



**Erzeugung von hygienisch einwandfreien Qualitätssilagen
ohne Clostridien, Hefen, Schimmel und andere
unerwünschte Mikroflora**

„Zukunft Milch 2023“ - 07.12.2023

Dr. Ewald Kramer

Gliederung

Einführung

Anaerober Verderb durch Clostridien

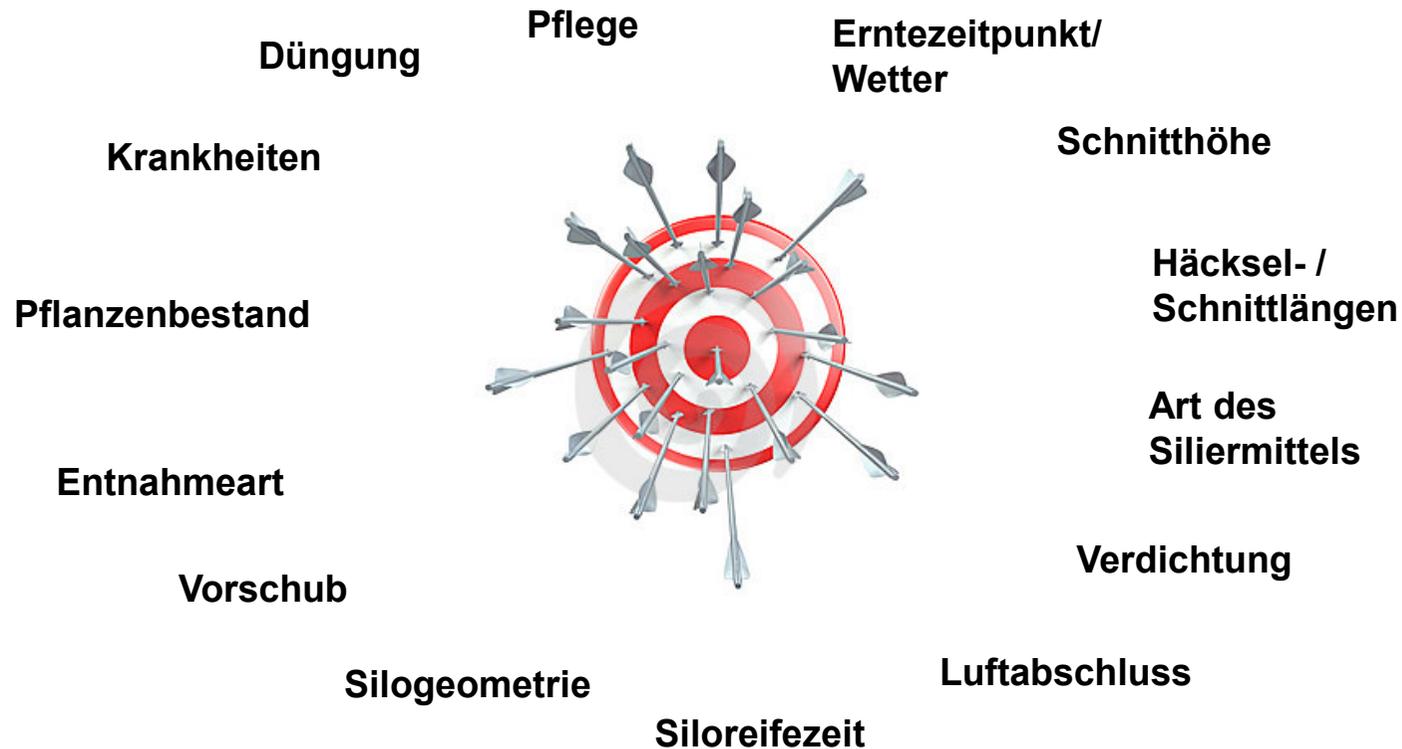
- Ursachen und Folgen einer von Clostridien verursachten Fehlgärung in der Silage
- Möglichkeiten zur Unterbrechung des Clostridien-Kreislaufs „Feld – Silage – Tier – Gülle – Feld“

Aerober Verderb durch Hefen/Schimmel etc.

- Möglichkeiten zur Vermeidung

Fazit

Lenkungs- und Kontrollpunkte im Prozess der Silagebereitung



***Das Ziel – hochwertige, energiereiche und
hygienisch einwandfreie Silagen***

Anaerober Verderb

Anaerober Verderb in der Silage - verursacht durch Clostridien

Kohlenhydratabbau u.a. zu Buttersäure

- u.a. 2 Milchsäure → 1 Buttersäure + 2 CO₂ + H₂O (51,1 % Massenverlust, 19 % Energieverlust)
- pH-empfindlich

Proteinabbau u.a. zu biogenen Aminen + NH₃ : ↓ Proteinqualität

Stoffwechsel unter hohem Energieverbrauch

- hohe TM- und Energieverluste: ↓ Wirtschaftlichkeit, ↓ Milchleistung

Problem: Bildung resistenter Dauerformen (Sporen), „Aufschaukeln“ eines Sporen-Kreislaufs über Jahre möglich

Weitere anaerobe (unerwünschte) Stoffwechselfvorgänge von Gärerschädlingen

Hefen

- Glucose \rightarrow 2 Ethanol + 2 CO₂ + 3 H₂O (48,9 % Massenverlust und 0,2 % Energieverlust)
- keine großartige Vermehrung mehr in der Hauptgärphase, diejenigen, die nach Phase 1 schon da sind, betreiben auch den o.a. Stoffwechsel

