

ZUCKERVERLUSTE BEI DER LANGZEITLAGERUNG

LIZ-BERATERTAGUNG - BERLIN 2015 01 21



Dr ir Guy LEGRAND
IRBAB/KBIVB – Tienen/Tirlemont – Belgien
www.irbab-kbivb.be

Zucker-Verluste : Verlust-Arten



- Zuckerverluste bei Langzeitlagerung werden in unterschiedlichen Einheiten angegeben:
 - **Wissenschaft : g Zucker/t Rüben/Tag**, gemessen im Labor mit speziellen Anlagen (Beispiel: Respirations-Raum)
 - Bsp.: Wert zwischen 100 -300 g Zucker/t Rüben/Tag oder mehr, abhängig von Lagertemperatur, -zeit, u.a.
 - **Zucker-Industrie : Zuckergehalt in %**
 - Bsp.: Wert von 18% ZG zur Ernte abnehmend auf 17% ZG und weniger
 - **Zuckerrüben-Anbauer : Zuckerertrag** (= Verluste von Zuckergehalt **und** Rübenenertrag), ausgedrückt in % Verlust
 - Bsp.: Wert von -2% bis -5% und mehr (-10%)
 - **In Tonnen Rüben bei 16% ZG**
 - Bsp.: von 80 t/ha : -1,6 t/ha bis -4 t/ha und mehr (-8 t/ha), bei 16% ZG
 - **In Euro/ha !** (unter Berücksichtigung sinkenden Zuckergehalts !)
 - Bsp.: von ±40 bis ±125 €/ha und mehr !

Zucker-Verluste : Einfluß des Rübenstoffwechsels

3

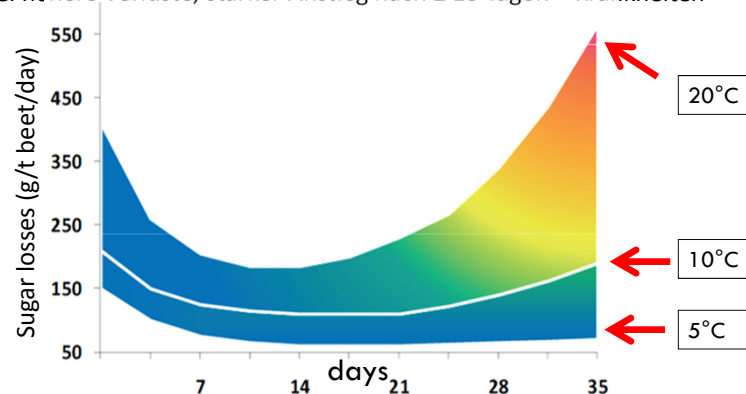
- **Respirations-Raum: CO₂-Messung bedingt durch Rüben-Stoffwechsel** während der Lagerung (= **Atmung = Zuckerabbau**): Rüben in geschlossenen Fässern, mit Luft-Zirkulation (CO₂-Messung durch Infrarot-Spektroskopie).
- **CO₂ wird auch durch Lagerung Krankheiten (*Penicillium*, *Botrytis*,...) erzeugt**
- **Rückschluß von erzeugtem CO₂ auf g Zucker/t Rüben/Tag**
- Sehr präzise Analysen



Zucker-Verluste : Einfluß von Temperatur und Zeit

4

- Während der **ersten 2-3 Tage nach Ernte**: Zuckerverluste durch Wundheilung
- Bei **5 ° C**: sehr niedrige und konstante Zuckerverluste während der ersten 30 Tage
- Bei **10 ° C** (weiße Linie): ± 100 bis 150 g Zucker / t Rüben / Tag , geringer Anstieg nach 30 Tagen.
- Bei **20 ° C**: höhere Verluste, starker Anstieg nach ± 15 Tagen = Krankheiten



