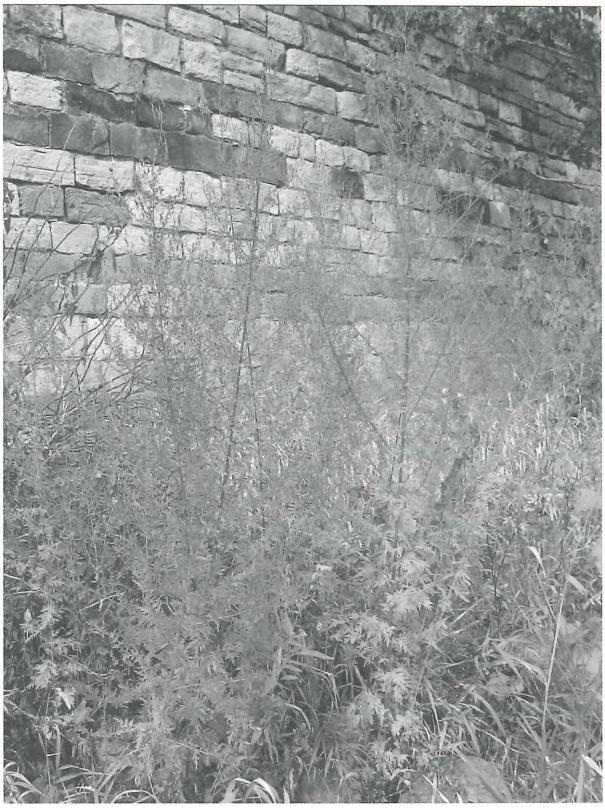


Abb. 2: *Artemisia annua* auf dem Domfelsen in Magdeburg (21.8.2003). Wuchshöhe ca. 150 cm.

seltener Neophyt von städtischen Ruderalflächen her bekannt ist, hat sie nun mit der Elbe erstmals die Ufer eines Flusses in Mitteleuropa erobert. Die Ausbildung von beachtlichen Dominanzbeständen war für uns Grund genug, die Ursachen des Ausbreitungserfolgs zu untersuchen und zu klären.

2. Morphologie, Populationsbiologie und chemische Ökologie

2.1. Morphologie und Populationsbiologie

Artemisia annua ist eine einjährige Sommerpflanze, deren Wuchsform erstmalig von FÖRSTER (1985) analysiert wurde. Die Keimung erfolgt hauptsächlich im Frühjahr bzw. Frühsommer, die Blüte in Mitteleuropa nicht vor Mitte August. Die Synfloreszenzen sind stark verzweigt und bestehen aus zahlreichen sehr kleinen Blütenköpfchen, was als Anpassung an die Windblütigkeit zu verstehen ist. Nach FÖRSTER (1985) verläuft die Aufblühfolge der Köpfchen vom proximalen Bereich ausgehend in akropetaler und basipetaler Richtung. Zur Blütezeit sind die basalen Blätter bereits abgestorben, mit beginnender Samenreife sterben dann auch die Tragblätter der Seitentriebe von unten nach oben ab. Die Lebensdauer von *Artemisia annua* im Gelände beträgt in Mitteleuropa 2,5 bis 7 Monate. Im Herbst gekeimte Achänen fallen den ersten Frösten zum Opfer. Nach FÖRSTER (1985) ist *Artemisia annua* mit ihrem Wuchsrhythmus gut an die Ostseitenbedingungen der Kontinente angepaßt: Da die Ostseiten durch regenreiche Sommer charakterisiert sind, kann *Artemisia annua* ihre Erstarkungsphase auf den Sommer ausdehnen. Die durch kürzer werdende Tageslängen ausgelöste reproduktive Phase wird als Anpassung an die harten Winterbedingungen verstanden, da so quasi gewährleistet ist, dass die Pflanzen ihren Lebenszyklus rechtzeitig abschließen können.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

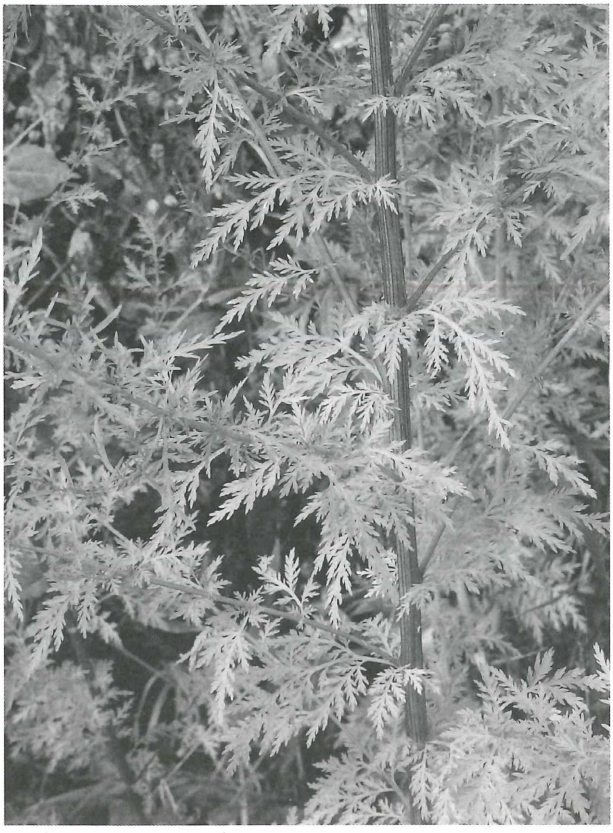


Abb. 3: Blätter und Seitentriebe eines Individuums von *Artemisia annua* nach erfolgter Blühinduktion (Magdeburger Domfelsen. 21.8.2003).

Die Keimung ist besonders für einjährige Pflanzenarten, die sich ihren Lebensraum nach jeder Vegetationsperiode neu erobern müssen, eine entscheidende Phase. Die Achänen von *Artemisia annua* sind gleich nach ihrer Reifung keimfähig, im Gelände werden Keimlinge vor allem im Frühjahr und Frühsommer beobachtet. Aufgrund der Kleinheit der Achänen (0,5 mm bis 1,5 mm) ist *Artemisia annua* ein Lichtkeimer. In unseren Experimenten erreichten die Keimlinge lediglich aus einer Tiefe von max. 2 cm die Erdoberfläche in nennenswerten Mengen.

Abb. 4 zeigt die Keimung von *Artemisia annua* bei konstanten Temperaturen: Die Diasporen keimen innerhalb des gesamten untersuchten Temperaturbereiches von 5° C bis 30° C mit teilweise hohen prozentualen Anteilen und hohen Keimungsgeschwindigkeiten. Bei 20° C ist der Anteil gekeimter Achänen am höchsten (95% ± 3%), bezüglich der Keimungsprozente folgen 15° C (89% ± 2,65%) und 10° C (87% ± 4%). Die Keimungsgeschwindigkeiten sind erwartungsgemäß bei hohen Temperaturen am größten. Unsere Versuche zeigen also, dass die Art bei der Keimung keine besonderen Ansprüche an die Bodentemperatur stellt. Damit kann *Artemisia annua* in solchen Jahren, in denen die Sandufer der Elbe bereits früh trocken fallen, die Temperaturen aber noch niedrig sind, im April ebenso keimen wie im Hochsommer oder Herbst. Gerade bei frühen Keimterminen hat *Artemisia annua* Vorteile gegenüber Wärmekeimern und kann die freien Plätze besetzen.

Auffällig ist die Entwicklung in Abhängigkeit vom Keimungstermin: Früh gekeimte Individuen können beachtliche Sproßlängen erreichen, während spät gekeimte klein bleiben (MÜLLER 1996, vgl. auch GALAMBOSI 1979). Warum? Die Blühinduktion bei *Artemisia annua* erfolgt durch abnehmende Tageslängen. Nach unseren Experimenten liegt die Länge der kritischen Dunkelperiode zwischen 9 und 9,5 h, was etwa der Zeit zwischen dem 10. und

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

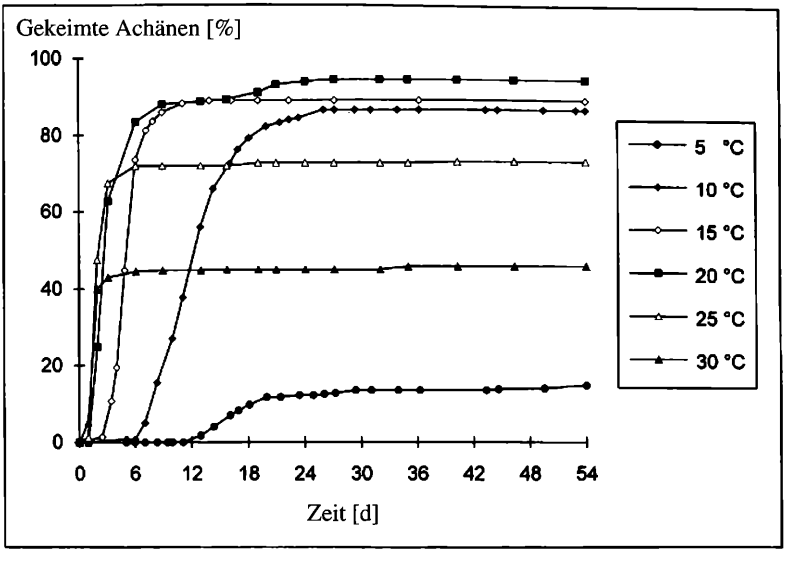


Abb. 4: Keimung von *Artemisia annua* bei konstanten Temperaturen.

