

Neue Nachweise der Kolumbianischen Zwergwasserlinse *Wolffia columbiana* in Europa – Bei wie vielen vermeintlichen Vorkommen von *Wolffia arrhiza* handelt es sich in Wirklichkeit um den Neophyten?*

ULF SCHMITZ, STEFFEN KÖHLER & HASKO NESEMANN

Kurzfassung

Die aus Amerika stammende, neophytische Kolumbianische Zwergwasserlinse *Wolffia columbiana* wurde in Europa erstmals im Jahr 2013 in Deutschland und den Niederlanden nachgewiesen. Daraufhin wurden weitere 11 Freilandvorkommen von *Wolffia* aus Deutschland (Nordrhein-Westfalen, Hessen und Rheinland-Pfalz), den Niederlanden und Polen überprüft. Bei 10 der insgesamt 13 untersuchten Proben handelte es sich um *Wolffia columbiana*, darunter alle 8 bislang untersuchten Vorkommen aus Deutschland. Lediglich bei 3 Freilandproben aus den Niederlanden und Polen handelte es sich um die einheimische *Wolffia arrhiza*. Der Neophyt scheint also durchaus weiter verbreitet zu sein als gedacht. Die Unterscheidung beider Arten ist nicht ganz leicht, die Unterscheidungsmerkmale werden vorgestellt. Die Vorkommen von *Wolffia* in Europa sollten überprüft werden, um zu klären, wie viele Vorkommen von *Wolffia arrhiza* es überhaupt noch gibt, und bei wie vielen Vorkommen es sich tatsächlich um die neophytische *Wolffia columbiana* oder andere neophytische *Wolffia*-Arten handelt.

Abstract: New records of the alien Columbian Watermeal *Wolffia columbiana* in Europe – How many of the assumed occurrences of *Wolffia arrhiza* are in reality the alien species?

The watermeal *Wolffia columbiana* is native to the Americas. In 2013, the first 2 occurrences of *Wolffia columbiana* were recorded in Germany and the Netherlands. Consequently, 11 further occurrences of *Wolffia* from Germany (North Rhine-Westphalia, Hesse and Rhineland-Palatinate), the Netherlands and Poland were examined. Of a total of 13 samples, all 8 samples from Germany and 2 from the Netherlands turned out to be *Wolffia columbiana*. Only 3 samples from the Netherlands and from Poland were identified as the native *Wolffia arrhiza*. Thus the alien species seems to be more widespread than previously thought. Since the differentiation of both species is not easy, the distinguishing features are presented. Other occurrences of *Wolffia* in Europe should be assessed in order to identify how many of them are populations of the non-native *Wolffia columbiana* or other non-native *Wolffia* species.

1 Einleitung

Bei den Zwergwasserlinsen (*Wolffia*) aus der Familie der Wasserlinsengewächse (*Lemnaceae*) bzw. der Aronstabgewächse im weiteren Sinne (*Araceae* s. l.) handelt es sich um die kleinsten Blütenpflanzen der Welt (DAUBS 1965, FINTHA 1979). Die Gattung *Wolffia* umfasst weltweit elf Arten, von denen nur *Wolffia arrhiza* (L.) HORKEL ex WIMM. in Europa einheimisch ist (CRAWFORD & LANDOLT 1995). Die Vorkommen von *W. arrhiza* in Mitteleuropa haben in den letzten Jahrzehnten abgenommen, sodass die Art vielerorts selten geworden oder sogar ganz verschwunden ist. So steht die Art als stark gefährdet auf der Roten Liste der Pflanzenarten Deutschlands (KORNECK & al. 1996). In einzelnen Bundesländern gelten noch höhere Gefährdungsgrade. So wird *W. arrhiza* beispielsweise auf den Roten Listen für Nordrhein-Westfalen und Sachsen in der Kategorie 1 als vom Aussterben bedroht geführt (RAABE & al. 2010, SCHULZ 1999), in Hessen als ausgestorben (Kategorie 0, BVNH 2008). In Brandenburg und Niedersachsen gilt die Art "nur" als gefährdet (Kategorie 3, GARVE 2004, LUGV 2006), während in den Niederlanden noch zahlreiche Fundorte verzeichnet sind und die Art als ungefährdet gilt (SPARRIUS & al. 2014, NDFP 2016).

Im Jahr 2013 wurden die ersten beiden Funde der amerikanischen Art *Wolffia columbiana* KARSTEN in Europa entdeckt (SCHMITZ & al. 2014). Die Fundorte lagen in Deutschland bei Düsseldorf-Urdenbach und in den Niederlanden südlich von IJmuiden. Da sich die neophytische *W. columbiana* und die einheimische *W. arrhiza* recht ähnlich sehen, entstand der Verdacht, dass möglicherweise weitere Vorkommen von *W. columbiana* vorhanden sein könnten, die irrtümlicherweise bislang für die einheimische Art gehalten wurden. Daher wurden in den Jahren 2014 und 2015 weitere elf Fundorte von *Wolffia* untersucht und ihre Artzugehörigkeit bestimmt.

* Außerdem erschienen am 09.07.2016 als Veröff. Bochumer Bot. Ver. 8(1): 1–10.

2 Orte der Probenahme und Bestimmung

Fundorte

Die untersuchten *Wolffia*-Proben wurden nach zufälliger Verfügbarkeit untersucht. Hierfür wurde von den Autoren (U. SCHMITZ und H. NESEMANN) gesammeltes sowie von dritter Seite (siehe Danksagung) zugesandtes Probenmaterial aus Deutschland, den Niederlanden und Polen herangezogen (Tab. 1, Abb. 1). Hierfür wurden sowohl aus der Literatur bekannte als auch persönlich mitgeteilte Fundorte von *Wolffia* gezielt besammelt und überprüft.