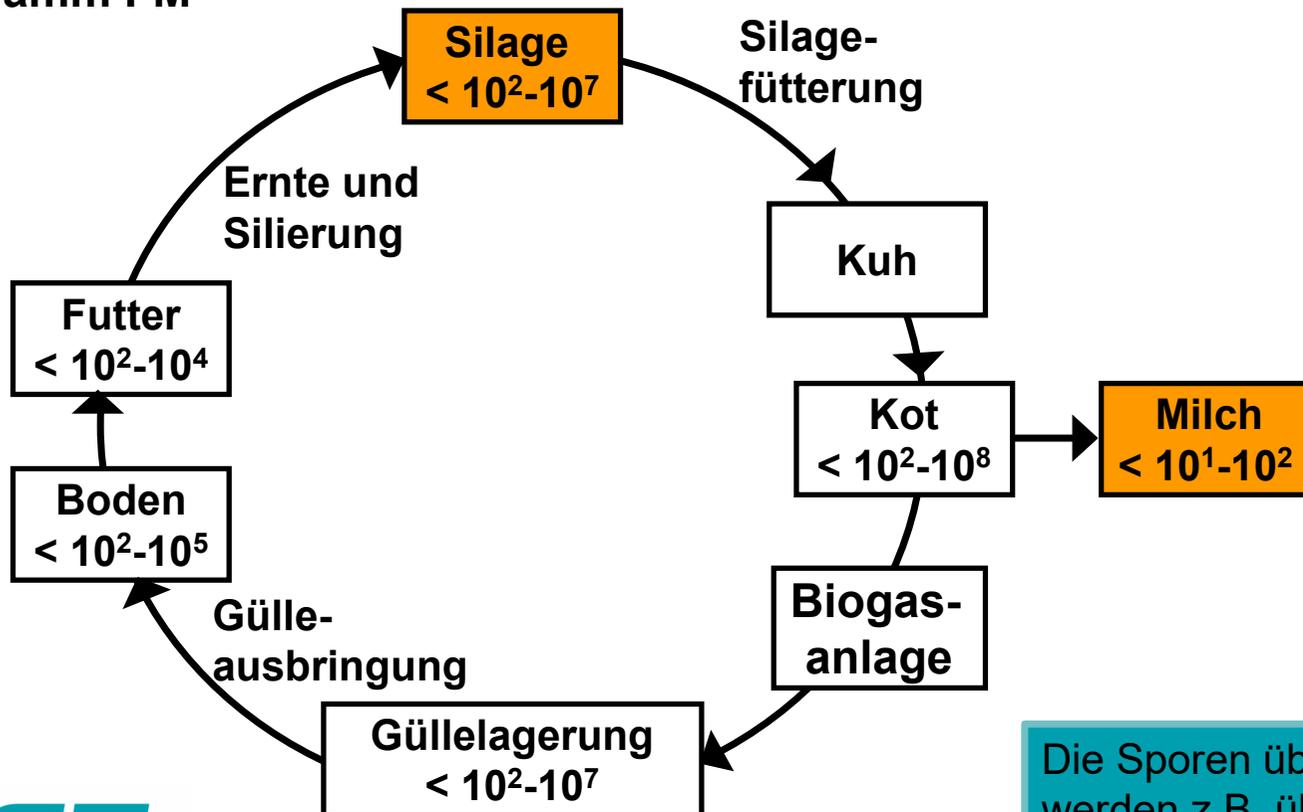
Aber: Überleben bei niedrigen pH-Werten

Enterobakterien

- Glucose \rightarrow Essigsäure+ Ethanol + 2 CO₂ + 2 H₂O (41,1 % Massenverlust, 16,6 % Energieverlust)
- pH-empfindlich

Clostridientwicklung im Sporencyklus: Silage - Tier - Kot - Biogasanlage - Boden - Silage

Angaben pro
Gramm FM



Die Sporen überdauern in der Umgebung und werden z.B. über erdige Anteile und/oder Dünger (Gülle, Gärreste) wieder in den Betrieb eingetragen

Clostridienentwicklung im Sporencyklus >> Weitere Eintragungswege

Mögliche Eintragsquellen & Vermehrungswege von Sporen bzw. für Clostridien

- Durch Tiere: Koteintrag auf Futterflächen (Vögel, Nager, Hunde, Katzen...)
- Über erdige Verunreinigungen – Ernteflächen – Zustand/Vorkommnisse (Überschwemmungen, Kläranlagen, Wühlmäuse...); Weidetränken (Wasserqualität) ?
- Erntebedingungen – Gülleausbringung & Schnittzeitpunkte; Trockenheit
- Gülle (Entsorgung Nachgeburt; Spülwasser); Biogas/Fermenter – externe Gülle; Hühnermist
- Stallung – Trennung vom Kotbereich → Verunreinigung von Wasser, Futter und Einstreu
- Rationsgestaltung – “dichte” Rationen, hohe Anteile schnell fermentierbarer Substanzen (“Bypass-Stärke”) und leicht verfügbare Proteinquellen
- Silagequalität – u.a. Sporenvermehrung – Clostridien in Silagen

Anwelksilage 18 % TS



Buttersäure in Grassilagen: Es gibt sie immer noch.. (Quelle: LKS Lichtenwalde 1. Schnitt 2023)

Tab. 7: Konserviererfolg der Grassilagen 1. Schnitt, 2019-2023

	2019	2020	2021	2022	2023
Anteil Proben in %					
Konserviererfolg					
Note 1+2	92	92	74	88	67
Note 4+5	2,2	2,4	13	4	16
Buttersäure					
>0,3% d. TS	1,2	0,4	18,5	9,4	59
>0,5% d. TS	0,7	0,0	11,9	7,9	31

Im ersten Schnitt konnten zwar normale Energie- und Nährstoffgehalte erzielt werden, jedoch führte der tendenziell niedrigere Trockensubstanzgehalt, höhere Rohasche- und Rohproteingehalt (vgl. Tab. 1) durch die damit verbundene Pufferwirkung zu höheren Buttersäuregehalten in den Grassilagen. Bei Silagen mit einem