18. August entspricht. Nach der Blühinduktion wird das Sproß- und Seitentriebwachstum beendet. Für Lafayette (Indiana, USA) schätzte JANICK (1995) die kritische Dunkelperiode auf 10,5 h ab; dort blüht die Art bei einer geografischen Breite von 40°21´N erst Anfang September. JANICK (1995) vermutete Wechselwirkungen zwischen Länge der kritischen Photoperiode und der Temperatur. Früh gekeimte Individuen sind (in Mitteleuropa) also im Vorteil, zumal die Anzahl von Blütenköpfchen mit der Länge der Seitentriebe korreliert ist, die ihrerseits von der Länge der vegetativen Phase bis zur Blühinduktion abhängig ist.

Da *Artemisia annua* eine obligate Kurztagspflanze ist, ist ein sinnvoller Anbau in den Tropen, wo ihre Inhaltsstoffe dringend benötigt werden (s.u.), nicht möglich, da die Blühinduktion bereits bei sehr jungen und damit sehr kleinen Individuen erfolgt.

In Dominanzbeständen von *Artemisia annua* konkurrieren hauptsächlich die Individuen der gleichen Art miteinander, weswegen die infraspezifische Konkurrenz untersucht wurde. Abb. 5 gibt die Ergebnisse von Aussaatversuchen bei unterschiedlichen Individuendichten wieder, wobei die Individuendichten von 1, 4, 10, 20 bzw. 50 Pflanzen pro Gefäß Dichten von 50, 199, 497, 995 bzw. 2487 Individuen pro m² entsprechen. In Abb. 6 sind die Köpfchenzahlen der einzelnen Ansätze (schwarze Quadrate) sowie die Mittelwerte (unausgefüllte Quadrate) angegeben. Somit reagiert *Artemisia annua* auf steigende Individuendichte mit phänotypischer Plastizität, wie es auch bei anderen erfolgreichen Unkräutern festgestellt wurde. Die Einzelindividuen werden kleiner, haben weniger Verzweigungen, wachsen mit geringeren Wachstumsraten und entwickeln eine geringere Biomasse. Es gelangen jedoch selbst bei hoher Individuendichte (um den Faktor 50 höher) alle Pflanzen zur Blüte und zur Samenreife, wobei der Reproduktionserfolg pro Fläche aber nicht signifikant verändert wird. Innerhalb des von uns untersuchten Bereichs wurde keine dichteabhängige Mortalität beobachtet.

Artemisia annua stellt nur geringe Ansprüche an die Nährstoffversorgung des Substrats und kann somit alle an den Ufern der mittleren Elbe auftretenden Substrate besiedeln und sich dort reproduzieren. Die verfügbaren Nährstoffreserven werden sehr effektiv genutzt, so dass (bei gleicher Wasserversorgung) die durchschnittliche Wuchshöhe auf Lehm wesentlich größer ist als auf Sand (MÜLLER & BRANDES 1997). Unsere Düngungsversuche zeigen, dass in Abhängigkeit von der Nitratmenge (30 kg N/ha, 60 kg N/ha, 90 kg N/ha) die Pflanzen nicht nur höher werden und größere Biomasse erreichen, sondern auch längere Seitentriebe und mehr Blütenköpfchen ausbilden. Außerdem steigt die Anzahl der Achänen pro

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

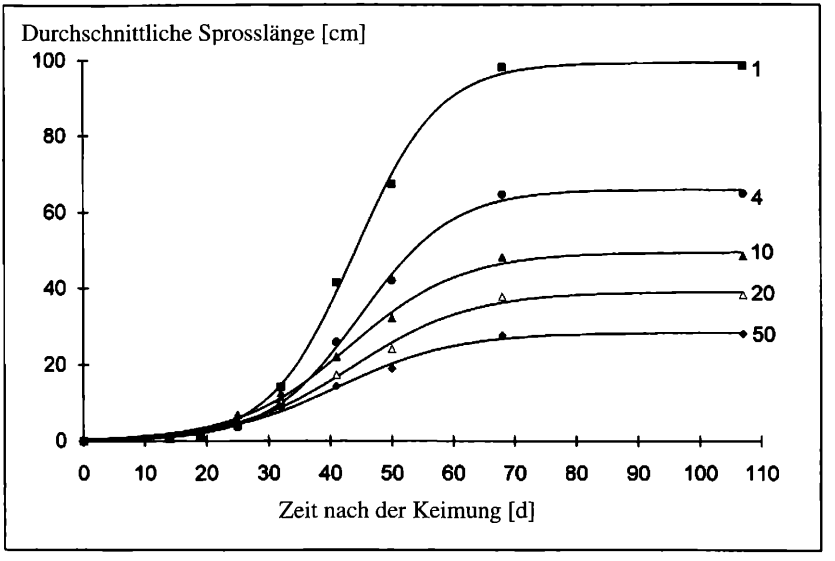


Abb. 5: Durchschnittliche Wuchshöhen von *Artemisia annua* bei unterschiedlichen Aussaatdichten (1, 4, 20 bzw. 50 Individuen pro Gefäß).

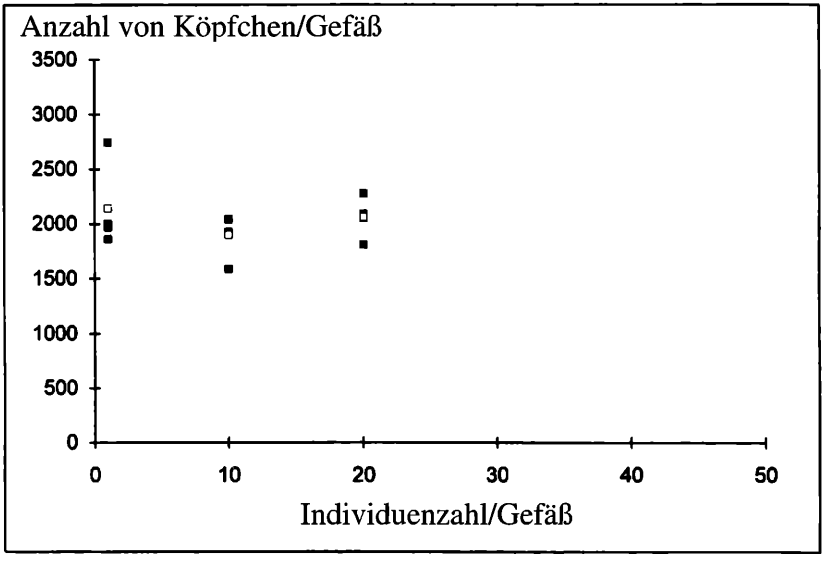


Abb. 6: Köpfchenzahlen pro Versuchsgefäß bei unterschiedlicher Aussaatdichte (1, 4, 10, 20 bzw. 50 Individuen) pro Gefäß. Ausgefüllte Quadrate stellen die Einzelwerte der Ansätze dar, nicht ausgefüllte die Mittelwerte.

Blütenköpfchen. Somit erscheint *Artemisia annua* als ideal angepaßt an den Standort Flußufer, der sich wegen der periodischen Überschwemmungen in der Regel durch gute Nährstoffversorgung auszeichnet.

Nach MÜLLER (1996) kann ein Individuum mittlerer Wuchshöhe (ca. 120 cm) im Freiland etwa 12.000 Blütenköpfchen produzieren, was bei einer mittleren Anzahl von 10 Achänen pro Köpfchen etwa 120.000 Diasporen bedeutet. Bei luxurierenden Individuen mit einer

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

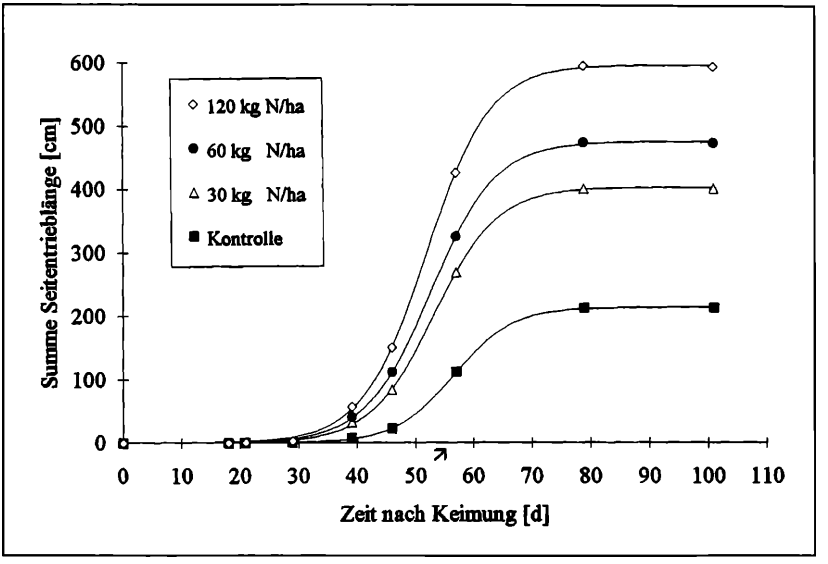


Abb. 7: Ergebnisse der Düngungsversuche mit Nitrat. Der Pfeil markiert den Zeitpunkt der Blühinduktion.

