LiveSeeding

Schulungshandbuch

PRAKTISCHER LEITFADEN zum Trocknen und Lagern von Gemüsesamen

in der ökologischen Saatguterzeugung in Kleinbetrieben und on-farm



Wechsle das Saatgut, lass den Unterschied wachsen!

TITEL:	PRAKTISCHER LEITFADEN zum Trocknen und Lagern von Gemüsesamen in der ökologischen Saatguterzeugung in Kleinbetrieben und on-farm
AUTOREN:	Steven Groot (WUR, NL), Matthias Gudinchet (PSR, CH), Stephanie Klaedtke (ITAB, FR)
REDAKTION:	Matthias Gudinchet (PSR, CH), Stephanie Klaedtke (ITAB, FR), Gabriele Maneo (ECLLD, BE)
KORREKTURLESEN:	Frank Adams (SEED, LU), Charlotte Bickler (ORC, UK), Klaus Brugger (Arche Noah, AU), Steven Groot (WUR, NL), Loes Mertens (RMRM, BE), Matteo Petitti (RSR, IT), Lionel "Wallace" Vellas (Semences de Pays, CH)
KOORDINIERUNG VON PROJKETEN UND ARBEITSPAKETEN	Gyöngyi Györéné Kis (ÖMKi, HU), Mariano Iossa (FiBL Europe, BE), Jan Kodde (WUR, NL), Monika Messmer (FiBL, CH)
RECHTLICHE BEDINGUNGEN:	Dieses Schulungshandbuch wurde im Rahmen des Projekts LiveSeeding erstellt, das von der Europäischen Union, dem Schweizerischen Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) und UK Research and Innovation (UKRI) finanziell unterstützt wird.
ZIETIERT ALS:	Klaedtke, Stéphanie; Gudinchet, Matthias; Groot, Steven P. C. (2023). *Praktischer Leitfaden zum Trocknen und Lagern von Gemüsesamen in der ökologischen Saatguterzeugung in Kleinbetrieben und on-farm, LiveSeeding Projekt, 2026, 48 p (Originalfassung Februar 2024, deutschsprachige Fassung Monat 2026).* https://orgprints.org/id/eprint/52128/
DEUTSCHE ÜBERSETZUNG	Philipp Holzherr (PSR, CH), Klaus Brugger (Arche Noah, AT), Stephanie Klaedtke (ITAB, FR)
DESIGN / LAYOUT:	IPS Konzalting Ltd.
KONTAKT:	stephanie.klaedtke@itab.asso.fr
DATUM:	February 2024

Die Herausgeber möchten Steven Groot, der sie zur Erstellung dieses Leitfadens inspiriert und den Satz "Don't waste your effort!" geprägt hat, ihren aufrichtigen Dank aussprechen.

Der Inhalt darf verbreitet, aber nicht verändert werden, sofern die Quelle und die Autor*innen genannt werden. Keine kommerzielle Nutzung ohne Genehmigung der Autoren.

Co-funded by the European Union

Finanziert von der Europäischen Union, dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SERI-Vertragsnummer 22.0412) und UK Research and Innovation (UKRI). Die geäusserten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder der REA, des SBFI oder des UKRI wider.

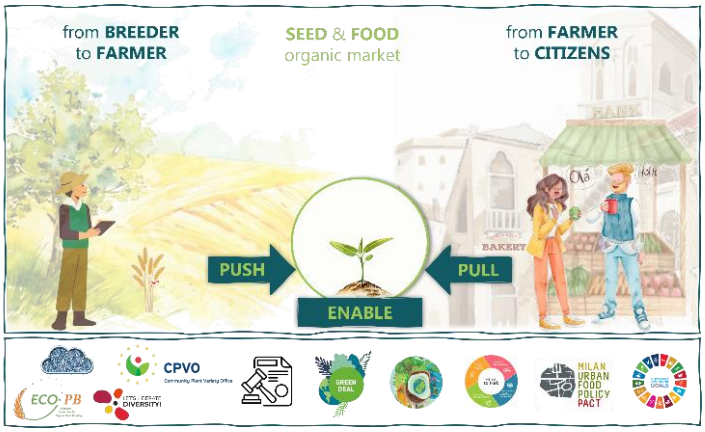
UK Research and Innovation

PROJEKTZUSAMMENFASSUNG

***LiveSeeding** ist ein vierjähriges Innovationsprojekt, das von der Europäischen Union, dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) und UK Research and Innovation (UKRI) finanziert wird. Das Projekt startete im Oktober 2022 und bringt 37 Organisationen in 15 europäischen Ländern zusammen. LiveSeeding bietet wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse und Best-Practice-Lösungen, um 100 % ökologisches Saatgut zu erreichen.*

LiveSeeding trägt zum Übergang zu umweltfreundlichen, klimaneutralen, gesunden und fairen Lebensmittelsystemen durch eine PUSH-PULL-ENABLE-Strategie bei, um

- die Verfügbarkeit von ökologischem Saatgut von für den ökologischen Landbau geeigneten Sorten zu verbessern (PUSH),
- die Marktnachfrage nach ökologischem Saatgut von für den Ökolandbau geeigneten Sorten zu steigern und zu stabilisieren (PULL),
- ein günstiges politisches und rechtliches Umfeld zu schaffen, in dem Angebot und Nachfrage harmonisch und produktiv miteinander verhandeln, ohne mit irrelevanten rechtlichen Beschränkungen und/oder regulatorischer Zersplitterung konfrontiert zu sein (ENABLE).



*LiveSeeding arbeitet mit einem holistischen, akteur*innenübergreifenden und partizipativen Konzept, das die Vertreter*innen entlang der Wertschöpfungskette in 17 lokalen Living Labs (LL) und drei etablierten Netzwerken von Bio-Züchter*innen (ECO-PB), Saatgut-Erhaltungsorganisationen (ECLLD) und dem Milan Urban Food Policy Pact (MUFPP) einbezieht. 15 europäische Länder bieten verschiedene pedoklimatische Zonen und sozioökonomische Kontexte, darunter solche mit geringem Entwicklungsstand bei ökologischem Saatgut und Öko-Züchtung in Ost- und Südeuropa.*

Inhaltsverzeichnis

Projektzusammenfassung 3
1. Zusammenfassung der Broschüre 5
2. Ziele 6
3. Hintergrundinformationen und Leitlinien 8
3.1 Ernte und vorübergehende Lagerung 8
3.2 Alterung von Saatgut 8
3.3 Trocknen von Saatgut 9
Hintergrundwissen: Feuchtigkeitsgehalt des Saatguts, relative Luftfeuchtigkeit, relative Gleichgewichtsfeuchte 9
Trocknungsmethoden 10
Messung der relativen Gleichgewichtsfeuchte (eRH) einer Saatgutpartie 11
3.4 Aufbewahrung von Saatgut 12
Trockenhaltung von Saatgut während der Lagerung 12
Senkung des Sauerstoffgehalts 13
Getrennte Aufbereitung 14
Lagertemperatur 14
Sonderfälle: ultratrockender Zustand und Gefrieren 16
3.5 Vor der Aussaat: Samenquellschäden vermeiden 17
3.6 RECAP zur Saatgutlagerung 17
4. Aufstellen eines Aktionsplans 19
5. Rüsten sie sich aus und organisieren sie sich! 22
6. Fazit & Praktische Infobläter 23
7. Praktische Bögen 24
8. Referenzen und weitere Informationen 31

1. ZUSAMMENFASSUNG DER BROSCHÜRE

Keimrate und Vitalität des Saatguts beeinflussen Aufgang und Etablierung der Kulturpflanze. Sie sind ein entscheidender Aspekt der Saatgutqualität, denn eine schlechte Keimkraft führt zu Sämlingen, die empfindlicher auf abiotischen Stress (z. B. Bodenverdichtung oder Trockenheit) und biotischen Stress (Krankheitserreger, insbesondere bodenbürtige) reagieren und die Kultur bis zur Ernte hin beeinträchtigen können!

Während der Lagerung altern Samen und ihre Qualität nimmt durch Oxidation ab. Dies wird in abnehmender Reihenfolge durch den Feuchtigkeitsgehalt des Saatguts, das Vorhandensein von Sauerstoff und die Temperatur beeinflusst. In diesem Leitfaden werden die wichtigsten Punkte hervorgehoben, die bei der Trocknung und Lagerung von Saatgut zu beachten sind. Es werden kosten- und zeitsparende Lösungen für die Trocknung und Lagerung von Saatgut im landwirtschaftlichen Betrieb vorgeschlagen, und zwar:

- **Wie man Samen effizient trocknet**
- **Wie Samen bei der Lagerung trocken bleiben**
- **Wie man Samen vor Sauerstoff schützt**

Dass Saatgut nach der Ernte richtig getrocknet und in einer trockenen, kühlen und dunklen Umgebung gelagert werden muss, ist vielen Saatguterzeuger*innen bekannt. Doch erfahrungsgemäss werden diese offensichtlichen Vorsichtsmassnahmen nicht immer getroffen, sei es aus Zeit- und Ressourcenmangel oder aufgrund organisatorischer Schwierigkeiten. Wir hoffen, dass die praktischen Beispiele und Anleitungen in dieser Broschüre dazu anregen, über die eigenen Voraussetzungen und Ziele nachzudenken. Sie soll dabei helfen, Herausforderungen zu meistern, die bei der Trocknung und Lagerung von Gemüsesaatgut in kleinen Saatgutbetrieben und auf Bauernhöfen entstehen können.

Vergeuden Sie nicht Ihre Bemühungen!

Wenn Sie Zeit und Ressourcen in die Erzeugung von gutem Saatgut investiert haben, sorgen Sie für dessen Lagerung unter bestmöglichen Bedingungen, damit Sie und der Rest der Welt so lange wie möglich davon profitieren können!

2. ZIELE

Es ist wichtig, dass Sie Ihre Ziele für die Saatgutkonservierung abhängig von Kulturart, Vielfalt und Menge des erzeugten Saatguts sowie der Endverwendung setzen. Bevor Sie Ihre eigenen Ziele für die Saatguttrocknung und -lagerung ausarbeiten, finden Sie hier drei Fallbeispiele, die eine Reihe von Kontexten und möglichen Zielen repräsentieren.

Beispiel 1: Josette selektioniert und erntet Samen von 10 Tomatensorten für ein Amateur-Tauschnetzwerk.

Um die Samen zu extrahieren, fermentiert sie diese etwa 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur (oder entsprechend der Temperatur zeitlich angepasst), reinigt und trocknet sie dann einige Tage lang auf einem Trocknungsregal, das aus mehreren Ständern besteht (handgefertigt ohne Heizung oder Belüftung), auf Küchentüchern.
Sie werden dann nach Sorten getrennt in 150-ml-Gläser verpackt und bei Bedarf im Winter in Papierumschläge gesteckt, um an andere Mitglieder des informellen Tauschnetzes verschickt zu werden.

