

DIE FLACHE FORM VON *LEMNA GIBBA*

von Uwe Starfinger

Zusammenfassung

Seit über 100 Jahren ist eine flache Form von *Lemna gibba* bekannt. Zahlreiche Autoren haben Kriterien zusammengetragen, um die flache *Lemna gibba* von *Lemna minor* zu unterscheiden (s. Tab. 1). Eine Anwendung dieser Unterscheidungsmerkmale auf 14 Westberliner Wasserlinsenpopulationen zeigt einen fließenden Übergang zwischen *gibba*-ähnlichen und *minor*-ähnlichen Formen. Deshalb erscheint es nicht sinnvoll, *Lemna minor* und *Lemna gibba* als zwei verschiedene Arten anzusehen.

Summary

For more than 100 years a flat form of *Lemna gibba* is known. Many authors have tried to find criteria for the distinction between flat *Lemna gibba* and *Lemna minor* (see table 1). By applying these criteria on 14 duckweed populations from Berlin (West) the author shows that there is rather a continuous variation of morphological characters between the two than two distinct species.

1. Einleitung

Die Familie der Wasserlinsen scheint - oberflächlich betrachtet - bei uns nur mit „guten Arten“ vertreten zu sein, die keine Bestimmungsprobleme aufwerfen. Bei näherem Hinsehen und besonders beim Literaturstudium zeigt sich hier jedoch ein ungelöstes taxonomisches Problem, das bisher weitgehend unbeachtet geblieben ist. Anhand einer Literaturübersicht und eigener Untersuchungen soll dieses Problem aufgezeigt und diskutiert werden.

2. Literaturübersicht

LINNE (1753) beschrieb *Lemna gibba* als: „*Lemna foliis sessilibus subtus hemisphaericis*“, um sie so von der flachen *L. minor* abzugrenzen. Bis heute wird die gewölbte Unterseite in den gängigen Bestimmungswerken und Floren als einziges Merkmal genannt (z. B. in ROTHMALER 1976, SCHMEIL & FITSCHEN 1976), oder zumindest am stärksten gewertet (z. B. LANDOLT 1967, OBERDORFER 1970). Im krassen Widerspruch dazu steht die Aussage von deLANGE & SEGAL (1968), in den Niederlanden sei die flache Form von *Lemna gibba* häufiger als *L. minor*.

Schon im letzten Jahrhundert hatte HEGELMAIER (1868) eine flache Form von *L. gibba* beschrieben. Als Unterscheidungsmerkmal gegen *L. minor* nannte er als erster das in der Folge häufig angegebene Merkmal „deutlich sichtbare Interzellularen“ an der Unterseite von *L. gibba*, im Gegensatz zu einer „undeutlich cavernösen Struktur“ bei *L. minor*. Daneben soll die flache *L. gibba* an der spitzen Wurzelhaube, dem rundlichen Umriss und den besonders deutlichen äußeren Seitennerven von der mehr eiförmigen *L. minor* mit stumpfer Wurzelhaube zu unterscheiden sein.

In der Folge wurden von einer Reihe von Autoren zahlreiche Merkmale zusammengetragen, die es ermöglichen sollten, die flache *L. gibba* von *L. minor* zu unterscheiden. Die wichtigsten davon sind die Größe und Form der Sproßglieder, Form der Wurzelhaube, Anzahl der Nerven, Größe (bzw. Sichtbarkeit) der Interzellularen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht der vorgeschlagenen Merkmale. Die Spalte „Wertung“ gibt an, für wie aussagekräftig der entsprechende Autor das Merkmal hält, dabei bedeuten: + unbedingt, – nicht zur Entscheidung der Artzugehörigkeit geeignet. Das Symbol (+) bedeutet, daß das Merkmal nur bedingt, d. h. im allgemeinen nur mit anderen zusammen zur Artunterscheidung brauchbar ist.

Weniger häufig wurden generative Merkmale genannt, wohl deshalb, weil die flache Form seltener blüht als die typische *L. gibba*. HEGELMAIER fand gar keine flachen *L. gibba* mit Blüten, er beschreibt aber generative Merkmale von beiden Arten als sehr unterschiedlich: *L. gibba* mit mehreren anatropen Samenanlagen, *L. minor* mit nur einer amphitropen. In einzelnen Fällen fand jedoch auch HEGELMAIER *L. gibba* mit nur einer amphitropen Samenanlage. Das gleiche berichtet auch DAUBS (1965). MASON (1957) führt als weiteres Merkmal die bei *L. gibba* geflügelte, bei *L. minor* ungeflügelte Frucht an.

