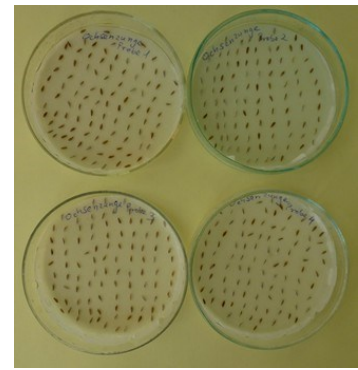
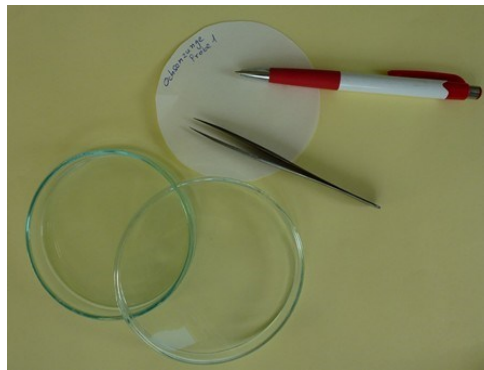


Leitfaden zur Qualitätsprüfung von *On-farm* erzeugtem Saatgut von Gemüsearten



Oktober 2014

Erstellt im Rahmen des Modell- und Demonstrationsvorhabens „*On-farm* Erhaltung von alten Gemüsesorten durch den Aufbau eines Netzwerkes“

Text

Dr. Cornelia Lehmann

Humboldt-Universität zu Berlin

Lebenswissenschaftliche Fakultät

Albrecht Daniel Thaer - Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften

Fachgebiet Urbane Pflanzenökophysiologie

Lentzeallee 55 / 57

14195 Berlin

E-Mail: cornelia.lehmannagrار.hu-berlin.de

In Zusammenarbeit mit dem

Verein zur Erhaltung und Rekultivierung von Nutzpflanzen in Brandenburg (VERN e.V.)

Burgstraße 20

16278 Angermünde / OT Greiffenberg

E-Mail: vern_ev@freenet.de

www.vern.de

Das Modell- und Demonstrationsvorhaben wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Förderkennzeichen 2810BM001
Projektlaufzeit 01. 12. 2012 bis 30. 11. 2016

Inhalt

Einleitung	2
Saatgutprobe zur Qualitätskontrolle	2
Visuelle Kontrolle und Geruchsprobe	3
Technische Reinheit	4
Saatgutgesundheit	5
Keimfähigkeit	6
Allgemeine Hinweise zur Durchführung von Keimtests nach den Vorschriften der Internationalen Vereinigung zur Prüfung von Saatgut (ISTA 2012)	7
Praktische Hinweise zur Durchführung von Keimtests	9
Muster für ein Versuchsprotokoll	13
Keimfähigkeitsprüfung bei Doldenblütlern (Apiaceae, Umbelliferae)	16
Keimfähigkeitsprüfung bei Gänsefußgewächsen (Chenopodiaceae)	17
Keimfähigkeitsprüfung bei Hülsenfrüchtlern (Leguminosae)	18
Keimfähigkeitsprüfung bei Korbblütlern (Compositae)	19
Keimfähigkeitsprüfung bei Kreuzblütlern (Brassicaceae)	20
Keimfähigkeitsprüfung bei Kürbisgewächsen (Cucurbitaceae)	21
Keimfähigkeitsprüfung bei Nachtschattengewächsen (Solanaceae)	22
Höchstgehalt an Feuchtigkeit	23
Tausendkorngewicht	24
Sortenechtheit	25
Hinweise zur Saatgutlagerung	26
Literaturliste	29
Anhang 1:	30

Einleitung

On-farm Erhaltung meint Anbau, Nutzung und Saatgutvermehrung von Gemüse und Feldfrüchten im bäuerlichen oder gärtnerischen Betrieb. Gärtnerinnen und Gärtner erhalten alte und seltene Gemüsesorten, welche sie für die Vermarktung und Selbstversorgung anbauen, auslesen und vermehren. Die Saatgutvermehrung ist in die gärtnerische Praxis eingebunden.

Für die langfristige *On-farm* Erhaltung und Nutzung alter Gemüsesorten ist es entscheidend, Saatgut von guter Qualität zu erzeugen. Bei Saatgut von minderer Qualität besteht die Gefahr, dass schwache Pflanzen heranwachsen, so dass der Anbau einer Sorte misslingen kann. Gärtnerischer Misserfolg birgt das Risiko, dass die Sorte wieder aus der Nutzung fällt. Gutes Saatgut, aus dem gesunde, vitale, kräftige Pflanzen aufwachsen, ist eine wesentliche Voraussetzung für den gärtnerischen Erfolg. Die wichtigsten Qualitätsmerkmale sind Keimfähigkeit, Reinheit und Gesundheit der Samen.

Für das Saatgut der aktuell in der Europäischen Union zugelassenen Gemüsesorten schreibt die Saatgutverordnung (Fassung von 2006) ein amtliches Zulassungsverfahren vor. Für die eigenen Qualitätsprüfungen des *On-farm* erzeugten Saatgutes ist es sinnvoll, sich daran zu orientieren. Die Anlage 3 der Saatgutverordnung listet die Anforderungen an die Beschaffenheit von Saatgut auf (vgl. Anlage 1) und kann *On-farm* Erhaltern als Orientierungsrahmen für die Qualitätsanforderungen an selbst erzeugtes Saatgut dienen.

Mit diesem Leitfaden wird Sortenerhalterinnen und Erhaltern eine Anleitung zur Überprüfung der Qualität ihres *On-farm* erzeugten Saatgutes in die Hand gegeben.

Saatgutprobe zur Qualitätskontrolle

Bei der Saatgutvermehrung *On-farm* werden oft nur kleine Saatgutpartien erzeugt, aus denen die Samen zum Keimtest direkt abgezählt werden können. Bei größeren Saatgutpartien muss eine Stichprobe entnommen werden.

Die Stichprobe zur Qualitätskontrolle sollte der gesamten Saatgutpartie entsprechen. Daher ist es wichtig, vor der Probennahme die Saatgutpartie gut zu durchmischen.

Es sollten nicht nur eine einzige Stichprobe, sondern mehrere Teil-Stichproben entnommen werden. Diese Teil-Stichproben werden zusammengeführt und ergeben auf diese Weise eine Mischprobe, die repräsentativ für die gesamte Saatgutpartie ist. Aus der Mischprobe werden wiederum Teilproben für die einzelnen Untersuchungen entnommen (Abb. 1). Dieses Vorgehen orientiert sich an amtlichen Vorschriften, z. B. der Probenehmer Richtlinie (2013).

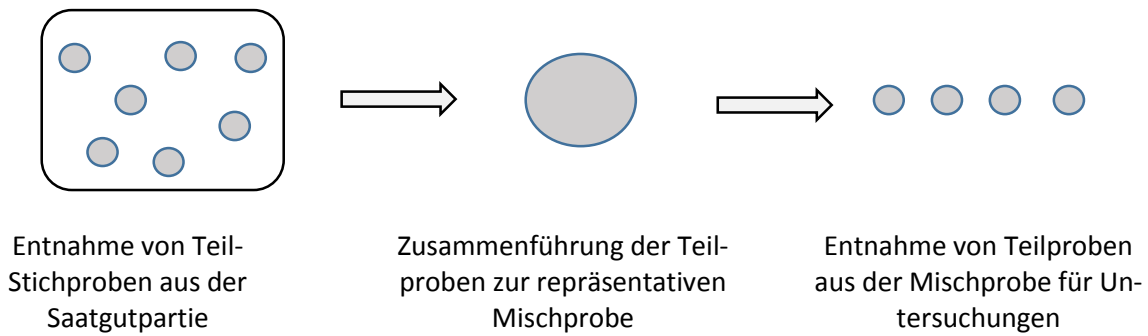


Abb. 1: Vorgehen zur Entnahme von Stichproben, die repräsentativ für die gesamte Saatgutpartie sind

Visuelle Kontrolle und Geruchsprobe

Bei der visuellen Kontrolle wird geprüft, ob das gereinigte und getrocknete Saatgut gut ausgereift ist, was an der Vollkörnigkeit und einheitlichen Ausfärbung zu erkennen ist. Das Saatgut sollte keine Schrumpfkörner enthalten. Eine Ausnahme machen hier Markerbsensorten oder Zuckermais mit eingeschrumpften Körnern (Abb. 2). Weiterhin soll Saatgut keine mechanischen Beschädigungen wie Bruchkorn und geplatzte Körner oder Fraßspuren (vgl. S. 5) aufweisen. Nur ausgereiftes, unbeschädigtes Saatgut ist gut lager- und keimfähig.

Einfach anzuwendende Hinweise zur Untersuchung des Saatguts geben auch Arndorfer und Luf (2014).

