

Lemna turionifera LANDOLT, eine neue Wasserlinsenart im Spreewald und ihr soziologischer Anschluß

Peter Wolff und Helmut Jentsch

Zusammenfassung

Lemna turionifera, ursprünglich eine kontinentale Art Nordamerikas und Asiens, wird seit 1991 auch im Spreewald beobachtet, wie schon in anderen Regionen Mitteleuropas. Ihre Unterscheidungsmerkmale werden beschrieben; am wichtigsten sind die Turionen und das Anthocyan. Das Indigenat ist noch nicht geklärt.

Soziologisch gesehen ist die Art am häufigsten im Lemnetum trisulcae zu finden. Ihre Wohngewässer führen klares Wasser von etwas geringerem Nährstoffgehalt als die von *L. gibba* und *Spirodela polyrhiza*.

Das Lemnetum gibbae ist im Spreewald wohl kein Verschmutzungszeiger. Das Wasser im Lemnetum trisulcae ist nur wenig nährstoffärmer als im Lemnion gibbae. Beides steht im Gegensatz zu anderen Gebieten.

3 Subassoziationen und die Ass. von *Riccia fluitans* L. emend. LORBEER werden erstmals beschrieben. *Lemna gibba* und *L. minor* als Arten ließen sich nicht immer trennen.

Summary

Lemna turionifera, a continental species probably originating in North America and Asia, has been reported since 1991 also in the Spreewald (Brandenburg, Germany), as already from other regions of Central Europa. The main distinguishing features of the species are described. Among them the most important ones are the production of turions and of anthocyanins. It is still not known whether the species is indigenous in Europe or whether it is a neophyte. It occurs mostly in the phytosociological association of the Lemnetum trisulcae in clear waters of slightly lower nutrient content than those of *L. gibba* and *Spirodela polyrhiza*.

In the Spreewald, the association of the Lemnetum gibbae does not seem to be an indicator of water pollution. The waters in which the Lemnetum trisulcae occurs have only slightly lower nutrient contents than those of the Lemnion gibbae-alliance. Both facts are contradictory to other regions.

Three subassociations and the association of *Riccia fluitans* L. emend. LORBEER are described for the first time. In several cases the distinction between *L. gibba* and *L. minor* was almost impossible.

1. Einleitung

Bis etwa in die 50er Jahre waren im Spreewald nur die 4 allgemein verbreiteten Wasserlinsen-Arten *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. trisulca* und *Spirodela polyrhiza* bekannt. 1963 hat E. JÄGER zusätzlich *Wolffia arrhiza* entdeckt (JÄGER 1965). Deren Vergesellschaftung hat JENTSCH (1979) anhand von 15 Aufnahmen untersucht.

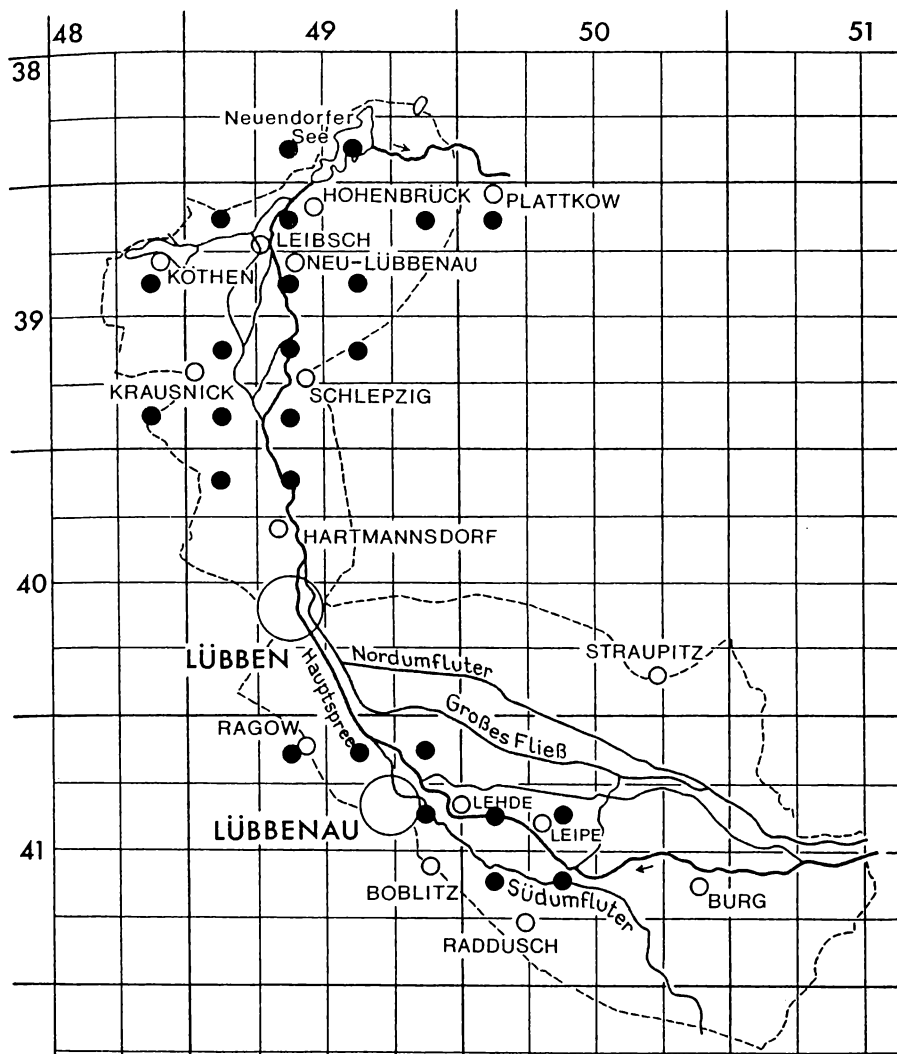
1991 hat H. D. KRAUSCH bei Leipe eine weitere Art gesammelt. Die Bestimmung als *Lemna turionifera* konnte E. LANDOLT, Zürich bestätigen. Im Verlauf einer systematischen Kartierung im Sommer 1992 konnten wir sie in 7 Meßtischblättern bzw. 25 1/16-Quadranten des Spreewalds nachweisen (siehe Abb. 1). Zur Zeit scheint sie nur im nördlichen und östlichen Oberspreewald zu fehlen.

