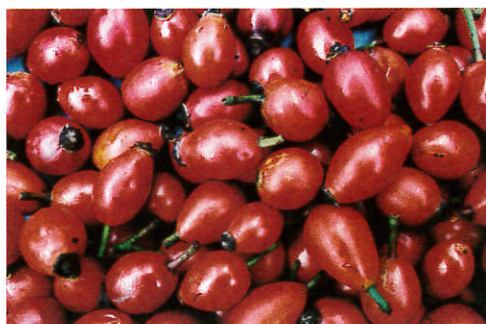




Landesanstalt für Ökologie,
Bodenordnung und Forsten /
Landesamt für Agrarordnung
Nordrhein-Westfalen (LÖBF)



Lagerung und Vorbehandlung von Saatgut wichtiger Baum- und Straucharten

Johannes Schubert

Eberswalde-Finow



Johannes Schubert

**Lagerung
und Vorbehandlung
von Saatgut
wichtiger
Baum- und
Straucharten**

Eberswalde-Finow

Inhaltsverzeichnis

TEIL 1 LAGERUNG VON GEHÖLZSAATGUT	4
1 Allgemeiner Teil	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Grundsätze und Einflußfaktoren langfristiger Saatgutlagerung	5
1.2.1 Grundsätze	5
1.2.2 Einfluß der Vorgeschichte des Saatgutes	5
1.2.3 Einflußfaktoren der Saatgutlagerung	8
1.3 Beeinflussung des Genoms durch langfristige Saatgutlagerung	14
1.3.1 Natürliche Selektion auf Langlebigkeit der Samen	14
1.3.2 Genetische Veränderungen bei Nichtgehölzen	14
1.3.3 Genetische Veränderungen bei Gehölzen	16
1.3.4 Einengung der genetischen Vielfalt	19
1.4 Beurteilung und Einschätzung der Lagerfähigkeit von Saatgutpartien	20
1.4.1 Keimversuch	20
1.4.2 Keimlingsentwicklung	21
1.4.3 Biochemische Tests	22
1.4.4 Streß-Tests	22
1.4.5 Physikalische Meßtests	23
1.4.6 Beschleunigtes Altern	24
1.4.7 Vorhersage der Lagerfähigkeit	24
2 SPEZIELLER TEIL	26
2.1 Erläuterungen	26
2.2 Nadelbaumsamen	26
2.2.1 ABIES spp.	26
2.2.2 LARIX spp.	29
2.2.3 PICEA ssp.	31
2.2.4 PINUS spp.	36
2.2.5 PSEUDOTSUGA menziesii	44
2.3 Sonstige Arten	45
2.3.1 Zusammenfassende Wertung	46
2.4 Laubbaumsamen	47
2.4.1 ACACIA spp.	47
2.4.2 ACER spp.	47
2.4.3 AESCULUS hippocastanum	49
2.4.4 ALNUS spp.	49
2.4.5 BETULA spp.	50
2.4.6 CARPINUS betulus	51
2.4.7 CARYA spp. und JUGLANS spp.	52
2.4.8 EUCALYPTUS spp.	52
2.4.9 FAGUS silvatica	52
2.4.10 FRAXINUS spp.	55
2.4.11 Obstbaumarten	55

2.4.12 POPULUS spp. und SALIX spp.	56
2.4.13 QUERCUS spp.	58
2.4.14 ROBINIA pseudoacacia u. a. LEGUMINOSEN	62
2.4.15 SORBUS spp.	62
2.4.16 TILIA spp.	62
2.4.17 ULMUS spp.	63
2.4.18 Zusammenfassende Wertung	64
3 LITERATURVERZEICHNIS (TEIL 1: LAGERUNG VON SAATGUT)	66
TEIL 2 VORBEHANDLUNG VON GEHÖLZSAATGUT	85
4 EINLEITUNG	86
5 KEIMUNGSPHYSIOLOGISCHES VERHALTEN UND VORBEHANDLUNGSMETHODEN	86
5.1 Keimung	86
5.2 Keimungstypen	88
5.2.1 Exogene Dormanz	88
5.2.2 Endogene Dormanz	89
5.2.3 Kombinierte Dormanz	91
5.3 Vorbehandlungsmethoden	91
5.3.1 Skarifikation	92
5.3.2 Vorquellen (Vq)	94
5.3.3 Partienspezifische Keimungsstimulierung (PKS)	94
5.3.4 Modifiziertes Vorquellen (MVq)	95
5.3.5 Kaltnaßbehandlung (KN)	95
5.3.6 Warmnaßbehandlung	96
5.3.7 Hormonbehandlung	97
6 ARTSPEZIFISCHE SAATGUTVORBEHANDLUNG FÜR DIE AUSSAAT	97
6.1 Vorbemerkungen	97
6.2 Empfohlene Saatgutvorbehandlung – Verzeichnis der Gattungen Seitenzahlen der Tabelle	99
6.3 Empfohlene Saatgutvorbehandlung - Tabellarische Übersicht der einzelnen Spezies	101
6.4 Abkürzungsverzeichnis	153
7 LITERATURVERZEICHNIS (TEIL 2: VORBEHANDLUNG VON SAATGUT)	154
DANKSAGUNG	184

