

**Keimung unter Wasser - eine Strategie nur von
Gebirgsschwemmlingen?
(Vorläufige Mitteilung)**

**Germination of seeds under water - a strategy only for
waterborne alpine and subalpine plants?
(Preliminary communication)**

Von

DIETMAR BRANDES und CHRISTIANE EVERS

*Prof. Dr. Drs. h.c. Reinhold Tüxen (1899-1980), dem Begründer der Pflanzensoziologie
in Deutschland, zur Wiederkehr seines 100. Geburtstages am 21. Mai 1999 gewidmet*

Summary

We showed by experiments that a number of plants is able to germinate under water and that the seedlings are able to establish themselves at the river-bank. This applies not only to alpine and subalpine waterborne plants like *Kernera saxatilis* or *Cymbalaria muralis*, to species of the riparian vegetation like *Rumex stenophyllus*, *Leonurus marrubiastrum*, *Artemisia annua*, *Epilobium parviflorum*, but also to ruderal species of dryer habitats like *Anthriscus cerefolium*, *Bromus tectorum* or *Hordeum murinum*. Subhydryc germination gives no recognizable benefit to the last group of species. But it is possible that this attribute is more often to be found with them than believed till now.

1. Einleitung und Problemstellung

Flußtäler sind bevorzugte Wanderwege von Pflanzen in der waldbeherrschten Naturlandschaft Mitteleuropas, worauf TÜXEN (1950) und insbesondere ELLENBERG (1996) hinwiesen. Vom Wasser werden die Diasporen der Pflanzen flußabwärts transportiert, wobei es Samen, Früchte oder auch ganze Pflanzen bzw. Teile von diesen sein können. Diese Ausbreitungsphänomene sind für drei Gruppen von Pflanzen besonders wichtig, nämlich für Gebirgsschwemmlinge, für einjährige Nitratpflanzen sowie für Gartenflüchtlinge (ELLENBERG 1996).

Als Gebirgsschwemmlinge werden solche Arten der subalpin-alpinen Geröllfelder, der Quellfluren und der Hochstaudenfluren bezeichnet, die immer wieder von den Hochwässern der Gebirgsflüsse in tiefere Lagen verfrachtet werden und sich dort auf den Alluvionen etablieren können. Da sie in der Regel von konkurrenzkräftigeren Pflanzen überwachsen werden können, sind sie auf mehr oder minder ständigen Diasporennachschub sowie auf mechanische Störungen der Uferbereiche angewiesen. Von WALAS (1938) wurden die Gebirgsschwemmlinge im Bereich des Dunajec am Nordabfall der Hohen Tatra mustergültig untersucht. Das Phänomen der Gebirgsschwemmlinge ist jedoch keineswegs auf die Hochgebirge Mitteleuropas beschränkt; es findet sich auch in den Mittelgebirgen oder z.B. im Troodos-Gebirge Zyperns (BRANDES, unveröff.). Für den Harz werden von BRANDES (1996) als Gebirgsschwemmlinge *Armeria halleri*, *Cardaminopsis halleri*, *Chaerophyllum hirsutum* sowie *Minuartia verna* ssp. *hercynica* angegeben, hinzu kommen Gartenflüchtlinge wie z. B. *Mimulus guttatus*. Nach ADOLPHI (1996) werden an Mittelgebirgsbächen Ziersträucher der Gattungen *Spiraea*, *Symphoricarpos*, *Forsythia* und *Philadelphus* gefunden. Geophyten wie *Galanthus nivalis*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Crocus* spec., *Muscari* spec. und *Hyacinthoides* spec. kommen hinzu.

Bereits bei WALAS (1938) findet sich die Angabe, daß viele der Gebirgsschwemmlinge schon [während des Transports] im Wasser keimen und sich als fertige Keimlinge am Ufer niederlassen. Dieser Hinweis wurde auch von ELLENBERG (1996) aufgenommen, ohne daß offensichtlich Untersuchungen zu dieser Fragestellung vorliegen. Samenkeimung im Wasser, sowohl unter Wasser als auch an der Wasseroberfläche schwimmend, dürfte dann einen Ausbreitungsvorteil darstellen, wenn sich die Keimlinge am Ufer etablieren können. Direkte Beobachtung dieser Vorgänge in der Natur dürfte kaum möglich sein, sie können aber im Experiment nachgestellt und überprüft werden. Wir stellen hierbei die Hypothese auf, daß Landpflanzen trockener Habitate nicht unter Wasser keimen können, da ihnen diese Eigenschaft keine erkennbaren Vorteile erbringt. An dieser Stelle soll über erste Ergebnisse berichtet werden.

