

# Über den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen.

Von

**Selim Birger,**

Stockholm.

Der große, in der Mitte des vorigen Jahrhunderts eingetretene Aufschwung der Pflanzengeographie machte auch die Frage von der Verbreitung und den Wanderungen der Pflanzen aktuell. Die Möglichkeit ihrer überseeischen Wanderung von einem Kontinent nach einem andern wurde eifrig besprochen, und vor allem behandelte Alfr. de Candolle in seinem 1855. erschienenen Werke „Géographie botanique raisonnée“ die Frage, wie lange Früchte und Samen im Meere herumschwimmen könnten, ohne ihre Keimfähigkeit zu verlieren. Darwin (4)<sup>1)</sup> veröffentlichte die von ihm und Berkeley in England hierüber gemachten Experimente, und in Frankreich versuchten besonders Martins (9) und nach ihm Thuret (17) durch ihre hauptsächlich an Küstenpflanzen veranstalteten Experimente zur Lösung dieser Frage beizutragen. Die Versuche zeigten, was direkte Naturbeobachtungen schon früher gelehrt hatten, daß die Früchte und Samen einiger Arten sehr lange schwimmen können, ohne an Keimfähigkeit einzubüßen, während diejenigen anderer Arten sofort untersinken. Bei einer dritten Gruppe hielten sich zwar die Früchte und Samen auf dem Wasser, verloren aber nach kurzer oder längerer Zeit ihre Keimkraft.

In der jüngsten Zeit ist die außerordentlich große Bedeutung des Meeres und der Meeresströmungen für die Wanderungen der Pflanzen in vielen pflanzengeographischen Arbeiten hervorgehoben worden, besonders von Guppy (5), Hemsley (6), Schimper (15), Vahl (19), Warming (23, 24, 25) sowie in Treubs (18) und Penzigs (11) bekannten Studien über die Flora von Krakatau.

Auch in Skandinavien sind einige Versuche über den Einfluß des Salzwassers besonders auf die Keimfähigkeit skandinavischer Arten angestellt worden.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Die Ziffern verweisen auf das Literaturverzeichnis.

<sup>2)</sup> Ähnliche Versuche veranstalteten während der dänischen Grönlands-Expeditionen 1884 Warming (23) und Rosenvinge, 1897 Porsild (12).

Lindmans (8) interessante Untersuchungen der an die norwegische Küste geschwemmten Gegenstände und seine im Anschluß daran gemachten, gut gelungenen Keimversuche mit Samen von *Entada*- und *Mucuna*-Arten, die der Golfstrom von ihren tropischen Standorten in Norwegen ans Land getrieben, sind auch in dieser Beziehung erwähnenswert.

Da diese für die Pflanzengeographie wichtige Frage durch fernere Experimente ihrer schließlichen Lösung näher gebracht werden muß, damit wir unsere Kenntnisse von den verschiedenen größeren oder kleinern, je nach der Fähigkeit der Samen, ohne Verlust der Keimkraft im Meere umherzuschwimmen, Verbreitungsmöglichkeiten der Pflanzen erweitern können, seien hier einige derartige Experimente mitgeteilt, die der Verfasser mit 27 skandinavischen und 14 falkländischen Arten angestellt hat.

Die Versuche des Verfassers fanden größtenteils in dem Botanischen Institut der Stockholmer Universität statt und wurden durch die große Freundlichkeit und die mannigfaltigen Ratschläge des Herrn Professor Dr. G. Lagerheim kräftig gefördert.

### Versuchsanordnungen.

Die oben erwähnten Versuche sind in sehr verschiedener Weise angeordnet gewesen. Darwin (4) legte die Samen in wassergefüllte Fläschchen und tat so viele Salze hinzu, daß die Zusammensetzung des Wassers derjenigen des Meerwassers entsprach. Einige Versuche erfolgten bei einer Temperatur zwischen  $+ 2$  und  $+ 14^{\circ}$  C., andere bei  $+ 8$  und  $+ 13^{\circ}$  C., und schließlich noch andere bei einer Temperatur, die in den sechs ersten Wochen  $+ 0^{\circ}$  C. betrug und dann allmählich auf  $+ 7^{\circ}$  C. erhöht wurde. Berkeley machte seine Experimente in Meerwasser aus dem Englischen Kanal bei Ramsgate, Thuret (17) in dem der französischen Küste. Martins (9) konstruierte einen in Fächer geteilten Kasten, durch den das Wasser ungehindert hindurchströmen konnte, und ließ ihn an einer Boje im Hafen von Cettes umherschwimmen. Porsild (12) spülte auf seiner Reise nach Grönland die in Gazebeuteln liegenden Samen einmal täglich mit Meerwasser. Diese Versuche gewähren, obgleich ihre Anordnung von den in der Natur obwaltenden Verhältnissen stark abweichen, ein großes Interesse, da auch unpräparierte Samen derselben Proben Keimversuchen unterworfen wurden. Ob aber das Ausbleiben der Keimung von mangelnder Keimenergie überhaupt oder nur von dem schädlichen Einflusse des Meerwassers abhängt, läßt sich in den englischen und französischen Versuchen nicht entscheiden.

Während alle jene Versuche in Meerwasser von etwa 3,4‰ Salzgehalt erfolgten, hat Sernander (16) einige Experimente mit dem 0,6‰ Salz enthaltenden Wasser der Ostsee angestellt.

Die Dauer des Wasserbades, d. h. die Länge der Zeit, in der die Samen in Meerwasser aufbewahrt waren, ist sehr verschieden gewesen. Darwins Versuche dauerten 14, 28, 42, 56, 86 bezw. 137, Martins 45 bezw. 93, Guppys 40—53, Sernanders 16, Porsilds

36 Tage usw. Thurets Experimente dauerten am längsten, nämlich 397 Tage.

Bei meinen Versuchen waren die Samenproben in möglichst gleichförmige Partien geteilt. Von jeder Art fanden im allgemeinen drei Versuche mit je 100 (von einigen mit je 50, bzw. 25) Samen statt. Trotz dieser geringen Anzahl von Samen sind bei diesen Experimenten etwa 10,000 Samen benutzt worden.

