

Was ein Samen ist

Aufbau, Ruhe, Keimung und Lebensdauer als Grundlage der Erhaltung

Kennung	SAMEN-PROV0001-P08
Verfasser	Thomas Schüller, Syntagma Forschung Wien · ORCID 0009-0003-9799-6747
Kontakt	forschung@tschueller.com
Fassung und Stand	3.0 · 2026-09-28
Rechte	Text alle Rechte vorbehalten; Werkzeuge und Datenschichten MIT

Kurzfassung

Jede Erhaltungsentscheidung beruht auf Eigenschaften des Samens: ob er Trocknung verträgt, wie tief er ruht, was er zum Keimen braucht und wie lange er lebt. Dieses Papier beschreibt den Samen aus der Sicht der Erhaltung — Aufbau, Reifung, Samenruhe, Keimung und Alterung — und zeigt an jeder Stelle, welche praktische Folge sich daraus für Lagerung, Prüfung und Vermehrung ergibt. Es ist das biologische Grundlagenpapier des Strangs und bildet die Basis für Kapitel 1 des Fachbuchs.

1. Aufbau

Ein Samen besteht aus drei Teilen. Bei vielen Zweikeimblättrigen, etwa den Hülsenfrüchten, fehlt ein eigenes Nährgewebe; die Reserven liegen dann in den Keimblättern des Embryos.

Teil	Aufgabe	Bedeutung für die Erhaltung
Embryo	die künftige Pflanze: Keimwurzel, Sprossachse, Keimblätter	nur er muss überleben; Prüfverfahren fragen nach ihm
Nährgewebe (Endosperm oder Keimblätter)	Vorrat für die ersten Tage: Stärke, Öl, Eiweiß	bestimmt, wie stark Feuchte die Lebensdauer beeinflusst
Samenschale	Schutz vor Austrocknung, Verletzung, Befall	kann Wasseraufnahme sperren und damit Keimung verhindern

Die Zusammensetzung des Nährgewebes ist für die Lagerung nicht nebensächlich. Ölhaltige Samen binden bei gleicher Luftfeuchte weniger Wasser als stärkehaltige. Werden beide auf dieselbe relative Luftfeuchte getrocknet, wie es die Genbankstandards vorsehen, erreicht der ölhaltige Samen von selbst einen niedrigeren Wassergehalt. Zielwerte in Prozent Wassergehalt sind deshalb nur artbezogen sinnvoll. In der Lebensfähigkeitsgleichung zeigt sich das in der Feuchtekonzstante: bei Getreide um 6, bei ölhaltigen Arten zwischen 3,5 und 4 (Fachpapier P02).

2. Reifung und Trocknungstoleranz

Orthodoxe Samen durchlaufen am Ende ihrer Entwicklung eine Reifetrocknung. In dieser Phase bilden sie Schutzstoffe — Zucker, die beim Wasserentzug eine glasartige Matrix bilden, und Schutzproteine —, die Membranen und Eiweiße im trockenen Zustand stabil halten. Erst dieser Zustand macht sie lagerfähig.

Rekalzitrannte Samen überspringen diese Phase. Sie werden feucht und stoffwechselaktiv abgeworfen, oft mit der Strategie, sofort zu keimen. Wird ihnen Wasser entzogen, schädigt das die Zellen, bevor ein Ruhezustand erreicht ist. Deshalb lässt sich die Grenze zwischen den Verhaltenstypen nicht durch geschicktere Trocknung verschieben (Fachpapier P07).

Folge für die Praxis: Der Erntezeitpunkt zählt. Vorzeitig geerntete orthodoxe Samen haben die Reifetrocknung nicht abgeschlossen, sind weniger trocknungstolerant und kurzlebiger. Eine Nachreife in der Frucht oder am Fruchtstand verbessert die Lagerfähigkeit messbar.

