

# Das Lagerungsverhalten von „ultra dry“ Weizensaatgut

Q. YANG und M. KRUSE

## Zusammenfassung

Durch Trocknung mit Silka Gel in geschlossenen Behältern bei Raumtemperatur wurde Weizensaatgut (*Triticum aestivum*) auf Samenfeuchtigkeitsgehalte (SFG) im Bereich von 0,28 bis 7,5% eingestellt. Dieses Saatgut wurde dann bis zu 6 Monate lang bei 50 °C gelagert. Die anschließenden Keimfähigkeitsbestimmungen und Triebkraftprüfungen zeigten für die Samen mit SFG zwischen 1 und 3% die beste Lagerungsfähigkeit. Eine Reduzierung des SFG auf Werte unterhalb von 1% zeigte eher eine schädliche Beeinflussung der Lagerungsfähigkeit. Diese Samen zeigten jedoch immer noch eine hohe Keimfähigkeit nach einer kontrollierten Alterungsprüfung und sind damit immer noch stressstabil. Die Ergebnisse zeigen, dass nach „ultra-dry seed storage“ die Keimfähigkeit und Triebkraft sehr gut erhalten werden können.

## Abstract

Wheat seeds (*Triticum aestivum*) with seed moisture contents (MC) between 0.28 and 7.5% were obtained by using silica gel in a sealed container under room temperature. This seed was then stored for up to 6 month at 50 °C. The following germination and vigour tests showed the best storability for the seeds with MC between 1 and 3%. A reduction of MC below 1% showed a harmful effect upon storability. These ultra-dry seeds showed a great stress tolerance in a controlled deterioration test. These results indicated the potential of ultra-dry seed storage to keep high germination and seed vigour.

## Einleitung

Die „ultra-dry seed storage“ ist eine Saatgutlagerungsmethode, bei der Saatgutproben mit sehr niedrigen Feuchtigkeitsgehalten sogar bei relativ warmen Lagerungsbedingungen schonend und ohne erheblichen Keimfähigkeitsverlust

gelagert werden können. Die Vorteile sind: Eine hohe Keimfähigkeit; Energie-sparend im Vergleich zu der Lagerung bei Tiefgefrierung; Gesunderhaltung des Saatgutes (ELLIS et al. 1996). Aber „ultra dry“ ist nicht gleich „over dry“. Unter zu trockenen Lagerungsbedingungen wird die Lebensfähigkeit des Saatgutes geschädigt. Der Schlüsselpunkt ist, den optimalen Feuchtigkeitsgehalt des Saatgutes für die „ultra-dry“ Saatgutlagerung herauszufinden. In Hinsicht auf die langfristige Aufbewahrung wertvoller Saatgutproben in einer Genbank ist „ultra-dry seed storage“ ein aktuelles Thema mit praktischer Relevanz. Um die Frage,

wie trocken Samen für jegliche Art der Saatgutlagerung mindestens sein müssen und höchsten sein dürfen, zu beantworten, wurde das Lagerungsverhalten von Weizensaatgut mit unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalten unter warmen Bedingungen untersucht. Dabei wurden Weizenproben auf Samenfeuchtigkeitsgehalte von <1% bis ca. 7,5% getrocknet und 6 Monate bei 50 °C gelagert. Anschließend wurden die Keimfähigkeit, die Sprosslänge, die Frischmasse des Sprosses, sowie die Trockenmasse des Sprosses und der Keimwurzeln bestimmt. Eine Sorptionsisotherme wurde ebenfalls erstellt, um den Gleichgewichtszustand

Tabelle 1: Weizensaatgutsmaterial

Sorte	Kulturart	Erntejahr	TKM	SFG	KF <sub>0</sub>	L	SGR
Tomi	Winterweizen	2005	46,40	10,22	95,50	7,7	0,0136
Naturastor	Winterweizen	2006	43,80	9,10	98,75	12,0	0,0136
Triso	Sommerweizen	2006	39,39	12,35	93,50		

TKM: Tausendkornmasse in g, SFG: Samenfeuchtigkeitsgehalt in %, KF<sub>0</sub>: Anfangskeimfähigkeit in %, L: Sprosslänge nach 7 Tagen in cm, SGR: Trockenmasse des Sprosses und der Wurzel in g

Tabelle 2: Keimfähigkeiten (%) der 3 Weizenpartien mit unterschiedlichen Samenfeuchtigkeitsgehalten nach 2, 3, 5 und 6 Monaten Lagerung bei 50 °C (n.b. nicht bestimmt).