### 1. Der Salzwasserversuch.

Dreißig Tage lang haben die Samen in kleinen Gläsern mit weiter Öffnung gelegen; dieselben waren bis zur Höhe von 3 cm mit atlantischem Wasser von etwa 3,4<sup>o</sup> Salzgehalt gefüllt. Um allzu starke Verdunstung und Konzentration zu verhüten, legte ich über jedes Glas eine Glasscheibe. Etwa alle 3 Tage wurde das Wasser erneuert, und diejenigen Gläser, in denen die Samen am Boden lagen, wurden häufig geschüttelt.

### 2. Der Süßwasserversuch.

Die Samen haben unter ähnlichen Verhältnissen wie oben 30 Tage im Wasser der Stockholmer Wasserleitung gelegen. Diese Gläser haben wie die des obigen Versuches in einem hellen Zimmer von + 15—20<sup>o</sup> C. gestanden.

### 3. Der Kontrollversuch.

Die Samen des Salz- und die des Süßwasserversuches legte ich nach 30 Tagen zum Keimen zwischen Filtrierpapier, das mit Wasser der städtischen Leitung angefeuchtet war, und in ein dunkles Zimmer, dessen Temperatur + 15—20<sup>o</sup> C. betrug. Unter denselben Umständen legte ich gleichzeitig eine Kontrollprobe zum Keimen hin.

Von sämtlichen Versuchen gilt also, daß sie von denselben Samenproben stammten und gleichzeitig und unter durchaus gleichen äußeren Verhältnissen stattfanden, natürlich mit Ausnahme der für die verschiedenen Versuche speziellen.

Der Salz- und der Süßwasserversuch dauerten von Anfang Mai bis Anfang Juni 1904. Die Keimversuche dauerten gerade ein Jahr, nämlich vom 1. Juli 1904 bis zum 1. Juli 1905.

Ganz einwandfrei ist natürlich diese Arbeitsmethode ebenso wenig wie die anderer Forscher, aber bei reinen Laboratoriumversuchen dürfte man den natürlichen Verhältnissen kaum näher kommen können. Ein Vorteil ist aber jedenfalls hier erreicht: die Experimente lassen sich miteinander durchaus vergleichen.

## I. Versuche mit skandinavischen Arten.

Die Experimente betrafen folgende 27 Arten, deren Samen sämtlich im September und Oktober 1903 gesammelt worden waren,

sie waren zur Zeit der Experimente völlig reif. Die Samen der mit <sup>1)</sup> bezeichneten Arten sind von Exemplaren gesammelt, die bei Sandhamm an der Küste der Ostsee wuchsen. Ein Sternchen vor dem Artnamen bedeutet, daß in keinem der Versuche ein Samen selbst nach einem Jahre gekeimt ist.

*Actaea spicata* L.  
*Alisma plantago* L.  
 \**Alnus incana* (L.) Willd.  
 \**Angelica silvestris* L.<sup>1)</sup>  
*Arctostaphylos uva ursi* (L.) Spreng.  
*Baldingera arundinacea* (L.) Dum.<sup>1)</sup>  
*Carex arenaria* L.<sup>1)</sup>  
*Comarum palustre* L.<sup>1)</sup>  
*Cynoglossum officinale* L.<sup>1)</sup>  
*Elymus arenarius* L.<sup>1)</sup>  
*Farsetia incana* (L.) R. Br.  
*Festuca arundinacea* Scherb.  
*Glaux maritima* L.<sup>1)</sup>  
 \**Laserpitium latifolium* L.  
*Linaria vulgaris* Mill.<sup>1)</sup>  
*Lonicera xylosteum* L.  
*Lycopus europaeus* L.  
*Matricaria inodora* L.<sup>1)</sup>  
*Peucedanum palustre* (L.) Moench.  
 \**Potamogeton natans* L.  
*Potentilla argentea* L.  
*P. norvegica* L.  
 \**Rubus saxatilis* L.  
 \**Sanicula europaea* L.  
*Stellaria media* (L.) Cyrill.  
*Turritis glabra* L.  
*Valeriana officinalis* L.

Die Samen und Früchte einiger Arten sanken sowohl in salzigem wie in süßem Wasser sofort oder innerhalb 24 Stunden zu Boden, wo sie also den größten Teil der Versuchszeit liegen blieben. Es waren dies:

*Actaea spicata*  
*Arctostaphylos uva ursi*  
*Baldingera arundinacea* (20 % nach 2 Tagen im Salzwasser schwimmend)  
*Cynoglossum officinale*  
*Elymus arenarius* (7 % nach 2 Tagen im Salzwasser schwimmend)  
*Farsetia incana*  
*Festuca arenaria*  
*Glaux maritima*  
*Laserpitium latifolium* (40 % nach 2 Tagen im Salzwasser schwimmend)

*Linaria vulgaris* (16 % nach 1 Tage im Salzwasser schwimmend)

*Lonicera xylosteum*

*Potamogeton natans* (30 % nach 1, 0 % nach 30 Tagen im Salzwasser schwimmend)

*Potentilla argentea* (3 % nach 1 Tage im Salzwasser schwimmend)

*Rubus saxatilis*

*Stellaria media*

*Turritis glabra*

Von andern Arten schwammen aber Samen und Früchte, und nach 30 Tagen war dies bei folgender (in % ausgedrückter) Anzahl Samen und Früchte der Fall:

Art	im Salzwasser	im Süßwasser
<i>Alisma plantago</i>	97 %	91 %
<i>Alnus incana</i>	48 %	88 %
<i>Angelica silvestris</i>	100 %	85 %
<i>Carex arenaria</i>	100 %	— %
<i>Comarum palustre</i>	97 %	— %
<i>Lycopus europaeus</i>	100 %	100 %
<i>Matricaria inodora</i>	100 %	100 %
<i>Peucedanum palustre</i>	100 %	— %
<i>Potentilla norvegica</i>	76 %	— %
<i>Valeriana officinalis</i>	76 %	— %

Die Resultate der Keimversuche finden sich in der Tabelle Seite 286 a.