Jedes Jahr im Januar führt Josette in ihrer Küche Keimtests auf Löschpapier durch, wobei sie 25 Samen pro Sorte verwendet. Wenn die Keimrate unter 85 % fällt, beschliesst Josette, die Sorte in diesem Jahr erneut anzubauen. Nachdem sie die neuen Saatgutpartien geerntet und geprüft hat, wirft sie die alten Samen weg oder verschenkt sie.

Unter den gegebenen Umständen sind die Lagerbedingungen ausreichend, um die Tomatensorten im Amateur-Saatgutnetzwerk zu erhalten und zu verbreiten: Die Keimfähigkeit bleibt mehrere Jahre lang hoch. Die Nutzer haben keine Probleme, da sie ihre Setzlinge pikieren. Da es sich bei der Saatgutaufbewahrung um eine ehrenamtliche Tätigkeit handelt und Josette damit kein Geld verdient, hat sie keine Einkommensverluste durch die weggeworfenen Bestände.

⇒ Zielsetzung: Solange Josette mit der Häufigkeit zufrieden ist, mit der sie jede Sorte zur Erneuerung des Saatgutbestands anbauen muss, und sie keine weiteren Sorten in ihre Sammlung aufnehmen will, besteht keine Notwendigkeit, Ressourcen und Anstrengungen in die Verbesserung von Saatgutqualität und Lagerbedingungen zu investieren. Wenn ihr Netzwerk mit der Qualität ihres Saatguts zufrieden ist, kann sie vermutlich so weitermachen wie bisher.

Beispiel 2: Bohuslav vermehrt Zwiebeln und Karotten für ein regionales, bäuerliches Saatgutnetzwerk.

Bohuslav hat den Bio-Bauernhof seiner Eltern in einer Mittelgebirgsregion übernommen, in der traditionell Viehzucht und Weidehaltung betrieben werden. Neben der Haltung von 40 Kühen baut er auf einigen Hektar Buchweizen und Ackerbohnen an. Ausserdem betreibt er in kleinem Umfang Gemüseanbau für den Eigenbedarf und für den Verkauf ab Hof.

Er beteiligt sich an einem regionalen, bäuerlichen Saatgutnetzwerk. Die Landwirt*innen wählen die für ihre Region am besten geeigneten Sorten aus, teilen die Vermehrungen unter der Gruppe auf und teilen das erzeugte Saatgut. Die Selektion erfolgt auf partizipatorische Weise, mit Feldbesuchen zur Auswahl der Pflanzen, von denen Saatgut geerntet wird.

Bohuslav vermehrt normalerweise Zwiebeln und Karotten. Im ersten Jahr wählt er auf seinem Gemüsefeld etwa 300 Pflanzen von beiden aus. Sie werden in seinem Keller überwintert und im

Frühjahr des zweiten Jahres auf einem kleinen Beet in der Nähe der Bienenstöcke ausgepflanzt und zur Blüte und Saatguternte gebracht.

Da er viele Pflanzen für die Saatgutproduktion anpflanzt, erntet er mehr als genug Saatgut für das Netz. Die Keimfähigkeit der Karottensamen reicht für einige Jahre, aber die Zwiebelsamen behalten höchstens zwei Jahre lang eine zufriedenstellende Keimfähigkeit, was bedeutet, dass eine regelmässige Vermehrung notwendig ist.

Das ist ein Problem, denn um Kreuzungen zu vermeiden, kann pro Jahr nur eine Sorte vermehrt werden, während die Bauern im Tal mit vier Zwiebelsorten arbeiten. Wenn es Bohuslav gelänge, die Haltbarkeit des Zwiebelsaatguts auf sechs Jahre zu erhöhen, müsste er den Restbestand nicht nach zwei Jahren wegwerfen und könnte seine Fruchtfolgen optimieren.

⇒ Zielsetzung: Erzielung einer guten Lagerung von Zwiebelsaatgut über einen Zeitraum von 6 Jahren mit 2 kg pro Jahr, verteilt auf 6 Landwirte.

Beispiel 3: SuperSeed ist ein gemeinnütziges Saatgutunternehmen, das biologisches Saatgut traditioneller, lokaler Sorten handwerklich unter Low-Input-Bedingungen selektiert, erhält und vermehrt.

Das Saatgut wird hauptsächlich über einen Webshop an Hausgärtner*innen verkauft, aber auch an einige kleine bis mittlere Direktvermarktungsbetriebe der Region. Diese Gemüsebetriebe umfassen Strukturen der solidarischen Landwirtschaft sowie Familienbetriebe, die sowohl ökologisch als auch konventionell produzieren.

Entweder sät die Kundschaft das Saatgut direkt aus, oder es werden damit Setzlinge durch eine regionale Gärtnerei produziert. Diese Gärtnerei ist bereit, mit kleinen Saatgutpartien zu arbeiten, muss aber eine hohe, homogene und zuverlässige Keimung gewährleistet haben.

Einige der Saatgutpartien werden über einen längeren Zeitraum verkauft, und die Bestände werden nach und nach über mehrere Jahre hinweg entnommen, um für den Versand verpackt zu werden. In einigen Fällen werden die Bestände häufig und in unregelmässigen Zeitabständen entnommen.

Jeden Winter werden alle Partien auf ihre Keimfähigkeit getestet. Erfüllt die Keimfähigkeit nicht die Mindestanforderungen für die jeweilige Pflanzenart, werden die entsprechenden Partien entsorgt oder an Schulen gespendet.

⇒ Zielsetzung: Optimale Lagerbedingungen für den gesamten Bestand, um die Haltbarkeit und die Zeit bis zur Vermarktung jeder Saatgutpartie zu verlängern.



Sie sind dran: Legen Sie Ihre Ziele fest!

Legen Sie nun anhand der drei Beispiele Ihre eigenen Ziele zur Verbesserung der Saatgutkonservierung jeder der von Ihnen produzierten Arten und Sorten fest.

Sie können dazu die Tabelle im Anhang verwenden: Blatt 1

3. HINTERGRUNDINFORMATIONEN UND LEITLINIEN

Zum besseren Verständnis von Saatguttrocknung und -lagerung werden wir nun die zugrundeliegenden Prozesse näher beleuchten und auf die wichtigsten Aspekte hinweisen. Dieses Verständnis wird es Ihnen ermöglichen, basierend auf Ihren festgelegten Zielen den Aktionsplan zur Optimierung Ihrer eigenen Saatgut-Trocknungs- und -Lagerungspraktiken zu entwickeln.

3.1 Ernte und vorübergehende Lagerung

Diese Broschüre fokussiert nicht auf die Anbaubedingungen und die Ernte des Saatguts. Die Grundregeln für die Ernte sind:

- ⇒ Das Saatgut wird so nahe der Vollreife wie möglich geerntet. In diesem Entwicklungsstadium haben Samen die besten physiologischen Voraussetzungen für guten Schutz und Konservierung.
- ⇒ Trockensamige Arten sollten geerntet werden, wenn die Samen beginnen, sich von der Mutterpflanze zu lösen. Oft müssen Pflanzen oder Pflanzenteile geerntet und weiter getrocknet werden, um sie später zu dreschen, insbesondere bei langsam reifendem Saatgut. Das Erntegut sollte trocken, aber nicht zu trocken sein, um Bruch und aufgeplatzte Samen zu vermeiden (besonders bei Mähdrusch von Hülsenfrüchten).
- ⇒ Die Früchte von Kulturen mit feuchten Samen sollten vor der Verarbeitung (Extraktion, manchmal Fermentation) voll ausgereift sein. Bei Kürbissen empfiehlt es sich, die Früchte vor der Samengewinnung mehrere Wochen bis Monate zu lagern.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Samen bei der Ernte reif und trocken genug sind, was die Voraussetzung für eine gute Qualität ist.

Für späteren Drusch geerntetes Pflanzenmaterial sollte hinsichtlich Feuchte und Temperatur bestmöglich gelagert werden. Oft sind Betriebe hierbei eingeschränkt und sperriges Pflanzenmaterial wird in einem Gewächshaus oder einer Scheune untergebracht, was die Risiken für Hitze, direkte Sonne, Feuchtigkeit und Schädlinge erhöht. Wenn das Pflanzenmaterial trocken und die Samen ausgereift sind, sollte der Drusch daher baldmöglichst erfolgen.



Wenn die gründliche Sortierung und Reinigung des Saatguts nicht sofort möglich ist, kann eine schnelle und grobe Vorreinigung sinnvoll sein, gefolgt von einer weiteren Trocknung, um das Saatgut bis zum letzten Sortier- und Reinigungsschritt unter optimalen Bedingungen zu lagern.

3.2 Alterung von Saatgut

Wie alles Lebendige altert auch Saatgut. Am Ende des Alterungsprozesses sterben Samen und keimen nicht mehr. Zuvor häufen sie allmählich Schäden an, die hauptsächlich auf Oxidation zurückzuführen sind. Wenn Samen nach der Aussaat Wasser aufnehmen und ihren Stoffwechsel reaktivieren, müssen die angesammelten Schäden repariert werden. Dies kostet Zeit und Energie und führt zu langsamerer Keimung und ungleichmässigerem Auflaufen. Bei zu vielen Schäden ist die Reparatur nicht mehr möglich, die Samen keimen nicht mehr.

Die Oxidation und die Alterung von Saatgut werden von drei Hauptfaktoren angetrieben, die in der folgenden Reihenfolge von Bedeutung sind:

1. Feuchtigkeit
2. Vorhandensein von Sauerstoff
3. Höhere Temperaturen

Ziel der Saatgutlagerung ist es, die Oxidationsprozesse zu reduzieren, um die Alterung des Saatguts zu verlangsamen und die Saatgutqualität so lange wie möglich zu erhalten. Der wichtigste Faktor ist der Feuchtigkeitsgehalt.

Abb. 1 zeigt Auswirkungen der Feuchtigkeit auf Oxidation der Lipide, Enzymaktivität und Schimmelpilzwachstum in Samen. Zwischen 20 % und 35 % relativer Gleichgewichtsfeuchte ist die Lipidoxidation am geringsten und die Enzymaktivität ist unbedeutend. Dies ist daher der ideale Feuchtigkeitsbereich für die Lagerung von Saatgut. Im nächsten Abschnitt erhalten Sie Hintergrundinformationen zum Verständnis der relativen Gleichgewichtsfeuchte.

