



Grundlagen der Silagebereitung

Silage-Schulungen 2024, 19./ 20./ 26.03.2024

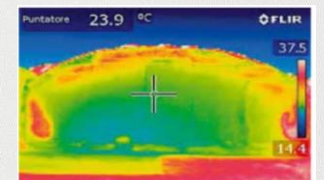
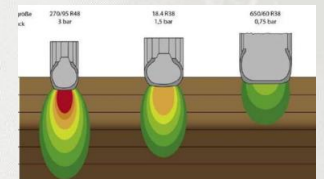
Lara Vollbort (Fütterungsberatung)



Gliederung

1. Hintergrund und Ziele der Silierung
2. Voraussetzungen für eine optimale Silierung
3. Wahl des geeigneten Ernte- und Schnittzeitpunkts
 - 3.1. Wahl des richtigen Erntezeitpunkts bei Mais
 - 3.2. Wahl des richtigen Schnittzeitpunkts bei Gras
4. Schnitttiefe und Häcksellänge
5. Trockensubstanz- und Rohaschegehalt von Grassilagen
6. Das Erntegut einlagern
 - 6.1. Schichtdicke, Aufstandsfläche und Reifendruck
7. Das Silo richtig abdecken
8. Phasen der Silierung

Exkurs: Nitrose Gase
9. Monetärer Verlust durch Nacherwärmung



1. Hintergrund der Silierung

Ziel der Silierung: Haltbarmachung von Futter



Ansäuerung des Futters,
pH-Wert-Absenkung durch Milchsäurebildung

Inaktivierung von Mikroorganismen und deren Enzymen, die
Futtermittelverderb hervorrufen

1. Ziele der Silierung

Ziel der Silierung: Haltbarmachung von Futter

- Möglichst kostengünstig
- Möglichst verlustarm
- Möglichst geringe Verunreinigungen (z.B. Asche)
- Hoher Energiewert
- Sehr gute Gärqualität, d.h. ohne Fehlgärungen
- Ohne Nacherwärmung und Verschimmelung

1. Ziele der Silierung

Orientierungswerte für Energie- und Nährstoffgehalte bei Gras- und Maissilagen

Parameter	Einheit	Grassilage	Maissilage
Trockensubstanz	%	28 - 45	30 - 35
Rohasche	% TS	< 10	< 4,5
Rohprotein	% TS	14 - 17	6 - 9
Rohfaser	% TS	22 - 25	17 - 20
Stärke	% TS	-	> 30
NEL	MJ/ kg TS	$\geq 6,4^{1)}$ bzw. $\geq 6,0^{2)}$	$\geq 6,5$
pH-Wert		bis 4,5	bis 4,0

1) 1. Schnitt

2) Folgeaufwüchse

nach Hertwig et al. (2007)

2. Voraussetzungen für eine optimale Silierung

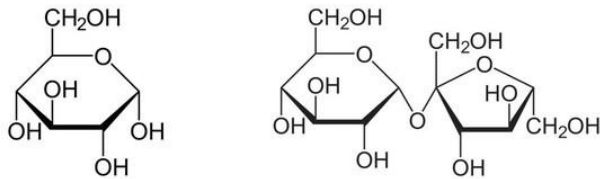
Siliertaugliche
Milchsäurebakterien



Ausreichender
Feuchtigkeitsgehalt (TS-Gehalt)



Genügend vergärbare Zucker
(ZP/K-Quotient)



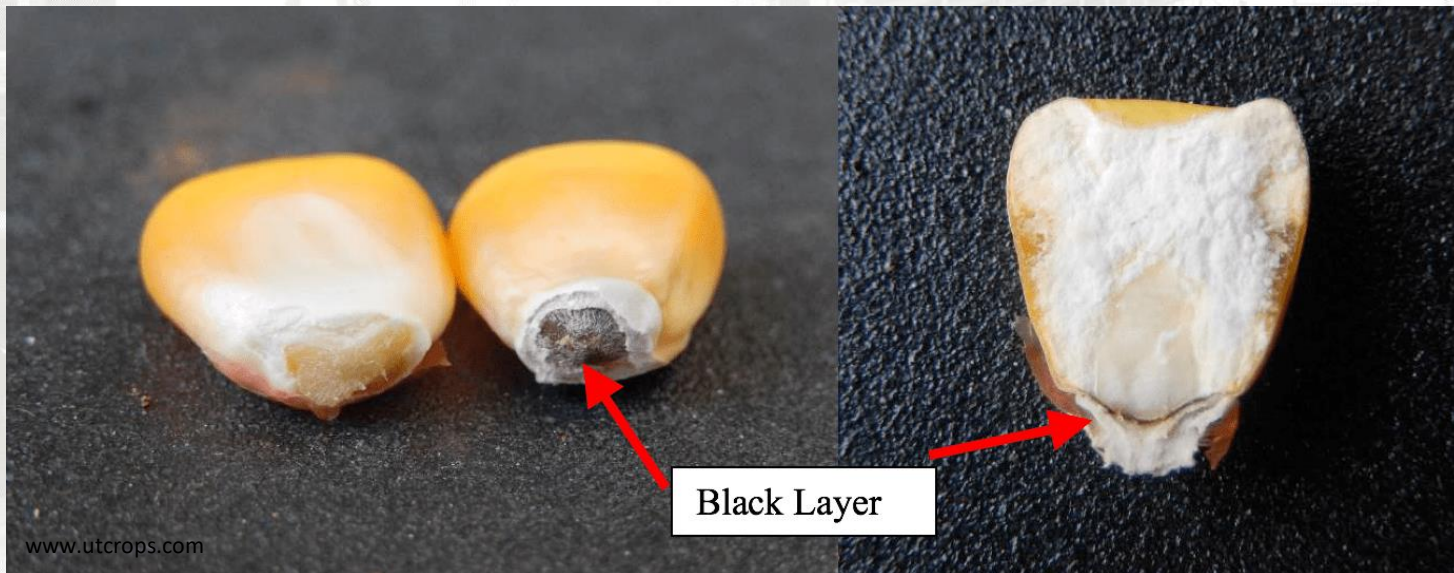
www.faszinationchemie.de

Anaerobes Milieu



3.1. Wahl des richtigen Erntezeitpunkts bei Mais

- Stärkeeinlagerung ist abgeschlossen, wenn Kornansatz schwarz verfärbt ist (Black Layer)



