

PETER WOLFF & OLIVER ORSCHIEDT

Lemna turionifera LANDOLT – eine neue Wasserlinse für Süddeutschland, mit den Erstnachweisen für Europa

Kurzfassung

Lemna turionifera, eine kontinentale Art Nordamerikas und Asiens, wird seit 1990 auch in Süddeutschland an vielen Stellen beobachtet. Für Europa galt bisher Hamburg 1983 als Erstfund. Fotos haben aber eindeutig gezeigt, daß die Art schon 1965 in Baden vorhanden war. Von den anderen *Lemna*-Arten unterscheidet sie sich vor allem durch die Entwicklung von Anthocyan und von Turionen. Sie bildet eine eigene Dominanzgesellschaft, kommt aber auch in allen anderen Lemnetalia-Assoziationen nährstoff- und basenreicher, meist sauberer aber auch verschmutzter, sommerwarmer und ungestörter Gewässer, vor allem der Oberrhein-Aue, vor. Ammonium und Orthophosphat erwiesen sich als wichtigste differenzierende Wasserparameter. Die Art ist empfindlich gegen Wasserbewegung und hat ihr jahreszeitliches Optimum schon im Frühsommer. Deshalb ist ihre Affinität zu *L. minuta* geringer als zu den übrigen Lemnetalia-Arten. Dominanz von *L. turionifera* könnte in Mitteleuropa indigen, aber auch erst in neuerer Zeit eingewandert sein. Das Laubmoos *Fontinalis hypnoides* war als Begleiter der interessanteste Neufund. Als ökologisch wertvolle Biotope sollten alle naturnahen, von *L. turionifera* bewohnten Gewässer unter Naturschutz gestellt werden.

Abstract

Lemna turionifera LANDOLT – a new duckweed species for Southern Germany, with the first records for Europe

Lemna turionifera, a continental species from North America and Asia has been reported since 1990 also in Southern Germany from many locations. For Europe, Hamburg 1983 was supposed to be the first record of this species. Nevertheless photos clearly show, that it did already occur in Baden since 1965. Its main distinguishing features to other *Lemna*-species are the production of a red pigment (probably anthocyanin) and of turions. The species dominates in a special phytosociological association, but it occurs additionally in all other Lemnetalia-associations of eutrophic and base-rich, mainly clear, but also slightly polluted, summer-warm and undisturbed water habitats, especially in the Upper Rhine flood plain. Ammonium and orthophosphate proved to be the most important differentiating water parameters. The species is sensitive against water movement and has its seasonal optimum already in the early summer. Therefore its affinity to *L. minuta* is less than to the remaining Lemnetalia-species. The dominance of *L. turionifera* in duckweed coverings remains in the summer; in those associations, where the species is less strongly represented in spring it decreases even more later on. Main competitors for the species are *L. minor* and *Spirodela polyrrhiza*. *L. turionifera* may possibly be indigenous, but it may also have been migrated into Central Europe recently. The accompanying moss *Fontinalis hypnoides* was the most interesting new record. As ecologically valuable ecosystems, all undisturbed water habitats with *L. turionifera* are recommended for protection.

Autoren

PETER WOLFF, Richard-Wagner-Str. 72, D-66125 Dudweiler;
OLIVER ORSCHIEDT, Bismarckstr. 64, D-67059 Ludwigshafen.

1. Fundumstände und bisherige Verbreitung

Bei der Kartierung von *Lemna minuta* HUMBOLDT, BONPLAND & KUNTH (Synonym: *L. minuscula* HERTER) stießen wir bei Altrip/Pfalz in einem Kolk nahe des Rheins am 1.9.1990 auf einen Dominanzbestand einer uns unbekanntes *Lemna*-Art. Prof. LANDOLT, Zürich, bestimmte sie als *L. turionifera*. Sie war aus Europa bis zu diesem Zeitpunkt nur von Hamburg (seit 1983: HECKMAN 1984) und Berlin (leg. SCHOLZ 1985: LANDOLT 1986) bekannt.

Fast zeitgleich machte uns Prof. MUES, Saarbrücken, darauf aufmerksam, daß eine Aufsammlung aus Maximiliansau/Pfalz vom 1.7.90 aufgrund ihres abweichenden Flavonoid-Musters und der Anwesenheit von Anthocyan nicht zu *L. minuta* gehören könne (wofür wir sie wegen der kleinen Sproßglieder, ohne nähere Untersuchung, zunächst gehalten hatten). Auch diese Pflanzen identifizierte Prof. LANDOLT als *L. turionifera*. Als ebenfalls zu dieser Art gehörig erwiesen sich 2 Populationen, die uns vorher unklar geblieben waren: im NSG Taubergießen (Juli 1990) und SE Germersheim-Sondernheim (August 1989).

Nach Abschluß der Gelandearbeit fiel unser Blick auf das Foto von *Salvinia natans* in SEBALD, SEYBOLD & PHILIPPI 1990, Bd. 1: 192, und das von *Azolla filiculoides* in DOSTÁL 1984 in HEGI, Bd. I/1: 294. Auf beiden Bildern sind u. a. Wasserlinsen zu sehen, die Merkmale von *L. turionifera* zeigen. Zur Absicherung sandten uns die Bildautoren, K. & H. RASBACH, Glotttertal, die Originale sowie weitere Fotos von den gleichen Orten und Tagen. Hier waren nun alle Charakteristika der Art eindeutig zu erkennen, was Prof. LANDOLT bestätigen konnte. Die Fotos entstanden am 1.9.1966 im Rußheimer Altrhein bzw. auf Rappenwört bei Karlsruhe im Herbst 1965. Das bedeutet, daß der Zeitpunkt des Erstfunds für Europa von 1983 (Hamburg) um 18 Jahre zurückdatiert und in die badische Oberrheinebene verlegt werden muß! An beiden Stellen ist *L. turionifera* noch heute vorhanden (Juli 1992; s. Abb. 2).

Bei ihrer Erstbeschreibung (LANDOLT 1975) gab es nur Nachweise aus kontinentalen Zonen Nordamerikas (sehr verbreitet) und aus Ostasien (vereinzelt). Später

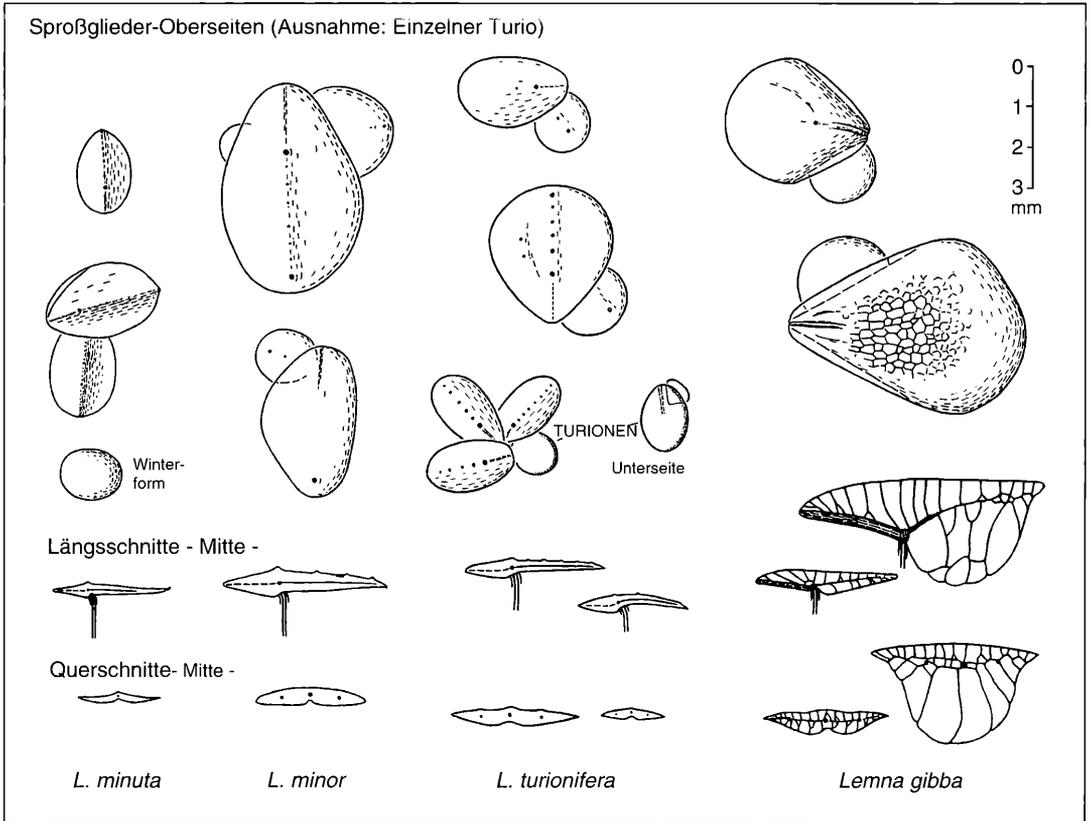


Abbildung 1. Aufsichten und Schnitte von *Lemna minuta*, *L. minor*, *L. turionifera* und *L. gibba*.

kamen Funde in Anatolien hinzu (JOTILA, BAYTOP & LANDOLT 1984) sowie in Mittel- und Westasien bis zum europäischen Teil des Urals (LANDOLT 1986, 1990). In seiner Verbreitungskarte für Europa und die Türkei grenzt LANDOLT 1990 weitere potentielle Fundgebiete ein, und zwar aufgrund klimatischer Faktoren. *Lemna turionifera* wurde nämlich bisher weit überwiegend in Gebieten mit einem DE MARTONNESchen Ariditätsfaktor

$$i = \frac{\text{Jahressumme der Niederschläge in cm}}{\text{Jahresmitteltemperatur in } ^\circ\text{C} + 10} = 2 \text{ bis } 6$$

angetroffen, *L. minor* bei $i = 3-8$. Zwischen $i = 2$ und 3 ist also mit einem Fehlen oder mit verminderter Konkurrenzkraft von *L. minor* zu rechnen. Die Oberrheinebene fällt genau mit diesem Klimagebiet zusammen. Hier ist die Voraussage des Vorkommens von *L. turionifera* also schon eingetroffen. *L. minor* kümmert hier in manchen Wasserlinsenbeständen oder fehlt ganz; in anderen wirkt sie aber sehr vital. Man kann vermuten, daß kleinere, tief eingesenkte Wohngewässer bis ins Frühjahr unter einer hartnäckigen Kaltluftdecke liegen, was *L. turionifera* begünstigen würde. Der Kon-

kurrenzdruck setzt sowieso erst relativ spät ein (wenn die Wasserlinsendecken sich im Sommer oder Herbst schließen) oder entfällt ganz (wenn sie ganzjährig lückig bleiben).