Wuchshöhe von ca. 200 cm wurden die Diasporenmengen auf 500.000 bis 800.000 abgeschätzt. Nach Beobachtungen im Botanischen Garten Braunschweig ist *Artemisia annua* offensichtlich in der Lage, für mindestens 5 Jahre eine Samenbank im Boden aufzubauen.

2.2. Inhaltsstoffe

Wegen ihrer Inhaltsstoffe wird *Artemisia annua* zur Gewinnung ätherischer Öle, zum Aromatisieren alkoholischer Getränke sowie vor allem als Quelle von Artemisinin genutzt. So wurde *Artemisia annua* bereits 340 n.Chr. in einem chinesischen Arzneibuch für die Behandlung von Fieber erwähnt (FERREIRA & JANICK 1996).

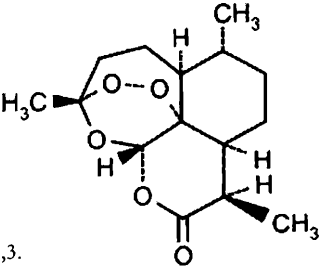


Abb. 8: Artemisinin $C_{15}H_{22}O_5$. Molekulargewicht 282,3.

Die Struktur des Hauptwirkstoffs Artemisinin wurde während des Vietnamkrieges von chinesischen Wissenschaftlern aufgeklärt. Artemisinin (chinesisch: Qinghaosu) ist ein Sesquiterpenlacton mit einer Endoperoxidbrücke. Außer diesem Endoperoxid ist mit Ascaridol (z.B. in *Chenopodium ambrosioides)* nur ein weiteres stabiles Endoperoxid als Inhaltsstoff von Pflanzen bekannt. Artemisinin (Molekulargewicht 282) ist bei Raumtemperatur eine farblose kristalline Substanz, die in Ethanol oder Hexan löslich ist, deren Schmelzpunkt für 150–153°C angegeben wird. Der Gehalt von Artemisinin schwankt in den Pflanzen in einem weiten Bereich (wie es auch von vielen Inhaltsstoffen von anderen Arzneipflanzen bekannt ist) von 0,01% bis über 0,4% (FERREIRA & JANICK 1996), kann nach DE LABAYS et al.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

(1993) bei einigen Klonen sogar 1% übersteigen. Der Artemisinin-Gehalt ist im Bereich der Infloreszenzen am höchsten. Nach der Anthese sinkt der Gehalt an Artemisinin. Nach FERREIRA & JANICK (1996) scheint Artemisinin von Drüsenhaaren abgesondert zu werden, die an Stängeln, Blättern und vor allem in Bereich der Infloreszenzen vorkommen.

Auf Artemisinin werden derzeit große Hoffnungen zur Bekämpfung schwerer Formen der Malaria tropica gesetzt, die mit konventionellen Malaria-Mitteln nicht therapierbar sind, was sich auch in einer gewaltigen Publikationsflut widerspiegelt. Da weltweit mehr als 500 Millionen Menschen an Malaria erkranken und jährlich mehr als eine Million Menschen an dieser Krankheit sterben, wird in den meisten großen Pharmakonzernen mit Hochdruck an der Entwicklung neuer Artemisinin-basierter Malaria-Mittel gearbeitet. Freie Eisen-Ionen der Plasmodien katalysieren die Spaltung der Endoperoxidbrücke des Artemisinins, wodurch sehr reaktive freie Radikale entstehen, die den Parasiten stark schädigen bzw. abtöten. Ein analoger Mechanismus wird auch für die Wirkung auf Krebszellen postuliert (http://www.artemisinin-foundation.org/pages/943533/).

Artemisinin ist wirtschaftlich weder über chemische Synthese noch über in-vitro-Produktion zu gewinnen (FERREIRA & JANICK 1996). Die Ursache dürfte darin zu suchen sein, dass Artemisinin nicht weniger als 9(!) Asymmetriezentren hat. Der feldmäßige Anbau von *Artemisia annua* stellt daher die einzige sinnvolle Möglichkeit zur Gewinnung von Artemisinin dar. Möglicherweise wurde die Ausbreitung von *Artemisia annua* in Zentraleuropa in den letzten Jahrzehnten durch Anbauversuche pharmazeutischer Firmen begünstigt.

2.3. Allelopathische Wechselwirkungen

Nach LYDON, TEASDALE & CHEN (1998) haben das Blattgewebe von *Artemisia annua* ebenso wie Extrakte mit nichtpolaren Lösungsmitteln phytotoxische Wirkung insbesondere gegenüber kleinsamigen Unkräutern. Die Wirkstoffe sind bislang nicht identifiziert; reines Artemisinin war bei der Applikation weniger erfolgreich.

Unsere eigenen Beobachtungen liefern bislang keine Hinweise auf allelopathische Wechselwirkungen; systematische Versuche sind jedoch für die nächsten Jahre geplant. Wegen der späten Entwicklung von *Artemisia annua* erscheinen größere Auswirkungen auf keimende Konkurrenten zumindest am Flußufer allerdings unwahrscheinlich.

2.4. Phytophagen und Herbivore

Über Phytophagen auf den Pflanzen ist uns nichts bekannt; man sieht praktisch keine Fraßschäden durch Insekten. In den letzten Jahren kamen zufällige Beobachtungen über Herbivore zustande: An den niedersächsischen Elbufern lassen Bauern allen Naturschutzbestrebungen zum Trotz Rinder im unmittelbaren Uferbereich weiden, wobei gelegentlich auch *Artemisia annua* abgeweidet wird – aber erst dann, wenn keine andere Futterpflanze mehr vorhanden ist.

Entlang der Elbe wird *Artemisia annua* häufiger von *Cuscuta campestris* parasitiert, was auch in Norditalien (Monte Baldo) beobachtet werden konnte.

3. Verbreitung von Artemisia annua

Artemisia annua ist über einen großen Teil Eurasiens verbreitet. Nach MEUSEL & JÄGER (1992) stammt die Art aus dem submeridionalen Ostseitenklima Asiens, meidet auch im synanthropen Areal in Europa und Nordamerika die Etesiengebiete, hält sich vielmehr an sommerwarme Landschaften mit Sommerregengebieten, bleibt dabei den humiden Gebieten fern. Sie wird als ursprüngliches Element sandiger Fluss- und Seeufer sowie Wadis der Halbwüsten- und Steppengebiete Asiens eingestuft. Offensichtlich meidet sie jedoch die eigentlichen Wüstengebiete.

Die Art wächst in China (an Flußufern, Böschungen und Straßenrändern: Medicinal plants in China 1989), Japan (dort wohl nur synanthrop), Korea, Vietnam, Nord-Indien, Nord-Pakistan, Kasachstan, Irak, der Türkei und den Kaukasusländern. Nach FÖRSTER

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

(1985) wächst *Artemisia annua* in der temperaten Zone in der planar-collinen Stufe, steigt aber z.B. in Afghanistan bis über 2000 m hoch. Vom Erstautor wurde die Art 2002 auch in Ugarit (Syrien) gefunden. Eine Verbreitungskarte wurde von MEUSEL & JÄGER (1992) publiziert.

Flora Europaea (TUTIN et al. 1976) gibt als natürliches Verbreitungsgebiet in Europa Russland, Rumänien, Bulgarien, die europäische Türkei, Jugoslawien und Albanien an. In Rumänien soll *Artemisia annua* nach anderen Quellen zur Gewinnung von ätherischem Öl feldmäßig angebaut werden. Nach FÖRSTER (1985) bzw. MEUSEL & JÄGER (1992) sind hingegen die Vorkommen in Zentralrussland, Zentraleuropa und Nordamerika nur synanthrop. In Süd- und Zentraleuropa ist die Art als Neophyt eingebürgert, so in Ungarn, Slowakei, Tschechien, Österreich, Polen, Deutschland, Italien, Schweiz und Frankreich. Nach Mitteleuropa wurde *Artemisia annua* zwar immer wieder eingeschleppt, konnte sich aber nur selten etablieren. Außerhalb der Adventivfloristik fand die Art wohl erst in den letzten 30 Jahren Beachtung. Die Bedeutung des Eisenbahnsystems für die Ausbreitung von *Artemisia annua* in der ehemaligen ČSSR wurde von JEHLÍK (1998) eindrucksvoll herausgearbeitet. Demnach gehört *Artemisia annua* zu den "Ostunkräutern", die das Staatsgebiet Tschechiens und der Slowakei mit Getreidelieferungen aus der ehemaligen UdSSR erreichten. In Deutschland befinden sich derzeit die meisten Vorkommen in Sachsen-Anhalt und Nachbargebieten mit deutlicher Häufung an Elbe und unterer Saale. Fast unbemerkt konnte sich *Artemisia annua* seit ca. 1965 von der unteren Saale ausgehend über die untere Mittelelbe ausbreiten (vgl. BRANDES & EVERS 1991). Mutmaßliche Quelle ist Geflügelfutter sowjetischer(?) Herkunft. In Großbritannien kommt *Artemisia annua* selten als „a wool and bird seed casual" vor (CLEMENT & FOSTER 1994). In Nordamerika ist die Art nach Internet-Quellen bereits weiter verbreitet (z.B. in Arkansas und Wisconsin).