Bei den bisher genannten Autoren fehlt der Beweis dafür, daß es sich bei den flachen Wasserlinsen wirklich um *L. gibba* handelt. Dagegen konnte z. B. GUPPY (1895) beobachten, daß flache Sproßglieder aus dicken hervorgehen und umgekehrt. Nach seinen Beobachtungen ist die flache Form in erster Linie eine Winterform, die jedoch bei bestimmten klimatischen Bedingungen auch im Sommer vorkommen kann. In jüngerer Zeit wird im allgemeinen angenommen, daß es neben den Winterformen, die regelmäßig im Sommer in die dicke Form übergehen, auch Populationen von *L. gibba* gibt, die unter Freilandbedingungen ständig flach bleiben (deLANGE & SEGAL 1968).

Den endgültigen Beweis dafür, daß flache und dicke Sprosse dem selben Taxon angehören, brachten PIETERSE et al. (1970), indem sie Kulturbedingungen fanden, unter denen flache Wasserlinsen dick wurden (sog. EDDHA - Kultur, s. unten). Mit dieser ließen sich flache *L. gibba* eindeutig erkennen, unklar blieb jedoch, ob alle, die unter diesen Bedingungen flach blieben, sicher zu *L. minor* zu rechnen seien. Es gelang auch in der Folge nicht (deLANGE & PIETERSE 1973, BHALLA et al. 1973), Merkmale zu finden, die eine Unterscheidung ohne Laborversuche ermöglichten. Darauf basierte der Vorschlag von deLANGE & PIETERSE, die beiden Arten zu einem „species - complex“ zu vereinigen.

Zur Zeit scheint es in dieser Frage verschiedene Ansichten zu geben, ohne daß Aussicht auf Einigung besteht. Besonders deutlich wurde dies in einem 1975 erschienenen „special issue“ der Zeitschrift Aquatic Botany, das diesem Problem gewidmet war: DeLANGE hält darin nach Diskussion der wichtigsten bisher genannten Merkmale einzig die größte Breite der Luftkammern für aussagekräftig. Die Grenze zwischen den Arten gibt er mit 0,5 mm an, gibt jedoch Überschneidungen zu. Daneben unterstützt er noch einmal den Vorschlag zu einem Spezieskomplex und regt an, im Felde (in pflanzensoziologischen Aufnahmen u. ä.) nur die typische Form von *L. gibba* auf der einen Seite und die flache *L. gibba* und *L. minor* auf der anderen zu unterscheiden. Im übrigen weist er (wie früher schon SEGAL 1966) auf die Möglichkeit hin, daß es sich überhaupt nicht um verschiedene Arten handle.

PIETERSE hält nur die EDDHA - KULTUR für geeignet, die Arten zu unterscheiden, wobei es selbst hier Zwischenformen gebe, die sich der Diagnose entziehen. Er schließt mit dem Hinweis, daß die Bestimmung immer noch ein Problem sei.

Auch LANDOLT gibt Schwierigkeiten in der Unterscheidung zu, da *L. gibba* „nur unter bestimmten Bedingungen“ in der typischen Form auftrete. Ein Längen-/Breitenverhältnis von mehr als 3/2 hält er für ziemlich sicher auf *L. minor*weisend. Großen Wert legt er daneben auf den Verzweigungsmodus der Nerven: Bei *L. minor* treten mehr als drei Nerven nur durch Verzweigung der lateralen Nerven auf, die vier bis fünf Nerven von *L. gibba* dagegen entspringen alle dem Ursprung. Einen Teil der bisher sogenannten Zwischenformen hält er für *L. disperma* und *L. parodiana*, die beide nicht in Europa vorkommen.