Auffallend ist die Erscheinung, daß von mehreren Arten noch nach den ein Jahr lang fortgesetzten Keimversuchen Samen vorliegen, die, dem Äußern nach zu urteilen, leben und daher als „harte“ Samen zu bezeichnen sind, die einmal in der Zukunft Pflanzen hervorbringen können. Bei anderen Pflanzen, wie z. B. *Alisma plantago*, erschwert der festere anatomische Bau des Samens bzw. der Frucht die Feststellung der Anzahl harter Samen. Offenbar sind von einigen Arten einige Samen nach einer bedeutend längeren Ruhezeit gekeimt als die Hauptmasse derselben. Während also z. B. von *Elymus arenarius* innerhalb der ersten 90 Tage 14 Samen nach der Salzwasserbehandlung und 33 in dem Kontrollversuch keimten, keimte in den folgenden 190 Tagen in keinem Versuche auch nur einer. In den hierauf folgenden 70 Tagen (vom 280. bis zum 350. Keimtage) keimten 24 Samen im Kontrollversuch und 12 in dem Salzwasserversuch.

Bemerkenswert ist auch die Tatsache, daß von folgenden 9 Arten eine größere oder kleinere Anzahl Samen auf dem Boden liegend oder auf der Oberfläche schwimmend keimten, wenn sie in Süß-

wasser lagen, während in den daneben stehenden Gläsern mit Salzwasser kein einziger Samen derselben Arten keimte.<sup>1)</sup>

Prozent der gekeimten Samen nach 30tägigem Wasserbade:

Art	Es keimten im	
	Süßwasser- versuch	Salzwasser- versuch
<i>Baldingera arundinacea</i>	85 %	0 %
<i>Comarum palustre</i>	13 %	0 %
<i>Farsetia incana</i>	64 %	0 %
<i>Festuca arundinacea</i>	9 %	0 %
<i>Glaux maritima</i>	3 %	0 %
<i>Linaria vulgaris</i>	5 %	0 %
<i>Matricaria inodora</i>	24 %	0 %
<i>Peucedanum palustre</i>	3 %	0 %
<i>Turritis glabra</i>	98 %	0 %

Vergleicht man die Ergebnisse des Kontrollversuches und die des Salzwasserversuches und versucht man aus diesem Vergleiche Schlüsse über den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit zu ziehen, so findet man folgendes:

1. Das Wasser scheint die Keimfähigkeit folgender Arten gefördert zu haben (von den beiden Zahlen bezeichnet die erste in % die gekeimten Samen des Kontrollversuches und die zweite, ebenfalls in %, die des Salzwasserversuches):

<i>Actaea spicata</i>	51—84
<i>Baldingera arundinacea</i>	2—25
<i>Comarum palustre</i>	0—14
( <i>Cynoglossum officinale</i> )	1— 2)
( <i>Lycopus europaeus</i> )	0— 2)
<i>Matricaria inodora</i>	2— 5
( <i>Peucedanum palustre</i> )	0— 1)
<i>Potentilla argentea</i>	12—83
<i>P. norvegica</i>	6—20
<i>Stellaria media</i>	63—74

2. Das Salzwasser hat keinen nennenswerten Einfluß geübt auf:

<i>Farsetia incana</i>	58—52
<i>Lonicera xylosteum</i>	100—96
<i>Turritis glabra</i>	10—10
<i>Valeriana officinalis</i>	26—22

<sup>1)</sup> Darwin erwähnt jedoch a. a. O., daß mehrere Arten, z. B. *Tussilago farfara*, in Salzwasser gekeimt seien.







3. Das Salzwasser scheint die Keimfähigkeit herabgesetzt zu haben bei:

<i>Alisma Plantago</i>	1—0)
<i>Elymus arenarius</i>	57—26
<i>Festuca arundinacea</i>	72—66
<i>Linaria vulgaris</i>	25—19

Aus dieser Zusammenstellung geht auch hervor, daß bei einigen Arten das Ergebnis in dieser oder jener Richtung unbedeutend oder zweifelhaft ist.

Bei keiner von den Arten, die überhaupt in einer größeren Anzahl Samen gekeimt sind, sind die Samen im Salzwasserversuche nach 30 Tagen gänzlich getötet gewesen. Porsild (12) und Rostrup (13) haben aber bei einigen Arten ein solches Resultat gehabt, z. B.:

Art	Es keimten im	
	Kontrollversuch	Salzwasserversuch
<i>Agrostemma githago</i>	93 %	0 %
<i>Cannabis sativa</i>	92 %	0 %
<i>Matricaria inodora</i>	87 %	0 %
<i>Viola tricolor</i>	87 %	0 %

Schon vor der Veranstaltung der Experimente schien mir die Möglichkeit vorzuliegen, daß man den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen teils in der allgemeinen Wirkung des Wassers (z. B. Erweichung der Samen- oder Fruchtschale usw.), die also auch dem süßen Wasser zukäme, zu suchen habe, teils in der speziellen Wirkung des Meerwassers, die irgendwie durch die darin gelösten Salze verursacht sein könnte.

Um mir hierüber Gewißheit zu erschaffen, stellte ich den jenen beiden anderen Versuchen parallelen Süßwasserversuch an. Wie verschieden das Resultat für mehrere Arten ist, wenn man auch die Keimungsergebnisse dieser Serie mitzählt, beweist umstehende Tabelle.

