

## Over het onderscheid en de oecologie van *Lemna minor* en *Lemna gibba*

door

L. DE LANGE en S. SEGAL

(Hugo de Vries-laboratorium, Amsterdam).

Afgaande op de Nederlandse, en trouwens ook op andere Europese flora's, schijnt het determineren van *Lemna minor* L. en *L. gibba* L. geen moeilijkheden op te leveren. In de determinatietabellen wordt vrijwel steeds als belangrijkste en meestal als enige onderscheidingskenmerk opgegeven dat de schijven (de morfologische interpretatie blijve hier buiten beschouwing) aan de onderzijde bij *L. minor* vlak of weinig gewelfd en bij *L. gibba* bolvormig gewelfd zijn. Op excursie wordt dan ook door de meeste floristen al snel de diagnose gesteld, uitsluitend op grond van dit ene onderscheidingskenmerk. Bij nadere beschouwing is echter de zaak niet zo eenvoudig en blijken de in diverse flora's genoemde andere verschillen evenmin in alle gevallen duidelijk op te gaan.

Van *Lemna gibba* komen vormen voor die aan de onderkant nauwelijks gewelfd zijn en daardoor dus op het eerste gezicht veel weg hebben van *L. minor*. Zulke vlakke vormen van *L. gibba* zijn zelfs algemeen en wel als winter- of voorjaarsvorm, als juveniele vorm, of als permanente vorm in bepaalde milieu's.

Wat de seizoensvormen betreft, *L. minor* en *L. gibba* vertonen een periodieke verticale beweging; in het najaar zakken de meeste schijfjes naar de bodem en in het voorjaar stijgen ze op en blijven aan het oppervlak drijven. In het najaar worden turionen gevormd: donkergroen gekleurde schijfjes met veel reservezetmeel, die soortelijk zwaarder zijn dan water en naar de bodem zakken, veelal met de rest van de moederplant wanneer deze afsterft en de luchtholten vollopen met water. De moedervorm wordt dan bleek en doorzichtig en aan de rand steken jonge dochterschijfjes als groene, platte lichaampjes duidelijk af (vgl. ARBER, 1920). In het najaar worden dikwijls ook kleine, drijvende, vlakke schijfjes gevormd, meestal met zeer korte worteltjes, die eveneens donkerder groen zijn dan de grote moederschijven en waarin waarschijnlijk ook veel zetmeel is opgeslagen. Soms overleeft een klein

percentage van de sterk gewelfde zomervormen drijvende de winter en met zulke vormen heeft men in het voorjaar bij de determinatie geen moeite. De vlakke winterform vormt in het voorjaar dochterspruiten die de voor *L. gibba* normale, bolle vorm aannemen. Het is tekenend dat in het Nederlandse materiaal van het Rijksherbarium van *L. gibba* geen exemplaren aanwezig zijn van in maart of april verzamelde planten en slechts drie van mei. Van *L. minor* is materiaal van maart en april aanwezig (vijf maal verzameld) en daarnaast ook materiaal dat als *L. minor* is gedetermineerd, maar in werkelijkheid *L. gibba* is (drie vellen). Verder valt op dat van *L. gibba*, die in de zomer pas goed aan zijn gewelfde onderzijde is te herkennen, relatief veel materiaal aanwezig is, verzameld in de late zomermaanden en in de herfst. Van de als *L. gibba* gedetermineerde planten is 39 % van het totale materiaal verzameld na juli, tegen 24 % bij *L. minor* (en 19 % van de vlakke vorm van *L. gibba*, gedetermineerd als *L. minor*). Van alle taxa is het meeste materiaal verzameld in juli. Van het onder *L. minor* in het Rijksherbarium liggende materiaal was ruim 40 % in werkelijkheid *L. gibba*! Deze cijfers berusten op totaal 46 herbariumvellen.