MERKMAL	LEMNA MINOR	LEMNA GIBBA	WERTUNG	AUTOR
Länge x Breite (mm)	max. 6 x 4,5	1 - 5,5 x 1 - 4,0		LANDOLT 1957
	3,0 - 6,0 x 1,5 - 4,0	3,5 - 6,0 x 2,5 - 5,0		DAUBS 1965
	(2,2) - 2,6 - (2,8) x	(2,2) - 3,3 - (4,3) x		deLANGE & SEGAL 1968
	(1,4) - 1,6 - (1,9)	(1,3) - 2,6 - (3,7)		deLANGE & PIETERSE 1973
	2,0 - 4,9 x 1,4 - 3,9	2,5 - 4,5 x 2,4 - 3,6	(+)	deLANGE & WESTINGA 1979
Form	2,0 - 5,0 x 1,3 - 3,5	3,0 - 6,0 x 2,0 - 4,8		
	eiförmig	rundlich	+	HEGELMAIER 1868
	symmetrisch	asymmetrisch	(+)	DAUBS 1965
	L/B: oft 1,5	L/B: 1 - 1,5	(+)	LANDOLT 1967
	B/L: 0,63	B/L: 0,74	(+)	deLANGE & SEGAL 1968
Wurzelhaube	L/B: meist 1,5	L/B: meist 1,5	(+)	KANDELER 1975
	L/B: manchmal 1,5	L/B: 1 - 1,5	-	LANDOLT 1975
	B/L: 0,48 - 0,86	B/L: 0,6 - 1,0	(+)	deLANGE & WESTINGA 1979
	stumpf	spitz	+	HEGELMAIER 1868
	st	st - sp	+	SCHULZ 1962
Luftkammern (Sichtbarkeit)	st, 0,4 - 1,1 mm lang	sp, 0,6 - 1,8 mm lang	-	LANDOLT 1975
	st (-sp)	st (-sp)	-	deLANGE 1975
	sp - st	nur st	-	KANDELER 1975
	-	+	+	HEGELMAIER 1868
	-	+	+	LUDWIG 1909
	-	+	+	DAUBS 1965
	-	+	+	deLANGE & SEGAL 1968
	-	+	+	deLANGE 1972
	-	+	(+)	KANDELER 1975
	-	+/-	-	deLANGE 1975
	-	-	-	deLANGE & WESTINGA 1979

Tabelle 1: Fortsetzung

MERKMAL	LEMNA MINOR	LEMNA GIBBA	WERTUNG	AUTOR
Luftkammern (Größe)	0,1 - 0,27	0,22 - 0,49	(+)	deLANGE & SEGAL 1968
	0,14 - 0,17	0,14 - 0,21	-	deLANGE & PIETERSE 1973
	0,5	0,5	(+)	deLANGE 1975
	0,3	0,3	(+)	LANDOLT 1980
Nerven		deutl. Seitennerven	+	HEGELMAIER 1868
	3 (-5)	3 - 5		LANDOLT 1957
	3	3	-	deLANGE 1975
	3 (-5)	3 - 5	(+)	KANDELER 1975
	3, seltener 4 - 5	sehr oft 4 - 5	(+)	LANDOLT 1975, 1980
	3 (-5)	(4) - 5 - (7)	+	deLANGE & WESTINGA 1979
Farbe	dunkelgrün hellgrün	fleckiges hellgrün grau-/olivgrün	+	DAUBS 1965
			(+)	deLANGE & SEGAL 1968
Zahl der zusammen- hängenden Glieder	4 - 32	meist weniger als 8	(+)	deLANGE & SEGAL 1968
Frucht	1 Samenanlage	2 - 6 S.a.	+	HEGELMAIER 1868
	nicht geflügelt, 1 S.a.	geflügelt, meist 2 S.a.	+	MASON 1957
	manchmal gefl.	nicht immer gefl.	(+)	deLANGE 1975
	1 S.a.	1 - 4 S.a.	-	LANDOLT 1975
	nicht gefl., 1 S.a.	gefl., 2 - 6 S.a.	+	KANDELER 1975
Zahl der Endosperm- schichten	2 - 5	1	+	KANDELER 1975

Laut KANDELER lassen die generativen Merkmale eine eindeutige Trennung der beiden Arten zu. Auch im vegetativen Zustand lassen sich seiner Meinung nach die meisten Pflanzen anhand der Merkmale: Nerven, Luftkammern und Längen-/Breitenverhältnis einer Art zuordnen. Nur einige ungünstige Kombinationen wie undeutliche Luftkammern und 4 - 5 Nerven lassen eine Zuordnung nicht zu.