Zucker-Verluste : Einfluß von Temperatur und Zeit

5

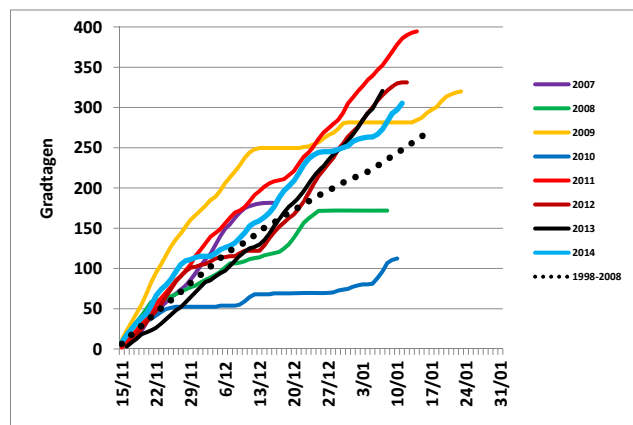
- ▣ $\pm 100\text{-}150\text{ g Zucker/t Rüben/Tag}$ während 35 Tagen bei 10°C
- ▣ **ausgedrückt in Grad-Tage = "Degree Days (DD)"** = 35 Tage * 10°C = 350 Grad-Tage
- ▣ $350^\circ\text{DD} = 70\text{ Tage} * 5^\circ\text{C} = 17,5\text{ Tage}$ bei 20°C !
- ▣ Verwendete Temperatur = Tages Durchschnitts Temp. (24 h) = $(\text{Min } T^\circ + \text{Max } T^\circ)/2$
- ▣ Berechnet vom Tag 1 nach Ernte bis zum Tag der Verladung
- ▣ Bezogen auf Basis "0"
- ▣ Negative Temperatur ist wie "Null" : DD-Wert kann sich nicht verringern !
- ▣ **Zeitraum (niedriger) Frost** : kein Problem für die Berechnung: Rüben frieren bei -3°C nach 2-3 Tagen, und die Mieten werden in der Regel gegen kalten Wind geschützt!
In diesem Fall gibt es im Innenraum der Miete leicht positive Temperaturen.
Nur die äußere Schicht wird durch Frost beeinträchtigt
- ▣ Bemerkung: Mietentemperatur kann etwas wärmer als Außentemperatur sein
- ▣ **Zeitraum (intensiver) Frost** : kein Problem, solange die Rüben nicht aufgetaut sind.
Aufgetaute Rüben = sofortige Verarbeitung!
Berechnung in Grad-Tagen ist in diesem Fall nicht mehr sinnvoll

Entwicklung der Grad-Tage (in Belgien)



6

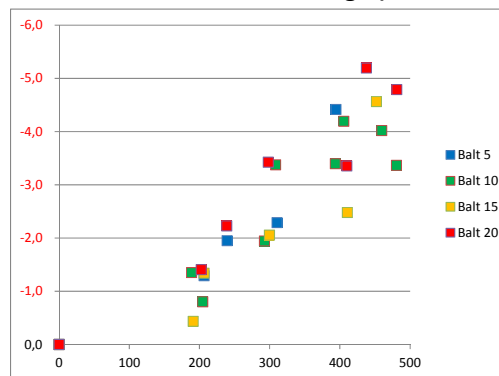
- ▣ Start ab 15. November (letzter theoretischer Erntetermin für Belgien);
Entwicklung von Grad-Tage, bezogen auf Außentemperatur (Referenz: Brüssel)
- ▣ Einige Jahre unterschreiten 200 Grad-Tage, einige übersteigen 300 Grad-Tage



Entwicklung der Zucker-Verluste bezogen auf Grad-Tage

7

- ▣ **IRBAB Studie 2010:** Rübenlagerung in geschlossenen Boxen im Klimaraum bei verschiedenen konstanten Temperatur (5 ° C, 10 ° C, 15 ° C, 20 ° C)
- ▣ Entwicklung der Zuckerertrags-Verluste (%) ist annähernd gleich bei 5 ° C, 10 ° C, 15 ° C und 20 ° C für den gleichen Grad-Tag Wert (bis ± 300 ° DD)
- ▣ **Zuckerverluste sind eine Funktion der Grad-Tage (nicht nur temperaturabhängig)**



Grad-Tage : Gibt es eine kritische Schwelle



8

- ▣ **Lagerungsgrenze = Frühe Entwicklung der Krankheiten**
- ▣ Eine Lagerungsgrenze kann über die Grad-Tage definiert werden,
- ▣ Versuchsanlage:
 - Rübenlagerung im Respirations-Raum bei konstanter Temperatur
 - Rübenlagerung in geschlossenen Boxen bei Außentemperatur (frosthfrei in Halle)
 - Temperaturmessung in Rübenmiete