Wie diese Beispiele zeigen, hat bei der von mir benutzten Experimentanordnung bei der Mehrzahl der untersuchten Arten ein dreißigtägiger Aufenthalt der Samen in süßem Wasser die Keimfähigkeit erhöht. Der Grund ist schwer anzugeben, aber z. B. von *Matricaria inodora*, deren Samen ihre Keimfähigkeit nur kurze Zeit bewahren, könnte man vielleicht annehmen, daß sie deshalb nach dem Wasserbade reichlicher keimte als in dem Kontrollversuche, weil sie in jenem zu einer günstigen Zeit

Art	Es keimten im		
	Kontroll- versuch	Süßwasser- versuch	Salzwasser- versuch
<i>Actaea spicata</i>	5 %	93 %	84 %
<i>Baldingera arundinacea</i>	2 %	85 %	25 %
<i>Farsetia incana</i>	58 %	81 %	52 %
<i>Festuca arundinacea</i>	72 %	96 %	66 %
<i>Glaux maritima</i>	0 %	12 %	0 %
<i>Matricaria inodora</i>	2 %	26 %	5 %
<i>Peucedanum palustre</i>	0 %	13 %	1 %
<i>Turritis glabra</i>	10 %	98 %	10 %

genügend Licht<sup>1)</sup> und Feuchtigkeit gehabt hätte. 24 von allen gekeimten 26 Samen keimten nämlich schon auf der Wasseroberfläche schwimmend.

Die Keimdauer erscheint in den drei Serien sehr verschieden, wovon folgende Arten als Beispiele dienen mögen.

Art	nach Tagen	Es keimten im		
		Kontroll- versuch	Süßwasser- versuch	Salzwasser- versuch
<i>Actaea spicata</i>	90	7 %	37 %	62 %
	100	15 %	92 %	90 %
<i>Elymus arenarius</i>	56	33 %	— %	12 %
<i>Lonicera xylosteum</i>	16	76 %	— %	4 %
<i>Potentilla argentea</i>	8	1 %	— %	35 %
<i>P. norvegica</i>	8	2 %	— %	15 %
<i>Stellaria media</i>	7	61 %	14 %	3 %
<i>Valeriana officinalis</i>	27	4 %	— %	18 %

Rostrup erwähnt aaO. S. 40 eine eigentümliche Tatsache: *Atriplex litoralis* hat zweierlei Samen. Die Hauptmasse ist schwarz, aber eine kleine Anzahl ist braun und etwas größer als die schwarzen. Von der in der Natur eingesammelten Mischung keimten in seinem Kontrollversuche 60 % und in seinem Salzwasserversuch 90 %; untersuchte man aber von den beiden Samensorten jede für sich, so ergab sich folgende Veränderung des Verhältnisses:

<sup>1)</sup> Jönsson (7 S. 37) sagt: Die Kraft des Lichtes, in einem Samen die Keimfähigkeit zu erwecken, wird immer kleiner, je mehr sich derselbe bei zunehmendem Alter dem vollständigen Reifestadium nähert.

Art	Es keimten im		
	Kontroll- versuch	Salzwasser- versuch	
<i>Atriplex litoralis</i>	Schwarze Samen	22 %	92 %
	Braune Samen	100 %	74 %

Unter den vom Verfasser untersuchten Arten bestehen die Früchte von *Comarum palustre* teils aus dunkleren, gewöhnlich kleineren, teils aus helleren, größeren. Vielleicht hängt dieser Unterschied nur von dem verschiedenen Reifegrade der Samen bei der Ernte ab. Ein Unterschied der Keimkraft bei den hellen und den dunkeln Samen der einzelnen Proben ließ sich jedoch nicht nachweisen.

Da es für die Diskussion der Verbreitungsmöglichkeiten der skandinavischen Pflanzenarten von Interesse sein kann, alle Experimente, welche die Widerstandsfähigkeit ihrer Samen bei längerem Aufenthalt in Meerwasser beleuchten, an einer Stelle gesammelt zu sehen, habe ich diese Versuche auf S. 272—275 sämtlich in tabellarischer Form vereinigt. Die Gesamtzahl der von ihnen berührten Arten beträgt jedoch nur 84. Darwin und Berkeley haben mit 11, Martins mit 14, Thuret mit 3, Rostrup mit 35, Sernander mit 5 und ich mit 27 skandinavischen Arten experimentiert. Doch sind, wie schon oben erwähnt, diese Versuche wegen der großen Verschiedenheit der Experimentanordnungen nicht ganz vergleichbar.

## Experimente über den Einfluß des Salzwassers auf die Keimfähigkeit der Samen einiger skandinavischen Arten.

Namen der Arten	Expe- rimen- tator <sup>1)</sup>	Tage im Salz- wasser	Es keimten im Salz- wasserversuch	Es keimten im Kontrollversuch
<i>Actaea spicata</i> L.	B	30	84% aller Samen	51% aller Samen
<i>Arctostaphylos uva ursi</i> (L.) Spreng.	B	30	— „ „ „	1 „ „ „
<i>Agrostemma githago</i> L.	R	36	— „ „ „	93 „ „ „
<i>Alisma plantago</i> L.	B	30	— „ „ „	1 „ „ „
<i>Angelica archangelica</i> L.	R	36	1 „ „ „	86 „ „ „
	D	85, 137	Nach 85 Tagen keimten die Samen ausgezeichnet, nach 137 Tagen nur 6 von einigen hundert	
<i>Apium graveolens</i> L.	T	397	Keimung begann nach 53 Tagen. Die nach dem Salz- wasserversuch ent- wickelten Pflänz- chen schienen kräf- tiger zu sein als die des Kontrollver- suches	
<i>Armeria elongata</i> (Hoffm.) Koch				
* <i>maritima</i> (Mill.) Willd.	R	36	36% aller Samen	13 „
<i>Aster tripolium</i> L.	M	45	0 „ (Samen ver- fault)	—
<i>Atriplex litoralis</i> L.	R	36	90%	60 „
<i>Avena elatior</i> L.	R	36	0 „	86 „
<i>Baldingera arundinacea</i> (L.) Dum.	B	30	25 „	2 „
<i>Borrago officinalis</i> L.	D	14, 28, 42	Nur wenige keimten nach 14-, 1 nach 28- und 0 nach 42- tägigem Wasser- bade	
<i>Brassica campestris</i> L. y. <i>Rapa</i> L.	Bk	30	keimten	
<i>Cakile maritima</i> Scop.	M	45	65%	
	R	36	100 „	57 „
<i>Campanula rapunculus</i> L.	M	45	0 „ (Samen ver- fault)	
<i>Cannabis sativa</i> L.	R	36	0%	92 „
<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Medik.	R	36	24 „	77 „
<i>Carduus crispus</i> L.	R	36	1 „	92 „
<i>Carex arenaria</i> L.	B	30	26 „	0 „
<i>C. dioica</i> L.	R	36	76 „	94 „
<i>Carum carvi</i> L.	R	36	56 „	93 „
<i>Centaurea cyanus</i> L.	R	36	62 „	87 „
<i>Centaurea scabiosa</i> L.	S	16	0 „ , in 21 Tagen	

<sup>1)</sup> Die Abkürzungen bedeuten: Bk = Ber, je 1 v; B = Birger; D = Darwin; M = Martins; R = Rostrup; stadium nãhander; T = Thuret.