Der Geruch sollte ebenfalls überprüft werden. Reifes gesundes Saatgut riecht frisch und aromatisch. Es darf nicht muffig riechen. Ein muffiger Geruch zeigt an, dass das Saatgut von Schimmelpilzen und anderen Schaderregern befallen und geschädigt sein kann.



Abb. 2: Vollkörniges Saatgut von drei Salatsorten (links), eingeschrumpfte Körner der Markerbse 'Telephone' (Mitte) und des Zuckermais 'Golden Bantam' (rechts) (Fotos VERN)

Technische Reinheit

Das Saatgut soll frei von fremden Samen anderer Arten sein und keine Spreu (Abb. 3, Abb. 4), Steinchen, Erde oder Bruchkorn enthalten. Solche Bestandteile können eine Quelle von Krankheitserregern oder Schädlingen sein. Die Untersuchung der technischen Reinheit einer Saatgutpartie überprüft, wie erfolgreich eine Methode zur Ausreinigung des Saatgutes war.

Um die technische Reinheit einer Saatgutpartie zu kontrollieren, wird eine Stichprobe abgewogen¹ und dann der reine Samen mit Hilfe von Pinzette oder Pinsel von Beimischungen getrennt. Anschließend werden die reinen Samen und die aussortierten Beimischungen getrennt gewogen. Die technische Reinheit berechnet sich dann wie folgt:

$$\text{Technische Reinheit in \%} = \frac{\text{Ursprungsgewicht} - \text{Gewicht der Beimengungen}}{\text{Ursprungsgewicht}} \times 100$$

Im Beispiel (Abb. 3) wurde eine Probe von 3,06 g Salatsaatgut abgewogen und die Beimengungen mit Pinsel und Pinzette ausgelesen (Abb. 4). Anschließend wurden der Anteil der reinen Samen (2,84 g) und der Anteil der Beimengungen (0,22 g) ausgewogen. Damit liegt die technische Reinheit dieser Probe bei 92,81 %.



Abb. 3: Salatsaatgut mit Beimengungen zur Prüfung auf technische Reinheit (Foto VERN)



Abb. 4: Anteil der aussortierten reinen Samen (links) und der Beimengungen (rechts) (Foto VERN)

In der Anlage 3 der Saatgutverordnung (Anhang 1) sind die Anforderungen an die technische Reinheit festgelegt. Danach muss kommerziell gehandeltes Gemüsesaatgut je nach Art eine technische Mindestreinheit von 95 - 98 % aufweisen, bzw. darf nur maximal 2 – 5 % andere Bestandteile enthalten. An diesen Werten kann man sich bei der Beurteilung der Qualität von *On-farm* erzeugtem Saatgut orientieren.

¹ Hinweis zu geeigneten Waagen siehe S. 22

Saatgutgesundheit

Bei der visuellen Kontrolle sollten auch Schädlinge (z. B. Bohnen- oder Erbsenkäfer bei Leguminosen, Abb. 5) und Verfärbungen oder Flecken (Abb. 6) am Saatgut erfasst werden, die Anzeichen für pilzliche oder andere Krankheiten sein können. Werden solche Schäden gefunden, empfiehlt sich eine erneute gründliche Ausreinigung der Saatgutpartie. Bei Arten mit großen Samen, wie z. B. Bohnen, sollte einwandfreies Saatgut durch sorgfältige Handauslese aussortiert werden.

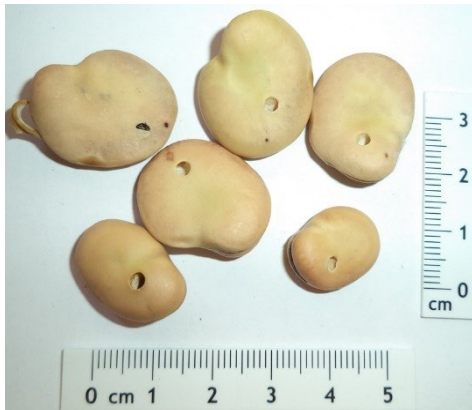


Abb. 5: Löcher im Saatgut zeigen Befall mit Bohnenkäfern an, hier bei Samen der Dicken Bohne (Foto VERN)



Abb. 6: Fleckige Bohnensamen müssen ausgesondert werden (Foto VERN)

Bei Verdacht auf Befall mit samenübertragbaren pilzlichen oder bakteriellen Erregern kann der Infektion mit einer Heißwasserbehandlung oder Dampfbeize des Saatguts entgegengewirkt werden. Angaben zur Saatgutbehandlung der einzelnen Gemüsearten finden sich im Leitfaden Saatgutgesundheit im ökologischen Landbau - Gemüsekulturen (Jahn et al. 2007). Eine Anleitung zum Bau eines preisgünstigen Gerätes zur Dampfbeize wurde von ARCHE NOAH veröffentlicht (Suanjak 2010).

Bohnen- oder Erbsenkäfer können durch Tiefkühlung des befallenen Saatguts abgetötet werden. Vor der Behandlung im Tiefkühler muss das Saatgut sehr gründlich getrocknet werden, um Eiskristallbildung durch zu hohen Wassergehalt zu vermeiden. Eiskristalle, die sich im Samen bilden, beschädigen den Embryo, der deshalb die Keimfähigkeit verlieren kann. Dafür wird das Saatgut in einem luftdichten Gefäß mit einem Beutel Silica Gel, „Trockenperlen“ für ein bis zwei Wochen aufbewahrt. Das Silica Gel entzieht dem Saatgut die Feuchtigkeit. Das trockene Saatgut wird dann in luftdichte Gefäße oder Plastikbeutel gefüllt und in diesen für zwei Wochen bei -20 °C im Tiefkühler zur Abtötung der Käfer behandelt. Zum Auftauen das Saatgut in Gefäß oder der Tüte lassen. So bildet sich Kondenswasser nur außen an den Gefäßen oder Tüten. Damit verhindert man, dass die Samen durch Kondenswasser feucht werden. Danach wird das Saatgut in luftdichten Gläsern im Saatgutlager aufbewahrt.

Nicht in jedem Fall muss durch Verunreinigungen mit Insekten ein Schaden am Saatgut befürchtet werden (Abb. 7). Beim VERN e. V. traten 2012 rote Gebilde in einer Partie Salatsaatgut auf, die vom Pflanzenschutzdienst als Larven von Gallmücken identifiziert wurden. Am Saatgut verursachten sie keine Schäden.

Bei Unsicherheit empfiehlt es sich, Rat bei den zuständigen Pflanzenschutzämtern einzuholen. In Brandenburg wäre das der Pflanzenschutzdienst beim Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung (LELF).



Abb. 7: Salatsamen mit Verunreinigung durch Larven von Gallmücken (*Cecidomyiidae*) - *Dasineura* sp. (Foto LELF Brandenburg)

Keimfähigkeit

Die Keimfähigkeit ist die wichtigste Qualitätseigenschaft des Saatgutes. Sie ist definiert als die Fähigkeit, in einer bestimmten Zeitspanne unter optimalen Laborbedingungen eine gesunde, normal entwickelte Keimpflanze hervorzubringen (Lampeter 1988). Die Internationale Vereinigung zur Prüfung von Saatgut (International Seed Testing Association, ISTA) hat Vorschriften für die Prüfung von Saatgut der verschiedenen Gemüsearten erarbeitet, die als Vorlage für diesen Leitfaden genutzt werden (ISTA 2012).

Für die Keimfähigkeitsprüfung werden die einzelnen Saatgutproben je nach Art bei bestimmten Temperaturen auf bzw. in verschiedenen Substraten geprüft. Dafür wird das Saatgut auf oder in ein geeignetes Substrat gelegt, befeuchtet und an einem temperierten Ort aufgestellt. Nach vorgegebener Zeit wird ermittelt, wieviele Samen gekeimt sind. Gute Keimfähigkeit liegt vor, wenn die Mindestkeimfähigkeit für die jeweilige Gemüseart nicht unterschritten wird.

Die folgenden allgemeinen Hinweise geben einen Überblick über die Durchführung von Keimtests nach den ISTA Vorschriften.