2. Bisherige Verbreitung

L. turionifera ist erst vor relativ kurzer Zeit als Art erkannt worden. Bei ihrer Erstbeschreibung durch LANDOLT (1975) war sie von vielen Fundstellen in kontinentalen Zonen Nordamerikas bekannt sowie von einigen in Asien. Später verdichtete sich das Verbreitungsbild, z. B. durch Nachweise aus Anatolien (UOTILA et al. 1984). Eine Weltkarte bringt LANDOLT (1986).

In Europa ist sie - abgesehen von einem Fund am Ural - erstmals 1965 aufgetaucht, was allerdings erst 1992 anhand von Fotos erkannt wurde (WOLFF & ORSCHIEDT 1993); und zwar in der badischen Oberrhein-Ebene. Bisher galt Haseldorf bei Hamburg 1983 als Erstfund für Europa (HECKMAN 1984, WOLFF & MANG 1991). Inzwischen haben aufmerksame Botaniker sie an vielen anderen Stellen in Deutschland gesammelt: Berlin 1985 (SCHOLZ; dort noch 1992), Potsdam (KRAUSCH), Weimar (CASPARI), Bremen, Westfalen, Niederrhein, Trier, Saarland. In Frankreich ist sie bisher bekannt aus dem Elsaß (WOLFF 1992) und aus Lothringen.

Noch nicht ganz geklärt ist das Indigenat von *L. turionifera* in Europa. LANDOLT (1990) hat anhand klimatischer Daten eine Karte der potentiellen Fundgebiete gezeichnet. Dabei hat er zum einen ihren bisherigen kontinentalen Arealtyp berücksichtigt, zum anderen die Konkurrenzkraft von *L. minor*. Diese ist herabgesetzt bei einem DE MARTONNESchen Ariditätsfaktor < 3 ; hier sollte *L. turionifera* einen Konkurrenzvorteil haben. Nach diesen Kriterien hat LANDOLT (1990) zwei potentielle Teilareale mit deutschen Gebietsanteilen abgegrenzt, die sich beide bestätigt haben: 1. den Oberrhein-Graben und 2. einen Streifen von Potsdam/Berlin/Spreewald nach Osten bis zur polnisch-weißrussischen Grenze. Für diese Gebiete kann man also damit rechnen, daß *L. turionifera* autochthon ist und bisher nur übersehen wurde. Allerdings ließ sich dies bisher noch nicht beweisen: alte Herbarbelege hat noch niemand aufspüren können.

Abb. 1: Verbreitung von *Lemna turionifera* im Spreewald.

Spreewald

--- Grenzen des Biosphärenreservates

● Quadranten mit *Lemna turionifera*

In die außerhalb dieser beiden Teilareale gelegenen Landschaften ist die Rote Wasserlinse erst in neuester Zeit eingewandert; nachweisen ließ sich das z. B. in Westfalen (WOLFF & RAABE 1991). Die laufenden Neufunde vermitteln den Eindruck einer ziemlich hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit.

3. Die Erkennungsmerkmale (zu Tab. 1)

L. turionifera ist die einzige *Lemna*-Art in Europa, die Turionen als Überwinterungsorgane ausbildet, ebenso wie *Spirodela polyrhiza*. Turionen sind zu kleinen, dunkleren, meist rötlich-olivnen, wurzellosen, dichten Scheibchen umgestaltete Sproßglieder (s. *Azola*-Foto bei DOSTAL 1984 in HEGI I/1: 294, linke Wasserlinsengruppe). Sie überwintern in tieferen Wasserschichten, wo sie selbst Außentemperaturen von -40°C überstehen könnten (LANDOLT 1986, 1990). Im März steigen sie wieder an die Wasseroberfläche und treiben neue, normale Sproßglieder aus. An ihnen bleiben die Turionen bis etwa Mai hängen.

Im Hochsommer ist man also auf andere Merkmale angewiesen (siehe Tab. 1). Bis Juni etwa bleibt das Purpur des Anthocyans auf der Oberseite der Sproßglieder meist gut erkennbar. Es verblaßt dort allerdings bald, so daß man die Unterseiten untersuchen muß, wo die Farbe, vor allem am Wurzelansatz, stabiler ist.

Wenn bei völlig anthocyanfreien Pflanzen Verdacht auf *L. turionifera* besteht (aufgrund der morphologischen Merkmale), dann sollte man zur Sicherheit die Bestände im September oder April auf eventuelle Turionen kontrollieren. Im übrigen muß man sich damit abfinden, daß es in Anbetracht der Merkmalsarmut auch Exemplare gibt, die sich einer Bestimmung entziehen.

4. Soziologie und Ökologie

4.1 Auswahl der Probenflächen; Methoden

Von den 50 Aufnahmen der Tabelle 2 sollen 36 den soziologisch-ökologischen Anschluß der neuen Art im Untersuchungsgebiet klären. Wir haben aber zu Vergleichszwecken auch 14 Bestände ohne *L. turionifera* hinzugenommen, zumal u. W. außer der *Wolffia*-Tabelle in JENTSCH 1979 noch keine Lemnetae-Aufnahmen aus dem Spreewald publiziert wurden.

Die 3 häufigsten Assoziationen sind hier schätzungsweise wie folgt verteilt, bezogen auf die 475 1km-Rasterquadrate des Biosphärenreservates:

- Lemnetae-Gesellschaften insgesamt in 350 Quadraten
- Spirodeletum polyrhizae in 350 "
- Lemnetum trisulcae in 200 "
- Lemnetum gibbae in 50 "

Tab. 1: Differentialmerkmale von *Lemna turionifera*, *L. gibba* und *L. minor* (aus WOLFF & ORSCHIEDT 1993, leicht verändert).