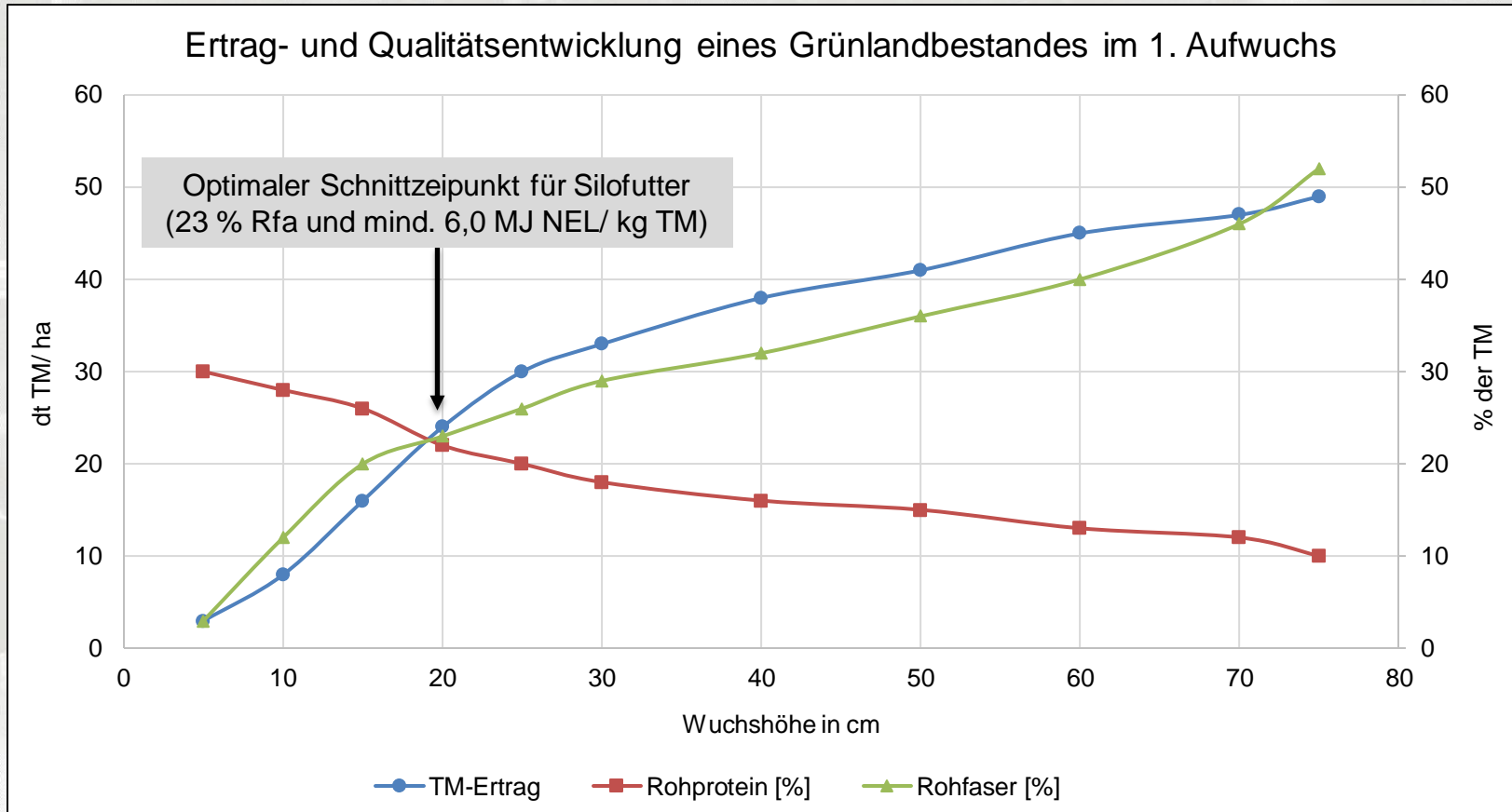
3.1. Wahl des richtigen Erntezeitpunkts bei Mais

- Trockensubstanz in der Gesamtpflanze zw. **30 % und 35 % TS**

TS-Bestimmung mittels Fingernageltest

Stadium	TS-Gehalt Kolben	TS-Gehalt Ganzpflanze	Bemerkungen
Milchreife	bis 35	20 - 25	Körner sind einfach zerreibbar; Inneres ist milchig weiß und spritzt
Beginn Teigreife	35 - 40	25 -30	Körner sind teigig und am Kornansatz noch feucht
Teigreife	45 - 55	30 - 35	Körner sind teigig bis mehlig, sind kaum zerreibbar, lassen sich aber mit dem Fingernagel einritzen
Vollreife	> 55	> 35	Körner sind glasig und lassen sich mit dem Fingernagel nicht mehr einritzen. Blätter und Lieschen sind trocken.

3.2. Wahl des richtigen Schnitzeitpunkts bei Gras



Hertwig et al. (2007)

4. Schnitttiefe und Häcksellänge

Schnitttiefe bei Gras

Nicht zu tief mähen!
Optimum: 6 cm bis 8 cm



- Vermeidung von Verschmutzungen der Silage
- Förderung eines zügigen Nachwuchsverhaltens



www.eagff.ch



4. Schnitttiefe und Häcksellänge

Häckeltiefe bei Mais

- optimale Häckeltiefe bei 30 cm
 - geringerer Rohascheeintrag
 - geringerer Rohfasergehalt
 - geringere Gefahr der Besiedlung mit Hefen und Schimmelpilze

Häcksellänge bei Mais

- Optimale Häcksellänge bei 6 mm bis 10 mm
 - bessere Verdichtung und geringeres Risiko für Fehlgärungen
- Grundsätzlich gilt: je trockener das Siliergut, desto kürzer häckseln



4. Schnitttiefe und Häcksellänge

Häcksellänge bei Gras

- Häcksellänge von < 40 mm empfehlenswert
- „kurze“ Häcksellänge bei < 30 mm
- Häcksellänge abhängig von TS- und RFa-Gehalt des Grases

Vorteile	Nachteile
Bessere Verdichtung	Nester-, Knäulbildung
Oberfläche und Saftaustritt des Ernteguts vergrößert → fördert den Silierprozess	Benötigt längere Mischzeit im Futtermischwagen
Geringerer pH-Wert	Weitere Grundfutterkomponenten wie Stroh, Mais ebenfalls kurz häckseln, um Selektion zu vermeiden
Geringere Gehalte an Buttersäure und Clostridien	
Förderung der Futteraufnahme	
Sauberere Entnahme aus dem Silo	

5. Trockensubstanz- und Rohaschegehalt bei Grassilagen

- TS-Gehalt in Grassilagen zw. **28 % und 45 % TS**
- Beeinflussung durch Schnittzeitpunkt und Anwelkdauer, Witterung

Aufwuchsmenge	TS-Zunahme beim Anwelken in % je h	
	Günstige Witterungsbedingungen (Sonnig, windig, Temperatur bei 25 °C)	Ungünstige Witterungsbedingungen (Bewölkt, kaum windig, Temperatur bei 18 °C)
hoch	2,0	1,0
mittel	3,0	1,5
gering	4,0	2,0

www.lwk-niedersachsen.de

5. Trockensubstanz- und Rohaschegehalt bei Grassilagen

Rohaschegehalt < 10 %

Ein hoher Rohaschegehalt...

- erhöht die Pufferkapazität des Siliergutes
- fördert die Buttersäuregärung
- Verringert die Schmackhaftigkeit der Silage

Management im Pflanzenbau ist dahingehend zu optimieren



- Schleppen von Wiesen
- Nicht zu tief mähen
- Tiefeneinstellungen an Wender und Schwader kontrollieren



6. Das Erntegut einlagern

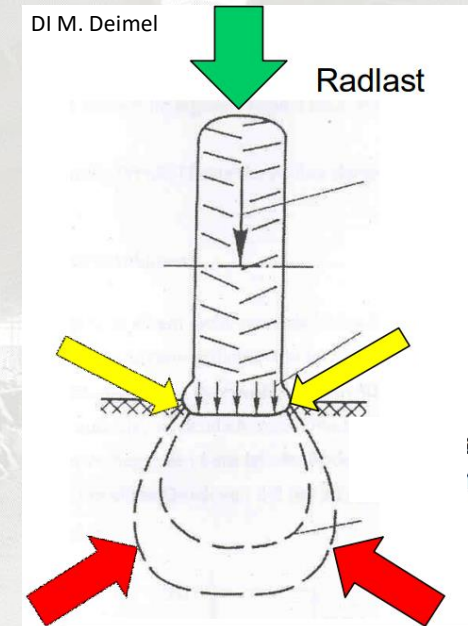
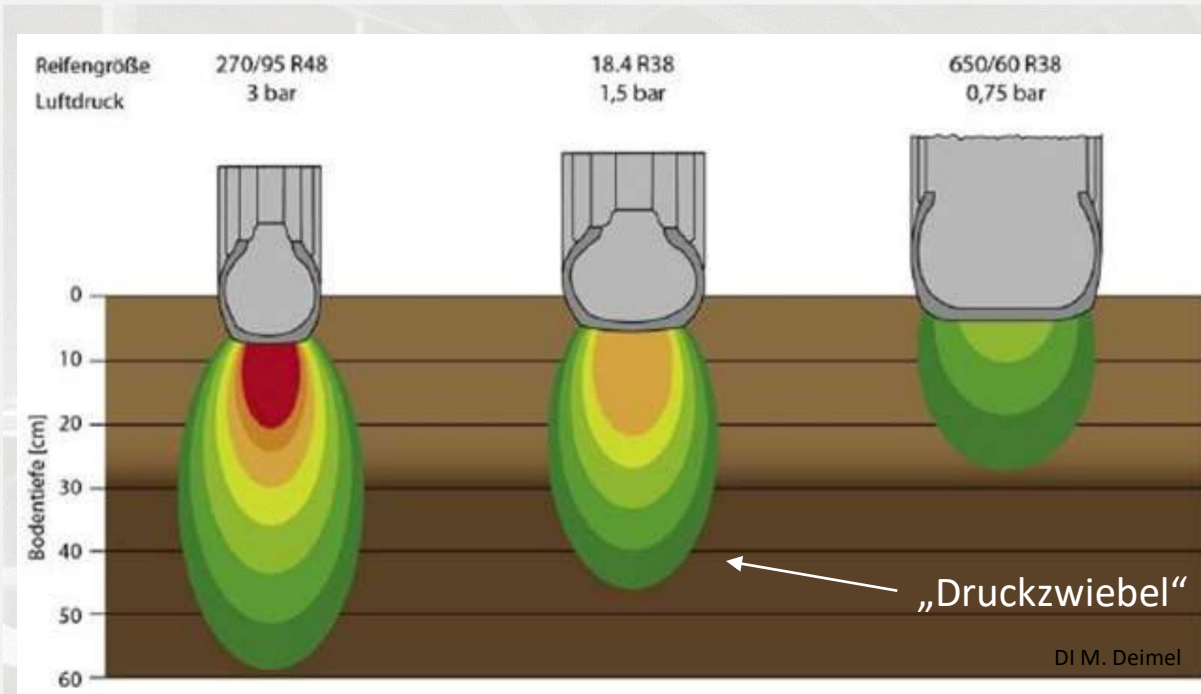


