

**Zeitschrift:** Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

**Band:** 44 (1975-1976)

**Artikel:** Ökologische Felduntersuchung bei Wasserlinsen (Lemnaceae) in den südwestlichen Staaten der USA

**Autor:** Landolt, Elias / Wildi, Otto

**Kapitel:** 6: Diskussion

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-377687>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 6. Diskussion

Die kurze Dauer der Reise anlässlich der die hier untersuchten Proben gesammelt wurden, sowie deren geringe Zahl beschränken die Aussagekraft der Ergebnisse wie folgt:

1. Die einmalige Probeentnahme (Mitte August bis Mitte September) erlaubt nur eine Interpretation der momentan herrschenden Verhältnisse. Diese ändern aber, wie aus früheren Untersuchungen ersichtlich ist, meistens im Laufe des Jahres (LANDOLT 1957). Die Konzentration vieler Ionen (z.B.  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ) dürfte am Ende des Sommers am grössten sein, da dann die Verdunstung am grössten ist. Besonders in Kalifornien, wo auch die Sommerniederschläge äusserst gering sind, trifft dies zu (vgl. LANDOLT 1957); auch der pH-Wert ist dann am höchsten. Für den Phosphor- und Stickstoffgehalt dürften die Verhältnisse allerdings anders liegen, da diese Stoffe von den Pflanzen während der Vegetationszeit in grösseren Mengen gebraucht und von den Gewässern meist nur in geringen Mengen nachgeliefert werden. Dadurch werden Konzentrationserhöhungen durch Verdunstung von den Pflanzen selbst verhindert.
2. Für eine statistische Auswertung ist die Anzahl der Proben (60 mit 16 Arten) sehr gering. In Proben von *L. trisulca* wurde nur das pH gemessen. Weitere 3 Arten (*S. punctata*, *W. globosa*, *W. floridana*) wurden nur je zweimal gefunden. Ferner sind wohl auch zu wenig Gewässer, die keine Lemnaceen enthielten, in die Untersuchungen einbezogen worden, um die für eine Begrenzung des Lemnaceenwachstums entscheidenden Faktoren aufzufinden. Oft werden Teiche mit Herbiziden behandelt, was an Ort und Stelle nicht immer erkennbar ist. Ein Fehlen von Lemnaceen muss deshalb nicht unbedingt an zu hohen oder zu geringen Konzentrationen von bestimmten Nährstoffen liegen.

Obwohl die vorliegenden Ergebnisse lediglich Hinweise auf die Ursache für das Verbreitungsmuster der Lemnaceen geben und durch weitere Felduntersuchungen und Kulturversuche ergänzt werden müssen, zeigen sie doch

klar, dass die Verteilung der einzelnen Arten in verschiedenen Gewässern in Nordamerika mit den unterschiedlichen Standortsfaktoren zusammenhängt.

Die Verbreitung der einzelnen Arten ist einesteils durch das Klima bedingt: Es gibt Arten, die sehr warme Wassertemperaturen meiden (z.B. *L. trisulca*, *L. minor*), andere, die in kühleren Gewässern nicht mehr wachsen können (z.B. *L. paucicostata*). Für viele Arten sind kalte Temperaturen kritisch, sie können deshalb nur in wintermilden Gegenden überwintern (z.B. *W. gladiata*, *W. lingulata*), andere können selbst die kältesten Temperaturen aushalten (z.B. *L. turionifera*, *S. polyrrhiza*). Dieser klimatischen Verteilung überlagert sich das durch verschiedene Nährstoffansprüche und Toleranzen gegenüber hohen Ionen-Konzentrationen bedingte Muster. Stickstoff und Magnesium erscheinen nach den vorliegenden Untersuchungen als die wichtigsten Differenzierungsfaktoren. Einenteils bestehen unterschiedliche Toleranzen gegenüber hohen Konzentrationen. In Kulturversuchen konnte beobachtet werden, dass verschiedene Arten verschieden hohe Nährstoffkonzentrationen ertragen. So stirbt etwa *W. floridana* in 1/5 verdünnten Nährstofflösungen nach Hutner ab, während *L. gibba*, *L. minor* und viele andere Arten noch bei höheren Konzentrationen wachsen können. Andererseits sind nicht alle Arten in gleichem Masse fähig, Nährstoffe in geringen Konzentrationen noch erfolgreich auszunützen. *L. gibba* ist eine Art, die in Lösungen mit geringen Konzentrationen nicht mehr gedeihen kann. Sie ist deshalb in nährstoffarmen Gewässern nicht anzutreffen. Im Laufe des Jahres kann ein Gewässer seinen Nährstoffgehalt ändern, und entsprechend wird sich auch die Häufigkeit der Lemnaceen-Arten unterscheiden. Besonders *Wolffia*- und *Wolffiella*-Arten wachsen noch bei sehr geringen Konzentrationen und können dadurch zeitlich und örtlich eine ökologische Nische ausnützen, die ihnen die rasch wachsen und konkurrenzkräftigen anderen Lemnaceen nicht streitig zu machen vermögen. Offenbar sind Toleranz und Ansprüche gegenüber Stickstoff und gegenüber Magnesium bei den verschiedenen Arten nicht gleichgerichtet, so dass sich hier noch mehr Differenzierungsmöglichkeiten ergeben. In Gewässern mit mittleren Verhältnissen, die für alle Lemnaceen günstig wären, entscheidet weitgehend die Konkurrenz über das Vorkommen. Die Konkurrenzkraft ist offenbar besonders stark bei den raschwachsenden Arten mit einer *L. minor*-ähnlichen Gliedform (*L. minor*, *L. obscura*, *L. turionifera*, *L. gibba*, *L. paucicostata*, *S. punctata*). Sie kann zum Verdrängen der einen Art genügen. So