Probe	SFG (%)	vor der Lagerung	Keimfähigkeiten			
			nach 2 Monaten	nach 3 Monaten	nach 5 Monaten	nach 6 Monaten
Naturastor	0,23	92	92	n.b.	63	47
	0,58	91	89	n.b.	71	61
	1,24	92	92	90	94	91
	1,92	n.b.	87	82	89	98
	2,66	n.b.	88	89	87	95
	3,68	n.b.	86	90	87	63
	4,49	n.b.	76	67	4	0
	5,38	n.b.	22	0	0	0
	6,27	93	0	0	0	0
	6,27	93	0	0	0	0
Tomi	6,02a	91	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	6,02b	91	0	0	0	0
	1,42	n.b.	81	80	84	84
	2,23	n.b.	84	80	81	83
	2,84	n.b.	62	54	49	29
	3,73	n.b.	68	16	4	6
	3,88	n.b.	6	0	0	0
	4,57	n.b.	0	0	0	0
	6,62	n.b.	0	0	0	0
	6,61	n.b.	0	0	0	0
Triso	5,33	n.b.	80,5	8	0	n.b.
	6,07	n.b.	52	4	0	n.b.
	6,62	n.b.	24	3	0	n.b.
	7,57	n.b.	0	0	0	n.b.

**Autoren:** MSc. Qi YANG und Prof. Dr. Michael KRUSE, Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik, Fruwirthstraße 21, D-70599 STUTTGART, yangqi@uni-hohenheim.de

zwischen SFG und der relativen Luftfeuchtigkeit (r.H.) bei 20°C im niedrigen Samenfeuchtigkeitsgehaltsbereich zu beschreiben.

## Material und Methoden

Für die Versuche wurden zwei Winterweizen- und eine Sommerweizensorte ausgewählt (Tabelle 1).

Die Weizensaatgutproben wurden über Silka Gel (Trockenperle Orange) auf die unterschiedlichen Trocknungsniveaus getrocknet und anschließend in luftdichte Aluminiumfolientüten verschlossen bei einer konstanten Temperatur von 50 °C in einem Trockenschrank gelagert.

Die Keimprüfungen erfolgten nach den ISTA Vorschriften (ISTA 2005) mit 4 Wiederholungen je 25 Samen. Die Keimfähigkeitsprüfungen wurden 2, 3, 5, 6 Monate nach Beginn der Lagerung bei einer Temperatur von 50 °C durchgeführt.

Die Bestimmung des Samenfeuchtigkeitsgehaltes vor der Trocknung (SFG<sub>0</sub>) erfolgte nach den ISTA Vorschriften (ISTA 2005). Die Bestimmung des Samenfeuchtigkeitsgehaltes nach der Trocknung (SFG) wurde mit dem Gewicht der Proben vor der Trocknung (Gew<sub>0</sub>) und nach der Trocknung (Gew) nach der folgenden Formel berechnet:

$$SFG = \frac{Gew * Gew_0 * SFG_0}{100 * Gew + Gew_0}$$

SFG<sub>0</sub>: Samenfeuchtigkeitsgehalt vor der Trocknung  
SFG: Samenfeuchtigkeitsgehalt n. d. Trocknung  
Gew: Gewicht der Probe nach der Trocknung  
Gew<sub>0</sub>: Gewicht der Probe vor der Trocknung

Die Sprosslänge sowie die Trockenmasse des Sprosses und der Wurzeln 7 Tage alter Keimlinge wurden nach dem Handbook of Vigour Test Methods (HAMPTON und TE KRONY 1995) bestimmt.

Für die kontrollierte Alterung wurden die Samenfeuchtigkeitsgehalte der Weizenproben auf 18% eingestellt. Dann wurden die Proben luftdicht verschlossen und im Wasserbad mit 45 °C 24 Stunden lang gelagert. Die Menge an Wasser (M<sub>1</sub>), die zu einer Probe der Masse (M<sub>0</sub>) mit einem Samenfeuchtigkeitsgehalt (SFG<sub>0</sub>) zugefügt werden muss, um den Zielfeuchtigkeitsgehalt SFG<sub>1</sub> zu erhalten, wurde nach folgender Formel berechnet:

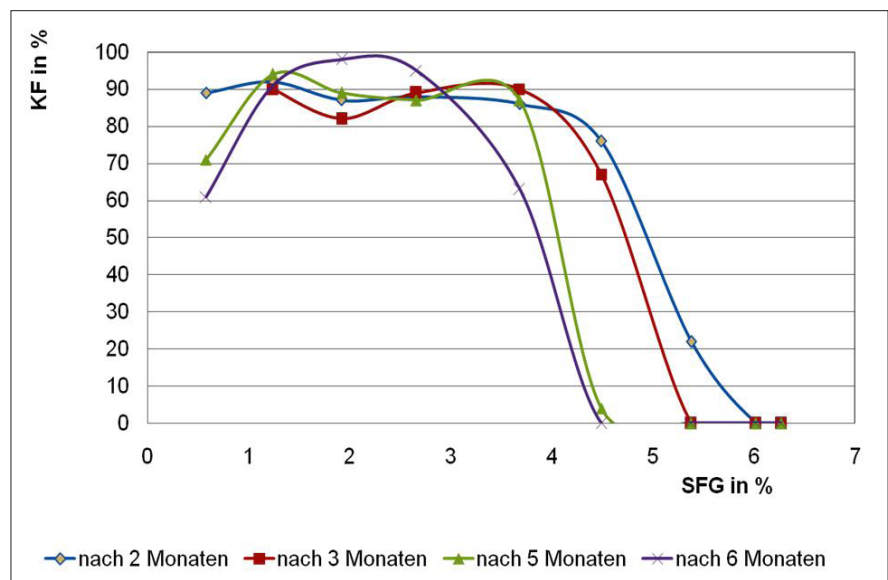


Abbildung 1: Keimfähigkeiten (KF) der Winterweizenprobe Naturastor nach Lagerung bei 50 °C in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer und dem Samenfeuchtigkeitsgehalt (SFG)

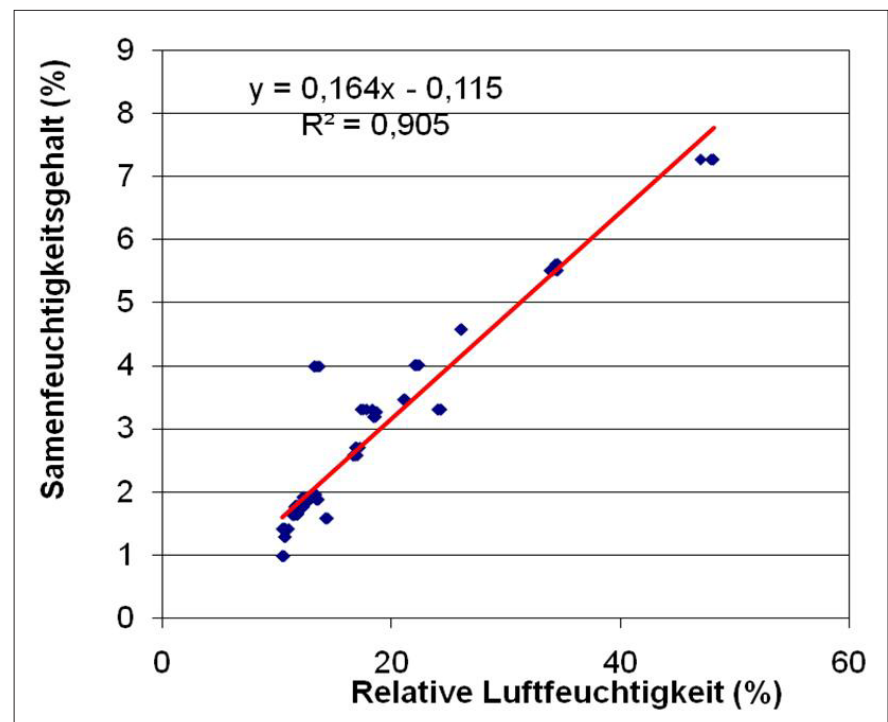


Abbildung 2: Sorptionsisotherme für die Winterweizenpartie Naturastor

$$M_1 = (SFG_1 - SFG_0) * M_0 / (100 - SFG_1)$$

M<sub>0</sub>: Anfangsmasse der Saatgutsprobe in g  
M<sub>1</sub>: Die Menge an Wasser, die zu der Saatgutsprobe zugefügt werden muss in g  
SFG<sub>0</sub>: Anfangssamenwassergehalt der Saatgutsprobe in %  
SFG<sub>1</sub>: Der erwartete Saatgutswassergehalt der Saatgutsprobe in %, hier ist SFG<sub>1</sub> = 18%

Die Ergebnisse der Keimprüfungen wurden mit einer Toleranztabelle nach den ISTA Vorschriften (ISTA 2005) auf signifikante Unterschiede geprüft. Die

Ergebnisse der Triebkraftbestimmungen wurden mit SAS (Statistical Analysis System, Version 9,13) mittels einfacher t-Tests auf signifikante Unterschiede geprüft.