Als gezegd vindt men bovendien, in „minder optimaal” milieu, een vlakke vorm van *L. gibba*, zonder dat zich hieruit bolle exemplaren ontwikkelen. Op het voorkomen van deze vlakke vormen van *L. gibba* is reeds gewezen door HEGELMAIER (1868) die toen al het beste vegetatieve onderscheidingskenmerk t.a.v. *L. minor* beschreef, te weten de grotere luchtholten in de onderste cellaag van de schijf. Voorts vindt men aanduidingen bij VAN HOREN (1869). GUPPY (1894) vermeldt bloeiende vlakke *L. gibba*. Latere gegevens over deze vlakke vorm vindt men o.a. bij ARBER (1920), BOWEN (1958), SEGAL (1964), DAUBS (1965) en DE SLOOVER (1966). Over de oorzaak van het ontstaan van deze vlakke vorm vindt men in de literatuur weinig overeenstemming. Guppy correleert de vlakke vorm met een warme voorafgaande zomer of met warm, stilstaand water, waarin bloei is opgetreden. De bolle vorm zou functioneel ♀ bloemen, de vlakke vorm ♂ bloemen produceren. Dit laatste gegeven klopt niet met de bevindingen van De Sloover. SCHULZ (1962) ziet juist koude als inducerend voor de vlakke vorm. CLAPHAM c.s. (1962) beschrijft een vlakke winterform. Van Horen beschrijft een vlakke schaduwvorm; tevens zou stagnerend water (b.v. in de afgedamde kop van een sloot) de vlakke vorm induceren. Daardoor zouden laboratoriumcultures altijd vlak zijn of worden, een feit dat wij zelf ook constateerden. Gebrek aan afkoeling (door stroming) zou hier de eigenlijke oorzaak zijn. Maar te weinig warmte geeft volgens laatstgenoemde auteur eveneens vlakke exemplaren. Daubs stelt dat het onwaarschijnlijk is dat men hier uitsluitend met een overwinteringsvorm te doen heeft, gezien de vegetatieve vermeerdering. Hij vermeldt de afwezigheid van tussenvormen en het feit, dat reeds zeer jonge exemplaren bol kunnen zijn. Vruchten van de vlakke vorm nam deze auteur nooit waar, maar MASON (1957) en De Sloover wel. Mason concludeert uit het minder frequente voorkomen van deze vruchten, dat men hier mogelijk met een hybride te doen heeft. Bowen beschrijft de vlakke vorm als winterform, maar tevens als resultaat van gebrek aan mineralen, een modificatie die reversibel blijkt, maar soms zou een somatische mutant ten gevolge van deze mineraalarmoede optreden. SEGAL (1966) vermeldt ook een hoog chloridegehalte als mogelijke oorzaak en SEGAL & GROENHART (1967) vinden een gradiënt van bol naar vlak in de *Stratiotes*-zonerings van verlandende plassen in N.W.-Overijsel, o.m. gecorreleerd met een dalende pH.