3. Samenruhe

Ein lebender Samen, der unter günstigen Bedingungen nicht keimt, ruht. Samenruhe ist keine Störung, sondern eine Anpassung: Sie verteilt die Keimung über die Zeit und verhindert, dass alle Keimlinge zum falschen Zeitpunkt auflaufen. Baskin und Baskin unterscheiden fünf Klassen:

Klasse	Ursache	Typische Aufhebung
Physiologisch	hormonelle Hemmung im Embryo	Kälte- oder Wärmebehandlung, Nachreife, Gibberellin
Morphologisch	Embryo bei Abwurf noch unentwickelt	Zeit unter Keimbedingungen
Morphophysiologisch	beides zugleich	Abfolge von Wärme- und Kältephasen
Physikalisch	wasserundurchlässige Samenschale	Anritzen, Heißwasser, Säurebehandlung
Kombiniert	physikalisch und physiologisch	zuerst Schale öffnen, dann artgerechte Stratifikation oder Nachreife

Kulturpflanzen sind durch Züchtung meist wenig ruhend; Wildarten und Wildverwandte dagegen oft tief. Das hat eine unmittelbare Folge für die Erhaltung.

Folge für die Praxis: Eine Keimprüfung, die einen ruhenden Samen als tot wertet, unterschätzt die Lebensfähigkeit und löst eine unnötige Regeneration aus — oder schlimmer, lässt einen Posten als verloren erscheinen, der es nicht ist. Ruhende und tote Samen sind deshalb getrennt zu erfassen, etwa durch einen Schnitt- oder Tetrazoliumtest an den ungekeimten Samen (Fachpapier P09).

4. Keimung

Keimung beginnt mit der Wasseraufnahme und endet, wenn die Keimwurzel die Samenschale durchbricht. Drei Bedingungen müssen erfüllt sein: Wasser, eine geeignete Temperatur und Sauerstoff. Viele Arten verlangen zusätzlich Licht oder Dunkelheit, wechselnde Temperaturen oder das Zusammenspiel mehrerer Reize.

Für die Erhaltung ist die Unterscheidung zwischen Keimung im botanischen Sinn und einem **normalen Keimling** im Sinn der Saatgutprüfung wichtig. Die Prüfredeln werten nur Keimlinge, die alle wesentlichen Strukturen tragen und sich unter günstigen Bedingungen zu einer Pflanze entwickeln können. Ein Samen, der zwar eine Wurzel treibt, aber keinen lebensfähigen Keimling bildet, zählt nicht.

5. Alterung

Samen altern auch im Ruhezustand. Die Schäden sammeln sich an Membranen, Eiweißen und Erbgut; Reparatur ist erst bei der Wasseraufnahme möglich und gelingt umso schlechter, je weiter der Schaden fortgeschritten ist. Die einzelnen Samen eines Postens sterben dabei nicht gleichzeitig, sondern zu Zeitpunkten, die um einen Mittelwert normalverteilt sind. Deshalb verläuft der Verlust der Keimfähigkeit nicht linear, sondern in einer Sigmoide: lange fast unverändert, dann rasch fallend. Die Lebensfähigkeitsgleichung beschreibt genau diesen Verlauf (Fachpapier P02).

Vor dem Tod steht der Vitalitätsverlust. Ein alternder Posten keimt noch, aber langsamer, ungleichmäßiger und empfindlicher gegenüber Stress. Wer nur auf die Keimfähigkeit schaut, sieht das Ende spät.

Folge für die Praxis: Keimgeschwindigkeit und Gleichmäßigkeit bei jeder Prüfung mit aufzeichnen. Eine sinkende Keimgeschwindigkeit bei noch hoher Keimfähigkeit ist das früheste Zeichen, dass ein Posten die steile Phase der Sigmoide erreicht.

6. Wie alt Samen werden können

Zwei Belege zeigen die Spannweite.