4. Vergesellschaftung von Artemisia annua in Mitteleuropa

Die coenologische Amplitude von *Artemisia annua* reicht entsprechend der von ihr besiedelten offenen Habitate vom *Chenopodion rubri* über das *Sisymbrion* bis hin zu den *Onopordetalia*. Darüber hinaus wurde die Art in Sachsen-Anhalt gelegentlich auch in Sommerkulturen (z.B. Erbsen) angetroffen.

4.1. Chenopodion rubri

Die meisten *Artemisia annua*-Bestände entlang der Elbe und der unteren Saale gehören zum *Chenopodion rubri*, nicht zuletzt deswegen, weil die Ausbreitung der Art stark vom Hochwasser abhängig ist. Entsprechend ihrer Lage zur Mittelwasserlinie lassen sich mitunter gleitende Übergänge zum *Sisymbrion* feststellen. PASSARGE (pers. Mitt.) hält diese Bereiche übrigens für natürliche *Sisymbrion*-Standorte, was ein interessanter Ansatz ist, der leider bisher kaum verfolgt wurde. Die zu Tab. 1 zusammengestellten Aufnahmen gehören wegen der überwiegenden Präsenz von *Chenopodion rubri*- bzw. *Bidentetea*-Arten und des Zurücktretens von *Stellarietea*-Arten zweifellos zum *Chenopodion rubri*. Entweder können sie zwanglos dem *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* (Tab. 1, Nr. 1–3) oder zur *Artemisia biennis-Artemisia annua*-Gesellschaft (BRANDES 1999) gestellt werden (Tab. 1, Nr. 5). Nach PASSARGE (1996) kommt *Artemisia annua* vor allem im *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* sowie im nah verwandten *Xanthio albini–Atriplicetum prostratae* Pass. 1964 vor.

Nah mit dem *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* verwandt ist die *Corrigiola litoralis–Portulaca oleracea*–Gesellschaft (Tab. 1, Nr. 4), die sich am Ufer unterhalb des *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* auf grobsandig-grusigem Material erst im Hochsommer entwickelt, wenn die Wasserstände entsprechend gesunken sind (BRANDES 1999). *Xanthium albinum* ist in diesen Beständen selten und erreicht nur geringe Wuchshöhen (< 10 cm). Vermutlich sind die Diasporen von *Xanthium albinum* von den Hochwässern im Frühjahr bereits in höher gelegenen Uferbereichen abgesetzt (vor allem zwischen lückigen *Phalaris arundinacea*-Beständen), so dass es sich einfach um ein Ausbreitungsphänomen handelt. Zudem

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 1: *Artemisia annua* in *Chenopodion rubri*-Gesellschaften an der Elbe

Nummer der Spalte	1	2	3	4	5
Anzahl der Aufnahmen	13	9	11	8	5
Mittlere Artenzahl	18,5	13,9	12,2	9,5	13,8
Bidentetea-Arten:					
***Artemisia annua* (D)**	**100**	**67**	**100**	**88**	**100**
Tripleurospermum inodorum (D)	92	44	100	38	100
Xanthium albinum	92	100	100	25	.
Atriplex prostrata	85	89	73	.	80
Erysimum cheiranthoides	31	22	64	.	40
Bidens frondosa	62	67	36	13	80
Polygonum lapathifolium	100	67	55	98	80
Chenopodium ficifolium	38	56	27	13	40
Chenopodium rubrum	92	67	27	63	40
Rumex stenophyllus (D)	100	22	9	.	20
Artemisia biennis (D)	8	11	36	.	100
Chenopodium polyspermum	31	11	18	25	.
Echinochloa crus-galli	31	44	.	13	20
Amaranthus emarginatus	38	22	.	25	.
Pulicaria vulgaris	46	89	18	.	40
Rumex maritimus	85	67	9	.	20
Chenopodium glaucum	85	44	.	.	20
Corrigiola litoralis	23	.	18	100	.
Rorippa palustris	31	56	.	25	.
Portulaca oleracea (D)	8	11	.	100	.
Bidens tripartita	8	11	.	.	.
Polygonum hydropiper	.	11	9	.	20
*Polygonum * brittingeri*	23	44	.	.	.
Spergularia echinosperma	8	11	.	.	.
Ranunculus sceleratus	23	.	.	.	.
Bidens radiata	8	.	.	.	.
Epilobium ciliatum	8	.	.	.	.
Eragrostis albensis	8	.	.	.	.
Lycopersicon esculentum (D)	.	.	.	25	.
Stellarietea-Arten:					
Capsella bursa-pastoris	15	.	9	25	.
Chenopodium album	15	.	45	38	20
Lactuca serriola	.	.	9	.	.
Sisymbrium loeselii	.	.	9	.	.
Sonchus oleraceus	.	.	9	.	.
Brassica nigra	.	.	.	.	.
Atriplex micrantha	.	.	.	.	.
Atriplex sagittata	.	.	.	.	.
Stellaria media	.	.	.	.	.
Conyza canadensis	.	.	.	.	.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Sonstige:					
Phalaris arundinacea	54	44	82	.	80
Leonurus marrubiastrum	23	.	36	13	20
Polygonum aviculare	23	33	36	25	40
Plantago intermedia et *major*	100	66	18	75	40
Gnaphalium uliginosum	69	22	9	13	40
Artemisia vulgaris (Keimlinge)	.	22	27	25	.
Urtica dioica (Keimlinge)	8	.	36	.	20
Elymus repens	.	44	9	.	40
Rorippa sylvestris	62	11	.	.	40

und weitere Begleiter

Nr.1: *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* Lohm. et Walther in Lohm. 1950, Subassoziation von Rumex maritimus (BRANDES 1999, Tab. 15).
Nr.2: *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* Lohm. et Walther in Lohm. 1950 (BRANDES & JANSSEN 1991, Tab. 2).
Nr. 3: *Xanthio albini - Chenopodietum rubri* Lohm. et Walther in Lohm. 1950 (BRANDES & SANDER 1995; Tab. 12; Nr: 6-16.
Nr. 4: *Corrigiola litoralis - Portulaca oleracea* - Gesellschaft (BRANDES 1999, Tab. 14).
Nr. 5: *Artemisia biennis* -Bestände (BRANDES 1999,Tab.11).

keimt *Xanthium albinum* nach den Untersuchungen von BELDE (1996) kaum noch im Hochsommer, was die weitgehende Abwesenheit dieser Art ebenfalls zwanglos erklärt. Die *Corrigiola litoralis–Portulaca oleracea*-Bestände sind durchaus mit den von R. TÜXEN (1979) beschriebenen späten Keimungswellen des *Polygonetum brittingeri* zu vergleichen. Formal könnte man sie jedoch auch als eigene Gesellschaft, die durch das Zurücktreten von *Xanthium albinum* sowie durch viele prostrat wachsende Pflanzen gekennzeichnet ist, auffassen.

An den Ufern von Flüssen und Torrenten am Südalpenrand und in der Padania tritt *Artemisia annua* als Begleiter im *Polygono-Xanthietum italici* Pirola et Rossetti 1974 auf. Vermutlich handelt es sich um eine zum *Xanthio albini-Chenopodietum rubri* vikariierende Assoziation, deren Zuordnung zum *Chenopodion rubri* allerdings nicht so deutlich ist. Durchlässige Substrate und Sommertrockenheit tragen offensichtlich zur Nivellierung der Lebensbedingungen am Flußufer bei, weswegen gut entwickelte *Bidentetea*-Gesellschaften, insbesondere das *Bidention,* weitgehend auf die nemorale Zone beschränkt sind. Es scheint deswegen auch gar nicht verwunderlich, dass die Ordnung *Bidentetalia* in manchen südeuropäischen Übersichten zur Klasse *Rudereto-Secalietea* bzw. *Stellarietea* gestellt wurde.

4.2. Polygono-Poetea annuae

Im Überschwemmungsbereich der Elbe findet sich *Artemisia annua* häufiger in lückigen Trittgesellschaften der Klasse *Polygono-Poëtea*. So wächst *Artemisia annua* im *Polygono-Matricarietum discoideae* (Siss. 1969) Tx. 1972 der Fahrspuren unbefestigter Wege des Außendeichbereichs (Tab. 3). Das *Polygono-Matricarietum* ist die wichtigste Pflanzengesellschaft stark betretener und/oder befahrener und zugleich nährstoffreicher Stellen und ist durch gemeinsames hochstetes Auftreten von *Matricaria discoidea, Polygonum aviculare, Poa annua* und *Plantago major* charakterisiert (Tab. 3). Die Pflanzengesellschaft stellt hohe Ansprüche an die Nährstoffversorgung, zu der im Überschwemmungsgebiet auch die Hochwässer beitragen.

