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

Tuexenia 29: 261–276. Göttingen 2009.

Limitieren Samenproduktion, Samenkeimung und Fruchtausbreitung bei *Duchesnea indica* die Besiedlung neuer Standorte?

– Marianne Lauerer, Anne Liefländer, Nicole Schelter –

Zusammenfassung

Duchesnea indica, die Indische Scheinerdbeere, stammt aus mild-humiden Bergregionen Asiens und wird in Mitteleuropa seit Beginn des 19. Jahrhunderts als Zierpflanze kultiviert. In den letzten Jahrzehnten breitet sich die Art in Deutschland insbesondere in milden Regionen zunehmend spontan aus. Im stärker kontinental getönten Klima Nordostbayerns ist *Duchesnea* bislang noch nicht außerhalb gärtnerischer Anpflanzungen anzutreffen, wenngleich sie sich beispielsweise auf dem Areal des Ökologisch-Botanischen Gartens der Universität Bayreuth seit vielen Jahren stark vegetativ ausbreitet. In der vorliegenden Studie wurde daher das Potenzial der generativen Ausbreitung von *Duchesnea indica* im Vergleich zur morphologisch ähnlichen einheimischen *Fragaria vesca* untersucht und die Hypothese zugrunde gelegt, dass die Produktion keimfähiger Samen und/oder deren Ausbreitung limitierend für die Etablierung von *Duchesnea indica* an neuen Standorten sind. *Duchesnea* produziert in einer Vegetationsperiode mehr Samen (einsamige Nussfrüchte) als die heimische *Fragaria*. Sie hat zudem eine deutlich längere Phase der Fruktifikation, die vom Frühsommer bis zum ersten Frost im Herbst reicht. Die Samen von *Duchesnea* sind zu über 90 % keimfähig, selbst wenn sie zwei Wochen vor der Keimung bei –18 °C gelagert wurden. Ihre Früchte werden in gleichem Maße wie diejenigen der Walderdbeere sowohl von Vögeln wie von Kleinsäugern verschleppt. Limitierend für die Besiedlung neuer Standorte über Samen könnte das Keimverhalten von *Duchesnea* sein. Die Samenkeimung beginnt erst 21 Tage nach der Aussaat (bei *Fragaria* nach 8 Tagen) und endet nach bis zu 56 Tagen (bei *Fragaria* nach 13 Tagen). In weiteren Untersuchungen ist zu klären, ob die Bedingungen der Keimlingsetablierung begrenzend für die weitere Ausbreitung von *Duchesnea indica* wirken.

Abstract: Are seed production, germination, and fruit dispersal limiting factors for the invasive success of *Duchesnea indica*?

Duchesnea indica, the Indian Mockstrawberry, originates from mild and humid mountain regions of Asia and has been cultivated in Central Europe since the beginning of the 19th century as an ornamental plant. During recent decades an increasing spontaneous dispersal of this species has been observed in Germany, especially in climatically mild regions. In the subcontinental climate of northeastern Bavaria *Duchesnea* has not been documented outside of cultivated areas, although it turned out to be a problematic plant that has long displayed vigorous vegetative spreading in the area of the Ecological-Botanical Gardens at the University of Bayreuth. Our study aimed to investigate the generative dispersal ability of *Duchesnea indica* in comparison to the native *Fragaria vesca*, a morphologically similar species. The underlying hypothesis is that the production and dispersal of germinable seeds are the limiting factors for the establishment of *Duchesnea indica* at new sites. *Duchesnea* produces more fruits (pseudofruits) and seeds (nut fruits with single seeds) during the vegetation period than *Fragaria*. Its fructification period reaches from early summer till the first frost in autumn and is clearly longer than that of *Fragaria*. More than 90 % of the *Duchesnea* seeds germinate and stay germinable even if they are stored at –18°C for 2 weeks before germination. Their fruits are dispersed by birds and small mammals to the same extent as those of *Fragaria*. The germination performance of *Duchesnea* could be the limiting factor for the colonisation of new sites. The seed germination starts 21 days after sowing (*Fragaria* after 8 days) and ends up to 56 days later (*Fragaria* after 13 days). Further studies should focus on the seedling establishment and whether it limits the spread of the Indian Mockstrawberry.

Keywords: *Duchesnea indica*, *Fragaria vesca*, seedling establishment, invasive species, plant invasion.

1. Einleitung

Von der Prähistorie bis in die Gegenwart gelangten Pflanzenarten beabsichtigt und unbeabsichtigt durch den Menschen in Gebiete, in denen sie nicht heimisch sind. Weltweite Handelsbeziehungen und das Interesse an neuen Nutz- und Zierpflanzen haben dazu beige-

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

tragen, dass nicht-einheimische Pflanzenarten einen erheblichen Anteil an unserer gegenwärtigen Flora haben (SUKOPP 1995, KOWARIK 2003). *Duchesnea indica* (Andrews) Focke, die Indische Scheinerdbeere, wird in Mitteleuropa seit Beginn des 19. Jahrhunderts als Bodendecker und Ampelpflanze in Gärten und Parks kultiviert und tritt in den letzten Jahrzehnten zunehmend spontan auf (LIEFLÄNDER & LAUERER 2007). Der erste Nachweis einer Verwilderung stammt von 1875 aus Lugano (Tessin, Schweiz, in LIEFLÄNDER & LAUERER 2007). Bis 1980 wurde die Art nur vereinzelt spontan nachgewiesen, danach nehmen die Funde vor allem in Deutschland stark zu. Mittlerweile ist *Duchesnea* im gesamten deutschsprachigen Raum nicht selten verwildert und mancherorts eingebürgert (SCHÖNFELDER & BRESINSKI 1990, HEGI 1995, LAUBNER & WAGNER 1996, MAURER 1996). In Südwestdeutschland gehört sie zu den erfolgreichsten Neophyten und hat sich fest etabliert (BREUNIG 2006). Für Bayern ist *Duchesnea* vor 1990 für Passau (MTB 7446/4, HETZEL 1991) und Memmingen (MTB 8027/1, beide zudem in SCHÖNFELDER & BRESINSKI 1990) dokumentiert sowie im Würzburger Ringpark (MTB 6225/2, HETZEL & ULLMANN 1983). Von SCHEUERER & AHLMER (2003) noch als „äußerst seltener bzw. unbeständiger Neophyt" charakterisiert, gilt *Duchesnea* heute in Bayern als eingebürgert (20 Angaben aus 16 Quadranten, BIB 2008). In Nordostbayern allerdings tritt *Duchesnea* bislang nur an zwei Stellen subspontan auf (GATTERER et al. 2003, HETZEL 2006). Dies ist umso erstaunlicher, als sich die Art auf dem Areal des Ökologisch-Botanischen Gartens (ÖBG) der Universität Bayreuth, einem Garten mit etwa 24 Hektar Fläche, seit ihrer Ansiedlung im Jahre 1986 stark ausgebreitet hat (LAUERER & WOITAS 2004). In wenigen Jahren hat sich *Duchesnea* hier fast im gesamten Garten, insbesondere auch auf naturnahen und gärtnerisch wenig beeinflussten Flächen im Trauf von Gehölzen angesiedelt und ist an vielen Stellen zu einer Problempflanze geworden, die beständig in ihrer Ausbreitung eingedämmt werden muss. Bemerkenswert ist, dass *Duchesnea* außerhalb des ÖBG auch in der unmittelbaren Umgebung (noch) nicht spontan vorkommt (LAUERER & RÖSCH 2008). Die genauen Gründe hierfür sind bislang unklar, wenngleich beispielsweise auch BRANDES (1989) beobachtet hat, dass *Duchesnea* „zwar größere Flächen erobern kann, jedoch kaum in der Lage ist, sich über den Garten hinaus auszudehnen"

Über die generative Vermehrung und die Samenausbreitung der Indischen Scheinerdbeere in Mitteleuropa gibt es nur wenige Erkenntnisse. Weitgehend unbekannt ist insbesondere das Potenzial ihrer Samenproduktion und inwieweit ihre erdbeerähnlichen Sammelfrüchte von einheimischen Tieren ausgebreitet werden. MELZER (1987, 1994) nimmt an, dass *Duchesnea*-Früchte durch Amseln ausgebreitet werden. Zu erwarten ist zudem auch eine Verschleppung durch Vertebraten, wie dies für *Fragaria* dokumentiert ist (HEGI 1995), da Tiere für gewöhnlich auch diejenigen Diasporen fremder Arten ausbreiten, die einheimischen ähnlich sind (SCHIFFMANN 1997).