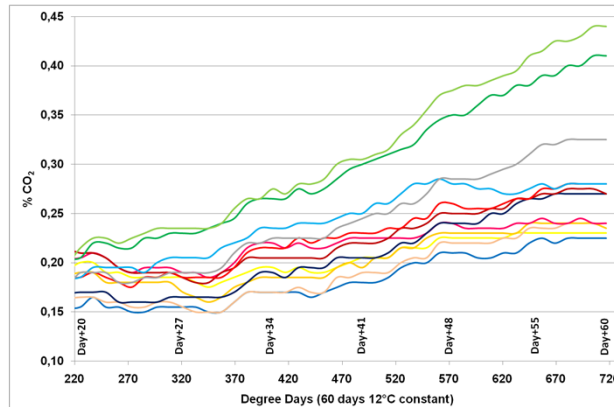


Lagerungsgrenze = $\pm 300^\circ\text{Grad-Tage}$



9

- IRBAB Versuche 2009 : Rübenlagerung im Respirations-Raum: CO₂-Messung von 12 Sorten während 60 Tagen bei 12 ° C (= 720 ° DD = ± 5 Monate bei 5 ° C)
- 2 Sorten produzieren mehr CO₂ von 250-300 ° Grad-Tage (krankheitsanfälliger)

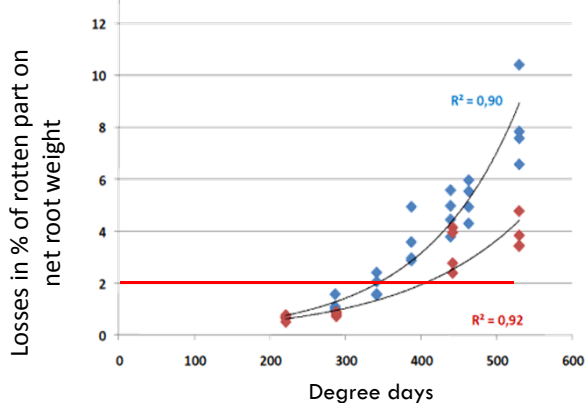


Lagerungsgrenze = $\pm 300^\circ\text{Grad-Tage}$



10

- IRBAB Versuche 2010 : Rübenlagerung in geschlossenen Boxes bei Außentemperatur (in Halle)
- Fäulnis-Verluste (%) = faule Rübenmasse/Eingangsgewicht
- Ca. **2% Verlust** (faule Rüben) nach ± 300 Grad-Tage (exponentielle Entwicklung)

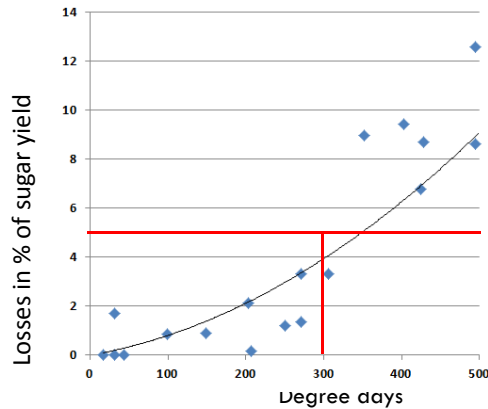


Lagerungsgrenze = $\pm 300^\circ\text{Grad-Tage}$



11

- IRBAB Versuche 2010 : Rübenlagerung in geschlossenen Behältern bei Außentemperatur (in Halle)
- Zuckerertrags-Verluste (%) im Vergleich zum Erntetermin
- <5% Zuckerertrags-Verlust nach ± 300 Grad-Tage (exponentielle Entwicklung)