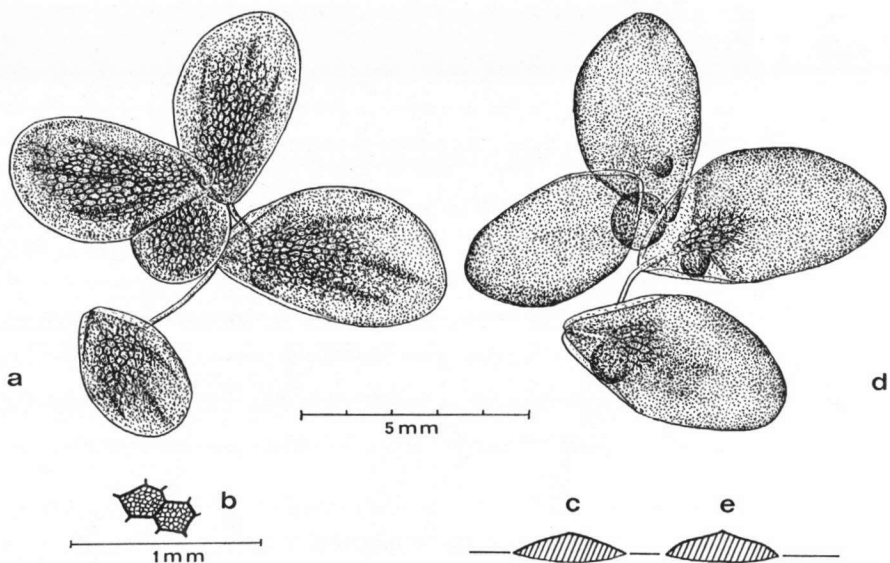


Fig. 1. a—c: Vlakke vorm van *Lemna gibba* L., a: habitus, b: detail van de grovere netstructuur bij doorvallend licht, c: schematische dwarsdoorsnede; d—e: *Lemna minor* L., d: habitus, e: schematische dwarsdoorsnede.

Indien men in deze gegevens een lijn zou trachten te ontdekken, dan zou men kunnen stellen, dat alle minder gunstige omstandigheden van fysische en chemische aard, o.a. hoog chloridegehalte of minder voedselrijk water, tot de vlakke vorm leiden, al of niet als reversibele modificatie of als, via somatische mutatie ontstaan, oecotype. Tenslotte zou ook hybridisatie een rol kunnen spelen. Nader onderzoek, o.a. door middel van translocaties en kweekproeven, is door ons ter hand genomen.

Vlakke *L. gibba* (fig. 1, a—c) is van *L. minor* (fig. 1, d—e) te onderscheiden door enkele meer of minder scherpe verschillenmerken:

1. Het beste aanknopingspunt geeft ons dus de grootte van de luchtholten, waarvan de buitenste laag aan de onderzijde van de schijfjes zichtbaar is. Bij *L. minor* zijn deze holten altijd relatief klein en met het blote oog niet afzonderlijk te onderscheiden; met de loupe ziet men een „schuimige” structuur van zeer kleine, onderling ongeveer gelijke holten. Bij *L. gibba* zijn de grootste luchtholten daarentegen met de loupe altijd duidelijk zichtbaar en bij vers materiaal vaak zelfs met het blote oog. Het zijn er volgens DE SLOOVER (1966) 7 tot 8 op de grootste breedte van de schijf, maar volgens ons kunnen het er soms wel 12 zijn, vooral in het distale deel van de schijf, alleen zichtbaar bij doorvallend licht. Bovendien zijn de wanden der luchtholten bij *L. gibba* gewoonlijk veel dikker dan bij *L. minor*. De „mazen” strekken zich wanneer *L. gibba* gaat uitgroeien en het bekende beeld gaat vertonen van de bleekgroen gekleurde, gewelfde onderzijde, waarbij de wanden „achterblijven” bij de inhoudsvergroting, zodat aldaar het benedenoppervlak ingesnoerd wordt. Maar bij

de vlakke vorm blijft deze strekking uiteraard achterwege. Meting der luchtholten leverde de volgende resultaten op:

<i>Lemna minor</i>	gem. 0,19 mm (0,10—0,27 mm),
<i>Lemna gibba</i> , vlakke vorm	gem. 0,36 mm (0,22—0,49 mm),
<i>Lemna gibba</i> , gewelfde vorm	gem. 0,47 mm (0,36—0,71 mm).

De grootste lengte der luchtholten is altijd gericht in de lengterichting van een schijfje. Van elke vorm werden van tien standplaatsen tien goed ontwikkelde schijfjes gemeten, alle verzameld medio september.