	<i>Lemna turionifera</i>	<i>Lemna gibba</i>	<i>Lemna minor</i>
Turionen an den Sproßgliedern	oft vorhanden	i m m e r f e h l e n d	
Häufigkeit der Anthocyyan-Bildung	sehr häufig	nicht selten	im Sommer sehr selten, im Winterhalbjahr nicht selten
Farbton des Anthocyans	purpur bis dunkel oliv-violett	rosa bis purpur	hell grau-rosa, selten schwarz-rot; im Winterhalbjahr eher purpur
	purpur	purpur	schwarz-rot, selten purpur
Verteilung des Anthocyans	oberseits unterseits	flecken- oder punktförmig, gleichmäßig verteilt oder vorn verdichtet	punktförmig, ± gleichmäßig verteilt; im Herbst stellenweise oder flächig
	oberseits unterseits	auf die Ränder konzentriert, selten sonstwo; nur auf Tochtersprossen flächig	flächig, selten nur stellenweise
Oberseitengestalt der Sproßglieder	ganze Fläche oder vordere bzw. hintere Hälfte, oder nur im Nodium	ganze Fläche ± gewölbt, in der Längsachse selten mit einem Grat	an den Rändern gewölbt, in der Längsachse oft mit einem Grat
Ausprägung der Pusteln (Längsachse der Oberseite)	flach, höchstens in der Längsachse mit einem Wall; selten gleichmäßig gewölbt	meist keine; oder nur eine über dem Nodium und/oder nahe dem Apex	je eine über dem Nodium und nahe dem Apex stärker ausgeprägt als die übrigen
Unterseitengestalt der Sproßglieder	meist nur eine über dem Nodium stärker ausgeprägt als die übrigen	meist stark gewölbt, aber auch ± flach; Lufthöhlen überwiegend > 0,3 mm lang	flach, Lufthöhlen überwiegend < 0,3 mm lang
Symmetrie und Umriss der Sproßglieder	flach, Lufthöhlen klein	o f t s e h r u n s y m m e t r i s c h , l ä n g l i c h	
	± s y m m e t r i s c h , m a n c h m a l k r e i s r u n d		
Mittelwerte der Populationen	2,0-2,5 mm	3,0-5,0 mm	2,0-4,0 mm
Absolute Werte	(1,4)-2,0-3,0(-4,0) mm	2,3-5,6(-6,0) mm	(1,2)-2,0-4,0(-6,3) mm

Lemna turionifera ist bisher aus 25 1km-Quadraten nachgewiesen. Da pro Quadrat nur mit 2 Vorkommen, bei den anderen Arten aber durchschnittlich mit 20 zu rechnen ist, ergibt sich für *L. turionifera* ein Vorkommen in ca. 0.7 % der Lemnetea-Gewässer.

Wegen ihres im Mittel viel niedrigeren Deckungsgrades als bei den 4 häufigsten Wasserlinsen schätzten wir ihre Partialdeckung auf nur 0.1 % der gesamten Lemnetea-Fläche.

Bei der Abgrenzung der Assoziationen folgen wir dem System von SCHWABE-BRAUN & TUEXEN (1981). Die Bewertung von *Spirodela polyrhiza* als Klassen-Charakterart und *Lemna minor* als Ordnungs-C. richtet sich nach dem weltweiten System in LANDOLT (1986: 215 ff).

In den Aufnahmeflächen eventuell vorhandene Hydro- und Helophyten haben wir bewußt mit in die Tabelle aufgenommen; zur Begründung siehe WOLFF & ORSCHIEDT (1992).

Pro Aufnahme kommen 2 bis 6 Lemnetea-Arten vor, bei insgesamt 8 im Gebiet vorhandenen Arten.

Die folgenden ökologischen Charakterisierungen der synsystematischen Einheiten beziehen sich ausschließlich auf den Spreewald und nur auf die Anfang Oktober 1992 ermittelten Analysendaten. Sie sollen also nicht verallgemeinert werden.

4.2 Die Gesellschaften

Lemnion gibbae R. TX. & SCHWABE ex R. TX. 1974 (Sp. 1-18: Tab. 2a)
Einschichtige Wasserlinsendecken auf manchmal trübem Wasser.

Lemnetum gibbae (KOCH 1954) MIY. & J. TX. 1960 (Sp. 1-5)

Dominanzbestände (immer von *L. minor* abgesehen) der Buckellinse besiedeln im Spreewald Gewässer, deren Mittelwerte des pH, der Karbonathärte und des Ammoniums niedriger liegen als bei den übrigen Assoziationen. Hier sprach also zumindest Anfang Oktober 1992 nichts dafür, daß das *Lemnetum gibbae* ein Verschmutzungszeiger sei, wie dies immer wieder betont wird, teils regional (z. B. STARFINGER 1985b für Berlin, DOLL 1991 für Mecklenburg-Vorpommern), teils verallgemeinernd (z. B. SCHWABE-BRAUN & TUEXEN 1981). Die öfter als unter den anderen Assoziationsbeständen zu beobachtende Faulschlammabildung dürfte hier natürliche Ursachen haben, vor allem reichliches Fallaub von nahen Bäumen. Die Standortbedingungen im Spreewald kann man wohl als noch primär bezeichnen; sekundär haben sich *L. gibba*-Bestände dann anderswo als die verschmutzungstolerantesten innerhalb der Lemnetea erwiesen.

Lemna turionifera ließ sich hier im Lemnetum gibbae bisher nicht nachweisen.

- Subass. typicum (Sp. 1-3)
- Subass. spirodeletosum polyrhizae (Sp. 4-5) typ. Variante.

Spirodeletum polyrhizae (KELHOFER 1915) KOCH 1954 em. R. TX. & SCHWABE ex R. TX 1974 (Sp. 6-15)

Der mittlere Orthophosphat-Wert liegt deutlich höher als in allen anderen Assoziationen.

- Subass. typicum (Sp. 6-8)
- Subass. lemnetosum gibbae (Sp. 9-12): Verglichen mit den übrigen Subassoziationen der Tabelle sowie mit dem Lemnetum gibbae findet sich hier der höchste Orthophosphatgehalt und die höchste Karbonathärte. Im Vergleich mit der folgenden Subassoziation liegen auch die NH_4^- - und NO_3^- -Konzentrationen höher. Die Standorte der Subass. lemnetosum gibbae lassen also noch am ehesten Anzeichen einer Eutrophierung erkennen. Einen Anschluß an das Lemnetum gibbae zeigt nur der etwas niedrigere mittlere pH-Wert.
 - + Typische Variante (Sp. 9)
 - + Variante von *Lemna turionifera* (Sp. 10-12)

- Subass. lemnetosum turionifera, subass. nova (Sp. 13-15).