Untersuchungen dieser populationsökologischen Prozesse bei *Duchesnea indica* sind gerade im nordöstlichen Bayern auch deshalb besonders interessant, da sich diese nicht-indigene Art hier ganz offenkundig im Initialstadium ihrer Spontanausbreitung befindet und damit eine geeignete Modellart für Untersuchungen zu den möglichen Ursachen einer Limitierung der Ausbreitung darstellt. Derartige Untersuchungen können dazu beitragen, die zukünftige Ausbreitung von *Duchesnea* abzuschätzen, insbesondere angesichts sich ändernder Klimabedingungen. In der vorliegenden Studie wurde daher das Potenzial der generativen Ausbreitung von *Duchesnea indica* im Vergleich zur morphologisch ähnlichen, einheimischen *Fragaria vesca* untersucht. Ihr lag die Hypothese zugrunde, dass die Produktion keimfähiger Samen und/oder deren Ausbreitung das Ausbreitungspotenzial von *Duchesnea indica* limitieren.

2. Material und Methoden

2.1. *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca*

Duchesnea indica und *Fragaria vesca* (Rosaceae) sind Hemikryptophyten mit kurzem Wurzelstock und in Rosetten angeordneten Blättern. Beide können sich durch Ausläufer und bewurzelte Tochterpflanzen vegetativ ausbreiten (Abb. 2). Generativ vermehren sich

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



Abb. 1: Früchte von *Fragaria vesca* (links) und *Duchesnea indica* (rechts). Die Sammelnussfrüchte der Walderdbeere stehen in wenigzähligen Fruchtständen, sind meist nickend und in der Regel etwas kleiner als diejenigen der Scheinerdbeere. Bei letzterer stehen die Früchte einzeln und aufrecht; der Außenkelch ist auffällig groß und dreilappig.

Fig. 1: Fruits of *Fragaria vesca* (left) and *Duchesnea indica* (right). The fruits (aggregated nut fruits) of Wild Strawberry are combined in a small infructescence, are mostly nodding and slightly smaller than those of the Indian Mockstrawberry. The fruits of *Duchesnea* stand apart and upright, the calyx is conspiciously large and three-lobed.

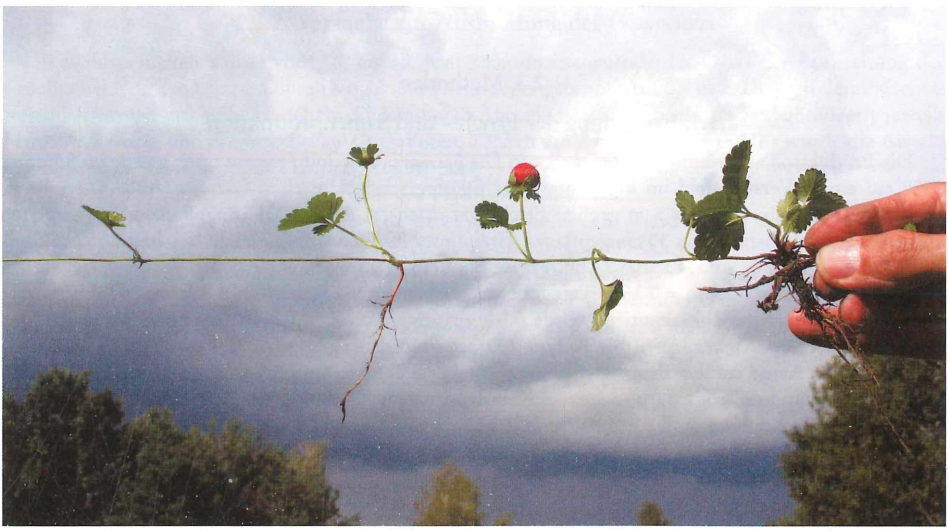


Abb. 2: Ausläuferbildung bei *Duchesnea indica.* Entlang des kriechenden Sprosses stehen in kurzen Abständen einzelne Blüten sowie sich bewurzelnde Tochterpflanzen.

Fig. 2: Runners of *Duchesnea indica.* Along the creeping axis solitary and upright flowers as well as rooting tillers are spaced at short intervals.

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

beide Arten über rote Scheinfrüchte[1] (Sammelnussfrüchte). Die eigentlichen Früchte sind einsamige, kleine Nüsse[1], die zahlreich und mehr oder weniger stark eingesenkt auf der Oberfläche der Scheinfrucht sitzen und in der Regel mit dieser ausgebreitet werden (HEGI 1995).

Fragaria vesca L., die Walderdbeere, ist in Mitteleuropa heimisch und kommt vor allem in subozeanischen Gebieten von der Ebene bis ins Gebirge in lichten Laub- und Nadelwäldern sowie in Hecken und Gebüschen vor (OBERDORFER 1994). Die weißen Blüten stehen in aufrechten Infloreszenzen, die roten Früchte schmecken süß-aromatisch.

Duchesnea indica ist in den Bergregionen Süd- und Südostasiens einschließlich Indonesien beheimatet (HEGI 1995), ist aber heute in ganz Asien anzutreffen (NARUHASHI & SUGIMOTO 1996, LUO & DONG 2002). Als Zierpflanze ist sie weit über diese Gebiete hinaus ausgebreitet worden und gilt in Mittel- und Südeuropa, in Nord- und Südamerika sowie in Australien und Neuseeland als eingebürgert (HEGI 1995). In Mitteleuropa besiedelt sie vor allem in wintermilden Regionen vorwiegend von Menschen beeinflusste Standorte (Wegränder, Parkanlagen etc.; LIEFLÄNDER & LAUERER 2007).

Duchesnea blüht im Gegensatz zu *Fragaria* gelb, ihre Blüten stehen einzeln auf langen, meist die Laubblätter überragenden Stielen. Charakteristisch sind zudem die breit-ovalen Außenkelchblätter, die etwa 1 cm lang und an der Spitze 3–5-lappig sind (Abb. 1). Die Frucht ist Erdbeer-ähnlich und essbar, hat aber einen faden, nicht oder nur leicht süßlichen Geschmack. Die Nüsschen sitzen der Scheinfrucht auf und sind kaum in den roten Fruchtkörper eingesenkt.

2.2. Untersuchungsgebiet

Die Freilanduntersuchungen und -experimente wurden auf dem Gelände des Ökologisch-Botanischen Gartens (ÖBG) der Universität Bayreuth durchgeführt, auf Flächen, die für Besucher des Gartens nicht oder kaum zugänglich sind. Der Bayreuther Garten zeichnet sich im Gegensatz zu vielen anderen Botanischen Gärten durch eine Vielfalt an Lebensräumen und eine große Naturnähe aus und verfügt über ausgedehnte Flächen, die nicht oder nur wenig gärtnerisch betreut werden (AAS et al. 2008). Das etwa 3 ha große waldartige Arboretum, wo die Versuche zur Fruchtausbreitung durchgeführt wurden, wird ähnlich bewirtschaftet wie die stadtnahen Wälder in der Umgebung des Botanischen Gartens.

2.3. Methoden

2.3.1. Ermittlung der Frucht- und Samenproduktion

Die Produktion an Früchten und Samen von *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca* wurde im Sommer 2005 auf einem Versuchsfeld im Freigelände des Ökologisch-Botanischen Gartens (Abb. 3) ermittelt. Auf insgesamt sechs 3 m x 4,5 m großen Flächen wurden im April 2004 Jungpflanzen beider Arten abwechselnd im Abstand von 30 cm gepflanzt. Drei dieser Flächen wurden leicht beschattet (60 % Sonnenlicht), drei blieben unbeschattet (Abb. 3). Im Sommer 2005 wurden auf jeder Versuchsfläche zwei Probeflächen (0,6 m x 0,6 m = 0.36 m²) eingerichtet, auf denen die Frucht- und Samenproduktion über das ganze Jahr hinweg dokumentiert wurde (also auf insgesamt 6 unbeschatteten und 6 beschatteten Probeflächen). Von Anfang April bis Anfang Oktober wurden dazu zwei Mal pro Woche alle reifen Früchte beider Arten auf den Probeflächen gezählt (aber nicht geerntet), wenn sie ihre maximale Größe erreicht hatten und tief rot gefärbt waren. Zudem wurden am 17. Juni und am 14. Juli 2005 pro Probefläche je 5 repräsentative Früchte geerntet und das Fruchtgewicht und die Anzahl der Samen pro Frucht ermittelt. Die Früchte wurden einzeln in Papiertüten gepackt und eine Woche bei Raumtemperatur getrocknet. Danach wurden die Samen von Hand abgerieben bzw. mit einer Pinzette (v. a. bei *Fragaria*) abgenommen, gezählt und gewogen.

[1] Die Scheinfrüchte (Sammelnussfrüchte) werden im Folgenden als „Früchte" bezeichnet, die einsamige, kleine Nussfrucht als „Same"

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



Abb. 3: Blick auf einen Teil der Versuchsflächen (11. April 2005) mit Probeflächen zur Untersuchung der Frucht- und Samenproduktion von *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca*. Im Vordergrund liegt eine unbeschattete, in der Mitte eine beschattete Fläche.