2. *L. minor* is meestal egaal helder groen, *L. gibba* meer grijsgroen of olijfgroen. Dikwijls is de laatste aan de bovenzijde enigszins bruinachtig rood. Deze pigmentering vertoont de soort vooral in massavegetaties op niet beschaduwde, rustige standplaatsen, speciaal in de nazomer. Uit de verte gezien is dan het voorkomen van *L. gibba* te constateren aan de tint van het kroosdek. Waar sprake is van ook maar een geringe waterbeweging blijft deze kleurstofvorming achterwege. In een dicht *Lemna*-dek met roodgetinte schijfjes blijven zeer lokaal rondom rietstengels e.d., die door de wind bewogen worden en zo zorgen voor een roerende beweging in het water, exemplaren groen! Dit verschijnsel is op tal van plaatsen waar te nemen. Overigens is ook een rood aangelopen vorm van *L. minor* beschreven (var. *colorata* Hegelmaier). LANDOLT (1957) beschrijft een vorm uit Noord-Amerika die aan de onderzijde roodachtig van kleur is, welk kenmerk ook in de flora van HEUKELS-VAN OOSTSTROOM (1962) wordt genoemd. Inderdaad werden, vooral in het vroege voorjaar, in Polen en Noordwest-Overijssel schijfjes van *L. minor* gevonden, die, tenminste aan het distale uiteinde, roodpaars gekleurd waren. De kleur is anders dan bij *L. gibba*, meer roselila, ontwikkelt zich vanuit de rand, na ontkleuring hiervan en niet, als bij *L. gibba*, in het centrum van de bovenzijde in groene cellen. Daar deze kleuring ook veel vroeger in het jaar optreedt, lijken de oorzaken ervan niet gelijk aan die bij *L. gibba*. Gepigmenteerde exemplaren van *L. minor* in de zomer in Finland en de Alpen zouden een correlatie met de temperatuur of het licht doen vermoeden. *L. gibba* is in herbariummateriaal dikwijls direct herkenbaar aan de grijsachtig groene kleur.

3. De vorm van de schijfjes is bij *L. minor* bijna altijd elliptisch tot smal eirond en zelden cirkelrond, bij *L. gibba* daarentegen komen breed eironde of nagenoeg ronde vormen evenals asymmetrische vormen veel voor.

4. *L. gibba* is, vooral bij oudere en grotere exemplaren, ook aan de bovenzijde doorgaans duidelijk sterker gewelfd dan *L. minor*.

5. Bij *L. gibba* zouden volgens HEGELMAIER (1868) en later BOWEN (1958) de buitenste zijnerven zeer duidelijk ontwikkeld zijn, bij *L. minor* altijd zwak, zodat er 5 resp. 3 nerven in totaal zouden zijn. Dit gaat echter zo goed als nooit op. Vlakke *L. gibba* heet, evenals *L. minor*, in totaal 3 nerven in de distale schijfhelft, zoals trouwens GUPPY (1894) al vaststelde. De zijnerven zijn bij *L. gibba* duidelijker te zien en soms zijn er in totaal 5 nerven. De middennerf van *L. minor* steekt aan de bovenzijde meer uit, met holle oppervlakken ernaast, hetgeen bij opvallend licht goed te zien is. Op deze middennerf staan enkele kleine, spitse papillen, die echter o.i. ook bij vlakke *L. gibba* kunnen voorkomen.

6. Het wortelmutsje is bij *L. gibba* meestal toegespitst en bij *L. minor* afgerond (HEGELMAIER, 1868; PASCHER, 1936). Dit kenmerk gaat echter niet altijd op en is dikwijls niet duidelijk, ook al doordat het wortelmutsje gemakkelijk losraakt. SCHULZ (1962) beschrijft ook vormen die niet aan dit kenmerk voldoen. Volgens DAUBS (1965) zou de calyptra van *L. gibba* ook korter zijn dan die van *L. minor*.

7. Het is opvallend dat bij *L. gibba* de dochterschijfjes in het algemeen sneller loslaten dan bij *L. minor*. Bij deze laatste soort treden weliswaar groepjes van 4 schijfjes het meest frequent op, maar men vindt vaak groepjes met 5 of meer, zelfs tot 32 toe. Bij bolle *L. gibba* vindt men dit nooit. Maar van vlakke *L. gibba* vindt men ook wel tot 8 of meer samenhangende schijfjes, zoals ook De Sloover vermeldt.