schliessen sich etwa *L. gibba* und *L. obscura* geographisch gegenseitig aus, obwohl im gemeinsamen Verbreitungsgebiet beider Arten sicher Gewässer vorhanden sind, die für die fehlende Art gute Wachstumsmöglichkeiten bieten würden. In Kalifornien mit den magnesiumreichen Gewässern hat eindeutig *L. gibba* die besseren Lebensmöglichkeiten, in Louisiana mit den geringen mittleren Konzentrationen in den Gewässern dagegen *L. obscura*, die im übrigen auch ähnlich bauchige Glieder ausbilden kann wie *L. gibba*. Offenbar ist die Konkurrenzkraft der jeweils fehlenden Art zu gering, um sich genügend zu vermehren und über längere Zeit zu halten.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass die Verbreitung einer Mehrzahl der Arten oft durch eine oder mehrere von drei gleichzeitig wirkenden Hauptursachen erklärt werden kann. Diese sind das Klima, die Wasserqualität und die Konkurrenz. Wie bereits an verschiedenen Stellen angedeutet, beeinflussen sich diese Faktoren aber gegenseitig: Hohe Salzkonzentrationen sind z.B. oft eine Folge erhöhter Evaporation in heissen, trockenen Sommern. Sodann hängt die Konkurrenzkraft einer Art weitgehend davon ab, ob sie unter für ihr Gedeihen optimalen Standortverhältnissen wächst oder nicht. Den vielseitigen Beziehungen zwischen Standortsfaktoren und Konkurrenz wird deshalb in zukünftigen, längerfristigen Untersuchungen besondere Beachtung beizumessen sein.

### Zusammenfassung

Im August und September 1973 wurden in den südwestlichen Staaten der USA über 60 Gewässerproben gesammelt, von denen die meisten Lemnaceen enthielten. Die folgenden Faktoren sind gemessen worden: pH, elektrische Leitfähigkeit,  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ -,  $\text{Ca}^{++}$ -,  $\text{Mg}^{++}$ -,  $\text{NO}_3\text{-N}$ -,  $\text{NH}_4\text{-N}$ - und  $\text{PO}_4\text{-P}$ -Konzentrationen. Die auf diese Weise erfassten Standorte wurden mit Hilfe einer Komponentenanalyse verglichen und durch schrittweise Diskriminanzanalysen zum Vorkommen der einzelnen Lemnaceen-Arten (insgesamt 15) in Beziehung gesetzt (Abb. 3 und 4). Daneben konnte aus insgesamt 324 Sammelproben von Lemnaceen das gemeinsame Vorkommen der Arten untersucht werden. Die Resultate dieser Analysen führen zu folgenden Schlüssen:

1. Neben dem Klima erscheinen in erster Linie die folgenden Eigenschaften der Gewässer für das unterschiedliche Auftreten von Lemnaceen wichtig:
  - Stickstoffgehalt (vor allem  $\text{NO}_3\text{-N}$ )
  - Magnesiumgehalt