Allgemeine Hinweise zur Durchführung von Keimtests nach den Vorschriften der Internationalen Vereinigung zur Prüfung von Saatgut (ISTA 2012)

<u>Probenmaterial</u>	Reiner Samen (keine Verunreinigungen, kein artfremder Samen)
<u>Probenumfang</u>	<p>Aus einer gut durchmischten Stichprobe reiner Samen werden zufällig 400 Samen entnommen, Keimtest ansetzen in 4 Wiederholungen zu je 100 Samen</p> <p>Samen mit so viel Abstand voneinander auf das Keimbett legen, dass die Entwicklung der Keimlinge möglichst nicht durch benachbarte Samen beeinflusst wird. Um Abstände einzuhalten kann es bei großen Samen nötig sein, die Wiederholungen in Teilproben von 50 oder 25 Samen aufzuteilen.</p>
<u>Untersuchungsdauer</u>	<p>Die Untersuchungsdauer ist bei den Hinweisen für die einzelnen Arten angegeben (ohne Zeiten für Vorbehandlungen zur Brechung der Keimruhe).</p> <p>Sind in der Anleitung verschiedene Temperaturen für den Keimtest angegeben, so bezieht sich der Zeitpunkt der Erstauszählung auf die höchste der angegebenen Temperaturen. Wird eine tiefere Temperatur gewählt, kann mit der Erstauszählung wahrscheinlich erst später begonnen werden.</p> <p>Bei Erst- und Zwischenauszahlungen ist es sehr wichtig, die entwickelten Keimlinge zu entfernen, um gegenseitige Beeinflussung der Keimlinge zu vermeiden.</p>
<u>Auswertung, Beurteilung</u>	<p>Auszählen normal entwickelter Keimlinge, missgebildete Keimlinge extra vermerken und nicht in die Keimfähigkeit einberechnen.</p> <p>Normaler Keimling: Gut entwickeltes Wurzelsystem, gut entwickelte Sprossachse und der Art entsprechende Anzahl Keimblätter</p> <p>Missgebildete Keimlinge: Keimwurzel und /oder Keimblätter fehlen oder sind beschädigt, können sich nicht zu einer normalen, gesunden Pflanze zu entwickeln.</p> <p>Tote Samen: haben keinen Embryo hervorgebracht, sind verfault, sind weder hart noch frisch.</p>
<u>Keimsubstrate</u>	<p>Auf Papier (TP): Die Samen werden auf einer oder mehreren Lagen feuchtem Papier gekeimt, die in Petrischalen eingeschlossen werden</p> <p>Zwischen Papier (BP): Die Samen werden zwischen zwei Lagen feuchtem Papier gekeimt. Dies kann erreicht werden indem die Samen mit einem weiteren Filterpapier bedeckt werden; die Samen in gefaltete Filterpapiertaschen gelegt werden, die entweder flach liegen oder aufrecht stehen.</p>

Allgemeine Hinweise zur Durchführung von Keimtests nach den Vorschriften der Internationalen Vereinigung zur Prüfung von Saatgut (ISTA 2012)

	Die Keimsubstrate werden in verschließbare Dosen gegeben oder in Plastikbeutel eingehüllt.
<u>Feuchtigkeit und Belüftung</u>	Substrat muss während der gesamten Keimdauer ausreichend feucht sein, darf nicht austrocknen . Das Substrat darf jedoch auch nicht zu nass sein, d. h. die Belüftung der Samen muss gewährleistet bleiben.
<u>Temperatur und Wechseltemperaturen</u>	Die Temperatur, die bei den jeweiligen Arten angegeben ist, sollte mit einer Genauigkeit von $\pm 2\text{ °C}$ eingehalten werden. Wo Wechseltemperaturen angegeben sind (z. B. $20 \leq > 30\text{ °C}$), beträgt die Dauer der niedrigeren Temperatur üblicherweise 16 Stunden und jene der höheren Temperatur 8 Stunden (z. B. 16 Stunden 20 °C und 8 Stunden 30 °C).
<u>Licht</u>	Die Samen der meisten Arten keimen sowohl im Licht als auch im Dunklen. Allgemein wird die Beleuchtung der Substrate durch eine künstliche Lichtquelle oder indirektes Tageslicht empfohlen, da so besser entwickelte Keimlinge entstehen. Besondere Empfehlungen in Bezug auf Licht oder Dunkelheit werden bei der jeweiligen Art angegeben.
<u>Methoden zur Brechung der physiologischen Keimruhe</u> (vgl. S. 14 ff.)	
<u>Trockenlagerung</u>	Bei Arten mit kurzer Keimruhe Probe für kurze Zeit an einem trockenen Ort aufbewahren.
<u>Vorkühlen</u>	Die Wiederholungen zur Keimfähigkeitsbestimmung werden auf das feuchte Substrat gelegt und einige Tage einer tiefen Temperatur (Kühlschrank) ausgesetzt, erst danach der Keimtemperatur. Gewöhnlich werden bis zu 7 Tage bei einer Temperatur zwischen 5 °C und 10 °C vorgekühlt.
<u>Vorwärmen</u>	Die Wiederholungen zur Keimfähigkeitsbestimmung werden bei einer Temperatur von 30 °C bis 35 °C und bei freier Luftzirkulation für bis zu 7 Tagen erwärmt, bevor sie den vorgeschriebenen Keimbedingungen ausgesetzt werden.
<u>Kaliumnitrat (KNO_3)</u>	Keimsubstrat am Anfang der Untersuchung statt mit Wasser mit 0,2 % iger Kaliumnitratlösung (2 g KNO_3 in 1 Liter Wasser auflösen) anfeuchten. Zum Nachfeuchten wird Wasser verwendet.

Praktische Hinweise zur Durchführung von Keimtests

Nach den ISTA Vorschriften werden für eine Keimfähigkeitsprüfung in der Regel 4 mal 100 Samen einer Saatgutpartie ausgezählt und zur Keimung angesetzt. Dieser Probenumfang mit vier Wiederholungen ermöglicht eine gute Beurteilung des Testergebnisses. Jedoch stehen bei der *On-farm* Erhaltung häufig nur sehr kleine Saatgutpartien zur Verfügung, so dass kleinere Stichproben angesetzt werden müssen. So rät ARCHE NOAH Sortenerhalter/innen, 100 Samen zum Keimtest anzusetzen (ARCHE NOAH 2014). Dabei sollten jedoch auch mehrere Parallelproben angesetzt werden, also nicht 1 mal 100 Samen, sondern besser 2 mal 50 Samen oder 4 mal 25 Samen.

Der aus den Einzelwerten der vier Wiederholungen errechnete Mittelwert gibt die Keimfähigkeit der Stichprobe an. Weichen die Einzelwerte sehr stark voneinander ab, ist das ein Hinweis darauf, dass der Test nicht sorgfältig genug durchgeführt wurde oder dass die Keimfähigkeit der Saatgutpartie nicht zuverlässig ist. In diesem Fall sollte der Test wiederholt werden.

Als Substrat für die Keimtests dient in der Regel Filterpapier, das aus dem Handel für Laborbedarf bezogen werden kann. Bei der Angabe „TP“, also „auf Papier“ werden die Samen auf Rundfiltern in Petrischalen oder anderen geeigneten Gefäßen ausgelegt. Bei der Angabe „BP“, also „zwischen Papier“ werden die Samen mit einem weiteren Filterpapier bedeckt.

Filterpapiere aus dem Laborbedarf sind teuer. Für viele Sortenerhalter/innen ist daher die Anschaffung zu kostspielig. Hier können hilfsweise auch Papierhandtücher oder Küchenrollen als Substrat verwendet werden (ARCHE NOAH 2014), die jedoch nicht so stabil und reißfest wie Filterpapier sind.

Für Arten mit großen Samen, wie Kürbis, Bohnen oder Rote Bete werden akkordeonähnlich gefaltete Filterpapierstreifen (Abb. 18, Abb. 19) empfohlen, die auch eingesetzt werden können, wenn die „TP“ oder „BP“ Methode vorgeschrieben ist (ISTA 2012). Durch die hohen Anschaffungskosten pro Faltenfilter (bis zu 4 Euro/Stück) werden sie für Saatgutprüfungen *On-farm* wohl selten zur Anwendung kommen. Für große Samen kann auch auf die oben beschriebene Methode mit Papierhandtüchern oder Küchenrolle zurückgegriffen werden.

Die Samen sollten mit einer Pinzette einzeln ausgelegt werden, weil sich die einzelnen Samenkörner nicht berühren dürfen. Dadurch werden gegenseitige Beeinflussung aber auch die Übertragung eventuell anhaftender Pilze von einem Samenkorn zum nächsten vermieden.

Die Keimproben werden bei den für die einzelnen Arten empfohlenen Temperaturen aufgestellt. Um die erforderliche Wärme zu erreichen empfiehlt ARCHE NOAH (2014) die Proben z.B. unter einer 40 Watt-Glühlampe aufzustellen. Wichtig ist es, während des gesamten Tests regelmäßig mit einem Thermometer zu kontrollieren, ob die gewünschte Temperatur eingehalten wird.

Auch die Feuchtigkeit der Proben muss regelmäßig kontrolliert werden. Die Proben müssen bei Bedarf befeuchtet werden, z. B. mit einer Sprühflasche.