**Sauerstoffverdrängung
ist das A & O!**

Bei der Einlagerung sind zu beachten:

- ✓ **Zügiges Befüllen des Silos**
möglichst wenig Sauerstoff ins System bringen
- ✓ **sorgfältiges Verteilen**
- ✓ **richtiges Verdichten** (Schichtdicke < 30 cm, sonst keine Tiefenwirkung)
möglichst viel Sauerstoff aus dem System verdrängen
- ✓ **Walzgeschwindigkeit** 2,5 km/h bis max. 4 km/h
langsames Fahren erhöht die Dauer der Druckeinwirkung
- ✓ **Walzfrequenz:** 2-3 malige Überfahrt und Einsatz eines Siloverteilers

6.1. Schichtdicke, Aufstandsfläche und Reifendruck



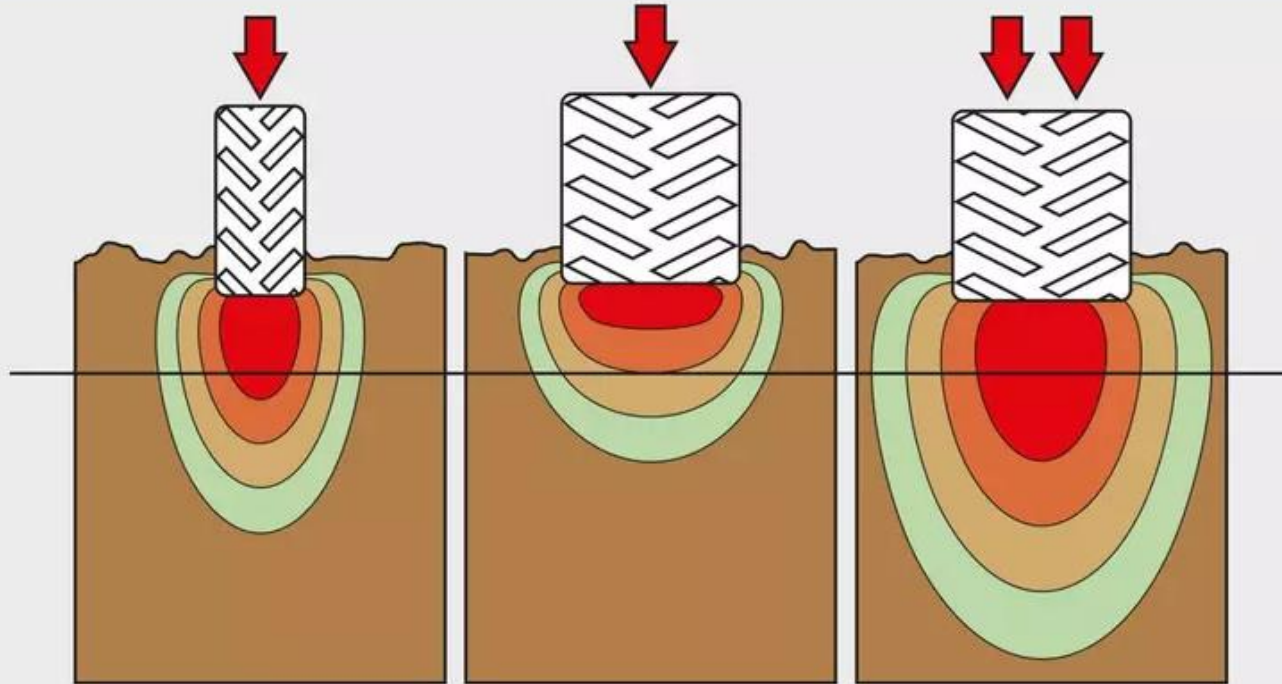
Hoher Verdichtungsgrad durch Tiefenwirkung

- Schichtdicke max. 30 cm
- Hoher Kontaktflächendruck durch hohen Reifendruck und schmale Reifen
- Zu geringer Reifendruck führt zur verringerten Tiefenwirkung

6.1. Schichtdicke, Aufstandsfläche und Reifendruck

Radlast bei größerer Aufstandsfläche erhöhen!

RADLAST, AUFSTANDSFLÄCHE UND BODENDRUCK

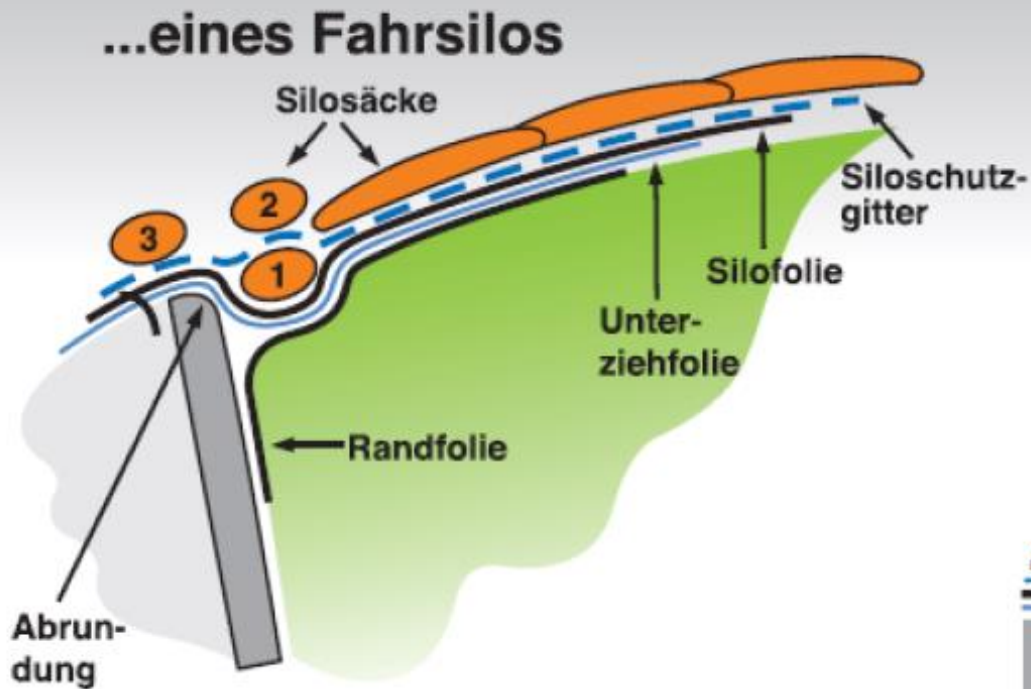


www.profi.de

7. Das Silo richtig abdecken

Quelle: KWS

Perfekte Abdeckung



...eines Freigärhaufens

7. Das Silo richtig abdecken - Dos and Don'ts

Dos

- Unterziehfolie (40 μm) sollte standardmäßig eingesetzt werden
 - saugt sich während Silierprozess an Siliergut an
- Silos mit Betonblocksteinen verlängern, wenn Erntegut Silokapazitäten übersteigt
- Silooberfläche so gestalten, dass Wasser ablaufen kann
- Bei Verwendung mehrerer Folienstücke, Stöße mind. 1,20 überlappen lassen
- Regelmäßige Kontrolle der Siloabdeckung, Schäden reparieren
- Sandsäcke im Abstand von 5 bis 8 m als Riegel positionieren