Gut zu wissen!

Noch bevor ein Rückgang der Keimrate sichtbar wird, beginnen Samen zu altern und ihre Triebkraft nimmt ab, wodurch die Saat langsamer aufläuft. Eine geringere Triebkraft des Saatguts kann zu weniger widerstandsfähigen – oder deformierten – Sämlingen führen, die gegenüber Stressfaktoren anfälliger sind. Wenn Sie für geeignete Lagerungsbedingungen sorgen, verlängern Sie die Haltbarkeit Ihres Saatguts und bewahren dessen Qualität!

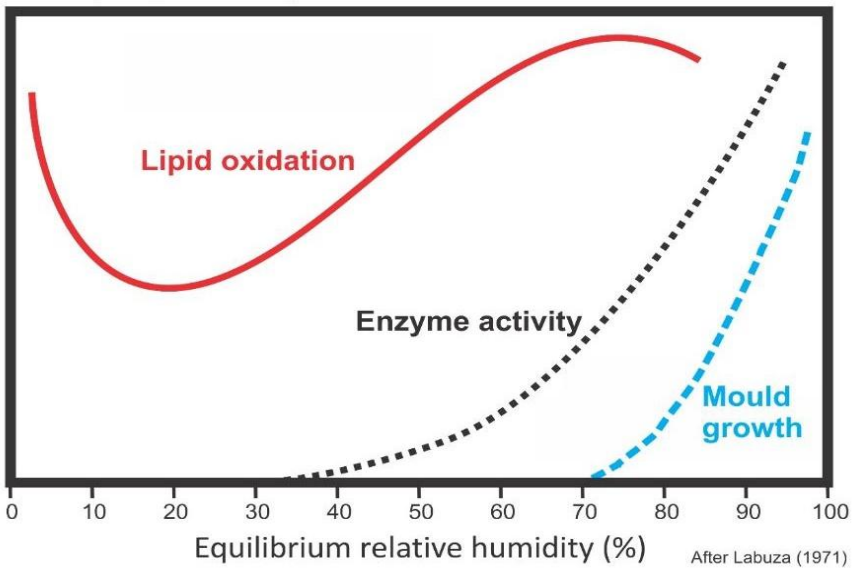


Abbildung 1: Oxidation, Enzymaktivität und Schimmelpilze in Abhängigkeit Eder Saatgutfeuchte. Nach Labuza, TP (1971): Kinetics of lipid oxidation in food. CRC Critical Reviews in Food Science and Technology, 2: 355/405.

Das Trockenhalten Ihres Saatguts hat oberste Priorität. Zur weiteren Optimierung der Saatgutlagerung können Sie den Sauerstoffffluss um Ihr Saatgut herum begrenzen, siehe weiter unten. Die Temperatur ist nur der dritte Faktor bei der Saatgut-Oxidation und -Alterung. Für die Lagerung sind stabile Raumtemperaturen in einem kühlen Raum wie einem Keller ideal. Noch tiefere Temperaturen oder das Einfrieren ermöglichen die langfristige Lagerung.

3.3 Trocknen von Saatgut

Hintergrundwissen: Feuchtigkeitsgehalt des Saatguts, relative Luftfeuchtigkeit, relative Gleichgewichtsfeuchte

Saatgut enthält eine bestimmte Menge an Wasser. Diese wird als **Feuchtigkeitsgehalt** in % des Frischgewichts des Samens angegeben.

Die Atmosphäre um das Saatgut herum (in einem Glas, auf dem Dachboden, im Kühlschrank, ...), enthält ebenfalls Feuchtigkeit: Die **relative Luftfeuchtigkeit (RH)** wird ebenfalls in % angegeben. Sie ist ein Ausdruck für die Menge an Wasserdampf in der Luft, bezogen auf ihr Maximum. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankt stark mit der Temperatur. Wird die Temperatur einer Luftmasse gesenkt, steigt die relative Luftfeuchtigkeit an.
Die relative Luftfeuchtigkeit in einer Umgebung hängt auch von der Art des Klimas in einer Region ab. Die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsatmosphäre in Europa liegt im Allgemeinen bei etwa 70 %.

Saatgut passt sich der relativen Luftfeuchtigkeit der umgebenden Luft an. Die Feuchtigkeit des Saatguts beeinflusst die Luftfeuchtigkeit des Behälters, und die Luftfeuchtigkeit des Behälters dringt in das Saatgut ein, bis sich beide bei ihrer relativen Gleichgewichtsfeuchte (eRH) einpendeln.

Die relative Gleichgewichtsfeuchte ist ein zuverlässigeres Mass für die Lagerungsbedingungen als der Feuchtigkeitsgehalt: Saatgut mit hohem Ölgehalt (z. B. Kohlsamen) hat einen niedrigeren Feuchtigkeitsgehalt als Saatgut mit niedrigem Ölgehalt (z. B. Erbsensamen), wenn es bei gleicher relativer Feuchte gelagert wird (weil Öl kein Wasser enthalten kann). Ausserdem ist es einfacher, die relative Luftfeuchtigkeit des Lagerraums oder der Aufbewahrungskiste zu messen, als den Feuchtigkeitsgehalt der Samen.

Trocknungsmethoden

20-40 % eRH sind ideal für die Saatgutkonservierung. Um eine Saatgutpartie vor der Lagerung auf etwa 30 % eRH zu trocknen, gibt es verschiedene Methoden. Belüftung und Wärme beschleunigen den Trocknungsprozess. Zum Trocknen von Saatgut können auch Trockenmittel verwendet werden.



Natürliche Trocknung: Sonne und Wind

Am Ende der Saison, wenn die Temperaturen noch recht hoch und die Luftfeuchtigkeit niedrig sind, können Sonnenwärme und Wind ausreichen, um die geernteten Samenpartien zu trocknen. Direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden. Das Saatgut kann in einem Gewächshaus oder einer Scheune auf Gestellen oder Sieben ausgebreitet werden. Ein Ventilator ermöglicht das raschere Trocknen unterhalb der Umgebungsluftfeuchtigkeit. Denken Sie daran, dass die Samen weiterhin der relativen Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind. Nachts sinken die Temperaturen und die relative Luftfeuchtigkeit steigt an, die Wiederaufnahme von Feuchtigkeit muss vermieden werden. Bei einer mehrtägigen Trocknung kann es über Nacht sinnvoll sein, die Samen in einem Haufen zu sammeln zuzudecken und am nächsten Morgen wieder auszubreiten. Beachten Sie die Gefahr der Kondensation, wenn der Haufen zugedeckt wird. Einmal trocken sollten die Samen vor dem Wiederanstieg der Luftfeuchtigkeit (am mittleren oder späten Nachmittag) eingebracht werden.

Wenn die Luftfeuchtigkeit zu hoch oder die Temperaturen zu niedrig sind, trocknet das Saatgut unter den natürlichen Umgebungsbedingungen nicht ausreichend. Ein aktiver Trocknungsprozess wird dann notwendig.



Warmluft-Trocknung

Saatgutpartien können in grossen Kisten oder Kammern mit einem Ventilator belüftet werden. Durch die Erwärmung der eintretenden Luft wird der Feuchtigkeitsgehalt gesenkt und der Trocknungsprozess beschleunigt. Beachten Sie die Gefahr für Saatgut-Schäden bei zu hohen Temperaturen, vor allem zu Beginn, wenn die Samen noch feucht sind. Temperaturen unter 35°C sind sicher.

Trocknung mit Trocknungsmitteln

Zur Saatguttrocknung können Feuchtigkeitsabsorber oder Trocknungsmittel verwendet werden. Für kleinere Saatgutpartien in Glasgefässen, Plastikboxen oder Fässern ist dies praktisch. Diese Technik wird in (sub)tropischen Regionen empfohlen, wo die hohe Luftfeuchtigkeit herausfordernd ist. Kieselgel ist leicht erhältlich und praktisch in der Anwendung. Zeolith-Trocknungsperlen sind ebenfalls erhältlich. Die Verwendung von Kalziumchlorid ($CaCl_2$) ist eine weitere Option, wenn auch weniger praktisch, da dieses nicht für die Wiederverwendung regeneriert werden kann und durch die Aufnahme von Feuchtigkeit eine flüssige Salzlösung entsteht.

Gut zu wissen!

Wenn ein Samen trocknet, muss das Wasser vom Innersten zu den äußeren Schichten diffundieren. Das braucht Zeit. Die Samenschale kann den Wasseraustritt zusätzlich verzögern. Daher ist die Intervalltrocknung - die Erwärmung der Luft in Intervallen – energieeffizienter, insbesondere bei großen Samen.

Auf Blatt 2 wird eine Saatgut-Trocknungsbox als effektive Lösung für die Saatgut-Trocknung oder -Lagerung vorgestellt. Sie kann an ein Glasgefäss oder ein luftdichtes Fass angepasst werden, je nach Saatgutvolumen.
Blatt 3 gibt Ihnen einen Überblick über die drei wichtigsten verfügbaren Trocknungsmittel, ihre Funktionsweise sowie ihre Vor- und Nachteile.

Messung der relativen Gleichgewichtsfeuchte (eRH) einer Saatgutpartie

Nach dem Trocknen einer Saatgutpartie ist es ratsam, deren Feuchtigkeit zu messen, um sich vor der Lagerung darüber zu vergewissern. In einem luftdicht verschlossenen Behälter stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der relativen Feuchtigkeit von Saatgut und der relativen Feuchtigkeit der umgebenden Luft ein. Dies kann genutzt werden, um den eRH-Wert einer Saatgutprobe mit der folgenden einfachen und sehr kostengünstigen Methode zu messen. Dazu benötigen Sie nur einen luftdichten Behälter (Glasgefäss oder hermetische Box) und ein Hygrometer (Instrument zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit).

Es gibt verschiedene Arten von Hygrometern zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit. In Blatt 4 sind sie beschrieben.



Abbildung 2: Ein Beispiel für die Messung des eRH-Werts bei zwei Weizenproben. Nachdem sich ein Gleichgewicht eingestellt hat, hat die linke Probe eine relative Feuchte von etwa 20 % und kann sicher gelagert werden. Die Probe in der Mitte hat einen Wert von etwa 90 % und muss getrocknet werden. Foto: S.