Fig. 3: View of part of the experimental site (April 11th 2005) with plots for the investigation of fruit and seed production by *Duchesnea indica* and *Fragaria vesca*. An open area is located in front, adjacent to a shaded area in the middle.

2.3.2. Versuche zur Ausbreitung der Diasporen

In Wahlversuchen wurde vom 16. bis 30. Juni 2006 im Freigelände des ÖBG die Ausbreitung der Früchte beider Pflanzenarten durch Vögel und Kleinsäuger getestet. Auf 0,8 m x 0,8 m großen Präsentationsplattformen aus unbehandeltem Fichtenholz (Abb. 4) wurden Vögeln und Kleinsäugern jeweils neun *Duchesnea*- und *Fragaria*-Früchte angeboten. Täglich um 7 Uhr und um 19 Uhr wurde die Anzahl der fehlenden, verschleppten Früchte gezählt, noch vorhandene wurden entfernt und neun frisch im ÖBG geerntete Früchte an derselben Stelle der Plattform ausgebracht.

Die Wahlversuche wurden mit jeweils drei Wiederholungen (Plattformen) an zwei Standorten durchgeführt (17.–21. Juni: Standort 1; 22.–26. Juni: Standort 2; 27.–30. Juni: wieder Standort 1). Als Standorte wurden solche gewählt, an denen *Fragaria* und *Duchesnea* vorkommen und die gleichzeitig Lebensraum potenzieller Ausbreiter (Vögel und Kleinsäuger wie Mäuse oder Marder) sind. Für beide Tiergruppen wurden unterschiedliche Präsentationsplattformen konstruiert, die der jeweils anderen den Zugang zu den ausgelegten Früchten verwehrten. So war es möglich, die Effektivität der Ausbreitung getrennt für beide Tiergruppen zu untersuchen.

Jede der drei Präsentationsplattformen für Vögel hatte am Rand Leisten von 2 cm Höhe, um das Herunterrollen der Früchte, z. B. bei zufälliger Berührung durch suchende Tiere, zu verhindern. Um das Hochklettern kleinerer Säugetiere (z. B. Mäuse) zu verhindern, stand jede Plattform auf drei 30 cm hohen Holzpfosten, die nahe der Mitte der Plattform befestigt waren. Zudem war rund um die Plattform ein 30 cm hohes, stabiles Drahtgeflecht befestigt (Maschenweite 5 cm x 5 cm), so dass auch größeren Säugern (z. B. Marder) der Zugang verwehrt war (Abb. 4). Die Bestückung der Plattformen mit *Fragaria*- und *Duchesnea*-Früchten erfolgte in zwei deutlich von einander getrennten Clustern mit je neun im Quadrat angeordneten Früchten. Die Präsentationsplattformen für Vögel wurden auf einer Freifläche in 1–3 m Entfernung zum nächsten Wald- oder Gebüschrand aufgestellt. Die drei Wiederholungen (Plattformen) hatten einen Abstand von 50 bis 100 m zueinander.

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



Abb. 4: Plattformen für die Wahlversuche zur Ausbreitung von *Fragaria-* und *Duchesnea*-Früchten durch Vögel (links) und Kleinsäuger (rechts).

Fig. 4: Platforms of the choice experiments to investigate the dispersal of *Fragaria* and *Duchesnea* fruits by birds (left) and by small mammals (right).

Die Präsentationsplattformen zur Ermittlung der Fruchtausbreitung durch Kleinsäuger wurden direkt auf den Boden gelegt. Sie hatten an zwei gegenüberliegenden Seiten Kanthölzer von 10 cm Höhe, auf die eine Abdeckplatte (Wasserabweisende Pressspanplatte) gelegt wurde (Abb. 5), so dass beide Platten einen von zwei Seiten zugänglichen Tunnel bildeten, um zu verhindern, dass Vögel an die Früchte gelangten. Jeweils neun Früchte pro Art wurden in einer Linie von der einen Öffnung des Tunnels zur anderen im gleichmäßigen Abstand und nach Pflanzenart getrennt ausgelegt. Diese Plattformen wurden im Arboretum des ÖBG (ein etwa 30 Jahre alter, relativ dichter Waldbestand) aufgestellt. Die einzelnen Wiederholungen wurden in einer Entfernung von 50 bis 200 m zueinander platziert.

2.3.3. Samenkeimung

Von den am 14. Juni 2005 geernteten Früchten (siehe 2.3.1.) wurden die Samen in vier Proben (Behandlungen) aufgeteilt und jede zwei Wochen lang bei unterschiedlicher Temperatur gelagert: Raumtemperatur (RT, 20–22°C), 7°C (Kühlschrank), –5°C (Gefrierfach eines Kühlschranks) und –18°C (Gefrierschrank). Die Temperaturen wurden kontinuierlich mit einem Maximum-Minimum-Thermometer kontrolliert. Nach dieser 2-wöchigen Temperaturbehandlung wurde die Keimfähigkeit der Samen bei Raumtemperatur in Petrischalen (80 mm Durchmesser) geprüft. Die Petrischalen waren zur gleichmäßigen Befeuchtung jeweils mit fünf Filterpapieren (Rotilabo®-Rundfilter) ausgelegt. Am 13. Juli 2005 wurden pro Behandlung drei Petrischalen (Wiederholungen) mit jeweils 30 Samen bestückt. Die Schalen wurden bei Raumtemperatur aufgestellt und 13 Wochen lang alle zwei Tage kontrolliert, dabei bei Bedarf mit abgekochtem Leitungswasser befeuchtet und gegebenenfalls gegen aufgetretenen Pilzbefall mit 0,1%-iger PREVICUR® N-Lösung (Wirkstoff: Propamocarb 604 g/l) behandelt. Ein Same wurde als gekeimt gewertet, sobald sich die Keimblätter des Keimlings entfaltet hatten.

Als „Keimbeginn" wurde die Anzahl der Tage nach der Aussaat festgelegt, nach denen in einer Schale 10 % der Samen (= 3 Samen) gekeimt waren, als „Keimende" der Zeitpunkt, an dem der drittletzte Same keimte.

2.3.4. Statistische Auswertung

Zur Analyse der Daten wurden nicht-parametrische Verfahren (Mann-Whitney-U-Test bzw. Kruskal-Wallis-ANOVA mit nachgeschaltetem paarweisem Vergleich) gewählt, wenn die Rohdaten nicht normalverteilt waren und keine Varianzhomogenität vorlag. Ansonsten wurden Einflussfaktoren mittels factorieller ANOVA bzw. beim Test nur eines Parameters mittels one-way-ANOVA getestet. Die Lokalisierung signifikanter Unterschiede erfolgte bei normalverteilten Datensätzen nach dem Tukey-HSD-Test. Als Signifikanzniveau wurde stets $p<0,05$ gewählt. Alle statistischen Analysen wurden mit der Software STATISTICA (Version 7, 2004; StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA) durchgeführt.

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

3. Ergebnisse

3.1. Fruchtproduktion

Duchesnea und *Fragaria* zeigten ein deutliches Maximum ihrer Fruktifikation im Frühsommer, wenngleich im zeitlichen Verlauf der Fruktifikation Unterschiede zwischen beiden Arten bestehen (Abb. 5). Die maximale Fruchtzahl war bei *Fragaria* am 22. Juni mit 155 ± 71 Früchten/m^2 zu beobachten, bei *Duchesnea* sechs Tage später (28. Juni) mit 124 ± 22 Früchten. *Duchesnea* hat eine längere Fruktifikationsphase als *Fragaria*, noch im Oktober wurden bis zu 25 Früchte pro Quadratmeter gebildet, und die Bildung reifer Früchte endete erst mit dem ersten Frost.

Der Vergleich der Frucht- und Samenproduktion zu den beiden Ernteterminen (17. Juni und 14. Juli) ergab einen signifikanten Einfluss der Pflanzenart (ANOVA: $F_{(1; 40)} = 6{,}82$; $p = 0{,}013$), des Erntetermins ($F_{(1; 40)} = 49{,}5$; $p < 0{,}001$) und der Lichtverhältnisse ($F_{(1; 40)} = 8{,}96$; $p = 0{,}005$). *Fragaria* bildete auf beschatteten Flächen mehr Früchte als auf den unbeschatteten, während bei *Duchesnea* diesbezüglich kein signifikanter Unterschied bestand (Tab. 1). Die Anzahl der Samen pro Frucht war von der Pflanzenart ($F_{(1; 32)} = 68{,}0$; $p < 0{,}001$) und dem Erntetermin abhängig ($F_{(1; 32)} = 14{,}29$; $p < 0{,}001$), nicht aber von den Lichtverhältnissen ($F_{(1; 32)} = 0{,}51$; $p = 0{,}47$). Die Früchte von *Duchesnea* hatten im Mittel etwa 170 Samen pro Frucht, diejenigen von *Fragaria* 100 (Tab. 1). Bei *Fragaria*, nicht aber bei *Duchesnea*, zeigte sich zudem der Trend, dass die im Juli geernteten Früchte weniger Samen trugen als die im Juni geernteten (81 gegenüber 116, Unterschied nicht signifikant). Somit bildete *Duchesnea* bei etwa gleicher Anzahl an Früchten in einer Vegetationsperiode mehr Samen (Nüsschen) pro Pflanze und pro Fläche als *Fragaria*.