2. Experimentelle Durchführung

Je 20 Samen wurden in 100 ml Leitungswasser bei Raumtemperatur und natürlichem Hell-Dunkel-Wechsel angesetzt. Um den Sauerstoffgehalt schnell fließender Gewässer zu simulieren, wurde *Cymbalaria muralis* 8 h täglich mit Preßluft belüftet (Abb.1).

Die Anlandung wurde durch vorsichtiges Ausgießen der Keimlinge auf Blumenerde (in Petrischalen) simuliert. Die etablierten Keimlinge (Abb. 2 u. 3) wurden später in Blumentöpfe umgepflanzt (Abb. 4). Frau Annette Kaiser danken wir für experimentelle Mithilfe.

3. Ergebnisse

Für 37 Pflanzenarten konnte eine Keimung unter bzw. in Wasser nachgewiesen werden. Hierbei ist die Langlebigkeit der Keimlinge unter Wasser bemerkenswert: In Einzelfällen (*Epilobium parviflorum*, *Cirsium acaule*) lebten die Keimlinge minde-

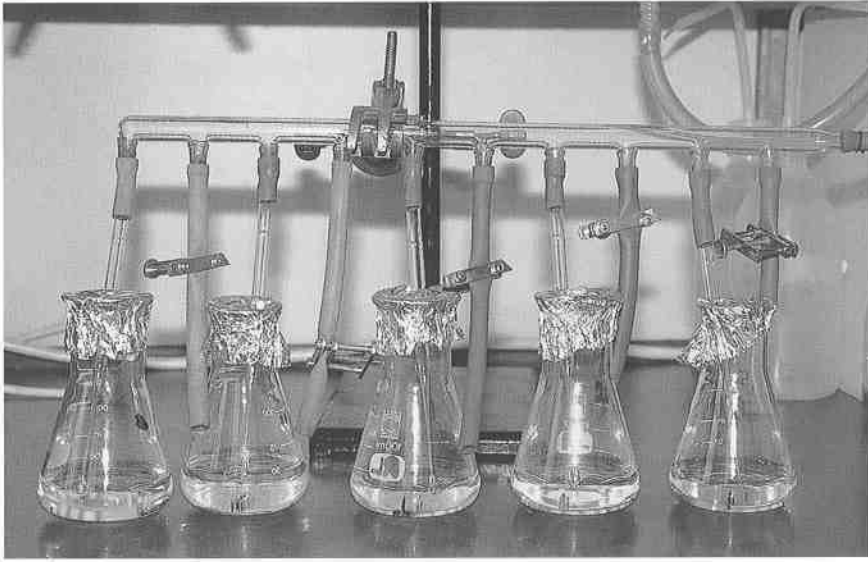


Abb. 1: Versuchsaufbau für die subhydre Keimung von Samen. Hier: *Cymbalaria muralis*. Foto: 2.4.1997.

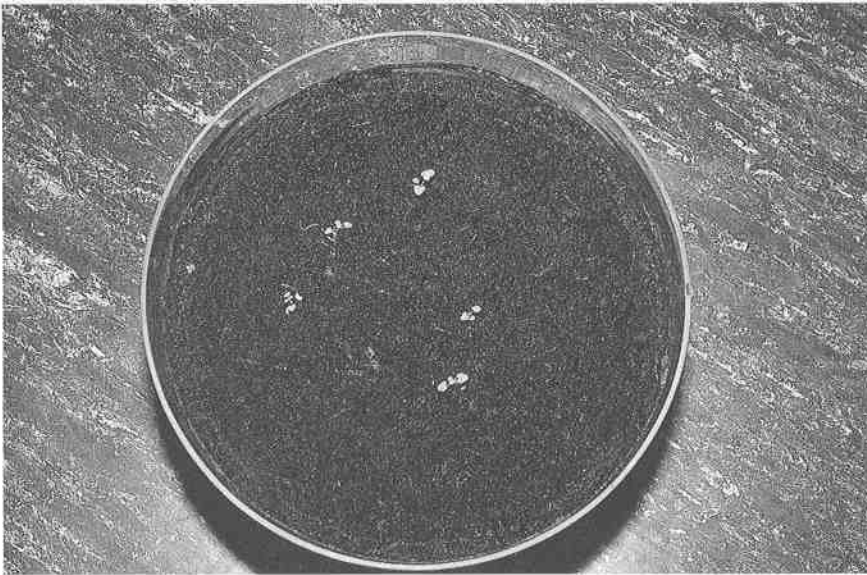


Abb. 2: *Cymbalaria muralis*-Keimpflanzen 3 Wochen nach der Anlandung. Subhydre Keimung am 22.10.1996, Anlandung am 11.11.1996. Foto: 6.1.1997.