Danksagungen

In erster Linie gilt unser Dank Prof. Dr. E. LANDOLT, Zürich, der unsere *L. turionifera*-Belege bestimmt und uns jederzeit bereitwillig mit Literatur unterstützt hat. Prof. Dr. R. MUES, Saarbrücken, hat viele, oft kritische *Lemna*-Proben dünn-schichtchromatographisch determiniert bzw. abgesichert. Die Bestimmung der meisten Wassermoose verdanken wir H. LAUER, Kaiserslautern, Prof. Dr. G. PHILIPPI, Karlsruhe und Prof. Dr. R. MUES sowie Dr. E. SAUER, Saarbrücken. Frau Prof. Dr. A. SCHWABE-KRATOCHWIL, Darmstadt, hat wertvolle und konstruktive Kritik am Manuskript beigetragen. Mit unserem Freund A. SCHWARZER, Saarbrücken, konnten wir anregende Diskussionen führen. Dr. V. JOHN und Prof. Dr. G. PHILIPPI haben freundlicherweise die Lemnaceen-Belege des Pfalz-Museums für Naturkunde in Bad Dürkheim bzw. Staatlichen Museums für Naturkunde in Karlsruhe zur Revision ausgeliehen. Dr. K. und Frau H. RASBACH, Glottertal, haben das Risiko und die Mühe auf sich genommen, uns ihre Original-Dias und weitere Fotos auf dem Postweg zur Begutachtung zukommen zu lassen.

Tabelle 1. Differentialmerkmale von *Lemna turionifera*, *L. gibba* und *L. minor* am Oberrhein.

		<i>Lemna turionifera</i>	<i>Lemna gibba</i>	<i>Lemna minor</i>
Turionen an den Sproßgliedern		oft vorhanden	immer fehlend	
Häufigkeit der Anthocyan-Bildung		sehr häufig	nicht selten	im Sommer sehr selten, im Winterhalbjahr nicht selten
Farbton des Anthocyans	oberseits	purpur bis dunkel oliv-violett	rosa bis purpur	hell grau-rosa, selten schwarzrot; im Winterhalbjahr eher purpur
	unterseits	purpur	purpur	schwarz-rot, selten purpur
Verteilung des Anthocyans	oberseits	zuerst oft flächig; sonst stellenweise, z. B. auf Nodium, Nerven oder hinterem Teil	flecken- oder punktförmig, gleichmäßig verteilt oder vorn verdichtet	punktförmig, ± gleichmäßig verteilt; im Herbst stellenweise oder flächig
	unterseits	ganze Fläche oder vordere bzw. hintere Hälfte, oder nur im Nodium	auf die Ränder konzentriert, selten sonstwo; nur auf Tochter sprossen flächig	flächig, selten nur stellenweise
Oberseitengestalt der Sproßglieder		flach, höchstens in der Längsachse mit einem Wall; selten gleichmäßig gewölbt	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)		meist nur eine über dem Nodium stärker ausgeprägt als die übrigen	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		flach, Lufthöhlen klein	meist stark gewölbt, aber auch ± flach; Lufthöhlen überwiegend > 0,3 mm lang	flach, Lufthöhlen überwiegend < 0,3 mm lang
Symmetrie und Umriss der Sproßglieder		± symmetrisch, manchmal kreisrund		oft sehr unsymmetrisch, länglich
Länge Sproßglieder	Mittelwert 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

2. Unterscheidungsmerkmale

Nach ihrem Lebenszyklus unterscheidet sich *L. turionifera* klar von allen anderen *Lemna*-Arten in Europa: Im September/Oktober (November) sterben die Sproßglieder ab, nachdem sie kleine, wurzellose, meist dunkel olivgrüne Scheibchen entwickelt haben, die Turionen (Abb. 1). Diese sinken auf den Gewässergrund (wie bei *Spirodela polyrrhiza*), wo sie Außentemperaturen bis -40 °C überstehen könnten (LANDOLT 1986, 1990). Ab März steigen sie wieder an die Wasseroberfläche auf und treiben dort neue Sproßglieder. Diese können bis Juni, im Ideal auf der ganzen Oberseite, eine rote Anthocyan-Farbe zeigen und sind dann – in Verbindung mit ihrer relativ geringen Größe – leicht zu identifizieren.

Aber auch im Sommer, wenn sich die rote Pigmentierung abgeschwächt hat, fallen Dominanzbestände in der Regel immer noch auf. In diffusem Licht schienen uns auch geringe Anthocyan-Gehalte noch am ehesten erkennbar. Schwieriger wird es, wenn *L. turionifera* nur vereinzelt in die Wasserlinsendecke einge-

streut ist. Dann sollte man mit einer Lupe die Unterseiten der Sproßglieder betrachten, wo das Rot stabiler und deutlicher ist, besonders im Wurzelansatz. *Lemna gibba* (selten auch *L. minor*) kann zwar auch Anthocyan entwickeln, aber in anderer Verteilung und Farbnuance (Tabelle 1).

Noch kritischer sind rein grüne Exemplare, die sich meist nur dann sicher identifizieren lassen, wenn ein Turio anhängt. Ohne einen solchen ist man ganz auf die morphologischen Unterschiede angewiesen (Abb. 1), die aber eine sichere Trennung von *L. minor* oder flachen Formen von *L. gibba* nicht immer erlauben.

Obwohl die Sproßglieder bei *L. turionifera* im Mittel nur wenig größer sind als die von *L. minuta*, ist letztere morphologisch doch deutlich verschieden: durch die angedeutete Spitze, die dünnen Ränder, die hohe Symmetrie, den scharfen Grat in der Längsachse, den dunklen Glanz, das völlige Fehlen von Anthocyan, die Einnervigkeit u. a. (WOLFF 1991); s. auch Abbildung 1. Tabelle 1 soll zusätzliche Hilfe zur Unterscheidung der 3 erstgenannten Arten geben.

Ähnliche Tabellen finden sich in LANDOLT 1975 und UOTILA, BAYTOP & LANDOLT 1984. Sie gelten weltweit ohne Europa bzw. für Anatolien und sind deshalb nicht in allen Punkten auf Europa anwendbar.

Wie bei der Tabelle für *L. minuta* (WOLFF 1991) sollte man auch hier bedenken, daß nicht alle Merkmale an allen Pflanzen arttypisch ausgeprägt sind. Man muß jeweils die Mehrheit entscheiden lassen. In Extremfällen ist eine Trennung der Arten sogar nur auf der Ebene des konkreten Bestandes möglich: Dann erkennt man 2 oder mehr unterschiedliche Formen, die man nach dem Ausschlußverfahren auch bestimmten Arten zuordnen kann, obwohl die jeweiligen Merkmalausprägungen überwiegend untypisch sind.

Verblüffenderweise gab es im Schwarzen Loch bei Berg (Pfalz) und im *Menyanthes*-Teich S Leimersheim sogar eine Ähnlichkeit von *L. turionifera* mit blühender *L. trisulca*. Solche Exemplare schwimmen an der Oberfläche, bilden Anthocyan aus und sind klein, ungestielt und etwas gewölbt.

3. Vorkommen in Süddeutschland und im Elsaß (1989-1992)

Die Numerierung der Fundgewässer kehrt wieder in der Verbreitungskarte (Abb. 2), in den soziologischen Tabellen (Tab. 2a + b) und im Text. Die Erstfundpunkte für Europa (1965/66) sind durch Pfeile markiert, aber nicht in die Numerierung einbezogen.

Hessen

- 1 – 6116/4 NW Stockstadt/Rhein: NSG Kühkopf, Teich W Hof Guntershausen (wenig)
- 2 – 6316/3 SW Hofheim: Altrhein, mittlerer Abschnitt (sehr wenig)
- 3 – 6316/3 SW Hofheim: Altrhein, südlicher Abschnitt (ziemlich viel)

Saarland

- 4 – 6709/2 N Lautzkirchen: Teich am Parkplatz (ziemlich viel)
- 5 – 6709/4 SW Blieskastel: Altarm "Rohrblies" (wenig)
- 6 – 6709/3 S Blickweiler: Teich am Auerand der Blies (zerstreut)

Rhein Hessen-Pfalz

- 7 – 6413/3 S Münchweiler/Alsenz: Teich SW Neumühle (viel)
- 8 – 6216/4 SE Ibersheim: rheinparallele Schlute (wenig)
- 9 – 6416/1 E Roxheim: Taubenhügel, nordwestlicher Kolk (sehr viel)
- 10 – 6416/1 E Roxheim: Taubenhügel, südöstlicher Kolk (ziemlich viel)
- 11 – 6516/4 NW Altrip: größter der 3 Kolke (sehr viel)
- 12 – 6516/4 NW Altrip: rheinparallele Schlute W 11 (viel)
- 13 – 6616/2 E Waldsee: N-Spitze Kollerinsel, Kolk (ziemlich viel)
- 14 – 6716/2 E Heiligenstein: Kolk am Rheindamm (wenig)
- 15 – 6716/1 E Heiligenstein: Tongrubenteiche, N-Teil (viel)
- 16 – 6716/1 E Heiligenstein: Tongrubenteiche, S Querweg (ziemlich viel)

- 17 – 6716/1 S Mechttersheim: Schlute im Auwald, ND (zerstreut)
- 18 – 6716/1 S Mechttersheim: Rechen an Schleuse (wenig)
- 19 – 6716/3 E Gernersheim: rheinparallele Schlute (wenig)
- 20 – 6816/1 SE Sondernheim: Großer Kolk im Auwald (viel)
- 21 – 6816/1 SE Sondernheim: Kleinerer Kolk im Auwald (wenig)
- 22 – 6816/1 SE Sondernheim: südlichster Ziegeleigrubenteich (wenig)
- 22a – 6816/1 Altrhein "Brennrhein" W u. E Hauptdamm (1992, zerstreut)
- 23 – 6816/3 SSW Leimersheim: Teich mit *Menyanthes* (viel)
- 24 – 6815/4 SE Neupotz: Altrhein (wenig)
- 25 – 6915/2 E Wörth: Altrhein am Tennisplatz (ziemlich viel)
- 26 – 6915/2 NE Wörth: Altrhein am Hafen (wenig)
- 27 – 6915/2 NE Wörth: Schlute am Hafen (wenig)
- 28 – 6915/4 SE Maximiliansau: Teich im Verlauf einer Rinne (viel)
- 29 – 6915/4 SE Maximiliansau: Schlute "Waal-Lache" (zerstreut)
- 30 – 7015/2 E Neuburg: östlicher Altrhein W Straße (zerstreut)
- 31 – 7015/1 SE Berg: Teich "Rotes Loch" (ziemlich viel)
- 32 – 7015/1 SE Berg: Teich "Schwarzes Loch" (ziemlich viel)

Baden (siehe auch die Erstfundpunkte für Europa!)