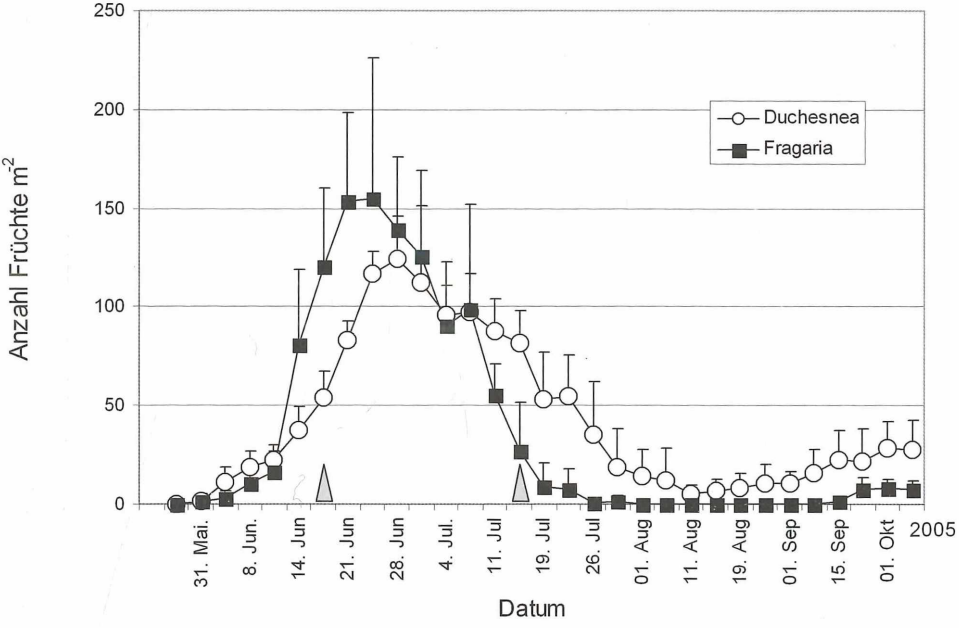


Abb. 5: Verlauf der Bildung von Früchten bei *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca* im Jahre 2005 auf unbeschatteten Probeflächen (vgl. Abb. 1). Dargestellt sind Mittelwert und Standardabweichung (n=6). Die grauen Dreiecke markieren die Zeitpunkte der Ernte von Früchten.

Fig. 5: Fruit generation progress of *Duchesnea indica* and *Fragaria vesca* in 2005 at open plots (see Fig. 1). Presented are mean and standard deviation (n=6). Grey triangles mark the time of fruit harvest.

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

Tabelle 1: Produktion von Früchten und Samen in Abhängigkeit von der Pflanzenart (*Duchesnea* und *Fragaria*), den Lichtverhältnissen am Standort (unbeschattet, beschattet) und dem Erntetermin (17. Juni bzw. 14. Juli 2005). Präsentiert werden jeweils Mittelwert und ± Standardabweichung. Signifikante Unterschiede nach dem Tukey-HSD-Test sind für $p<0,05$ mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Table 1: Production of fruits and seeds depending on plant species (*Duchesnea* and *Fragaria*), light conditions (open, shaded) and date of fruit harvest (June 17th and July 14th 2005, respectively). Presented are mean and ± standard deviation. Significant differences according to Tukey-HSD-test are labelled with small letters for $p<0.05$.

Ernte			Früchte pro m² (n=6)		Anzahl Samen pro Frucht (n=6)		Samen pro m² (n=5)	
17. Jun 05	unbeschattet	*Duchesnea*	54 ± 14		196 ± 39		10500 ± 3000	
		Fragaria	120 ± 40	b	108 ± 16	bc	13100 ± 4800	
	beschattet	*Duchesnea*	77 ± 28	ab	168 ± 27	ad	12800 ± 3800	
		Fragaria	177 ± 35		124 ± 10	bcd	21500 ± 4700	b
14. Jul 05	unbeschattet	*Duchesnea*	82 ± 16	ab	143 ± 37		12100 ± 2400	
		Fragaria	27 ± 25		74 ± 10	b	2200 ± 1900	
	beschattet	*Duchesnea*	76 ± 9	ab	164 ± 34	ad	12200 ± 1500	
		Fragaria	40 ± 15		88 ± 20	b	3500 ± 1400	

3.2. Ausbreitung der Diasporen

Die Früchte von *Duchesnea* und *Fragaria* wurden von Vögeln in etwa gleichem Maße verschleppt (Abb. 6; Kruskal-Wallis-ANOVA für den Einfluss der Pflanzenart: $H_{(8; 49)} = 5,3$; $p = 0,73$). Allerdings hing die Anzahl verschleppter Früchte vom Untersuchungstermin ab (Abb. 7, Kruskal-Wallis-ANOVA: $H_{(8; 157)} = 39,3$; $p < 0,001$). So wurden in der Zeit vom 17. – 21. Juni (Standort 1) von jeweils neun ausgelegten Früchten während des Tages im Mittel 6,8 *Fragaria*- und 6,5 *Duchesnea*-Früchte von den Vögeln entnommen (Abb. 6), in den beiden späteren Beobachtungszeiträumen wurden dagegen kaum Früchte verschleppt (0,3 *Fragaria*- und 0,4 *Duchesnea*-Früchte, Abb. 7). Betrachtet man nur den ersten Untersuchungszeitraum, so ergab sich ein höchst signifikanter Unterschied der Verschleppungsrate von Früchten tagsüber und in der Nacht (Kruskal-Wallis-ANOVA: $H_{(8; 49)} = 42,4$; $p < 0,001$). Am Tag wurden im Mittel 75 % der angebotenen *Fragaria*- und 72 % der angebotenen *Duchesnea*-Früchte von den Vögeln entnommen, nachts hingegen nur 8 bzw. 3 %.

Kleinsäuger verschleppten ebenfalls die Früchte beider Arten (Abb. 8). Sie entnahmen, betrachtet über den gesamten Beobachtungszeitraum von drei Wochen, insgesamt etwa doppelt sie viele Früchte wie die Vögel. Es zeigte sich kein signifikanter Einfluss des Beobachtungszeitraumes ($H_{(9; 162)} = 7,38$; $p = 0,60$), der Tageszeit ($H_{(9; 162)} = 6,13$; $p = 0,73$) und auch nicht der Pflanzenart ($H_{(9; 162)} = 13,6$; $p = 0,14$). *Fragaria*- und *Duchesnea*-Früchte wurden sowohl tagsüber wie des nachts in gleichem Maße von Kleinsäugern verschleppt, wenngleich sich in der Tendenz eine Bevorzugung von *Fragaria* zeigte (Abb. 8). Von letzterer wurden im Mittel 41 % bzw. 32 % der angebotenen Früchte nachts bzw. tags geholt, von *Duchesnea* 20 % bzw. 23 %.

3.3. Keimung der Samen

Die Samen von *Duchesnea* und von *Fragaria* keimten mit jeweils durchschnittlich 93 % exakt gleich gut (ANOVA: $F_{(1; 16)} = 0,05$; $p = 0,83$). Die 14-tägige Lagerung der Samen vor der Aussaat bei unterschiedlichen Temperaturen hatte weder bei *Fragaria* noch bei *Duchesnea* einen Einfluss auf die Keimrate (ANOVA: $F_{(3; 16)} = 1,86$; $p = 0,18$, Art Lagerungstem-

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

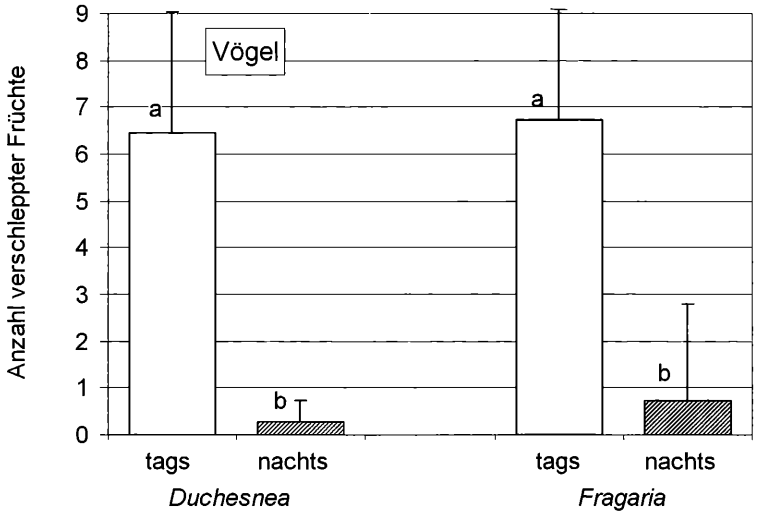


Abb. 6: Anzahl der durch Vögel am Tag und in der Nacht verschleppten Früchte von *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca*. Insgesamt wurden jeweils 9 Früchte jeder Art jeden Morgen und Abend ausgebracht. Dargestellt sind Mittelwert und ± Standardabweichung (n=12) im ersten Beobachtungszeitraum (17. Juni bis 21. Juni 2006). Signifikante Unterschiede für $p < 0,05$ sind mit Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Fig. 6: Number of bird-dispersed fruits of *Duchesnea indica* and *Fragaria vesca* during day and night time. Nine fruits of each species were made available every morning and every evening. Given are mean and ± standard deviation (n=12) of the first monitoring period (17th of June till 21st of June 2006). The small letters indicate significant differences for $p < 0.05$.