Durchführung von Keimproben in einer Petrischale („TP“- und „BP“- Methode)

1. Beschriften des Filterpapiers mit der Probennummer (wasserfester Stift) (Abb. 8)
2. Befeuchten des Filterpapiers und Einlegen in die Petrischale; das Papier muss vor dem Auflegen der Samen befeuchtet sein, beim nachträglichen Befeuchten würden die Samen weggeschwemmt
3. Auflegen der Samen, Abstand zwischen Samen beachten; Samen dürfen sich nicht berühren (Abb. 9, Abb. 10)
4. Feuchtigkeit kontrollieren, eventuell vorsichtig mit Sprühflasche (Abb. 8a) Wasser zugeben; bei „BP“- Methode ein feuchtes Filterpapier auf die Samen legen, Petrischale mit Deckel zudecken (Abb. 11, Abb. 12)
5. Petrischale an einem temperierten Ort aufstellen, Temperatur kontrollieren
6. Während der gesamten Testzeit die Feuchtigkeit konstant halten und die gewünschte Temperatur einhalten
7. An mindestens 2 Terminen gekeimte Samen auszählen. Bei Erstauszählung gekeimte Samen entfernen



Abb. 8: Filterpapier mit wasserfestem Stift beschriften, dann anfeuchten und in die Petrischale legen



Abb. 8a: Sprühflasche zum Anfeuchten der Keimproben

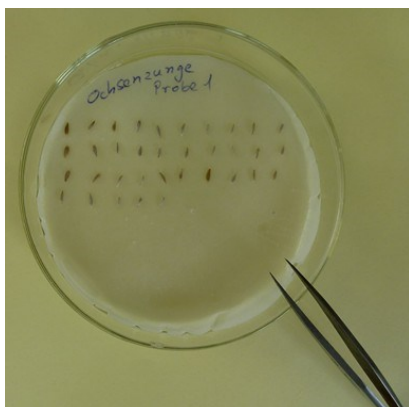


Abb. 9: Samen mit Hilfe einer Pinzette auf dem feuchten Papier ausgelegt

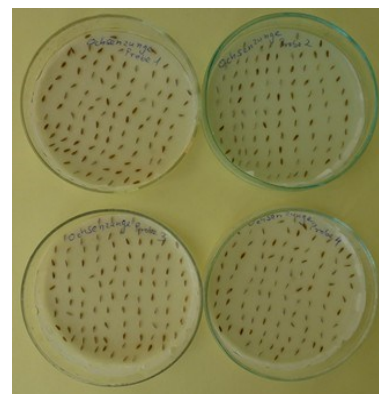


Abb. 10: Keimprobe mit 4 x 100 Samen (im Beispiel Salat) (Fotos 8 – 10 VERN)

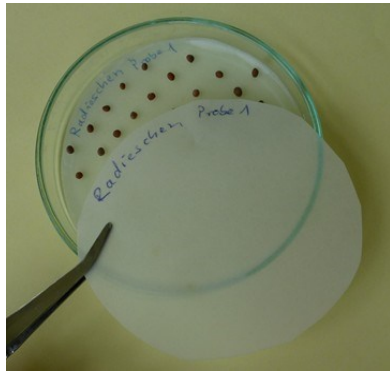


Abb. 11: Für „BP“- Methode auf die Samen eine zweite Lage feuchtes Papier legen

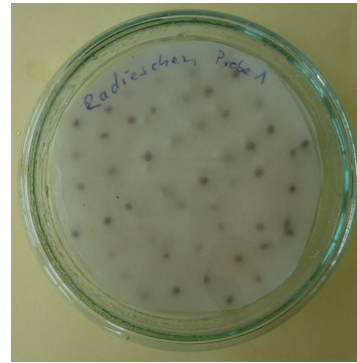


Abb. 12: „BP“- Methode in der Petrischale (Fotos 11 – 12: VERN)

Durchführung von Keimproben in Papierhandtücher oder Küchenrollen („BP“- Methode)

1. Probennummer auf festes Papier schreiben (wasserfester Stift)
2. Papierhandtuch oder Küchenrolle auf eine wasserfeste Unterlage legen, zwei oder drei Lagen Papier verwenden, Papier anfeuchten (verhindert wegrollen der Samen)
3. Samen auf das Papier legen, Abstand zwischen Samen beachten (Lineal als Hilfsmittel); Samen dürfen sich nicht berühren (Abb. 13)
4. Papier zusammenfalten, Probennummer einlegen (Abb. 14)
5. Papier zusammenrollen und in eine perforierte Plastiktüte oder in ein verschließbares Gefäß stellen, die Papierrolle muss aufrecht stehen (Abb. 15 – 17)
6. An einem temperierten Ort aufstellen, Temperatur kontrollieren
7. Während der gesamten Testzeit die Feuchtigkeit konstant halten und die gewünschte Temperatur einhalten
8. An mindestens 2 Terminen gekeimte Samen auszählen. Bei Erstauszählung gekeimte Samen entfernen



Abb. 13: Auflegen einer Keimprobe auf zweilagiges feuchtes Küchenrollenpapier



Abb. 14: Zusammenlegen des Papiers (Fotos 13 - 14: VERN)



Abb. 15: Einrollen zu einer Keimrolle (Fotos 15 – 17: VERN)



Abb. 16: Keimrollen in perforierten Plastiktüten verpacken



Abb. 17: Keimrollen aufrecht stellen

Durchführung von Keimproben in Faltenfiltern („PP“- Methode)

1. Faltenfilter anfeuchten und in Keimgefäß einlegen, Keimgefäß mit Probennummer versehen
2. Je zwei Samen pro Falte einlegen (Abb. 18, Abb. 19 oben)
3. Feuchtigkeit kontrollieren, Gefäß verschließen
4. Keimgefäß an einem temperierten Ort aufstellen
weiter wie „TP“- oder BP - Methode



Abb. 18: Faltenfilter, Keimgefäß mit Deckel, Buschbohnsamen (Foto: HU Berlin)



Abb. 19 oben: In jede Falte werden zwei Samen eingelegt; unten: Keimlinge nach fünf Tagen (Fotos: HU)

Die Keimtests müssen protokolliert werden, damit die Ergebnisse ausgewertet und gegebenenfalls mit anderen Tests verglichen werden können. Notiert werden dazu

- Art, Sorte, Erntejahr der Saatgutpartie
- gegebenenfalls weitere Merkmale, wie Art des Behälters, wenn mehrere Behälter einer Saatgutpartie im Saatgutlager stehen
- Anzahl Samen pro Wiederholung
- Art der Prüfmethode (Petrischale, zwischen Papier oder andere Methode)
- Temperatur
- Datum des Versuchsbeginns
- Bei Auszählung sind die Werte jeder einzelnen Wiederholung anzugeben, missgebildete Keimlinge werden nicht bei Keimfähigen eingerechnet
- Die Gesamtzahl der gekeimten Samen aus Erst- und Endauszählungen werden jeweils addiert und der Prozentsatz der gekeimten Samen berechnet
- Der Mittelwert aus den 4 Wiederholungen gibt die Keimfähigkeit der Stichprobe an

Muster für ein Versuchsprotokoll

Art/ Sorte/Erntejahr		Methode	Temperatur	Datum Versuchsbeginn
Probe Nr.	Anzahl ausgelegte Samen	Datum Erstauszählung Anzahl gekeimte Samen	Datum Endauszählung Anzahl gekeimte Samen	% gekeimte Samen
	Wiederholung 1			Wert 1
	Wiederholung 2			Wert 2
	Wiederholung 3			Wert 3
	Wiederholung 4			Wert 4

$$\% \text{ gekeimte Samen} = \frac{\text{Gesamtzahl gekeimte Samen aus Erst- und Endauszählung}}{\text{Anzahl ausgelegte Samen}} \times 100$$

Berechnung des Mittelwerts der Keimfähigkeit aus vier Wiederholungen

$$\text{Mittelwert Keimfähigkeit (\%)} = \frac{\text{Wert 1} + \text{Wert 2} + \text{Wert 3} + \text{Wert 4}}{4}$$

Beispiel eines Keimtests

Für die Keimprüfung von Rettichsaatgut mit der „BP“-Methode wurden zwei Lagen Küchenrollenpapier auf einer wasserfesten Unterlage ausgebreitet und angefeuchtet. Weil das Küchenrollenpapier nicht so stabil wie Filterpapier ist, sollten die einzelnen Keimrollen nicht zu lang werden. Darum wurden pro Keimrolle jeweils 50 Samen ausgelegt (Abb. 13). Das heißt, die vier Wiederholungen mit je 100 Samen wurden auf acht Proben mit je 50 Samen aufgeteilt (Tab. 1).

Die acht Keimrollen wurden bei 22 °C aufgestellt. Die Erstauszählung erfolgte nach vier, die Endauszählung nach zehn Tagen (Tab. 1; Abb. 20).



Abb. 20: Aufgelaufene Rettich-Keimlinge nach vier Tagen. Links Probe 4, rechts Probe 5 (Fotos 18 – 19: VERN)

Für die Auswertung werden diese unterteilten Proben wieder zusammengefasst: Die Keimlinge aus Probe 1 und Probe 2 werden addiert und ergeben zusammen das Keimergebnis der Wiederholung 1, usw. (Tab. 1).