Namen der Arten	Expe- rimen- tator	Tage im Salz- wasser	Es keimten im Salz- wasserversuch	Es keimten im Kontrollversuch
<i>Chenopodium album</i> L.	R	36	15 %	92 %
<i>Cochlearia officinalis</i> L.	R	36	5 „	98 „
<i>Comarum palustre</i> L.	B	30	14 „	0 „
<i>Crambe maritima</i> L.	D	37	keimten gut	
	M	45	0 %	
<i>Cynoglossum officinale</i> L.	R	36	24 „	45 „
	B	30	2 „	1 „
<i>Datura stramonium</i> L.	R	36	23 „	62 „
	M	45	0 „ (Samen ver- fault)	
<i>Daucus carota</i> L.	D	56, 85	{ Nach 56 Tagen keimten 10 %, nach 85 nur wenige	
<i>Elymus arenarius</i> L.	B	30	26 %	57 „
<i>Eryngium maritimum</i> L.	M	45, 93	{ Die ersten Samen keimten, nachdem sie 45 Tage im Salzwasser gelegen, am 32. Tage. Es keimten insgesamt 60 %. Nach 93- tägigem Wasser- bade keimte 0 %	
			0 %, Samen an- scheinend unver- sehr	
<i>Evonymus europaeus</i> L.	M	45	0 %, Samen an- scheinend unver- sehr	
<i>Farsetia incana</i> (L.) R. Br.	B	30	52 %	58 „
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	B	30	66 „	72 „
	R	36	84 „	94 „
<i>Galium boreale</i> L.	R	36	1 „	51 „
<i>Geranium sanguineum</i> M.	R	36	27 „	91 „
<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.	R	36	49 „	91 „
<i>Ilex aquifolium</i> L.	R	36	0 „	6 „
<i>Isatis tinctoria</i> L.	M	45	0 „, (Samen ver- fault)	
<i>Juncus alpinus</i> L.	R	36	3 %	79 „
<i>Lappa tomentosa</i> (Mill.) Lam.	R	36	95 „	96 „
<i>Lathyrus maritimus</i> (L.) Bigel.	R	36	88 „	91 „
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	B	30	19 „	25 „
<i>Linum usitatissimum</i> L.	D	7, 14, 28, 42	{ Nach 7 bzw. 14 Tagen keimten von einer großen Anzahl Samen 2 oder 3. nach 28 Tagen bloß 1 und nach 42 Tagen kein Samen	
<i>Lithospermum officinale</i> L.	R	36	72 %	85 „
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	M	45	keimten in 23 Tagen	
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	B	30	96 %	100 „
<i>Lycopus europaeus</i> L.	B	30	2 „	0 „
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	R	36	0 „	87 „
<i>M. inodora</i> L.	B	30	5 „	2 „

Namen der Arten	Expe- rimen- tator	Tage im Salz- wasser	Es keimten im Salz- wasserversuch	Es keimten im Kontrollversuch
<i>Medicago lupulina</i> L.	R	36	24 %	68 %
<i>M. sativa</i> L.	T	364	{ Nur 5 Samen nicht verfault, hiervon keimten bloß 2	
<i>Melampyrum pratense</i> L.	S	16	1 %	
<i>Melilotus alba</i> Desv.	T	364	92 „	91 „
<i>Onobrychis sativa</i> Lam.	M	45	0 „ . Samen an- scheinend frisch	
<i>Papaver somniferum</i> L.	D	28, 54	{ Keimten nach 28 Tagen gut, aber nach 54 Tagen gar nicht	
<i>Peucedanum palustre</i> (L.) Moench	B	30	1 %	0 „
<i>Pinus silvestris</i> L.	S	16	6 „	
<i>P. abies</i> L.	S	16	1,5 „	
<i>Plantago major</i> L.	R	36	9 „	100 „
<i>Potentilla argentea</i> L.	B	30	83 „	12 „
<i>P. norvegica</i> L.	B	30	20 „	6 „
<i>Rumex aquaticus</i> L.	M	45, 93	{ 80 „ nach 45 Tagen 20 „ „ 93 „	
<i>Rumex domesticus</i> Hn.	R	36	75 „ 60 „ nach 45 Tagen	99 „
<i>Salsola kali</i> L.	M	45, 93	0 „ „ 93 „	
<i>Samolus valerandi</i> L.	R	36	0 „	91 „
<i>Saxifraga aizoides</i> L.	D	30	0 „ . Samen jedoch schlecht	
<i>Scleranthus perennis</i> L.	R	36	61 %	92 „
<i>Sinapis alba</i> L.	M	36	75 „ . Keimung be- gann nach 13 Tagen	
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz.	R	36	0 %	46 „
<i>Spiraea filipendula</i> L.	R	36	5 „	79 „
<i>Stellaria media</i> (L.) Cyrill.	B	30	73 „	62 „
<i>Tetragonolobus siliquosus</i> (L.) Roth.	M	45	0 „ . Samen an- scheinend frisch	
<i>Thlaspi arvense</i> L.	S	16	1 %	
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	D	5, 11, 19, 20	{ Trockene Samen starben nach 11- tägigem Bade, frische keimten sehr gut nach 5, gut nach 12 und 1 nach 20 Tagen (von mehreren hundert Samen).	
<i>Turritis glabra</i> L.	B	30	10 % Von den Salzwasser- samen keimten viele unter Wasser nach	10 „
<i>Tussilago farfara</i> L.	D	25 (9)	9 Tagen. Noch nach 25 Tagen lebten einige der Pflänzchen.	