Das Vorgehen ist sehr einfach:

- ⇒ Füllen Sie den luftdichten Behälter mit Ihrer Saatgutpartie oder -probe. Es sollte mit der Füllung so wenig Luft wie möglich übrigbleiben;
- ⇒ Fügen Sie ein Hygrometer hinzu und schliessen Sie den Behälter. Wenn es sich um ein analoges Hygrometer handelt (mit einer Nadel), vergewissern Sie sich, dass Sie es durch den geschlossenen Behälter ablesen können;
- ⇒ Stellen Sie den Behälter in den Lagerraum bei Lagertemperatur;
- ⇒ Prüfen Sie das Hygrometer regelmässig und warten Sie, bis sich die Luftfeuchtigkeit stabilisiert. Wenn der Behälter vollständig mit Samen gefüllt ist, wird die eRH innerhalb von 24 Stunden erreicht;
- ⇒ Ist der eRH-Wert höher als 35 %, muss das Saatgut erneut getrocknet werden. Beachten Sie, dass handelsübliche Hygrometer oft eine Genauigkeit von +/- 2 % haben.



Wenn Sie den eRH-Wert einer Saatgutprobe messen, stellen Sie in der Zwischenzeit die Lagerung der restlichen Saatgutpartie unter stabilen Bedingungen oder in einem luftdichten Behälter sicher. Sonst könnte die Probe nicht mehr repräsentativ sein!

3.4 Aufbewahrung von Saatgut

Das erste und wichtigste Ziel bei der Lagerung ist, das Saatgut trocken zu halten (20 – 40 % eRH). Um die Konservierung und Lebensdauer Ihres Saatguts weiter zu verbessern, empfiehlt es sich, den Umgebungssauerstoff zu begrenzen. Warme Temperaturen begünstigen die Oxidation, aber die Temperatur ist nur der dritte Faktor nach Feuchtigkeit und Sauerstoff.

Trockenhaltung von Saatgut während der Lagerung

Es gibt zwei Strategien, um die Feuchtigkeit Ihres Saatguts niedrig zu halten. Entweder Sie verpacken es in durchlässige Materialien (Papier- oder Gewebesäcke) und sorgen im Lagerbehälter für eine relative Luftfeuchtigkeit von max. 40 %, oder Sie verwenden luft- und wasserdampfundurchlässige Verpackungen (Glasgefässe, Trilaminat-Vakuumbeutel).



Lagerraum, Kisten und Fässer

Wenn Sie Zugang zu einem Saatgutlagerraum haben, in dem die Luftfeuchtigkeit auf einem angemessenen Niveau gehalten wird (in der Regel 30 –40 %), ist es am einfachsten, Ihr Saatgut dort in durchlässigen Säcken (Papier- oder Gewebesäcken) zu lagern. Solche Räume oder Kammern mit kontrollierter Luftfeuchtigkeit und Temperatur sind teuer und in kleinen Saatgutunternehmen, gemeinschaftlichen Saatgutbanken oder bäuerlichen Saatgutnetzwerken oft nicht verfügbar.

Bei kleinen Saatgutmengen können Sie in einem Saatgutbehälter, einem Fass oder einem Gefrierschrank ohne Stromanschluss die niedrige Luftfeuchtigkeit aufrechterhalten, siehe Blatt 2.

Lagern Sie Ihr Saatgut in einer luftdichten Plastikbox oder -tonne

Gut zu wissen!

Wenn der Aufbewahrungsbehälter klein und luftdicht ist (z. B. eine luftdichte Box, ein nicht angeschlossener Gefrierschrank usw.), kann mithilfe von Calciumchlorid ($CaCl_2$) eine relative Luftfeuchtigkeit (RH) von etwa 30 % stabilisiert werden. Bei 20 °C sorgt dieses Salz für eine Gleichgewichtsfeuchte (eRH) der Luft von 32 %. Calciumchlorid ist in Baumärkten leicht erhältlich und wird beispielsweise in Wohnwagen als Feuchtigkeitsabsorber (Luftentfeuchter) eingesetzt. Das Calciumchlorid nimmt Wasser auf und hält die eRH stabil, bis alle Kristalle vollständig in einer wässrigen Lösung aufgelöst sind. Diese Methode kann sowohl zum Trocknen als auch zur Lagerung von Saatgut verwendet werden. Obwohl sie eine praktische Möglichkeit bietet, die relative Luftfeuchtigkeit auf einem bekannten Niveau zu stabilisieren, ist die Verwendung von $CaCl_2$ weniger praktisch als Silicagel oder Trockenperlen. Es besteht die Gefahr, dass die wässrige Salzlösung versehentlich über das Saatgut verschüttet wird, und das Salz lässt sich nur schwer regenerieren und wiederverwenden.

mit einem Feuchtigkeitsadsorber (Kieselgel oder Trocknungsperlen) und einem Hygrometer, das Sie überprüfen können, ohne die Box oder Tonne öffnen zu müssen.

Prüfen Sie das Hygrometer regelmässig (z. B. einmal pro Woche), um sicherzustellen, dass die RH unter 40 % bleibt. Bei steigender Luftfeuchtigkeit ersetzen oder regenerieren Sie den Feuchtigkeitsadsorber.



Hermetische Behälter und Beutel

Sobald die Samen getrocknet sind, können Sie diese einfach in einem hermetischen Behälter vor erneuter Feuchtigkeit schützen. Plastikbehälter sind nicht hermetisch gegen Wasserdampf und Sauerstoff. Glasgefässe mit Gummidichtung oder Flaschen und Marmeladengläser mit einer Plastisolauskleidung im Metalldeckel verhindern das Eindringen von Feuchtigkeit. Sie können die Samen auch vakuumverpacken. Dies hat den zusätzlichen Vorteil, dass die Luft inklusive Sauerstoff entzogen wird und das Saatgut unter anoxischen Bedingungen optimal konserviert wird. Kunststoffbeutel, die für die Vakuumverpackung von Lebensmitteln verwendet werden, sind nicht geeignet. Für die Aufbewahrung von Saatgut eignen sich Beutel, die Polymer- und Aluminiumschichten kombinieren (sog. Trilaminatbeutel).



Bevor Sie Saatgut in einem hermetischen Behälter aufbewahren, stellen Sie sicher, dass es trocken ist, d. h. unter 35 % eRH. Andernfalls wird überschüssige Feuchtigkeit miteingeschlossen.

Senkung des Sauerstoffgehalts

Erfahrenen Saatguterzeuger*innen sind die Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Saatgut bekannt. Die Wirkung von Sauerstoff ist weniger geläufig, obwohl es der zweitwichtigste Faktor für die Alterung von Saatgut ist (durch Oxidation). Die Lagerung von Saatgut in einer geschützten Atmosphäre ohne oder mit wenig Sauerstoff ist ein wirksames Mittel zur Verbesserung der Saatgutkonservierung und -lagerung.

Gut zu wissen!

Gut getrocknetes, vakuumverpacktes Saatgut «erstickt» nicht! Das liegt daran, dass die Atmungsenzyme in einem trockenen Samen nicht aktiv sind. Ist das Saatgut jedoch noch feucht (über 70 % eRH), ist es stoffwechselaktiv und wird bei Sauerstoffentzug geschädigt.

Eine Vakuumiergerät – wie es in Küchen, Restaurants oder Metzgereien verwendet wird - ist ein effektives Mittel, um Saatgut zu vakuumieren und den Sauerstoffgehalt zu begrenzen, wenn dabei geeignete Beutel genutzt werden (mit Trilaminat-Polymer-Aluminium-Beschichtung). Diese Methode ist sehr einfach, relativ kostengünstig, gut gemeinsam zu nutzen und sehr vielseitig einsetzbar. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Vakuumbedingungen die Entwicklung einiger Saatgutschädlinge (z. B. die Samenkäfer in Hülsenfrüchten), verlangsamen oder sie sogar abtöten. Der Nachteil ist, dass diese Materialien, eine Kombination aus Kunststoff und Aluminium, derzeit kaum recycelt werden.

Die Ausrüstung für das Vakuumverpacken ist in Blatt 5 beschrieben.

Für grosse Mengen wurden Techniken zur Saatgutlagerung unter Vakuum in Big-Bags entwickelt. Das Spülen mit Stickstoffgas entfernt den Sauerstoff vollständig, erfordert aber eine spezielle

Ausrüstung. Bei Getreide wird die Spülung in Big-Bags häufig mit CO_2 durchgeführt. Der Big-Bag wird mit einem gasdichten Beutel umhüllt und das Gas wird entweder mit einer Gasflasche und einer speziellen Düse oder mit Trockeneis eingeleitet. Neben der Entfernung von Sauerstoff hat diese Behandlung den zusätzlichen Vorteil, dass sie alle im Sack vorhandenen Schadinsekten abtötet, inkl. Ei-Stadium.

Alternativ können Glasgefässe mit Metalldeckel und Gummiversiegelung verwendet werden, um den Sauerstoffgehalt zu reduzieren, wenn sie mit einer sehr geringen Luftmenge im Glas gefüllt sind. Füllen Sie das Glas vor dem Verschliessen vollständig mit Samen. Trilaminatbeutel können auch einfach heiss versiegelt werden. Die begrenzte Menge an Sauerstoff wird nach und nach von den natürlicherweise in den Samen vorhandenen Antioxidantien aufgebraucht, sodass nur geringer Schaden entsteht Ebenso können Sauerstoffabsorber in die Gläser oder Beutel gegeben werden, um Sauerstoff zu binden und von Anfang an eine anaerobe Umgebung zu schaffen. Sie sind in Form von kleinen Papiersäckchen mit Eisenpulver erhältlich. Sie sollten nicht bei Saatgutmustern unter 50 g verwendet werden, da sie zur Beschleunigung der Eisenoxidation oft auch einen Befeuchter enthalten. Der Befeuchter erhöht den eRH-Wert im Glas. Bei kleinen Mustern sollte neben dem Sauerstoffabsorber auch etwas trockenes Kieselgel zugegeben werden, um eine niedrige eRH zu halten. Denken Sie daran, dass bei jedem Öffnen des Gefässes neuer Sauerstoff zugeführt wird.

Getrennte Aufbereitung

Während der Lagerung ist es wichtig, den Behälter so selten wie möglich zu öffnen, da jedes Mal erneut Feuchtigkeit und Sauerstoff zugeführt werden. Idealerweise sollte er nie vor seiner endgültigen Verwendung geöffnet werden.

Wenn das Saatgut später wiederaufbereitet werden muss (Verpacken für den jährlichen Versand usw.), sollten sich die eingelagerten Verpackungseinheiten an der endgültigen Verwendung orientieren. Zum Beispiel:

- ⇒ Eine 1-kg-Saatgutpartie, die für die Direktaussaat auf einem einzigen Feld bestimmt ist, kann in einem 1-kg-Sack verpackt werden.
- ⇒ Eine 1-kg-Saatgutpartie, die für einzelne 1-g-Beutel bestimmt ist, die zu Beginn des Jahres abgepackt werden, mit einer erwarteten Lieferung von 250 Beuteln pro Jahr, könnte in 4 Beuteln zu 250 g verpackt werden.
- ⇒ Eine 1-kg-Saatgutpartie einer Saatgutbank, die verschiedene Proben verschickt, könnte so eingelagert werden: 10 × 1 g, 5 × 100 g, 1 × 500 g.