8. De gemiddelde grootte van vlakke *L. gibba* overtreft die van *L. minor*, maar er is een sterke overlapping. De Sloover geeft voor vlakke *L. gibba* gemiddeld  $3,7 \times 2,5$  mm aan en voor *L. minor*  $2,5 \times 1,6$  mm. Daubs geeft echter voor *L. minor*  $3-6 \times 1,5-4$  mm. Onze eigen metingen voor vlakke *L. gibba* (met een grootste dikte  $< 0,8$  mm) geven voor 100 gemeten exemplaren de afmetingen  $(2,2-3,3(-4,3) \times (1,3-2,6(-3,7))$  mm en voor *L. minor*  $(2,2-2,6(-2,8) \times (1,4-1,6(-1,9))$  mm. Uit deze cijfers volgt ook een vormverschil: *L. minor* is relatief smaller, de index  $100 \times$  breedte: lengte is 63 en voor *L. gibba* 74.

9. De wortellengte is bij *L. gibba* meestal groter dan bij *L. minor*. Bij beide soorten kan de wortel tot 12 cm, zeer zelden tot 15 cm lang worden. Bij *L. gibba* is de wortellengte bij goed ontwikkelde exemplaren doorgaans 4 à 7 cm (gem. 6 cm), bij *L. minor* meestal niet langer dan 5 cm. Deze cijfers verschillen intussen vrij aanzienlijk van die van LUDWIG (1909).

In een recente publicatie wijzen MC CLURE & ALSTON (1966) op het verschil in de flavonoiden-samenstelling in het perssap van *L. minor* en *L. gibba*.

Terloops moge hier opgemerkt worden dat het voorkomen van bloeiende *L. trisulca* L. het herkennen van *L. minor* soms kan bemoeilijken. Als bekend gaat *L. trisulca* bij het bloeien over van de normale zwevende vorm in een drijvende vorm, die dan zelfs aan de bovenzijde huidmondjes vormt. Deze drijvende vorm krijgt stevige schijfjes, er vormen zich luchtholten en een stevige epidermis en oppervlakkig vertonen zulke schijfjes dan ook overeenkomst met *L. minor*. Hiervan zijn ze echter te onderscheiden door de meer langerekte, enigszins spitse vorm, waarbij één uiteinde naar onder is gebogen en dus onder water steekt, de enigszins gezaagde rand, de iets meer uitspringende nerven en de weinig ontwikkelde worteltjes. Men vergelijkte in deze ook de door DEN HARTOG (1964) gegeven verschillenmerken. Ook kunnen zeer jonge exemplaren, vooral van *L. gibba*, lijken op *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm., maar zij zijn altijd volkomen vlak en reeds kort geworteld.

De oecologische eisen van *L. minor* en *L. gibba* verschillen duidelijk, ook al vindt in deze overlapping plaats en het voorkomen van beide soorten tezamen op één standplaats is bepaald geen uitzondering, waarbij het dan meestal wel de vlakke vorm van *L. gibba* betreft. In grote lijnen mag men wel stellen dat *L. minor* de soort is van wat minder voedselrijke milieu's. Deze soort kan zelfs voorkomen in matig voedselrijk water, waarvan de pH tot onder 6,3 kan dalen. *L. gibba* treedt doorgaans op in voedselrijk water met een hogere pH.

Uit een groot aantal metingen van het specifiek geleidingsvermogen zijn de volgende minima en maxima naar voren gekomen (waarden uitgedrukt in  $\mu\text{S}$  bij  $18^\circ \text{C}$ ).