Tab. 1: Übersicht über die beprobten Fundorte

Nr.	Staat	Provinz/ Bundesland	Ort	Proben- ent- nahme (Jahr)	<i>Wolffia</i> -Art	Finder/ Probennehmer
1	D	NRW	Düsseldorf, Urdenbacher Kämpe	2013	<i>columbiana</i>	SCHMITZ
2	NL	Noord-Holland	Ijmuiden, Dünengewässer	2013	<i>columbiana</i>	SCHMITZ
3	NL	Limburg	Arcen, Kasteeltuिन	2014	<i>columbiana</i>	VAN DE WEYER
4	D	Hessen	Großkrotzenburg, Schiffliche	2015	<i>columbiana</i>	NESEMANN
5	D	Hessen	Hanau-Klein-Steinheim, Lache-Unterlauf Bach	2015	<i>columbiana</i>	NESEMANN
6	D	NRW	Würselen, zwischen Klinkheide und Pley	2015	<i>columbiana</i>	HAESE, SCHMITZ
7	NL	Noord-Brabant	Patersbadje Best	2015	<i>arrhiza</i>	BRUINSMA
8	NL	Noord-Brabant	Bosvijver bij de kapel in Udenhout	2015	<i>arrhiza</i>	BRUINSMA, VEREIJKEN
9	D	Rheinland-Pfalz	Rheinaltwasser Sporkenheimer Graben bei Sporkenheim	2015	<i>columbiana</i>	NESEMANN
10	D	Rheinland-Pfalz	Rhein bei Ingelheim, "Jung- aue" bei der Rheinstraße neben Fähre nach Oestrich- Winkel	2015	<i>columbiana</i>	NESEMANN
11	D	Rheinland-Pfalz	Neuwied, kleine Abgrabung zwischen Kannsee und Rhein	2015	<i>columbiana</i>	KORNECK, SIEVERS, RAABE
12	D	Hessen	Hanau-Klein-Steinheim, La- che-Unterlauf Stillgewässer	2015	<i>columbiana</i>	NESEMANN
13	PL	Westpommern	Karsibór 5, 78-505 Karsibór, Entenweiher	2015	<i>arrhiza</i>	KÖNIG

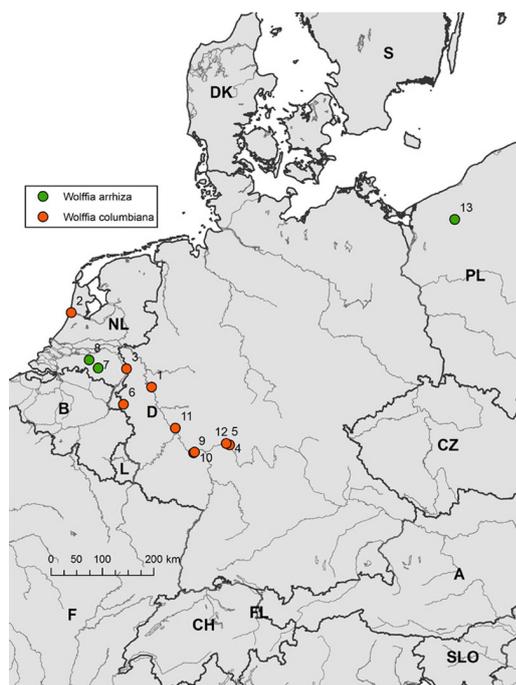


Abb. 1: Fundorte der untersuchten *Wolffia*-Proben in Mittel- und Westeuropa.

Bestimmung

Zur Bestimmung dienten die monographischen Arbeiten von DAUBS 1965 und LANDOLT (1980, 1986, 1994), in denen Bestimmungsschlüssel, Artbeschreibungen und Karten der weltweiten Verbreitung enthalten sind. Auf dieselben Quellen bezieht sich auch die Nomenklatur der wissenschaftlichen Artnamen. Des Weiteren flossen Hinweise von ARMSTRONG (schriftl. Mitt.) und eigene Beobachtungen ein. Die Proben wurden in frischem Zustand mit Stereolupe und Lichtmikroskop untersucht. Außerdem wurden sie zum überwiegenden Teil zusätzlich mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht, da wichtige Bestimmungsmerkmale, wie die Zahl der Spaltöffnungen, im Lichtmikroskop aufgrund der Dicke der untersuchten Sprosse und des geringen Kontrastes oft nur schwer zu erkennen sind.

Die Vorbereitung und Durchführung der Rasterelektronenmikroskopie folgten einer abgewandelten Methode von WHITE & WISE (1998). Hierfür wurden die Proben zunächst eine Stunde in Glutaraldehyd (2,5 %) fixiert, danach dreimal mit phosphatgepufferter Salzlösung (PBS) gewaschen und anschließend in einer aufsteigenden Alkoholreihe (50 % – 70 % – 80 % – 90 % – 96 % – 100 %) für jeweils 10 min entwässert. Nachfolgend wurden die Proben in zwei Stufen in 100 % Aceton überführt und mit Hilfe der Kritischpunkttrocknung getrocknet. Die getrockneten Proben wurden mithilfe von Leit-Tabs (Plano) auf REM-Proben-teller montiert und mit Gold besputtert. Die Betrachtung erfolgte am Zeiss-Rasterelektronenmikroskop Leo 1430 VP bei 18 kV.