Die von BRANDES & BRANDES (1996) in Dörfern des westlichen Sachsen-Anhalt gefundenen zumeist kleinflächigen *Artemisia annua*-Bestände vermitteln bezüglich ihrer Artenzusammensetzung zwischen Trittgesellschaften und Raukenfluren. Sie sind inzwischen weitgehend der Dorfsanierung zum Opfer gefallen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 2: *Polygono-Xanthietum italici* Pirola et Rossetti 1974 am Südfuß des Monte Baldo (Norditalien)

Laufende Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5
Fläche	10	15	20	20	25
Vegetationsbedeckung [%]	100	100	100	100	100
Artenzahl	13	12	13	13	16
Xanthium italicum	4.5	4.4	3.4	4.3	4.3
Polygonum lapathifolium	1.2	1.2	2.2	2.3	2.2
Stellarietea - [und *Bidentetea* -] Arten:					
Setaria pumila	1.2	2.1	1.2	1.2	+.2
Echinochloa crus-galli	1.2	.	2.2	2.2	1.2
Panicum capillare	1.2	1.2	2.2	.	1.2
Chenopodium cf. strictum	1.2	1.1	.	2.2	2.2
Artemisia annua	**+**	**1.1**	**1.1**	**+**	.
Amaranthus retroflexus	+	+	+	1.2	.
Sorghum halepense	1.1	+	.	.	.
Solanum nigrum	+	.	.	.	.
Atriplex patula	.	.	+	.	.
Digitaria sanguinalis	.	.	.	1.2	.
Setaria viridis	.	.	.	.	1.2
Lepidium virginicum	.	.	.	.	+
Artemisietea -Arten [i.w. S.]:					
Artemisia verlotiorum	1.2	.	1.1	1.1	1.2
Daucus carota	+	.	+	+	+
Calystegia sepium	.	1.2	1.1	1.1	.
Melilotus albus	.	+	1.1	.	+
Helianthus tuberosus	.	1.2	.	.	2.2
Elymus repens	1.2	+	.	.	.
Sonstige:					
Medicago lupulina	.	.	.	+	1.2
Lycopus europaeus	.	.	+	.	.
Ulmus minor juv.	.	.	.	1.1	.
Equisetum ramosissimum	.	.	.	.	+.2
Verbena officinalis	.	.	.	.	+
Populus nigra juv.	.	.	.	.	+

4.3. Sisymbrion

Die meisten *Artemisia annua* – Bestände in Mitteleuropa gehören jedoch zum Sisymbrion. FIJALKOWSKI veröffentlichte 1967 eine kleine Tabelle des *Artemisietum annuae,* das er zum *Onopordion* stellte, obwohl seine Tabelle eher für eine Zuordnung zum *Sisymbrion* spricht.

Deutschland: In höheren Lagen des Ufers der Mittelelbe (vor allem zwischen Aken und Barby) finden sich *Artemisia annua* – Bestände mit *Conyza canadensis* und *Lactuca serriola,* die eindeutig zum *Sisymbrion* gehören (Tab. 4, Nr. 3). Ebenso fand sich *Artemisia annua* mit hoher Stetigkeit in *Atriplex micrantha* – Ufersäumen des *Sisymbrio-Atriplicetum nitentis* Oberd. ex Mahn et Schubert an der Mittelelbe zwischen Barby und Gorleben (BELDE et al. 1995).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 3: *Polygono-Matricarietum discoideae* (Siss. 1969) Tx. 1972, Subassoziation von *Capsella bursa-pastoris*, Variante von *Artemisia annua*

Nummer der Aufnahme	96/23	96/24	96/25	96/26	95/111	97/a1
Fläche [m²]	7	6	5	5	6	3
Vegetationsbedeckung [%]	50	70	60	70	70	70
Artenzahl	10	9	10	12	8	7
AC *Polygono-Matricarietum*:						
Matricaria discoidea	2.2	2.2	2.2	3.2	1.1	+
D Subassoziation:						
Capsella bursa-pastoris	+	1.1	1.1	.	1.2	1.1
D Variante:						
Artemisia annua	**+**	**+**	**1.1**	**1.2**	**1°.1**	**+**
Atriplex hastata	r	+	.	+.2	+°	.
Rorippa sylvestris	+	.	+	1.2	.	.
Xanthium albinum	.	.	.	+	.	.
VC - KC *Polygono-Poetea*:						
Polygonum aviculare (VC)	2.2	3.2	3.2	3.2	1.2	2.2
Poa annua (KC)	2.2	1.2	2.2	2.2	.	.
Begleiter:						
Plantago major	1.2	1.1	+	.	3.2	1.1
Matricaria recutita	+	+	.	+	.	.
Alopecurus pratensis	+	.	+	+	.	.
Tripleurospermum inodorum	.	.	1.2	+	2.2	.
Bidens frondosa	.	.	+°	+	.	.
Polygonum lapathifolium	.	r°	.	.	.	.
Alopecurus geniculatus	.	.	.	+	.	.
Lepidium ruderale	.	.	.	.	1.1	.
Elymus repens	.	.	.	.	.	2.2
Taraxacum officinale agg.	.	.	.	.	.	+

SCHUBERT (2001) verwendete für seine Tabelle des *Artemisietum annuae* 20 Aufnahmen, die zu einem erheblichen Teil aus Publikationen unserer Arbeitsgruppe stammen und deswegen hier nicht noch einmal verwendet werden. Er stellte das *Artemisietum annuae* zum *Atriplicion*, einem Verband (bzw. Unterverband) der *Sisymbrietea* (bzw. des *Sisymbrion)*, der durch monodominante Bestände von hochwüchsigen Sommerannuellen zwar ökologisch gut, floristisch, d.h. durch Kennarten, jedoch nur schlecht gekennzeichnet ist. Der Assoziationsrang wurde als fraglich eingestuft.

Nur selten übersteigt *Artemisia annua* den Überschwemmungsbereich an Elbe und Saale: Senkrechte Ziegel-/Natursteinmauer gegenüber Gottesgnaden bei Calbe, bereits oberhalb des Überschwemmungsbereiches der Saale. Aufn. Nr. 99/517. 22.8.1999. Fläche 8 m², Vegetationsbedeckung <10%: Stellarietea-Arten: 2.1 *Artemisia annua* (bis ca. 1 m hoch), 1.2 *Descurainia sophia*, +.2 *Capsella bursa-pastoris*;
Sonstige: 1.2 *Chelidonium majus*, 1.2 *Arenaria serpyllifolia*, + *Lamium album*, + *Achillea millefolium*.

In der Stadt Magdeburg wurde *Artemisia annua* schließlich auch im *Kochietum densiflorae* Gutte & Klotz 1985 gefunden.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 4: *Artemisia annua*-Bestände des *Sisymbrion*