Teil 1

Lagerung

von

Gehölzsaatgut

1 Allgemeiner Teil

1.1 Einleitung

Erwiesenermaßen zunehmende Waldschäden und die begründete Sorge um die Erhaltung der genetischen Vielfalt unserer Wälder (z. B. gingen an extreme Klimabedingungen in den Kammlagen des Erzgebirges angepasste Populationen durch Schadstoffimmissionen bereits verloren) haben in letzter Zeit verstärktes Interesse auf Möglichkeiten langfristiger Saatgutlagerung gelenkt.

So werden in der Entschließung des Bundesrates über Maßnahmen zur Erhaltung der genetischen Vielfalt der Waldbaumarten (Drucksache 573/84) vom 13. 2. 1985 nach der Erfassung und Beerntung zugelassener Saatgutbestände gleich an zweiter Stelle „die Erfassung und soweit erforderlich Erweiterung der Kapazitäten zur Saatguteinlagerung sowie Intensivierung der Forschung zur Verbesserung der Aufbewahrungsmethoden“ gefordert.

In der vorliegenden Arbeit sollen Erkenntnisse und Erfahrungen des Autors über Erfordernisse der Forstsaatgutlagerung als Grundlage einer darauf aufbauenden Forschungskonzeption dargelegt werden.

1.2 Grundsätze und Einflußfaktoren langfristiger Saatgutlagerung

1.2.1 Grundsätze

Zwei Gesichtspunkte bestimmen den Erfolg der Saatgutlagerung:

- das Saatgut muß anatomisch vollständig ausgebildet sein und
- physiologisch über eine hohe Keimpotenz verfügen.

Diese Voraussetzungen sind von der Vorgeschichte des Saatgutes vor seiner Einlagerung abhängig.

Während der Lagerung sind alle Entwicklungsreize von den Samen weitgehend fernzuhalten. Das erfordert Kenntnisse über die spezifische Wirkung der Einflußfaktoren bei der Lagerung.

1.2.2 Einfluß der Vorgeschichte des Saatgutes

1.2.2.1 *Behandlung des Mutterbestandes*

In Vollerntejahren werden Samen höherer Keimkraft und Keimpotenz erzeugt als in Jahren mit mittlerer und geringer Erntemöglichkeit.

Im Gebiet der ehemaligen DDR ließ sich z. B. bei Fichte über eine 13jährige Lagerung (Dauer zwischen 2 Vollerntejahren) die Keimkraft bei 95 bis 98% erhalten, während frisch geerntetes Saatgut aus den alle drei Jahren möglichen Zwischenernten von vornherein eine geringere Qualität von meist unter 90% Keimkraft aufwies.

Vollsamensjahre sind geprägt durch die Witterungsabläufe während der Ausbildung der Blütenknospen-Anlagen (im Vorjahr), während des Blühens, der Bestäubung und Reifung sowie durch den physiologischen Zustand des Mutterbaumes.

Besonders bei schwersamigen Baumarten sind „Erschöpfungserscheinungen“ durch geringe Holzbildung in Vollmastjahren bekannt. Dennoch sind bei guten Ernährungsbedingungen zwei Mastjahre in Folge, z. B. bei Rotbuche, zu beobachten.

Streßbedingungen für den Mutterbestand können Quantität und Qualität der Samenernte beeinträchtigen, wie dies für immissionsbeeinflusste Fichtenbestände im Erzgebirge nachgewiesen wurde. Vieljährig geharzte Kiefern (*Pinus roxburghii*) brachten im Vergleich zu ungeharzten Kiefern Samen von nur wenig geringerer Keimkraft, jedoch deutlich geminderter Lagerfähigkeit hervor (CHOSH und THAPLIYAL 1982).