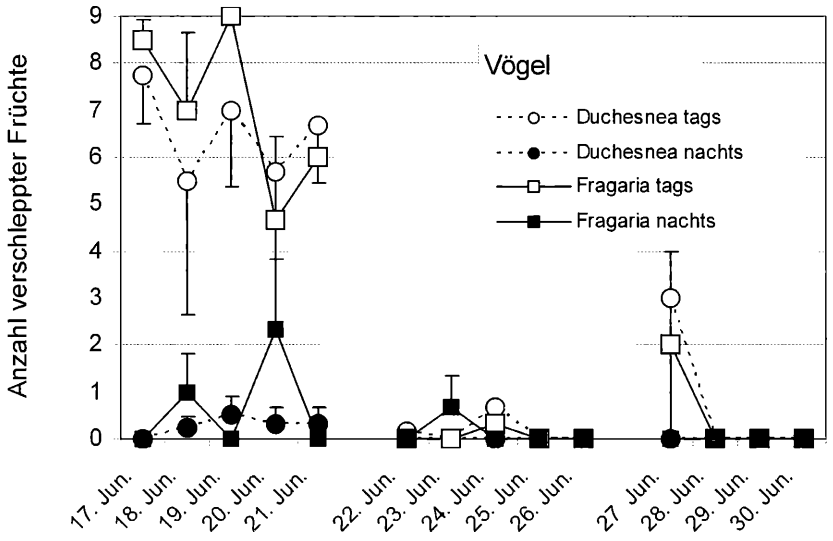


Abb. 7: Anzahl der am Tag bzw. in der Nacht durch Vögel verschleppten Früchte von *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca* in drei zeitlich aufeinander folgenden Beobachtungszeiträumen. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler (n=3). Insgesamt wurden 9 Früchte jeder Art jeweils morgens und abends ausgebracht.

Fig. 7: Number of fruits of *Duchesnea indica* and *Fragaria vesca* dispersed by birds over the dayand the night, respectively, during three consecutive monitoring periods. Given are mean and standard error (n=3). Nine fruits of each species were made available twice every day, in the morning and in the evening.

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

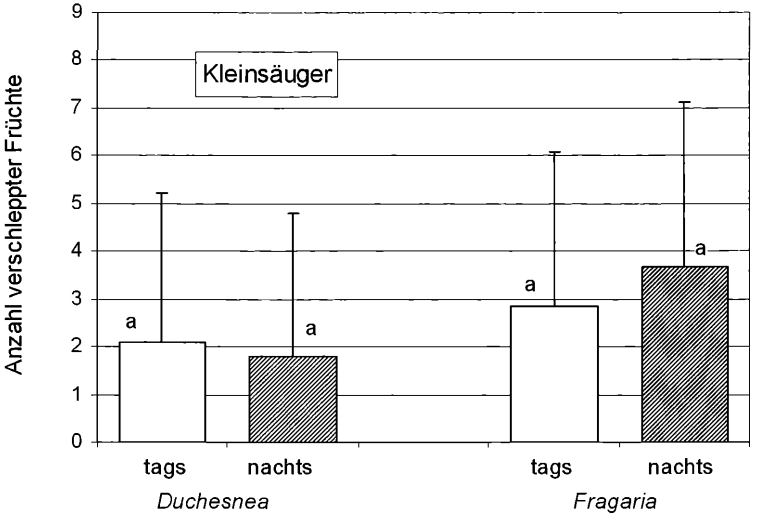


Abb. 8: Anzahl der durch Kleinsäuger am Tag und in der Nacht verschleppten Früchte von *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca*. Insgesamt wurden pro Art 9 Früchte jeweils morgens und abends ausgebracht. Dargestellt sind Mittelwert und ± Standardabweichung (n=42) sowie mit Kleinbuchstaben signifikante Unterschiede für $p < 0,05$.

Fig. 8: Number of fruits of *Duchesnea indica* and *Fragaria vesca* dispersed by small mammals during day and night. Nine fruits of each species were made available twice every day, in the morning and in the evening. Given are mean and ± standard deviation (n=42). The small letters indicate significant differences for $p < 0.05$.

peratur $F_{(3; 16)} = 0,08$; $p = 0,97$). Beide Pflanzenarten unterschieden sich aber höchst signifikant im Zeitpunkt des Keimbeginns (Kruskal-Wallis-ANOVA: $H_{(1; 24)} = 19,9$; $p < 0,001$, Abb. 9) und in der Keimdauer (ANOVA: $F_{(1; 24)} = 53,8$; $p < 0,001$). Bei *Duchesnea* setzte die Keimung, gemittelt über alle Lagerungstemperaturen, nach 21 ± 3 Tagen (n = 12) ein, bei *Fragaria* bereits nach 8 Tagen (Abb. 9). Die Lagerungstemperatur hatte bei keiner der beiden Arten einen signifikanten Einfluss auf den Keimbeginn (Kruskal-Wallis-ANOVA: $H_{(3; 24)} = 1,36$; $p = 0,72$), beeinflusste aber bei *Duchesnea* (one-way-ANOVA: $F_{(3; 12)} = 5,3$; $p = 0,026$), nicht jedoch bei *Fragaria* die Keimdauer (one-way-ANOVA: $F_{(3; 12)} = 0,39$; $p = 0,76$). Diese nahm bei *Duchesnea* ab, je tiefer die Temperatur bei der Lagerung der Samen war. So dauerte der Keimprozess 25 ± 8 Tage (n =3), wenn die Samen zwei Wochen bei Raumtemperatur lagerten, aber entsprechend nur 9 ± 4 Tage (n = 3), wenn die Samen vor der Keimung bei –18 °C gelagert wurden (Abb. 9). *Fragaria* keimte unabhängig von der Lagerungstemperatur innerhalb von fünf Tagen vollständig (one-way-ANOVA: $F_{(3; 12)} = 0,48$; $p = 0,70$).

4. Diskussion

Die Indische Scheinerdbeere (*Duchesnea indica*) tritt in den letzten Jahren vermehrt spontan in Mitteleuropa auf (LIEFLÄNDER & LAUERER 2007). Sie wird unter anderem durch Gartenabfälle und Bodentransport verschleppt (FISCHER 1986, GATTERER et al. 2003), breitet sich nachweislich rasch durch Ausläufer aus (NEPPLE 2003) und bildet regelmäßig und zahlreich Früchte. Auch im Ökologisch-Botanischen Garten (ÖBG) der Universität Bayreuth kommt sie seit einigen Jahren an vielen Stellen und in hoher Individuendichte spontan vor (LAUERER & WOITAS 2004). Bemerkenswerterweise sind spontane Vorkommen von *Duchesnea* in der näheren und weiteren Umgebung des ÖBG aber (noch) nicht nachgewiesen (LAUERER & RÖSCH 2008), obwohl zahlreiche als geeignet erscheinende Standorte für ihre Besiedlung vorhanden sind. Der vorliegenden Studie lag daher die Hypothese zugrunde,