Nummer der Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Lamd	PL	SK	D	D	I	I	I	F
Anzahl der Aufnahmen	5	14	5	14	11	8	7	10
Artemisia annua	**100**	**100**	**100**	**93**	**100**	**100**	**100**	**100**
Sisymbrion-Artem:								
Conyza canadensis	40	14	20	.	27	75	43	100
Lactuca serriola	40	57	20	23	73	.	57	56
Amaranthus retroflexus	60	71	.	.	27	.	14	.
Tripleurospermum inodorum	20	86	100	.	.	.	14	.
Lepidium ruderale	20	29	.	.	.	.	.	.
Malva neglecta	.	14	.	.	.	.	.	11
Sisymbrium officinale	.	7	.	.	.	.	.	11
Atriplex sagittata	.	57	.	79	.	.	.	.
Iva xanthifolia	.	57	.	.	.	.	.	.
Atriplex tatarica	.	50	.	.	.	.	.	.
Descurainia sophia	.	50	.	.	.	.	.	.
Xanthium strumarium	.	21	.	.	.	.	.	.
Sisymbrium loeselii	.	.	20	7	.	.	.	.
Atriplex micrantha	.	.	.	100	.	.	.	.
Bromus sterilis et *rigidus*	.	.	.	.	55	13	29	22
Ambrosia artemisifolia	.	.	.	.	.	88	7	11
Hordeum murinum	.	.	.	.	82	.	.	33
Lepidium virginicum	.	.	.	.	.	25	71	.
Avena barbata	.	.	.	.	27	.	.	.
Weitere Stellarietea-Arten:								
Chenopodium album et *strictum*	60	64	60	.	91	88	100	11
Solanum nigrum	.	21	.	.	36	25	14	11
Sonchus oleraceus	.	21	.	14	18	13	.	56
Atriplex patula	40	36	.	.	9	.	29	.
Stellaria media	.	7	.	14	18	.	.	11
Fallopia convolvulus	20	14	.	.	18	.	.	.
Sonchus arvensis	20	14	.	.	.	.	.	.
Capsella bursa-pastoris	.	14	.	.	9	.	.	22
Brassica nigra	.	.	20	29	.	.	.	.
Viola arvensis	.	7	.	.	.	.	.	11
Kickxia spuria	.	21	.	.	.	.	.	.
Setaria viridis	.	.	100	.	27	100	43	.
Panicum dichotomiflora	.	.	.	.	.	63	.	.
Cuscuta campestris	.	.	.	.	.	38	.	.
Dittrichia graveolens	.	.	.	.	.	25	.	.
Sorghum halepense			.	.		25	.	.
Amaranthus hybridus agg.	.	.	.	.	.	13	.	.
Amranthus deflexus	.	.	.	.	.	13	.	.
Eragrostis minor	.	.	.	.	.	13	.	.
Setaria pumila	.	.	.	.	.	.	.	11
Matricaria recutita	.	.	.	.	.	.	.	22
Polygonum persicaria	.	.	.	.	.	.	.	22
Bidentetea-Arten:								
Atriplex prostrata	.	36	80	86	.	.	.	.
Polygonum lapathifolium	.	43	.	21	18	.	.	.
Chenopodium ficifolium	.	43	.	29	.	.	.	11
Echinochloa crus-galli	20	79	.	.	.	.	.	.
Chenopodium rubrum	20	7	.	.	.	.	.	.
Chenopodium polyspermum	.	29	.	.	.	13	.	.
Xanthium albinum	.	.	20	50	.	.	.	.
Erysimum cheiranthoides	.	.	40	43	.	.	.	.
Bidens frondosa	.	.	.	50	.	38	.	.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Polygonum brittingeri	.	21	.	.	.	.	.	.
Rumex stenophyllus	.	.	20	.	.	.	.	.
Agropyretalia-Arten:								
Elymus repens	20	29	60	43	9	.	43	.
Convolvulus arvensis	20	7	.	.	18	.	57	.
Diplotaxis tenuifolia	.	.	.	.	18	.	14	11
Chondrilla juncea	.	.	.	.	18	.	.	44
Tussilago farfara	.	.	.	.	.	13	.	.
Poa compressa	.	.	.	.	.	.	.	22
Onopordetalia-Arten:								
Melilotus albus	20	.	.	.	27	.	29	.
Daucus carota	.	14	.	.	27	88	71	.
Onopordum acanthium	20	14	.	.	9	.	.	.
Carduus acanthoides	20	36	.	.	.	.	14	.
Reseda lutea	.	7	.	.	.	.	43	22
Malva sylvestris	.	.	.	.	9	.	14	.
Erigeron annuus	.	.	.	.	.	.	57	11
Tanacetum vulgare	.	14	.	.	.	.	86	.
Cichorium intybus	.	7	.	.	.	.	14	.
Senecio inaequidens	.	.	.	.	9	.	.	44
Artemisia absinthium	.	.	.	.	9	.	.	.
Picris hieracioides	.	.	.	.	.	38	.	33
Silene alba	.	.	.	.	.	.	29	.
Stenactis annua	.	.	.	.	.	50	.	.
Verbascum densiflorum	.	.	.	.	.	13	.	.
Crepis setosa	.	.	.	.	.	.	29	.
Verbascum phlomoides	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonstige Artemisietea-Arten:								
Artemisia vulgaris	20	29	40	57	.	.	100	.
Urtica dioica	.	29	20	71	.	.	.	.
Cirsium vulgare	20	.	.	.	9	.	.	.
Arctium lappa	.	14	.	.	.	.	29	.
Calystegia sepium	.	7	.	.	.	.	14	.
Ballota nigra	.	36	.	.	.	.	.	.
Leonurus marrubiastrum	.	.	40	79	.	.	.	.
Artemisia verlotiorum	.	.	.	.	18	50	43	.
Verbascum thapsus	.	.	.	.	.	25	.	.
Linaria vulgaris	.	.	.	.	.	13	.	.
Arctium minus	.	.	.	.	.	13	.	.
Solidago gigantea	.	.	.	.	.	.	57	.
Sonstige Arten:								
Polygonum aviculare	60	.	40	.	73	13	43	11
Plantago major	40	43	40	.	9	.	43	.
Lolium perenne	40	.	.	.	18	13	29	22
Medicago lupulina	20	14	.	.	.	13	.	11
Taraxacum officinale agg.	.	.	.	.	9	50	29	22
Cirsium arvense	20	14	.	.	18	.	.	.
Achillea millefolium	20	14	.	.	.	.	.	.
Poa annua	40	.	.	.	18	.	.	.
Rumex obtusifolius	20	.	.	.	.	.	14	.
Phalaris arundinaria	.	.	60	71	.	.	.	.
Cynodon dactylon	.	.	.	.	9	.	57	.
Ailanthus altissima juv.	.	.	.	.	.	38	.	44
Calamintha nepeta	.	.	.	.	.	13	.	.
Aster squamatus	.	.	.	.	.	75	.	.
Ulmus minor juv.	.	.	.	.	.	50	.	.
Buddleja davidii juv.	.	.	.	.	.	50	.	.
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	75		

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Verbena officinalis	.	.	.	.	.	38	.	.
Trifolium repens	.	.	.	.	.	38	.	.
Lotus corniculatus	.	.	.	.	.	38	.	.
Trifolium repens	.	.	.	.	.	25	.	.
Amaranthus deflexus	.	.	.	.	.		.	33

Spalte 1: Polen (FIJALKOWSKI 1967).
Spalte 2: Slowakei (JAROLÍMEK et al. 1994).
Spalte 3: Mittelelbe (BRANDES & SANDER 1995: Tab. 12, Nr. 1-5).
Spalte 4: Mittelelbe (BELDE, MÜLLER & GRIESE 1995).
Spalte 5:Verona (BRANDES 1987).
Spalte 6: Mailand [Milano] (BRANDES n.p.).
Spalte 7: Turin [Torino] (SINISCALCO & MONTACCHINI 1989: Tab. 3, Nr. 1-6, 11).
Spalte 8: Lyon (BRANDES n.p.)

In den Verband *Sisymbrion* gehören auch die meisten flächenhaften Vorkommen am Südrand Mitteleuropas (BRANDES 1987, SINISCALCO & MONTACCHINI 1989, JAROLÍMEK et al. 1997). Sie weisen in der Regel bereits eine Reihe von *Onopordetalia*- bzw. *Artemisietea*-Arten auf, die mit *Artemisia annua* etwa gleichzeitig gekeimt sind und die vermutliche Richtung der Sukzession andeuten. Die uns bekannten Aufnahmen von *Artemisia annua*-Beständen des *Sisymbrion* sind in Tab. 4 zusammengestellt, die durchaus regionale Unterschiede erkennen lässt.

Ost-Österreich und westpannonischer Raum: von FORSTNER (1984) bzw. RAABE & BRANDES (1988) wurde *Artemisia annua* gelegentlich in *Chenopodium album*-Herden gefunden. MUCINA (1993) bewertet *Artemisia annua* als Verbandskennart des *Atriplicion nitentis* Passarge 1978, erwähnt *Artemisia annua*-Bestände selbst jedoch aus Österreich nicht. Nur die Aufnahmen aus der Slowakei (JAROLÍMEK et al. 1997) lassen floristisch eine Zuordnung zum *Atriplicion nitentis* zu (Tab. 4, Nr. 2). Daneben kommt *Artemisia annua* in der Slovakei mit geringer Stetigkeit im *Kochietum densiflorae*, *Ivaetum xanthifoliae*, *Sisymbrio-Atriplicetum nitentis* und *Chenopdietum stricti* vor. In Budapest sahen wir bereits vor mehr als 20 Jahren *Artemisia annua*-Dominanzbestände des *Sisymbrion*; Aufnahmen liegen leider nicht vor.

Norditalien und Südschweiz: Von Alpensüdrand ist die Verbreitung von *Artemisia annua* aus Verona (BRANDES 1987), vom Südfuß des Monte Baldo, von Flußufern des Po-Systems, aus Mailand, aus dem schweizerischen Kanton Tessin (Ticino) sowie aus Turin (SINISCALCO & MONTACCHINI 1989) bekannt. Vermutlich ist die Art am Alpenrand inzwischen wesentlich verbreiteter. In Mailand (Milano) entwickeln sich auf sehr kiesreichen Böden innerstädtischer Brachen großflächige *Artemisia annua*-Bestände, die durch regelmäßige Vergesellschaftung mit *Ambrosia artemisiifolia* charakterisiert sind. Sie sind sehr neophytenreich; so finden sich außer *Artemisia annua* mindestens 15 weitere Neophyten, die im Gegensatz zu ihr überwiegend amerikanischer Herkunft sind. Es handelt sich um eine großflächig auftretende Pioniergesellschaft des *Sisymbrion*, die sich auf frisch gestörten Flächen nach (1–)2 Jahren entwickelt. Der Bedeckungsgrad schwankt je nach Länge der Brachephase, den Wasser- und Nährstoffressourcen in einem weiten Bereich. *Artemisia annua* kann unter günstigen Bedingungen sehr üppige Bestände mit Wuchshöhen von mehr als 2 m aufbauen. Auf älteren und produktiven Flächen dominiert zumeist *Artemisia annua*, die sich offensichtlich gegen *Ambrosia artemisiifolia* durchsetzen kann; letztere findet sich vor allem in kleineren Gruppen oder Einzelindividuen an offeneren Stellen.