Lagertemperatur

Die Temperatur ist nur der drittwichtigste Faktor für die Alterung von Saatgut. Wenn Ihr Saatgut bei niedriger Luftfeuchtigkeit verpackt und gelagert wird, verträgt es höhere Temperaturen besser. So besagt die James-Regel, eine Faustregel zur Einschätzung einer Umgebung für die Saatgutlagerung:

Temp (ºC) + RH (%) < 60

According to this rule, seed at 35% RH can tolerate temperatures up to 25°C without being damaged too much. By contrast, seed storage conditions above 10°C may be harmful to seed stored at 50% RH. If you have dried your seeds and are keeping them dry, you can store them safe in a cool place like a cellar or basement at around 15-18°C.



Abbildung 3: In diesem Kühlschrank liegt die relative Luftfeuchtigkeit bei etwa 65 % – zu hoch für die Lagerung von Saatgut in durchlässigen Beuteln.

Sie fragen sich, ob es sinnvoll ist, Saatgut im Kühlschrank zu lagern? Denken Sie daran, dass die relative Luftfeuchtigkeit zunimmt, wenn die Temperatur sinkt. In einem Kühlschrank oder einem Kühlraum (ohne Feuchtigkeitsentzug) kann die relative Luftfeuchtigkeit zu hoch für eine ordnungsgemässe Lagerung von Saatgut sein! Wenn die Samen in einem durchlässigen Papier- oder Stoffbeutel verpackt sind, dringt die Feuchtigkeit in die Samen ein. Befinden sich die trockenen Samen in einem feuchtigkeitsdichten Behälter, können sie ohne Probleme im Kühlschrank oder Kühlraum gelagert werden.

Seien Sie vorsichtig, wenn Sie Ihre Probe aus dem Kühlraum holen. Wasser kann an einer kalten Oberfläche kondensieren: Wenn es sich an der Aussenseite des Gefässes befindet, ist dies kein Problem, solange Sie das Gefäss erst öffnen, nachdem es sich auf Raumtemperatur erwärmt hat.

Tabelle 1 gibt an, wie lange sich Saatgut unter guten Lagerbedingungen je nach Art aufbewahren lässt. Wenn Sie bereits ähnliche Haltbarkeitsdaten erreichen, sind Ihre Lagerungsbedingungen vermutlich schon relativ gut. Wenn Sie das Saatgut noch länger aufbewahren wollen, müssen Sie eine Vakuumierung oder sogar das Einfrieren in Betracht ziehen.

Die ungefähre Anzahl der Körner pro Gramm Saatgut hilft Ihnen bei der Entscheidung, wie Sie das Saatgut in Unterchargen verpacken, die Ihren Bedürfnissen entsprechen.

Tabelle 1: Diese Tabelle zeigt die erwartete Lebensdauer von Saatgut verschiedener Gemüsearten unter guten Lagerungsbedingungen sowie die durchschnittliche Anzahl der Körner pro Gramm Saatgut. Angepasst aus Semae Pédagogie, 2023 (www.semae-pedagogie.fr).

Kulturpflanzenarten	Ungefähre Saatgut-Lebensdauer bei guter (trockener) Lagerung (Jahre)	Anzahl Körner pro Gramm
Ackerbohne / Puffbohne	6 - 7	250
Aubergine	6 - 9	50 - 80
Busch- / Stangenbohne	4 - 5	300 - 800
Chicorée / Endivie	4 - 5	700 - 1200
Erbsen / Kefen	8	2500 - 3000
Feldsalat / Nüssler	6 - 8	600 - 800
Gurke	3	2 - 6
Herbstrübe / Mairübe	6	30 - 35
Karotte	6	2
Kohl	5	600 - 1000
Kopfsalat / Lattich	2 - 3	300 - 400
Kürbis / Zucchini	5	800 - 1100
Lauch	5 - 10	35
Zuckermelone	2	250 - 300
Petersilie	3 - 5	400 - 800
Rettich / Radieschen	3 - 4	3
Rote Bete / Rande	5	80 -120
Sellerie	5	90 - 100
Spinat	5 - 7	3 - 10
Tomate	4	250 - 450
Zwiebel	5	450 - 700

Sonderfälle: ultratrockender Zustand und Gefrieren

Unter 15 % eRH befinden sich die Samen in einem **ultratrockenen** Zustand. Diese Situation führt in Gegenwart von Sauerstoff und bei Raumtemperatur zu einer schnelleren Zersetzung des Saatguts und zu einem Verlust der Keimfähigkeit. Es wird daher nicht empfohlen, das Saatgut übermässig zu trocknen, wenn es unter normalen Bedingungen gelagert werden soll.

Dies ist jedoch kein Problem, wenn die Samen vakuumiert und eingefroren werden. In jedem Fall sollte die relative Gleichgewichtsfeuchte bei Saatgut, das **eingefroren werden soll,** unter 40 %, vorzugsweise unter 30 % liegen. Die Aufbewahrung von hermetisch verpacktem Saatgut in einem normalen Gefrierschrank (-18 °C) ist eine wirksame Methode, um trockenes und gut aufbereitetes Saatgut über einen sehr langen Zeitraum aufzubewahren. Wenn Sie eine Probe aus dem Gefrierschrank nehmen, warten Sie einige Stunden, bis das Saatgut erwärmt ist, bevor Sie die Verpackung öffnen, um die Kondensation von Wasserdampf auf dem Saatgut zu vermeiden. Das Einfrieren eignet sich für die langfristige Lagerung, nicht aber für Saatgutpartien, die Sie regelmässig entnehmen müssen, da wiederholtes Auftauen und erneutes Einfrieren dem Saatgut schaden kann.

3.5 Vor der Aussaat: Samenquellschäden vermeiden

Trockenes Saatgut mit eRH unter 35% ist nicht zur sofortigen Aussaat geeignet! Direkt aus dem Lager gesätes Saatgut kann im kalten, feuchten Boden Quellschäden erleiden. Legen Sie darum die Saatgutpartie ein bis zwei Tage vor der Aussaat aus dem Lager in einen offenen oder durchlässigen Behälter. So haben die Samen Zeit, Feuchtigkeit aufzunehmen und ein Gleichgewicht mit der Umgebungsluft herzustellen. Wenn Sie es eilig haben, legen Sie das Saatgut über Nacht in der offenen Verpackung in eine geschlossene Schachtel mit einem feuchten Tuch.

3.6 RECAP zur Saatgutlagerung

Wenn Sie regelmässig Samen wegwerfen, die ursprünglich kräftig und gesund waren, müssen Sie die Bedingungen für die Trocknung, Verpackung und Lagerung verbessern. Beginnen wir mit der Reihenfolge der Wichtigkeit der Variablen:

- Es ist **wichtig,** dass die Samen trocken sind und trocken bleiben!
- Es ist **von Vorteil**, dass sie vor Sauerstoff geschützt sind!
- Es ist **besser,** sie bei einer konstanten und relativ kühlen Temperatur zu lagern.

- Für die Trocknung von Saatgutpartien gibt es mehrere Methoden: die natürliche Trocknung mit Sonne und Wind, die forcierte Trocknung mit erwärmter Luft und Belüftung und die Trocknung mit Trocknungsmitteln. Je nach Witterungsbedingungen und Saatgutmenge können verschiedene Methoden kombiniert werden.
- Prüfen Sie den eRH-Wert Ihres Saatguts vor der Lagerung, um sicherzustellen, dass er unter 35 % eRH liegt.
- Wenn Sie keinen kontrollierten Kühlraum mit Luftfeuchtigkeit unter 40 % RH haben, müssen Sie besonders darauf achten, die Samen zu trocknen und trocken zu halten. Lagern Sie das Saatgut dann am trockensten, kühlsten, dunkelsten und stabilsten verfügbaren Ort. Trocknen und vakuumverpacken der Samen ist z. B. besser als ein Glas, das regelmässig geöffnet wird, wodurch Feuchtigkeit eindringen kann.
- Die Reduzierung des Umgebungssauerstoffs ist ein guter Weg zur verbesserten Saatgutkonservierung. Ein Vakuumiergerät und ein Stapel Trilaminatbeutel könnten sehr nützlich sein. Eine weitere Alternative ist ein Satz Glasgefässe in verschiedenen Grössen und Sauerstoffabsorber.
- Verpacken Sie das Saatgut je nach Verwendungszweck, z. B. nach den Mengen, die Sie jedes Jahr verteilen werden.
- Wenn Sie das Saatgut für die Aussaat aus der trockenen Lagerung (20 – 35 % eRH) nehmen, sollten Sie es auf eine höhere eRH bringen, um eine Schädigung bei der Keimung zu vermeiden.

Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und Entscheidungen bei der Trocknung und Lagerung von Saatgut.

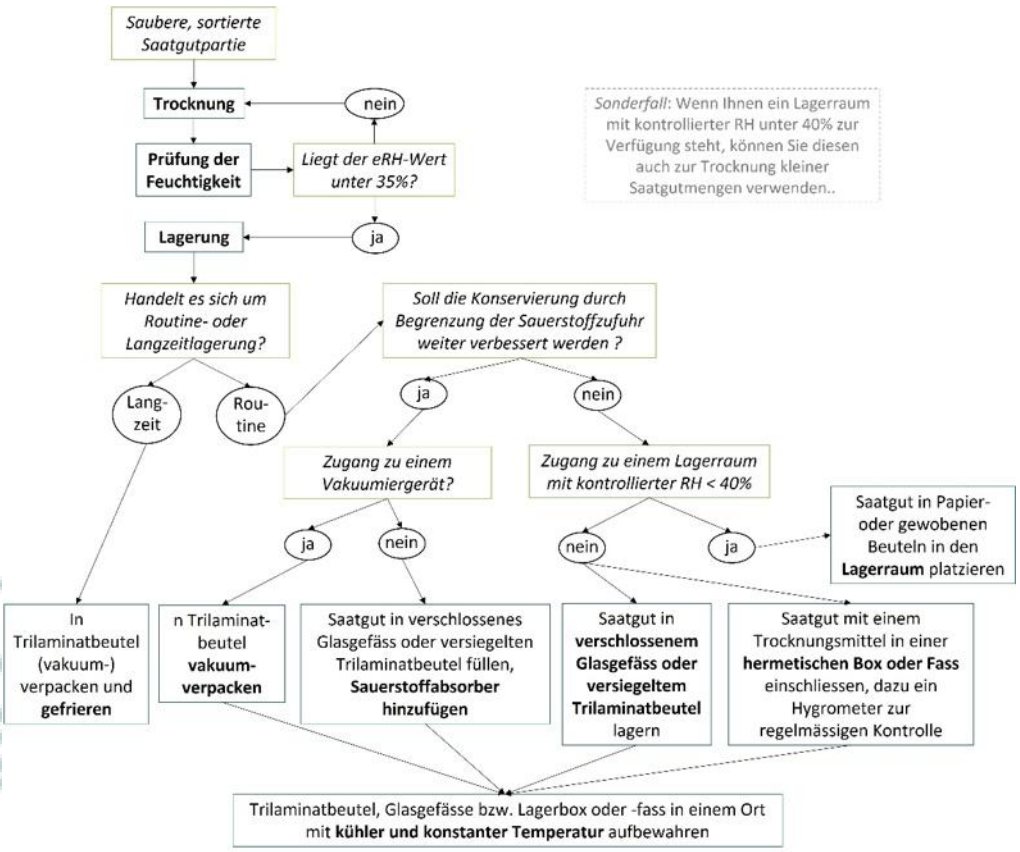


Abbildung 4: Entscheidungsschema für die Saatguttrocknung und -lagerung, in dem die verschiedenen Möglichkeiten je nach verfügbarer Ausrüstung zusammengefasst sind.