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

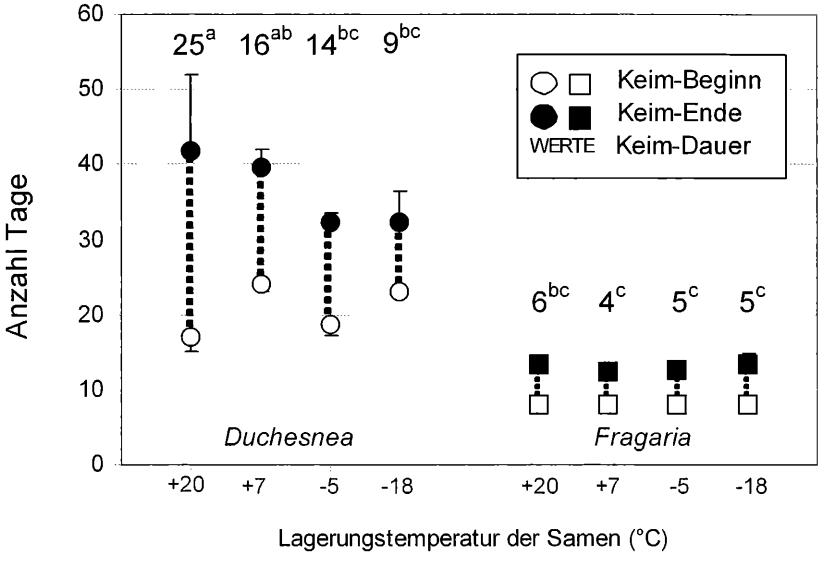


Abb. 9: Anzahl der Tage bis zum Keimbeginn (offene Symbole) und bis zum Keimende (gefüllte Symbole) bei *Duchesnea indica* und *Fragaria vesca* in Abhängigkeit von der Temperatur während der 14-tägigen Lagerung der Samen vor der Aussaat. Dargestellt sind Mittelwert und ± Standardabweichung (n=3). Die gestrichelte Linie sowie die Zahlen über den Symbolen geben die Keimdauer in Tagen an, die Kleinbuchstaben signifikante Unterschiede in der Keimdauer für $p < 0,05$ (Tukey-HSD-Test).

Fig. 9: Number of days until germination starts (open symbols) and ends (filled symbols) for *Duchesnea indica* and *Fragaria vesca* seeds depending on temperature during the 14-day period of storage before sowing. Mean and ± standard deviation (n=3) are shown. The dotted line and the values above the symbols state the length of germination period in days, the small letters indicate significant differences for $p<0.05$ (Tukey HSD-Test).

dass die weitere Ausbreitung von *Duchesnea* durch eine unzureichende Frucht- und Samenproduktion, mangelnde Ausbreitung der Diasporen und/oder eine ungenügende Keimfähigkeit der Samen limitiert ist. Da *Duchesnea* im ÖBG häufig zusammen mit *Fragaria vesca* vorkommt und beide sich in ihrer Reproduktionsbiologie ähneln, wurden die Untersuchungen zur Überprüfung der Hypothese mit der Walderdbeere als Vergleichsart durchgeführt.

Der Ausbreitungserfolg von Pflanzen beruht häufig auf ihren reproduktiven Eigenschaften (REJMÁNEK 1996, PYŠEK 1997, GROTTKOP et al. 2002). So ist für viele ausbreitungsstarke Arten eine hohe Frucht- und Samenproduktion nachgewiesen (REJMÁNEK 1996, WILSON et al. 2001), und nach KOWARIK & SUKOPP (1986) nimmt die Wahrscheinlichkeit, dass eine invasive Art neue entfernte Standorte besiedelt, mit der Anzahl produzierter Samen zu. Wie die vorliegende Studie zeigt, produziert auch *Duchesnea indica* reichlich Früchte und Samen, sogar mehr als die heimische Vergleichsart. Zur Zeit der Hauptfruktifikation hatte *Duchesnea* im Durchschnitt etwa 5400 Samen pro Pflanze (bei 5,5 Pflanzen pro Quadratmeter) und damit um die Hälfte mehr als *Fragaria*. Die Samenzahl pro Pflanze entspricht dabei etwa derjenigen von *Potentilla recta*, die – ebenfalls ein Hemikryptophyt aus der Familie der Rosaceae – in Nordamerika invasiv ist und im Mittel 5600 Samen pro Pflanze bildete (DWIRE et al. 2003).

Auffallend war, dass *Duchesnea* über einen deutlich längeren Zeitraum im Jahr Früchte produzierte als *Fragaria*, die ab Mitte Juli kaum mehr fruktifizierte. Dies liegt nicht zuletzt an unterschiedlichen Mechanismen der Blütenbildung beider Arten. Bei *Fragaria* entwickeln sich die Blütenstände in der Achsel eines Tragblattes der Mutterpflanze (oder größerer bereits eingewurzelter Tochterpflanzen) und daneben rein vegetative Ausläufer. Im Unterschied dazu bildet die Indische Scheinerdbeere ihre Blüten bereits an kriechenden Sprossen

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

(Ausläufer). Entlang der fortwährend wachsenden Ausläufer stehen in kurzen Abständen in der Achsel von Tragblättern einzelne Blüten sowie sich bewurzelnde Tochterpflanzen (Abb. 2). Da die Ausläuferbildung von *Duchesnea* bis zum Ende der Vegetationszeit andauert, kommt es zu einer ebenso langen Blüte- und Fruchtzeit. Eine lange generative Phase, wie sie im Übrigen für *Duchesnea* auch in ihrer Heimat dokumentiert ist (NARUHASHI & SUGIMOTO 1996), ist für viele ausbreitungsstarke Arten nachgewiesen (ALPERT et al. 2000, WILSON et al. 2001, GOSPER 2004 bei *Chrysanthemoides monilifera*, VIVIAN-SMITH et al. 2006).

Eine lange Fruktifikationszeit kann die Wahrscheinlichkeit erhöhen, Ausbreiter für die Früchte anzusprechen, insbesondere wenn diese zu Jahreszeiten gebildet werden, in denen das Fruchtangebot durch einheimische Früchte gering ist (vgl. BUCKLEY et al. 2006). Für die Früchte der in Kalifornien invasiven *Carpobrotus edulis* (Aizoaceae) ist beispielsweise eine jahreszeitlich unterschiedliche Verschleppungsrate durch Tiere in Abhängigkeit vom Angebot einheimischer Früchte nachgewiesen; dabei wurden im Frühjahr nur 5,5 %, im November hingegen 88 % der Früchte durch Tiere verschleppt (D´ANTONIO 1990).

Damit wird auch deutlich, dass der Etablierungserfolg einer Art nicht zuletzt vom Potenzial der Ausbreitung ihrer Diasporen abhängt (BARET et al. 2005). Gerade für neu in ein Gebiet kommende zoogame und zoochore Pflanzenarten ist von entscheidender Bedeutung, dass einheimische Tierarten für die Bestäubung und/oder die Ausbreitung der Diasporen vorhanden sind (RICHARDSON et al. 2000). In der Regel kommen hierfür generalistische Bestäuber bzw. Fruchtfresser in Frage, die es in den meisten Gebieten der Erde zahlreich gibt (JORDANO 1995) und die sich eine neue Nahrungsquelle in der Regel schnell erschließen (RICHARDSON et al. 2000). In welchem Maße die Früchte der neophytischen *Duchesnea indica* bei uns ausgebreitet werden, war bislang nicht untersucht. Die präsentierten Ergebnisse zeigen klar, dass die Früchte von *Duchesnea* sowohl von Vögeln als auch von Kleinsäugern in gleichem Maße verschleppt werden wie diejenigen derWalderdbeere. Studien, die ebenfalls die Ausbreitungsraten der Früchte eingeführter und einheimischer Arten durch Tiere verglichen, zeigten Ähnliches (GREENBERG et al. 2001) oder sogar eine Bevorzugung der Früchte der eingeführten gegenüber der einheimischen Vergleichsart (SALLABANKS 1993, VILA & D´ANTONIO 1998). Interessant in der vorliegenden Studie war, dass die Vögel nur im ersten Beobachtungszeitraum (17. – 21. Juni 2006) Früchte beider Arten entfernten, in den darauf folgenden Wochen nicht mehr. Möglicherweise nahm gegen Ende Juni das Angebot an Früchten anderer Arten (z. B. *Prunus avium*) deutlich zu, so dass die im Experiment ausgelegten Früchte an Attraktivität verloren (vgl. DENSLOW & MOERMOND 1982, D´ANTONIO 1990). Auch ein Lerneffekt der Tiere ist hier nicht auszuschließen.

Über den Wert der für Menschen eher geschmacklosen *Duchesnea*-Früchte als Nahrung für Tiere ist nichts bekannt, wenngleich man weiß, dass für die Ausbreitung einer Fruchtart durch frugivore Tiere auch deren Inhaltsstoffe entscheidend sind (GOSPER et al. 2005). So muss offen bleiben, ob Vögel und Kleinsäuger überhaupt gezielt *Duchsenea*-Früchte sammelten oder sie diese lediglich mit den sehr ähnlichen Früchten von *Fragaria* verwechselten, möglicherweise aber die Vögel irgendwann die Früchte beider Arten zu unterscheiden lernen und die weniger schmackhafte *Duchesnea* meiden.