2. Nach dem N-Gehalt der besiedelten Gewässer können wir Artengruppen mit folgenden Vorkommen unterscheiden:
  - vorwiegend in Gewässern mit hohem N-Gehalt: *L. gibba*, *L. minor*, *W. globosa*
  - in Gewässern mit geringem bis hohem N-Gehalt: *L. obscura*
  - vorwiegend in Gewässern mit geringem bis mittlerem N-Gehalt: *S. polyrrhiza*, *S. punctata*, *L. turionifera*, *L. paucicostata*, *L. valdiviana*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*
  - vorwiegend in Gewässern mit geringem N-Gehalt: *L. Torreyi*, *W. floridana*, *W. gladiata*, *W. lingulata*
3. Der  $Mg^{++}$ -Gehalt der besiedelten Gewässer erlaubt folgende Gruppierung:
  - vorwiegend in Gewässern mit hohem  $Mg^{++}$ -Gehalt: *L. gibba*
  - in Gewässern mit geringem bis hohem  $Mg^{++}$ -Gehalt: *L. valdiviana*
  - vorwiegend in Gewässern mit mittlerem  $Mg^{++}$ -Gehalt: *L. turionifera*, *W. lingulata*
  - vorwiegend in Gewässern mit geringem bis mittleren  $Mg^{++}$ -Gehalt: *S. polyrrhiza*, *L. minor*, *L. obscura*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*
  - vorwiegend in Gewässern mit geringem  $Mg^{++}$ -Gehalt: *S. punctata*, *L. paucicostata*, *L. Torreyi*, *W. globosa*, *W. floridana*, *W. gladiata*
4. Nach der Häufigkeit gemeinsamen Vorkommens kann man folgende Gruppen unterscheiden (Abb. 2):
  - *L. gibba*, *L. valdiviana*, *W. lingulata*
  - *L. trisulca*, *L. minor*, *W. borealis*, *W. columbiana*, *S. polyrrhiza*
  - *S. polyrrhiza*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*
  - *S. polyrrhiza*, *L. Torreyi*, *L. obscura*, *W. columbiana*, *W. floridana*, *W. gladiata*
  - *W. globosa*, *L. valdiviana*
  - *L. turionifera*, *L. trisulca*
  - *L. paucicostata*

Diese Gruppierung kann teils klimatisch und teils mit den  $Mg^{++}$ - und N-Gehalten der besiedelten Gewässer erklärt werden.
5. Eine sehr grosse Rolle bei der Verteilung der Lemnaceen spielt die Konkurrenz. Besonders Arten mit gleichartigen Gliedern (z.B. *L. gibba*, *L. minor*, *L. obscura*, *L. turionifera*, *L. paucicostata*, *S. punctata*) treten in so starke Konkurrenz zueinander, dass sie sich teilweise ausschliessen können.

Abschliessend wird die Bedeutung des gleichzeitigen Zusammenwirkens der für die Verbreitung der Arten wichtigen Faktoren diskutiert.

## Summary

Over 60 water samples were collected in the south western states of the USA from August to September 1973. Most waters investigated contained *Lemnaceae* species. The following factors have been measured: pH, electric conductivity,  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ -,  $\text{Ca}^{++}$ -,  $\text{Mg}^{++}$ -,  $\text{NO}_3\text{-N}$ -,  $\text{NH}_4\text{-N}$ - and  $\text{PO}_4\text{-P}$ -concentrations. The comparison of the resulting sites was performed using a principal component analysis. The relationship of their singularity to their *Lemna* species content was then tested by a stepwise discriminant analysis. Additionally, 324 samples of *Lemna* plants were investigated for the common appearance of the species. The results of these analyses lead to the following conclusions:

1. Beside the climate, the following properties of the water appear to be relevant in explaining the differences in the distribution of the *Lemna* species:
  - nitrogen content (mainly  $\text{NO}_3\text{-N}$ )
  - magnesium content
2. Based on the nitrogen content of the water populated by the plants, the following groups of species may be distinguished:
  - mainly in water with high N content: *L. gibba*, *L. minor*, *W. globosa*
  - in the water with low to high N content: *L. obscura*
  - mainly in water with low or medium N content: *S. polyrrhiza*, *S. punctata*, *L. turionifera*, *L. paucicostata*, *L. valdiviana*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*
  - mainly in water with low N content: *L. Torreyi*, *W. floridana*, *W. gladiata*, *W. lingulata*
3. The  $\text{Mg}^{++}$  content of the populated waters indicates the following groups:
  - mainly in waters with high  $\text{Mg}^{++}$  content: *L. gibba*
  - mainly in waters with low to high  $\text{Mg}^{++}$  content: *L. valdiviana*
  - mainly in waters with medium  $\text{Mg}^{++}$  content: *L. turionifera*, *L. lingulata*
  - mainly in waters with low to medium  $\text{Mg}^{++}$  content: *S. polyrrhiza*, *L. minor*, *L. obscura*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*
  - mainly in waters with low  $\text{Mg}^{++}$  content: *S. punctata*, *L. paucicostata*, *L. Torreyi*, *W. globosa*, *W. floridana*, *W. gladiata*
4. According to the joined appearance, the species of the groups are as follows:
  - *L. gibba*, *L. valdiviana*, *W. lingulata*
  - *L. trisulca*, *L. minor*, *W. borealis*, *W. columbiana*, *S. polyrrhiza*
  - *S. polyrrhiza*, *W. brasiliensis*, *W. columbiana*

- *S. polyrrhiza*, *L. Torreyi*, *L. obscura*, *W. columbiana*, *W. floridana*, *W. gladiata*
- *W. globosa*, *L. valdiviana*
- *L. turionifera*, *L. trisulca*
- *L. paucicostata*

These groups may be explained partially by climatical factors, partially by the  $Mg^{++}$  and N contents of the populated waters.

5. Competition has great importance in explaining the distribution of the *Lemnaceae*. Especially species with equal shape (e.g. *L. gibba*, *L. obscura*, *L. turionifera*, *L. paucicostata*, *S. punctata*) may exclude each other due to their competition interaction.

The relevance of the simultaneous cooperation of the factors pertaining to the distribution of the species is discussed finally.

## Literatur

- DAUBS, E.H., 1965: A monograph of *Lemnaceae*. Ill. Biol. Monogr. 34, 118 S.
- DE LANGE, L., 1972: An ecological study of ditch vegetation in the Netherlands. Thesis, University of Amsterdam, Amsterdam, 112 S.
- und SEGAL, S., 1968: Over het onderscheid en de oecologie van *Lemna minor* en *Lemna gibba*. Gorteria 4, 5 - 12.
- HALLER, W. T., SUTTON, D. L. und BARLOWE, W. C., 1974: Effects of salinity on growth of several aquatic macrophytes. Ecology 55, 891 - 894.
- HARRISON, E. D. und BEAL, E. O., 1964: The *Lemnaceae* (duckweeds) of North Carolina. J. Elisha Mitchel Sci. Soc. 80, 12 - 18.
- HEGELMAIER, F., 1868. Die Lemnaceen. Eine monographische Untersuchung. Engelmann, Leipzig, 169 S.
- HICKS, L. E., 1932: Ranges of pH tolerance of the *Lemnaceae*. Ohio J. Sci. 32, 237 - 244.
- LANDOLT, E., 1957: Physiologische und ökologische Untersuchungen an Lemnaceen. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 67, 271 - 410.
- 1975: Morphological differentiation and geographical distribution of the *Lemna gibba*-*Lemna minor* group. Aquatic Botany 1, 345 - 363.
- LUTHER, H., 1951: Die Verbreitung höherer Wasserpflanzen im brackischen Wasser Finnlands. Acta Bot. Fenn. 50, 180 - 187.
- MC LAY, C. L., 1976: The effect of pH on the population growth of three species of duckweed: *Spirodela oligorrhiza*, *Lemna minor* and *Wolffia arrhiza*. Freshwater Biol. 6, 125 - 136.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. und ELLENBERG, H., 1974: Aims and methods of vegetation ecology. J. Wiley & Sons, New York, 547 S.
- ORLOCI, L., 1973: Ordination by resemblance matrices. In: Wittaker R. H. (ed.), Handbook of vegetation science, 5, 249 - 286.

- SNEATH, P.H.A. und SOKAL, R. R., 1973: Numerical taxonomy. Freeman, San Francisco, 573 S.
- STRAUSS, R., 1976: The effects of the different alkali salts on growth and mineral nutrition of *Lemna minor* L. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 61, 673 - 676.

Adresse der Autoren: Prof. Dr. E. Landolt  
Dr. O. Wildi  
Geobotanisches Institut ETH  
Stiftung Rübel  
Zürichbergstr. 38  
CH-8044 Zürich