<i>Lemna minor</i> bij afwezigheid van <i>L. gibba</i>	10—660
<i>Lemna minor</i> tezamen met <i>L. gibba</i>	20—160
<i>Lemna gibba</i> bij afwezigheid van <i>L. minor</i>	60—6600
<i>Wolffia arrhiza</i> met diverse <i>Lemna</i> -soorten	60—108

Een dergelijk verband blijkt voorts te bestaan met het chloridegehalte. *L. minor* heeft zijn bovenste Cl<sup>-</sup>-grens bij ongeveer 300 mg/l, terwijl *L. gibba* zelfs nog voorkomt in water met 2800 mg/l (2,8 ‰) (Terschelling, Seeryp). LUTHER (1951) geeft als bovenste grens voor het chloridegehalte van *L. minor* op 2,5 ‰ als NaCl berekend (= 1,4 ‰ Cl<sup>-</sup>). Hier betrof het misschien vlakke vormen van *L. gibba*, zoals ook waarschijnlijk is voor de als *L. minor* gedetermineerde planten in brakwatergebieden in tal van publicaties. (DEN HARTOG, 1963, vond b.v. *L. minor* in Zeeland nog bij 2,9 ‰ Cl<sup>-</sup>. Volgens onze ervaring is echter *L. minor* in Zeeland buiten het duin-gebied zeldzaam).

Alle *Lemnaceae* zijn indicatoren voor een zekere mate van verontreiniging van het milieu, b.v. door riool- en ander afvalwater. Maar ook in dit opzicht is er waarschijnlijk enig verschil tussen *L. minor* en *L. gibba*. De indruk bestaat dat de eerste soort in zekere mate afhankelijk is van het voorkomen van organische verbindingen in het water, met name van humuszuren. *L. gibba* kan een indicator zijn voor verontreiniging van meer anorganisch-chemische aard, b.v. door fabrieksafval en kunstmest, maar ook door detergentia. Overigens hebben de soorten zelf een remmende invloed op de vervuiling, doordat zij organische stoffen kunnen opnemen. Wellicht kan *Lemna* in dat opzicht in aquaria goede diensten doen. De laatste tijd komt *Lemna* trouwens niet alleen steeds meer in de gunst doordat het een geschikt object is voor fysiologisch onderzoek, maar ook omdat het gebleken is een belangrijke bron van bijvoeding te zijn voor het vee, o.a. als eiwit- en vitaminebron; zie SCHULZ (1962). Een gesloten *Lemna*-dek belet verder het optreden van muggenlarven, maar veroorzaakt anderzijds een anaëroob milieu door de remming van submerse vegetatie.

In het licht van het bovenstaande is het Wolffio-Lemnetum gibbae Bennema 1943 wellicht te splitsen in meer vegetatie-eenheden. KOCH (1954) beschreef het Lemno-Spirodeletum, dat overgenomen werd door MÜLLER & GÖRS (1960). De laatste associatie is door een reeks van overgangen met de eerstgenoemde verbonden. Overigens is *Spirodela polyrhiza* als associatie-kensoort niet goed verdedigbaar. Zij is een ordekensoort en is in beide associaties vertegenwoordigd (vgl. MIYAWAKI & TÜXEN, 1960). Ook bij deze soort moet onderscheid gemaakt worden in gewelfde en vlakke vormen (de eerste beschreven als subsp. *masonii* Daubs), die, evenals de vormen van *Lemna gibba*, gebonden zijn aan verschillend oecologisch milieu en verschillende vegetatietypen.

Door TÜXEN (in MIYAWAKI & TÜXEN, 1960) werd het Wolffio-Lemnetum gibbae gesplitst in een Lemnetum gibbae en een Wolffietum arrhizae. Deze splitsing lijkt ons prematuur. In Nederland, waar *Wolffia* naar Europese begrippen algemeen is, gaat het voorkomen ervan meestal gepaard met de aanwezigheid van *Lemna gibba*, minder vaak van *L. minor* of *Spirodela polyrhiza*. Het optimum lijkt te liggen in de niet-brakke *Lemna gibba*-vegetaties en in overgangen naar het Lemno-Spirodeletum. *Lemna minor* kan ook tezamen voorkomen met de in Nederland vrij zeldzame *Ricciocarpus natans* (L.) Corda, een drijvend levermosje met een lemnode karakter, in het Ricciocarpo-Lemnetum (SEGAL, 1964). Deze gemeenschap treedt vooral op

in matig voedselrijk water, op veen of klei, veelal tussen riet, in krabbescheer-vegetaties en in grienden.