Bekanntlich führt ein experimenteller Ansatz, bei dem nur wenige Früchte präsentiert werden, zu einer bevorzugten Nutzung durch Generalisten und opportunistische Frugivore und zu einer Überschätzung der Ausbreitungsrate (GOSPER et al. 2005). Da dies in der vorliegenden Studie für die heimische Vergleichsart *Fragaria* ebenso gilt, erscheint aber der Schluss zulässig, dass *Duchesnea* durch Tiere in ähnlichem Umfang ausgebreitet wird wie die Walderdbeere. Die Früchte von *Duchesnea* könnten unter natürlichen Bedingungen für Vögel sogar eine höhere Attraktivität besitzen, da sie im Gegensatz zu denen der Walderdbeere etwas größer sind und aufrecht präsentiert werden (Abb. 1).

Die erfolgreiche Verschleppung von endozoochor ausgebreiteten Früchten und Samen ist zwar eine notwendige Voraussetzung für die Etablierung einer Art an neuen Standorten, aber noch nicht hinreichend: die Samen müssen darüber hinaus auch nach der möglichen Darmpassage keimfähig sein und am neuen Standort unter Konkurrenz keimen (BUCKLEY et al. 2006). SILVERSTEIN (2005) konnte zeigen, dass *Fragaria*-Samen nach einer Darmpassage

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

von Kojoten noch keimten. Auch *Duchesnea*-Samen sind nach Passage des Verdauungstraktes von Schnecken noch keimfähig (LIEFLÄNDER 2006).

Die Samen von *Duchesnea* und *Fragaria* keimten unmittelbar nach der Fruchtreife gleich gut und zu über 90 Prozent. Keimversuche mit Samen von *Heracleum mantegazzianum*, einer in Mitteleuropa ausbreitungsstarken, nicht-einheimischen Art, ergaben ebenfalls eine hohe Keimrate von 90 % (MORAVCOVÁ et al. 2005). Unter natürlichen Bedingungen dürfte die Keimrate sowohl von *Duchesnea*- wie von *Fragaria*-Samen geringer sein als im Experiment. So betrug bei ebenfalls im Gewächshaus bei 22°C, aber auf Erde ausgelegten *Duchesnea*-Samen die Keimrate nur 50 % (Daten nicht gezeigt). Ähnliches ist für *Lythrum salicaria* belegt. Die in Nordamerika ausbreitungsstarke, europäische Art keimte am Naturstandort zu 31 %, unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus zu 79 % (SHADEL & MAOLOFSKY 2002). Da *Duchesnea* aber sehr viele Samen produziert, sollte auch eine deutlich geringere Keimrate als die im Experiment festgestellte nicht der Grund für die fehlende Ansiedlung an neuen Standorten sein.

Viele Wärme liebende Pflanzen werden in ihrer Ausbreitung durch Frost oder durch Kälteeinwirkung limitiert (FENNER & THOMPSON 2005). *Duchesnea* ist in den mild-humiden Gebirgen Süd- und Südostasiens (HEGI 1995) beheimatet, wächst dort bevorzugt zwischen 1300 und 2500 m ü.NN (NARUHASHI & IWATSUBO 1991), in Gebieten, in denen nur sporadisch geringe Fröste auftreten. So lag es nahe zu vermuten, dass die Samen der Scheinerdbeere im Klima Nordostbayerns durch winterlichen Frost geschädigt würden. Wie die vorliegenden Ergebnisse aber zeigten, keimen die Samen selbst nach einer zweiwöchigen Behandlung bei –18 °C mit dem gleichen Erfolg wie nach einer Lagerung bei +20 °C. Eine Schädigung der Samen durch Frost und die Annahme, dass *Duchesnea* dadurch an ihrer Etablierung gehindert würde, erscheint deshalb als wenig wahrscheinlich.

Limitierend für die Etablierung von *Duchesnea* über Sämlinge könnte ihre relativ lange Keimdauer sein, denn dadurch steigen das Risiko der Austrocknung und die Gefahr, dass der wachsende Embryo abstirbt (FENNER & THOMPSON 2005). So haben viele nicht-einheimische, ausbreitungsstarke Arten eine kurze Keimdauer: Bei *Heracleum mantegazzianum* keimten 50 % der Samen innerhalb von 12–14 Tagen (MORAVCOVÁ et al. 2005) und bei der in Australien eingeführten *Araujia sericifera* (Asclepiadaceae) 97 % innerhalb von 14 Tagen (VIVIAN-SMITH & PANETTA 2005). Bei *Duchesnea* begann die Keimung erst nach 21 Tagen, bei *Fragaria* bereits nach 8 Tagen; bei letzterer war sie nach weiteren 5 Tagen abgeschlossen, bei *Duchesnea* hingegen erst nach bis zu 25 Tagen, so dass der gesamte Keimprozess bei der Scheinerdbeere bis zu 54 Tage andauerte. Möglicherweise sind die keimenden Samen und die Keimlinge von *Duchesnea* aufgrund ihrer Herkunft nicht gut an Austrocknung angepasst. In der von Monsunregen geprägten Heimat wächst sie bevorzugt an schattigen, feuchten Standorten (BABU 1977, WU & RAVEN 2003). Dies deckt sich mit den Beobachtungen, dass *Duchesnea* bislang spontan vor allem in humiden Regionen nachgewiesen ist, wie im insubrischen Klima des Tessin oder im relativ feuchten und wintermilden Südwesten Deutschlands (FISCHER 1986, BREUNIG 2006, LIEFLÄNDER & LAUERER 2007), aber sich (noch) nicht im subkontinentalen Nordostbayern aus Samen etablieren konnte.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es auf dem Areal des Botanischen Gartens Bayreuth seit mehr als 15 Jahren große und vitale Populationen von *Duchesnea indica* gibt. Eine Ausbreitung dieser Art in umliegende Gebiete konnte aber bislang nicht festgestellt werden. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen erstmals, dass *Duchesnea* viele Samen bildet, dass ihre Früchte von Vögeln und Kleinsäugern ausgebreitet werden und die Samen gut keimen, aber die Keimdauer sehr lange ist. Weitere Studien müssten daher klären, in wie weit die Phase der Keimlingsetablierung die generative Ausbreitung von *Duchesnea* limitiert. Insbesondere ist (1) der Keimerfolg unter natürlichen Bedingungen zu untersuchen, vor allem auch im Hinblick auf die lange Keimdauer ist (2) zu prüfen, inwieweit junge Keimlinge durch (Spät-)Fröste oder Trockenperioden geschädigt werden können.

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

Danksagung

Wir danken den Mitarbeitern des Ökologisch-Botanischen Gartens, vor allem Guido Arneth, für die Unterstützung bei den experimentellen Arbeiten, Dr. Wolfgang Völkl für seine Unterstützung bei den Ausbreitungsversuchen und Dr. Gregor Aas für die kritischen und konstruktiven Anmerkungen während der praktischen Arbeiten sowie bei der Durchsicht des Manuskripts.

Literatur

Aas, G., Bertram, U. & Lauerer, M. (2008): Entdecken – erklären – erhalten. Welt der Pflanzen im Ökologisch-Botanischen Garten. – Selbstverlag; 2. erweiterte Auflage: 34 S.

Alpert, P., Bone, E. & Holzapfel, C. (2000): Invasiveness, invasibility and the role of environmental stress in the spread of non-native plants. – Perspect. Plant Ecol. Evol. Systematics 3: 52–66.

Babu, C. R. (1977): Herbaceaous Flora of Dehradun. – Publication and Information Directorate, New Delhi. S. 180.

Baret, S., Le-Bourgeois, T. & Strasberg, D. (2005): How would *Rubus alceifolius*, an intrusive exotic species, progressively colonize the entirety of a humid tropical forest. – Canad. Journ. Bot. 83(2): 219–226.

BIB (2008): Botanischer Informationsknoten Bayern, http://www.bayernflora.de, abgerufen am 11.8.2008.

Brandes, D. (1989): Zur Soziologie einiger Neophyten des insubrischen Gebietes. – Tuexenia 9: 267–274.

Breunig, T. (2006): Die Verbreitung der Indischen Scheinerdbeere (*Duchesnea indica*) in Baden-Württemberg. – Pflanzenpresse 13: 23–25.

Buckley, Y., Anderson, S., Catterall, C. P., Corlett, R. T., Engel, T., Gosper, C. R., Nathan, R., Richardson, D. M., Setter, M., Spiegel, O., Vivian-Smith, G., Voigt, F. A., Weir, J. E. S. & Westcott, D.A. (2006): Management of plant invasions mediated by frugivore interactions. – Journ. Appl. Ecol. 43: 848–857.

d´Antonio, C. M. (1990): Seed production and dispersal in the non-native, invasive succulent *Carpobrotus edulis* (Aizoaceae) in coastal strand communities of central California. – Journ. Appl. Ecol. 27: 693–702.

Denslow, J. S. & Moermond, T. C. (1982): The affect of accessibility on rates of fruit removal form tropical shrubs: An experimental study. – Oecologia 54:170–176.