3 Ergebnisse

Unterschiede zwischen beiden Arten

Gemäß der Bestimmungsmerkmale bei DAUBS (1965), LANDOLT (1980, 1986, 1994), ARMSTRONG (schriftl. Mitt.) und eigenen Beobachtungen unterscheiden sich *Wolffia arrhiza* und *W. columbiana* auf folgende Weise:

***Wolffia arrhiza* – Europäische Zwergwasserlinse (Abb. 2, 4, 6):** Stomata (10–) 15–100 pro Spross. Sprossoberseite abgeflacht, von oben betrachtet liegt nur ein schmaler Saum unter Wasser. Die größte Breite der Sprosse wird daher bereits kurz unterhalb der Wasseroberfläche erreicht. Von der Seite ist ein kahnförmiges Hinterende erkennbar. Der oberhalb des Wassers liegende Bereich auf der Oberseite ist undurchsichtig und intensiv glänzend grün. Die Stomata sind unter dem Binokular bei starker Vergrößerung (ab ca. 40 x) als helle Punkte erkennbar. In Europa extrem selten blühend.

***Wolffia columbiana* – Kolumbianische Zwergwasserlinse (Abb. 3, 5, 7):** Stomata 1–15 pro Spross. Oberseite oval abgerundet, von oben betrachtet, hat eine viel kleinere Fläche Luftkontakt, und es liegt ein breiter Rand unter Wasser. Die größte Breite der Sprosse liegt daher deutlich unterhalb der Wasseroberfläche. Bei seitlicher Betrachtung ergibt sich ein ovales Profil ohne kahnförmiges Hinterende. Sprosse von oben heller grün und leicht transparent. Die Stomata sind unter dem Binokular auch bei starker Vergrößerung nur ausnahmsweise erkennbar und nicht heller als das umgebende Gewebe. Regelmäßig sind auch blühende Exemplare zu finden.

Da man nicht ausschließen kann, dass in Zukunft weitere neophytische *Wolffia*-Arten eingeschleppt werden, muss immer auch mit dem Auftreten weiterer Arten gerechnet werden. Hier ist insbesondere auf die amerikanische *W. borealis* zu achten, die in ihrer Heimat sehr kältetolerant ist, mit Einschränkungen aber auch auf *W. brasiliensis*, *W. globosa* oder *W. australiana* (siehe Diskussion), deren Verbreitungsgebiet an gemäßigte Breiten heranreicht. Illustrierte Bestimmungsschlüssel über die weltweit insgesamt elf *Wolffia*-Arten finden sich bei LANDOLT (1980, 1986, 1994).



Abb. 2: *Wolffia arrhiza*, von oben gesehen liegt nur ein schmaler Rand unter Wasser, die Oberfläche ist abgeflacht und opak. Die Spaltöffnungen sind als helle Pünktchen im Lichtmikroskop zu erkennen (Patersbadje Best, 2015, S. KÖHLER, U. SCHMITZ).



Abb. 3: *Wolffia columbiana*, von oben gesehen liegt ein relativ breiter Rand unter Wasser, der Spross ist von oben abgerundet und leicht transparent. Die Stomata sind im Lichtmikroskop kaum zu erkennen (Neuwied, 2015, U. SCHMITZ).

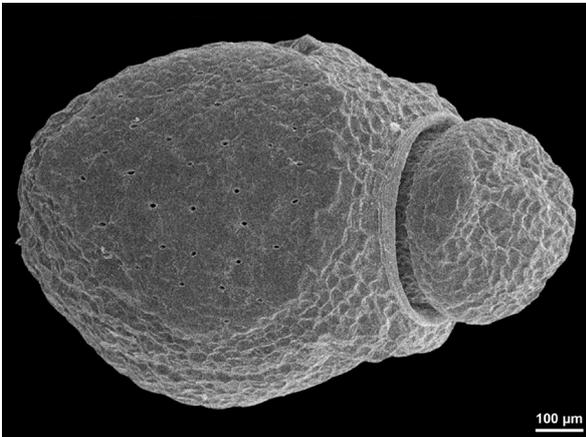


Abb. 4: *Wolffia arrhiza*, von oben (REM-Aufnahme). Die Art hat in der Regel mehr als 15 Spaltöffnungen (Udenhout, 2015, S. KÖHLER, U. SCHMITZ),

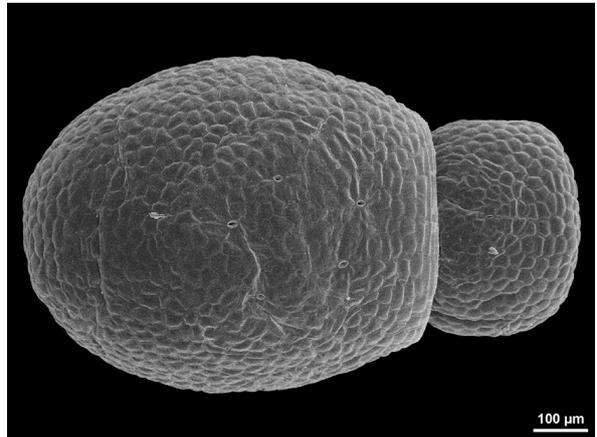


Abb. 5: *Wolffia columbiana*, von oben (REM-Aufnahme). Die Art hat in der Regel weniger als 15 Spaltöffnungen (Steinheim, 2015, S. KÖHLER, U. SCHMITZ).