Namen der Arten	Expe- rimen- tator	Tage im Salz- wasser	Es keimten im Salz- wasserversuch	Es keimten im Kontrollversuch
<i>Ulex europaeus</i> L.	D	11, 14, 28	{ Keimten gut nach 11 Tagen, 2 keimten nach 14 Tagen und nach 28 Tagen waren alle tot	
<i>Xanthium strumarium</i> L.	R	36	92 %	89 %
<i>Valeriana officinalis</i> L.	B	30	22 „	26 „
<i>Viola tricolor</i> L.	R	36	0 „	87 „

Bei der näheren Durchsicht dieser Tabelle findet man, daß in den Fällen, wo mehrere Forscher mit derselben Art experimentiert haben, zuweilen das Ergebnis verschieden gewesen ist, so z. B. bei *Crambe maritima*, deren Samen, nachdem sie 37 Tage in Salzwasser gelegen, bei Darwin gut keimten, während sie nach 45 Tagen bei Martins gar nicht keimten, und Rostrup nach 36tägigem Salzwasserbade 24 % zum Keimen bringt. Ebenso findet Darwin, daß von einer großen Anzahl Samen von *Linum usitatissimum* nach 7 bzw. 14tägigem Salzwasserbade nur 2 oder 3, nach 28 Tagen 1 und nach 42 0 Samen keimten. Rostrup dagegen erhält nach 36 Tagen 72 % keimende Samen. Wahrscheinlich kann man diese Verschiedenheit der Ergebnisse zum größten Teil dem Mangel jeglicher Kontrollversuche zuschreiben, da nur diese die Frage von dem Grade der Keimfähigkeit der betr. Samenprobe entscheiden können. Rostrup und Verfasser haben nur eine gemeinsame Art: *Cynoglossum officinale*; die Resultate sind sehr verschieden, aber die Kontrollversuche beweisen, daß die Samenproben, mit denen wir gearbeitet, eine sehr verschiedene Keimfähigkeit besaßen.

Darwins und Martins' Versuche sind besonders deswegen interessant, weil beide Forscher die Samen derselben Art nicht gleich lange haben im Wasser liegen lassen; sie haben dabei gefunden, daß gewisse Samen es recht gut vertragen, eine kurze Zeit in Salzwasser zu liegen, daß aber, wenn das Wasserbad länger dauert, ein Samen nach dem andern zugrunde geht. Dies scheint anzudeuten, daß die individuelle Fähigkeit der Samen, dem schädlichen Einfluß des Salzwassers auf die Keimfähigkeit zu widerstehen, höchst verschieden ist. Martins fand z. B., daß nach 45tägigem Salzwasserbade 80 % der Samen von *Rumex aquaticus*, aber nach 93tägigem nur 20 % keimten.

Thurets Befund, daß einige Samen von *Medicago sativa* und 92 % von *Melilotus alba*, nachdem sie 364 Tage in Salzwasser gelegen, keimten, ist auch bemerkenswert.

Da, wie wir gesehen haben, das Salzwasser auf die Keimfähigkeit der Samen entweder schädlich oder auch günstig wirken kann, hat es ein besonderes Interesse, zu untersuchen, wie es sich hier mit den Pflanzen der Meeresküste verhalten mag, da man ja

bei ihnen erwarten sollte, daß sie sich allgemein dem durch das Meerwasser vermittelten Samentransport angepaßt hätten. Ich habe deshalb hier einige Küstenpflanzen zusammengestellt; aus dieser Tabelle geht aber hervor, daß, wenn auch in mehreren Fällen eine Vermehrung der Keimfähigkeit konstatiert werden kann, dies doch bei weitem nicht die allgemeine Regel ist.

Martins fand, daß von den Samen von *Eryngium maritimum* und *Salsola kali* nach 45tägigem Salzwasserbade 60 % keimten, aber nach 93 Tagen alle Samen tot waren.

Der Einfluß des Salzwassers auf die Keimfähigkeit der Samen einiger Küstenpflanzen.

Art	Dauer des Salzwasserbades	Es keimten im	
		Salzwasser- versuch	Kontroll- versuch
<i>Armeria maritima</i>	36 Tage	36 %	13 %
<i>Atriplex litoralis</i>	„ „	90 %	60 %
<i>Cakile maritima</i>	„ „	100 %	57 %
<i>Carex arenaria</i>	30 „	26 %	0 %
<i>Cochlearia officinalis</i>	36 „	5 %	98 %
<i>Crambe maritima</i>	„ „	24 %	45 %
<i>Elymus arenarius</i>	30 „	26 %	57 %
<i>Festuca arundinacea</i>	„ „	66 %	72 %
<i>Lathyrus maritimus</i>	36 „	88 %	91 %
<i>Samolus valerandi</i>	„ „	0 %	91 %

## II. Versuche mit falkländischen Arten.

Die Experimente haben 14 Arten umfaßt; von sämtlichen hatte Verfasser die Samen vom 18. Februar bis 2. März 1904 in der Umgegend von Port Stanley auf den Falklandinseln eingesammelt. Ein Sternchen vor dem Artnamen gibt an, daß in keinem der Versuche überhaupt ein Samen nach einem Jahre gekeimt ist. Diese Experimente fanden zu derselben Zeit und nach demselben Verfahren wie diejenigen der skandinavischen Arten statt. Es waren dies folgende Arten:

- Aster Vahlü* Hook & Arn.
- Baccharis magellanica* (Lam.) Pers.
- \**Bolax glebaria* Comm.
- \**Carex trifida* Cav.
- Chabraea suaveolens* DC.
- \**Empetrum rubrum* Vahl.
- \**Gunnera magellanica* Lam.
- Hieracium antarcticum* d'Urv.
- Hypochaeris arenaria* Gaud.



\**Marsippospermum grandiflorum* (L. f.) Hook.

*Oreomyrrhis andicola* Endl.

*Pratia repens* Gaud.

\**Rostkovia magellanica* (Lam.) Hook. f.

\**Viola maculata* Cav.