4. AUFSTELLEN EINES AKTIONSPLANS

Mit der Kenntnis der verschiedenen Trocknungs- und Lagerungsprobleme verfügen wir über das nötige Hintergrundwissen, um die Saatgutkonservierung in spezifischen Situationen zu optimieren. Bevor Sie Ihren eigenen Aktionsplan aufstellen, lassen Sie uns zunächst in den Fallbeispielen aus Abschnitt 3 betrachten, was hier für das Erreichen einer verbesserten Saatgutkonservierung unternommen wird.

Beispiel 1: Josette selektioniert und erntet Samen von 10 Tomatensorten für ein Amateur-Tauschnetzwerk.

Zielsetzung: Es gibt kein zusätzliches Konservierungsziel, das umgesetzt werden müsste, da dies eine Verschwendung von Zeit und Geld wäre.
Aktionsplan: Nichts zu tun.

Beispiel 2: Bohuslav vermehrt Zwiebeln und Karotten für ein regionales, bäuerliches Saatgutnetzwerk

Zielsetzung: Erreichung der Bedingungen für die Konservierung von Zwiebelsaatgut über einen Zeitraum von 6 Jahren, mit einem Verbrauch von 2 kg pro Jahr, verteilt auf 6 Landwirte.
Aktionsplan:

⇒ Nach der Ernte, dem Vortrocknen der Dolden und dem Dreschen von 15 kg Zwiebelsamen werden diese zunächst eine Woche lang in der Scheune auf Gestellen getrocknet.

⇒ Nach dem Trocknen werden die Samen in ein **luftdichtes Fass mit 8 Stoffbeuteln mit je 500 g trockenem Kieselgel** gelegt, bis das Hygrometer darin mindestens vier Tage lang auf 35 % gesunken ist.

- Nach dem Trocknen wird das versiegelte Fass zum Lebensmittelladen im Dorf genommen, um die Samen zu **vakuumieren** (auf dem Hof gibt es keinen Strom, aber im Lebensmittelladen gibt es ein Vakuumiergerät). Dabei nicht vergessen, einen Termin zu vereinbaren und Honig mitzubringen. Bohuslav verwendet feuchtigkeits- und sauerstoffdichte Trilaminatbeutel.
- Die Ernte von 15 kg Saatgut reicht für 6 Jahre. Sie wird **gemäss dem 6-jährigen Anbauplan verpackt**: 4 Landwirte zu 250 g und 2 zu 500 g pro Jahr. Von den verbleibenden 3 kg werden 10 x 2 g für Keimtests vorbereitet. Der Rest wird als zusätzliche Reserve in 6 Säcke zu je ca. 500 g aufgeteilt.

⇒ Die Vakuumbeutel werden dann mit dem Produktionsjahr und dem Namen der Sorte etikettiert.

- Sie werden in 6 Papiertüten verpackt, die mit dem Jahr der Verwendung beschriftet sind, und in den Lagerbereich des Netzwerks gebracht, wo sie **bei Raumtemperatur oder kühler gelagert werden**. Diese Art der Lagerung unter trockenen, sauerstoffarmen Bedingungen reicht in der Regel aus, um das Saatgut 6 Jahre lang bei Raumtemperatur zu konservieren. Dennoch kann Bohuslav die Saatgutsäcke für die beiden letzten Jahre zur Sicherheit einfrieren.

Beispiel 3: SuperSeed ist ein gemeinnütziges Unternehmen, das biologisches Saatgut traditioneller, lokaler Sorten handwerklich und mit geringem Aufwand selektioniert, pflegt und vermehrt.
Die derzeitige wirtschaftliche Situation des Unternehmens erlaubt es nicht, in einen Kühlraum mit kontrollierter relativer Luftfeuchtigkeit unter 40 % für die Saatgutlagerung zu investieren.

Zielsetzung: Optimale Lagerbedingungen für den gesamten Bestand, um die Haltbarkeit und die Zeit für die Vermarktung jeder Saatgutpartie zu verlängern.

Aktionsplan:

- ⇒ Die Ernte jeder Sorte wird so genau wie möglich geplant, je nach Reife des Saatguts und der Verfügbarkeit von Personal und Geräten zum Dreschen und Sortieren.
- ⇒ Nach dem Dreschen wird das Saatgut in einem Gewächshaus getrocknet. Wenn eine gründliche Reinigung und Sortierung nicht sofort möglich ist, wird das Saatgut zumindest vorgereinigt, um Pflanzenreste und die meisten Unkrautsamen zu entfernen, getrocknet und unter trockenen Bedingungen zwischengelagert.
- ⇒ SuperSeed hat einen **Chargentrockner** gebaut, der aus mehreren grossen Holzkisten mit Drahtgitterboden besteht, die aufgestapelt und mit Warmluft belüftet werden können. Nach dem ersten Trocknungsschritt im Gewächshaus wird das Saatgut gereinigt, sortiert und für eine zusätzliche, aktive Trocknung in den Chargentrockner gelegt, falls dies als notwendig erachtet wird.
- ⇒ Nach dem Trocknen wird der **eRH-Wert des Saatguts auf höchstens 35 % kontrolliert**. Eine Probe jeder Partie wird mit einem hermetischen Gefäss und einem Hygrometer geprüft, während der Rest der Partie im selben Raum vor Feuchtigkeitsaufnahme geschützt wird. Liegt der eRH-Wert über 35 %, wird die Saatgutpartie zur aktiven Trocknung in den Chargentrockner zurückgeführt oder durch hermetische Lagerung mit Silikagel getrocknet – je nach Saatgutmenge. Liegt der eRH-Wert unter 35 %, kann sie für die Lagerung vorbereitet werden.
- ⇒ Wenn das Saatgut trocken genug ist, wird es in kleine und mittelgrosse Saatgutpartien unterteilt und gemäss den spezifischen Anweisungen für jede Sorte in Trilaminatbeuteln **vakuumverpackt** – je nach der erwarteten Saatgutmenge, die jedes Jahr verkauft wird, und wie oft es in endgültige kommerzielle Saatgutpackungen verpackt werden soll (wenn keine spezifische Angabe vorliegt: 10 x 5 g für Keimtests und die restliche Partie in Portionen von 100 g)
- ⇒ Das junge Unternehmen kann sich keine Geräte und Dienstleister leisten, um die sperrigen Saatgutpartien in Big-Bags zu vakuumverpacken. Daher werden sperrige Partien wie Hülsenfrüchte oder Sonnenblumen in **luftdichten 120-Liter-Plastikfässern** gelagert. Ein digitales, mit Bluetooth verbundenes Hygrometer befindet sich in der Tonne, sodass der Feuchtigkeitsgehalt überprüft werden kann, ohne die Tonne zu öffnen. Wenn die Luftfeuchtigkeit ansteigt, was bedeutet, dass das Fass nicht mehr vollständig dicht ist, werden die Fässer geöffnet und regeneriertes Silikagel (2 Beutel à 500 g) hinzugefügt. Diese Lösung für sperrige Saatgutpartien ist nicht ganz zufriedenstellend, aber gut genug, während SuperSeeds darauf wartet, sich eine Lagerkammer mit kontrollierter Luftfeuchtigkeit leisten zu können.
- ⇒ Alle Beutel und Fässer sind mit dem Produktionsjahr, dem Namen der Sorte und der Chargennummer beschriftet. Nach jedem Keimtest wird die Keimrate jeder Charge sowohl in der internen digitalen Datenbank als auch in einem Notizbuch auf Papier festgehalten.
- ⇒ Um Plastikmüll zu reduzieren, hat SuperSeed beschlossen, Papierbeutel als Endverpackung für kommerzielle Saatgutpackungen zu verwenden. Da die Gefahr besteht, dass das Saatgut in den Papierbeuteln Feuchtigkeit aufnimmt, was die Lagerfähigkeit des Saatguts bei den Kund*innen beeinträchtigen würde, **gibt SuperSeed seinen Kund*innen Empfehlungen für die Saatgutlagerung**, einschliesslich einer Anleitung für die Zusammensetzung einer Saatgut-Lagerbox.



Sie sind dran: Stellen Sie Ihren eigenen Aktionsplan auf!

Gehen Sie zurück zu den Zielen, die Sie in Abschnitt 3 festgelegt haben. **Legen Sie die Schritte und Mittel fest, um Ihre Konservierungsziele zu erreichen.**

Legen Sie auf der Grundlage Ihrer Ziele fest, welche Schritte Sie unternehmen müssen, um das Saatgut zu trocknen, es trocken zu halten, in angemessenen Portionen zu verpacken und unter guten Bedingungen zu lagern. **Seien Sie so präzise und detailliert wie möglich.**

Dies bedeutet, dass strenge und verbindliche Verfahren zur Erreichung der Ziele festgelegt werden müssen. Um spätere Ausreden wie "wir hatten keine Zeit" oder "wir haben es vergessen" zu vermeiden, sollten Sie **einfache, praktische und aufeinanderfolgende Schritte auflisten, eventuell in einer Checkliste**.