Tab. 1: Keimprüfung einer Partie Rettichsaatgut

Wiederholung		Tag 1 Anzahl Samen	Tag 4 Erstauszählung	Tag 7 Zwischenzählung	Tag 10 Endauszählung	Anzahl gekeimte Samen	% gekeimte Samen
1	Probe 1	50	13	19	1	72	72
	Probe 2	50	24	14	1		
2	Probe 3	50	18	21	0	75	75
	Probe 4	50	29	7	0		
3	Probe 5	50	1	13	7	61	61
	Probe 6	50	28	10	2		
4	Probe 7	50	11	14	2	62	62
	Probe 8	50	19	14	2		

Die meisten Samen liefen zwischen dem 4. und 7. Tag auf, später kamen nur noch wenige Keimlinge hinzu (Tab. 1). Die Endauswertung ergab einen Mittelwert von 67 % Keimfähigkeit, die vier Wiederholungen variierten von 61 - 75 %.

Nach den ISTA Richtlinien kann dieser Keimtest als zuverlässig bewertet werden. Die Differenz zwischen niedrigster (Wiederholung 3) und höchster Keimfähigkeit (Wiederholung 2) betrug 14. Sie lag unterhalb des maximal zulässigen Toleranzwertes 18, der für Keimtests mit Wiederholungen von je 100 Samen und einem Versuchsmittelwert von 67 % Keimfähigkeit angegeben ist (Tab. 2).

Die Keimfähigkeit dieser Partie Rettichsaatgut unterschreitet den Mindestwert von 70 %, der in der Saatgutverordnung (Anhang 1) für Handelssaatgut vorgegeben ist. Dadurch ist die Qualität dieser Saatgutpartie beeinträchtigt. Für die *On-farm* Nutzung heißt das, dass diese Partie nicht mehr lange gelagert werden kann. Sie sollte möglichst bald angebaut und regeneriert werden.

Das Beispiel macht deutlich, dass durch einen Test mit Wiederholungen die Keimfähigkeit einer Saatgutpartie wesentlich zuverlässiger beurteilt werden kann, als mit einem einfachen Test ohne Wiederholungen. Bei einem einfachen Test könnte zufällig das Ergebnis der Wiederholung 1 oder der Wiederholung 2 eintreten. Damit würde man die Keimfähigkeit der Saatgutpartie überschätzen.

Tab. 2: Toleranzen zwischen den höchsten und den niedrigsten Keimfähigkeitsprozentwerten der Wiederholungen eines Keimversuchs mit 4 Wiederholungen mit 100 Samen (ISTA 2012)

Mittelwert der Keimfähigkeit des Versuchs in %	Toleranz
99	5
98	6
97	7
96	8
95	9
93 - 94	10
91 - 92	11
89 - 90	12
87 - 88	13
84 - 86	14
91 - 83	15
78 - 80	16
73 - 74	17
67 - 72	18
56 - 66	19
46 - 55	20

Keimfähigkeitsprüfung bei Doldenblütlern (Apiaceae, Umbelliferae)

Dazu gehören:

- Dill (*Anethum graveolens*)
- Pastinake (*Pastinaca sativa*)
- Fenchel (*Foeniculum vulgare*)
- Petersilie (*Petroselinum crispum*)
- Möhre (*Daucus carota*)
- Sellerie (*Apium graveolens*)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Dill	TP, BP	20 < = > 30; 10 < = > 30	7	21	vorkühlen
Fenchel	TP, BP	20 < = > 30	7	14	-
Möhre	TP, BP	20 < = > 30; 20	7	14	-
Pastinake	TP, BP	20 < = > 30	6	28	-
Petersilie	TP, BP	20 < = > 30; 20	10	28	-
Sellerie	TP	20 < = > 30	10	21	vorkühlen; KNO ₃ , Licht*

TP = auf Papier; BP = zwischen Papier; Spalten 2 und 3: Reihenfolge meint keine Rangfolge; der Zeitpunkt der Erstauszählung bezieht sich auf die höchste der angegebenen Temperaturen, bei tieferen Temperaturen muss gegebenenfalls später ausgezählt werden (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

* Licht zur Brechung der physiologischen Keimruhe: Die Samen sollen mindestens 8 von 24 Stunden unter Licht gekeimt werden. Bei Wechseltemperaturkeimung sollten diese 8 Stunden Licht mit der Warmphase übereinstimmen.

Keimfähigkeitsprüfung bei Gänsefußgewächsen (Chenopodiaceae)

Dazu gehören:

- Gartenmelde (*Atriplex hortensis*)
- Rote Beete (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* convar. *vulgaris* var. *vulgaris*)
- Mangold (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* convar. *cicla*)
- Spinat (*Spinacia oleracea*)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Gartenmelde	TP, BP	20 < = > 30	7	28	-
Mangold, Rote Beete	TP, BP	20 < = > 30; 15 < = > 25; 20	4	14	2 Stunden vorspülen, rück-trocknen bei maximal 25 °C*
Spinat	TP, BP	15; 10	7	21	vorkühlen

TP = auf Papier; BP = zwischen Papier; die Reihenfolge der Substrate meint keine Rangfolge; die Reihenfolge der Temperaturen meint keine Bevorzugung; der Zeitpunkt der Erstauszählung bezieht sich auf die höchste der angegebenen Temperaturen, bei tieferen Temperaturen muss gegebenenfalls später ausgezählt werden (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

Beta vulgaris: Mehrsamige Fruchtgebilde werden für die Bestimmung der Keimfähigkeit nicht gespalten, sondern geprüft, als wären es einzelne Samen. Wenn eine Samen-Einheit mehr als einen Keimling hervorgebracht hat, wird zur Bestimmung der Keimfähigkeit nur einer gezählt.

* Vorwaschen zur Beseitigung von Hemmstoffen bei *Beta vulgaris*: Natürliche, in der Frucht- oder Samenschale auftretende Stoffe, welche die Keimung hemmen, können vor der Bestimmung der Keimfähigkeit in 25 °C warmen fließendem Wasser ausgewaschen werden. Nach dem Waschen sind die Samen bei höchstens 25°C zu trocknen.

Keimfähigkeitsprüfung bei Hülsenfrüchtlern (Leguminosae)

Dazu gehören:

- Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius*)
- Bohne (*Phaseolus vulgaris*)
- Dicke Bohne (*Vicia faba*)
- Erbse (*Pisum sativum*)
- Feuerbohne (*Phaseolus coccineus*)
- Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*)
- Linse (*Lens culinaris*)
- Weiße Lupine (*Lupinus albus*)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Blaue Lupine	BP	20	5	10	vorkühlen
Bohne	BP	20 < = > 30; 25; 20	5	9	-
Dicke Bohne	BP	20	4	14	vorkühlen
Erbse	TP; BP	20	5	8	-
Feuerbohne	BP	20 < = > 30; 20	5	9	-
Gelbe Lupine	BP	20	10	21	vorkühlen
Linse	BP	20	5	10	vorkühlen
Weiße Lupine	BP	20	5	10	vorkühlen

TP = auf Papier; BP = zwischen Papier; die Reihenfolge der Substrate meint keine Rangfolge; die Reihenfolge der Temperaturen meint keine Rangfolge; der Zeitpunkt der Erstauszählung bezieht sich auf die höchste der angegebenen Temperaturen, bei tieferen Temperaturen muss gegebenenfalls später ausgezählt werden (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

Bei Leguminosen können hartschalige Samen auftreten, die in der vorgegebenen Testzeit nicht keimen, weil das Wasser nicht in den Samen eindringen kann. Solche Samen, die am Ende des Tests nicht gequollen und nicht durch Pilze und Mikroben befallen sind, werden als „normal gekeimt“ bewertet und zu den tatsächlich gekeimten hinzugezählt (Lampeter 1988; Anlage 3 SaatgutV).

Hartschalige Samen können vor dem Keimtest angeritzt oder mit Sandpapier bearbeitet werden, um die Wasserundurchlässigkeit der Samenschale aufzuheben. Weitere Hinweise zur Behandlung hartschaliger Samen geben Arndorfer und Luf (2014).