Von folgenden Arten sanken die meisten Samen sofort oder innerhalb 24 Stunden zu Boden:

*Aster Vahlü*<sup>1)</sup> (nach 30 Tagen schwammen noch 10 0/0).

*Baccharis magellanica*<sup>2)</sup> (nach 1 T. 25 0/0, nach 5 T. 7 0/0).

*Bolax glebaria* (nach 2 T. 6 0/0 schwimmend).

*Chabraea suaveolens*<sup>1)</sup> (nach 2 T. 0 0/0 schwimmend).

*Empetrum rubrum* (nach 2 T. 0 0/0 schwimmend).

*Gunnera magellanica*<sup>3)</sup> (nach 1 T. 23 0/0, nach 5 T. 2 0/0).

*Hieracium antarcticum*<sup>1)</sup> (nach 1 T. 0 0/0 schwimmend).

*Hypochaeris arenaria*<sup>1)</sup> (nach 2 T. 0 0/0 schwimmend).

*Marsippospermum grandiflorum* (nach 5 T. 6 0/0 schwimmend).

*Oreomyrrhis andicola* (sanken sofort).

*Pratia repens* (sanken sofort).

*Viola maculata* (nach 1 T. — 0/0 schwimmend).

Von *Carex trifida* schwammen jedoch noch nach 30 Tagen 18 0/0 der von ihrem Utriculus befreiten Früchte, und von *Rostkovia magellanica* schwammen noch 92 0/0 der Samen nach 30 Tagen.

Da diese Experimente schon an anderer Stelle (3; S. 303) erwähnt sind, sei hier nur kurz über dieselben berichtet.

Wie von den skandinavischen Arten keimten auch hier einige Arten (von *Hieracium antarcticum* 36 0/0, von *Hypochaeris arenaria* 34 0/0 und von *Pratia repens* 1 0/0) in süßem Wasser, während dagegen die Samen dieser Arten keine Spur von Leben zeigten, wenn sie in Salzwasser gelegen hatten.

Vergleicht man den Salzwasser- mit dem Kontrollversuch, so findet man folgendes:

1. Die Keimfähigkeit wird durch das Salzwasser verstärkt (die erste Ziffer bezeichnet 0/0 der gekeimten Samen des Kontrollversuches, die zweite 0/0 derjenigen des Salzwasserversuches) bei folgenden:

<i>Baccharis magellanica</i>	5—19
( <i>Pratia repens</i> )	0— 1)

2. Die Keimfähigkeit wird herabgesetzt bei:

<i>Aster Vahlü</i>	20—12
<i>Chabraea suaveolens</i>	24—10
<i>Hieracium antarcticum</i>	81—20
<i>Hypochaeris arenaria</i>	86—14
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	58—19

<sup>1)</sup> Früchte mit Haarpinsel.

<sup>2)</sup> Früchte ohne Haarpinsel.

<sup>3)</sup> Ganze Früchte.

Wie bei den skandinavischen Arten ergibt auch hier der Süßwasserversuch ganz verschiedene Werte, z. B.:

Art	Es keimten im		
	Kontrollversuch	Süßwasserversuch	Salzwasserversuch
<i>Hieracium antarcticum</i>	81 0/0	74 0/0	20 0/0
<i>Hypochaeris arenaria</i>	86 0/0	76 0/0	14 0/0
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	58 0/0	62 0/0	19 0/0

Auch die Keimdauer derselben Art ist, wie aus der Tabelle S. 268a hervorgeht, in den drei Versuchen recht verschieden.

Aus der obigen Darstellung geht hervor, daß das Meerwasser die Keimkraft mehrerer Samen vermindern oder geradezu ertöten kann. Auf die Keimfähigkeit anderer Samen dagegen scheint das Meerwasser ohne Zweifel fördernd zu wirken.

Keiner der oben zitierten Forscher hat den Versuch gemacht, wie man sich diese Beeinflussung zu erklären habe. Allerdings ist es schon lange bekannt, daß sich die Keimfähigkeit erhöht, wenn die betreffenden Samen eine Zeitlang in gewissen Salzlösungen gelegen haben. Auch weiß man, daß die Samen mehrerer Arten von gewissen Salzlösungen, die auf andere Samen keine schädliche Wirkung haben, getötet werden.<sup>1)</sup>

Es ist ja möglich, daß die besonderen osmotischen<sup>2)</sup> Verhältnisse, welche bei dem Salzwasserbade auf die Samen wirken, eine Rolle spielen.

Von dem anatomischen Bau der Samenschale, der Gegenwart eines Wachsüberzuges der Samen u. dergl. sollte man auch eigentlich eine gewisse Wirkung erwarten, aber die diesbezügliche Untersuchung des Materials liefert hierfür keinerlei Beweise, sei es in dieser oder in jener Richtung.

<sup>1)</sup> In der landwirtschaftlichen Literatur wird angegeben, daß eine 6 0/0 Lösung von Kupfer- oder Eisensulfat die Samen von *Sinapis arvensis* L., *Brassica campestris* L., *Cirsium arvense* (L.) Scop. und andere Arten töte, ohne den Früchten des Hafers zu schaden. Ein ähnliches Resultat solle auch durch Düngung mit Chilisalpeter, schwefelsaurem Ammoniak und 40 0/0 Chlorkaliumlösung gewonnen werden.

<sup>2)</sup> Eine Analogie hiervon würde man in den Studien von Loeb und anderen Forschern über die Verschiedenheit der Entwicklung finden können, welche die Eier und Larven der niederen Tiere in Salzlösungen je nach dem Grade der Konzentration derselben erreichen. Als Beweis für die Schwierigkeit, die tieferliegenden Ursachen der veränderten Keimfähigkeit zu ergründen, sei daran erinnert, daß die Keimkraft z. B. durch Röntgenstrahlen, Radiumlicht und elektrische Ströme auffallend beeinflußt wird, ohne daß man imstande wäre, an den Samen eine äußere Veränderung nachzuweisen.

Schließlich ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß das Salzwasser auf die für die Keimung der Samen wichtigen Enzyme wirke.

Wenn man aber alles zusammen erwägt, so ist die Frage von dem Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen noch eine offene.