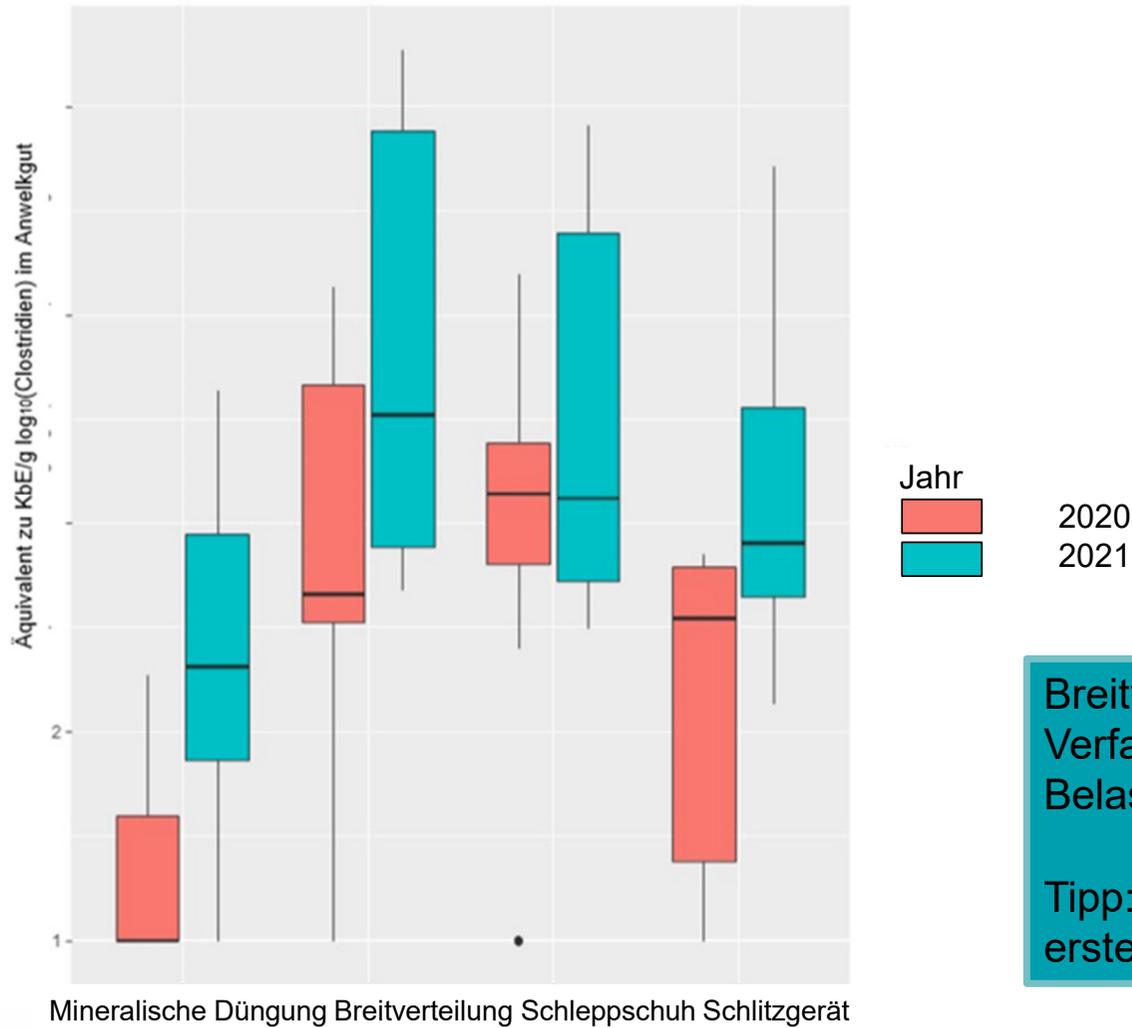
schlechten und sei
Dies ist mit dem F

Silagen mit Anzeichen von Fehlgärungen führen zu höherer Belastung der Leber (NH₃-N sowie biogenen Aminen), aber auch zu einer Anreicherung von Clostridien sporen für den Dünn-/Dickdarm (beide Leberbelastung). Wenn zusätzlich Rationsgestaltung nicht optimal ist und/oder Kühe geschwächt sind, können Symptome wie „Leaky gut“ (=löchriger Darm) etc. auftreten.

Ursachen Clostridien- bedingter Fehlgärungen in nassen Grassilagen/Grünroggensilagen

Ursachen	Abhilfe
Eintrag von Clostridiensporen in die Silage über Verschmutzung	Schnitthöhe (>8 cm)
Eintrag von Clostridiensporen in die Silage über Güllereste	Ausbringtechnik Ausbringzeitpunkt
Hohe Pufferkapazität (viel XA, XP)	
Nitratmangel	Düngung ?
Geringer Ausgangsbesatz an natürlichen Milchsäurebakterien	Geeignete Siliermittel
Zuckermangel	Hochwertige Gräser/ Schnittzeitpunkt/ Kurze Feldliegezeit