- 33 – 6616/4 SW Ketsch, NE Herrenteich: Teich im Auwald (wenig)
- 34 – 6616/4 SW Ketsch, NE Herrenteich: Rechen am Pumpwerk (ziemlich wenig)
- 35 – 6616/4 NNW Altlußheim: Kothlachgraben (ziemlich wenig)
- 36 – 6616/4 NW Altlußheim: Oder W Siegelhain (ziemlich viel)
- 37 – 6816/1 W Rußheim: NW-Arm des Rheinniederungskanaals (viel)
- 38 – 6816/1 S Dettlenheim: schmal-rechteckiger N-S-Teich (wenig)
- 38a – 6816/3 NW Leopoldshafen, Altrhein (1992, SCHWARZER; zerstreut)
- 39 – 6916/1 WNW Eggenstein: schlutenähnlicher Teich NNE "Weidwerk" (wenig)
- 40 – 7114/2 NW Wintersdorf: Altrhein (wenig)
- 41 – 7114/4 SW Wintersdorf: Schlute am Rheindamm (ziemlich wenig)
- 42 – 7214/1 N Söllingen: Kanalstück zwischen Rheinseiten- und Rheinniederungskanal (wenig)
- 43 – 7313/2 WNW Freistett: Schlute am Damm W Hafen (wenig)
- 44 – 7412/4 S Sundheim: Kolk E "Neufeld" (sehr viel)
- 45 – 7412/4 W Marlen: Altrhein, Schleuse am Damm (wenig)
- 46 – 7512/2 NW Altenheim: Schlute N Straße zur Staustufe Strasburg (wenig)
- 47 – 7512/2 NW Altenheim: Schlute S Straße zur Staustufe Strasbourg (ziemlich viel)
- 48 – 7612/3 NW Kappel: Schlute NW Parkplatz des NSG Taubergießen (sehr viel)
- 49 – 7712/3 NW Niederhausen: Schlute N Fahrweg zur Mündung des Leopoldskanals (sehr wenig).

In Südwestdeutschland noch zu erwarten wäre die Art vor allem im Rhein Hessischen Tafel- und Hügelland, der Rheinaue zwischen Bingen und Mainz und im Maintal.

Frankreich, Elsaß: Dép. Bas-Rhin (aus WOLFF 1992)

- F 1 – 7015/3 NE Mothern: Schlute im Bois de Mothern (wenig)

- F 2 – 7114/2 SE Seltz, Woerth: Blinder Arm des Stadeneins (sehr wenig)
- F 3 – 7114/2 SE Seltz, Woerth: Schlute SE F 2 (Reinbestand! viel; 1992 sehr viel, von Raupen des Wasserlinsen-Zünslers *Cataclysta lemnata* L. als Baumaterial für ihre Wohnröhren benutzt)
- F 4 – 7213/2 S Sessenheim: Moder-Altarm "Hood" an der Straße nach Dahunden (viel)

Wie aus Abbildung 2 zu ersehen, liegen die Fundpunkte – von den 3 im saarländischen Bliestal und dem einen im Nordpfälzer Bergland abgesehen – in der Rheinaue des Oberrheingrabens, stromaufwärts etwa bis zum Leopoldskanal. Von hier nach Süden blieb die Suche nach *L. turionifera* vergeblich. Ursachen dafür dürften sein:

1. In der Furkationszone sind fast alle Gewässer fließend miteinander verbunden (was die Art nicht verträgt),
2. die wenigen stehenden sind oft nur temporär,
3. das Klima wird nach Süden hin zunehmend mediterran-atlantischer,
4. *L. minor* ist hier auffallend groß und vital, also wohl konkurrenzkräftiger als weiter nördlich.

Von Steinstadt ab wurde die Suche völlig eingestellt, weil naturnahe Gewässer bzw. eine Aue dort nicht mehr existieren. Vor allem in der Vorderpfalz haben wir auch westlich der Aue gesucht, ebenfalls erfolglos. Wir wagen es deshalb, in der Karte die aktuelle Verbreitungsgrenze anzudeuten.

4. Soziologie

Die (1990) 1991 erhobenen Aufnahmen sollen nicht nur den soziologischen Anschluß von *L. turionifera* zeigen, sondern auch einen Beitrag zur Kenntnis des aktuellen Zustands der Lemnetales-Bestände im deutsch-französischen Grenzgebiet liefern. Nach dem Auftauchen von *Lemna minuta* und *L. turionifera* hat sich ihre Zusammensetzung seit den Oberrhein-Bearbeitungen von KAPP & SELL 1965 und PHILIPPI 1969 doch erheblich gewandelt.

4.1 Methoden

Eine Mindestdeckung von 50 % Lemnetales-Arten war Voraussetzung für eine Aufnahme. Bestände mit Submersen und Helophyten wurden möglichst vermieden, was aber selten realisierbar war. Ansonsten galt nur noch das Vorhandensein von *L. turionifera* als Auswahlkriterium der Probestellen.

Die Synsystematik richtet sich überwiegend nach SCHWABE-BRAUN & R. TUEXEN 1981 sowie FELZINES & LOISEAU 1991. Wir haben allerdings eventuell vorhandene Submerse und Helophyten ganz bewußt mit aufgenommen, weil – sie zusätzliche Hinweise auf die Standortbedingungen liefern, worauf man in so artenarmen Beständen nicht verzichten sollte; – sie den Lemnetales-Arten Verankerungsmöglichkeiten bieten und damit die Zusammensetzung und Stabilität der Bestände beeinflussen, insbesondere im Fließwasser;

– wir die Wasservegetation als Ganzheit betrachten, mit oft mehreren Schichten, die teilweise voneinander abhängen (und sich somit Parallelen zu anderen soziologischen Klassen ergeben), ohne daß wir die Eigenständigkeit der Lemnetales in Frage stellen wollen;

– man ja im umgekehrten Fall auch eventuell vorhandene Wasserlinsen etwa in Potamogetonion- oder Phragmition-Beständen mit aufnimmt,

– und bei Niedrigwasser die submerse Hydrophyten- oft mit der Wasserlinsenschicht zusammenfällt, vor allem im Lemnion trisulcae.

Wir möchten solche Überlagerungen und Durchdringungen also nicht abwerten, wie dies in der Literatur z. T. üblich ist.

Heute sollten keine soziologischen Wasserlinsen-Untersuchungen mehr angestellt werden, ohne eine repräsentative Mischprobe unter dem Binokular zu durchmustern. Zu leicht könnte man vor allem *L. minuta*, *L. turionifera* und *L. gibba* im Gelände mit bloßem Auge übersehen oder verkennen. Ganz besonders gilt dies für die Oberrhein-Ebene, eines der an Lemnetales-Arten reichsten Gebiete Mitteleuropas (insgesamt 10, im konkreten Gewässer bis 7).

Der Aufnahmezeitpunkt wurde, wenn möglich, in die optimale Entwicklungsphase der jeweiligen *L. turionifera*-Population gelegt, was durchaus schon im Mai der Fall sein kann, spätestens aber im September. Bei den Oktober-Aufnahmen wurden die Deckungsanteile der im Einziehen begriffenen Arten (*Spirodela polyrrhiza*, *Lemna gibba*, *L. turionifera*) auf die anzunehmenden Verhältnisse im August hochgerechnet.

Wo von *Lemna trisulca* bzw. *Riccia rhenana* nur 1-5 Exemplare (Deckung "r") in der Aufnahmefläche zu finden waren, haben wir die Standortverhältnisse und die Deckungsgrade in der Umgebung entscheiden lassen, ob der Bestand ins Lemnetum trisulcae bzw. Riccietum rhenanae zu stellen sei (dieser Fall kommt bei SCHWABE-BRAUN & R. TUEXEN 1981 nicht vor). Im Lemnion gibbae werten wir vereinzelte Dreifurchige Wasserlinsen als Varianten-Differentialart (im Sinne eines vermutlichen Relikts).

Für Bestände mit untergeordneter *L. minuta* mußte eine Untergesellschaft und 3 Subassoziationen neu aufgestellt werden. Wir halten sie für ökologisch ebenso gut begründet wie die *L. minuta*-Assoziation von FELZINES & LOISEAU 1991. Auch einige neue Varianten, oft ohne erkennbare standörtliche Charakteristik, sind hinzugekommen.

4.2 Ergebnisse

Lemnion gibbae R. TX. & A. SCHWABE 1974 ap. R. TX. 1974 (Tabelle 2 a).

Dieser Verband besteht aus Dominanzgesellschaften. Deren Decken, auf meist sehr nährstoffreichen Gewässern, werden gelegentlich von *Enteromorpha intestinalis* begleitet. *Phalaris arundinacea* kommt im vorliegenden Aufnahmematerial nur in diesem Verband als durchdringende Röhricht-Art vor. Die submerse Hydrophytenschicht, soweit vorhanden, ist meist arten- und individuenarm ausgebildet. Bezeichnenderweise steht die eutraphente, verschmutzungsresistente *Elodea nuttallii* dabei an erster Stelle.

Lemna turionifera-Gesellschaft (Spalten 1-6)

Konsequenterweise muß man auch Dominanzbestände von *L. turionifera* als eigenständige synsystematische Einheit betrachten, zumal ihr definierbare ökologische Verhältnisse zugrundeliegen. Solange keine längerfristigen Beobachtungen über die Stabilität und