Die relative Luftfeuchtigkeit (r.H.) wurde mit dem Messgerät Testo645 der Firma Testo und einem Einstechfühler in verschlossenen Aluminiumfolientüten mit Saatgut bestimmt.

**Tabelle 3: Die Ergebnisse der Triebkraftprüfungen (Sprosslänge 7 Tage alter Keimlinge (L) und Trockenmasse von Spross und Wurzel (SGR)) der beiden Winterweizenpartien mit verschiedenen Samenfeuchtigkeitsgehalten (SFG) nach der Lagerung**

Probe	SFG (%)	Vigour Test	„Seed Vigour Test“ nach			
			2 Monaten	3 Monaten	5 Monaten	6 Monaten
Naturastor	1,24	L (cm)	12,7	12,5	12,5	12,0
		SGR (g)	0,0118	0,0131	0,0110	0,0142
	1,92	L (cm)	12,6	12,8	12,9	12,2
		SGR (g)	0,014	0,0159	0,0119	0,0151
	2,66	L (cm)	11,2	11,8	11,6	11,6
		SGR (g)	0,0114	0,0127	0,0118	0,0147
Tomi	1,42	L (cm)	7,4	7,9	7,6	7,3
		SGR (g)	0,0110	0,0121	0,0121	0,0115
	2,23	L (cm)	7,2	8,0	7,7	6,9
		SGR (g)	0,0116	0,0124	0,0124	0,0113

L: Keimblattlänge in cm, SGR: Trockenmasse des Sprosses und der Keimwurzel in g

**Tabelle 4: Keimprüfung nach 24 Stunden Alterung**

Probe	SFG (%)	DKF (%)
neu 2-1	0,23	90,50
neu 2-8	0,58	95,50
Kontrolle	9,10	0

DKF: durchschnittl. Keimfähigkeit nach der Alterung

### Ergebnisse

In *Tabelle 2* sind die Keimfähigkeiten der Winterweizenproben für die jeweiligen Trocknungsniveaus vor und nach der Lagerung dargestellt. *Tabelle 3* zeigt nachfolgend die Ergebnisse der Triebkraftprüfungen. Bei Winterweizen gab es während der Lagerung bei 50 °C keinen signifikanten Keimfähigkeitsverlust bei Saatgut mit Samenfeuchtigkeitsgehalten zwischen 1 und 3%. Dies ist der Bereich der „ultra-dry“ Lagerung.

Nach 5 Monaten Lagerung gingen die Keimfähigkeiten der Proben mit 0,23 und 0,58% Samenfeuchtigkeitsgehalt signifikant zurück. Die Weizenproben mit Samenfeuchtigkeitsgehalten über 3% wiesen nach 6 Monaten Lagerung einen starken Keimfähigkeitsverlust auf. Dabei gilt: Je feuchter die Probe, desto größer der Verlust. Die Keimfähigkeiten der Sommerweizenproben, deren Samenfeuchtigkeitsgehalte nicht so niedrig lagen wie die der Winterweizenproben, sanken alle sehr rasch.

Nach ca. 3 Monaten Lagerung verloren die Saatgutsproben fast vorständig ihre Keimfähigkeiten, obwohl sich der SFG immer noch in dem für Saatgutlagerung in Genbanken zugelassenen Bereich befanden. Die Saatgutproben der Sorte Naturastor mit einem SFG von 0,23 und

0,58% zeigten nach der Lagerung und einer kontrollierten Alterung bei 18% SFG und 45 °C immer noch Keimfähigkeiten von 90,5 bzw. 95,5%, während die Probe mit 9,1% Samenfeuchtigkeitsgehalt nach der kontrollierten Alterung ihre Keimfähigkeit vollständig verloren hatte.

Wie *Abbildung 2* ließ sich mit einem Bestimmtheitsmaß von  $R^2 = 0,905$  der lineare Zusammenhang zwischen dem Samenfeuchtigkeitsgehalt und der relativen Luftfeuchtigkeit in dem untersuchten Bereich signifikant beschreiben.