Dwire, K., Parks, C., Perkins, D., McInnis, M. & Read, B. (2003): Seed production, dispersal and age determination of *Potentilla recta* L., an invasive non-native species in northeast Oregon. – Ecol. Soc. America, Annual Meeting Abstracts 88: 95.

Fenner, M. & Thompson, K. (2005): The Ecology of Seeds. – Cambridge University Press, Cambridge: 250 pp.

Fischer, W. (1986) Mitteilungen zur Propagation und Soziologie von Neophyten Brandenburgs. – Gleditschia 14: 291–304.

Gatterer, K., Nezadal, W., Fürnrohr, F., Wagenknecht J. & Welß, W. (2003): Flora des Regnitzgebietes. Die Farn- und Blütenpflanzen im zentralen Nordbayern. 2 Bände – IHW-Verlag, Eching: 1058 S.

Gosper, C. R. (2004): Fruit characteristics of invasive bitou bush, *Chrysanthemoides monilifera* (Asteraceae), and a comparison with co-occuring native plant species. – Austral. Journ. Bot. 52(2): 223–230.

Whelan, R. J. & French, K. (2005): The effect of invasive plant management on the rate of removal of vertebrate-dispersed fruits. – Plant Ecol. 184: 351–363.

Greenberg, C. H., Smith, L. M. & Levey, D. J. (2001): Fruit fate, seed germination and growth of an invasive vine – an experimental test of 'sit and wait' strategy. – Biol. Invasions 3: 363–372.

Grottkop, E., Rejmánek, M. & Rost, T. L. (2002): Toward an causal explanation of plant invasiveness: Seedling growth and life-history strategies of 29 pine (*Pinus*) species. – Amer. Naturalist 159: 396–419.

Hetzel, G. (1991): Beiträge zur Ruderalvegetation und Flora der Stadt Passau. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 62: 41–66.

– (2006): Die Neophyten Oberfrankens. Floristik, Standortcharakteristik, Vergesellschaftung, Verbreitung, Dynamik. – Dissertation an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg: 156 S.

– & Ullmann, I. (1983): Neue und bemerkenswerte Ruderalpflanzen aus Würzburg und Umgebung. – Göttinger Florist. Rundbr. 16: 76–84.

Hegi, G. (1995): Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band IV 2A. 3. Aufl. – Parey Verlag, Wien: 693 S.

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

JORDANO, P. (1995): Angiosperm fleshy fruits and seed dispersers: A comparative analysis of adaptation and constraints in plant-animal interactions. – Amer. Naturalist 145:163–191.

KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen. Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – Ulmer Verlag, Stuttgart: 380 S.

– & SUKOPP, H. (1986): Ökologische Folgen der Einführung neuer Pflanzenarten. – Gentechnologie 10:111–135.

LAUBNER, K. & WAGNER, G. (1996): Flora Helvetica. – Verlag Paul Haupt Bern, Stuttgart, Wien: 1613 S.

LAUERER, M. & RÖSCH, L. (2008): Nicht-autochthone Pflanzenarten im Studentenwald Bayreuth. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth. Im Druck.

– & WOITAS, B. (2004): Verwilderung exotischer Pflanzenarten im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität. – Ber. Naturwiss. Ges. Bayreuth 25: 247–266.

LIEFLÄNDER, A. (2006): Potential der generativen Ausbreitung und Vermehrung der einheimischen *Fragaria vesca* und der neophytischen *Duchesnea indica*. – Diplomarbeit, Univ. Bayreuth: 60 S.

– & LAUERER, M. (2007): Spontanvorkommen von *Duchesnea indica*: Ein Neophyt breitet sich in den letzten Jahren verstärkt aus. – Ber. Bayr. Bot. Ges. 77: 187–200.

LUO, X.-G. & DONG, M. (2002): Architectural plasticity in response to soil moisture in the stoloniferous herb, *Duchesnea indica*. – Acta Bot. Sinica 44: 97–100.

MAURER, W. (1996): Flora der Steiermark, Band I. – IWH Verlag und Verlagsbuchhandlung, Eching: 312 S.

MELZER, H. (1987): Neues zur Flora von Steiermark, XXIX. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 117: 89–104.

– (1994): *Sporobolus negelctus* NASH., ein neues Gras in der Flora Österreich, und Funde weiterer bemerkenswerter Blütenpflanzen in Kärnten. – Carinthia II 184/104: 499–513.

MORAVCOVÁ, L. PERGLOVÁ, I., PYŠEK P., JAROŠÍK, V. & PERGL, J. (2005): Effects of fruit position on fruit mass and seed germination in the alien species *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) and the implications for its invasion. – Acta Oecol. 28: 1–10.

NARUHASHI, N. & IWATSUBO, Y. (1991): Comparative morphology of flowers and chromosome numbers in *Duchesnea indica* (Rosaceae) from Nepal and Japan. – In: OHBA, H. & MALLA, S. B. (eds.): The Himalayan Plants. Vol 2: 11–15. – University of Tokyo Press, Tokyo.

– & SUGIMOTO, M. (1996): The floral Biology of *Duchesnea* (Rosaceae). – Plant Species Biology 11: 173–184.

NEPPLE, A. (2003): Vergleich der autökologischen Merkmale und der Konkurrenzstärke von *Fragaria vesca* und *Duchesnea indica*. – Diplomarbeit, Univ. Bayreuth: 92 S.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 7., überarb. und erg. Aufl. – Ulmer, Stuttgart: 1050 S.

PYŠEK, P. (1997): Clonality and plant invasions: Can a trait make a difference? – In: DE KROON, H. & VAN GROENENDAEL, J. (eds): The Ecology and Evolution of Clonal Plants: 405–427 – Backhuys Publishers, Leiden.

REJMÁNEK, M. (1996): A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. – Biol. Conserv. 78: 171–181.

RICHARDSON, D. M., ALLSOPP, N., D´ANTONIO, C. M., MILTON, S. J. & REJMÁNEK, M. (2000): Plant invasions – the role of mutualism. – Biol. Review 75: 65–93.

SALLABANKS, R. (1993): Fruiting plant attractiveness to avian seed dispersers: native vs. invasive *Crataegus* in western Oregon. – Madrono 40: 108–116.

SCHEUERER, M. & AHLMER, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltsch., 165. Augsburg: 372 S.

SCHIFFMANN, P. M. (1997): Animal-mediated dispersal and disturbance: Driving forces behind alien plant naturalization. – In: LUKEN, J. O. & THIERET, J. W. (Hrsg.): Assessment and management of plant invasions. Springer Verlag, New York: 324 S.

SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKI, A. (Hrsg., 1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart: 751 S.

SHADEL, W. P. & MAOLOFSKY, J. (2002): Habitat and population effects on the germination and early survival of the invasive weed, *Lythrum salicaria* L. (purple loosestrife). – Biol. Invasions 4: 413–423.

SILVERSTEIN, R. P. (2005): Germination of native and exotic plant seeds dispersed by coyotes (*Canis latrans*) in southern California. – Southwestern Naturalist 50(4): 472–478.

SUKOPP, H. (1995): Neophytie und Neophytismus. – In BÖCKER, R., GEBHARDT, H., KONOLD, W. & SCHMIDT-FISCHER, S. (Hrsg.): Gebietsfremde Pflanzenarten: 3–32. Ecomed Verlag, Landsberg/Lech.

VILA, M. & D´ANTONIO,C. M. (1998): Fruit choice and seed dispersal of invasive vs. noninvasive *Carpabrotus* (Aizoaceae) in coastal California. – Ecology 79: 1053–1060.

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

VIVIAN-SMITH, G., GOSPER, C. R., STANSBURY, C. & WHITE, E. (2006): Weed invasions: taking a bird´s eye view of fleshy-fruited alien invaders. – Plant Protecion Quarterly 21(4): 139–141.
– & PANETTA, F. D. (2005): Seedling recruitment, seed persistance and aspects of dispersal ecology of the invasive moth vine, *Araujia sericifera* (Asclepiadaceae). – Austral. Journ. Bot. 53(3): 225–230.
WILSON, S. B., WILSON, P. C. & TIGNOR, M. E. (2001): Germination of potentially invasive ornamental plants under varying conditions. – Hort Science 36(3): 556.
WU, Z. & RAVEN, P. H. (2003): Flora of China. Vol 9: 338–339 – Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.

Dr. Marianne Lauerer (sowie alle anderen Autoren)
Ökologisch-Botanischer Garten
Universität Bayreuth
Universitätsstraße 30
95440 Bayreuth
marianne.lauerer@uni-bayreuth.de

Manuskript eingereicht am 17.09.2008, endgültig angenommen am 08.12.2008.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: NS_29

Autor(en)/Author(s): Lauerer Marianne, Liefländer Anne, Schelter Nicole

Artikel/Article: Limitieren Samenproduktion, Samenkeimung und Fruchtausbreitung bei Duchesnea indica die Besiedlung neuer Standorte? 261-276