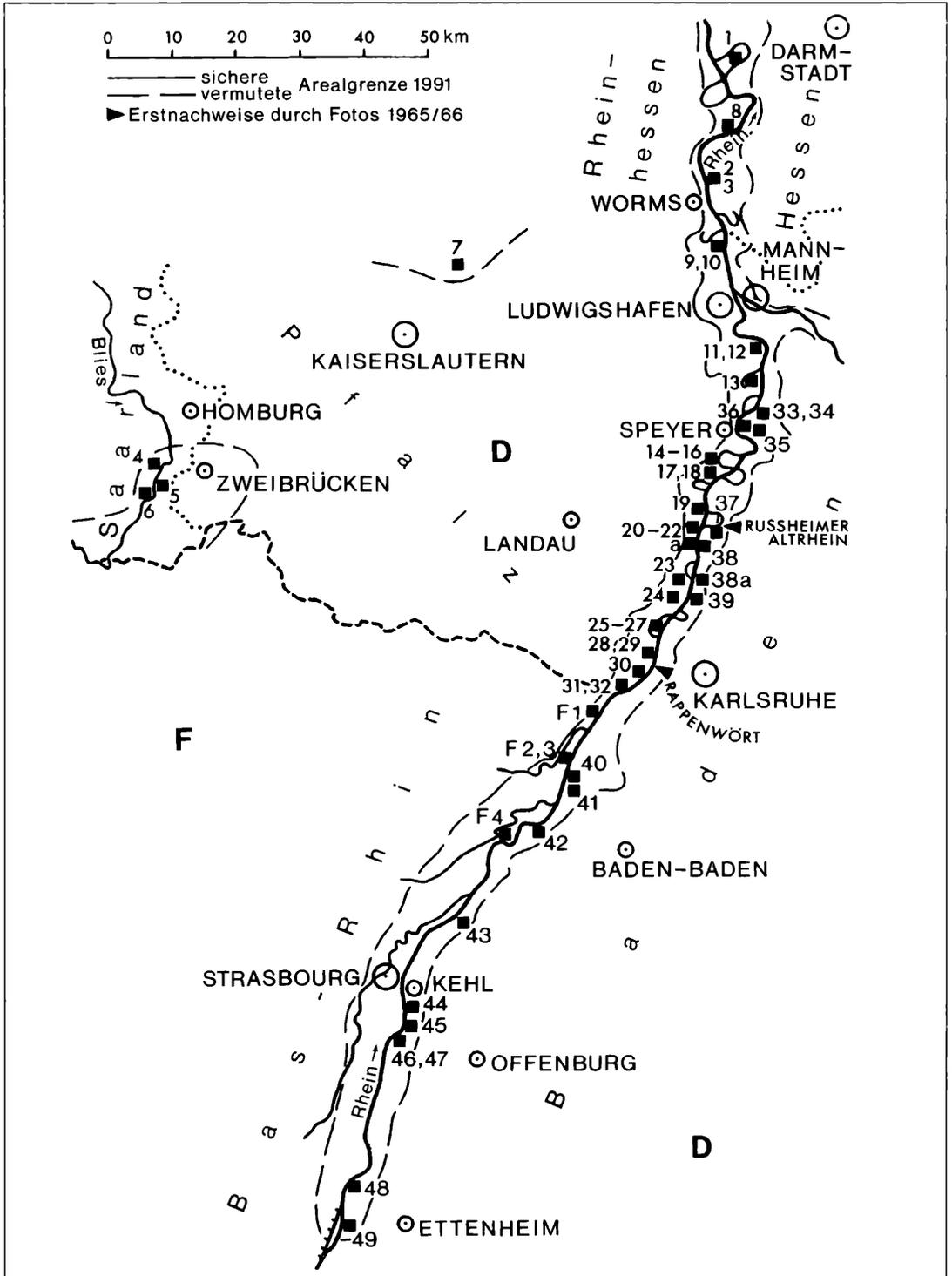


Abbildung 2. Verbreitungskarte von *Lemna turionifera* im deutsch-französischen Grenzgebiet 1991/92.

das sozio-ökologische Verhalten der Populationen dieser Art vorliegen, soll aber nur eine ranglose Gesellschaft aufgestellt werden.

LANDOLT 1986 schlägt ein weltweites Synsystem der Wasserlinsen vor, mit einer "alliance of *Lemna turionifera*" in Klimazonen ganz ohne *L. minor*, und einer "association of *L. gibba* and *L. turionifera*" innerhalb des Lemnion gibbae. In diese Einheit ließe sich unser Vegetationstyp ohne weiteres einfügen. Sie wird bis jetzt nur aus den USA angegeben.

Unsere Bestände leben in kleinen bis mittelgroßen, stehenden, basischen, eutrophen Gewässern, die sonnig liegen und sich auch sonst leicht erwärmen. Sie unterliegen einem meist periodischen Schmutzeintrag, z. B. durch Dünger von benachbarten Äckern. Im Fundgewässer 7 schnellten dadurch im Oktober 1991 die Gesamthärte und die N- und P-Gehalte in astronomische Höhen. Im Frühjahr 1992 war das Wasser wieder sauber.

- Typische Untergesellschaft (Sp. 1)
- Untergesellschaft von *L. gibba* (Sp. 2): mit hohem Elektrolytgehalt
- Untergesellschaft von *Spirodela polyrrhiza* (Sp. 3-5): nährstoffreich und warm
- + Typische Variante (Sp. 3-4)
- + Variante von *Azolla filiculoides* (Sp. 5)
- Untergesellschaft von *L. minuta*, Variante von *L. trisulca* (Sp. 6): etwas bewegt (mit Anschluß an den fließenden Rheinniederungskanal, im Kontakt mit dem Lemno minusculae-Azolletum filiculoidis).

In den folgenden Assoziationen soll *L. turionifera* zunächst nur als Differentialart einer entsprechenden Ausbildung gelten.

Lemnetum gibbae (W. KOCH 1954) MIY. & J. TX. 1960 (Sp. 7-9)

Die Gewässer sind z. T. sehr elektrolytreich, außerdem nährstoff- und algenreich.

- Typische Subassoziation (Sp. 7)
- Subass. spirodeletosum polyrrhizae, Variante von *Azolla filiculoides* (Sp. 8): warme, flache, ziemlich saubere Schlute
- Subass. lemnetosum minutae, Variante von *L. trisulca* (Sp. 9): tieferes, daher kühleres Becken.

Spirodeletum polyrrhizae (KELHOFER 1915) W. KOCH 1954 em. R. TX. & A. SCHWABE 1974 ap. R. TX. 1974 (Sp. 10-14)

Meist sehr nährstoffreiche Wässer mit viel Ammonium und Orthophosphat; z. T. über 1,6 m tief.

- Typische Subassoziation (Sp. 10-11)
- + Typische Variante (Sp. 10): verschmutzt
- + Variante von *L. trisulca* (Sp. 11): sauber
- Subass. lemnetosum gibbae, Variante von *Azolla filiculoides* (Sp. 12): NH₄- und o-P-reichstes aller untersuchten Gewässer; flacher, warmer Kolk
- Subass. lemnetosum minutae (Sp. 13-14): größere, tiefere, zeitweise bewegte Gewässer mit niedrigeren

NH₄- und o-P-Gehalten

- + Typische Variante (Sp. 13)
- + Variante von *Azolla filiculoides* (Sp. 14).

Lemno minusculae-Azolletum filiculoidis FELZINES & LOISEAU 1991 (Sp. 15-18)

Die Berechtigung einer *L. minuta*-Assoziation auch für unser Gebiet soll an anderer Stelle bekräftigt werden. Unglücklich ist nur die Namensgebung: *Azolla filiculoides* hat am Oberrhein seinen Haupt-Schwerpunkt im Spirodeletum; *L. minuta*-Dominanzbestände folgen erst an 2. Stelle in der Reihenfolge der Stetigkeit.

Diese besiedeln größere Gewässer, die wenigstens zeitweise bewegt sind (fließend oder durch Wind); aber auch kleinere, stehende, wenn ausreichend Schatten auf sie fällt. Entsprechend erwärmt sich das Wasser weniger als in den 3 vorhergehenden Assoziationen. Auch sein Nährstoffgehalt ist im Durchschnitt am geringsten innerhalb des Lemnion gibbae; dies gilt vor allem fürs Ammonium. Die jahreszeitliche Entwicklung erreicht ihr Optimum erst im Oktober.

- Subass. lemnetosum gibbae (Sp. 15): sauberer, grundwasserreicher Bachkanal, mesotroph
- Subass. spirodeletosum polyrrhizae (Sp. 16-18): gering verschmutzte Altrheine bzw. eine Schlute; eutroph. Die Sp. 16 + 18 zeigen angespülte Decken mit verschiedenem Treibsel; trotzdem haben sie sich 1990 und 1991 räumlich und in ihrer Zusammensetzung als stabil erwiesen.

Riccio fluitantis-Lemnion trisulcae R. TX. & A. SCHWABE 1974 ap. R. TX. 1974 nom. nov. (Tabelle 2 b, Spalten 19-41)

In diesen zweischichtigen Beständen hat *Ceratophyllum demersum* mit Abstand die höchste Stetigkeit unter den Begleitern und Hydrophyten im oft reichen Unterwuchs. Als eutraphente Art mäßig klarer bis klarer Gewässer unterstreicht sie die Standortcharakteristik des Verbands. An niedrigsteten Hydro- und Helophyten sind z. B. *Potamogeton berchtoldii*, *P. panormitanus*, *Chara fragilis*, *Fontinalis hypnoides* und *Phragmites australis* nur hier gefunden worden. Auf der Wasseroberfläche kann *Lemna turionifera* dominieren. Ökologisch auffallend ist die geringe standörtliche und jahreszeitliche Schwankungsbreite der pH-Werte: 7.1-7.9, gegenüber 6.1-8.8 in der geringeren Anzahl Lemnion gibbae-Probeflächen. Im Gegensatz zu diesen fehlt Faulschlamm im Substrat praktisch ganz – ein Zeichen für den höheren Sauerstoffgehalt der Wässer.

Lemnetum trisulcae (KELHOFER 1915) KNAPP & STOFFERS 1962 (Sp. 19-32)

In klaren oder gering getrübbten Gewässern von maximal 1.7 m Tiefe, eutroph; sauber, höchstens gering belastet; fast immer Orthophosphat-arm. Meist stehend, aber auch in langsam ziehenden Altrheinen.

- Typische Subassoziation (Sp. 19-20): *Menyanthes* zeigt eine Tendenz zur Mesotrophie an

<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	+1									
Hydrophyten										
<i>Drepanocladus aduncus</i>	r.1	r.1	r.1					2.4		2.4
<i>Amblystegium riparium</i>				2.4		r.1		+3	1.3	r.2
<i>Elodea nuttallii</i>			+1	2.3	*1					+2
<i>Callitriche obtusangula</i>			2.3				r.1		*+	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>			*r						r.1	*r
<i>Potamogeton lucens</i>				3.5			1.2		r.1°	
<i>Chara fragilis</i>	2.3			2.3						
<i>Ranunculus rionii</i>			+2			*r				
<i>Potamogeton panormitanus</i>			1.2						1.3	
<i>Elodea canadensis</i>			*r						r.1	
<i>Potamogeton trichoides</i>							+2		*r	
<i>Potamogeton pectinatus</i>			3.4							
<i>Potamogeton natans</i>				+2						
<i>Hottonia palustris</i>							r.1			
<i>Amblystegium humile</i>									r.2	
<i>Fontinalis hypnoides</i>									2.4	
<i>Ranunculus circinatus</i>									*1	
<i>Calliergonella cuspidata</i>										1.3
<i>Potamogeton crispus</i>										r.1°
Helophyten										
<i>Phragmites australis</i>		+2		+2°			2.3	r.1		
<i>Rorippa amphibia</i>				r.1						1.2
<i>Menyanthes trifoliata</i>	2.4									
<i>Sparganium erectum</i> ssp. <i>erectum</i>		3.4								

(Wasserwerte in Klammern): im selben Gewässer in der Nähe der Aufnahme gemessen

Wassertransparenz: k = klar, O = mäßig klar, t = trüb
Größe der Aufnahmeflächen: 1,5-3 m²

* vor dem Deckungswert: lose angetriebene Bruchstücke

Verwendete Geräte und Chemikalien:

pH: WTW pH 56, mit Glaselektrode Ingold E 50.

Leitfähigkeit und Temperatur: WTW LF 92.

Gesamthärte: Aquamerck 8039

Ammonium: Merck Aquaquant 14 400

Orthophosphat: Merck Aquaquant 14 445.