Typus: Sp. 14; Differentialart: *Lemna turionifera*.

Typische Variante.

Soweit aus den nur 3 Probeflächen zu schließen, liegt hier - bezogen auf die 2 vorigen Subassoziationen - klareres Wasser von höherem pH-Wert, aber niedrigerer Karbonathärte sowie niedrigeren N- und P-Gehalten vor.

Lemna turionifera-Gesellschaft (s. WOLFF & ORSCHIEDT 1993) (Sp. 16-18)

Diese 3 Dominanzbestände von *Lemna turionifera* leben in klarem Wasser mit durchschnittlich relativ hohem pH-Wert und ebensolcher Karbonathärte.

- Typische Untergesellschaft (Sp. 16)
- Untergesellschaft von *Spirodela polyrhiza* (Sp. 17-18)
 - + Typische Variante (Sp. 17)
 - + Variante von *L. gibba* (Sp. 18).

Lemnion trisulcae DEN HARTOG & SEGAL 1964 em. R. TX. & SCHWABE ex R. TX. 1974 (Sp. 19-50: Tab. 2b)

Wir übernehmen, abgesehen von der Jahreszahl, nicht den in SCHWABE-BRAUN & TUEXEN (1981) vorgeschlagenen neuen Namen, weil

1. *Riccia fluitans* s.l. als Sammelartname zu Verwechslungen mit *R. fluitans* L. emend. LORBEER Anlaß geben könnte, die zudem nur als AC zu werten ist, und

2. die Änderung nach dem Code unzulässig war (was die Autoren wußten).

Zweischichtige Wasserlinsen-Bestände in fast immer klarem Wasser.

Lemnetum trisulcae (KELHOFER 1915) KNAPP & STOFFERS 1962 (Sp. 19-47)

Die wegen ihrer großen Aufnahmezahl als einzige in ihrem ökologischen Rahmen gut gesicherte Assoziation unserer Tabelle zeigt keine herausragenden Eigenschaften: pH, Karbonathärte, Ammonium und Nitrat liegen in mittleren Bereichen; der Phosphatgehalt - wie im Lemnetum gibbae - allerdings an der Untergrenze.

Nur in dieser Assoziation fanden wir *Hydrocharis morsus-ranae*; das Hydrocharitetum steht häufig im Kontakt mit dem Lemnetum trisulcae.

- Subass. lemnetosum gibbae, subass. nova (Sp. 19-20).

Typus: Sp. 20; Differentialart: *Lemna gibba*.

Die beiden Wohngewässer enthalten mehr Karbonat, Phosphat und Nitrat als die der übrigen Subassoziationen. Trotzdem lebt *L. gibba* im Spreetal immer noch unter niedrigeren Nährstoffverhältnissen als anderswo. Diese sind andererseits im hiesigen Lemnetum trisulcae nicht so deutlich niedriger als im Lemnion gibbae, wie man dies aus anderen Regionen gewohnt ist. Die beidseitige Annäherung der Habitatbedingungen ermöglicht das Zustandekommen dieser seltenen Subassoziation; aber auch die ungewöhnlich hohe Stetigkeit von *L. gibba* im ganzen Lemnetum trisulcae: 62 %, gegenüber einem europäischen Durchschnitt von 10-20 % (I, nach SCHWABE-BRAUN & TUEXEN 1981).

+ Typische Variante (Sp. 19)

+ Variante von *Spirodela polyrhiza* (Sp. 20).

- Subass. spirodeletosum polyrhizae (Sp. 21-34):

+ Typische Variante (Sp. 21-22)

+ Variante von *L. gibba* (Sp. 23-25): Der pH-Mittelwert liegt niedriger als in der Variante von *L. turionifera*, die mittleren Stickstoff-Gehalte dagegen höher.

+ Variante von *L. turionifera* (Sp. 26-34): siehe vorige Variante.

- Subass. von *Spirodela polyrhiza* und *Wolffia arrhiza* (Sp. 35-42).

SCHWABE-BRAUN & TUEXEN (1981) konnten *Wolffia arrhiza* auf europäischer Ebene nur noch den Status einer OC zubilligen. Als seltene Art mit eigenem Areal (MÜLLER-STOLL & KRAUSCH 1959, JÄGER 1964) hat sie - aller Unbeständigkeit zum Trotz - sicherlich eigene ökologische Ansprüche, wenn diese sich auch kaum überregional definieren lassen. Die Ornithochorie scheint keine entscheidende Rolle zu spielen, sonst müßte *Wolffia arrhiza*

z. B. auch in der Oberrhein-Ebene, einer ausgeprägten Vogelzugstraße, (noch) vorkommen. Als Differentialart dürfte sie sich also durchaus eignen, und zwar in Verbindung mit *Spirodela polyrhiza*, zu der sie im Gebiet die höchste Affinität hat (s. auch die Tabelle in JENTSCH 1979). In dieser Subassoziation liegen die Phosphatwerte höher als im *spirodeletosum polyrhizae* und im *lemnetosum turioniferae*.

+ Variante von *Lemna gibba* (Sp. 35-38): mit im Mittel niedrigeren pH- und Phosphat- und höheren NH_4 -Werten als in der folgenden Variante.

+ Variante von *L. turionifera* (Sp. 39-42): s. Var. von *L. gibba*.

- Subass. *lemnetosum turioniferae*, subass. nova (Sp. 43-47).

Typus: Sp. 45; Differentialart: *Lemna turionifera*.

Die Karbonathärte und der Orthophosphatgehalt dürften im Mittel etwas geringer sein als in den übrigen Subassoziationen.

+ Typische Variante (Sp. 43)

+ Variante von *Spirodela polyrhiza* (Sp. 44)

+ Variante von *Spirodela polyrhiza* und *Wolffia arrhiza* (Sp. 45-47).