Seitdem ist von LANDOLT ein Bestimmungsschlüssel erschienen (1980), in dem er außer den bisher genannten Merkmalen noch eine Interzellulargröße von über 0,3 mm als typisch für *L. gibba* nennt. In einer mündlichen Mitteilung (1982) hält er es für sehr unwahrscheinlich, daß *L. gibba* in Mitteleuropa in ganzjährig flachen Populationen vorkomme. Der Artstatus beider Arten steht für ihn außer Frage.

Von deLANGE und Mitarbeitern sind in der Zwischenzeit zu dem Thema zwei weitere Arbeiten erschienen. Nach einem umfangreichen Kulturversuch mit EDDHA halten deLANGE & WESTINGA (1979) die Unterscheidung aufgrund von vegetativen Merkmalen in folgenden Fällen für möglich: Sproßglieder, die mehr als fünf Nerven haben und/oder größer sind als 5 x 3,5 mm, gehören zu *L. gibba* solche mit einer Größe unter 3 x 2 mm, mit nur drei Nerven und/oder einem Breiten-/Längenverhältnis unter 0,6 seien *L. minor*. Die Luftkammern sind dieser Arbeit zufolge gar nicht zur Unterscheidung zu gebrauchen.

Auch deLANGE et al. (1981) berichten von Übereinstimmungen zwischen der Reaktion auf EDDHA - Kulturen und den Ausmaßen der Sprosse.

Als Wirkungsmechanismus wurde anfangs die Bildung von Chelatkomplexen aus EDDHA und Eisen- oder Kupferionen angenommen (PIETERSE et al. 1970). Inzwischen konnten PIETERSE (1976) und ELZENGA et al. (1980) zeigen, daß vielmehr aus dem EDDHA freiwerdendes Äthylen auf die Pflanzen wirkt.

3. Beobachtungen in Berlin (West)

In den Jahren 1981 und 1982 wurden insgesamt 112 Kleingewässer auf Wasserlinsenvorkommen überprüft. Dabei wurde die typische *Lemna gibba*, also die bauchige Form, siebenmal gefunden, flache Wasserlinsen dagegen 75 mal. Die dicke Form ist deutlich saisonal, sie wurde nur in den Monaten Mai bis September gefunden. Es konnte nie beobachtet werden, wie aus flachen Sproßgliedern dicke hervorgingen oder umgekehrt. Die Entwicklung der Wasserlinsendecken verlief jedoch stets von Beständen aus flachen Gliedern über Mischbestände zu reinen bauchigen Populationen im Hochsommer und wieder über gemischte zu flachen im Herbst.

Aus 16 Pfuhlen wurden Pflanzenproben mit Hilfe einer Binokularlupe näher untersucht und vermessen. Dabei erschienen alle Proben bezüglich Farbe, Größe der Gliedergruppen, Länge der Wurzeln, Form der Wurzelhaube sowie der gemessenen Parameter in sich homogen. Nur in einer Probe konnten zwei Typen unterschieden werden: Im Roetepfuhl Nr. 688 wuchsen Ende August 1981 dicke, große, stark pigmentierte und flache, hellgrüne kleinere Wasserlinsen nebeneinander. Tab. 2 gibt die Meßergebnisse wieder. Die bauchigen Formen wurden der Tabelle vorangestellt.

Danach folgen die flachen in der Reihenfolge der Größe der Interzellularräume (I). Die übrigen Abkürzungen bedeuten: L - Länge, B - Breite, F - Form (B/L x 100) der Sproßglieder, W - Länge der Wurzelhaube, sp - spitz, r - rund. Alle Maßangaben in mm.

Im August 1982 wurden 25 Proben aus flachen Populationen gesammelt und in M-Medium nach HILLMAN (1961) unter Zusatz von 1 % Zucker und 10 mg/L EDDHA (Äthylendiamin di-ortho-hydroxy-phenylelessigsäure, vgl. PIETERSE et al. 1970) in axenischer Kultur gehalten. Während des viermonatigen Versuches wurden weder dicke Sproßglieder noch Blüten gefunden.