Keimfähigkeitsprüfung bei Korbblütlern (Compositae)

Dazu gehören:

- Endivie und Chicorée (*Cichorium endivia*, *Cichorium intybus*)
- Löwenzahn (*Taraxacum officinale*)
- Haferwurz (*Tragopogon porrifolius*)
- Salat (*Lactuca sativa*)
- Klette (*Arctium lappa*)
- Schwarzwurzel (*Scorzonera hispanica*)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Endivie, Chicorée	TP	20 < = > 30; 20	5	14	KNO ₃
Haferwurz	TP; BP	20	5	10	vorkühlen
Klette	BP; TP	20 < = > 30; 20	14	35	vorkühlen
Löwenzahn	TP	20 < = > 30; 20	7	21	-
Salat	BP; TP	20	4	7	vorkühlen
Schwarzwurzel	TP; BP	20 < = > 30; 20	4	8	vorkühlen

TP = auf Papier; BP = zwischen Papier; die Reihenfolge der Substrate meint keine Rangfolge; die Reihenfolge der Temperaturen meint keine Rangfolge; der Zeitpunkt der Erstauszählung bezieht sich auf die höchste der angegebenen Temperaturen, bei tieferen Temperaturen muss gegebenenfalls später ausgezählt werden (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

Keimfähigkeitsprüfung bei Kreuzblütlern (Brassicaceae)

Dazu gehören:

- Herbstrübe, Mairübe (*Brassica rapa*)
- Rettich und Radieschen (*Raphanus sativus*)
- Kohl (*Brassica oleracea*)
- Weißer Senf (*Sinapis alba*)
- Meerkohl (*Crambe maritima*)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Herbstrübe	TP	20 <= > 30; 20	5	7	vorkühlen; KNO ₃
Kohl	TP	20 <= > 30; 20	5	10	vorkühlen; KNO ₃
Meerkohl	TP, BP	20 <= > 30; 20	4	7	KNO ₃
Rettich und Radieschen	TP, BP	20 <= > 30; 20	4	10	vorkühlen
Weißer Senf	TP	20 <= > 30; 20	3	7	vorkühlen

TP = auf Papier; BP = zwischen Papier; die Reihenfolge der Substrate meint keine Rangfolge; die Reihenfolge der Temperaturen meint keine Rangfolge; der Zeitpunkt der Erstauszählung bezieht sich auf die höchste der angegebenen Temperaturen, bei tieferen Temperaturen muss gegebenenfalls später ausgezählt werden (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

Keimfähigkeitsprüfung bei Kürbisgewächsen (Cucurbitaceae)

Dazu gehören:

- Gurke (*Cucumis sativus*)
- Flaschenkürbis, Kalebasse (*Lagenaria siceraria*)
- Zucker- und Honigmelone (*Cucumis melo*)
- Moschuskürbis (*Cucurbita moschata*)
- Riesenkürbis (*Cucurbita maxima*)
- Zucchini, Spaghettikürbis, Ölkürbis (*Cucurbita pepo*)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Gurke	BP	20 < = > 30	4	8	Faltenfilter
Flaschenkürbis	BP	20 < = > 30; 25	4	14	Faltenfilter
Moschuskürbis	BP	20 < = > 30; 25	4	8	Faltenfilter
Riesenkürbis	BP	20 < = > 30; 25	4	8	Faltenfilter
Zuckermelone	BP	20 < = > 30; 25	4	8	Faltenfilter
Zucchini	BP	20 < = > 30; 25	4	8	Faltenfilter

BP = zwischen Papier; die Reihenfolge der Substrate meint keine Rangfolge; die Reihenfolge der Temperaturen meint keine Rangfolge; der Zeitpunkt der Erstauszählung bezieht sich auf die höchste der angegebenen Temperaturen, bei tieferen Temperaturen muss gegebenenfalls später ausgezählt werden (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

Faltenfilter: Die Samen werden gewöhnlich zu zweit in eine Falte des akkordeonähnlich gefalteten Filterpapierstreifens mit 50 Falten gelegt. Die Faltenfilter können in Dosen eingeschlossen werden. Oft wird noch ein glatter Filterpapierstreifen um den Faltenfilter gewickelt, um eine gleichmäßige Feuchtigkeit zu gewährleisten.

Keimfähigkeitsprüfung bei Nachtschattengewächsen (Solanaceae)

Dazu gehören:

- Aubergine (*Solanum melongena*)
- Tabak (*Nicotiana tabacum*)
- Tomate (*Lycopersicon* ssp.)
- Paprika (*Capsicum* ssp.)

Art	Substrat	Temperatur (°C)	Erstauszählung (Tage)	Endauszählung (Tage)	Zusätzliche Angaben einschließlich Empfehlungen zur Brechung der Keimruhe
Aubergine	TP; BP	20 < = > 30	7	14	-
Tabak	TP	20 < = > 30	7	16	KNO ₃
Tomate	TP; BP	20 < = > 30	5	14	KNO ₃
Paprika	TP; BP	20 < = > 30	7	14	KNO ₃

TP = auf Papier; BP = zwischen Papier; die Reihenfolge der Substrate meint keine Rangfolge (Angaben nach ISTA 2012, Tab. 5A Teil 1).

Höchstgehalt an Feuchtigkeit

Feuchtes Saatgut ist nicht lagerfähig. Die wichtigste Ursache dafür, dass Saatgut während der Lagerung die Keimfähigkeit verliert, ist ein hoher Feuchtigkeitsgehalt. Liegt die Feuchte über 18 % kann Saatgut rasch verderben (McCormack 2004). Feuchtigkeit erhöht die Stoffwechselaktivität der Samen, wodurch ihre Temperatur ansteigt und sie sich erhitzen können. Durch die gleichzeitige Einwirkung der Feuchtigkeit und Wärme kann auch vorzeitige Keimung erfolgen und Stockung und Fäulnis eintreten (Mahla 1950).

Für die einzelnen Gemüsearten sind in der Anlage 3 der Saatgutverordnung Höchstgrenzen des Feuchtigkeitsgehaltes festgelegt (Anhang 1). Sie liegen zwischen 10 % (z. B. Kohl) und 15 % (bei Bohnen oder Erbsen).

Mahla (1950) beschreibt einfache Methoden, um die Feuchtigkeit des Saatguts festzustellen.

Saatgut mit zu hohem Wassergehalt

- fühlt sich feucht an
- lässt sich mit dem Finger breit-drücken
- gibt beim Beißen elastisch nach, ohne zu zerspringen
- lässt sich mit dem Fingernagel eindrücken
- haftet aneinander (klumpt) beim festen Zufassen mit der Hand
- kann muffig riechen

Lagerfähiges, normaltrockenes Saatgut

- rieselt durch die Hand
- fühlt sich trocken an
- springt ab, wenn man es auf eine Glasplatte fallen lässt
- lässt sich zähspöde beißen
- lässt sich nicht mit dem Fingernagel eindrücken

Der Wassergehalt von Saatgut lässt sich durch Verdunstungsanalyse im Backofen bestimmen. Der Nachteil dieser Methode liegt darin, dass sie nicht zerstörungsfrei ist. Die untersuchte Stichprobe verliert die Keimfähigkeit.

Eine Stichprobe des Saatguts wird genau gewogen (Feinwaage Mindestgenauigkeit 0,1 g) und in einem Backofen bei 130 °C für 1 ½ Stunden getrocknet. Mahla (1950) und Lampeter (1988) geben eine Probenmenge von 10 g Saatgut an, die jedoch in 2 Teilproben aufgeteilt und parallel bearbeitet werden sollten. Große Samen wie Getreide oder grobkörnige Leguminosen müssen vor der Feuchtebestimmung geschrotet werden. Nach der Hitzebehandlung wird erneut gewogen. Aus der Differenz berechnet man den Feuchtigkeitsgehalt.

$$\text{Feuchte in \%} = \frac{\text{Ursprungsgewicht} - \text{Endgewicht nach Trocknung}}{\text{Ursprungsgewicht} \times 100}$$

Weiterhin werden im Handel verschiedene Geräte zur Feuchtebestimmung bei Saatgut angeboten. Darunter sind auch Geräte, die für weniger als 100 € angeboten werden und einigermaßen verlässlich arbeiten.

Tausendkorngewicht

Das Tausendkorngewicht (TKG), bzw. die Tausendkornmasse (TKM) gibt an, wieviel Gramm 1000 luftgetrocknete „reine Samen“ einer Saatgutpartie wiegen (Lampeter 1988).

Das TKG wird ermittelt, indem 8 x 100 Samen aus einer Saatgutprobe ausgezählt und gewogen werden (ISTA 2012, Kap. 10). Die Saatgutprobe wird gründlich gemischt und dann als Haufen auf einer Arbeitsfläche ausgeschüttet. Die Samen werden von außen nach innen immer von derselben Seite ohne bewusste Selektion gezählt (Abb. 21, Abb. 22). Jede ausgezählte Teilprobe wird getrennt auf einer Feinwaage² gewogen.



Abb. 21: Saatgutprobe zum Bestimmen des TKG, Beispiel Spinat (Fotos 21 – 22: VERN)



Abb. 22: Die Samen werden von außen nach innen mit Hilfe eines Lineals abgezählt

Der Mittelwert der acht Proben à 100 Samen multipliziert mit 10 ergibt das TKG der Saatgutpartie.

$$\text{Tausendkorngewicht} = \frac{\text{Gewicht Probe 1} + \text{Gewicht Probe 2} \dots + \text{Gewicht Probe 8}}{8} \times 10$$

Das TKG ist sortentypisch, verschiedene Sorten einer Pflanzenart können sehr unterschiedliche TKG aufweisen. Beispielsweise liegt das TKG bei verschiedenen Erbsensorten zwischen

² Feinwaagen sind im Laborbedarf zu beziehen. Je nach Feinheit des Saatguts sollte die Waage auf 0,1 g oder 0,01 g genau ablesbar sein. Für Saatgut von Arten mit einem TKG über 10 g sollte eine Feinwaage ausreichen, die auf 0,1 g genau ablesbar ist. Für Saatgut von Arten mit einem TKG unter 10 g ist eine Feinwaage zu empfehlen, die auf 0,01 g genau ablesbar ist. Für Saatgut von Arten mit einem TKG unter 1 g ist es sinnvoll, mehrere Stichproben von 1000 Samen abzuzählen und auf einer Feinwaage zu wiegen, die auf 0,01 g genau ablesbar ist.