Abb. 3: *Cymbalaria muralis* 15 Wochen nach Anlandung. Subhydre Keimung am 22.10.1996, ange-
landet am 11.11.1996. Foto: 19.2.1997.



Abb. 4: *Cymbalaria muralis* 38 Wochen nach der subhydren Keimung (16.10.1996) in Blüte. Foto:
14.7.1997.

Tab. 1: Ergebnisse der Keimungs- und Anlandungsversuche.

Arten	Keimungserfolg unter Wasser	Verweildauer im Wasser (mind.)	Etablierung auf Erde
Gebirgsschwemmlinge			
<i>Kernera saxatilis</i>	95%	8 d	+
<i>Dryas octopetala</i>	> 80%	20 d	o
<i>Cymbalaria muralis</i>	55%	39 d	+
Stromtalpflanzen			
<i>Rumex stenophyllus</i>	100%	4 d	+
<i>Rumex thyrsoiflorus</i>	75%	26 d	o
<i>Spergularia echinosperma</i>	60%	31 d	-
<i>Amaranthus emarginatus</i>	35%	31 d	+
<i>Leonurus marrubiastrum</i>	30%	14 d	+
<i>Artemisia annua</i>	15%	14 d	-
<i>Artemisia biennis</i>	5%	15 d	+
Sonstige Uferpflanzen			
<i>Epilobium parviflorum</i>	90%	54 d	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	50%	8 d	-
<i>Potentilla norvegica</i>	25%	26 d	o
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	5%	-	o
Invasive Uferpflanzen der Kanaren			
<i>Bidens pilosa</i>	100%	24 d	o
<i>Nicotiana glauca</i>	85%	21 d	+
Salztolerante Pflanzen			
<i>Spergularia salina</i>	95%	4 d	-
<i>Spergularia maritima</i>	90%	4 d	-
<i>Salicornia ramosissima</i>	72%	20 d	+
<i>Hymenolobus procumbens</i>	60%	4 d	-
Arten trockener Habitats			
<i>Bromus hordeaceus</i>	100%	3 d	+
<i>Bromus tectorum</i>	100%	3 d	+
<i>Hordeum murinum</i>	100%	3 d	+
<i>Tragopogon dubius</i>	100%	26 d	o
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	95%	31 d	+
<i>Bromus sterilis</i>	90%	3 d	+
<i>Alyssum alyssoides</i>	90%	1 d	+
<i>Lappula squarrosa</i>	70%	9 d	+
<i>Portulaca oleracea</i>	65%	18 d	o
<i>Acinos arvensis</i>	65%	9 d	+
<i>Anthriscus cerefolium</i>	55%	9 d	+
<i>Duchesnea indica</i>	40%	26 d	o
<i>Cerastium glutinosum</i> agg.	30%	31 d	+
<i>Camelina microcarpa</i>	25%	13 d	o
<i>Veronica verna</i>	25%	28 d	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	10%	26 d	o
<i>Cirsium acaule</i>	10%	54 d	+

Angaben zur Etablierung: +: Etablierung, -: keine Etablierung, o: nicht versucht.

stens 54 Tage unter Wasser; sie entwickeln sich jedoch nicht über das Keimblatt-Stadium hinaus.

Für 15 Arten konnte eine Etablierung auf festem Substrat experimentell belegt werden. Dabei zeigte sich, daß subhydre Keimung und nachfolgende Etablierung am Ufer keineswegs auf die ökologischen Gruppen der Gebirgsschwemmlinge bzw. der Uferpflanzen begrenzt ist.

Die bisherigen Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengestellt, wobei davon auszugehen ist, daß noch wesentlich mehr Arten unter Wasser keimen können.

4. Diskussion

Keimung der Samen von Landpflanzen unter Wasser scheint kein Forschungsthema zu sein, da der ökologische Sinn nicht ohne weiteres auf der Hand liegt. Allerdings gehen erste Versuche zur Keimung von Landpflanzensamen im Seewasser bereits auf CHARLES DARWIN zurück (zit. nach KRAUS 1901). Da die meisten der von KRAUS (1901) bzw. von MORINAGO (1926) untersuchten Kulturpflanzen nicht unter Wasser keimen, erlosch offensichtlich das Interesse an dieser Fragestellung. Die Beobachtungen von WALAS (1938) bzw. ELLENBERG (1996) regten bislang nicht zu Experimenten an. So finden sich auch in der breit angelegten Zusammenstellung von BONN & POSCHLOD (1998) über die Ausbreitungsbiologie der Pflanzen nur wenige Hinweise auf subhydre Keimung.