Artemisia annua profitiert ebenso wie *Ambrosia artemisiifolia* vom großflächigen Ab- und Umbau innerstädtischer Verkehrsflächen und Industrieanlagen. Infolge des Rückbaus von Eisenbahnanlagen wie auch durch Abriss von Fabrikanlagen entstehen große vegetationsfreie Flächen, die von diesen Arten rasch besiedelt werden. Möglicherweise sind diese Massenbestände nur eine vorübergehende Erscheinung; verschwinden dürfte *Artemisia annua* jedoch kaum wieder aus dem Mailänder Stadtgebiet.

Bei ausbleibender Störung könnte die weitere Entwicklung über ein *Dauco-Melilotion*-Stadium verlaufen, dessen Arten bereits vertreten sind, allerdings ist deren Wuchshöhe in der

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Regel geringer als die von *Artemisia annua*! Bereits in frühen Stadien sind überwiegend ruderal verbreitete Gehölze vertreten, so dass die Entwicklung rasch z.B. zu *Ailanthus altissima*–Beständen führen könnte, wie sie sich in der Nähe solcher Brachflächen oft finden.

Nach eigenen Beobachtungen entwickelten sich 1992 Dominanzbestände auf Flußschotter bzw. -kies an Straßenbaustellen am nördlichen Ufer des Lago Maggiore im Tessin, die zum *Sisymbrion* zu gehören. In Bozen (Bolzano) wurde *Artemisia annua* 2003 im *Chaenorhino-Chenopodietum botryos* Suk. 1971, das sich großflächig auf ehemaligen Flußschottern in einem Industriegebiet entwickelt, in kleineren Flecken faziesbildend gefunden:

Bozen, Industriegebiet Süd. Aufn. 1390. 14.6.2003. Fläche 6 m², Vegetationsbedeckung 50 %:
Stellarietea-Arten: 3.3 *Artemisia annua*, 1.2 *Solanum nigrum*, 1.1 *Chenopodium botrys*, 1.1 *Chenopodium album*,+ *Chaenorhinum minus* (D), + *Amaranthus retroflexus*;
Sonstige: 2.1 *Reseda lutea*, + *Diplotaxis tenuifolia*., + *Ulmus minor* juv.

Frankreich: In Frankreich wurde die Art vom Erstverfasser sowohl in Lyon wie auch in Paris zuerst in Ufermauern von Rhône bzw. Seine vereinzelt angetroffen. In Lyon ist *Artemisia annua* heute vor allem in den Randbereichen der städtischen Agglomeration inbesondere unmittelbar nach dem Abriss bzw. Abschieben von Industrie- und Verkehrsanlagen vorübergehend zu finden. Die in Tab. 2 zusammengestellten Aufnahmen stammen zumeist von Mauerfüßen oder ähnlichen vor mechanischen Zerstörungen schützenden Stellen. Bezeichnend ist der Neophytenreichtum: neben *Artemisia annua* finden sich *Conyza canadensis, Senecio inaequidens, Ailanthus altissima* und *Amaranthus deflexus* ebenso wie *Ambrosia artemisiifolia* und *Buddleja davidii*.

Insgesamt zeichnet sich mit *Artemisia annua, Conyza canadensis, Lactuca serriola* und zahlreichen (allerdings weniger steten) *Stellarietea*-Arten die Artenkombination eines *Artemisietum annuae* schwach ab. Angesichts der Tatsache, dass diese Assoziation außer *Artemisia annua* keine weitere Kennart besitzt, sich ihr Artenbestand ansonsten kaum vom *Conyzo-Lactucetum serriolae* unterscheidet, könnte das *Artemisetum annuae* ebenso als Ausbildung von *Artemisia annua* innerhalb des *Conyzo-Lactucetum serriolae* bewertet werden. Die *Artemisia annua*-Bestände im südwestlichen Teil Mitteleuropas sind durch das Auftreten von *Bromus sterilis, B. rigidus, Ambrosia artemisifolia, Hordeum murinum* und *Lepidium virginicum* von den Beständen im (süd-)östlichen Mitteleuropa mehr oder minder deutlich differenziert.

4.4. Artemisietea-Gesellschaften

Auf Schottern kann sich *Artemisia annua* am Alpensüdrand auch in lückigen *Onopordetalia*-Gesellschaften etablieren, so z.B. in der *Verbascum phlomoides – Malva sylvestris*-Gesellschaft (Tab. 5) oder auch in folgendem Bestand:

Aufn. 1379. Industriegelände bei Affi (Prov. Verona). 14.6.2003. Fläche 10 m², Vegetationsbedeckung 50%:
2.2 *Artemisia annua*;
Onopordetalia- und Artemsietea-Arten: 2.2 *Echium vulgare*, 1.2 *Senecio inaequidens*, 1.2 *Centaurea deusta*, 1.1 *Cichorium intybus*, + *Picris hieracioides*, + *Cirsium vulgare*, + *Artemisia verlotiorum*;
Sonstige: 2.2 *Trifolium repens*, 2.2 *Lolium perenne*, 2.2 *Plantago lanceolata*, 1.2 *Trifolium pratense*, 1.2 *Rumex crispus*, 1.2 *Lotus corniculatus*, 1.2 *Trifolium campestre*, 1.2 *Medicago lupulina*, + *Lactuca serriola*, + *Verbena offcinalis*, + *Torilis arvensis*.

Mit zunehmender Vegetationsbedeckung wird *Artemisia annua* rasch zurückgedrängt, so daß sich seine Populationen nur bei Störung längerfristig halten.

Auf dem Hochufer der Elbe in Magdeburg wird *Artemisia annua* regelmäßig in lückigen *Lepidium latifolium*-Beständen beobachtet:

Linksseitiges Hochufer der Strom-Elbe in Magdeburg. 5.9.2000. Fläche 20 m², Vegetationsbedeckung 70%:
3.2 *Artemisia annua*;
Artemisietea-Arten: 3.2 *Lepidium latifolium*, 2.2 *Diplotaxis tenuifolia*, 1.2 *Convolvulus arvensis*, 1.1 *Artemisia vulgaris*, + *Artemisia absinthium*, + *Elymus repens*;
Stellarietea-Arten: 2.2 *Tripleurospermum inodorum*, 1.2 *Sisymbrium loeselii*, 1.2 *Amaranthus retroflexus*, 1.2 *Chenopodium album*, 1.2 *Setaria verticillata*, +.2 *Lepidium ruderale*, + *Lactuca serriola*;
Sonstige: 2.2 *Polygonum aviculare*, 1.2 *Plantago lanceolata*, 1.2 *Taraxacum officinale agg.*, 1.2 *Achillea millefolium*, + *Lolium perenne*.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tab. 5: *Artemisia annua*-Bestände am Südhang des Monte Baldo oberhalb Garda

Nummer der Aufnahme	1	2	3	4	5
Fläch [m²]	30	60	50	22	20
Vegetationsbedeckung [%]	80	85	90	90	98
Artenzahl	15	18	13	15	20
Artemisia annua	**3.3**	**4.3**	**4.4**	**3.3**	**3.3**
Artemisietea-Arten:					
Verbascum phlomoides	1.1	1.1	+	+	1.1
Malva sylvestris	1.1	+	+	2.2	+
Erigeron annuus	2.2	2.2	1.2	1.2	2.2
Artemisia absinthium	1.1	2.1	1.1	.	1.1
Medicago lupulina (D)	+	1.2	.	.	1.2
Melilotus albus	+	.	+	.	.
Convolvulus arvensis	.	+	.	.	+
Silene latifolia ssp. alba	.	.	.	1.2	1.2
Artemisia vulgaris	.	.	.	1.2	.
Stellarietea-Arten:					
Setaria viridis	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2
Conyza canadensis	1.2	2.2	1.2	2.3	2.2
Digitaria sanguinalis	1.1	+.2	1.2	.	.
Hordeum murinum	1.2	.	.	+	+
Chenopodium album	.	+	+	+	.
Amaranthus retroflexus	.	.	.	+	1.2
Cuscuta campestris	.	1.2	.	.	.
Setaria glauca	.	.	.	.	+
Fallopia convolvulus	.	.	.	.	1.2
Oxalis europaea	.	.	.	.	+
Begleiter:					
Calamintha nepeta	1.1	2.3	2.3	2.2	1.2
Trifolium repens	1.2	1.2	.	.	1.2
Silene vulgaris	.	+	.	.	+.2
Polygonum aviculare	.	+.2	.	.	+
Centaurea deusta	.	.	+	1.2	.
Plantago major	.	.	.	+	1.2
Plantago lanceolata	1.2	.	.	.	.
Crepis cf. capillaris	+	.	.	.	.
Cynodon dactylon	.	1.2	.	.	.
Hypericum perforatum	.	r°	.	.	.
Robinia pseudoacacia juv.	.	.	1.1	.	.
Bidens bipinnata	.	.	.	+	.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

5. Artemisia annua – ein erfolgreicher Neophyt in Mitteleuropa?

Die wichtigsten Ursachen für die (gebietsweise) rasche und so erfolgreiche Ausbreitung sind:

- hohe Keimfähigkeit;
- große Amplitude der Keimungstemperatur,
- geringe Ansprüche an das Substrat bei gleichzeitig guter Ausnutzung von Nitrat,
- phänotypische Plastizität bei infraspezifischer Konkurrenz,
- hohe Diasporenproduktion.