Bekanntlich lassen sich Fruktifikation und Samenqualität durch frühzeitiges Auflichten und Kronenpflege sowie durch Düngemaßnahmen in Saatgutbeständen und Samenplantagen verbessern. Düngung ist besonders unter Streß- und ungünstigen Ernährungsbedingungen effektiv.

Bei Nichtgehölzen führte Stickstoffdüngung der Mutterpflanzen zu erhöhtem Proteingehalt und vermindertem Lipidgehalt der Samen. Diese Samen widerstanden Alterungsbedingungen besser als Samen von unbehandelten Pflanzen (PERL 1988).

Entsprechende Untersuchungen an Forstsaatgut sind zwar nicht bekannt, dennoch kann man damit rechnen, daß alle Maßnahmen zur Verbesserung der Fruktifikation des Mutterbestandes mit einer Verbesserung der Lagerfähigkeit des Saatgutes einhergehen.

1.2.2.2 Samenreife

Für die langfristige Lagerung ist nur vollreif geerntetes Saatgut geeignet, wie dies durch Untersuchungen von BOYDAK (1984) für Kiefer und Schwarzkiefer bestätigt wurde.

Voller Reifegrad liegt vor, wenn alle Samenbestandteile ihre spezifische Farbe, Form und Festigkeit erreicht haben, die Nährstoffleitungen zum Mutterbaum unterbrochen und die Trocknung der Früchte entsprechend fortgeschritten ist. In der DDR galten für die Ernte folgende mittels tragbarer Schnellfeuchtebestimmer ermittelte, maximal zulässige Erntewassergehalte (Frischmassebasis):

Für Früchte von:	
<i>Fraxinus excelsior</i>	55%
<i>Tilia platyphyllos</i>	50%
<i>Tilia cordata</i>	45%
<i>Carpinus betulus</i>	20%
Für Zapfen von	
<i>Abies spec.</i>	60%
<i>Pseudotsuga menziesii</i> und <i>Pinus strobus</i>	50%
<i>Picea abies</i> , <i>Pinus sylvestris</i> und <i>Larix spec.</i>	40%

Die bei oben genannten Laubbaumarten wegen des guten Auflaufferfolges bevorzugten Frühernten waren nur zur sofortigen Aussaat bestimmt.

Nadelholzsamen verfügen über ein Nachreifevermögen in den Zapfen. Douglasien- und Fichtenzapfen sollten nicht vor dem 1. Dezember, Kiefernzapfen nicht vor dem 1. Januar geerntet werden, besonders dann, wenn das Saatgut zur langfristigen Lagerung vorgesehen ist. Dagegen sind Lärchenzapfen wegen der besseren Klengbarkeit bald nach der Anlieferung in der Darre zu klengen.

1.2.2.3 Behandlung des Erntegutes

Die meisten Samenschäden entstehen durch nicht sorgsame Behandlung des Erntegutes. Hauptursache für die Beeinträchtigung der Lagerfähigkeit des Saatgutes ist zu feuchte Zwischenlagerung.

Das täglich anzuliefernde Erntegut muß entsprechend seinem Wassergehalt flach gelagert und gewendet werden. Nach Selbsterwärmung und Schimmelbildung ist keine für die Lagerung geeignete Saatgutqualität zu erwarten.

Insbesondere Abieszapfen mit ihrem hohen Erntewassergehalt müssen für die Lagerung und Nachreife der Samen trocken, rein und pilzfrei sein (LEADEM 1982). Zur Vermeidung von Frostschäden sind die Zapfen möglichst umgehend zu trocknen (TANAKA 1982).

Früh geerntete Zapfen von *Picea glauca* brachten nach einer 12wöchigen Lagerung bei 5°C und hoher Feuchte nachgereifte und bereits stratifizierte Samen hervor (WINSTON und HADDON 1981). Nach 2jähriger Lagerung waren Keimkraft und Stratifikationseffekt dieser Samen erhalten geblieben. Eine zusätzliche Stratifikation der gelagerten Samen während 21 Tagen bei 5 °C reduzierte die Keimkraft partienbedingt sehr unterschiedlich (HADDON und WINSTON 1982).

Bei einigen Arten können die Samen mehrere Jahre in den Zapfen am Baum verbleiben, wobei Samenertrag und Keimkraft mit der Zeit sinken.