- Sp. 1: *Agrostis stolonifera* (+2), *Bidens tripartita* r.1°, W-Ufer. Lehmfilm über Faulschlamm über lehmigen Sand. 2-8-1991.
- Sp. 2: W-Ufer. Faulschlamm über Lehm. 12-10-1991.
- Sp. 3: E-Ufer. Humus über rotbraunem Lehm. 2-6-1991.
- Sp. 4: Ganze Rinne aufgenommen. Faulschlamm über Beton. 25-7-1991.
- Sp. 5: SW-Ufer. Faulschlamm über kleinen Geröllen. 1-9-1990.
- Sp. 6: E-Ufer. Beton. 12-6-1991.
- Sp. 7: S-Ufer. Faulschlamm über Lehm. 12-10-1991.
- Sp. 8: SE-Teil. Faulschlamm über Lehm. 1-9-1991.
- Sp. 9: *Carex gracilis* +2. NE-Ufer. Faulschlamm über Beton bzw. Lehm. 4-8-1991 (Analyse: 22-8-1992).
- Sp. 10: S-Ufer. Faulschlamm über Lehm. 31-8-1991.
- Sp. 11: N-Ufer. Humus und Faulschlamm über sandigem Lehm. 2-8-1991.
- Sp. 12: *Ranunculus sceleratus* juv. +1, *Alopecurus geniculatus* (1.3). N-Ufer. Tonschlamm. 12-10-1991.

- Sp. 13: Schleuse am Rheinniederungskanal. 20-7-1991.
- Sp. 14: NE-Ufer. Lehm. 12-10-1991.
- Sp. 15: S-Ufer N "Apotheke". Grauer Ton. 3-10-1991.
- Sp. 16: *Ranunculus fluitans* *r. Humoser Schlamm über Lehm. 21-7-1991.
- Sp. 17: *Myosotis scorpioides* 2.3, *Polygonum mite* 1.2. E-Teil, N-Ufer. Faulschlamm über tonigem Lehm. 25-7-1991.
- Sp. 18: NE-Ufer SW "Bannwald". Gerölle in sandigem Lehm. 20-7-1991.
- Sp. 19: Nahe N-Ufer. Humus über Lehm. 15-6-1991.
- Sp. 20: *Glyceria maxima* +1. S-Ufer. Humoser Lehm-schlamm. 15-6-1991.
- Sp. 21: NE-Ufer. Schlamm über Ton. 25-8-1991.
- Sp. 22: W Feldweg N → SW. Schlamm über Ton. 25-8-1991.
- Sp. 23: SW-Ufer. Mächtiger lehmiger Humus. 26-5-1991.
- Sp. 24: *Typha latifolia* 1.2. N-Teil. Grauer toniger Feinsand. 20-7-1991.
- Sp. 25: SW-Ufer. Lehm. 1-9-1991.

- Sp. 26: Querwand paralle l Hafenstraße. 3-8-1991.
 Sp. 27: Flaches E-Ende, S (26). 3-8-1991.
 Sp. 28: Zwischen (26) und N-Ufer. 6-10-1991.
 Sp. 29: E-Ufer. Gerölle mit Sand. 31-8-1991.
 Sp. 30: N-Ende. Lehm. 12-6-1991.
 Sp. 31: *Oenanthe aquatica* +2. N-Ende. Rohhumus und etwas Faulschlamm über Lehm. 9-6-1991.
 Sp. 32: SE-Ecke. Rohhumus über Geröllern mit Lehm. 30-6-1991.
 Sp. 33: N-Ufer. Humoser Schlamm über sandigem Lehm mit Geröllern. 21-7-1991.
 Sp. 34: E-Ufer. Humoser sandiger Lehm. 21-7-1991.
 Sp. 35: NE-Ende. Rohhumus über Lehm mit Geröllern. 21-7-1991.

- Sp. 36: N-Ufer. Humus über sandigem Lehm. 4-8-1991.
 Sp. 37: S-Ufer. Humus über Geröllern in Lehm. 22-7-1991.
 Sp. 38: N-Ufer. Rohhumus über Lehm mit Geröllern. 22-7-1991.
 Sp. 39: SW-Ufer. Humoser lehmiger Ton. 1-9-1991.
 Sp. 40: W-Ufer. Mächtiger Schilf-Rohhumus über Lehmschlamm. 25-5-1991.
 Sp. 41: *Polygonum mite* 3.5 und *Agrostis stolonifera* 1.3, submers, aus Trockenperiode stammend. SE-Ufer. Anlehmiger grauer Sand. 24-7-1991.
 Sp. 42: NW-Ecke des nordwestlichen großen Teichs. Lehm. 1-9-1991.

– Subass. *spirodeletosum polyrrhizae* (Sp. 21-25): flache, leicht erwärmbare, saubere Schluten und Kolke
 + Typische Variante (Sp. 21-23)
 + Variante von *Lemna gibba* (Sp. 24-25)
 Subass. von *Spirodela polyrrhiza*, *Lemna minuta* und *Azolla filiculoides* mit räumlich und jahreszeitlich stark wechselnden Anteilen (Sp. 26-28): Altrhein und Schlute am Wörther Hafen. Der Altrhein ist tief, ziehend und wenig belastet. – Vermittelt zur
 – Subass. *lemnetosum minutae* (Sp. 29-32): beschattete und/oder größere, (zeitweise) bewegte Gewässer
 + Typische Variante (Sp. 29-31)
 + Variante von *Lemna gibba* (Sp. 32).

+ Variante von *Spirodela polyrrhiza* (Sp. 35-36)
 + Variante von *Lemna minuta* (Sp. 37-38): größere Schluten, deren Wasser vom Wind bewegt werden kann
 – Subass. *ricciocarpetosum natantis* (Sp. 39): über humusarmem Substrat. Wasser wesentlich NH_4^- und o-P-reicher als in der Typ. Subass.

Ricciocarpetus natantis SEGAL 1963 em. R. TX. 1974 (Sp. 40-41)

Bei gleicher Deckung haben wir *Ricciocarpus* eine höhere Bedeutung beigemessen als der im UG weniger seltenen *Riccia rhenana*.

– Subass. *riccietosum rhenanae* (Sp. 40-41): Substrat humusreich (ungewöhnlich! 40) bzw. humusarm (41). Wasser mit mittlerem Ammonium- und relativ hohem Orthophosphat-Gehalt.

Ricciocarpus natans entwickelt als Landform ausgeprägte Rosetten auf feucht-lehmigem Sand und – besonders üppig – auf beschattetem Schlamm. Ab Oktober leiden die Thalli aber sichtlich unter Nachtfrost und entwickeln teilweise Anthocyane.

Lemno minoris-Salvinon natantis SLAVNIC 1956 em. SCHWABE-BRAUN & R. TX. 1981 (Tabelle 2 b, Spalte 42)

(Sub)kontinentaler Verband.

Lemno minoris-Salvinietum natantis (SLAVNIC 1956) KORNECK 1959

– Typische Subassoziation (Sp. 42): sauberer, beschatteter, orthophosphatarmer ehemaliger Tongrubenteich.

4.3 Das soziologische Verhalten von *Lemna turionifera*

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, findet man die Art im Gebiet am häufigsten im *Lemnetum trisulcae*. Mengemäßig am stärksten vertreten ist sie – außer in ihrer eigenen Dominanzgesellschaft – in einigen Ausbildungen des *Lemnetum trisulcae* und des *Riccietum rhenanae*; außerdem dominiert sie in den *Salvinietum*-Beständen von Heiligenstein (Pfalz). Untergeordnet kommt sie vor im *Lemnetum gibbae*, dem *Spirodeletum polyrrhizae*, *Lemno minusculae*-*Azolletum* und

Riccietum rhenanae KNAPP & STOFFERS 1962 (Sp. 33-39)

In der Originaltabelle von KNAPP & STOFFERS 1962: 119 sind nur Dominanzbestände von *Riccia rhenana* enthalten. Diese Definition behalten wir hier bei, im Gegensatz zu PHILIPPI 1969, der auch *Ricciocarpus natans* als Kennart der Assoziation betrachtet.

Soweit die – bestimmbare – Landform auffindbar war, erwiesen sich alle Riccien als *R. rhenana* LORBEER. Wir unterstellen, daß sie generell die klimatisch günstigeren Standorte (KLINGMÜLLER 1957) und die nährstoffreicheren (PHILIPPI briefl. 1991) besiedelt als *Riccia fluitans* L. emend. LORBEER.

Utricularia vulgaris war ausschließlich im *Riccietum rhenanae* zu finden. Dies bestätigt die Beobachtungen von PHILIPPI 1969 (unter Einschluß von *Ricciocarpus*-Dominanzbeständen). Nach den europaweiten Tabellen in SCHWABE-BRAUN & R. TÜXEN 1981 scheint es sich dabei aber um eine regionale Erscheinung zu handeln.

Die untersuchten Standortfaktoren unterscheiden sich wenig von denen des *Lemnetum trisulcae*. Man erkennt immerhin eine Tendenz zu höherer Transparenz des Wassers, häufigerer Beschattung, geringem Gesamtammoniumgehalt und wohl auch niedrigeren NH_4^- - und o-P-Werten.

– Typische Subassoziation (Sp. 33-38): über humusreichem Substrat; Wasser meist sehr ammonium- und orthophosphat-arm.

+ Typische Variante (Sp. 33-34)

Riccioarpetum. In diesen 4 Assoziationen sind wohl die Konkurrenz- und/oder Standort-Bedingungen für sie ungünstiger.

Im Juni 1991 fand sie sich auch in einem Bestand des Riccietum fluitantis s. str. bei Eselsfürth NE Kaiserslautern (6512/2). Anfang September war sie von dort jedoch wieder verschwunden. Im sauer-kühlen Wasser des Standorts dieser Assoziation konnte sie nicht überleben, trotz verschmutzungsbedingten Nährstoffreichtums und schwacher Konkurrenz.

L. turionifera beteiligt sich außerdem an Lemnetalia-Fragmenten im Hydrocharitum morsus-ranae (F 4), über verschiedenen Potamogetonion-Gesellschaften und zwischen Röhrichten.

5. Ökologie

5.1 Jahreszeitlicher Verlauf der Wasserparameter und der Vegetation

An zwei Lemnetum trisulcae-Gewässern der Rheinaue wurden 1991 in monatlichem Abstand die Gewässerparameter und die Vegetation aufgenommen, und zwar jeweils zu ähnlichen Tageszeiten (Abb. 3):

– Gewässer 20: Ufer mit *Phragmites*, *Phalaris*, *Glyceria maxima*, *Salix cinerea*, Bäume. Umgebung: Auwald (s. auch die Daueraufnahme Tab. 3).

– Gewässer 28: Im Sommer lief Grundwasser aus einer Baugrube ein.

Ufer: Schilf. Umgebung: Äcker, Streuobstwiese, Schilfrinne.