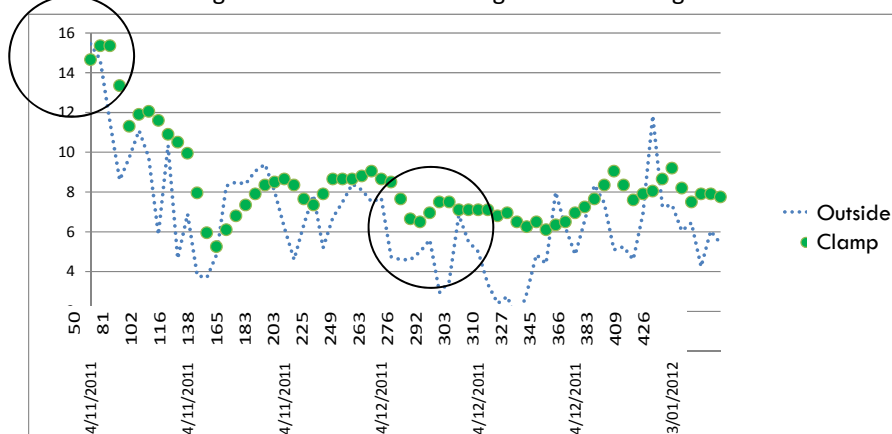


Lagerungsgrenze = $\pm 300^\circ\text{Grad-Tage}$



12

- IRBAB Versuch 2011 : Temperaturverlaufsmessung in der Rübenmiete
- Nach Ernte: leichte Erwärmung, danach: Temperatur folgt Außentemperatur
- Ab 300 Grad-Tage: Krankheits-Entwicklung und Erwärmung



Lagerungsgrenze = $\pm 300^\circ\text{Grad-Tage}$



13

- TEREOS (France) von 2006 : Grenzwert von $300^\circ\text{Grad-Tage}$ (Temperatur in Miete) oder Grenzwert von $270^\circ\text{Grad-Tage}$ unter Außentemperatur.
Die Mientemperatur kann wärmer sein als die Außentemperatur.
- Der Grenzwert von $270^\circ\text{Grad-Tage}$ oder $300^\circ\text{Grad-Tage}$ entspricht 2% der faulen Anteile der angelieferten Rüben (> 5% faule Rüben: Probleme in der Zuckerfabrik!)
- => Entsprechend dem Liefertermin: Erntetermin-Berechnung unter Berücksichtigung der $300^\circ\text{Grad-Tage}$



Lagerungsgrenze in der Praxis



14

FRANCE (TEREOS) : Erntetermin und Lagerung Tage

- Gelbe Zone (an der See: mild)

- Ernte Lagerung in Tagen

05/09 16

10/10 22

11/11 40

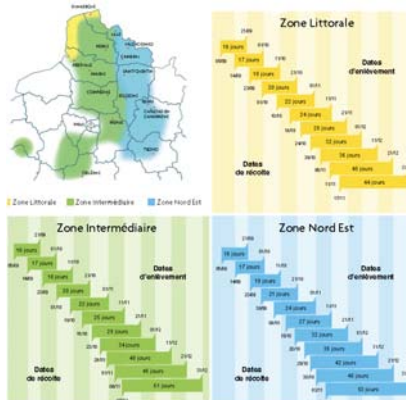
- Blaue Zone (kontinental: kühl)

- Ernte Lagerung in Tagen

05/09 16

15/10 27

08/11 53



- ITB Website : Module "SILOBETT"



Lagerungsgrenze in der Praxis



15

BELGIEN: Erntetermin und Lagerungszeit (Tage) - Lieferungstermin

Ernte- datum	kalt Jahr 1996	Durchschnitt 1987-2007	warmes Jahr 2006	2013 ±warmes Jahr
1. Oktober	23 - 24/10	23 - 24/10	18 - 19/10	21 - 22/10
10. Oktober	24 - 03/11	26 - 05/11	19 - 29/10	22 - 01/11
20. Oktober	37 - 26/11	32 - 21/11	26 - 15/11	26 - 15/11
1. November	93 - *)	42 - 13/12	29 - 30/11	46 - 17/12
10. November	*)	53 - 02/01	27 - 07/12	48 - 28/12
20. November	*)	58 - 17/01	39 - 29/12	45 - 04/01

*) Nicht zutreffend in kühlen Jahren : erhöhtes Frostrisiko

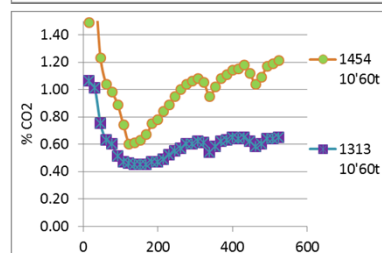
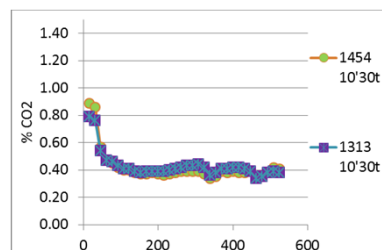
■ Frühere Ernte bei Auftreten von faulen Rüben: *Rhizoctonia* sp., Bor-Mangel, Stengel-Nematode (*Ditylenchus dipsaci*), ...