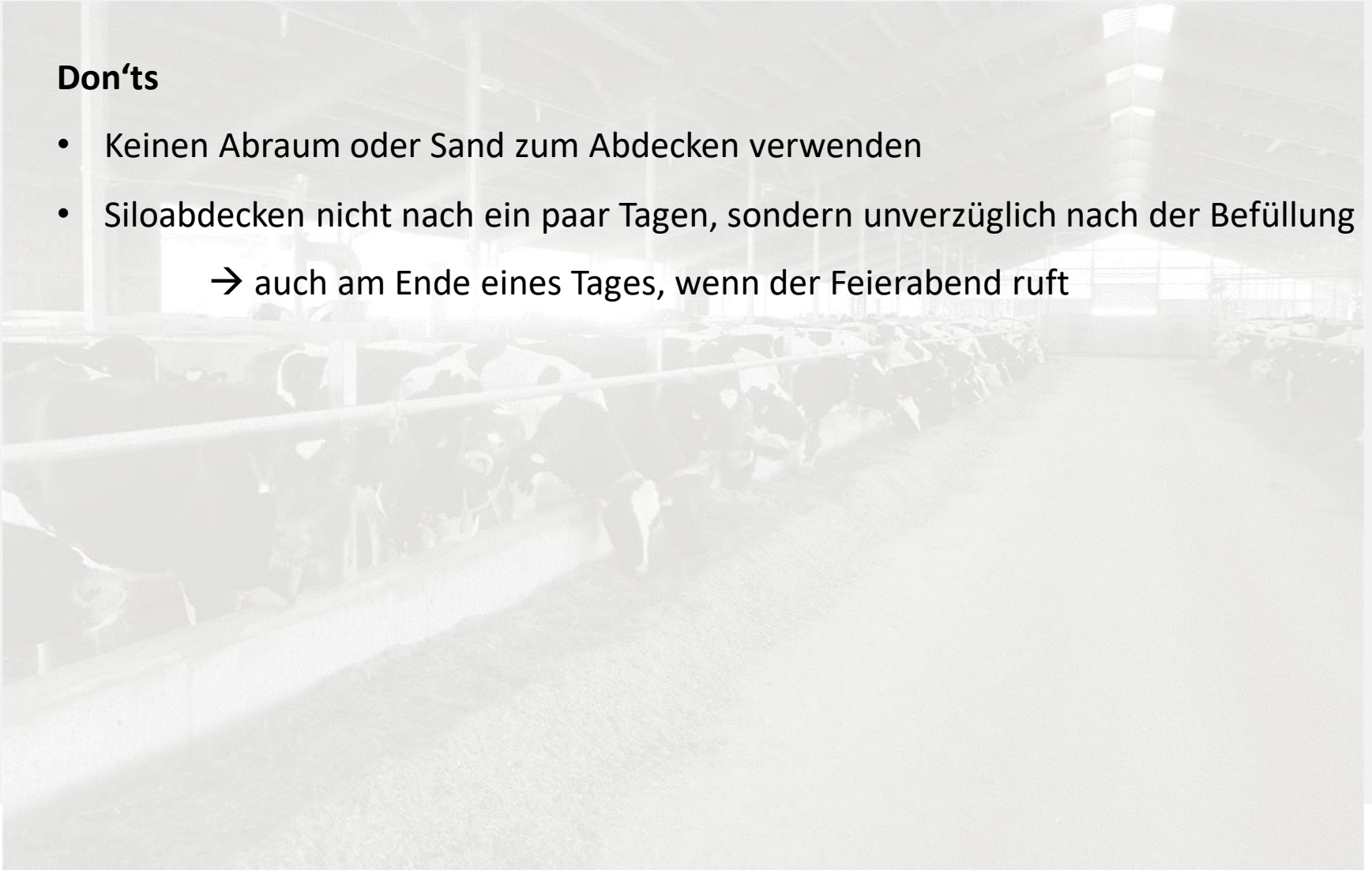


Besonders bei großen Silos sind
Längs- und Querreihen mit
Sandsäcken zu empfehlen

7. Das Silo richtig abdecken – Dos and Don'ts

Don'ts

- Keinen Abraum oder Sand zum Abdecken verwenden
- Siloabdecken nicht nach ein paar Tagen, sondern unverzüglich nach der Befüllung
→ auch am Ende eines Tages, wenn der Feierabend ruft