---

Der Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen hat natürlich für die vom Meere transportierten Samen eine große Bedeutung. Denkt man sich z. B. eine große Anzahl Samen verschiedener Arten zwischen zwei entfernten Küsten im Meere treiben, so werden selbstverständlich diejenigen Samen und Früchte, die eine schlechte Schwimmfähigkeit haben, zuerst eliminiert, aber außerdem sind von denjenigen, welche die fremde Küste erreichen, viele inzwischen getötet. In dieser Weise würde mittels des Meerwassers eine Auslese der eine Küste besiedelnden Arten stattfinden.

Es ist, wenn wir uns für diese Annahme auch auf keine Experimente berufen können, wahrscheinlich, daß Wasser von geringerem Salzgehalt eine schwächere Wirkung auf die Samen hat als das stärker konzentrierte.

Der Salzgehalt der Skandinavien umgebenden Meere beträgt an der Oberfläche nach Warming (21, S. 106) etwa 3,5 ‰ im Ozean<sup>1)</sup>, 3 ‰ im Skagerrak, 3—1,5 ‰ im Kattegat, 1,27 ‰ im großen Belt, 0,92 ‰ im Sund (wo er jedoch je nach den Strömungen bedeutend schwankt), 0,5—0,1 ‰ im Bottnischen und 0,7—0,3 ‰ im Finnischen Meerbusen.

Am bedeutungsvollsten wäre also das Meerwasser für die an Norwegens und Dänemarks Küsten schwimmenden Pflanzensamen.

Interessant ist auch die Tatsache, daß der Salzgehalt der die skandinavischen Küsten bespülenden Meere in einer vergangenen Einwanderungsperiode der skandinavischen Flora bei weitem höher gewesen, als er heute ist. Während jener sogenannten Litorinazeit, die etwa mit dem mittleren und jüngeren Teil der Eichenzeit zusammenfällt (1 und 2), waren übrigens die Bedingungen für die Verbreitung der Pflanzen mittels der Meeresströme günstiger als in der Gegenwart.

Der Einfluß des Meerwassers ist also wohl ein Faktor, den wir nicht außer Acht lassen dürfen bei der Beurteilung sowohl der Einwanderung der skandinavischen Flora als auch ihrer ferneren Verbreitung und Verteilung in der Gegenwart.

---

<sup>1)</sup> Den größten Salzgehalt haben das Rote Meer (4 ‰) und das Mittelmeer (3,5—3,9 ‰).

## Literaturverzeichnis.

1. Andersson, Gunnar: Svenska växtvärldens historia. 2. Aufl. Stockholm 1896.
  2. —, Geschichte der Vegetation Schwedens. (Englers Bot. Jahrb. Bd. 22. 1896).
  3. Birger, Selim: Die Vegetation bei Port Stanley auf den Falklandsinseln. (Engl. Bot. Jahrb. Bd. 39. 1906).
  4. Darwin, Charles: On the action of sea-water on the germination of seeds. (Journ. of Linn. Society. 1857.) (Vgl. „Gardeners Chronicle“ 26,5, 18. 24/10 1855.)
  5. Guppy, H. B.: The dispersal of plants as illustrated by the flora of Keeling or Cocos Islands. (Transactions of the Victoria Institute. 1890.)
  6. Helmsley, V. B.: On the dispersal of plants by oceanic currents and birds. (Report on the scientific result of the voyage of H. M. Challenger during the years 1873—1878. Botany. Bd. 1. Appendix.)
  7. Jönsson, B.: Iakttagelser öfver ljusets betydelse för fröns groning. (K. Fysiografiska sällskapets handl. Lund 1893.)
  8. Lindman, C.: Om drivved och andra af hafsströmmar uppkastade naturföremål vid Norges kuster. Göteborg 1883.
  9. Martins, C.: Expériences sur la persistance de la vitalité des graines flottantes à la surface de la mer. (Bull. Soc. bot. de France. 1857.)
  10. Norman, J. M.: Norges arktiske Flora. I, II. Kristiania 1894—1900.
  11. Penzig, Die Fortschritte der Flora von Krakatau. (Annal. du jardin bot. de Buitenzorg. 1902.)
  12. Pedersen-Porsild, M.: Bidrag til en Skildring of Vegetationen paa Øn Disko (resumé: Essai sur la végétation de l'île de Disko). (Meddelelser om Grønland. Bd. 25. 1902.)
  13. Rostrup, O.: Havvandets Indflydelse paa Frøs Spireevne. (Tidsskrift for Landbrugets Planteavl. Kopenhagen. Bd. 8. 1902.)
  14. Salter, J.: On the vitality of seeds after prolonged submersion in the sea. (Journ. of Linn. Society. 1857.)
  15. Schimper, A. F. W.: Indomalayische Strandflora. Jena 1891.
  16. Sernander, R.: Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Upsala 1901.
  17. Thuret, G.: Expériences sur des graines de diverses espèces plongées dans de l'eau de mer. (Archiv. des sciences de la bibliothèque universelle. 1873.)
  18. Treub, M.: Notice sur la nouvelle flore de Krakatau. (Annal. du jardin bot. de Buitenzorg. Bd. 7. 1883.)
  19. M. Vahl, Madeiras Vegetation. Kopenhagen und Kristiania 1904.
  20. —. Über die Vegetation Madeiras (Engl. Bot. Jahrb. Bd. 36. 1905).
  21. Warming, E.: Plantesamfund. Kopenhagen 1895.
  22. —, Pflanzenvereine. Deutsche Ausgabe von No. 21 von E. Knoblauch. 2. Ausgabe. Berlin 1902.
  23. —, Om Grønlands Vegetation (Meddelelser om Grønland. Bd. 12. 1893).
  24. —, The history of the flora of Faeröes. (Botany of the Faeröes. II. Kopenhagen 1903.)
  25. —, Dansk Plantevækst. 1. Strandvegetation. Kopenhagen 1906.
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1907

Band/Volume: [BH\\_21\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Birger Selim

Artikel/Article: [Über den Einfluß des Meerwassers auf die Keimfähigkeit der Samen 263-280](#)