

Taifun Sojainfo

Fachinformationen für Sojaerzeuger und -verarbeiter

Landwirtschaftliches Zentrum
für Sojaanbau und Entwicklung

Lagerung von Sojabohnen

Die Herausforderung: Vermeidung von Schalenverletzungen

Mit Blick auf die Erhaltung der Keimfähigkeit gelten Sojabohnen als schlecht lagerfähig (Tabelle 1). Dies liegt vor allem daran, dass die Samenschale der Sojabohnen sehr empfindlich ist. Dabei gibt es Sortenunterschiede. Großkörnige Sorten mit hohem TKG wie die Tofusorte PRIMUS sind häufig empfindlicher als kleinkörnige Sorten wie z.B. MERLIN. Mechanische Belastungen in Verbindung mit geringer Kornfeuchte können leicht zu Schäden an Sojakörnern führen. Diese reichen von unsichtbaren Verletzungen der Samenschale (Mikrorisse) über sichtbare Risse, Abplatzen der Samenschale bis zum Bruch der Sojabohne. Abbildung 1 zeigt Sojabohnen mit deutlichen Rissen in der Samenschale. Als Folge der Verletzungen dringt Luft ins Sameninnere ein und führt zu Fettverderb und dem Verlust von Keimfähigkeit. Kritische Prozessschritte, bei denen Bruch und Schalenverletzungen entstehen können, sind Mähdrusch, Förderorgane, Fallhöhen und Trocknung.

Gute Sojalagerung beginnt also schon bei den vorgelagerten Prozessen, bei denen alles unternommen werden muss, um Schalenverletzungen zu vermeiden.

Tabelle 1: Lagerungsfähigkeit von Saatgut ausgewählter Kulturpflanzen (aus Kruse, 2008, gekürzt)

Lagerungs- Fähigkeit	Arten
Gut	Linse, Platterbse, Lein, Wicken, Ackerbohne
mittelmäßig	Erbsen, Weizen, Gerste, Roggen, Hafer, Mais, Raps
Schlecht	Sojabohne , Sonnenblume



Abbildung 1: Schalenrisse bei Sojabohnen



Schonend dreschen!

Nur ganze Sojabohnen frei von Schalenverletzungen sind gut lagerfähig. Daher beginnt eine erfolgreiche Lagerung von Soja schon beim Mähdrusch. Die Druschfeuchte sollte idealerweise bei 13 bis 16% liegen. Werden Sojabohnen zu trocken gedroschen, nimmt der Anteil von Bruch und Körnern mit Schalenverletzungen stark zu. Weitere Hinweise zum schonenden Drusch von Soja finden Sie auf der Website des Deutschen Sojaförderings (www.sojafoerderring.de). Besonders empfehlenswert ist der Film „Soja richtig dreschen“.

Angepasste Fördersysteme wählen!

Fördersysteme belasten Soja in unterschiedlicher Weise. Auch hier gilt: Je trockener die Soja, desto empfindlicher ist sie. Wenn der Einsatz von Förderschnecken unvermeidlich ist wie z.B. bei der Entleerung des Korntanks vom Mähdrusch, sollten diese nur unter Vollast und bei niedriger Drehzahl betrieben werden, um Bruch und Schalenverletzungen zu vermeiden. Besser sind Kettenförderer, ideal Förderbänder (vgl. auch Tab.2).

Tabelle 2: Gefahr von Schalenverletzungen bei Sojabohnen durch verschiedene Fördereinrichtungen (eigene Darstellung)

Fördereinrichtung	Gefahr von Schalenverletzungen
Schnecken	Hoch, vor allem, wenn unter Teillast
Becher-Elevator	Mittel. Langsamer fahren als bei Getreide und Mais
Kettenförderer	Mittel - gering
Pneumatische Förderung	Hoch bei falscher Einstellung. Sehr stark abhängig von der Fördergeschwindigkeit und dem Förderweg
Förderbänder	sehr gering

Schonend trocknen!

Sojabohnen sind sehr empfindlich gegen hohe Temperaturen bei der Trocknung. Zu stark angewärmte Trocknungsluft führt schnell zu Schalenverletzungen und Bruch. Bei schonender Trocknung für Saatgut oder Lebensmittelsoja sollte die relative Luftfeuchte der Trocknungsluft nicht unter 55% fallen (vgl. auch Tab. 3). Das bedeutet Trocknung mit Außenluft (Kaltluft) oder allenfalls leichte Anwärmung.