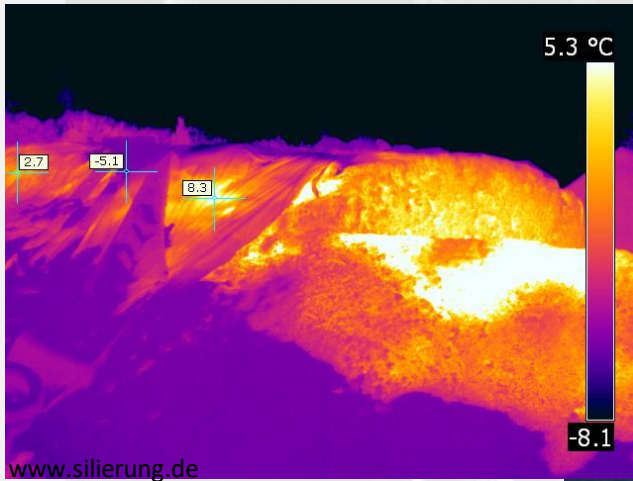


7. Das Silo richtig abdecken



**Sauerstoffeintrag
überall verhindern!**

7. Das Silo richtig abdecken

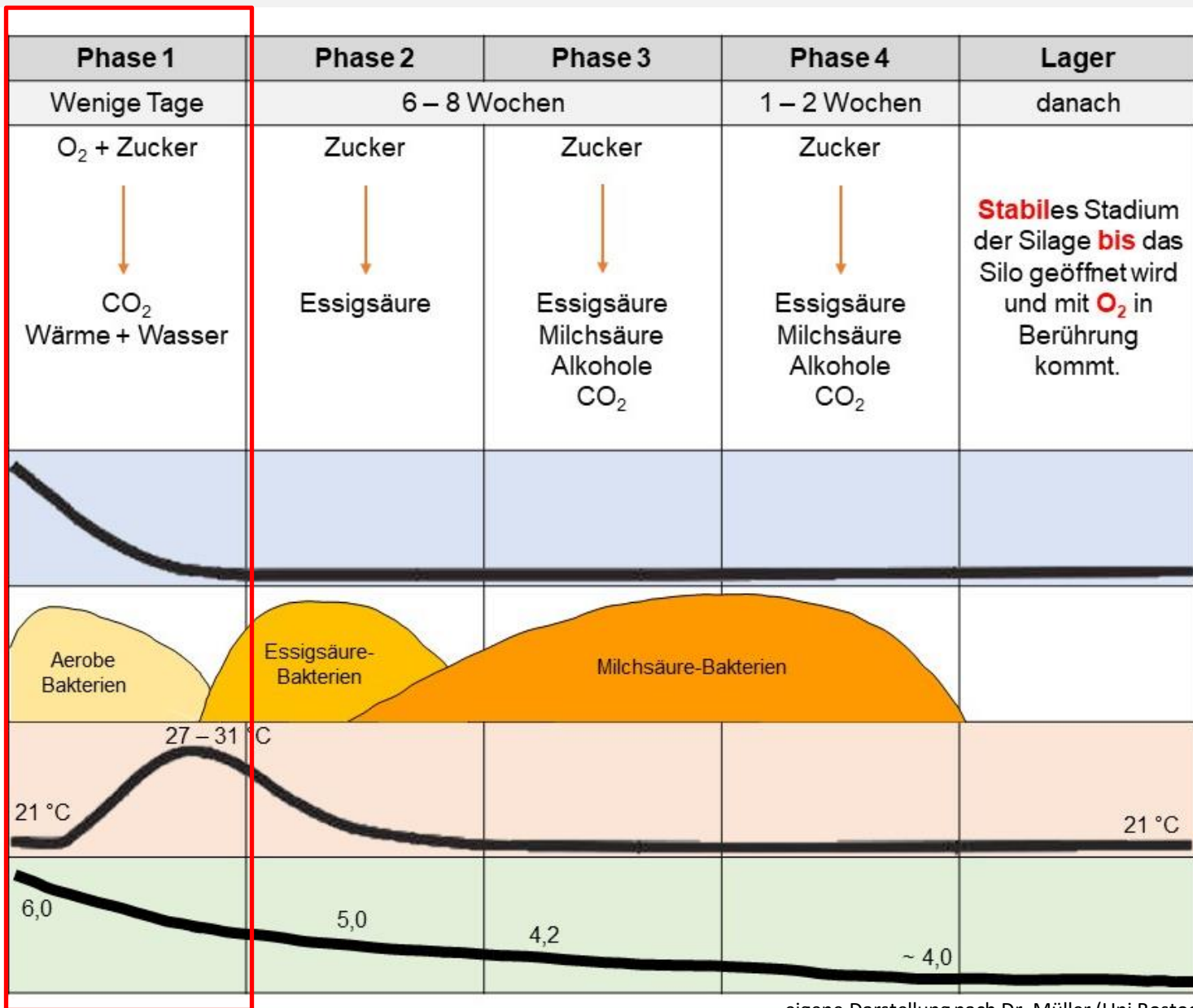


8. 4 (5) Phasen der Silierung

Phase 1 – Aerobe Vorphase



Chemische Veränderungen



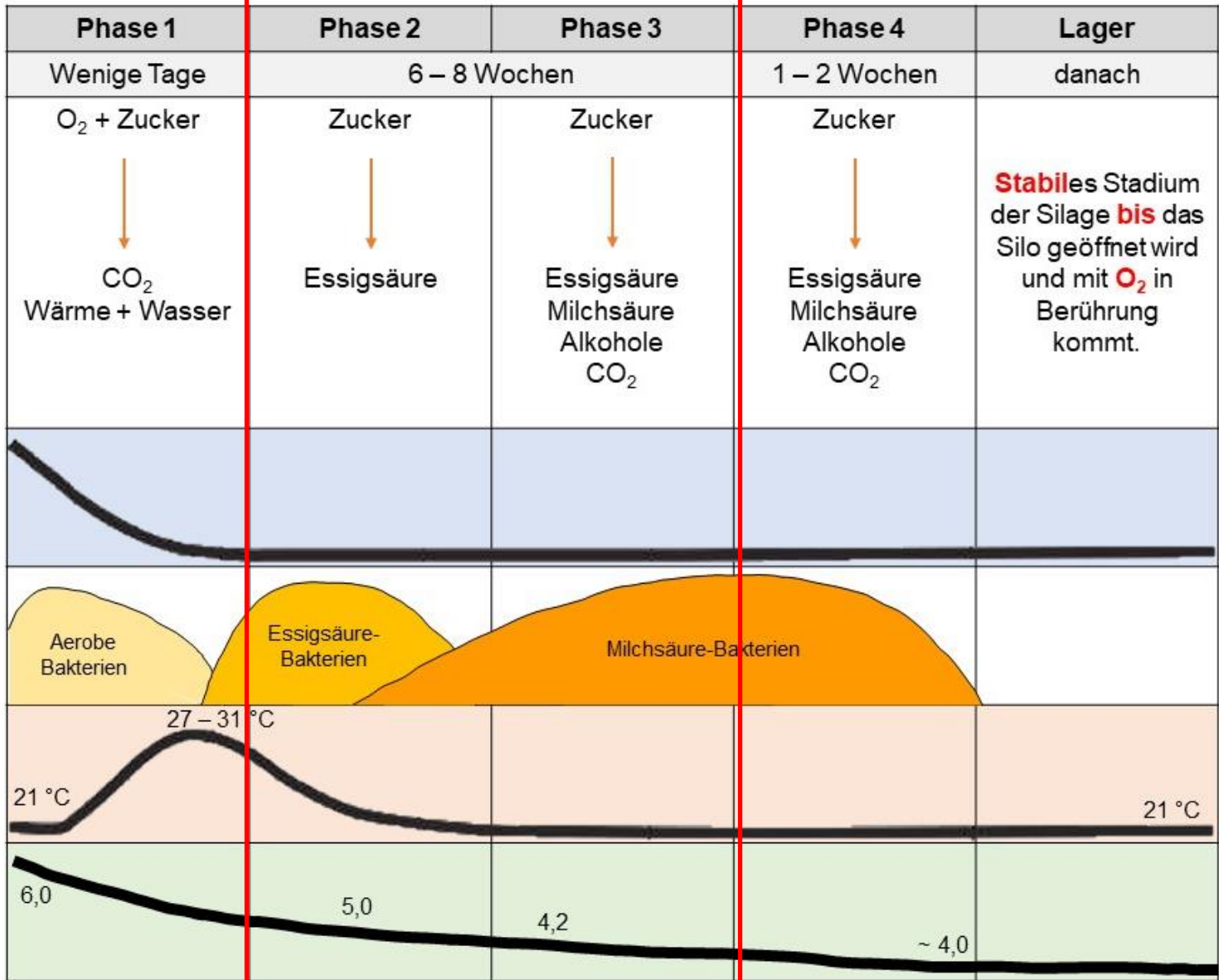
eigene Darstellung nach Dr. Müller (Uni Rostock)

8. 4 (5) Phasen der Silierung

Phase 2 und 3 – Hauptgärphase



Chemische Veränderungen




eigene Darstellung nach Dr. Müller (Uni Rostock)

8. 4 (5) Phasen der Silierung

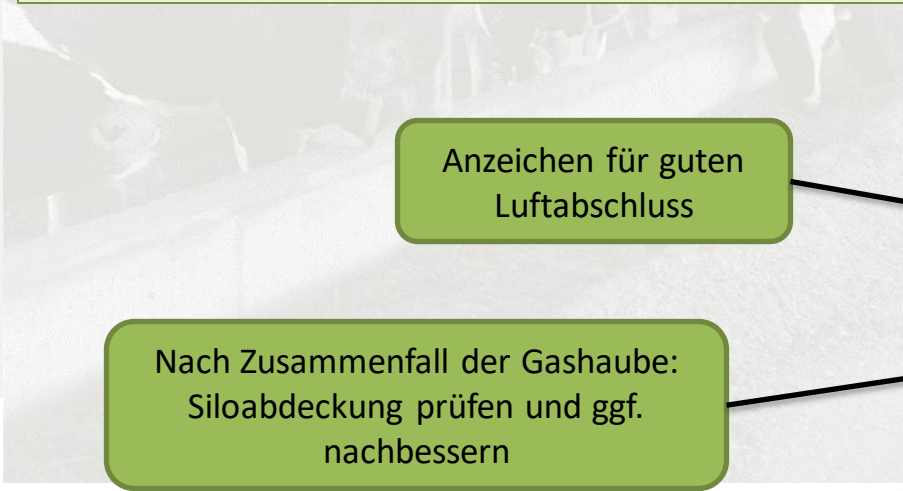
Phase 2 und 3 – Hauptgärphase

WICHTIG!

- Bei richtigem Luftabschluss sollte sich Gärgashaube bilden unter keinen Umständen öffnen!
- Während Hauptgärphase sollte Silo geschlossen bleiben
Ansonsten Störung Silierprozess
Verderb + Nacherwärmung die Folge



Gas fördert
Gärprozesse



Anzeichen für guten
Luftabschluss

Nach Zusammenfall der Gashaube:
Siloabdeckung prüfen und ggf.
nachbessern

8. 4 (5) Phasen der Silierung Exkurs: Nitrose Gase

Nitrose Gase – Was ist das?