In geen van deze beschreven vegetatietypen komt het verschil in oecologie van de vlakke en bolle vorm van *Lemna gibba* tot zijn recht. De oecologie van de vlakke vorm komt in ieder geval niet met de milieu-omschrijving voor het Lemnetum gibbae van Miyawaki & Tüxen overeen, evenmin als met die voor het Lemno-Azolletum lemnetosum van dezelfde auteurs. Het is juist hier zeer waarschijnlijk dat de hoge presentie van *Lemna minor* in deze vegetatie op gebrek aan kennis omtrent de variabiliteit van *L. gibba* berust.

Het zal zeer moeilijk zijn, de Lemnetae-gezelschappen bevredigend af te grenzen. De overgangen in milieu-eisen der diverse soorten en vormen zijn daarvoor te geleidelijk en zij overlappen elkaar zeer vaak.

Wij zouden, naar hun milieu-eisen, de in Nederland voorkomende soorten van het Lemnion minoris als volgt kunnen plaatsen in een door vele overgangen en door overlappingen verbonden reeks naar afnemend specifiek geleidingsvermogen (vgl. SEGAL, 1964): bolle vorm van *L. gibba* — vlakke vorm van *L. gibba* — *L. minor* — *Ricciocarpus natans*. Op deze reeks gesuperponeerd kan men zich denken een reeks: gewelfde vormen van *Spirodela polyrhiza* tot volkomen vlakke vormen en het vrije enge traject van *Wolffia arrhiza*. Een andere reeks kan men zien in de verschillende vormen van *Azolla filiculoides* en *A. caroliniana*. Bij iedere vegetatie kan dan als het ware aan een „dwarsdoorsnede” door de elkaar overlappende trajecten van de „oecogrammen” worden gedacht.

Over de verspreiding kan gezegd worden dat *L. gibba* in West-Nederland veel algemener en meer abundant is dan *L. minor*. De soort komt vooral voor in kleigebieden van het Hafdistrict. *L. minor* komt relatief meer voor in veen- en zandgebieden. In de kleigebieden met uitgesproken zoet water (b.v. in Midden-Friesland en in het rivierengebied) is *L. minor* ook algemeen. Waarschijnlijk wint in grote delen van West-Nederland *L. gibba* terrein op *L. minor* als gevolg van de toenemende verontreiniging en verzilting. Het is zeer waarschijnlijk dat de in 1950 gepubliceerde verspreidingskaartjes van beide soorten (in Ned. Kruidk. Arch. 58, p. 96 en 97) de toestand gedeeltelijk onjuist weergeven. Zo is b.v. *L. minor* in het brakwatergebied van Noord-Holland in zeer veel uurhokken aangegeven, waar het vermoedelijk waarnemingen van vlakke *L. gibba* betreft.

#### Literatuur

- ARBER, A., 1920. Water Plants, a study of aquatic angiosperms. Cambridge.  
BOWEN, H. J. M., 1958. Variation in *Lemna gibba*. Proc. B.S.B.I. 3, p. 86—88.  
CLAPHAM, A. R., T. G. TUTIN & E. F. WARBURG, 1962. Flora of the British Isles. Cambridge.  
DAUBS, E. H., 1965. A monograph of Lemnaceae. Urbana.  
GUPPY, H. B., 1894. On the habits of *Lemna minor*, *L. gibba* and *L. polyrhiza*. Journ. Linn. Soc. London 20, p. 323—330.  
HARTOG, C. DEN, 1963. Enige waterplantgemeenschappen in Zeeland. Gorteria 1 (14), p. 155—164.  
—, 1964. Over de oecologie van bloeiende *Lemna trisulca*. Gorteria 2 (6), p. 68—72.  
HEGELMAIER, F., 1868. Die Lemnaceen — eine monographische Untersuchung. Leipzig.  
HEUKELS-VAN OOSTSTROOM (bew. S. J. VAN OOSTSTROOM), 1962. Flora van Nederland, 15de druk. Groningen.  
HOREN, F. VAN, 1869. Observations sur la physiologie des Lemnacees. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 8, p. 15—88.