Deshalb sollten bei *Pinus banksiana* und *Picea mariana* nur bis zu 6 Jahre alte Zapfen geerntet werden. Bei den Fichtenzapfen sank mit steigendem Alter ihr Samengehalt und zwar in Beständen auf Torfböden langsamer gegenüber den Beständen auf den trockeneren Mineralböden (BAKER 1982, HAAVISTO 1982).

Die amtliche Forstsaatgutprüfstelle der DDR in Eberswalde stellte mit zunehmendem Zapfenwassergehalt bei Anlieferung in der Darre sinkende Keimkraft des erzeugten Saatgutes fest. Deshalb wurde die obligatorische Wassergehaltsbestimmung des Erntegutes bei Anlieferung in der Darre eingeführt und die Korrektur des Liefergewichtes nach Sollwerten (Douglasien und Weymouthskiefern 45 %, Fichten 35 %, Kiefern 30 % und Lärchen 25 % Früchtewassergehalt) vorgenommen.

Mit der Trocknung des Erntegutes sinkt seine Atmungsaktivität und damit die Gefahr von Schäden durch Sauerstoffmangel, Selbsterhitzung, Schimmelbildung, vorzeitigen Verbrauch von Reservestoffen und Störung des Ruhezustandes der Samen.

Bei erhöhter relativer Luftfeuchte nehmen trockene Früchte bis zur Gleichgewichtsfeuchte Wasser auf. Geschlossene, belüftbare Räume sind deshalb zu bevorzugen. Ferner ist zu be-

achten, daß insbesondere Nadelholzsamen sehr druckempfindlich sind. Zapfenquetschungen und das Treten auf noch nicht getrocknete Zapfen und Früchte ist zu vermeiden.

1.2.2.4 Saatgutaufbereitung

Bei Einsatz moderner Darrtechnik und von erfahrenem Darrpersonal sind Minderungen der Saatgutqualität durch die Saatgutaufbereitung weitgehend auszuschließen.

Nach Untersuchungen von HUURI (1966) in Finnland haben Fichtenzapfen eine weitaus geringere Lagerfähigkeit als Kiefernzapfen. Sie sollten während der Wintermonate gedarrt sein, um Keimkraftverlusten vorzubeugen.

Im Allgemeinen ist die Lagerfähigkeit der Samen in den Zapfen umso größer, je vollständiger die Zapfen gereift sind, je trockener die Zapfen eingebracht werden und je kühler und konstanter die Lagertemperaturen sind.

Überhitzungsschäden beim Darren dürften bei der gemeinhin gegebenen Regel- und Meßtechnik nicht mehr auftreten. Sie lassen sich im Keimversuch nachweisen. Hitzebeschädigte Samen sind empfindlich gegen ein hohes Feuchteangebot.

Aufbereitungsschäden sind am ehesten durch die Art der Entflügelung, besonders bei dünnchaligerem Saatgut oder bei unbeobachtet gebliebenen Maschinendefekten zu erwarten. Dünnschalige Samen treten innerhalb einer Samenart nur bei kühler Sommer- und Herbstwitterung auf, nicht aber in Vollerntejahren. Maschinenbedingte Samenschädigungen sind durch die Saatgutprüfung erkennbar und im direkten Kontakt mit der Darre abzustellen. Nach MOORE (1963) sind mechanische Verletzungen und natürliche Druckbeschädigungen häufig die zwei verbreitetsten Vorbedingungen für eine Degeneration bestimmter Gewebe während der Lagerung.

Mit Hilfe moderner Verfahren der Saatgutreinigung wird eine Verbesserung der Saatgutqualität durch Heraussortieren von hohlen und unterentwickelten, beschädigten und von Insekten befallenen Samen erreicht.

1.2.3 Einflußfaktoren der Saatgutlagerung

Durch eine artspezifisch günstige Gestaltung der Lagerungsbedingungen läßt sich die natürliche Lebensdauer der Samen wesentlich verlängern. Einfluß haben insbesondere der Samenwassergehalt, die Lagerungstemperatur und die die Samen umgebende Atmosphäre.