- Gemisch aus Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂)
- Atemgifte mit Reiz- und Ätzwirkung
 - lagern sich beim Einatmen an Schleimhäuten an
 - führen zu Reizungen, Verätzungen, Lungenödem, Tod
- wirken bereits in sehr geringer Konzentration giftig auf Mensch und Tier

Eigenschaften:

gelb-rotbraunes Gas, stechender Geruch, sehr giftig, schwerer als Luft



„wallender Nebel“



8. 4 (5) Phasen der Silierung Exkurs: Nitrose Gase

Nitrose Gase – Entstehung

- durch Trockenheit ist bei Mais- und Grassilagen mit erhöhten Nitratgehalten zu rechnen
 - von Pflanzen aufgenommenes Nitrat kann durch Wassermangel nicht in Eiweißbausteine umgesetzt werden



- Gase entstehen unmittelbar nach Silierbeginn
- **Hauptbildung: 3-5 Tage nach Silobefüllung**
- Spätestens nach drei Wochen ist die Gärgasbildung abgeschlossen

8. 4 (5) Phasen der Silierung Exkurs: Nitrose Gase



Nitrose Gase – Risiken für Mensch und Tier

- Mensch und Tier ähnliche Symptome

Symptome:

Mensch	Tier
Reiz- und Ätzwirkungen, da Gas Schleimhäute angreift	
Sauerstoffmangel (Hämoglobin verliert Fähigkeit O ₂ zu binden und zu transportieren) Folge: innerliches Ersticken, Tod	
„Silobefüller-Krankheit“	Zyanosen (Blausucht)
Lungenödeme	Weitere Vergiftungserscheinungen



Zeitschrift „Schweizer Bauer“



www.jbs-blog.de

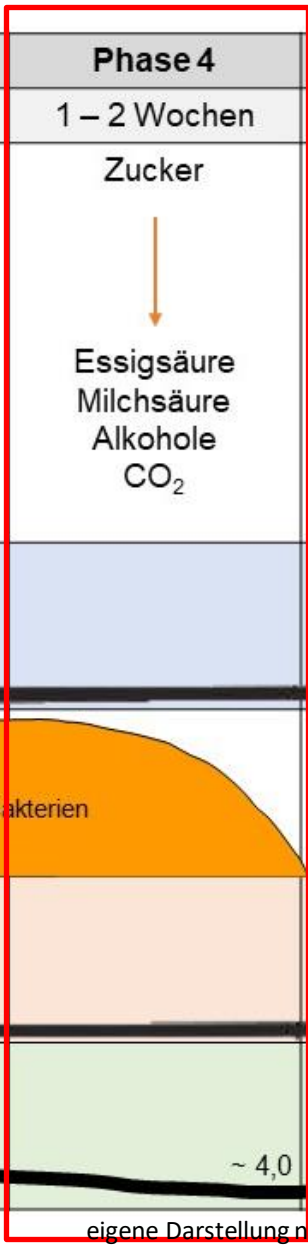
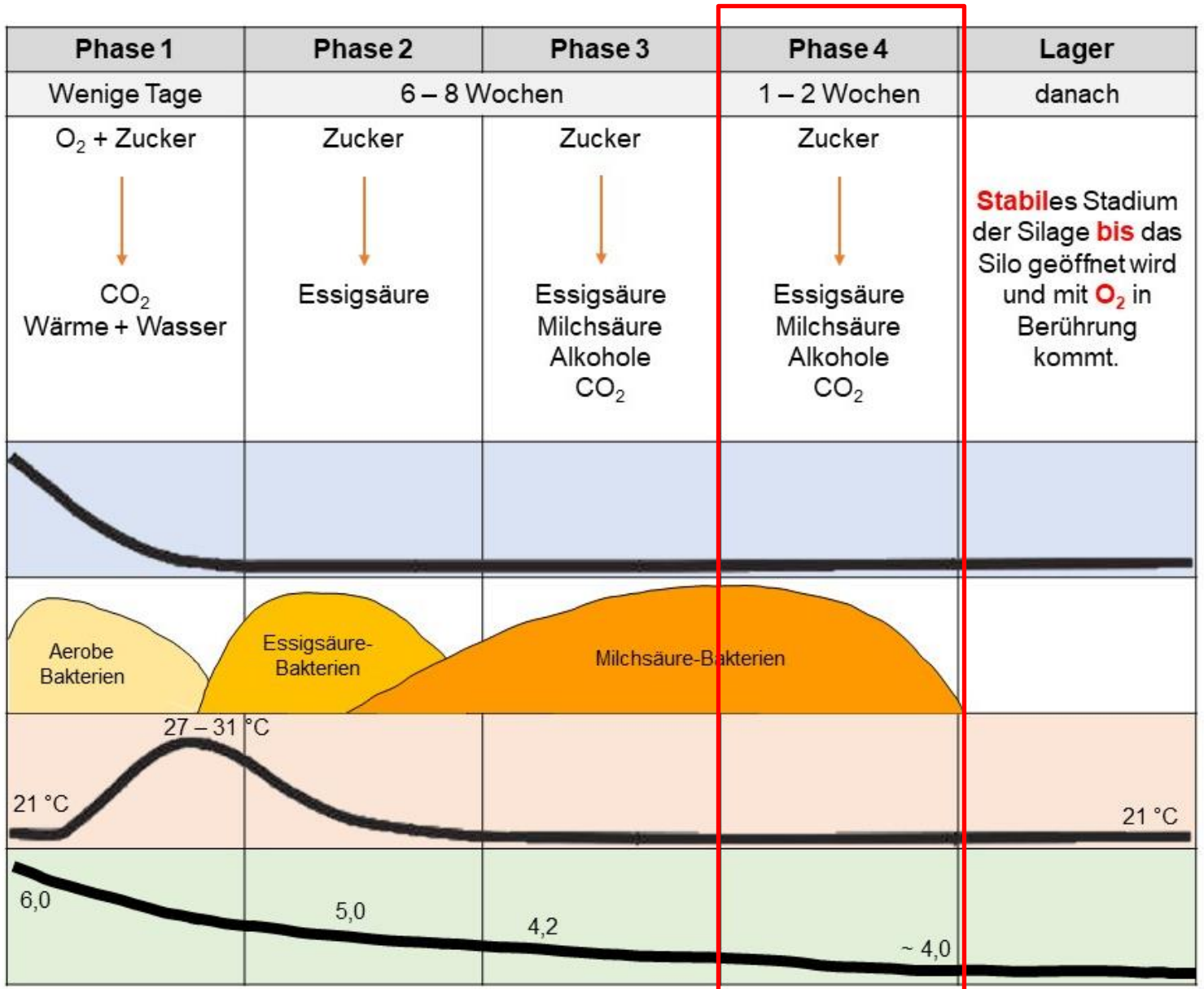