Die Verläufe folgender 5 Parameter ließen sich kaum interpretieren. Wir haben sie deshalb nicht in die Grafiken eingetragen, um diese nicht unnötig zu überladen:

– pH: 7.1-7.9, sehr unregelmäßige Verläufe, Minimum jeweils Ende Juni

– Leitfähigkeit: 400-500 μ S (20 °C) in 20 bzw. 500-700 μ S in 28; ähnliche Verläufe, Minimum jeweils Ende August

– Wassertiefe: mittlere Pegel im April, Anstieg bis Anfang August, Rückgang bis November mit trocken-gefallenen Ufern

– Gesamthärte: 1.8-3.0 mmol/l (= 10-27 °dH); unterschiedliche Verläufe, Minimum jeweils im Spätsommer

– Chlorid: 25-35 mg/l Cl⁻ in 20 bzw. 60-75 mg/l in 28; geringe Schwankungen, ähnliche Verläufe, Maximum jeweils Ende August.

Aus Abbildung 3 läßt sich ablesen:

– Temperatur (oberflächennah): ca. 13°C Ende April, ca. 21°C Ende August, 6°C Anfang November.

– Gewässer 20: Der steile Anstieg des Ammoniums von Anfang August bis Anfang Oktober fällt zusammen mit dem Abbau des weitaus dominierenden Makrophyten *Ceratophyllum demersum*. Die Orthophosphat-Kurve steigt synchron an, wenn auch in viel geringerem Maße; ihr Maximum hatte sie allerdings schon Ende Mai. Die Mengenentwicklung von *Lemna*

trisulca ließ sich nur in Ufernähe abschätzen und schien der von *Ceratophyllum* in etwa parallel zu verlaufen.

Die schwimmende Wasserlinsendecke erreichte Anfang Juli ihr Optimum, bei ca. 50 % Teichbedeckung. Ihre geringe Masse dürfte den Wasserchemismus kaum beeinflusst haben. Überhaupt keine Auswirkung hatte offenbar das Absterben der Fadenalgen, die bereits im Juni am dichtesten entwickelt waren. Teich-Vegetation mit frühem Entwicklungsgipfel (Juli).

– Gewässer 28: Den Frühjahrsaspekt hat *Ranunculus rionii* bestimmt, zusammen mit *Potamogeton crispus*. Ab Ende Juni, wenn der Wasserhahnenfuß sich zersetzt, ist ein leichter Anstieg der NH₄-wie der o-P-Kurve zu erkennen. Danach wird auch hier *Ceratophyllum demersum* (weniger *Lemna trisulca*) zur Unterwasser-Dominanten, mit Optimum Ende August. Der anschließende rapide Abbau führt erwartungsgemäß zu (stark) erhöhten NH₄- und o-P-Gehalten im Wasser.

Die schwimmende Wasserlinsendecke erreicht erst Anfang Oktober ihre höchste Deckung mit 95 %, wegen des späten Optimums der hier reichlich beteiligten *Lemna minuta*. Zu dieser Zeit beginnt *L. turionifera* schon einzuziehen. Der Linsen-Abbau im Oktober hatte auch hier keinen erkennbaren Einfluß auf den Nährstoffgehalt, der eher rückläufige Tendenz zeigt. Auch das Verschwinden der Algenwatten ab Juli wirkte sich nicht erkennbar auf das Wasser aus; eher – durch die abnehmende Raumkonkurrenz – positiv auf die Wasserlinsen-Deckung.

Teichvegetation mit spätem Entwicklungsgipfel (August bis Oktober).

Umfangreichere Jahresgang-Untersuchungen hat z. B. POTT 1980 in der Westfälischen Bucht angestellt. Er fand nur die Nitrat- und Orthophosphat-Verläufe signifikant. Ein Herbstanstieg war auch dort erkennbar.

5.2 Die Standortbedingungen für *L. turionifera*

Sie wurden für die Dominanzgesellschaft schon weiter oben definiert (s. Tab. 2, Kopf). Für die Art erweitert sich die Amplitude etwas: Die Fundgewässer im Untersuchungsgebiet sind

– stehend, selten bewegt oder fließend

– meist relativ klein und \pm leicht erwärmbar

– eutroph, selten eher mesotroph (23, 25); meist sauber und klar, aber auch verschmutzt und/oder trüb; mineral- und basenreich.

Wasserparameter:

– pH 7-9, Leitfähigkeit 200-1200 μ S (20°C)

– Gesamthärte 1.11-5.99mmol/l = 6.4-33.5°dH

– Cl⁻: 16-118 mg/l

– NH₄-N: 0.03-2.0 (5.2)mg/l

– PO₄-P: 0.01-0.9 (4.4)mg/l.

Lage der Gewässer:

meist in naturnahen und \pm ungestörten Biotopen.

Die Erweiterung der Standortbedingungen ergibt sich zum einen aus den Ansprüchen der Lemnion trisul-

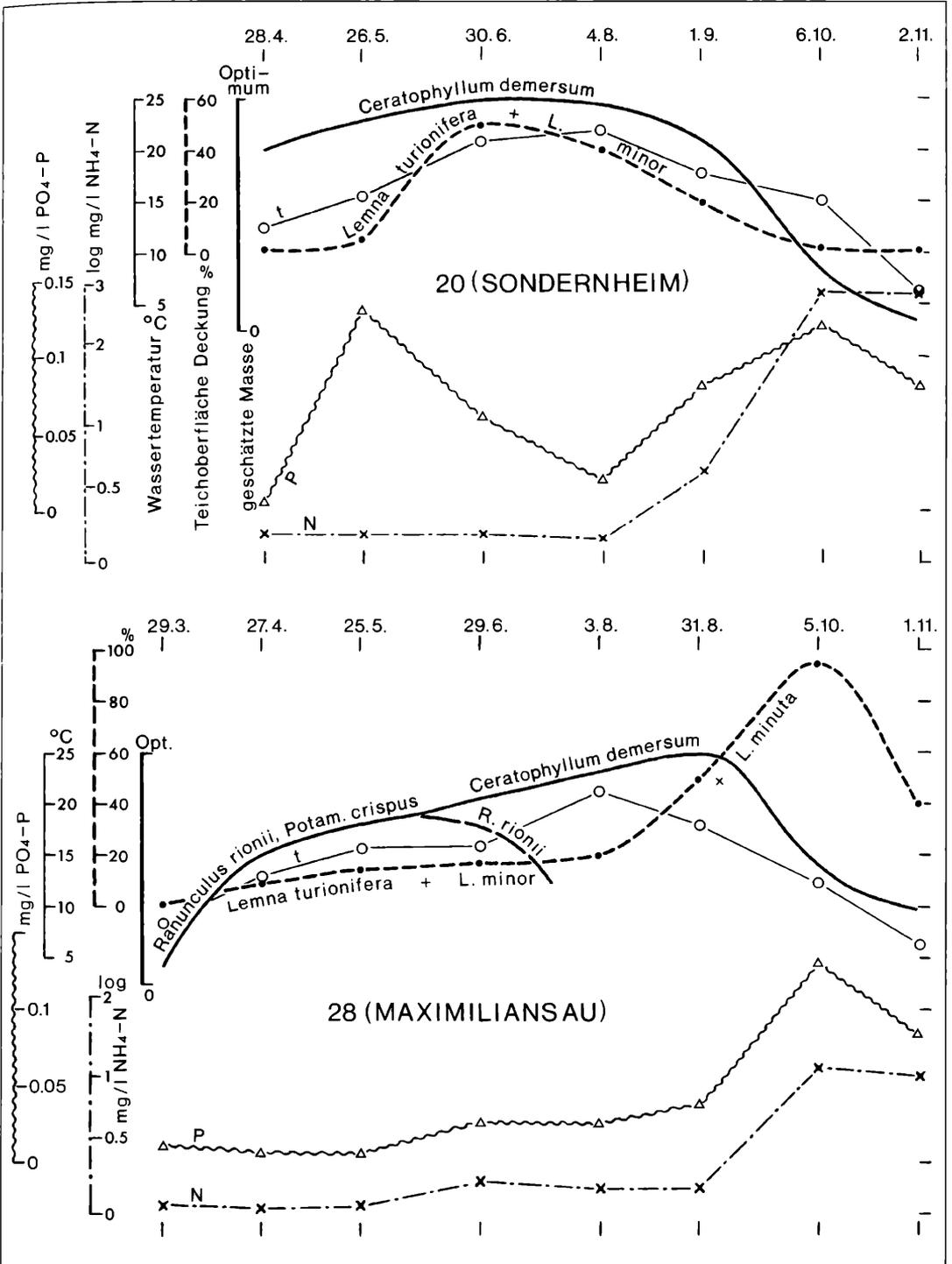


Abbildung 3. Verlauf der Vegetationsentwicklung sowie von 3 Wasserparametern zweier Standorte in der Wachstumsperiode 1991.

cae-Assoziationen, also größere Klar- und Reinheit sowie stärkere Beschattung der Gewässer, zum anderen durch die von *Lemna minuta*: bewegte bis fließende und/oder schattige, größere und/oder tiefere Wasserkörper, die sich also weniger erwärmen.

Lemna minuta tritt bei geeigneter Faktoren-Kombination fast immer auf, z. T. dominant. Ein aufschlußreiches Beispiel war 1991 der Rheinniederungskanal W Rußheim (37): Hier konnte man alle Übergänge verfolgen von *Lemna minusculae*-Azolletum (fließender Kanal), über die *L. turionifera*-Gesellschaft mit viel *L. minuta* (Mitte des Seitenarms, wenig bewegt: s. Spalte 6 der Tab. 2; wenn keine Farb-Tafel); bis zur *L. turionifera*-Dominanz fast ohne *L. minuta* (ruhiges Ende des Seitenarms).

Entsprechende Beispiele kann man in einigen anderen Gewässern auch entlang des Beschattungsgradienten beobachten (12, 28). Solche gleitenden Reihen sind aber wegen des Antagonismus zwischen *L. turionifera* und *L. minuta* ziemlich selten. In der Regel besiedeln beide getrennte Gewässer.

In diesem Zusammenhang beachtenswert ist die unterschiedliche Affinität von *L. turionifera* zu den anderen Lemnalia-Arten. Sie ergibt sich aus der Anzahl gemeinsamer Vorkommen in Tab. 2, bezogen auf die jeweilige Häufigkeit der Arten im UG (ohne die seltenen *Ricciocarpos natans* und *Salvinia natans*). Es resultiert folgende Reihe abnehmender Affinität: *Lemna trisulca* – *L. minuta* – *Spirodela polyrrhiza* – *L. gibba* – *Riccia rhenana* – *L. minuta* – *Azolla filiculoides*.

Gelegentlich wird *L. turionifera* im Fließwasser fortgespült. Dort kann sich die Gesellschaft und meist auch die Art aber nur vorübergehend halten:

– Im Wörther Altrhein in Höhe der Tennisplätze war die *L. turionifera*-Dominanz vom August 1991 einer solchen von *L. minuta* im Oktober gewichen.

– Im Rheinseitenkanal fand sich *L. turionifera* im Juli 1991 in geringer Menge von Söllingen bis Freistett im Lemno minusculae-Azolletum; im August schon nicht mehr.