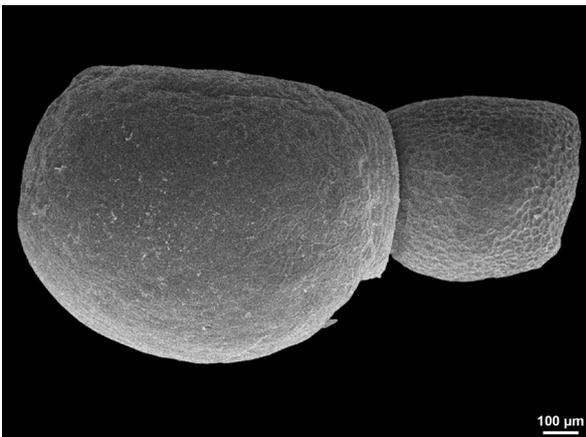


Abb. 6: *Wolffia arrhiza*, von der Seite (REM-Aufnahme). Durch die oberseits abgeflachte Form wirkt der Spross von der Seite kahnförmig (Udenhout, 2015, S. KÖHLER, U. SCHMITZ).

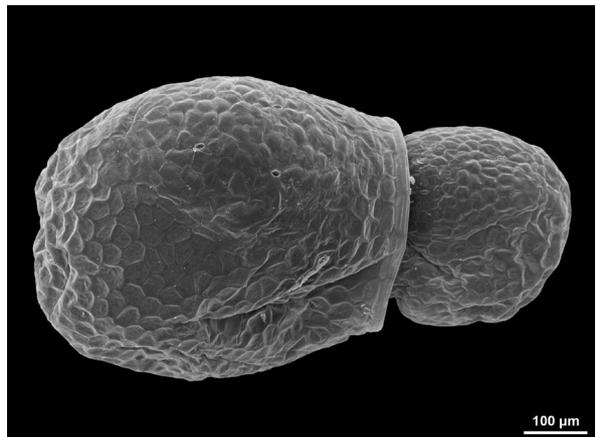


Abb. 7: *Wolffia columbiana*, von der Seite (REM-Aufnahme). Die elliptisch abgerundete Form ist gut zu erkennen (Düsseldorf-Urdenbach, 2013, S. KÖHLER, U. SCHMITZ).

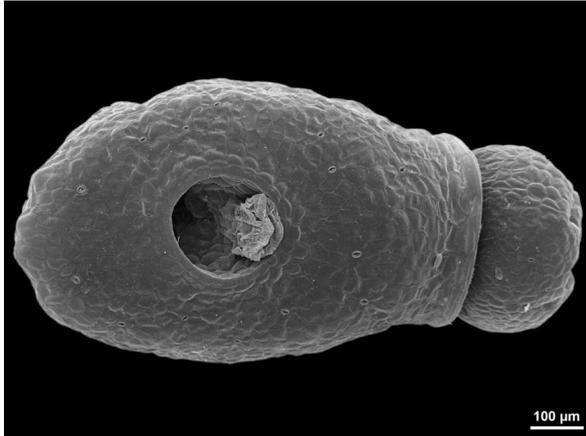


Abb. 8: *Wolffia columbiana* mit Blüte (REM-Aufnahme) (Düsseldorf-Urdenbach, 2013, S. KÖHLER, U. SCHMITZ).

Bestimmungsergebnisse der untersuchten Proben

Von den 13 untersuchten Proben erwiesen sich nur drei als *Wolffia arrhiza*, während es sich bei zehn Proben um *W. columbiana* handelte (Tab. 1). Die Fundorte der drei Vorkommen von *W. arrhiza* lagen in den Niederlanden und in Polen. Die zehn Fundorte von *W. columbiana* lagen in Deutschland und den Niederlanden (Abb. 1). Somit handelte es sich bei allen acht untersuchten Proben aus Deutschland um *W. columbiana*. In mehreren Proben von *W. columbiana* waren blühende Exemplare zu finden (Abb. 8).

4 Diskussion

In ihrem Herkunftsgebiet erstreckt sich das Areal von *Wolffia columbiana* vom südlichen Kanada über Mittelamerika bis nach Argentinien, sodass bis auf die kältesten Regionen (boreal-arktisch bzw. austral-antarktisch) sämtliche Klimazonen besiedelt werden. Deutliche Schwerpunkte von Vorkommen liegen dabei im Osten der Vereinigten Staaten, in Mittelamerika, Kolumbien und Venezuela sowie im Norden Argentiniens (LANDOLT 1986, 1994).

Bei *Wolffia arrhiza* handelt es sich hingegen um eine altweltliche Art mit einem disjunkten Verbreitungsgebiet, dessen nördlicher Teil sich in Europa von der Nord- und Ostsee bis zum nordafrikanischen Mittelmeerraum erstreckt und dessen südlicher Teil in Afrika südlich der Sahara liegt. Arealkarten der weltweiten Verbreitung der verschiedenen *Wolffia*-Arten sind bei LANDOLT (1986, 1994) zu finden.