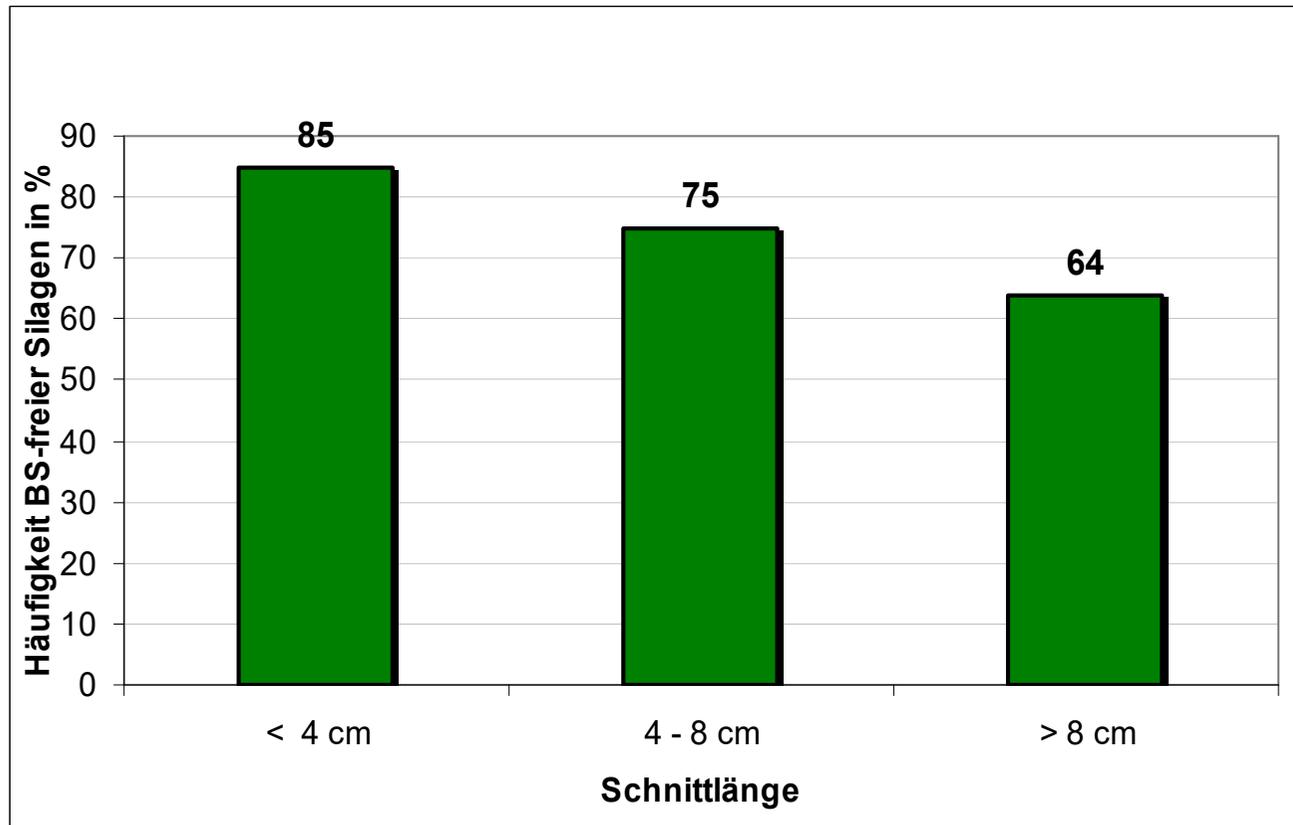
Einfluss der Gülleapplikation auf die Gärqualität



Breitverteilung und Schleppschuh-Verfahren mit der numerisch höchsten Belastung des Silierguts mit Clostridien

Tipp: Keine Gülleapplikation zwischen erstem und zweitem Schnitt

Einfluss der Schnittlänge/ Häcksellänge auf die Gärqualität



Je kürzer, desto weniger Clostridien
(Bessere Gärqualität >> tieferer pH)

Ausgangsmaterial: GRAS

Verschiedenartigkeit von Grünlandbeständen



Bessere Gräser → höherer Energiegehalt → i.d.R. bessere Vergärbarkeit durch höhere Zuckergehalte → Risiko von Buttersäure-Fehlgärungen sinkt