Die Korntemperatur sollte 37 °C nicht überschreiten. Generell sind hohe Luftraten ebenso wichtig wie die Anwärmung der Trocknungsluft.

Tabelle 3: Beschädigung der Schalen und Bruch beim Trocknen von Sojabohnen in Abhängigkeit der rel. Feuchte der Trocknungsluft (nach Hellevang, K., 2012)

Rel. Luftfeuchte Trocknungsluft	Anteil beschädigte Schalen	Anteil Bruch
50%	5%	0%
40%	15%	0%
30%	30%	0%
20%	50%	8%
10%	70%	25%

Kontrolle von Schalenverletzungen mit dem schnellen Einweichtest

Mit dem schnellen Einweichtest (vgl. www.sojafoerderring.de) können Schalenverletzungen sichtbar gemacht und so die Prozesse vor der Einlagerung kontrolliert werden. Nach 10 Minuten im Wasser blähen sich Sojabohnen mit Schalenverletzungen ballonartig auf. Unbeschädigte Bohnen dagegen verändern ihre Form nicht. Vergleiche auch Abb. 2.



Abbildung 2: Schneller Einweichtest. Nach 10 Minuten im Wasser blähen sich Sojabohnen mit Schalenverletzungen ballonartig auf (im Bild links oben).

Richtige Lagerbedingungen: Das Spiel mit Temperatur und Luftfeuchte

Um Sojabohnen im Lager vor Schimmel und Schädlingen zu schützen, müssen Temperatur und Feuchte kontrolliert werden. Je länger gelagert werden soll, desto trockener müssen die Sojabohnen sein. Dabei gelten folgende Faustzahlen:

Kornfeuchte	Lagerdauer
14%	6 Monate (Kühlagerung bei 6 – 8 °C)
13%	6 – 9 Monate (über Winter)
12%	1 Jahr
11%	1 – 3 Jahre

Die genannten Kornfeuchten von 11- 14% liegend deutlich niedriger als die empfohlenen Werte für Getreide oder Mais. Da Samen der Sojabohne viel Öl enthalten, stellt sich bei gleicher relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur ein niedrigerer Samenfeuchtegehalt ein als bei Samen, die weniger Fett und dafür mehr Kohlenhydrate enthalten:

Gleichgewichtsfeuchte bei 21 °C und 60% rel. Luftfeuchte (nach versch. Autoren)

Weizen	13,3%
Mais	12,8%
Sojabohnen	10,7%
Raps	7,0%

Tabelle 4 zeigt die Gleichgewichtsfeuchte von Sojabohnen in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchte. So stellt sich beispielsweise bei 21 °C und einer relativen Luftfeuchte von 60% eine Gleichgewichtsfeuchte im Sojakorn von 10,7% ein. Lässt man Sojabohnen im Winter in geheizten Innenräumen (21 °C, 50% rel. Luftfeuchte) offen liegen, so stellt sich schnell eine Kornfeuchte

Tabelle 4: Gleichgewichtsfeuchte (%) von Sojabohnen in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchte.

Temperatur	Relative Luftfeuchte					
	40%	50%	60%	65%	70%	80%
1,7 °C	7,8	9,4	11,5	12,8	14,4	19,1
4,4 °C	7,7	9,3	11,3	12,6	14,2	18,9
10 °C	7,6	9,1	11,1	12,4	14,0	18,6
16 °C	7,4	8,9	10,9	12,2	13,7	18,3
21 °C	7,3	8,8	10,7	11,9	13,5	17,9

von unter 9% ein. Das letzte Beispiel verdeutlicht, warum Sojamuster gleich nach Entnahme luftdicht verschlossen werden müssen, wenn sie auch bei der Feuchtemessung im Labor noch die wahren Verhältnisse im Lager wiedergeben sollen.

Um Soja sicher vor Schimmelbildung im Lager zu schützen, sollte die **relative Luftfeuchte 65% oder weniger** betragen.