Das Beal-Experiment. 1879 vergrub William J. Beal in Michigan Flaschen mit Samen verschiedener Wildkräuter, um zu prüfen, wie lange sie im Boden keimfähig bleiben. Die Flaschen wurden anfangs alle fünf, später alle zehn und seit 1980 alle zwanzig Jahre geöffnet. Bei der pandemiebedingt auf 2021 verschobenen Öffnung keimten nach 142 Jahren noch Samen der Schaben-Königskerze und einer Königskerzen-Hybride. Es ist der längste laufende Versuch dieser Art.

Die Dattelpalme aus Masada. Aus einem rund 2000 Jahre alten Dattelnkern, gefunden in der Festung Masada, zog eine Forschungsgruppe um Sarah Sallon 2005 eine lebende Pflanze. Weitere Pflanzen aus antiken Kernen folgten.

Beide Fälle sind keine Regel, sondern Grenzfälle unter jeweils besonderen Bedingungen: im feuchten Sand im Boden eingebettet (Beal) beziehungsweise extrem trocken im Wüstenklima (Masada). Masada zeigt, dass sehr trockene Lagerung Lebensdauern in einer Größenordnung erlaubt, wie sie die Lebensfähigkeitsgleichung für trockene, kalte Lagerung errechnet. Beal belegt die Rolle der **Bodensamenbank**: Im Boden ruhender Samen ist eine eigene Erhaltungsform, die in keiner Genbankzählung erscheint.

7. Was daraus für die Erhaltung folgt

Eigenschaft	Folge
Trocknungstoleranz	entscheidet über den Erhaltungsweg (P07)
Ölgehalt	bestimmt, wie weit zu trocknen ist (P02)
Reifezustand	Erntezeitpunkt und Nachreife beeinflussen die Lagerfähigkeit
Samenruhe	ruhende und tote Samen bei der Prüfung trennen (P09)
Keimbedingungen	artgerechte Prüfbedingungen, sonst falsche Befunde
Alterung	Keimgeschwindigkeit als Frühwarnzeichen mitführen

Grenzen dieses Papiers

Das Papier behandelt den Samen einordnend, nicht als Lehrbuch der Samenphysiologie. Die Molekularbiologie der Trocknungstoleranz und der Samenruhe ist stark verkürzt. Die beiden Langzeitbelege sind Einzelfälle unter besonderen Bedingungen und nicht verallgemeinerbar. Für artspezifische Keimbedingungen und Ruheformen ist die Seed Information Database von Kew und die Fachliteratur heranzuziehen.

Literatur

1. Baskin, C. C.; Baskin, J. M. (2014): *Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. 2. Aufl. San Diego: Academic Press.
2. Bewley, J. D.; Bradford, K. J.; Hilhorst, H. W. M.; Nonogaki, H. (2013): *Seeds. Physiology of Development, Germination and Dormancy*. 3. Aufl. New York: Springer.
3. Ellis, R. H.; Roberts, E. H. (1980): Improved equations for the prediction of seed longevity. *Annals of Botany* 45, 13–30.
4. Sallon, S. u. a. (2008): Germination, genetics, and growth of an ancient date seed. *Science* 320, 1464.
5. Telewski, F. W.; Zeevaart, J. A. D. (2002): The 120-yr period for Dr. Beal's seed viability experiment. *American Journal of Botany* 89, 1285–1288.
6. International Seed Testing Association: *International Rules for Seed Testing*. Wallisellen, laufende Fassung.
7. Royal Botanic Gardens Kew: *Seed Information Database (SID)*.
8. Wyse, S. V.; Dickie, J. B. (2017): Predicting the global incidence of seed desiccation sensitivity. *Journal of Ecology* 105 (4), 1082–1093. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12725>
9. Michigan State University (2023): *MSU plant biologists shed light on 144-year-old seedy mystery*. <https://msutoday.msu.edu/news/2023/11/msu-plant-biologists-shed-light-on-144-year-old-seedy-mystery>
10. Fachpapiere P02, P07 und P09 dieses Strangs.