Planen Sie die Durchführung und **erstellen Sie eine Liste der für den Plan benötigten Materialien, die noch nicht verfügbar sind.**

5. RÜSTEN SIE SICH AUS UND ORGANISIEREN SIE SICH!

Die technischen und finanziellen Aspekte der Saatgutkonservierung sollten Sie nicht entmutigen. In vielen Fällen lassen sich die Konservierung und Haltbarkeit von Saatgut mit ein paar einfachen und recht erschwinglichen Geräten erheblich verbessern. Manchmal kann das Equipment sogar mit anderen Personen oder Gruppen geteilt werden.



Sie sind dran: Rüsten Sie sich aus!

Erstellen Sie zunächst eine Liste der benötigten Ausrüstung, einschliesslich Maschinen und Verbrauchsmaterialien. Sie können die praktischen Informationsblätter am Ende dieses Dokuments zu Rate ziehen.

Zu den Fragen, die man sich bei jedem Gerät stellen sollte, gehören: Kann die Ausrüstung gemeinsam genutzt werden? Ist es notwendig, sie in der Nähe zu haben? Wie viele Tage im Jahr wird das Gerät benutzt, und wird es dringend und unvorhersehbar gebraucht werden? Gibt es in Ihrer Region Dienstleister, z. B. für die Vakuumverpackung?

Schauen Sie sich nun die Grösse und den Umfang der Ausrüstung an, das Volumen an Saatgut, die Gesamtmenge an Beuteln, Gläsern, Kisten oder Fässern und die Intensität der Nutzung.

Wenn die Ausrüstung zu grosse Investitionen erfordert, könnten Sie vielleicht finanzielle Unterstützung finden: Beteiligungsfinanzierung, Stiftungsspenden, institutionelle oder gemeinschaftliche Zuschüsse.

6. FAZIT & PRAKTISCHE INFOBLÄTER

Dieser praktische Leitfaden soll professionellen, semiprofessionellen und Hobby-Saatguterzeugern helfen, ihre Praktiken zur Saatgutlagerung zu verbessern. Nach all dem beträchtlichen Aufwand, der mit dem Anbau von Saatgutkulturen und der Ernte von Saatgut verbunden ist, ist es gut, den ganzen Weg zu gehen und angemessene Lagerungsbedingungen zu gewährleisten.

Im Folgenden finden Sie praktische Informationsblätter, die Ihnen bei der Planung von Massnahmen zur Verbesserung der Saatgut-Lagerbedingungen helfen, sowie Informationen über die Ausrüstung.

Praktische Informationsblätter:

Blatt 1: Übersichtstabelle der Verbesserungsziele

Blatt 2: Saatgut-Trocknungs- und Lagerungskiste (oder -fass)

Blatt 3: Übersicht über Trockenmittel für die Trocknung und Lagerung von Saatgut

Blatt 4: Hygrometer

Blatt 5: Vakuumiergeräte und Sauerstoffabsorber

7. PRAKTISCHE BÖGEN

Blatt 1 Übersichtstabelle der Verbesserungsziele

Kultur und Sorte	Produzierte Menge pro Produktionsjahr	Häufigkeit der Vermehrung	Verkaufte oder verteilte Menge pro Jahr	Effektive Haltbarkeit (mit ausreichender Keimrate)	**Zielsetzung für die Verbesserung**

Entscheidende Fragen

➔ Produzierte Menge

Wird sie durch den Umfang der Saatguternte bestimmt (wie es z. B. bei Sellerie oft der Fall ist, der eine allogame Pflanze ist und eine hohe Vermehrungsrate aufweist) oder durch die Marktnachfrage (wie z. B. bei Bohnen oder Tomaten, die eine niedrigere Vermehrungsrate aufweisen)?

Bei einer tatsächlichen Überproduktion sollte neben der Lagerung auch die Vermarktung verbessert werden.

➔ Häufigkeit der Vermehrung

Wird die Häufigkeit durch die Nachfrage, die Haltbarkeit oder die Notwendigkeit der Fruchtfolge bestimmt?

Die Optimierung der Saatgutkonservierung (Haltbarkeit) und die Anpassung der Saatgutanbaufläche an den Bedarf können es Ihnen ermöglichen, die Vermehrungshäufigkeit zu verringern und die Fruchtfolgen aufzuweiten.

➔ Verkaufte oder verteilte Menge

Ist Saatgut manchmal nicht mehr vorrätig, weil die Keimrate nicht mehr zufriedenstellend ist?

Wenn es aufgrund von Qualitätsmängeln zu Engpässen kommt, sollte die Lagerung verbessert werden.

➔ Haltbarkeitsdauer

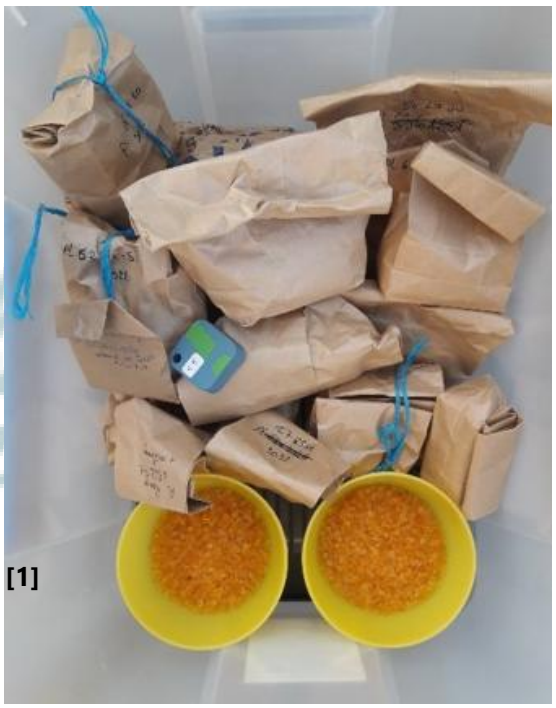
Werfe ich jemals Saatgutvorräte weg, weil die Keimrate nicht mehr zufriedenstellend ist?

Wenn es aufgrund von Qualitätseinbussen zu Produktionsverlusten kommt, sollte die Lagerung verbessert werden. Als Alternative kann man vielleicht die Menge der bei jedem Vermehrungszyklus produzierten Samen reduzieren.

Blatt 2 Saatgut-Trocknungs- und Lagerungskiste (oder -fass)

[1] Eine Kunststoffbox mit einem Trocknungsmittel (siehe Blatt 3) kann verwendet werden, um **die Samen während der Lagerung trocken zu halten**. Ein Bluetooth-Hygrometer (siehe Blatt 4) wird zur Überwachung der Luftfeuchtigkeit verwendet. Wenn die Luftfeuchtigkeit über 40 % steigt, wird das Trocknungsmittel erneuert.

[2] Das gleiche Prinzip kann zum **Trocknen von Saatgut vor der Lagerung** verwendet werden. Lüften Sie mit einem kleinen Ventilator und verteilen Sie die Samen in einer dünnen Schicht, um die Trocknung zu beschleunigen. Achten Sie darauf, dass Sie genügend Trocknungsmittel verwenden, um die Samen zu trocknen, und verwenden Sie ein Hygrometer zur Überwachung des Trocknungsprozesses.



[1]



[2]

Verwenden Sie eine Box mit einem relativ luftdichten Deckel. Einige Boxen, die speziell für die Aufbewahrung von Geräten in Wohnwagen verkauft werden, enthalten bereits einen Beutel mit Silikagel und ein integriertes Hygrometer. Sie können für die Aufbewahrung von Saatgut sehr praktisch sein. Stellen Sie die Kiste an einen Ort mit stabiler, kühler Temperatur.





Foto: Millennium Seed Bank von Kew Gardens, Technisches Informationsblatt 08

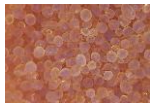
Ein mit trockenem Kieselgel gefülltes Plastikfass geht ebenfalls. Nehmen Sie ein Fass, das gerade groß genug ist, um Samen und Kieselgel aufzunehmen.
Wenn Sie Saatgut trocknen, reicht in der Regel die Hälfte der Menge an Silikagel (in Gewicht) aus. Wenn Sie z. B. absolut sicher sein wollen und einer Charge von 10 kg Saatgut 1 kg Wasser entziehen wollen (d. h. den Feuchtigkeitsgehalt um 10 %-Punkte reduzieren) und davon ausgehen, dass trockenes Kieselgel 25 % seines Gewichts adsorbiert, benötigen Sie 4 kg Kieselgel.

Sie können dasselbe für eine kleinere Samenprobe in einem Glasgefäß tun. Hier etwa 600 g Paprikasamen mit 400 g Kieselgel in einem Nylonstrumpf.





Blatt 3 Übersicht über Trocknungsmittel für die Trocknung und Lagerung von Saatgut

	 **Kieselgel / Silikagel**	 **"Zeolith"-Trocknungsperlen / Molekularsiebe**	 **KalziumKalziumchlorid ($CaCl_2$)**
Wie es funktioniert	Es handelt sich um eine synthetische Form von Siliziumdioxid mit einer sehr porösen Struktur. Es schliesst Wasserdampf durch Adsorption ein, das heisst Wassermoleküle haften an seiner Oberfläche. Es stellt ein Gleichgewicht mit der Umgebung her, d. h. es nimmt Feuchtigkeit aus feuchterem Material auf oder gibt Feuchtigkeit an trockeneres Material ab.	Sie bestehen aus modifizierten keramischen Materialien (Aluminiumsilikate oder "Zeolithe"), die Wassermoleküle in mikroskopisch kleinen Poren adsorbieren und festhalten. Sie adsorbieren so lange Wasser, bis alle Poren gefüllt sind, bis zu etwa 20 % ihres Trockengewichts.	Bei 20 °C liefert dieses Salz in reiner Form Luft mit einem RH-Wert von 32 %; es zieht Wasser an, bis es sich vollständig aufgelöst hat.
Vorteile	- Leicht verfügbar - enthält oft einen Farbindikator, der die Farbe bei gesättigtem Gel ändert - Hohe Adsorptionskapazität: Bei 50 % relativer Luftfeuchtigkeit kann neues Kieselgel mindestens 30 % seines Eigengewichts an Wasser adsorbieren. - Kann zur Wiederverwendung in einem Ofen bei ca. 140°C regeneriert/getrocknet werden (siehe Produktspezifikationen)	- Die Rhino-Gruppe hat Zeolith-Perlen speziell für Saatgutanwendungen entwickelt. Wenngleich das Unternehmen derzeit nicht nach Europa liefert, bietet die folgende Website viele technische Informationen: www.dryingbeads.org - Kann durch Erhitzen auf >250°C über 3-4 Stunden regeneriert/getrocknet werden - Adsorbiert Wasserdampf schneller als Kieselgel	- Nützlich für die Stabilisierung von Saatgut bei 32% eRH (oder auf einem anderen Niveau, wenn es mit spezifischen Additiven gemischt wird) - Zieht eine grosse Menge Wasser im Verhältnis zu seinem Gewicht an
Nachteile/ Vorsicht	- Kieselgel, das giftiges Kobalt (blau) enthält, ist in der EU nicht mehr zum Verkauf zugelassen. - Kieselgelstaub kann im Allgemeinen gefährlich sein. Prüfen Sie das Sicherheitsdatenblatt Ihres Produkts.	- Teurer als Kieselgel - Die Regeneration erfordert höhere Temperaturen und eine längere Zeit als bei Kieselgel - Keine Farbanzeige bei Sättigung - Schnelle Adsorption, Vorsicht vor Übertrocknung	- Kann nicht einfach regeneriert werden - Erzeugt nach dem Auflösen salzhaltiges Wasser, das versehentlich verschüttet werden kann. Einige Anbieter bieten Salze an, die mit Geliermitteln gemischt sind, um dies zu vermeiden.
Anbieter	Weit verbreitet in Online-Shops erhältlich	Zeolith-Perlen sind auch als Molekularsiebe online erhältlich. Wählen Sie eine Porengrösse von 4Å, um Wasserdampf aus der Luft zu adsorbieren.	Weit verbreitet in Online-Shops und in einigen DYI-Läden erhältlich.