130 und 300 g, bei verschiedenen Radiessorten zwischen 7 und 10 g, sowie bei verschiedenen Salatsorten zwischen 0,8 und 1,2 g (Niesel-Lessenthin 1983). Allerdings ist auch ein Umwelteinfluss auf das TKG durch die Anbaubedingungen und Witterungsverläufe möglich.

Mit Hilfe des TKG kann man berechnen, wieviel Gramm Saatgut für eine bestimmte Anzahl an Pflanzen benötigt wird.

$$\text{Benötigte Saatgutmenge in g} = \frac{\text{Anzahl Pflanzen} \times \text{TKG in g}}{1000}$$

Sortenechtheit

In der Regel sind die Samen einer Art äußerlich nicht zu unterscheiden. An den Samen lässt sich in der Regel nicht feststellen, ob sie durch Befruchtung mit Pollen von einer anderen Sorte oder einer anderen Art entstanden sind. Ausnahmen finden sich allerdings bei Bohnen oder auch bei Mais, wo andersfarbige Samen, die aus der Bestäubung mit einer anderen Sorte resultieren, erkannt werden können (Abb. 23).



Abb. 23: Saatgut der Dicken Bohne „Pabsts Ertragreiche“ mit dunklen Samen aus Fehlbestäubung oder Aufspaltung (Foto VERN)

Die Sortenechtheit kann nur am Aufwuchs aus dem Saatgut durch eine Nachkontrolle überprüft werden. Nachkontrolle heißt, dass das neu gewonnene Saatgut gemeinsam mit dem Ausgangssaatgut nebeneinander in einem Vergleichsanbau überprüft wird. Für eine Nachkontrolle benötigt man eine Probe des Ausgangssaatguts, die als Rückstellprobe aufbewahrt wurde.

Es ist empfehlenswert wenigsten 40 Pflanzen pro Jahrgang in der Nachkontrolle zum Vergleich zur Verfügung zu haben. Die beiden Bestände werden während der Vegetationszeit visuell abgeglichen und geprüft, ob aus dem Saatgut des neuen Jahrgangs ein Bestand aufwächst, der dem Sortenbild des Ausgangssaatguts entspricht und keine Abweicher aufweist (Abb. 24).



Abb. 24: Nachkontrollanbau von Radieschen. Links Bestand aus Ausgangssaatgut, rechts Bestand aus Nachbau (Foto HU).

Hinweise zur Saatgutlagerung

Die Bedingungen im Saatgutlager entscheiden über die Lebensdauer und die Bewahrung der Keimfähigkeit der Samen. Temperatur und Samenfeuchte sind dabei die wichtigsten Faktoren. Saatgut, das zu feucht und zu warm gelagert wird, altert schnell und verliert seine Keimfähigkeit.

McCormack (2004) erläutert zwei „Faustregeln“ zur Lebensdauer von Samen. Niedrige Lagertemperaturen erhalten die Lebensdauer des Saatguts. Als „Faustregel“ verdoppelt sich zwischen 0 °C und 50 °C die Lebensdauer mit jeder Absenkung der Temperatur um 5,6 °C. Für die Samen der meisten Arten gilt im Zusammenspiel zwischen Samenfeuchte und Lebensdauer, dass jedes zusätzliche Prozent Feuchte die Lebensdauer der Samen halbiert. Diese Faustregel gilt für Samen mit Feuchtegehalten zwischen 5 % und 13 %.

Liegt der Feuchtegehalt über 13 %, kann die Lebensdauer schnell abnehmen, weil die Samen eine höhere Atmungsaktivität entwickeln und Energie verbrauchen. Außerdem können Schimmelpilze, die an Samen haften, aktiv werden und das Saatgut angreifen. Sollte die Samenfeuchte 18 % bis 20 % erreichen, verderben die Samen sehr schnell durch erhöhte Atmung, die auch zur Erwärmung führen kann, sowie durch Aktivität von Mikroorganismen. Auch tierische Schädlinge wie Samenkäfer oder Milben können in feuchtem Saatgut schwerste Verluste verursachen (McCormack 2004). Diese Probleme lassen sich vermeiden, wenn man das Saatgut bei einem Feuchtigkeitsgehalt von höchstens 8 % lagert.

Saatgut ist wasseranziehend (hygroskopisch). Es nimmt Wasser aus der Umgebungsluft auf, wenn die relative Luftfeuchte hoch ist. Bei niedriger Luftfeuchte gibt Samen Wasser an die Luft ab. Die Samenfeuchte strebt stets einem Gleichgewichtszustand mit der relativen Luftfeuchte zu (Lampeter 1988). Dabei nehmen die Samen verschiedener Pflanzenarten bei einer bestimmten relativen Luftfeuchte und Temperatur nicht die gleiche Feuchte an (Tab. 3). Samen mit einem hohen Stärkegehalt wie Getreide nehmen die höchste Feuchtigkeit auf, fetthaltige wie Kohlsamen die niedrigste.

Tab. 3: Durchschnittliche Samenfeuchte verschiedener Saatgutarten im Gleichgewicht mit unterschiedlichen relativen Luftfeuchten bei 25 °C (aus Lampeter 1988, S. 208)

Saatgut	Feuchtigkeitsgehalt der Samen in % bei relativer Luftfeuchte (%) von				
	15	30	45	60	75
Weizen	6,5	8,5	10,0	11,5	14,5
Roggen	7,0	8,5	10,5	12,0	15,0
Gerste	6,0	8,5	10,0	12,0	14,5
Hafer	5,5	8,0	9,5	12,0	14,0
Mais	6,5	8,5	10,5	12,5	14,5
Erbsen	5,0	7,0	8,5	11,0	14,0
Buschbohnen	5,0	6,5	8,5	11,0	14,0
Sojabohnen	5,0	6,5	7,5	9,5	13,0
Lein	4,5	5,5	6,5	8,0	10,0
Möhren	5,0	6,0	7,0	9,0	11,5
Salat	4,0	5,0	6,0	7,0	9,0
Kohlarten	3,5	4,5	6,0	7,0	9,0

Saatgut, das nicht in luftdichten Gefäßen gelagert wird, steht im Austausch mit der Raumluft und strebt ein Gleichgewicht mit der relativen Luftfeuchte an. Deshalb muss die relative Luftfeuchte im Lagerraum kontrolliert werden. Beispielsweise lagert die Bingenheimer Saatgut AG ihr Saatgut zum größten Teil bei 15 °C und einer Luftfeuchtigkeit von ca. 30 % bzw. empfindlichere Arten bei einer Temperatur von 8 °C und einer Luftfeuchte von 35 % (Bingenheim 2014).

Am besten wird Saatgut in luftdicht verschlossenen Gefäßen gelagert, weil damit verhindert wird, dass es Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt. Davor sollte es sehr gut getrocknet werden.

Mit Hilfe des Trockenmittels Silica Gel kann Saatgut auf einen niedrigen Feuchtegehalt gebracht werden. McCormack (2004) empfiehlt, das zu trocknende Saatgut in einer Tüte abzu-

wiegen und mit einer gleich schweren Menge Silica Gel in einem luftdichten Gefäß für sieben Tage aufzubewahren. Das Gefäß sollte dabei so klein wie möglich sein. Das Saatgut sollte in einer Papiertüte zum Silica Gel gestellt werden, weil es durch direkte Berührung mit Silica Gel geschädigt wird. Mit dieser Methode lässt sich Saatgut, das 12 % Feuchtigkeit enthält, bei kleinen Samen auf ungefähr 5 % und bei großen Samen auf ca. 7 % trocknen. Nach der Trocknung wird das Saatgut in einem luftdichten Gefäß ohne Silica Gel verwahrt.

Als Saatgutlager sollte ein Raum mit Temperaturen möglichst unter 10 °C gewählt werden, in dem keine kurzfristigen Temperaturschwankungen auftreten (Heisting 2010). Weiterhin sollte das Saatgut dunkel gelagert werden.