Die Empfindlichkeit der Art gegenüber Wasserbewegung zeigt sich auch in der Tatsache, daß sie in Mischbeständen zur Gewässermitte hin meistens zahlreicher wird. Sie scheint also den am Ufer stärkeren Wellenschlag zu meiden.

6. Konkurrenzverhalten und Jahreszyklus von *L. turionifera*

Außer den beiden monatlich analysierten Gewässern haben wir von März 1991 bis Mai 1992 auch viele andere mehrfach aufgesucht. Feste Dauerquadrate ließen sich bei Verdriftung der Wasserlinsendecken durch den Wind oder bei Trockenfallen der Standorte nicht durchhalten. Deshalb wurden die Gewässer möglichst ganz oder doch größtenteils untersucht.

Wenn die Turionen von *L. turionifera* ab Anfang März an die noch fast leere Wasseroberfläche aufsteigen und zu normalen Sproßgliedern austreiben, treffen sie dort meist nur einige *L. minor*-Pflanzen an. Beide Arten vermehren sich dann mit ähnlicher Intensität. Dies läßt entweder auf eine reduzierte Vitalität von *L. minor* schließen, denn die sollte in Mitteleuropa früher mit der Vermehrung beginnen (LANDOLT 1990: 131). Oder es liegt einer der *L. minor*-Klone vor, die ebenso hohe Mindesttemperaturen für ihr Wachstum benötigen wie *L. turionifera* (LANDOLT 1986: 145).

Die weitere Entwicklung läuft je nach Standort unterschiedlich ab. Außer mit der hier als Dominante seltenen *L. gibba* steht *L. turionifera* nur mit *L. minor* oder mit *Spirodela polyrrhiza* in stärkerer Konkurrenz. Auf die Dynamik der Mengenverhältnisse der letzteren 3 Arten konzentrierte sich deshalb unsere Beobachtungstätigkeit.

6.1 Konkurrenz mit *Lemna minor*

– Deutliche Dominanz von *L. turionifera* (4, 11, 48) blieb bis zum Ende der Vegetationsperiode erhalten. Der danach freigewordene Raum blieb leer. In 11 (Altrip) schien 1990 und 1991 zwar *Azolla filiculoides* ihn auszufüllen; der Farn hatte sich aber schon vor Beginn des Einziehens im September explosionsartig vermehrt.

– Geringe Dominanz von *L. turionifera* im April ging am Ufer von 20 bis August in eine *L. minor*-Dominanz über. Daß im September wieder *L. turionifera* überzog, hing sicher mit dem gesunkenen Wasserspiegel zusammen: Die Probefläche mußte etwas zum Teichinnern hin verschoben werden, wo die Art ja oft zahlreicher ist (Tab. 3).

– Annähernd gleiche Deckung blieb auf dem besonnenen Teil von 28 von April bis September bestehen. Nach dem Einziehen von *L. turionifera* schob der Wind *L. minor*-Pflanzen in die entstandenen Lücken. Im beschatteten Teil von 28 war nicht *L. minor*, sondern *L. minuta* die codominante Art. Synchron mit dem Absterben der *L. turionifera*-Sproßglieder wurde *L. minuta* durch Vermehrung dominant; *L. minor* rückte vom 3. auf den 2. Platz auf.

Wo *L. turionifera* von Anfang an nur mit "+" eingestreut war (21), ging sie mit verstärktem Konkurrenzdruck von *L. minor* bis Spätsommer auf "r" zurück.

6.2 Konkurrenz mit *Spirodela polyrrhiza*

– In 7 blieb die vom Beginn der Vegetationsperiode an bestehende Dominanz von *L. turionifera* trotz hohen Konkurrenzdrucks erhalten, schwächte sich aber bis September prozentual ab (Tab. 4). Anfang Oktober, als beide Arten in lebhafter Turionenbildung begriffen waren, deckten ihre noch frischen Sproßglieder etwa gleich viel. Ende Oktober/Ende November waren von *Spirodela* noch viel mehr am Leben als von *L. turionifera*. Letztere zieht also etwas früher ein. Im März steigen ihre Turionen deutlich früher auf als die von *Spirodela*.

Tabelle 3. Schwankungen der Wasserwerte und der Vegetation am SW-Ufer von Gewässer 20 (Großer Auwald-Teich SE Sondernheim, Pfalz): Lemnetum trisulcae (s. auch Abb. 3).

Tag (1991)	28-04	26-05	30-06	04-08	01-09	06-10	02-11
Probefläche:							
Temperatur (°C)	12.5	15.5	21.0	21.8	17.8	15.1	6.3
Tiefe (cm) von/bis	0/35	0/46	55/73	0/40	0/10	0/2	-3/0
pH	7.9	7.4	7.2	7.8	7.5	7.8	7.9
Leitfähigkeit (µS/20°C)	512	514	494	431	414	495	400
Gesamthärte (mmol/l)	2.73	2.59	2.55	2.11	2.13	1.80	2.17
Cl ⁻ (mg/l)	32	34	33	30	35	34	27
NH ₄ -N (mg/l)	0.16	0.16	0.16	0.14	0.58	2.80	2.80
PO ₄ -P (mg/l)	0.007	0.13	0.06	0.02	0.08	0.12	0.08
Algen-Deckung (BR.-BLQ.)	-	4	5	2	1	-	-
Deckung Oberflächen-Wasserlinsen %	35	80	80	80	90	5	1
Deckung aller Makrophyten %	90	90	90	85	98	6	1
gesamter Teich:							
Deckung Oberflächen-Wasserlinsen %	1	5	50	40	20	2	< 1
<i>Lemna trisulca</i> (AC)	2	3	2	1	3	+	r
<i>Riccia rhenana</i>	.	.	.	r	r	r	r
<i>Lemna turionifera</i>	2	3	3	2	4	+	r
<i>Lemna minor</i>	2	3	3	4	3	1	+
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	.	r	r	r	+	.	.
<i>Lemna gibba</i>	r	.	.	+	+	.	.
<i>Lemna minuta</i>	r	.	.
<i>Ceratophyllum demersum</i>	5	1	+	2	3	1	+
<i>Amblystegium riparium</i>	+	+	+	+	.	.	.

– In 31 war *L. turionifera* im Frühjahr untergeordnet, bei ziemlich starker Konkurrenz. Trotzdem konnte sie ihren Anteil bis September ausbauen (Tab. 5). Auch hier zog sie früher ein und trieb im nächsten Frühjahr eher aus als die Teichlinse.

– In 42 war *L. turionifera* im Juli nur mit “+” vertreten. Mit zunehmender Dichte der *Spirodela*-Decke war erstere schon im August auf “r” zurückgegangen.

6.3 Zusammenfassung der Beobachtungen zum Konkurrenzverhalten

Diese Einzelabläufe kann man, unter Einbeziehung der weniger regelmäßig beobachteten Gewässer, folgendermaßen verallgemeinern:

– Dominanz oder Codominanz von *L. turionifera* im Frühjahr bleibt bis zum Einziehen konstant oder geht etwas zurück, mit oder ohne Konkurrenzdruck.

– Geringe Anteile von *L. turionifera* vermindern sich mit zunehmender Dichte der Wasserlinsendecke noch weiter.

– Daß die Art im Laufe des Sommers ihren Deckungsanteil steigern kann, bleibt die Ausnahme.

– Der im Frühherbst durch ihr Einziehen freiwerdende

Raum auf dem Wasser bleibt entweder unbesetzt, oder der Wind schiebt *L. minor* (seltener *Spirodela polyrrhiza*) hinein, oder *L. minuta* bzw. *Azolla filiculoides* füllen ihn aktiv durch vegetative Vermehrung aus.

Ihre maximale Partialdeckung erreicht *L. turionifera* im Juli, die jeweiligen Gesamtbestände dagegen meist erst im August. Nur *L. minuta*-dominierte Decken sind mit einem Maximum im Oktober erheblich später dran. *L. minuta* verhält sich also nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich als Antagonist zu *L. turionifera*.

Gegenüber den übrigen *Lemnetalia*-Arten hat *L. turionifera* von April bis Juni einen Entwicklungsvorsprung. Sie kann also den Frühsommer-Aspekt in ihrem Wohngewässer bestimmen, besonders dann, wenn es sich um eine völlig rot gefärbte Population handelt.

Nach der Literatur soll *L. turionifera* auf “ungünstige Lebensbedingungen” mit Turionenbildung reagieren. Eine sommerliche Austrocknung der Standorte hat aber 1991 nirgendwo eine solche induziert.

Im milden Herbst 1991 konnte man zumindest in 7 noch im Dezember einzelne lebende Sproßglieder fin-

Tabelle 4. Schwankungen der Wasserwerte und der Vegetation am E-Ufer von Gewässer 7 (Neumühle/Alsenz, Pfalz): *Lemna turionifera*-Gesellschaft.

Tag 1991/92	02-06	07-09	02-10	19-10	30-11	28-12	28-03	01-05
Temperatur (°C)	19.5	11.4	11.7	7.5	4.0	Eis	6.9	11.9
Tiefe (cm) von/bis	0/40	0/20	0/20	0/10	0/20	5/45	5/20	0/40
pH	7.3	7.1	6.1	6.5			8.1	7.6
Leitfähigkeit (µS/20°C)	492	615	612	537	486		378	458
Algen-Deckung (BR.-BLQ.)	2							
Deckung Wasserlinsen %	98	>>100	>100	98	25	5	90	80
<i>Lemna turionifera</i> (AC)	5	5 (t)	4 t	3 t	2 t	1 t!	5 t!	4 t
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	2	4 (t)	4 (t)	4 (t)	2 t	+ t!	+ t!	2 t!

Bei einer Gesamtddeckung >100 % liegen die Wasserlinsen mehrschichtig übereinander.
(t): mit wenigen Turionen, t: mit vielen Turionen, t!: überwiegend als Turionen vorliegend

den. Normalerweise schwimmen aber zu dieser Zeit nur noch einige Turionen an der Wasseroberfläche oder stecken im Eis.

7. Zur Frage des Indigenats

Das überraschende Auffinden der Art 1989/90 am Oberrhein und ihre schon recht weite Verbreitung in Südwestdeutschland 1991 ließ zunächst an ein rezentes Eindringen denken. Die Art wäre dann aber wohl kein ausgesprochener Fremdling gewesen (wie die amerikanische *L. minuta*), sondern hätte vermutlich nur ihr asiatisches Teilareal nach Westen ausgedehnt. Die Voraussetzungen dafür wären allerdings nicht sehr günstig, weil Vogelzüge in dieser Richtung relativ selten sind. Als 2. Möglichkeit wäre eine Einschleppung aus Nordamerika immerhin nicht ganz auszuschließen.