Gemäß LANDOLT (1986) ist bei *Wolffia columbiana* ein ähnlicher Prozentsatz in der Größenordnung von ca. 1,5–3 % an blühenden Exemplaren am natürlichen Standort zu finden wie bei *W. arrhiza*. Allerdings wurden bei *W. arrhiza* fast noch nie blühende Exemplare in Europa gefunden, mit der Ausnahme eines Einzelfundes im nördlichen Vorland des Kaukasus (BENKOVÁ 1957, HEGI 1980) und drei Fundorten in Istrien (KRAJNČIČ 1989). Die Tatsache, dass mehrere der aktuell untersuchten Proben blühende Exemplare enthielten, darunter beide Erstfunde aus dem Jahr 2013 (SCHMITZ & al. 2014), ist somit ein weiterer Hinweis auf die Identität der Proben von *W. columbiana*. Die beiden Funde von *Wolffia columbiana* im Jahr 2013 (SCHMITZ & al. 2014) stellen die Erstdnachweise dieser amerikanischen Art in Europa dar.

Die Entwicklung des Erstfundes von *Wolffia columbiana* in der Urdenbacher Kämme südlich von Düsseldorf wurde auch in den Folgejahren beobachtet. Es zeigte sich, dass die Population von *W. columbiana* nach dem Erstfund im Jahr 2013 nicht nur drei (milde) Winter überstehen konnte, sondern sich auch deutlich ausbreiten und zunehmen konnte. So wurde die Pflanze bereits 2014, also nur ein Jahr später, in einer Entfernung von 2,8 km oberhalb

des ersten Fundortes nachgewiesen, also entgegen der Strömungsrichtung des langsam fließenden Gewässers an einer Stelle, an der sie 2013 trotz gezielter Suche noch nicht gefunden werden konnte. Bereits im Jahr 2015 waren weitere Stillgewässer in der näheren Umgebung mit vielen Zehntausenden Exemplaren besiedelt, wo *W. columbiana* allerdings nicht in Einartbeständen, sondern in Wasserlinsendecken in den Lücken zwischen verschiedenen *Lemna*-Arten und *Spirodela polyrhiza* wuchs (Abb. 9–10).

Die Vorkommen in Hessen und Rheinhessen wurden 2014 und 2015 gezielt aufgesucht, wobei hier eine Anzahl von Fundangaben (MALENDE 1957, LISPER & DOBERAUER 1958, SEIBIG 1977, K. P. BUTTLER, pers. Mitt. 2015) als *Wolffia arrhiza* veröffentlicht waren. Ein weiterer neu entdeckter Bestand (Fundort Nr. 4) war ebenfalls zunächst als *W. arrhiza* publiziert worden (NESEMANN 2014). Eine genauere Überprüfung im Sommer 2015 ergab hier allerdings einen stark anwachsenden Bestand von *Wolffia columbiana*. Neben den in Tab. 1 angeführten Fundorten wurden im Juni 2015 einzelne driftende *Wolffia columbiana* in Hessen in einer Bucht des Rheins bei Niederwalluf angetroffen (H. NESEMANN), was auf die eindrucksvoll rasche Ausbreitung dieses Neophyten über die Drift der Ströme hinweist.



Abb. 9: *Wolffia columbiana* bildet gemeinsam mit *Spirodela polyrhiza* und *Lemna minor* eine dichte Decke an der Wasseroberfläche (Baumberger Tümpel südl. Düsseldorf, 22.08.2015, U. SCHMITZ).



Abb. 10: *Wolffia columbiana*, Habitat in dichter Wasserlinsendecke mit unter anderem *Spirodela polyrhiza* (Baumberger Tümpel südl. Düsseldorf, 09.07.2015, U. SCHMITZ).

In den Niederlanden wurde *Wolffia columbiana* nach dem Erstfund im Jahr 2013 (SCHMITZ & al. 2014) in den Folgejahren an zahlreichen Stellen gefunden (NDFP 2016). Auch von zwei Funden von *W. australiana* aus dem Jahr 2014 wurde in diesem Zusammenhang berichtet (ACHTERKAMP & SOES 2014). Doch dürfte es diese Art, die aus Südaustralien und dem nördlichen Neuseeland stammt, schwer haben, mitteleuropäische Winter dauerhaft zu überleben. LANDOLT (1994) gibt für das ursprüngliche Areal von *W. australiana* als niedrigste Durchschnittstemperatur der drei kältesten Monate +8 °C an, sodass diese Art in Mitteleuropa möglicherweise nur ephemeral auftritt. *W. arrhiza* und *W. columbiana* sind deutlich besser an Kälte angepasst. So gibt LANDOLT (1994) für das Areal dieser Arten als niedrigste Durchschnittstemperatur der drei kältesten Monate -8 °C für *W. arrhiza* und -12 °C für *W. columbiana* an. In einem Areal mit ähnlich niedrigen Temperaturen kommt auch die nordamerikanische Art *W. borealis* vor, für die LANDOLT (1986) eine Durchschnittstemperatur von bis zu -8 °C für die drei kältesten Monate angibt. Zwei weitere an einigermaßen gemäßigtes Klima adaptierte *Wolffia*-Arten sind die in Mittel- und Ostasien vorkommende *W. globosa* sowie die in Nord-, Mittel- und Südamerika vorkommende *W. brasiliensis*, für deren Areal LANDOLT (1986) jeweils +1 °C bzw. -1 °C als niedrigste Durchschnittstemperatur für die kältesten drei Monate angibt. Von den weltweit vorkommenden elf Arten hat demnach

außer *W. columbiana* insbesondere *W. borealis* das Potenzial, eine Einschleppung nach Europa dauerhaft zu überleben, sodass in Zukunft auf diese Art ebenfalls besonders zu achten ist.