- KOCH, W., 1954. Pflanzensoziologische Skizzen aus den Reisfeldgebieten des Piemont (Po-Ebene). Vegetatio 5—6, p. 487—493.
- LANDOLT, E., 1957. Physiologische und ökologische Untersuchungen an Lemnaceen. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 67, p. 271—410.
- LUDWIG, F., 1909. Lemnaceen, in O. KIRCHNER, E. LOEW & C. SCHROETER, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas 1, p. 57—80.
- LUTHER, H., 1951. Verbreitung und Ökologie der höheren Wasserpflanzen in Brackwasser der Ekenäs-Gegend in Südfinnland, II. Acta Bot. Fenn. 50, p. 184—187.
- MC CLURE, J. W. & R. E. ALSTON, 1966. A chemotaxonomic study of Lemnaceae. Amer. Journ. Bot. 53, p. 849—860.
- MASON, H. L., 1957. A flora of the marshes of California. Berkeley - Los Angeles - London.
- MIYAWAKI, A. & J. TÜXEN, 1960. Über Lemnetae-Gesellschaften in Europa und Japan. Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F. 8, p. 127—135.
- MÜLLER, TH. & S. GÖRS, 1960. Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. Beitr. Naturk. Forsch. Südwestdeutschl. 19, p. 60—100.
- PASCHER, A., 1936. Die Süßwasserflora Mitteleuropas, Hft. 15. Jena.
- SCHULZ, B., 1962. Wasserlinsen. Wittenberg.
- SEGAL, S., 1964. Een vegetatiekundige schets van de moerasvegetaties in de „Landen achter het Singel” te Wanneperveen en Zwartsluis (Noordwest-Overijssel). RIVON-rapport (stencil).
- , 1966. Oecologie van hogere waterplanten. Vakbl. voor Biol. 46, p. 138—149.
- & M. C. GROENHART, 1967. Het Zuideindigerwiede, een uniek verlandingsgebied. Gorteria 3, p. 165—181.
- SLOOVER, J. L. DE, 1966. La fronde, la graine et la germination d'un Lemna. Les Naturalistes belges 47, p. 443—456.

#### Summary

Flat forms of *Lemna gibba* (fig. 1, a—c) occur rather commonly and differ in several characters from *L. minor* (fig. 1, d—e), e.g.:

The largest diameter of the air cavities below the lower surface of the discs averages 0,19 mm in *L. minor*, 0,36 mm in flat growth forms of *L. gibba* and 0,47 mm in swollen growth forms of the latter. In *L. gibba* the walls of the cavities are thicker than in *L. minor*.

*L. minor* is usually more convex above and the shape of the discs is more elongate than in *L. gibba*.

*L. minor* is bright green, *L. gibba* more greyish green suffused with reddish purple. Pigmentation, if present, starts at the edges of the discs in *L. minor* and in the centre of the upperside in *L. gibba*.

Discs of *L. minor* are often found in groups of 5 or more (up to 32), in flat *L. gibba* this forming of groups of young discs is less distinct, though not rare (up to 8).

*L. minor* occurs in relatively poor waters, especially after pollution with substances of an organic nature (such as drain water and manure). This species appears to be faithful to the Lemno-Spirodeletum. It also occurs in the Ricciocarpum-Lemnetum. *L. gibba* prefers more eutrophic habitats, a relatively high chloride content and a fairly considerable specific conductivity. It thrives in fresh water especially after pollution with substances of an inorganic nature, such as industrial wastes and fertilizers. In habitats with a low chloride content this species may be associated with *Wolffia arrhiza*.

The flat growth forms of *L. gibba* are either winterforms, young stages or forms of less favourable habitats, i.e. of relatively poor and of brackish waters.