Neben der Sojafeuchte hat die Lagertemperatur entscheidenden Einfluss auf die Lagerdauer. Dieser Zusammenhang ist bei der Stabilisierung feuchter Partien während der Erntekampagne von Bedeutung. Sojabohnen mit einer Erntefeuchte von 19% können vor der Trocknung durchaus für einen Monat gelagert werden, sofern nur die Bohmentemperatur zügig auf 10 °C abgesenkt wird. Details zeigt Tabelle 5. So gilt auch die eingangs genannte Faustzahl von 13% Kornfeuchte für eine sechs- bis neunmonatige Lagerung nur, sofern die Korntemperatur 16 °C oder weniger beträgt.

Tabelle 5: Ungefähre, tolerierbare Lagerdauer von Sojabohnen in Tagen (nach Hellevang, K., 2012)

Kornfeuchte	Korntemperatur					
	- 1 °C	4 °C	10 °C	16 °C	21 °C	27 °C
11%	> 300	> 300	> 300	> 300	200	140
12%	> 300	> 300	> 300	240	125	70
13%	> 300	> 300	230	120	70	40
14%	> 300	280	130	75	45	20
15%	> 300	200	90	50	30	15
16%	> 300	140	70	35	20	10
17%	> 300	90	50	25	14	7
19%	190	60	30	15	8	3
21%	130	40	15	10	6	2
23%	90	35	12	8	5	2
25%	70	30	10	7	4	2

Feuchtemessung bei Soja: nur mit akklimatisierten Proben

Auch bei Verwendung von Feuchtemessgeräten mit automatischer Temperaturkorrektur sollten Sojabohnen nicht unter 5 °C gemessen werden. Werden kalte Proben in warmen Räumen gemessen, kann Kondenswasser die Messung verfälschen. Weiterhin ist zu beachten, dass Sojabohnen nach schneller Trocknung dicht unter der Kornoberfläche trockener sein können als im Korninneren. Bei Verwendung von Feuchtemessgeräten für ganze Bohnen kann es so zu Messfehlern kommen. **Daher wird generell empfohlen, Sojabohnen zunächst in einem geschlossenen Behälter für 6 – 12 Stunden neben dem Feuchtemesser zu akklimatisieren und erst dann die Messung durchzuführen.**

Belüftung und Temperaturkontrolle

Sojabohnen sollten nach der Ernte reichlich belüftet werden, um Temperaturunterschiede auszugleichen und die Kondensation von Feuchtigkeit zu vermeiden. Wie auch bei der Belüftung von anderen Körnerfrüchten ist dabei die Temperaturdifferenz zwischen Frischluft (Außenluft) und Sojabohnen und die relative Feuchte der Frischluft zu beachten. Die Temperaturen in den verschiedenen Silozonen müssen auch nach der Trocknung permanent überwacht werden. Bereiche mit erhöhter Feuchtigkeit können sich schnell zu so genannten Hot Spots entwickeln. Bemerkte man einen plötzlichen starken Anstieg der Temperatur, muss sofort mit Belüftung und Kühlung eingegriffen werden.

Lagerschädlinge

In der internationalen Sojaliteratur werden ca. 55 Insektenarten in Sojalagern beschrieben. Mitteleuropäische Lagerhalter dagegen geben an, dass Schadinsekten bei der Sojalagerung praktisch keine Rolle spielen. Beobachtet werden lediglich Mehlmotten bei Lagerung in Big Bags. Wichtigste vorbeugende Maßnahmen gegen Schadinsekten sind gut gereinigte Lagersilos, kühle Lagertemperaturen (10 – 12 °C) und trockene Sojabohnen mit 12 – 13% Restfeuchte.

Pilze / Mykotoxine

Sojabohnen können von diversen Pilzen befallen werden. Bemerkenswert ist aber, dass dabei im Gegensatz zu Getreide oder Mais keine oder kaum Mykotoxine gebildet werden.

In unseren eigenen Untersuchungen haben wir selbst unter sehr ungünstigen Bedingungen (feucht-warme Witte-

rung im September und Oktober, stark verspätete Ernte) keine Mykotoxine (Aflatoxine, Ochratoxin A, DON, ZEA) in Ernteproben nachweisen können.