4. Diskussion

Die Aussagen verschiedener Autoren bezüglich der Unterscheidungsmerkmale der beiden Arten widersprechen sich in einigen Fällen, krasses Beispiel ist die Farbe: nach DAUBS (1964) ist *Lemna minor* dunkelgrün, *L. gibba* hellgrün, nach deLANGE & SEGAL (1968) hingegen ist *L. minor* hellgrün und *L. gibba* grau - olivgrün. In den meisten anderen Fällen stimmen verschiedene Autoren zwar in der Tendenz der Unterscheidung überein, nicht jedoch in den absoluten Werten. So hält deLANGE (1975) größere als 0,5 mm breite Interzellularen für auf *L. gibba* weisend, LANDOLT (1980) schon solche, die größer als 0,3 mm sind. Daneben besteht oft Uneinigkeit darüber, ob einem Merkmal taxonomischer Wert zukommt, z. B. hält KANDELER (1975) die generativen Merkmale für eindeutig, deLANGE (1975) hält sie für bedingt, LANDOLT (1975) für nicht aussagekräftig.

Auf diesem Hintergrund waren Ergebnisse, die eine eindeutige Zuordnung zu den beiden Arten zuließen, gar nicht zu erwarten. Die Anwendung der Unterscheidungsmerkmale aus der Literatur auf die Ergebnisse der Vermessung verdeutlicht Tabelle 3. Ein „g“ steht darin jeweils da, wo der entsprechende Meßwert in den für *L. gibba* angegebenen Bereich fällt, „m“ heißt sinngemäß dasselbe für *L. minor*. Ein „-“ bedeutet, daß der Wert in dem vom Autor angegebenen Überschneidungsbereich liegt. Die Häufigkeit, mit der ein Stamm nach der Literatur als *L. minor* oder *L. gibba* zu bezeichnen wäre, läßt sich als Index „g - m“ ausdrücken. Den höchsten Wert erhalten hier die sowieso als *L. gibba* identifizierten Nr. 4261, 688 und 6881. Daß zwei aus dieser Gruppe bei der Farbe ein „m“ zugeordnet bekommen, spricht gegen die Farbe als Unterscheidungsmerkmal. Am anderen Ende der Skala stehen die Stämme, die der typischen *L. minor* am nächsten kommen. Bei Nr. 421, 682, 683 und 695 dürfte es sich danach mit recht hoher Wahrscheinlichkeit um *L. minor* handeln. Die Kombination der untersuchten Merkmale der übrigen Stämme läßt einige als mehr „gibba - ähnlich“, andere als mehr „minor - ähnlich“ erkennen, eine eindeutige Zuordnung ist aber aufgrund der Inkonsistenz der in der Literatur angegebenen Merkmale nicht möglich.

KANDELER (briefl.) hält nach Tabelle 2 nur Nr. 6011 wegen der großen Interzellularen für „sehr wahrscheinlich *Lemna gibba*“, die anderen für „so noch nicht bestimmbar“.

Tabelle 2: Ergebnisse der Vermessung

Nr.	I	L	B	W	F
6881	1,4	4,62	3,55	2,36 sp	76,8
4261	0,88	4,32	3,51	1,94 sp	81,3
688r	0,84	3,56	2,79	-	78,4
6011	0,47	4,08	2,57	3,5 sp	63,0
646	0,35	3,86	2,4	2,62 sp	62,2
697	0,34	3,01	2,0	1,28 r	66,5
687	0,31	4,08	2,94	2,8 r	71,9
819	0,3	4,3	2,93	1,96 r	68,1
691	0,29	4,35	2,97	-	68,3
699	0,28	3,22	2,16	1,81 r	67,1
688g	0,26	3,28	2,29	-	69,8
674	0,26	4,47	3,2	1,81 r	71,6
684	0,21	4,45	3,0	3,06 r	67,4
682	0,21	2 71	1,7	2,43 r	63,8
421	0,18	3,43	2,14	2,4 r	62,4
695	0,18	3,05	2,02	2,0 r	66,2
683	0,17	2,79	1,87	2,34 r	67,0

Abk.: I - Größte Länge der Interzellularen (mm), L - Länge, B - Breite der Sprosse, W - Länge der Wurzelhaube, sp - spitz, r - rund, F - Form (B/L x 100)

Die Nummern der Proben entsprechen den Gewässer - Nummern der Fundorte (SENATOR f. BAU-u. WOHNUNGSWESEN 1979).