Assoziation von *Riccia fluitans* L. emend. LORBEER (S. 48-49)

Dieser vorläufige Name ist notwendig, um unsere Bestände vom *Ricciatum fluitantis* SLAVNIC 1956 abzugrenzen, der *R. fluitans* s. str. nicht von *R. rhénana* getrennt hat. Ob letztere Art im Gebiet der Original-Tabelle vorkommt, ist u. W. nicht bekannt. Die neue Assoziation steht also gleichrangig neben dem *Ricciatum rhenanae* KNAPP & STOFFERS 1962, mit anderen Standortsansprüchen.

Die Zugehörigkeit beider Spreewald-Populationen zu *R. fluitans* L. emend. LORBEER haben H. BISCHLER und S. JOVET-AST, Paris, cytologisch und morphologisch bestimmt. Auch in Kultur im botanischen Garten Saarbrücken haben alle Pflanzen die typische, schmale Landform dieser Art angenommen (Wasserformen beider Arten lassen sich nicht immer unterscheiden).

- Typische Subass., Variante von *L. turionifera*.

Die *Riccia fluitans*-Vorkommen sw Kl. Leine (JENTSCH 1979) sind durch Zuschütten der Gewässer erloschen. Die Art war - wie auch *Ricciocarpos natans* - im Spreewald wohl schon immer ziemlich selten, vielleicht auch unbeständig.

Ricciocarpetum natantis SEGAL 1963 em. R. TX. 1974 (Sp. 50)

Die Aufnahme entstammt dem gleichen Graben wie das *Lemnetum gibbae* der Spalte 1. Möglicherweise hat sich durch die zeitweilige Austrocknung des letzteren Teilstandortes ein Unterschied im Nährstoffhaushalt herausgebildet, z. B. durch Mineralisierung des Torfs.

-Typische Subass., Variante von *Spirodela polyrhiza*.

Tab. 2a: Lemnion gibbae

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Aufnahmefläche (m ²)	2	2	3	2	2	4	4	3	2	2	6	4	4	2	4	4	3	4
Wasser: Tiefe (cm) von/bis	0/20	60	0/30	0/100	100			5/25	0/20	20/10085/12080	120	10/40	0/40	10/80		20/30 80/120 30/100		
: klar +, mäßig 0, trüb -	+	-	0	0	+	-	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
: pH	6,6	6,9	7,0	6,8	6,7			6,9	7,0	6,6	6,8	6,8	7,1	7,1	7,2	6,9	7,0	7,0
: Karbonathärte (°d)	6	12	6	5	9			12	6	10	11	14	4	12	6	11	14	6
: P04 (mg/l)	0.15	0.04	0.15	0.06	0.18			0.04	0.35	0.18	0.4	0.35	0.08	0.05	0.2	0.2	0.2	0.2
: NH4 (mg/l)	0.1	0.1	0.15	n.n.	0.1			0.15	0.18	0.1	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15	0.1
: NO3 (mg/l)	20	20	15	15	25			15	25	25	20	24	15	15	30	10	25	20
Beschattung [%]	-	-	60	-	70			70	50	-	-	100	-	10	-	100	20	50
Algen (BR.-BLANQUET)	-	1			1			-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamtdeckung Makrophyten %	100	90	100	100	100	100	100	90	100	95	100	100	100	90	100	90	95	100
<i>Lemna gibba</i> AC	4	3	+	3	2				2	2	2	2					2	
<i>Spirodele polyrrhiza</i> AC/KC				2	+	5	4	2	5	5	4	3	4	3	2		1	3
<i>Wolffia arrhiza</i> OC																		
<i>Lemna turionifera</i> DG										2	2	2	2	2	1	2	2	3
<i>Lemna trisulca</i> AC/VC																		
<i>Riccia fluitans</i> s.str. AC																		
<i>Ricciocarpos natans</i> AC																		
<i>Lemna minor</i> OC	3	4	5	4	5	2	3	5	1	1	3	4	3	3	4	4	3	2
Begleiter																		
<i>Ceratophyllum demersum</i>						2					4			1		3	5	4
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>																		
<i>Utricularia australis</i>																		
<i>Ceratophyllum submersum</i>																		
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>																		
Hydrophyten																		
<i>Elodea canadensis</i>				3	3			I										
<i>Nottonia pelustris</i>	1			(+)										1				
<i>Nymphaea alba</i>																		
<i>Callitriche obtusangula</i>								+										
<i>Callitriche cophocarpa</i>								2										
<i>Potamogeton natans</i>						2												
<i>Potamogeton obtusifolius</i>														(I)				
<i>Potamogeton compressus</i>																		
<i>Potamogeton crispus</i>																		
<i>Potamogeton trichoides</i>		1																
<i>Ranunculus circinatus</i>																		
<i>Potamogeton berchtoldii</i>																		
Helophyten																		
<i>Glyceria maxima</i>	2				1	V	V		+	1				2		1		
<i>Rumex hydroleptum</i>													1				1	
<i>Agrostis stolonifera</i>							V			+			+				2	
<i>Solanum dulcamara</i>													1				1	
<i>Iris pseudocorus</i>																		
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	2																	
<i>Acorus calamus</i>																	1	
<i>Bidens cernua</i>																		
<i>Bidens frondosa</i>											1						+	
<i>Cicuta virosa</i>													1					
<i>Phragmites australis</i>																		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>																		
<i>Myosotis scorpioides</i>																		
<i>Sparganium erectum</i>																		

Zu Tab. 2a u. 2b:

- Gewässer stehend; außer Sp. 22 und 24: langsam fließend.
- Ergänzende Angaben zu den Aufnahmen, immer in dieser Reihenfolge: Weitere Arten; Substrat; Lokalität; Gewässertyp; MTB-Quadrant; Aufnahmedatum.
- Sp. 1: Lehmiger, fester Torf; Boblitzer Polder, zw. Boitz- und Dubkow-Kanal; Graben; 4150/3; 28.7.92.
- Sp. 2: Torfig-lehmiger Sand; W Kreuzgraben, 1 km N Lübbenau; Graben; 4149/2; 1.8.92.
- Sp. 3: Faulschlamm; Burg Kauper; 500 m S Waldschlößchen; Graben; 4150/2; 28.7.92.
- Sp. 4: Faulschlamm; NE Leipe; Graben; 4150/1; 28.7.92.