Zeitschrift „Starkunten“

8. 4 (5) Phasen der Silierung

Phase 4 – Endphase der Silierung





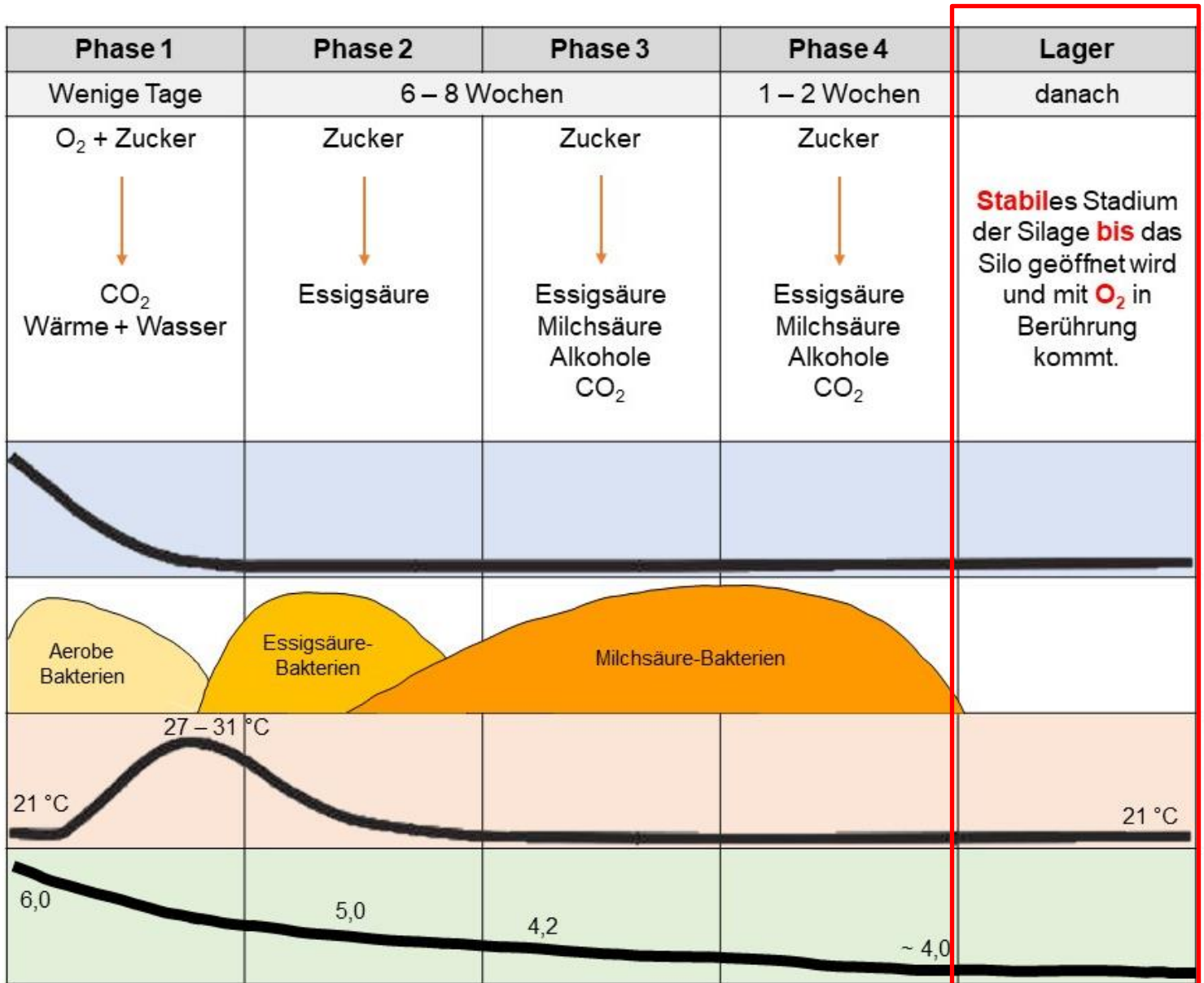
eigene Darstellung nach Dr. Müller (Uni Rostock)

8. 4 (5) Phasen der Silierung

Phase 5 – Lagerphase und Entnahmephase

Unter optimalen Bedingungen bis zum Ende der Lagerungszeit





eigene Darstellung nach Dr. Müller (Uni Rostock)

8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

pH-Wert = entscheidender Faktor für eine stabile Silage

Ob Silage qualitativ hochwertig bleibt, hängt von vorhergehendem Silierprozess ab



Mit dem Öffnen des Silos dringt Sauerstoff ein



Muss später in Ration teuer ausgeglichen werden



Hefen, einige Bakterien nehmen nun Aktivität wieder auf

Hefen bauen gebildete Milchsäure, Restzucker zu Alkohol + Wärme um



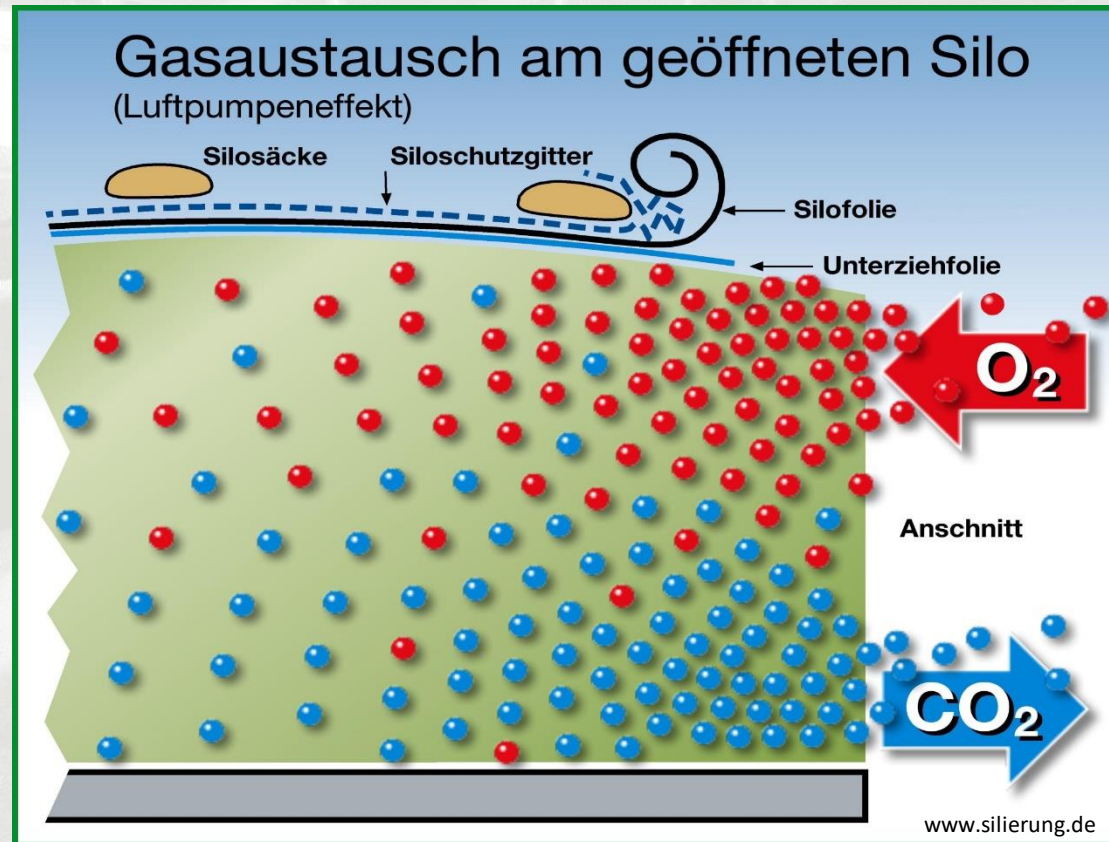
Energieverlust
=
Geldverlust



8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Sauerstoffeintrag trotz Entnahme minimieren!

- Nicht zu viel vom Silo aufdecken



8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Sauerstoffeintrag trotz Entnahme minimieren!

- Nicht zu viel vom Silo aufdecken
- Silo ggf. nach Entnahme wieder zudecken



8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase



8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Sauerstoffeintrag trotz Entnahme minimieren!

- Nicht zu viel vom Silo aufdecken
- Silo ggf. nach Entnahme wieder zudecken
- geeignete Entnahmetechnik verwenden



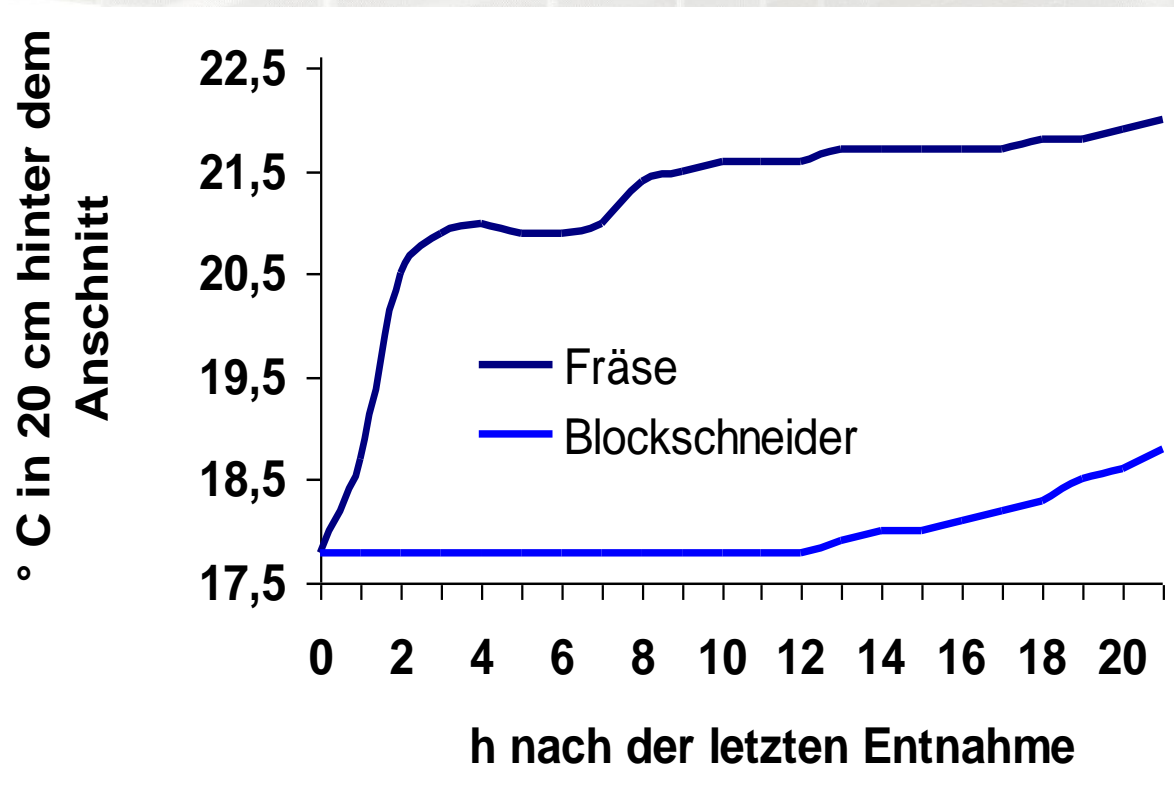
oder?