Der anhand der Fotos von RASBACH erbrachte Erstnachweis schon für 1965 erhöht die Wahrnehmlich-

keit der 3. möglichen Antwort auf die Frage nach der Ursprünglichkeit: Nach LANDOLT 1990 könnte *L. turionifera* in Europa einheimisch und bislang nur übersehen oder verwechselt worden sein. Dies wäre insofern verständlich, als niemand mit ihr gerechnet hatte und es tatsächlich leicht verkennbare Formen gibt. Andererseits ist es unwahrscheinlich, daß den regionalen Lemnalia-Bearbeitern Massenbestände entgangen sein sollten. Im Falle eines europäischen Indigenats müßte man also eine beträchtliche mengenmäßige Zunahme und räumliche Ausbreitung in neuerer Zeit annehmen.

Für ein Indigenat spräche wohl auch ihr überwiegendes Vorkommen in ungestörten Gewässern. Neophytische Wasserpflanzen machen sich ja in der Regel als Folge anthropogener Standortsveränderungen breit.

Mit dem jetzt früheren Erstnachweis ist die Indigenatsfrage aber noch nicht gelöst. Mehr Sicherheit könnten nur noch ältere Belege bringen. In den Herbarien Bad Dürkheim, Karlsruhe und den von LANDOLT revidierten Sammlungen sind keine enthalten.

Tabelle 5. Bestandsschwankungen der Vegetation am SW-Ufer von Gewässer 31 (Rotes Loch SE Berg, Pfalz): *Spirodeletum polyrrhizae*.

Tag 1991/92	25-05	29-06	03-08	31-08	06-10	01-11	25-04
Tiefe (cm) von/bis	10/30	20/50	10/40	0/10	0/5	-1/+2	0/60
Algen-Deckung (BR.-BLQ.)	5	1					
Deckung Wasserlinsen %	60	2	90	>100	70	40	1
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (AC)	4 t	1 t	4	5	3 t	2 t!	+t!
<i>Lemna turionifera</i>	1 (t)		2	3	+ t	+ t!	+ t
<i>Lemna minor</i>			2	2	3	2	1
<i>Lemna minuta</i>							

Am 29-06 hatte der Wind die Wasserlinsendecke ans gegenüberliegende Ufer getrieben. Untere Erläuterungen siehe Tabelle 4.

8. Das *Fontinalis hypnoides*-Vorkommen und der Naturschutz

Der einzige herausragende floristische Neufund während der Kartierungs- und Aufnahmearbeiten war die Population von *Fontinalis hypnoides* HARTMANN NW Altenheim/Baden in 46. Nach dem Erstfund bei Mönchengladbach (WEYER 1990) war dies der zweite belegte Fund für Deutschland bzw. der erste für Süddeutschland. Nach PHILIPPI (briefl. 1991) sind von den bisherigen Literaturangaben (z. B. in BERTSCH 1966) keine Herbarbelege auffindbar. Deshalb hat er die Art bisher nicht in die Rote Liste aufgenommen (PHILIPPI 1984).

Die Wasserparameter des neuen Vorkommens sind aus dem Kopf der Tabelle 2 b, Sp. 38 zu ersehen. Das Moos herrscht in der Bodenschicht sämtlicher Ufer der ca. 200 m langen Schlute: Im von hohen Bäumen gesäumten Nordteil (Aufnahme) unter den Lemmen und *Ceratophyllum demersum*, auf tiefem, humusreichem Schlamm; im besonnten Südteil unter *Chara contraria* und reichlich Fadenalgen, auf sandigem Substrat.

Es ist klar, daß diesem Gewässer höchste Schutzpriorität zukommen muß. Einige der anderen *L. turionifera*-Standorte liegen bereits in Naturschutzgebieten (z. B. 1, 15, 30, 48) oder sind als Naturdenkmal ausgewiesen (z. B. 17).

L. turionifera besiedelt ja überwiegend naturnahe Stillgewässer. Solche sind generell gefährdet und aus mehreren Gründen schutzwürdig. Ihre Zahl nimmt auch in jüngster Zeit immer noch ab, durch Zerstörung, Austrocknung, Verschmutzung und Intensivierung der fischereilichen Nutzung. Eine akute Gefährdung ist uns für den unberührten, biologisch vielfältigen Teich 28 SE Maximiliansau bekanntgeworden: Er soll einem Rückhaltebecken der Stadt Wörth geopfert werden. Man fragt sich, ob hier ernsthaft nach Alternativen gesucht worden ist.

9. Ausblick

Es wird sehr aufschlußreich sein, die Bestandesentwicklung der Roten Wasserlinse inner- und außerhalb des Untersuchungsgebiets in den kommenden Jahren zu verfolgen: Wird sie wieder zurückgehen oder aber weiter zunehmen? Wird sich das sozio-ökologische Verhalten der Art im Laufe der Zeit ändern? Neueste Untersuchungen lassen folgende Tendenzen erkennen: In Hamburg haben sich die 1983 entdeckten Bestände nicht nur gehalten, sondern bis 1991 wohl sogar kräftig ausgedehnt (WOLFF & MANG 1991). Das Vorkommen von 1985 in Berlin existiert 1992 noch immer (Führung: Prof. Dr. SCHOLZ). In Westfalen ist die Art in einem stark subatlantisch getönten Gebiet nachweislich neu aufgetreten (WOLFF & RAABE 1991). Als weitere neue Fundgebiete zeichnen sich ab: Nie-

derrhein (leg. ABTS, Dr. FOERSTER & V. D. WEYER, 1992), Bremen (leg. GÖDEKE & KESEL, 1992), die östlichen Bundesländer (leg. JENTSCH & Dr. KRAUSCH, 1991, und CASPARI, 1992) sowie Ost-Lothringen (1992).

Soweit an den Fotos von 1965/66 zu erkennen, waren die Bestände vom Rußheimer Altrhein und vom Rappenhörsch schon relativ individuenreich. Darüber hinaus haben wir in Süddeutschland bisher fast keine Vergleichsmöglichkeiten mit der 1991 vorgefundenen Situation. Die *L. turionifera*-Bestände waren 1989 in 20 und 1990 in 28 und 48 größer; allerdings war auch die Gesamtdeckung der Wasserlinsen höher. Bei Altrip (11) konnte man gegenüber 1990 keine Veränderung erkennen; ebensowenig an den 1992 bis Juli noch kontrollierten Fundgewässern gegenüber 1991.

Nach *Elodea nuttallii*, *Lemna minuta* und *Ranunculus rionii* ist *Lemna turionifera* nun die 4. hydrophytische Blütenpflanze, die sich im deutsch-französischen Grenzgebiet in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten unbemerkt ausgebreitet hat. Dies zeigt einerseits die besondere Vitalität einiger Arten dieser Pflanzengruppe, andererseits aber auch, daß ihr immer noch nicht die gebührende Aufmerksamkeit zuteil wird.

10. Literatur

- BERTSCH, K. (1966): Moosflora von Südwestdeutschland. 234 S.; Stuttgart.
- FELZINES, J. C. & LOISEAU, J. E. (1991): Une association à *Lemna minuscula* et *Azolla filiculoides* dans les vallées de la Loire moyenne et du Bas-Allier. – Le Monde des Plantes, N° 441: 6-9; Toulouse.
- HECKMAN, C. W. (1984): Erstfund von *Lemna turionifera* LANDOLT 1975, in Europa: Haseldorfer Marsch. – Kieler Notizen Pfl.k. Schleswig-Holstein, 16 (1/2): 1-3; Kiel.
- KAPP, E. & SELL, Y. (1965): Les associations aquatiques d'Alsace. 1ère partie: Strasbourg et ses environs. – Bull. Ass. Phil. Als. Lorr., 12 (1): 66-78; Strasbourg.
- KLINGMÜLLER, W. (1957): Zur Kenntnis der hessischen Ricciae. – Ber. Oberhess. Ges. Natur- u. Heilkunde Gießen, 28: 12-26; Gießen.
- KNAPP, R. & STOFFERS, A. L. (1962): Über die Vegetation von Gewässern und Ufern im mittleren Hessen und Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzen auf Sauerstoffgehalt, Wasserstoff-Ionen-Konzentration und die Lebensmöglichkeit anderer Gewächse. – Ber. Oberhess. Ges. Natur- u. Heilkunde Gießen, 32: 90-141; Gießen.
- LANDOLT, E. (1975): Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba*-*Lemna minor* group. – Aquatic Botany, 1: 345-363; Amsterdam.
- 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.; Zürich.
- LANDOLT, E. (1990): Über zwei seit kurzer Zeit in Europa neu beobachtete *Lemna*-Arten. – Razprave IV. Razreda SAZU 31 (8): 127-135. Ljubljana.
- PHILIPPI, G. (1969): Laichkraut- und Wasserlinsengesellschaften des Oberrheingebietes zwischen Straßburg und Mannheim. – Veröff. Landesst. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Würt., 37: 102-172; Ludwigsburg.

- PHILIPPI, G. (1984): Rote Liste der Moose, 2. Fassung, Stand April 1983. In: BLAB, J. & al. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Aufl. – Naturschutz Aktuell, **1**: 148-152; Greven.
- POTT, R. 1980: Die Wasser- und Sumpflvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht – Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. – Abh. Mus. Naturk. Münster Westfalen, **42** (2): 156 S.; Münster (Westf.).
- SCHWABE-BRAUN, A. & TUEXEN, R. (1981): *Lemnetea minoris* W. KOCH et R. TX. (in litt. 1954) ap. R. TX. 1955. – Prodrum der europäischen Pflanzengesellschaften, Lfg. 4, 141 S.; Vaduz.
- SEBALD, O., SEYBOLD, S. & PHILIPPI, G. (1990): Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 1, 1. Aufl. 613 S.; Stuttgart.
- UOTILA, P., BAYTOP, A. & LANDOLT, E. (1984): Duckweeds (Lemnaceae) in Turkey. – *Webbia*, **38**: 839-844; Firenze.
- WEYER, K. VAN DE (1990): *Fontinalis hypnoides* bei Mönchengladbach/Ndrh. – *Herzogia*, **8**: 429-431; Berlin, Stuttgart.
- WOLFF, P. (1991): Die Zierliche Wasserlinse, *Lemna minuscula* HERTER: Ihre Erkennungsmerkmale und ihre Verbreitung in Deutschland. – *Flor. Rundbr.*, **25** (2): 86-98; Bochum.
- WOLFF, P. (1992): *Lemna turionifera* LANDOLT en Alsace – une lentille d'eau nouvelle pour la France. – *Le Monde des Plantes* No. 443: 24-27; Toulouse.
- WOLFF, P. & MANG, F. W. C. (1991): *Lemna turionifera* LANDOLT in und um Hamburg – Neues zur Verbreitung, Soziologie und Ökologie. – *Ber. Bot. Verein Hamburg*, **12**: 69-76; Hamburg.
- WOLFF, P. & RAABE, U. (1991): *Lemna turionifera* LANDOLT in Westfalen. – *Ber. Naturwiss. Verein Bielefeld u. Umgegend*, **32**: 381-385; Bielefeld.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Wolff Peter, Orschiedt Oliver

Artikel/Article: [Lemna turionifera Landolt - eine neue Wasserlinse für Süddeutschland, mit den Erstnachweisen für Europa 9-26](#)