Warum ist *Artemisia annua* nicht längst überall in der planar-collinen Stufe Mitteleuropas zu finden? Als Therophyt hat sie trotz einer beachtlichen Wuchshöhe nur geringe Wuchskraft. Sie benötigt offene Flächen und verfügt zudem über keinen wirksamen Ferntransport der Diasporen. Ausbreitungsvektoren sind Hochwässer und Verschleppung mit fremdem Getreide; beide sind nur von lokaler Bedeutung.

Es gibt bislang keine Anzeichen dafür, daß andere Pflanzenarten verdrängt werden. *Artemisia annua* ist eine windblütige Kurztagspflanze, deren Pollenmengen allerdings Allergien auslösen und die Leidenszeit von Pollenallergikern durchaus verlängern können.

Eine Prognose ist nur unter Vorbehalten möglich: ein Ausfüllen des potentiellen Areals dürfte wegen der genannten Gründe sicher nur langsam erfolgen. Wie bei vielen Neophyten ist nach einer Phase stürmischer Ausbreitung eine Stabilisierung auf mittlerem Niveau festzustellen. Lokal ist *Artemisia annua* zweifellos eingebürgert; darüber hinaus gibt es zahlreiche unbeständige Vorkommen. Unter den derzeitigen Bedingungen ist jedoch nicht damit zu rechnen, dass die Art wieder aus der mitteleuropäischen Flora verschwinden wird.

Literatur

BELDE, M. (1996): Untersuchungen zur Populationsdynamik von Xanthium albinum an der Mittelelbe. – In: BRANDES, D. (Hrsg.): Ufervegetation von Flüssen. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten 4: 59–69. Braunschweig.

–, MÜLLER, M. & GRIESE, D. (1995): Vorkommen und Vergesellschaftung der Verschiedensamigen Melde (Atriplex micrantha C.A.Meyer in Ledeb.) an der Mittelelbe. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften 4: 891–898. Braunschweig.

BRANDES, D. (1987): Zur Kenntnis der Ruderalvegetation des Alpensüdrandes. – Tuexenia 7: 121–138. Göttingen.

– (1999): Bidentetea-Arten an der mittleren Elbe. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften 5: 781–809. Braunschweig.

– & EVERS, C. (1991): Artemisia annua L. – ein auch in Deutschland eingebürgerter Neophyt. – Floristische Rundbriefe 25: 28–36. Bochum.

– & EVERS, C. (1999): Keimung unter Wasser – eine Strategie nur von Gebirgsschwemmlingen ? – Braunschweiger Naturkundliche Schriften 5: 947–953. Braunschweig.

– & SANDER, C, (1995): Neophytenflora der Elbufer. – Tuexenia 15: 447–472. Göttingen.

BRANDES, S. & BRANDES, D. (1996): Flora und Vegetation von Dörfern im westlichen Sachsen-Anhalt. – Braunschweiger Naturkundliche Schriften 5: 165–192. Braunschweig.

CLEMENT, E.J. & FOSTER, M.C. (1994): Alien plants of the British Isles. – London: XVIII + 590 pp.

DAMBACH, M. (1996): Artemisia L. 1753. – In: Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bd. 6. Hrsg. von O. SEBALD, S. SEYBOLD, G. PHILIPPI & A. WÖRZ. – Ulmer, Stuttgart: S. 163–175.

DELABAYS, N., BENAKIS, A. & COLLET, G. (1993): Selection and breeding for high artemisinin (qinghaosu) yielding strains of Artemisia annua. – Ann. Hort. 330: 203–206.

EHRENDORFER, F. (Hrsg.): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. erw. Aufl. bearb. von W. GUTERMANN. – Fischer, Stuttgart: XII, 318 S.

FERREIRA, J.F.S. & JANICK, J. (1996): Distribution of artemisinin in Artemisia annua. – In: JANICK, J. (ed.): Progress in new crops. ASHS Press, Arlington VA., S. 579–584. Auch als elektronische Veröffentlichung: http://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-578.html

FIJALKOWSKI, D. (1967): Zbiorowisko roslin synantroijnych miasta Lublina. – Annales Universitatis Maria Curie-Sklodowska, Sectio C: Biologia 22 (17): 195–233.

FÖRSTER, P. (1985): Vergleichende Wuchsform- und Arealbetrachtung von 3 Annuellen der Tribus Anthemidae. – Wiss. Z. Univ. Halle 34 M (4): 80–93. Halle.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

FORSTNER, W. (1984): Ruderale Vegetation in Ost-Österreich. – Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Niederösterreichischen Landesmuseum 3: 11–91. Wien.
GALAMBOSI, G. (1979): Results of cultivation of some wildflower medicinal plants in the „Szilasmenti" Cooperative. – Herba Hungarica 18: 343–352.
HEGI, G. (1987): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. VI, T.4 , hrsg. u. bearb. v. G. WAGENITZ. – Parey: Berlin, Hamburg. S. 580–1483.
HEYWOOD, V.H. &. HUMPHRIES, C.J. (1977): In: HEYWOOD, V.H., HERBORNE, J.B. & TURNER, B.L. (eds.): The biology and chemistry of the Compositae. 2 vols. – Academic press. London.
INDERJIT & BHOWMIK, P.C. (2002): Allelochemicals phytotoxicity in explaining weed invasiveness and their function as herbicide analogues. – In: INDERJIT & MALLIK, A.U. (eds.): Chemical ecology of plants. – Birkhäuser, Basel: X, 272 S.
JANICK, J. (1995): Annual Wormwood. –
http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/artemisia.html
JAROLÍMEK, I., ZALIBEROVÁ, M., MUCINA, L. & MOCHNACK, S. (1997):Rastlinné spoloèenstvá Slovenska. 2. Synantropná vegetácia. – Veda Vydavatelstvo Slovenskej Akadémie Vied: Bratislava: 416 S.
JEHLÍK, V. (ed.) (1998): Cizí expanzivní plevele Èeské republiky a Slovenské republiky (Alien expansive weeds of the Czech Republic and the Slovak Republic). – Praha: 506 pp.
LAUBER, K. & WAGNER, G. (1996): Flora Helvetica. – Haupt: Bern: 1613 S.
LYDON, J., TEASDALE, J. R. & CHEN, P. K. (1998): Allelopathic activity of annual wormwood (Artemisia annua) and the role of Artemisinin. –
http://www.nal.usda.gov/ttic/tektran/data/000007/39/0000073963.html
MEUSEL, H. & JÄGER. E.J. (eds.) (1992) Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. III.: Textband, Kartenband. – Gustav Fischer. Jena: IX, IX, 688 S.
MUCINA, L. (1993): Stellarietea mediae. – In: MUCINA, L., GRABHERR, G. & ELLMAUER, T. (Hrsg.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. T. 1: Anthropogene Vegetation: 110–168.
MÜLLER, M. (1996): Populationsbiologie von Artemisia annua L. – In: BRANDES, D. (Hrsg.): Ufervegetation von Flüssen. – Braunschweiger Geobotanische Arbeiten 4: 71–83.
– & BRANDES, D. (1997): Growth and development of Artemisia annua L. on different soil types. – Verhandl. Ges. für Ökologie 27: 453–460.
PASSARGE, H. (1996): Pflanzengesellschaften Nordostdeutschlands. I. Hydro- und Therophytosa. – Cramer: Berlin, Stuttgart. XIV: 298 S.
RAABE, U. & BRANDES, D. (1988): FloraundVegetation der Dörfer im nordöstlichen Burgenland. – Phytocoenologia 16: 225–258. Suttgart, Braunschweig.
SCHUBERT, R. (2001): Prodromus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. – Mitt. Florist. Kartier. Sachsen-Anhalt, Sonderh. 2: 688 S.
SINISCALCO, C. & MONTACCHINI, F. (1989): Relation between ruderal and turfgrass vegetation in the city of Torino. – Braun-Blanquetia 3: 127–136.
TÜXEN, R. (1979): Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. 2. Aufl., Lfg. 2: Bidentetea tripartitae. – Vaduz: 212 S.
TUTIN, T.G. et al. (eds.) (1976) : Flora Europaea. Vol. 4. – Cambridge:. XXIX, 505 p.
WHO: Medicinal plants in China (1989). – Manila: XV, 331 S. (WHO Regional Public., Western Pacific Ser. 2.)
WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer. Stuttgart: 765 S.

Weitere benutzte Internetquellen: http://www.artemisinin-foundation.org/pages/943533/
http://www.artesunate.com/cqdf/7.htm

Prof. Dr. Dietmar Brandes, Dipl.-Geoök. Meike Müller
Arbeitsgruppe für Vegetationsökologie und experimentelle Pflanzensoziologie
Institut für Pflanzenbiologie
D-38023 Braunschweig
D.Brandes@tu-bs.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: NS_24

Autor(en)/Author(s): Brandes Dietmar, Müller Meike

Artikel/Article: Artemisia annua L. - ein erfolgreicher Neophyt in Mitteleuropa? 339-358