Lagerungs-Verluste: Sorte oder Ernte Qualität ?



16

- IRBAB Versuch 2009:
Simulation der Erntequalität
- 2 Sorten: 1454 & 1313
- Handernte + Turbine: 10 Sekunden & 30 oder 60 Umdrehungen/Minute
- Respiration der Rüben –
CO₂- Produktion in Abhängigkeit von
der Reinigungsintensität



Langzeit Lagerung: Ernte Qualität !



17

- ▣ **IRBAB Versuch 2013** : Ernte am 21/11/2013,
- ▣ 4 Sorten : 2 RT (Husky, Timothea) & 2 RT NT (Baloo, Kassia)
- ▣ 3 Ernte-Qualitäts-Stufen : "SOFT", Lohnunternehmer (mittlere Stufe), "HARD"
- ▣ HARD = sehr hohe Reinigungsintensität = viel Wurzelspitzenbruch

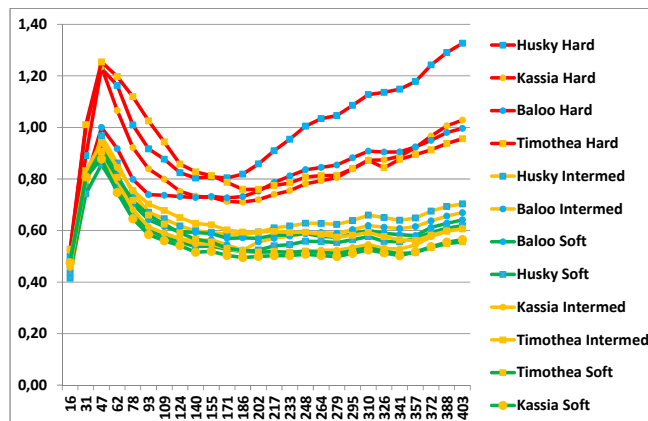


Langzeit Lagerung: Ernte Qualität !



18

- ▣ Lagerung im Respirations-Raum (30 Tage bei 15°C = 450 °DD): Entstehung von CO₂
- ▣ **SOFT und mittlere Stufe**: alle Sorten reagieren positiv in Langzeitlagerung
- ▣ **HARD**: alle Sorten reagieren negativ in Langzeitlagerung

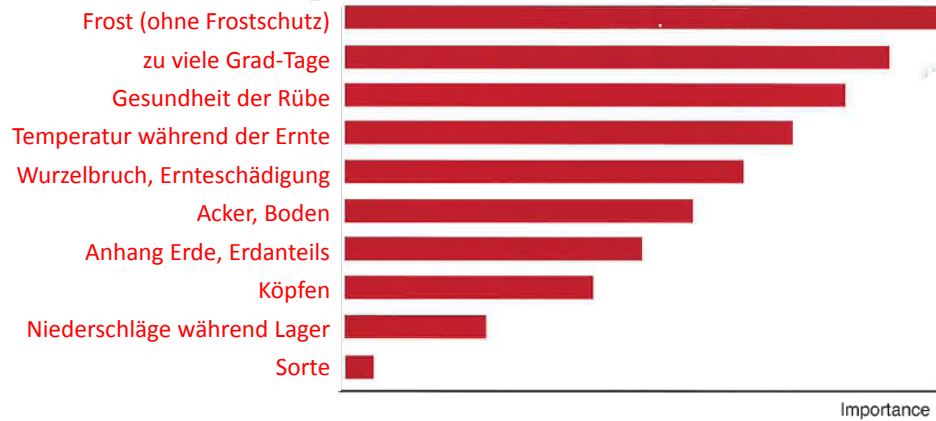


TEREOS Lagerungs Versuche: 2006-2013 Fazit !



19

- ▣ **Rangfolge** der wichtigsten Faktoren, die den Zuckerverlust während der Langzeitlagerung beeinflussen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



20