Nach der Formel stehen die „ultra-dry“ Samenfeuchtigkeitsgehalte 1,24%, 1,92% und 2,66% mit jeweils 9,10%, 12,85% und 16,93% relativer Luftfeuchtigkeit im Gleichgewicht. Die zwei „over dry“ Saatgutproben mit Samenfeuchtigkeitsgehalten von 0,23% und 0,58% stehen demnach mit relativen Luftfeuchtigkeiten von 3,53% bzw. 5,46% im Gleichgewicht.

### Diskussion

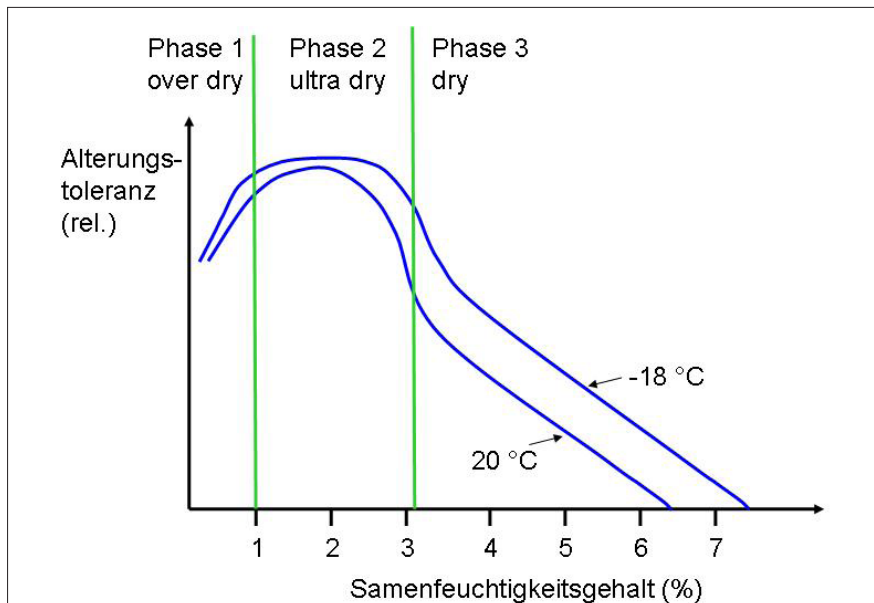
Nach der *Abbildung 3* lässt sich der Samenfeuchtigkeitsbereich von 0% bis 100% bei Weizen in drei Phasen unterteilen:

In Phase drei (SFG > 3%) wird die Beziehung zwischen dem Samenfeuchtigkeitsgehalt und dem Keimfähigkeitsverlust durch die Lebensfähigkeitsgleichung von Ellis und Roberts beschrieben (KRUSE 2000, FLYNN und TURNER 2004). In Phase zwei (SFG zwischen 1 und 3%) kann die Lebensfähigkeitsgleichung die Beziehung zwischen Samenfeuchtigkeitsgehalt und Keimfähigkeitsverlust nicht beschreiben. Der Keimfähigkeitsverlust ist gering und wird vom SFG und auch von der Temperatur nicht wesentlich beeinflusst. In diesem Bereich befindet sich das „ultra-dry“ Saatgut. In Phase eins (SFG < 1%) wird die Lebensfähigkeit des Weizensaatgutes wegen des zu starken Verlustes von starkgebundenem Wasser beeinträchtigt.

### Literatur

ELLIS, R.H., T.D. HONG, D. ASTLEY, A.E. PINNEGAR and H.L. KRAAK, 1996: Survival of dry and ultra-dry seeds of carrot, groundnut, lettuce, oilseed rape, and onion during five years hermetic storage at two temperatures. *Seed Science and Technology*.

FLYNN, S. and R.M. TURNER, 2004: Seed Viability Equation: Viability Utility. *Royal Botanic*



**Abbildung 3: Arbeitshypothese für die weiteren Arbeiten zur „ultra-dry“ Lagerung von Saatgut**

- Garden, Kew. <http://www.rbgekew.org.uk/SID/ViabilityEquation>, 08.01.2006.
- KRUSE, M., 2000: Anwendungen der Lebensfähigkeitsgleichung auf die Lagerung landwirtschaftlichen Saatguts. Arbeitstagung 2000 der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, Österreich, 21.-23. November 2000, BAL Gumpenstein, 33-36.
- HAMPTON, J.G. and D.M. TE KRONY, 1995: Handbook of Vigour Test Methods, The International Seed Testing Association, Bassersdorf, Schweiz.
- International Seed Testing Association, 2005: Seed Science and Technology, 27, Supplement. Zurich, Switzerland, 155-199, 271-273.