(Fortsetzung auf S. 48)

[illegible]

(Fortsetzung von S. 46)

- Sp. 5: Faulschlamm; 1,5 km N Schlepzig; Graben E Straße; 3949/3; 29.7.92.
- Sp. 6: Kaminchen; kl. Leiner Graben; 4050/1; 3.8.92.
- Sp. 7: Burg Kauper; Graben; 4150/2; 17.9.92.
- Sp. 8: Torfiger Schlamm über humosem Sand; Lübbenauer Kaupen, Leiper Weg bei Miottke; Fließ; 4149/2; 31.7.92.
- Sp. 9: Humoser Schlamm; W Schlepzig, Altwasser am Puhlstrom; 3949/3; 29.7.92.
- Sp. 10: *Phalaris arundinacea* +; 1,5 km N Schlepzig; Graben W Straße; 3949/3; 29.7.92.
- Sp. 11: Organ. Schlamm über Sand; 400 m W Petkansberg; Altwasser; 3949/3; 26.8.92.
- Sp. 12: Organ. Schlamm; Neu-Lübbenau; Altwasser im Wald am Wehr; 3949/1; 13.9.92.
- Sp. 13: Organ. Schlamm über Sand; 1 km E Lehde; Quodda-Totarm; 4150/1; 20.9.92.
- Sp. 14: Organ. Schlamm, übergehend in torfig-lehmigen Sand; Boblitzer Polder: Kreploa; Graben; 4150/3; 30.7.92.
- Sp. 15: *Polygonum amphibium* 1; Schotter; 1 km SW Neu-Lübbenau; Graben; 3949/1; 11.9.92.
- Sp. 19: *Ranunculus repens* 1, *Typha latifolia* +; Sand; 300 m SW Köthen; Triftsee; 3948/2; 11.9.92.
- Sp. 17: Schlamm über Sand; Neu-Lübbenau; Tümpel am Wehr; 3949/1; 13.9.92.
- Sp. 18: *Carex acutiformis* 2, *Salix cinerea* 1; Organ. Schlamm über Sand; NW Plattkow; 1. Altwasser; 3850/3; 9.9.92.
- Sp. 19: *Alopecurus geniculatus* 1; Steine und Sand; N Ragower Kahnfahrt; Graben; 4149/2; 29.7.92.
- Sp. 20: *Equisetum fluviatile* r; Steine und Sand; Ribocka N Ragow; Mittlerer Graben; 4049/3; 29.7.92.
- Sp. 21: Schlamm über torfig-lehmigen Sand; N Lübbenau; Graben E Gerbergasse; 4149/2; 1.8.92.
- Sp. 22: *Potentilla palustris* 2, *Rorippa amphibia* r; Sandiger humoser Schlamm über Sand; NE Lübbenau, Kl. Jappan; schmaler Graben; 4149/2; 31.7.92.
- Sp. 23: Dünner Humus über Sand; wie Sp. 19, weiter nördlich.
- Sp. 24: *Nasturtium microphyllum* 1; Schotter; 2 km NE Raddusch; Graben parallel Gr. Fließ; 4150/3; 28.7.92.
- Sp. 25: Organ. Schlamm über Sand; 1 km NE Leipe, Jurkoa; Altarm; 4150/1; 20.9.92.
- Sp. 26: Torfschlamm; Lübbenauer Kaupen; Wiesengraben am Leiper Weg; 4149/2; 28.7.92.
- Sp. 27: *Glyceria fluitans* +; Dünner Schlamm über Sand; N Raddusch, Buschmühlengeweg; Graben; 4150/3; 8.9.92.
- Sp. 28: *Carex acutiformis* 1; Organ. Schlamm über Sand; Totarm S Neuendorfer See; 3849/3; 9.9.92.
- Sp. 29: *Typha angustifolia* 2, *Carex riparia* 1, *Lycopus europaeus* +; organ. Schlamm über Sand; SW-Ufer Neuendorfer See; 3849/3; 9.9.92.
- Sp. 30: *Carex riparia* 1, *Butomus umbellatus* 1; Torfschlamm über Sand; 1 km WSW Schlepzig; Wussegg-Graben; 3949/3; 26.8.92.
- Sp. 31: Torfig-lehmiger Sand; N Lübbenau, Bungalow Rüffreck; N-S-Graben; 4149/2; 30.7.92.
- Sp. 32: Organ. Schlamm über Sand; Neuendorfer See, S-Zipfel; 3849/3; 9.9.92.
- Sp. 33: *Bidens tripartita* 1; Sand; Meiereisee; Wasserloch; 3948/4; 11.9.92.
- Sp. 34: Wie Sp. 31; außer: südlicher W-E-Graben.
- Sp. 35: Organ. Schlamm über Sand; 600 m NW Hohenbrück; Altwasser; 3949/1; 11.9.92.
- Sp. 36: *Rumex maritimus* 1; Organ. Schlamm über lehmig-torfigem Sand; Hartmannsdorf, Jama, NW-Teil; Altarm; 4049/1; 29.7.92.