Die Verbreitung von *Wolffia*-Arten über längere Distanzen kann ähnlich wie bei anderen Lemnaceen durch Wasservögel erfolgen, an deren Körper die Sprosse anhaften, sodass vor allem entlang der Hauptzugrouten von Vögeln mit einer Ausbreitung zu rechnen ist (JÄGER 1964). Der Transport von *W. columbiana* über den Atlantik ist jedoch viel wahrscheinlicher auf Aquarianer zurückzuführen, die ihre überschüssigen Aquarienpflanzen in heimische Gewässer aussetzen und entsorgen, was weltweit zur Einschleppung fremder Wasserpflanzen führt (BRUNEL 2009, CHAMPION & al. 2010, HUSSNER & al. 2010, HUSSNER 2012).

Über kürzere Distanzen ist ebenfalls eine Ausbreitung durch Wasservögel und zusätzlich über andere Vektoren möglich. So konnte der Erstautor nach dem Betreten von Gewässern mit *Wolffia*-Vorkommen zahlreiche Sprosse an seinen Gummistiefeln finden, die dort sehr gut anhafteten und nur mühsam vollständig entfernt werden konnten (Abb. 11).



Abb. 11: *Wolffia columbiana* an Gummistiefel anhaftend (Baumberger Tümpel südl. Düsseldorf, 09.07.2015, U. SCHMITZ).

Bei eingeführten oder eingeschleppten fremdländischen Pflanzen ist es grundsätzlich möglich, dass sich bestimmte Arten am Ort der Einschleppung so stark vermehren, dass sie negative Auswirkungen auf einheimische Ökosysteme haben können. In den letzten Jahrzehnten war dabei eine Zunahme in der Anzahl problematischer aquatischer Neophyten in Europa zu verzeichnen (SHEPPARD & al. 2006, VILÀ & al. 2010, HUSSNER 2012). Mögliche negative Auswirkungen der Einschleppung von *W. columbiana* sind derzeit jedoch noch nicht zu erkennen. Da bislang keine Fundorte mit einem gemeinsamen Vorkommen von *W. columbiana* und *W. arrhiza* bekannt wurden und experimentelle Befunde fehlen, kann über mögliche Konkurrenz oder Verdrängungsprozesse zwischen beiden Arten noch keine Aussage getroffen werden.

Dass Vorkommen von *Wolffia columbiana* oder anderen exotischen *Wolffia*-Arten in Europa bis zum Jahr 2013 unbekannt waren, muss nicht heißen, dass es sie vorher nicht gegeben hat. Aufgrund ihrer geringen Größe sind *Wolffia*-Sprosse grundsätzlich leicht zu übersehen. Da in den gängigen Florenwerken für Europa nur *W. arrhiza* aufgeführt ist, gelangt man mit den üblichen Bestimmungsbüchern immer nur zu *W. arrhiza*. Als weitere Schwierigkeit kommt hinzu, dass sich die weltweit elf vorkommenden *Wolffia*-Arten aufgrund ihrer Ähnlichkeit und ihrer geringen Größe nicht leicht bestimmen lassen. Hierzu ist entsprechende Fachliteratur (DAUBS 1965, LANDOLT 1980, 1986, 1994) und eine mikroskopische Ausstattung nötig. Insgesamt scheint es daher wahrscheinlich, dass es sich bei etlichen Fundpunkten von *W. arrhiza* in Verbreitungsatlantiken (z. B. NETPHYD 2014) und sonstigen Fundortangaben in Wirklichkeit um die neophytische Art *W. columbiana* oder eventuell weitere nicht einheimische *Wolffia*-Arten handelt. Damit wäre *W. arrhiza* möglicherweise erheblich seltener als gedacht.

Für Nordrhein-Westfalen wurden die letzten Angaben von *Wolffia arrhiza* für 1994 bei Wesel gemacht (ABTS 1994) und für 2008 nördlich von Aachen (RAABE & al. 2010). Letzteres

Wolffia-Vorkommen existierte bei einer gezielten Nachsuche durch den Erstautor im Jahr 2015 immer noch. Die dort vorkommende *Wolffia*-Art stellte sich allerdings als *W. columbiana* heraus, sodass *W. arrhiza* in NRW gegenwärtig als ausgestorben gelten muss, was auch bei einer Neuauflage der Roten Liste für NRW in einer Herabstufung von Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) auf Kategorie 0 (ausgestorben) Berücksichtigung finden wird.

In jedem Fall scheint die kritische Überprüfung aller bekannten vermeintlichen Vorkommen von *Wolffia arrhiza* empfehlenswert. Außerdem sollte in Gewässern verstärkt auf Vorkommen von *Wolffia* geachtet werden und Neufunde sollten immer unter dem Aspekt betrachtet werden, dass es sich nicht zwangsläufig um *W. arrhiza* handeln muss.

Da die Sprosse von *Wolffia* beim Trocknen stark verschrumpeln, führt die Betrachtung von Herbarmaterial dieser Gattung nach den Erfahrungen der Autoren nicht zu einem brauchbaren Bestimmungsergebnis. Es erwies sich dagegen als gut möglich, die Sprosse in einer Konservierungsflüssigkeit aufzubewahren. So bleibt bei einer Lagerung in Alkohol die Form der Sprosse gut erhalten, allerdings entfärben sich die Sprosse. Bei einer Lagerung in verdünnter Lösung von Formaldehyd oder Glutaraldehyd bleibt auch die grüne Färbung der Sprosse erhalten. Beim Umgang mit beiden letzteren Flüssigkeiten ist zu beachten, dass diese giftig sind und deren Dämpfe nicht eingeatmet werden sollten. Probenmaterial kann auch relativ problemlos über mehrere Monate in einem Gefäß mit Wasser an einem hellen Standort (Fensterbank) aufbewahrt werden. Hier ist zu beachten, dass sich in der Kultur die Größe und Form der Sprosse verändern kann. So konnte der Erstautor beobachten, dass in einer Fensterbankkultur von *W. columbiana* die Sprosse nach einigen Monaten verringerte Größen aufwiesen, sodass man diese mit der kleineren, aber ansonsten recht ähnlichen *W. globosa* hätte verwechseln können.