Literaturliste

- Arche Noah 2014: Leitfaden für Erhalterinnen, https://www.arche-noah.at/files/archenoah_erhalterleitfaden_2014.pdf (verifiziert am 30. 9. 2014)
- Arndorfer, Michaela; Luf, Florian 2014: Samen unter die Lupe nehmen. Arche Noah Magazin 4/2014, S. 16-17
- Bingenheim 2014: <http://www.bingenheimersaatgut.de/content/de/Saatgutlagerung.html> (verifiziert am 30. 9. 2014)
- Heistinger, Andrea (Hrsg.) unter Mitarb. v. Arche Noah u. Pro Specie Rara 2010: Handbuch Samengärtnerei. Sorten erhalten. Vielfalt vermehren. Gemüse genießen; 2. Auflage
- ISTA 2012: International Seed Testing Association (ISTA) (Hrsg.) Internationale Vorschriften für die Prüfung von Saatgut 2012, ISBN 978-3-906549-71-2; Kapitel 5: Bestimmung der Keimfähigkeit, Tab. 5A Teil 1 Saatgut von landwirtschaftlichen Arten und Gemüsearten
- Jahn, Marga; Koch, Eckehard; Blum, Marga; Nega, Eva; Wilbois, Klaus-Peter 2007: Leitfaden Saatgutgesundheit im ökologischen Landbau – Gemüsekulturen. Forschungsinstitut für biologischen Landbau e.V., FiBL Deutschland e. V., Frankfurt am Main
<http://orgprints.org/11675/> (verifiziert am 30. 9. 2014)
- Karrfalt, Robert P. 2008: Seed Testing (S. 98 – 105) In: Bonner, Franklin T. and Karrfalt Robert P. (eds.) The Woody Plant Seed Manual. USDA Forest Service Agriculture Handbook 727.
- Lampeter, Wilhelm 1988: Saat- und Pflanzgutproduktion; 3., unveränd. Aufl., Berlin: Dt. Landwirtschaftsverlag
- Mahla, Julius 1950: Gärtnerische Samenkunde. Gartenverlag, Berlin-Kleinmachnow
- McCormack, Jeffrey H. 2004: Seed processing and storage. Principles and practices of seed harvesting, processing, and storage: an organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S., Version 1.3 December 28, 2004,
http://www.carolinafarmstewards.org/wp-content/uploads/2012/05/SeedProcessingandStorageVer_1pt3.pdf (verifiziert am 30. 9. 2014)
- Niesel-Lessenthin, Berto 1983: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 10. Auflage
- Probenehmer Richtlinie 2014: Arbeitsgemeinschaft der Anerkennungsstellen für landwirtschaftliches Saat- und Pflanzgut; Probenehmer Richtlinie. Probenahme, Kennzeichnung und Verschließung von Saatgut, Jena/Wünsdorf März 2014
<http://lelf.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.337644.de> (verifiziert am 7. 3. 2015)
- Saatgutverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. Februar 2006 (BGBl. I S. 344), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 6. Januar 2014 (BGBl. I S. 26) geändert worden ist
- Suanjak, Michael 2010: den Samen Dampf machen... Arche Noah Magazin 3/2010, S. 16-17.
- Verordnung über den Verkehr mit Saatgut landwirtschaftlicher Arten und von Gemüsearten (Saatgutverordnung) vom 8. 11. 2012
- Verordnung über den Verkehr mit Saatgut landwirtschaftlicher Arten und von Gemüsearten (Saatgutverordnung); Anlage 3 SaatgutV – Anforderungen an die Beschaffenheit des Saatgutes; https://www.jurion.de/Gesetze/SaatgutV/Anlage_3 (verifiziert am 30. 9. 2014)

Anhang 1:

Auszug aus der Verordnung über den Verkehr mit Saatgut landwirtschaftlicher Arten und von Gemüsearten (Saatgutverordnung); Anlage 3 SaatgutV – Anforderungen an die Beschaffenheit des Saatgutes

7 Gemüse						
7.1 Reinheit, Keimfähigkeit und Gehalt an Feuchtigkeit						
	Art	Mindest-keimfähigkeit ¹⁾	Höchstgehalt an Feuchtigkeit ²⁾	Technische Mindestreinheit	Höchstbesatz mit anderen Pflanzenarten bezogen auf das Gewicht ³⁾	Sonstige Anforderungen
		(v.H. der reinen Körner oder Knäuel)	(v.H.)	(v.H. des Gewichts)	(v.H.)	
	1	2	3	4	5	6
7.1.1	Zwiebel, Schalotte	70	13	97	0,5	
7.1.1a	Winterheckenzwiebel	65		97	0,5	
7.1.2	Porree	65	13	97	0,5	
7.1.2a	Knoblauch	65		97	0,5	
7.1.2b	Schnittlauch	65		97	0,5	
7.1.3	Kerbel	70		96	1	
7.1.4	Sellerie	70	13	97	1	
7.1.5	Spargel	70	15	96	0,5	
7.1.6	Mangold	70		97	0,5	
7.1.7	Rote Rübe	70	15	97	0,5	⁴⁾
7.1.8	Kohlrabi, Grünkohl, Brokkoli, Weißkohl, Rotkohl, Wirsing, Rosenkohl, Chinakohl	75	10	97	1	
7.1.9	Blumenkohl	70	10	97	1	
7.1.10	Herbstrübe, Mairübe	80	10	97	1	
7.1.11	Paprika, Chili	65	13	97	0,5	
7.1.12	Endivie	65	13	95	1	
7.1.13	Chicorée, Blattzichorie	65		95	1,5	
7.1.13a	Wurzelzichorie, Industriezichorie	80		97	1	
7.1.14	Wassermelone, Melone	75		98	0,1	
7.1.15	Gurke	80	13	98	0,1	
7.1.16	Riesenkürbis	80		98	0,1	
7.1.17	Gartenkürbis, Ölkürbis, Zucchini	75	13	98	0,1	
7.1.18	Artischocke, Cardy	65		96	0,5	
7.1.19	Möhre	65	13	95	1	⁵⁾
7.1.20	Fenchel	70		96	1	
7.1.21	Salat	75	13	95	0,5	
7.1.22	Tomate	75	13	97	0,5	

7.1.23	Petersilie	65	13	97	1	
7.1.24	Prunkbohne	80	15	98	0,1	
7.1.25	Buschbohne, Stangenbohne	75	15	98	0,1	
7.1.26	Erbse (außer Futtererbse)	80	15	98	0,1	6)
7.1.27	Rettich, Radieschen	70	10	97	1	
7.1.27a	Rhabarber	70		97	0,5	
7.1.28	Schwarzwurzel	70	13	95	1	
7.1.29	Aubergine	65		96	0,5	
7.1.30	Spinat	75	13	97	1	
7.1.31	Feldsalat	65	13	95	1	
7.1.32	Dicke Bohne	80	15	98	0,1	
7.1.33	Zuckermals, Puffmais	85 ⁷⁾		98	0,1	

- 1) Bei Prunkbohne, Buschbohne, Stangenbohne, Erbse und Dicker Bohne gelten frische und gesunde, nach Vorbehandlung nicht gekeimte Körner als gekeimt; bei Prunkbohne, Buschbohne, Stangenbohne und Dicker Bohne gilt ein Höchstanteil von 5 v.H. an hartschaligen Körnern als keimfähige Körner.
- 2) Der Gehalt an Feuchtigkeit wird nur geprüft, wenn sich bei der Probenahme oder bei der Beschaffenheitsprüfung der Verdacht ergibt, dass der Höchstwert überschritten ist.
- 3) Die Anforderungen an den Höchstbesatz mit Samen anderer Pflanzenarten müssen nur in Bezug auf solche Arten erfüllt sein, die sich an samendiagnostischen Merkmalen eindeutig von dem zu untersuchenden Saatgut unterscheiden lassen. Der Besatz mit anderen Sorten derselben Art darf, soweit es an äußerlich erkennbaren Merkmalen des Saatgutes feststellbar ist, den in Spalte 5 jeweils angegebenen Höchstwert nicht überschreiten. Ergibt sich bei der Beschaffenheitsprüfung ein Verdacht auf Besatz mit Körnern anderer Sorten derselben Art, kann diese Feststellung auch anhand weiterer Merkmale erfolgen.
- 4) Bei Monogermersaatgut müssen mindestens 90 v.H., bei Präzisionssaatgut mindestens 70 v.H. der gekeimten Knäuel nur einen Keimling enthalten; Knäuel mit drei und mehr Keimlingen dürfen höchstens zu 5 v.H. der gekeimten Knäuel vorhanden sein.
- 5) Das Saatgut darf keinen Besatz mit Seide aufweisen; die zahlenmäßige Bestimmung wird durchgeführt, wenn sich bei der Beschaffenheitsprüfung der Verdacht auf Besatz ergibt.
- 6) Innerhalb des Besatzes nach Spalte 5 darf kein Besatz mit Futtererbse vorhanden sein.
- 7) Für Sorten von Zuckermals "super sweet" beträgt die Mindestkeimfähigkeit 80 v. H. der reinen Körner.

7.2	Gesundheitszustand
7.2.1	Das Saatgut darf nicht von lebenden Schadinsekten oder lebenden Milben befallen sein, wenn sich bei der Beschaffenheitsprüfung der Verdacht eines Befalls ergibt.
7.2.2	Das Saatgut darf nicht von parasitischen Pilzen oder von parasitischen Bakterien in größerem Ausmaß befallen sein, wenn sich bei der Beschaffenheitsprüfung der Verdacht eines Befalls ergibt.