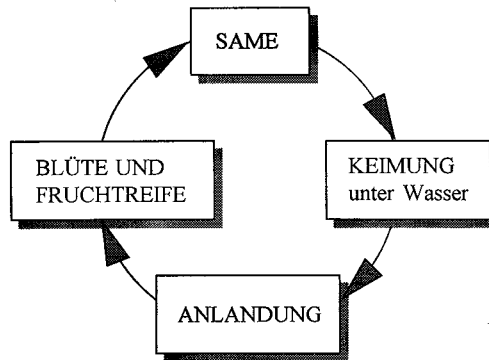


Abb. 5: Schema der subhydrer Keimung und anschließender Etablierung auf dem Ufer.

Wir können mit unseren Experimenten belegen, daß eine nicht unbeträchtliche Zahl von Pflanzen nicht nur unter Wasser keimt, sondern auch reelle Etablierungschancen am Ufer besitzt. Hierdurch sind die Beobachtungen von WALAS (1938) experimentell verifiziert (vgl. Abb. 5). Von den Arten trockener Habitats zeigen zumindest

Berteroa incana und *Tanacetum vulgare* gebietsweise eine Bindung ihrer Vorkommen an Flußläufe, was eine Keimung unter Wasser plausibel erscheinen läßt. Unsere Ausgangshypothese, daß nur Arten der Ufervegetation unter Wasser keimen, müssen wir jedoch verwerfen. Möglicherweise ist die Fähigkeit zur subhydren Keimung eine allgemeine Eigenschaft von Pionier- bzw. Ruderalpflanzen, was jedoch weiterer experimenteller Überprüfung bedarf, zumal die Festuco-Brometea-Art *Cirsium acaule* nicht in dieses Bild paßt.

5. Zusammenfassung

Wir können mit unseren Experimenten zeigen, daß eine Reihe von Pflanzen sowohl unter Wasser keimen, als auch nach Anlandung sich etablieren und weiter wachsen kann. Dies gilt nicht nur für ausgesuchte Gebirgsschwemmlinge wie *Cymbalaria muralis* oder *Kernera saxatilis* oder für Arten der Ufervegetation wie *Rumex stenophyllus*, *Leonurus marrubiastrum*, *Artemisia annua* oder *Epilobium parviflorum*, sondern auch für Ruderalpflanzen trockener Standorte wie *Anthriscus cerefolium*, *Bromus tectorum* oder *Hordeum murinum*. Für die letztgenannte Gruppe bringt die Fähigkeit zur subhydren Keimung zunächst keinen erkennbaren Vorteil, ist möglicherweise bei Ruderal- und Pionierpflanzen stärker verbreitet als man bisher annehmen konnte.

6. Literatur

- ADOLPHI, K. (1996): Anmerkungen zu einigen Neophyten an Flüssen des Rheinlandes. - In: BRANDES, D. (1996): Ufervegetation von Flüssen. - Braunschweig. S. 85-91. (Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, 4.)
- BONN, S. & POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas: Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. - Wiesbaden. X, 404 S.
- BRANDES, D. (1996): Flußufer als Untersuchungsobjekte der Geobotanik und der Biogeographie - Versuch eines Fragenkatalogs. - In: BRANDES, D. (Hrsg.): Ufervegetation von Flüssen. - Braunschweig. S. 7-23. (Braunschweiger Geobotanische Arbeiten, 4.)
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. - Stuttgart. 1095 S.
- KRAUS, A. (1901): Beiträge zur Kenntnis der Keimung und ersten Entwicklung von Landpflanzen unter Wasser. - Dissertation Universität Kiel. 47 S.
- MORINAGO, T. (1926): Germination of seeds under water. - American Journal of Botany, 13: 126-140.
- TÜXEN, R. (1950): Wanderwege der Flora in Stromtälern. - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft N. F., 2: 52-53.
- WALAS, J. (1938): Wanderungen der Gebirgspflanzen längs der Tatra-Flüsse. - Bulletin International de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, Cl. Sci. Math.- Nat., Sér. B, 58-80.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Dietmar Brandes
Dr. Christiane Evers
Arbeitsgruppe für Vegetationsökologie und experimentelle Pflanzensoziologie
Botanisches Institut und Botanischer Garten der TU Braunschweig
D-38023 Braunschweig