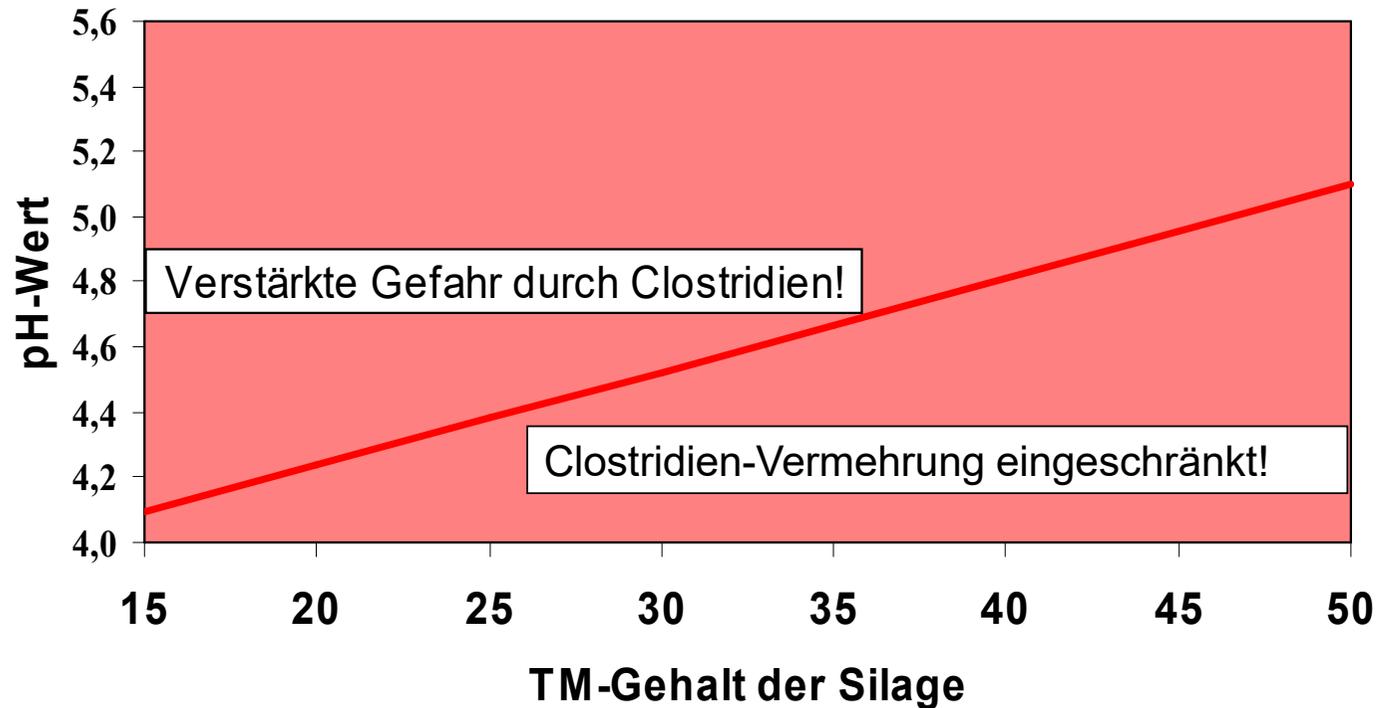
Einfluss von Abdeckung/Verdichtung

verzögerte Abdeckung bzw. unzureichende Verdichtung sorgt für längeren Luftaustausch im Silostock

- verlängerte Stoffwechselzeit von unerwünschten Gärschädlingen
- „Verschwendung“ von Pflanzenzucker
- Verzögerte und weniger effektive pH-Wert-Absenkung
- Verbesserung der Lebensbedingungen für Clostridien
- Aufbau von kritischen Populationen der Gärschädlinge im Hinblick auf Nacherwärmung

Unverzögliches Abdecken nach Beendigung der Ernte reduziert die Gefahr für unerwünschte anaerobe Fehlgärungen (indirekt) UND unerwünschte Nacherwärmungen/ Verschimmelungen nach der späteren Öffnung der Silagen

Schwerpunkt: Anaerober Verderb >> Clostridien



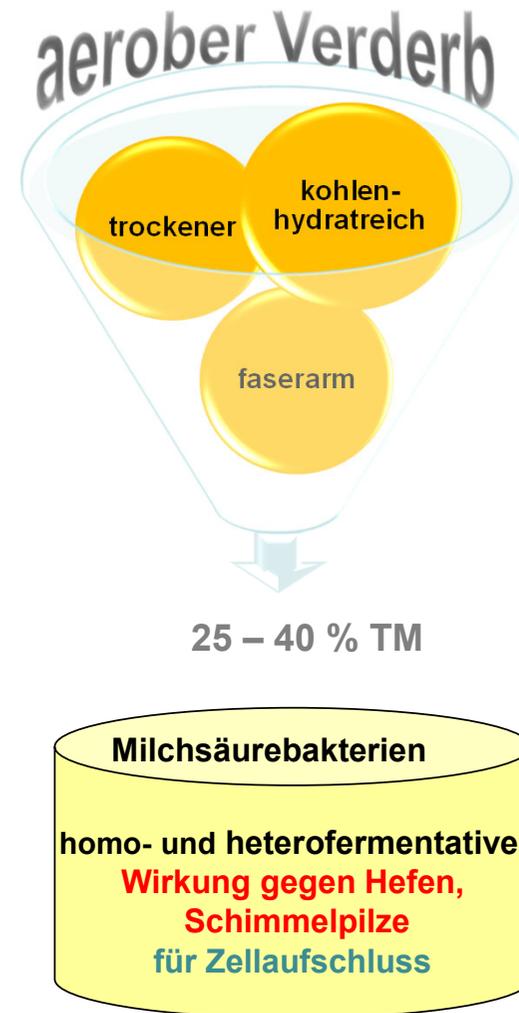
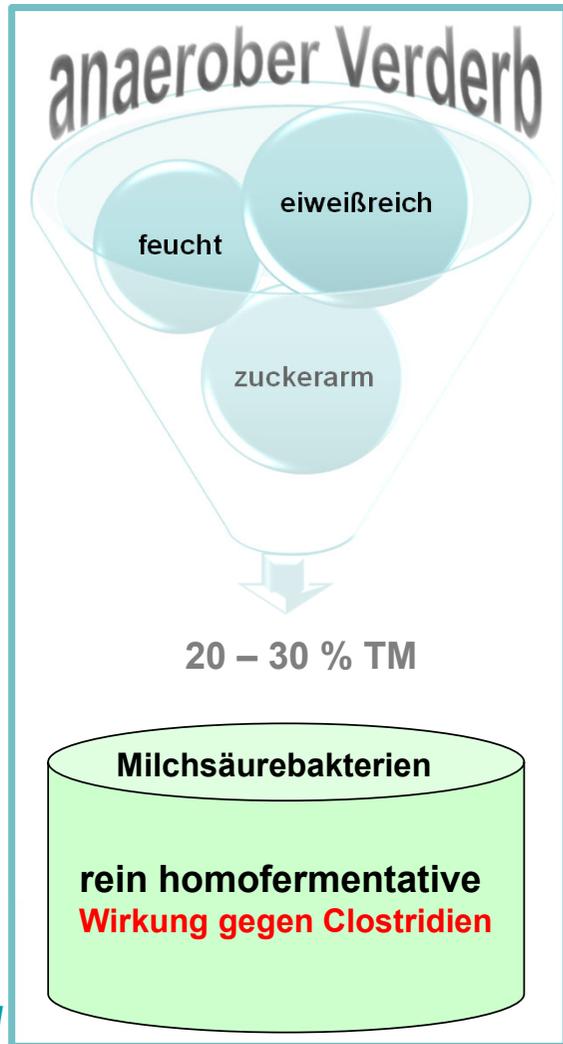
„Kritischer pH-Wert“ in Abhängigkeit vom Trockenmassegehalt der Silagen