Materialien wie natürliche Zeolithe, Bentonit-Ton, getrockneter Reis oder Holzkohle haben ebenfalls trocknende Eigenschaften, die für die Trocknung von Saatgut nützlich sein können. Wir verfügen jedoch weder über technische Daten für diese Materialien noch über praktische Erfahrungen mit ihnen.

Blatt 4 Hygrometer

Hygrometer messen die relative Luftfeuchtigkeit. Sie sind für die Prüfung der relativen Gleichgewichtsfeuchte einer Saatgutprobe nützlich (siehe S. 11 dieser Broschüre) sowie zur Überwachung der relativen Luftfeuchtigkeit in einer Saatgut-Trocknungs- oder Lagerungsbox (siehe Blatt 2).

Auf dem Markt gibt es eine Vielzahl von Instrumenten zur Messung der Luftfeuchtigkeit. Viele von ihnen messen auch die Temperatur. Die Hauptunterschiede sind: mechanisch (Haarhygrometer) oder digital; ob sie aus der Ferne abgelesen werden können oder nicht; und ob sie Daten über einen längeren Zeitraum aufzeichnen oder nicht. Sie alle haben Vor- und Nachteile, und die Wahl hängt davon ab, wie Sie Ihr(e) Hygrometer verwenden wollen.



Haar-Hygrometer: Mechanisches Hygrometer mit natürlichem oder synthetischem Haar
Eine Nadel zeigt die relative Luftfeuchtigkeit auf einer Skala an. Sie können es in eine durchsichtige Saatgutaufbewahrungsbox aus Kunststoff stellen, sodass Sie die Anzeige durch den Kunststoff hindurch ablesen können. Es kann auch in die Wand oder den Deckel der Aufbewahrungsbox eingebaut werden.

Digitale Hygrometer messen die Luftfeuchtigkeit über einen Sensor. Der Sensor kann entweder mit dem Display integriert oder über ein Kabel oder eine drahtlose Verbindung mit ihm verbunden sein. Ihr Nachteil ist, dass sie von Strom und einer Batterie abhängig sind. Kabellose Modelle sind besonders praktisch, um die relative Luftfeuchtigkeit in einem undurchsichtigen Behälter zu überprüfen, ohne diesen öffnen zu müssen, wie zum Beispiel in einem Fass.



Diejenigen, die eine Wi-Fi-Verbindung haben, können sogar von einem Mobiltelefon oder Computer aus abgefragt werden.



Der Preis von Haar- oder digitalen Hygrometern reicht von einigen Euro bis zu einigen hundert Euro, je nach Marke, Genauigkeit und Funktionsumfang. Die Geräte im unteren Preissegment sind möglicherweise weniger genau. Wenn Sie sich mehrere davon anschaffen, können Sie die Luftfeuchtigkeit an einer Stelle mit allen messen. Damit können Sie Geräte von der Nutzung ausschliessen, die zu weit vom Sollwert abweichen.



Einige digitale Bluetooth-Hygrometer sind mit einem **Datenlogger ausgestattet**, der Daten in regelmässigen Abständen (z. B. jede Minute, alle 15 Minuten oder jede Stunde) über einen längeren Zeitraum speichert. Dies ist nützlich, wenn Sie genau wissen wollen, wie sich die Hygrometrie im Laufe der Zeit entwickelt, z. B. wenn Sie die Trocknungskurven von zwei unterschiedlichen Trocknungsmethoden vergleichen wollen. Bluetooth ermöglicht das Ablesen des Datenloggers in einem undurchsichtig verschlossenen Behälter aus der Ferne.

Blatt 5 Vakuumiergeräte und Sauerstoffabsorber

Das Vakuumieren ist eine einfache und effiziente Methode, um das Saatgut trocken zu halten und den Sauerstoffgehalt um das Saatgut herum zu reduzieren. Achten Sie beim Vakuumieren auf zwei Dinge:

- ✓ Sorgen Sie unbedingt dafür, dass Ihr Saatgut trocken ist (weniger als 35 % eRH), da Sie sonst Feuchtigkeit mit dem Saatgut einschliessen.
- ✓ Verwenden Sie Beutel aus Trilaminat, das luft-, wasserdampf- und sauerstoffdicht ist. Dieses auch als *Mylar* bezeichnete Material ist eine Kombination aus dünnen Schichten von Polymer (Kunststoff) und Aluminium. Plastikbeutel, wie sie in Küchen oder Metzgereien verwendet werden, sind nicht geeignet, da Feuchtigkeit und Sauerstoff eindringen können.



Trilaminat-Polymer-Aluminium-Beutel sind in Online-Shops in verschiedenen Grössen und Farben erhältlich. Vakuumiergeräte für Hobbyköche eignen sich nicht zum Vakuumieren von Aluminiumbeuteln, da sie goffrierte Beutel benötigen. Sie müssen einen Kammer-Vakuumierer verwenden, mit dem sich der Druck auch genauer regulieren lässt. Die Preise für neue Kammer-Vakuumierer liegen zwischen einigen hundert und mehreren tausend Euro. Viele Metzgereien oder andere handwerkliche Lebensmittelverarbeiter haben solche Geräte. Vielleicht können Sie das Gerät gelegentlich mitverwenden.





Wenn Sie keinen Zugang zu einem Vakuumiergerät haben, können Sie Trilaminatbeutel auch heiss versiegeln, zum Beispiel mit einem Bügeleisen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Samen in Gläser mit hermetischen Gummidichtungen oder in Marmeladengläser mit Metalldeckel zu füllen, wobei so wenig Platz und Luft wie möglich verbleiben sollte.

Um eine sauerstoffarme Atmosphäre in Gläsern oder heiss versiegelten Trilaminatbeuteln zu schaffen, können Sie einen Sauerstoffabsorber hinzufügen, der in der Regel aus Eisenpulver in einem kleinen Papierpäckchen besteht. Es gibt sie in verschiedenen Grössen, ausgedrückt durch die Anzahl der Kubikzentimeter (cm^3) Sauerstoff, die sie absorbieren. Ein 200- cm^3-Sauerstoffabsorber entzieht der Atmosphäre beispielsweise 200 cm^3 Sauerstoff. Da die normale Atmosphäre auf der Erde 20,5 % Sauerstoff enthält, reicht dies aus, um den Sauerstoff in einem 1-Liter-Glas zu absorbieren (1 l = 1000 cm^3).

Vielleicht möchten Sie einen Sauerstoffindikator hinzufügen, der auf das Vorhandensein von Sauerstoff mit einem Farbwechsel reagiert. Der Indikator könnte zum Beispiel die Farbe wechseln, wenn der Sauerstoffgehalt 0,05 Volumenprozent erreicht. Dies funktioniert natürlich nur, wenn Sie den Farbindikator durch das Glasgefäss hindurch sehen können.

8. REFERENZEN UND WEITERE INFORMATIONEN

Den Autor*innen sind keine weiteren Referenzen in deutscher Sprache zu diesem Thema bekannt. Deshalb sind hier Referenzen auf Englisch und Französisch angegeben.

Dadlani, Yadava (editors), 2023: Seed Science and Technology - Biology, Production, Quality. Springer.

⇒ Open source book with lots of background information, available for download: https://doi.org/10.1007/978-981-19-5888-5

Kew Gardens' Millennium Seed Bank's resources available at https://brahmsonline.kew.org/msbp/Training/Resources

⇒ Precise technical sheets on Measuring seed moisture status using a hygrometer (sheet 5), Selecting containers for long-term seed storage (sheet 6), Low-cost monitors of seed moisture status (sheet 7), Small-scale seed drying methods (sheet 8), and more.

⇒ Technical video on Measuring Seed Moisture with a Hygrometer

LIVESEED project's Practice Abstracts

⇒ On seed vigour: https://www.liveseed.eu/wp-content/uploads/2020/11/PA30_Seed-vigour-keep-it-high.pdf

⇒ On Proper Seed Storage: https://www.liveseed.eu/wp-content/uploads/2020/11/PA25_Proper-seed-storage.pdf

Seed Information Database, a compilation of seed biological trait data hosted by the Society for Ecological Restoration (SER): https://ser-sid.org/

UC Davis, HortCRSP, USAID, 2018: Protocol for post-harvest seed drying and storage using zeolite desiccant beads, https://horticulture.ucdavis.edu/information/protocol-postharvest-seed-drying-and-storage-using-zeolite-dessicant-beads

⇒ Precise protocol for using and regenerating zeolite drying beads

… Dokumente auf Französisch:

FNAMS (2020), available online upon registration:

⇒ Guide pratique La récolte des semences, https://www.fnams.fr/ressources/guides-pratiques/guide-pratique-recolte/

⇒ Guide pratique Le Séchage des Semences, https://www.fnams.fr/ressources/guides-pratiques/guide-pratique-sechage/

Semae Pédagogie: Durée de vie des graines et nombre de graines dans un gramme de semences (*Lifespan of seeds and number of kernels per gramme*). https://www.semae-pedagogie.org/mediatheque/

Zugang zu alle Onlline Ressourcen am 19. October 2023

Co-funded by the European Union

Finanziert von der Europäischen Union, dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SERI-Vertragsnummer 22.0412) und UK Research and Innovation (UKRI). Die geäußerten Ansichten und Meinungen sind jedoch ausschließlich die des Autors/der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder der REA, des SBFI oder des UKRI.

UK Research and Innovation