Der Erstautor bietet an, dass man ihm Proben von *Wolffia* zur Bestimmung zuschicken kann. Der Versand sollte möglichst frisch in einem kleinen Kunststoffgefäß mit Wasser erfolgen (z. B. in einem "Eppendorf-Hütchen"). Vor einem Versand wird um eine kurze Rücksprache (z. B. per E-Mail) gebeten, damit der schnelle Empfang und eine zügige Untersuchung der Proben gewährleistet sind.

Danksagungen

Unser besonderer Dank gilt Prof. WAYNE P. ARMSTRONG "Mr. Wolffia" (Palomar College, San Marcos, California, USA), der das Bestimmungsergebnis von *Wolffia columbiana* überprüfte und bestätigte. Prof. Dr. HARTMUT GREVEN (Düsseldorf) half bei der Anfertigung der lichtmikroskopischen Fotos. JOHN BRUINSMA (Breugel, NL), Dr. ROLF SIEVERS (Bonn), ANDREAS KÖNIG (Frankfurt) und Dr. KLAUS VAN DE WEYER (Nettetal) sammelten und schickten Probenmaterial. Dr. KARL P. BUTTLER (Seckbach) übermittelte ältere eigene Fundangaben. Dr. ANDREAS HUSSNER (Uni Düsseldorf), UWE RAABE (LANUV Recklinghausen) und PAUL CHAMPION (NIWA, Hamilton, New Zealand) gaben wertvolle Hinweise und lieferten Beiträge zu fruchtbaren Diskussionen. Dr. STEFAN SCHREIBER (University of Alberta, Edmonton, Kanada) half bei der sprachlichen Verbesserung der englischen Zusammenfassung. Ihnen allen sei hiermit ganz herzlich gedankt.

Literatur

- ABTS, U. 1994: Neue und bemerkenswerte Blütenpflanzen des Niederrheins unter besonderer Berücksichtigung kritischer und schwer unterscheidbarer Sippen. – Florist. Rundbr. 28(1): 6–24.
- ACHTERKAMP, B. & SOES, M. 2014: Twee nieuwe soorten *Wolffia* voor Nederland. – Flornia – Nieuwsbrief van de Floron districten D9 & 22 Gelderland-West en -Midden. 21–23. – http://www.floron.nl/Portals/1/Plaatjes/Districten/D22_Floronia_najaar_2014.pdf [28.04.2016].
- BENKOVÁ, D. 1957: *Wolffia* bezkorenná [*Wolffia arrhiza* (L.) WIMM.] na južnom Slovensku. – Biologia (Bratislava) 12(6): 460–463.
- BRUNEL, S. 2009: Pathway analysis: aquatic plants imported in 10 EPPO countries. – EPPO Bull. 2: 201–213.
- BVNH 2008: Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens, 4. Fassung. Erstellt von der Arbeitsgruppe "Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Hessens" der Botanischen Vereinigung für Naturschutz in Hessen e. V. (BVNH) im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz

- (HMULV). 186 S. – http://flora-deutschlands.de/Publikationen/2008_RL_Farn-_und_Samenpflanzen.pdf [03.03.2016].
- CHAMPION, P. D., CLAYTON, J. S. & HOFSTRA, D. E. 2010: Nipping aquatic plant invasion in the bud; weed risk assessment and the trade. – *Hydrobiologia* 656: 167-172.
- CRAWFORD, D. J. & LANDOLT, E. 1995: Allozyme divergence among species of *Wolffia* (*Lemnaceae*). – *Plant Syst. Evol.* 197: 59–69. – <http://link.springer.com/article/10.1007%2F00984632> [03.03.2016].
- DAUBS, E. H. 1965: A Monograph of *Lemnaceae*. – Illinois Biological Monographs 34, Univ. of Illinois Press, Urbana, 118 pp.
- FINTHA, I. 1979: Revision of the home distribution of *Wolffia arrhiza* (L.). – *Tiscia* 15: 71–79.
- GARVE, E. 2004: Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen, 5. Fassung vom 1.3.2004. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 24, Nr. 1: 1–76, Hildesheim.
- HEGI, G. (Hrsg.) 1980: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band 2/1, 3. Aufl., *Cyperaceae-Juncaceae*, Familie *Lemnaceae* bearbeitet durch R. KANDELER. – Berlin, Hamburg.
- HUSSNER, A. 2012: Alien aquatic plants in European countries. – *Weed Res.* 52: 297–306.
- HUSSNER, A., VAN DE WEYER, K., GROSS, E. M. & HILT, S. 2010: Comments on increasing number and abundance of non indigenous aquatic macrophyte species in Germany. – *Weed Res.* 50: 519–526.
- JÄGER, E. 1964: Zur Deutung des Arealbildes von *Wolffia arrhiza* (L.) WIMM. – *Ber. Deutsch. Botan. Ges.* 77: 101–111.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. 1996: Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands. – *Schriftenr. Vegetationskde.* 28: 21–187.
- KRAJNČIČ, B. 1989: Distribution of *Lemnaceae* in the region of Istria (Istra) and first discovery of flowering *Wolffia arrhiza* (L.) HORKEL ex WIMM. in Yugoslavia. – *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 55: 81–88.
- LANDOLT, E. 1980: Biosystematic investigations in the family of duckweeds (*Lemnaceae*) 1. Biosystematische Untersuchungen in der Familie der Wasserlinsen (*Lemnaceae*) 1. Key to determination. Cytological Variation. Amino acid composition and sugar content. Effects of nitrogen and phosphorus. Bibliography. List of studied material. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 70: 1–247.
- LANDOLT, E. 1986: Biosystematic investigations in the family of duckweeds (*Lemnaceae*) 2. The family of *Lemnaceae* – a monographic study Vol. 1. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 71: 1–566.
- LANDOLT, E. 1994: Taxonomy and Ecology of the Section *Wolffia* of the Genus *Wolffia* (*Lemnaceae*). – *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel* 60: 137-151.
- LISPER, H. & DOBERAUER, G. 1958: Ein zweiter reicher Bestand der Zwerglinse (*Wolffia arrhiza* (L.) WIMM.) im Offenbacher Gebiet. – *Hessische Florist. Br.* 7 (83. Brief): 3-4.
- LUGV (= Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz) 2006: Rote Liste der etablierten Gefäßpflanzen Brandenburgs. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 15(4) 2006. – www.lfu.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/pflanzen.pdf [03.03.2016].
- MALENDE, B. 1957: Die Zwerglinse, *Wolffia arrhiza* (L.) WIMMER, bei Steinheim a. Main. In memoriam HELMUT KLEIN. – *Hess. Florist. Briefe* 6 (68. Brief): 1-2.
- NDFF (= Nationale Datenbank Flora en Fauna) 2016: FLORON Verspreidingsatlas planten. <http://www.verspreidingsatlas.nl/planten> [03.03.2016].
- NESEMANN, H. 2014: Fundmeldungen Neufunde-Bestätigungen-Verluste. *Wolffia arrhiza*, Zwergwasserlinse 27/144. – *Bot. Naturschutz Hessen* 27: 99–104.
- NETPHYD (= NETZWERK PHYTODIVERSITÄT DEUTSCHLANDS AND BFN BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) 2014: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Münster.
- RAABE, U., BÜSCHER, D., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖTTE, R., HAEUPLER, H., JAGEL, A., KAPLAN, K., KEIL, P., KULBROCK, P., LOOS, G. H., NEIKES, N., SCHUMACHER, W., SUMSER, H. & VANBERG, C. 2010: Rote Liste und Artenverzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen – *Pteridophyta* et *Spermatophyta* – in Nordrhein-Westfalen. 4. Fassung, Stand Dezember 2010. – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW. – www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/natur/arten/rote_liste/pdf/RL-NW11-Farn-und%20Bluetenpflanzen-Pteridophyta-et-Spermatophyta-endst.pdf [03.03.2016].
- SCHMITZ, U., KÖHLER, S. & HUSSNER, A. 2014: First records of American *Wolffia columbiana* in Europe – Clandestine replacement of native *Wolffia arrhiza*? – *BiInvasions Records* 3: 213–216. www.reabic.net/journals/bir/2014/4/BIR_2014_Schmitz_Hussner.pdf [03.03.2016].
- SCHULZ, D. 1999: Rote Liste Farn- und Samenpflanzen. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. Materialien zu Naturschutz und Landschaftspflege 1999. – <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13914/documents/16297> [03.03.2016].
- SEIBIG, A. 1977: *Wolffia arrhiza* – die Zwergwasserlinse. Kleinste Blütenpflanze Europas im Kinzigtal. – *Gelnhäuser Heimat-Jahrbuch* 1977: 72–75.

- SHEPPARD, A. W., SHAW, R. H. & SFORZA, R. 2006: Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. – *Weed Res.* 46: 93–117.
- SPARRIUS, L., ODÉ, B. & BERINGEN, R. 2012: Basisrapport Rode Lijst Vaatplanten 2012 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. – FLORON Rapport 57, 179 pp., Nijmegen.
- VILÀ, M., BASNOU, C., PYSEK, P., JOSEFSSON, M., GENOVESI, P., GOLLASCH, S., NENTWIG, W., OLENIN, S., ROQUES, A., ROY, D. & HULME, P. E. 2009: How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. – *Front. Ecol. Environ.* 8: 135–144.
- WHITE, S. & WISE, R. 1998: Anatomy and ultrastructure of *Wolffia columbiana* and *Wolffia borealis*, two nonvascular aquatic angiosperms. – *Int. J. Pl. Sci.* 159(2): 297–304. – www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/297550 [03.03.2016].

Anschrift der Autoren

Dr. ULF SCHMITZ (korrespondierender Autor)
Ökologische Landschaftsanalyse und Naturschutzplanung
Lise-Meitner-Str. 71
40591 Düsseldorf
E-Mail: mail@ulfshmitz.de

STEFFEN KÖHLER
Center for Advanced Imaging
Heinrich-Heine-Universität
Universitätsstr.1
40225 Düsseldorf
E-Mail: steffen.koehler@uni-duesseldorf.de

Ph. D. HASKO NESEMANN
Im Obergarten 9
65719 Hofheim am Taunus
E-Mail: hnesemann2000@yahoo.co.in