8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Siloblocksneider oder Fräse?

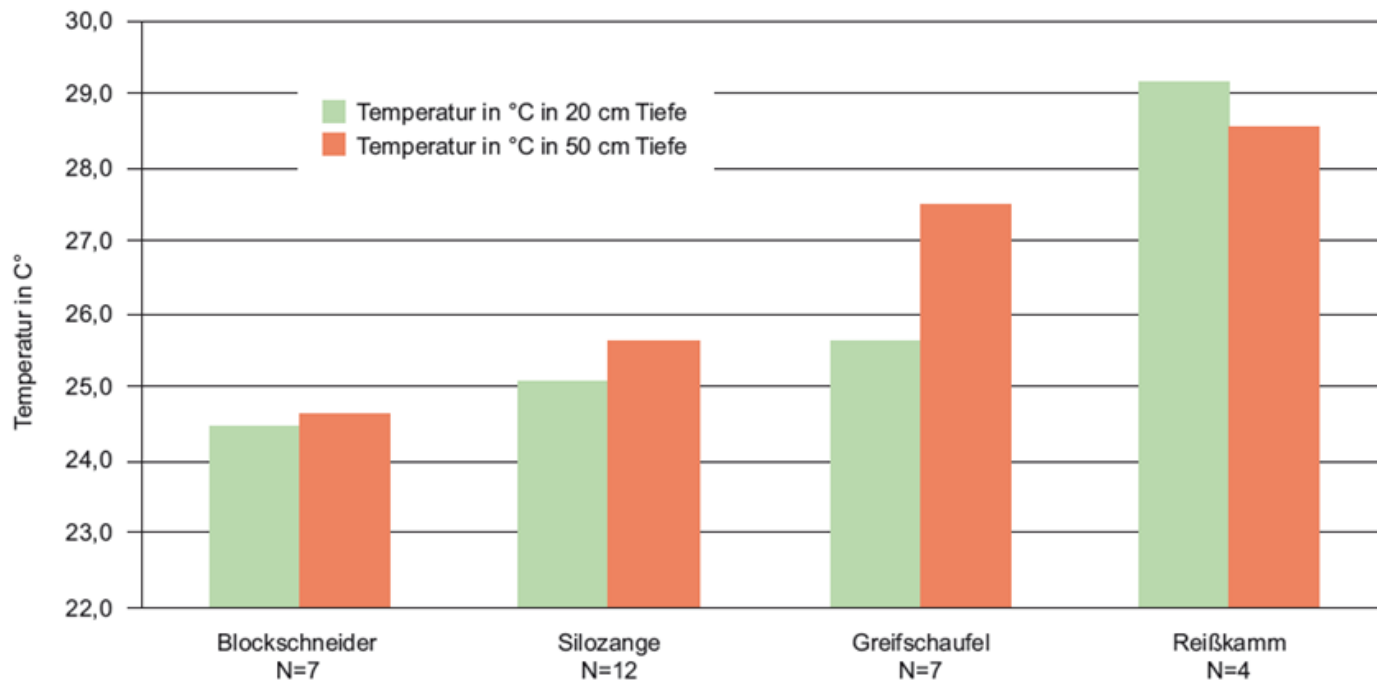
Temperaturanstieg [°C] nach der Futterentnahme aus dem Silo in 20 cm hinter der Anschnittfläche (Prof. Dr. Olaf Steinhöfel)



(Prof. Dr. Olaf Steinhöfel)

8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Siloblocksneider oder Fräse?

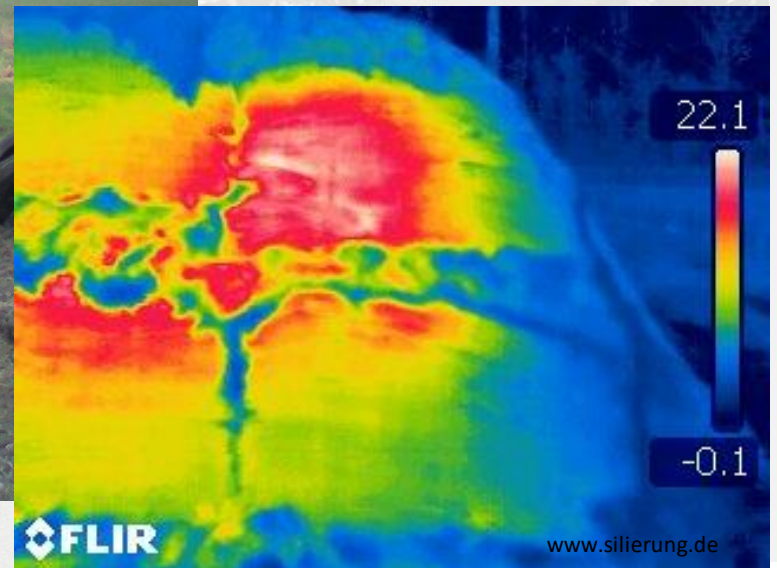


(Praxiserhebung rcg aktuell 01/2004)

**Umso stärker die Auflockerung, desto höher die
 Nacherwärmung im Silostock.**

8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Siloblocksneider oder Fräse?



www.silierung.de

www.silierung.de

8. 4 (5) Phasen der Silierung Phase 5 – Lager- und Entnahmephase

Siloblocksneider oder Fräse?

Saubere Anschnittflächen!



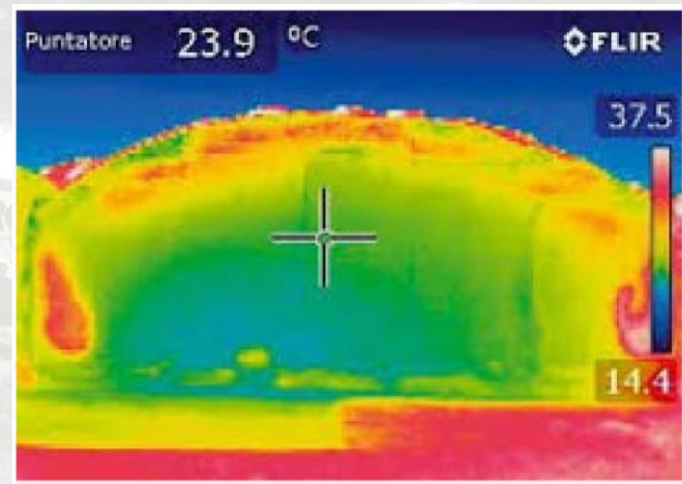
X



9. Monetärer Verlust durch Nacherwärmung

Verluste durch Nacherwärmung durch Schimmelpilze und Hefen

- Normale Kerntemperatur: ca. 15 °C
- Temperatur bei Nacherwärmung: > 20 °C



Verlustschicht (L x B x H) [m]	45 x 12 x 0,4
Verlust [m³]	216
Dichte [kg FM/ m³]	800
Verlust durch Abraum [t FM]	172,8
Monetärer Verlust (bei 50 €/ t Maissilage) [€]	8640 €

nach dem Beispiel von Susanna Montag (KWS); berechnet mit aktuellem Preis für Maissilage



**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