Bereits HAACK (1909) hatte bei seinen Lagerungsversuchen mit Kiefern Samen bei variiertem Samenfeuchte und Temperatur anhand von Atmungsuntersuchungen erkannt, daß die Samen einer Saatgutpartie ihre Keimkraft individuell verschieden schnell verlieren und daß es bei der Samenlagerung darauf ankommt, die Lebenstätigkeit und Atmung auf ein Minimum herabzudrücken. Alle äußeren Reize, die Atmung und Lebensregung in Richtung Keimung mobil machen, sind von den Samen fernzuhalten.

Die Samen sind demnach trocken „alsbald nach dem Darren und trockenen Entflügeln“ luftdicht verschlossen einzulagern, möglichst gleichmäßig kühl.

Mit diesen frühen Erkenntnissen hatte HAACK die für die Lebensdauer der Samen entscheidenden Einflußfaktoren dargelegt.

Die späteren Untersuchungen anderer Autoren brachten als wesentliche Erkenntnis, daß bestimmte Samenarten unterschiedliche Lagerungsbedingungen für eine möglichst lange Erhaltung der Lebensfähigkeit erfordern und daß zwischen den Einflußfaktoren der Lagerung Wechselwirkungen bestehen.

1.2.3.1 Samenfeuchte

Der Wassergehalt der Samen ist für die Erhaltung ihrer Lebensfähigkeit von vorrangiger Bedeutung. Nach der Trocknungsfähigkeit der Samen für die Lagerung lassen sich auf Vorschlag von ROBERTS (1973) unterscheiden:

- Orthodoxe Samen

Sie lassen sich bei niedriger Samenfeuchte viele Jahre lebensfähig erhalten. Sie sind entweder für die Aufbereitung und Lagerung zu trocknen, wie die Samen der zapfentragenden Nadelbaumarten und der Laubbäume und Sträucher der Gattungen *Acacia*, im Herbst reifender *Acer*, *Ailantus*, *Alnus*, *Amorpha*, *Betula*, *Carpinus*, *Caragana*, *Carya*, *Cytisus*, *Eucalyptus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Gleditsia*, *Laburnum*, *Liriodendron*, *Platanus*, *Populus*, *Rhododendron*, *Rhus*, *Robinia*, *Salix*, *Syringa*, *Tilia* und *Ulmus*.

Im Falle von fleischigen Früchten sind diese zu mazerieren, die Samen zu reinigen und für die Lagerung zu trocknen, wie die Samen der beerentragenden Nadelbäume und der Laubbäume und Sträucher der Gattungen *Amelanchier*, *Berberis*, *Celtis*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Eleagnus*, *Ginkgo*, *Hippophae*, *Malus*, *Morus*, *Prunus*, *Pyrus*, *Rhamnus*, *Ribes*, *Rosa*, *Rubus*, *Sorbus*, *Symphoricarpos* und *Viburnum*.

- Rekalzitranze Samen

Sie lassen sich nur sehr eingeschränkt trocknen und dementsprechend kurzfristiger lagern als Samen von im Frühjahr reifendem *Acer* (z. B. *A. saccharinum*, *A. rubrum*), *Aesculus*, *Castanea*, *Corylus*, *Euonymus*, *Juglans*, *Quercus*.

Für orthodoxe Samen ist nach Erreichen ihrer vollen Reife nach der Ernte die Verminderung ihres Wassergehaltes die wichtigste Voraussetzung für eine lange Lebensdauer.

Es besteht ein negativer korrelativer Zusammenhang zwischen Samenwassergehalt und Lebensdauer in bestimmten Grenzen:

Hoher Wassergehalt verkürzt, niedriger verlängert die Lagerfähigkeit der Samen. Zum Beispiel blieb die Keimfähigkeit von Lärchensamen bei 6 % Wassergehalt wenigstens 7, bei 10,7% nur 3 Jahre erhalten (KJAER, 1950).

Nach VON SCHÖNBORN (1964) lassen sich die Samen bzw. Früchte von Kiefer, Fichte, Lärche, Douglasie, Birke und Erle restlos, jene von Weymouthskiefer, Tanne und Rotbuche in starkem Maße, jedoch nicht vollständig ohne Beeinträchtigung ihrer Lebensfähigkeit trocknen. Diese Aussage stützt sich auf Keimversuche, die bald nach der Trocknung ohne längere Zwischenlagerung der Samen angestellt worden waren. VLASE, VOINESOU und CIOLAN stellten jedoch bei 5jährigen Lagerungsversuchen mit Fichtensamen verschiedenen Wassergehaltes fest, daß die Reduzierung des Wassergehaltes bis auf 2% mit Hilfe von Silikatgel die