- Sp. 37: Wie Sp. 36, weiter westlich.
 Sp. 38: *Carex pseudocyperus* +; Torfschlamm über Sand; zw. Leibsch und Neu-Lüb-
 benau; Altarm; 3949/1; 9.9.92.
 Sp. 39: *Lythrum salicaria* +; organ. Schlamm über Sand; Leibsch, W Stallanlage; Altwas-
 ser; 3949/1; 11.9.92.
 Sp. 40: *Carex pseudocyperus* 2; organ. Schlamm über Sand; NW Plattkow; 2. Altwasser,
 S-Ufer; 3850/3; 9.9.92.
 Sp. 41: *Typha angustifolia* 2, *Rumex maritimus* 1; wie Sp. 40, außer: N-Ufer.
 Sp. 42: *Carex elata* 1; Dicker Faulschlamm; 900 m SE Hartmannsdorfer Försterei; Alt-
 wasser; 4049/1; 13.9.92.
 Sp. 43: Tiefer organ. Schlamm; N Lübbenau; Graben W Gerbergasse; 4149/2; 1.8.92.
 Sp. 44: *Stratiotes aloides* (1), *Bidens tripartita* r; organ. Schlamm über Sand; W Schlepzig;
 Altwasser E Buchenhain; 3949/3; 29.7.92.
 Sp. 45: Tiefer Torfschlamm; NE Leipe, Konzacks Acker; Graben; 4150/1; 28.7.92.
 Sp. 46: *Glyceria fluitans* 1; wie Sp. 45, NW-Ende Graben.
 Sp. 47: *Sparganium emersum* 1; NE Leipe; Graben; 4150/1; 28.7.92.
 Sp. 48: *Sparganium emersum* 2, *Bidens connata* 1; organ. Schlamm über Sand; 0,5 km NE
 Hohenbrück; Wasserloch; 3849/3; 9.9.92.
 Sp. 49: *Drepanocladus aduncus* +, *Typha latifolia* 1; NE Leipe; Graben; 4150/1; 28.7.92.
 Sp. 50: Wie Sp. 1, südlicher Grabenteil.

4.3 Soziologischer und ökologischer Anschluß von *L. turionifera*

Für den Spreewald zeigt die Art - neben ihrer eigenen Dominanzgesellschaft - eine sehr ausgeprägte Präferenz für das Lemnetum trisulcae (zumal wenn man berücksichtigt, daß das Spirodeletum im Gebiet eine viel größere Fläche ein-
 nimmt). Dies bedeutet klares Wasser, wie es ja auch in den 3 Dominanzbestän-
 den herrscht (Sp. 16-18).

Wo *L. turionifera* als Differentialart von Untereinheiten auftritt, enthalten ihre Habitatgewässer fast immer weniger Phosphat, Ammonium, Nitrat und Karbonat als die der gleichrangigen anderen Untereinheiten. besonders gegen-
 über *L. gibba* ist dies klar erkennbar. *L. turionifera* hat also offenbar hier etwas
 geringere Nährstoffansprüche als *L. gibba* und *Spirodela polyrhiza*. Dies ent-
 spricht ganz den in Süddeutschland von WOLFF & ORSCHIEDT (1993) festge-
 stellten Verhältnissen; dasselbe gilt für den soziologischen Konnex.

Für den Spreewald ergaben sich Anfang Oktober 1992 folgende Maßgren-
 zen der gemessenen Wasser-Parameter:

pH : 6.4 - 7.5 PO₄ : 0.04 - 0.4 mg/l

NH₄ : n.n. - 0.15 mg/l NO₃ : 10-30 mg/l

Karbonathärte: 4 - 14° dH.

Die Aufnahme ohne *L. turionifera* liegen in denselben Bereichen; nur NH₄ er-
 reicht einmal 0.18 mg/l. Dabei ist zu bedenken, daß zum Zeitpunkt der Probe-
 nahme die pflanzliche Materie schon stark in Abbau begriffen war, also mit er-
 höhten N- und P-Werten zu rechnen war. Trotzdem sind die Konzentrationen

auffallend schwach. Für Wasserlinsen-Gewässer ebenfalls erstaunlich niedrig sind die pH-Werte, trotz hoher Härtegrade und ebensolchem Elektrolytgehalt.

Um die Ansprüche von *L. turionifera* gegen die der anderen Arten abzusichern, wären mehr Aufnahmen ohne erstere und Wasseruntersuchungen auch zu anderen Jahreszeiten erforderlich. Hinzu kommt, daß die meisten Analyseergebnisse ziemlich nahe beieinander liegen. Grund dafür dürfte der recht einheitliche Naturraum des Untersuchungsgebietes sein, mit weitgehend gleichförmigem Substrat und stark vernetzten Gewässern. Deshalb waren die Varianzen der Meßwerte seltener zur Charakterisierung synsystematischer Einheiten geeignet, als dies etwa in Süddeutschland der Fall ist; trotz der hohen Zahl von 400 Meßdaten.

Als aussagekräftigster Parameter hat sich der Orthophosphatgehalt erwiesen (wie z. B. auch in Berliner Pfuhlen: STARFINGER 1985b). Weniger gut korreliert mit der Vegetationsgliederung sind die Meßdaten von Ammonium, Nitrat und Karbonathärte; noch seltener der pH-Wert. Ohne ersichtliche Bedeutung (und deshalb nicht im Tabellenkopf) sind die Gesamthärte (Bereich 15-20° dH), die Leitfähigkeit (725-727 $\mu\text{S}/20^\circ\text{C}$) und das Nitrit (0-0.025 mg/l).

Deshalb kommen sicher bei der Vegetationsdifferenzierung noch andere Faktoren zum Tragen. Allerdings ließen auch Wassertiefe, Beschattungsgrad und Substrat, jeweils für sich betrachtet, keinen nennenswerten Einfluß erkennen.

5. Anmerkungen zu einigen Arten

- *Lemna gibba* / *L. minor*:

In den Probestellen 3 und 5 fanden sich alle Übergänge zwischen beiden Arten. Als *L. gibba* wurden die typischen, aufgeblasenen Exemplare sowie $\pm$ flache Formen mit auffallend großen Lufthöhlen bezeichnet. Vor allem DE LANGE & PIETERSE (1973) sind nach umfangreichen Versuchen zur Überzeugung gekommen, daß *L. gibba* und *L. minor* zu einer Art zu vereinigen seien. Dieselbe Ansicht vertritt z. B. auch STARFINGER (1985a) nach seinen Erfahrungen in Berlin. Unsere beiden Populationen leben unter starker Beschattung mit Laubfall, was zu Faulschlamm-Bildung geführt hat. Solche ungünstigen Bedingungen fördern offenbar die Entstehung der flachen Form von *L. gibba* (z. B. DOLL 1991).

- *Hydrodictyon reticulatum*:

Die leicht kenntliche Gitteralge wird in Frankreich als Differentialart thermophiler Wasserlinsenbestände eingestuft (FELZINES & LOISEAU 1991). Lokale Untersuchungen müßten klären, ob auch der Graben mit massenhaft *Hydrodictyon* NE Leipe wärmeres Wasser führt (Sp. 47).