Wegen der Mißerfolge der EDDHA - Kultur, der wohl auf mangelnder Erfahrung mit den Kulturmethodeu beruht (KANDELER wies mich brieflich auf Fehler hin), konnte kein wirklicher Beweis für die Existenz einer flachen Form von *Lemna gibba* in Berlin erbracht werden. Nimmt man eine solche flache Form jedoch mit der Mehrzahl der zitierten Autoren an, so zeigen die vorliegenden Ergebnisse einmal mehr, daß sie kaum von *L. minor* zu unterscheiden ist. Damit stellt sich die Frage, ob *L. minor* und *L. gibba* überhaupt zwei Arten sind. Da sich Wasserlinsen ganz überwiegend vegetativ fortpflanzen, läßt sich ein biologisches Spezieskonzept (MAYR 1967) hier nicht anwenden, für ein Morphospezieskonzept ist aber i. a. eine Diskontinuität in der Variation der Merkmale Voraussetzung. Die gemessenen Merkmale zeigen eher eine kontinuierliche Variation. Auch aus dem ökologisch - soziologischen Verhalten ergeben sich keine Argumente dafür, daß es zwei Arten seien. Im Gegenteil ähneln sich die Gewässer des Lemnetum gibbae und solche, auf denen eine flache *Lemna* optimal wächst, hydrochemisch sehr stark (STARFIN-GER 1985).

Tabelle 3: Artunterscheidung nach Literaturdaten

Stamm	Größe	Form	Wurzel	Luftkammern	Farbe	g	m	g - m
6881	g - - -	g g -	g	g g g g	m g	9	1	8
4261	g - - -	g g -	g	g g g g	g m	9	1	8
688r	g - - -	g g -		g g g g		7	0	7
687	g - - -	- g -	m	g g m g	m g	6	3	3
6011	g - - -	m m -	g	g g m g	g m	6	4	2
646	g - - -	m m -	g	g g m g	m g	6	4	2
819	g - - -	- g -	m	g g m -	g m	5	3	2
691	g - - -	- g -		g g m m	g m	5	3	2
699	g m m -	- g -	m	g g m m	m g	5	6	-1
697	g m m -	- m -	m	g g m g	m g	5	6	-1
688g	g m m -	- g -		- - m m	m g	3	5	-2
674	g - - -	- g -	m	m - m m	g m	3	5	-2
684	g - - -	- g -	m	m m m m	g m	3	6	-3
683	- m m m	- g -	m	m m m m	g m	2	9	-7
695	g m m -	- m -	m	m m m m	g m	2	9	-7
421	g m m -	m m -	m	m m m m	g m	2	10	-8
682	- m m m	- m -	m	m m m m	g m	1	10	-9

deLANGE & SEGAL 1968
 DAUBS 1965
 deLANGE & PIETERSE 1973
 deLANGE & WESTINGA 1979

deLANGE & SEGAL 1968
 LANDOLT 1967
 deLANGE & WESTINGA 1979

HEGELMAIER 1868

DAUBS 1965
 deLANGE & SEGAL 1968
 deLANGE 1975
 LANDOLT 1980

DAUBS 1965
 deLANGE & SEGAL 1968

Mit deLANGE & PIETERSE (1973) sollten *Lemna minor* und *Lemna gibba* also mindestens als Spezieskomplex, wenn nicht gar als eine Art behandelt werden. Bei der Feldarbeit kann eine Unterscheidung dennoch sinnvoll sein, da die dicke *Lemna gibba* nur besonders nährstoffreiche Gewässer besiedelt, und damit Indikatorwert hat.