Anteil BS-haltiger Silagen in Abhängigkeit vom MSB-Besatz

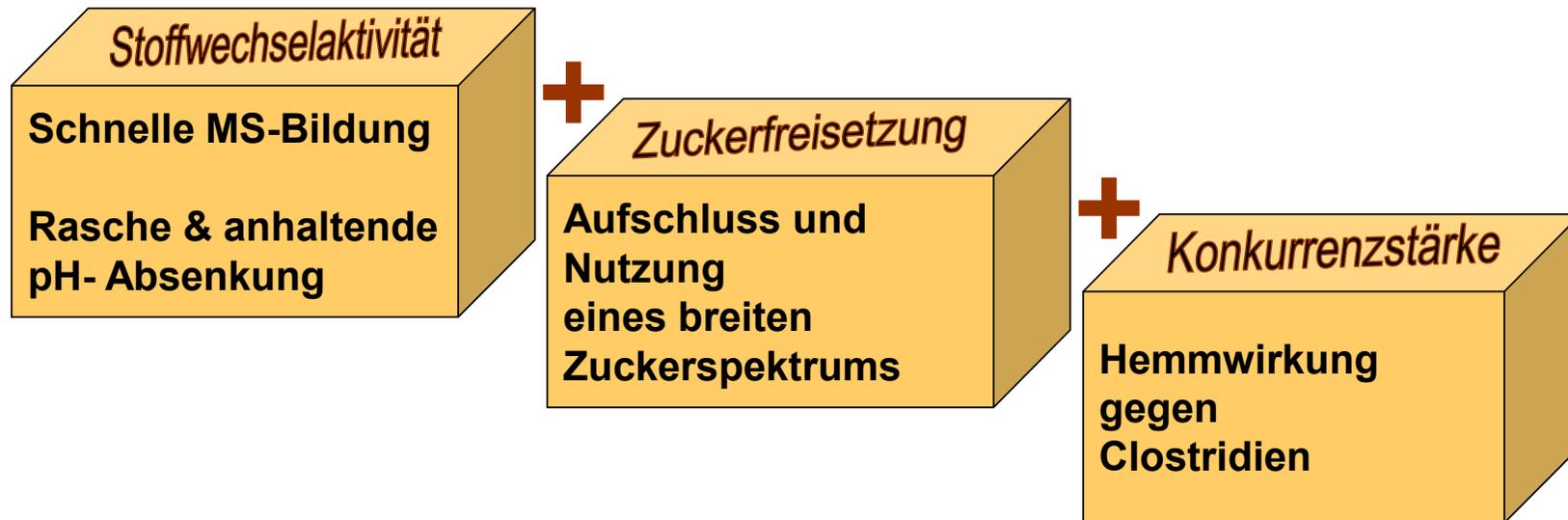
	Anzahl der Silagen		
	insgesamt	BS-haltig	Anteil BS-haltig
alle Grünfütter	244	98	40%
davon			
über 10^5 MSB/g FM	91	4	4%
unter 10^5 MSB/g FM	153	94	61%

→ Gerade eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit, hohe UV-Strahlung und kalte Nächte haben negativen Einfluss auf die Bildung von nativen MSB

Welches Siliermittel ist unter welchen Bedingungen das Richtige?



Selektionskriterien für spezielle **MSB- Präparate** mit Wirkungsschwerpunkt **im unteren TM- Bereich**



Aerober Verderb

Gefährdungspotential?