- *Callitriche obtusangula*

wurde im Verlauf der Aufnahmearbeiten erstmals sicher für den Spreewald nachgewiesen.

- *Fontinalis antipyretica*

scheint im Spreewald nur an einer Stelle vorzukommen: Graben 1 km SE Steinkirchen. Auch hiervon legen wir eine Aufnahme vor: Wasser ziehend, klar, unbeschattet; pH 7.5, Karbonathärte 8° dh, PO₄ 0.1 mg/l, NH₄ 0.15 mg/l, NO₃ 20 mg/l.

Probefläche 15 m², Deckungssumme 100 %

Fontinalis antipyretica 5.5, *Potamogeton natans* +.2, *Potamogeton alpinus* +.1, *P. cf. acutifolius* r.1, *Lemna trisulca* 2.5.

6. Ausblick

In Anbetracht des noch ungeklärten Indigenats von *L. turionifera* wird man auch im Spreewald ihr zukünftiges Verhalten aufmerksam verfolgen. Die Frage ist, ob sie ihr potentiell Areal schon ausgefüllt hat und ob ihre ökologisch-soziologischen Bindungen schon gefestigt sind. Ein Rückgang ist zwar auch nicht auszuschließen, in Anbetracht der derzeit offenbar raschen Ausbreitung in Mitteleuropa aber sehr unwahrscheinlich.

Danksagungen

Herr Dr. habil. H. D. KRAUSCH, Potsdam, hat uns mit wertvollen Informationen jederzeit zur Seite gestanden. Außerdem bedanken wir uns herzlich bei Frau Dr. H. BISCHLER und Frau Dr. S. JOVET-AST, Paris, für die cytologische und morphologische Bestimmung von *Riccia fluitans*, sowie Herrn Prof. Dr. E. LANDOLT, Zürich für die Bestätigung der *Lemna turionifera*.

Literatur

- DE LANGE, L. & A. H. PIETERSE 1973: A comparative study of the morphology of *Lemna gibba* and *L. minor*. - Acta Bot. Neerl. 22: 510-517.
- DOLL, R. 1991: Die Pflanzengesellschaften der stehenden Gewässer in Mecklenburg-Vorpommern. Teil I.2. Lemnetae - Wasserlinsengesellschaften. - Feddes Repertorium 102 (3-4): 199-216.
- DOSTAL, J. 1984: Pteridophyta (p.p.), in HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Band I, Teil 1, 3. Aufl.
- FELZINES, J. C. & J. E. LOISEAU 1991: Une association a *Lemna minuscula* et *Azolla filiculoides* dans les vallees de la Loire moyenne et du Bas-Allier. - Le Monde des Plantes N 441: 6-9.

- HECKMANN, C. W. 1984: Erstfund von *Lemna turionifera* LANDOLT 1975, in Europa: Hasedorfer Marsch. - Kieler Notizen Pfl.k. Schleswig-Holstein 16 (1-2): 1-3.
- JÄGER, E. 1964: Zur Deutung des Arealbildes von *Wolffia arrhiza* (L.) WIMM. und einiger anderer ornithochorer Wasserpflanzen. - Ber. deutsch. Bot. Ges. 77: 101-111.
- JENTSCH, H. 1979: Vorkommen und Vergesellschaftung von *Wolffia arrhiza* (L.) HORTEL ex WIMMER im Spreewald. - Gleditschia 7: 251-253.
- LANDOLT, E. 1975: Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba*-*Lemna minor*-group. - Aquatic Botany 1: 345-363.
- LANDOLT, E. 1986: The family of Lemnaceae - a monographic study. Vol. 1: Biosystematic investigations in the family of duckweeds (Lemnaceae), Vol. 2. - Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich, 71. Heft. 566 S.
- LANDOLT, E. 1990: Über zwei seit kurzer Zeit in Europa neu beobachtete *Lemna*-Arten. Razprave IV. Razreda SAZU 31 (8): 127-135.
- MÜLLER-STOLL, W. R. & H. D. KRAUSCH 1959: Verbreitungskarten brandenburgischer Leitpflanzen. - Wiss. Z. Päd. Hochsch. Potsdam, math.-naturw. R. 4 (2): 105-115.
- SCHWABE-BRAUN, A. & R. TUEXEN 1981: *Lemneta minoris* W. KOCH et R. TX. (in litt. 1954) ap. R. TX. 1955. - Prodrum der europäischen Pflanzengesellschaften, Lfg. 4. 141 S.
- STARFINGER, U. 1985a: Die flache Form von *Lemna gibba*. - Verh. Berl. Bot. Ver. 4: 67-77.
- STARFINGER, U. 1985b: Pleustophyten und Wasserchemismus. Untersuchungen an Berliner Pfulen. - Verh. Berl. Bot. Ver. 4: 79-99.
- UOTILA, P., BAYTOP, P. & E. LANDOLT 1984: Duckweeds (Lemnaceae) in Turkey. - Webbia 38: 839-844.
- WOLFF, P. 1992: *Lemna turionifera* LANDOLT en Alsace - une lentille d'eau nouvelle pour la France.- Le Monde des Plantes N 443 (87): 24-27.
- WOLFF, P. & F. W. C. MANG 1991: *Lemna turionifera* LANDOLT in und um Hamburg - Neues zur Verbreitung, Soziologie und Ökologie. - Ber. Bot. Verein Hamburg 12: 69 - 76.
- WOLFF, P. & O. ORSCHIEDT 1993: *Lemna turionifera* LANDOLT: Eine neue Wasserlinse für Süddeutschland, mit den Erstnachweisen für Europa. - Carlinea (im Druck).
- WOLFF, P. & U. RAABE 1991: *Lemna turionifera* LANDOLT in Westfalen. - Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgebung 32: 381-385.

Anschriften der Verfasser:

Peter Wolff

Richard Wagner-Str. 72

D (W) 6602 Dudweiler

Helmut Jentsch

August Bebel-Str. 47

D (O) 7543 Lübbenau