5. Literatur

- BHALLA, P. R., A. H. PIETERSE & P. S. SABHARWAL (1973): Some aspects of flowering, gibbosity and turion formation in Lemnaceae. *Acta Bot. Neerl.* 22: 433 - 445.
- DAUBS, E. H. (1965): A monograph of Lemnaceae. *Illinois Biol. Monogr.* 34.
- ELZENGA, J. T. M., L. deLANGE & A. H. PIETERSE (1980): Further indications that ethylene is the gibbosity regulator of the *Lemna gibba*/*Lemna minor* complex in natural waters. *Acta Bot. Neerl.* 29: 225 - 229.
- GUPPY, H. B. (1895): On the habits of *Lemna minor*, *L. gibba* and *L. polyrhiza*. *J. Linn. Soc. (London)* 30, 323 - 330.
- HEGELMAIER, F. (1868): Die Lemnaceen. Eine monographische Untersuchung. Leipzig.
- HILLMAN, W. S. (1961): Experimental control of flowering in *Lemna*. III. A relationship between medium composition and the opposite photoperiodic responses of *L. perpusilla* 6746 and *L. gibba* G3. *Am. J. Bot.* 48: 413 - 419.
- KANDELER, R. (1975): Species delimitation in the genus *Lemna*. *Aquat. Bot.* 1: 365 - 376.
- LANDOLT, E. (1957): Physiologische und ökologische Untersuchungen an Lemnaceen. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 67: 271 - 410.
- LANDOLT, E. (1967): Lemnaceen. In H. E. HESS, E. LANDOLT & R. HIRZEL: *Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete*. Stuttgart - Basel.
- LANDOLT, E. (1975): Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba* - *Lemna minor* group. *Aquat. Bot.* 1: 345 - 363.
- LANDOLT, E. (1980): Key to the determination of taxa within the family of Lemnaceae. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel* 70: 13 - 21.
- deLANGE, L. (1972): An ecological study of ditch vegetation in the Netherlands. *Diss. Amsterdam*.
- deLANGE, L. (1975): Gibbosity in the complex *Lemna gibba*/*Lemna minor*. Literature survey and ecological aspects. *Aquat. Bot.* 1: 327 - 332.
- deLANGE, L. & A. H. PIETERSE (1973): A comparative study of the morphology of *Lemna gibba* and *L. minor*. *Acta Bot. Neerl.* 22: 510 - 517.
- deLANGE, L., A. H. PIETERSE & I. van BAARSEN-BECKERS (1981): The occurrence of mixed populations of different genotypes of the *Lemna gibba*-*Lemna minor* group. *Acta Bot. Neerl.* 30: 191 - 197.
- deLANGE, L. & S. SEGAL (1968): Over het onderscheid en de oecologie van *Lemna minor* en *Lemna gibba*. *Gorteria* 4: 5 - 12.

- deLANGE, L. & E. WESTINGA (1979): The distinction between *Lemna gibba* and *L. minor* on the basis of vegetative characters. Acta Bot. Neerl. 28: 169 - 176.
- LINNE, C. (1753): Species plantarum. Stockholm.
- LUDWIG, F. (1909): Die Familie der Lemnaceen. Arch. Hydrobiol. 5: 15 - 46.
- MASON, H. L. (1957): A flora of the marshes of California. Berkeley and Los Angeles.
- MAYR, E. (1967): Artbegriff und Evolution. Hamburg - Berlin.
- OBERDORFER, E. (1970): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. 3. Aufl. Stuttgart.
- PIETERSE, A. H. (1975): Physiological, morphological and anatomical aspects of gibbosity in *Lemna gibba*. Aquat. Bot. 1: 333 - 344.
- PIETERSE, A. H. (1976): Specific interactions in the physiology of flowering and gibbosity of *Lemna gibba* G3. Plant & Cell Physiol. 17: 713 - 720.
- PIETERSE, A. H., P. R. BHALLA & P. S. SABHARWAL (1970): Control of gibbosity in *Lemna gibba* G3 by ethylenediamin-di-o-hydroxyphenylacetic acid (EDDHA). Acta Bot. Neerl. 19: 521 - 524.
- ROTHMALER, W. (1976): Exkursionsflora. Berlin.
- SCHMEIL, O. & J. FITSCHEN (1976): Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. 86. Aufl. Heidelberg.
- SCHULZ, B. (1962): Wasserlinsen. Wittenberg.
- SEGAL, S. (1966): Oecologie van hogere waterplanten. Vakbl. Biol. 46: 138 - 149.
- SENATOR f. BAU- und WOHNUNGSWESEN (1979): Gewässerkarte von Berlin (West). 1 : 25000.
- STARFINGER, U. (1985): Pleustophyten und Wasserchemismus - Untersuchungen an Berliner Pfuhlen. Verh. Berl. Bot. Ver. 4: 79 - 99.

Anschrift des Verfassers:

Uwe Starfinger
 Institut für Ökologie der Techn. Univ. Berlin
 - Ökosystemforschung und Vegetationskunde -
 Schmidt - Ott - Str. 1
 D 1000 Berlin 41