Tipps von erfahrenen Soja-Lagerhaltern

- Sojabohnen schonend behandeln, sonst entsteht Bruch und Abrieb
- Der Elevator sollte langsamer gefahren werden als bei Getreide / Mais, weil sich sonst leicht Bohnen in den Keilriemenscheiben einklemmen
- Bruch und Besatz vor der Einlagerung herausreinigen
- Vorsichtig trocknen - Soja ist schnell über-trocknet
- Für Langlagerung kommen nur Bohnen in Frage, die unter kontrollierten Bedingungen getrocknet wurden und optimale Feuchtigkeitswerte von 12 – 13% aufweisen
- Siloecken mit Glattblechen ausstatten
- Große Fallhöhen vermeiden
- Reichlich belüften
- Temperatur permanent überwachen (Hotspots!)
- Auf abweichende Gerüche achten
- Unterseite der Silodächer auf Kondenswasser kontrollieren
- Lichtgeschützt lagern. In Big Bags kommt es leicht zu Mottenbefall

Literatur

Acasio, U. (2006). Handling and Storage of Soybeans and Soybean Meal. feed Technology - Technical Report Series (S. 34-43). Singapur: American Soybean Association.

Antunes, P. & Sgarbieri, V. (1979). Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean (*Phaseolus vulgaris*, L.) variety Rosinha G2. *Journal of Food Science* 44 (6), S. 1703-1706.

Bern et al. (2008). Harvesting, Storing, and Post-Harvest Management of Soybeans. In L. A. Johnson, P. J. White, & R. Galloway, *Soybeans Chemistry, Productions, Processing, and Utilization* (S. 67-92). Urbana: AOCS Press.

Chang, S. K. Quality Advantages of Food Grade Soybeans from the Upper Midwest - storage perspective. North Dakota State University - Cereal and Food Science.

Foster, G. & Holman, L. (1973). Grain breakage caused by commercial handling methods. Marketing research report, S. no.968.

Ghosh, P. K. & Jayas, D. S. (2010). Storage of Soybean. In G. Singh, *The Soybean: Botany, Production and Uses* (S. 247-275). Wallingford: CAB International.

Hellevang, K., 2012: Soybean Storage. Video-Präsentation im Plant Management Network (<http://www.plantmanagementnetwork.org/edcenter/seminars/soybean/soybeanstorage/>)

Herbek, J. & Bitzer, M. (1997). Soybean Production in Kentucky - Part V: Harvesting, Drying, Storage, and Marketing. University of Kentucky, College of Agriculture. Frankfort: Cooperative Extension Service.

Hou, H. J. & Chang, K. (2004). Storage Conditions affect Soybean color, chemical composition and Tofu qualities. *Journal of Food Processing and Preservation* 28, S. 473-488.

Jian, F., Jayas, D., & White, N. (2013). Can Ozone be a New Control Strategy for Pests of Stored Grain? *Agric Res*, S. 1-8.

Kruse, Michael, 2008: Handbuch Saatgutaufbereitung. Agrimedia.

Liu et al. (1997). *Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization*. New York: Chapman & Hall.

McNeill, S. (2012). Equilibrium Moisture Contents for Grain. (C. o. University of Kentucky, Hrsg.) Abgerufen am 12. November 2014 von Grain Crops Update: <http://graincrops.blogspot.de/2012/09/equilibrium-moisture-contents-for-grain.html>

Mills et al. (1990). Protection of farm-stored grains and oilseeds from insects mites and molds.

Pedersen, P. (06. 12 2013). Soybean Storage Tips. Abgerufen am 23. 09 2014 von Iowa State University Extension: http://extension.agron.iastate.edu/soybean/production_storage_tips.html

Sauer, D. B. (1992). Microflora. In *Storage of cereal grains and their products* (S. 313-340). American Association of Cereal Chemists.

White et al. (2001). Protection of Farm-Stored Grains, Oilseeds and Pulses from Insects, Mites, and Moulds, Publication 1851 (E) Revised. Winnipeg: Agriculture and Agri-Food Canada, Cereal Research Centre.

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen der BMEL Eiweißpflanzenstrategie.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Impressum

Autor: Martin Miersch

Herausgeber: Life Food GmbH / Taifun Tofuprodukte

Bebelstraße 8 | 79108 Freiburg | Tel. 0761 152 10 13 | soja@taifun-tofu.de



Landwirtschaftliches Zentrum für Sojaanbau und Entwicklung