Anaerober Verderb

Ausgangsmaterial:
feucht, eiweißreich,
zuckerarm

20 – 30 % TM

Aerober Verderb

Ausgangsmaterial:
trockener,
kohlenhydratreich

25 – 45 % TM

Ursachen von Nacherwärmung - Ausgangskeimbesatz



Feldhefen im Gras

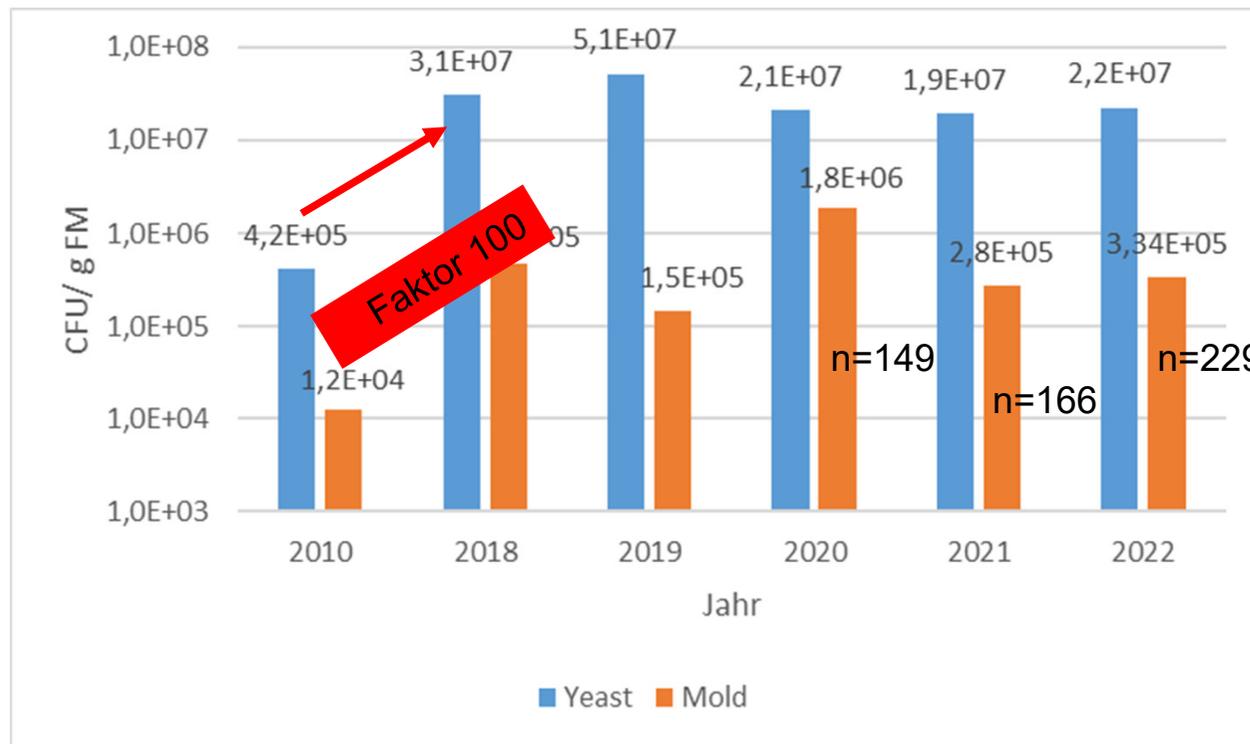
Feldhefen im Mais



~~Alles grün
=
Alles gut ?~~

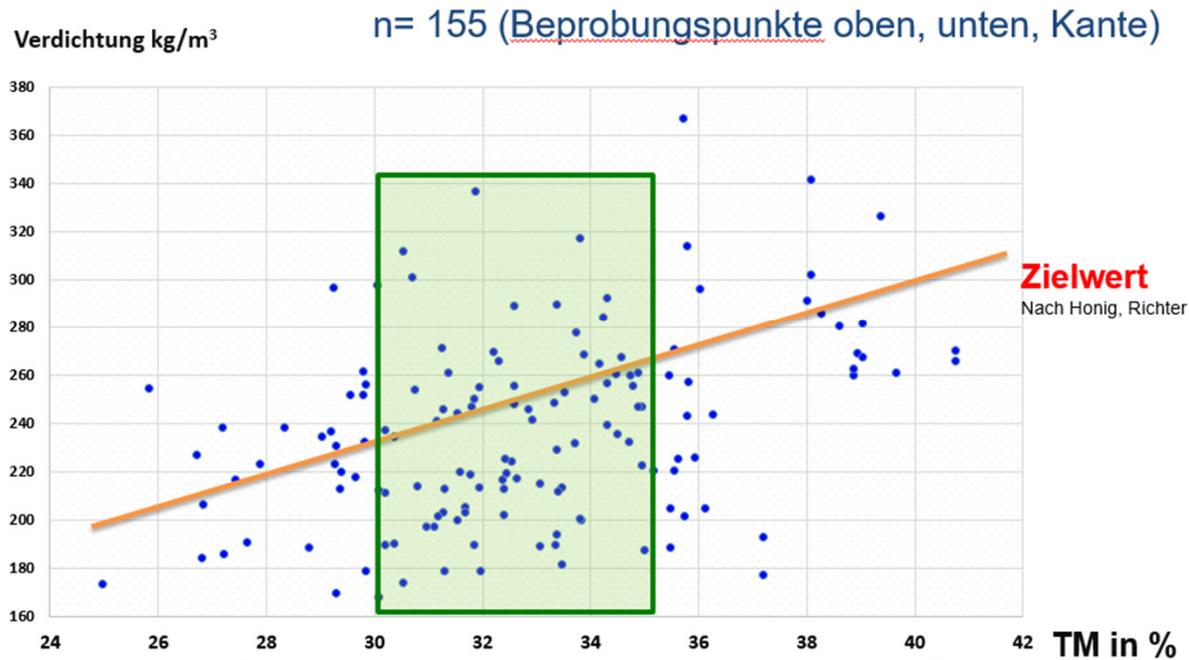
Ursachen von Nacherwärmung - Ausgangskeimbesatz

Entwicklung der Feldhefen- und Schimmelpilzpopulation auf den Maispflanzen vor der Ernte



Verdichtung in Silagen

Verdichtung in den Maissilos SH



Nur 1/3 ausreichend verdichtet

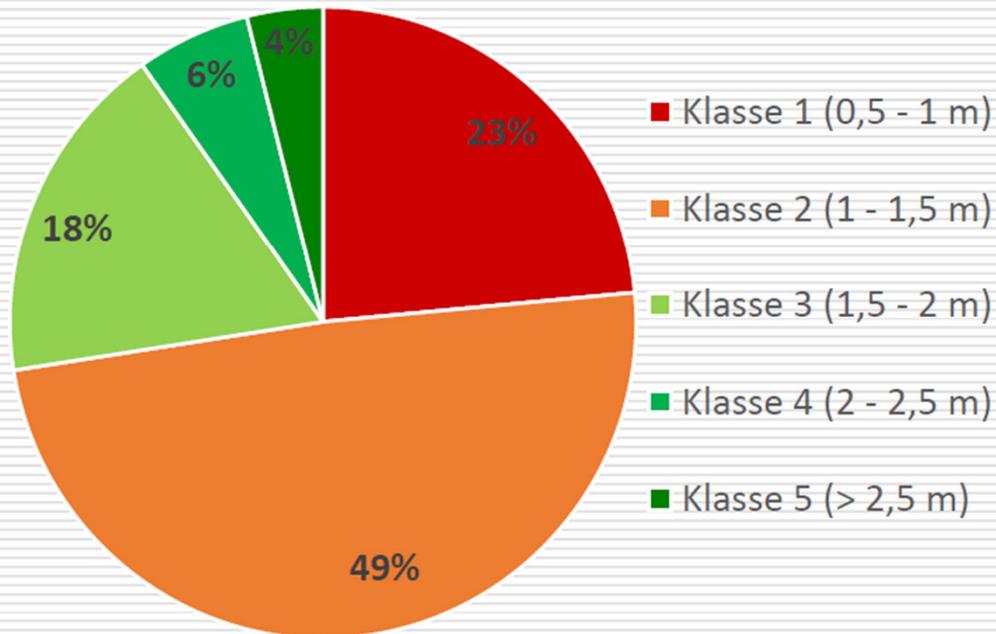


Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein

40

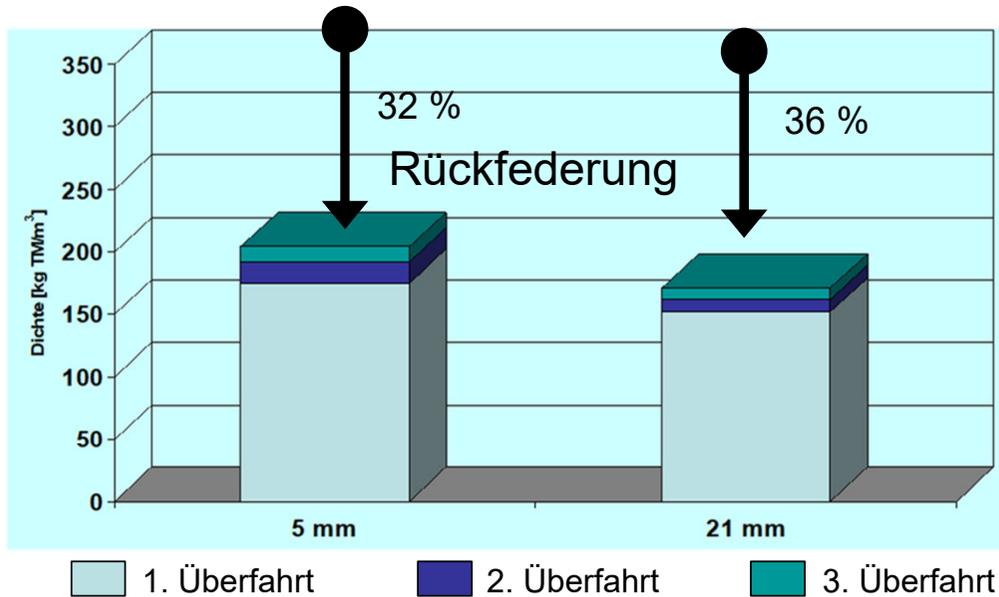
Vorschub in Maissilagen in S.-H.

Vorschub – Maissilos SH



Knapp $\frac{3}{4}$
mit zu
wenig
Vorschub

Einfluss der Häcksellänge und der Überfahrten-Anzahl bei Silomais



Ziel: Häcksellänge

Gras

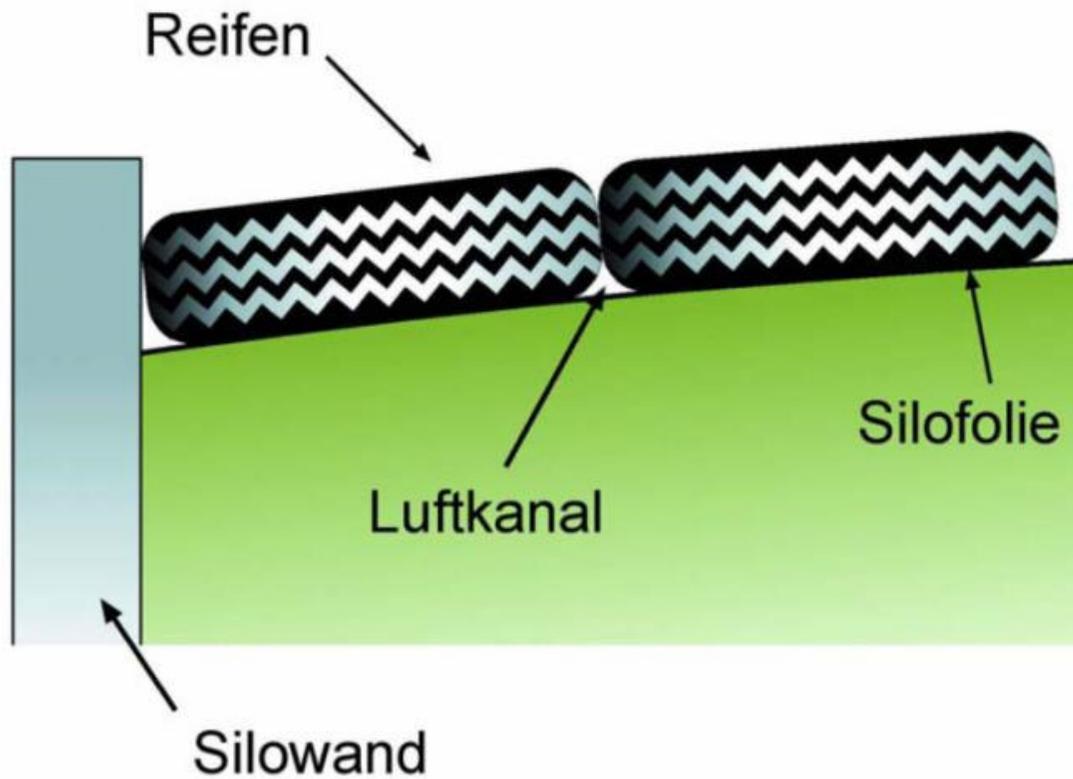
1 bis 4 cm

Mais

4 bis 6 mm

Lange Häcksel [21mm] vermindern die Verdichtung im Vergleich zu kurzen Häckseln [5mm] um ca. 20 %!

Beschwerung mit Reifen



Reifen zum
Beschweren direkt an
der Anschnittfläche
nicht optimal

Abdeckung



Sardinentechnik bei den Sandsäcken!

Erst die Hefen, dann der Schimmel, dann die kranke Kuh



Penicillium roqueforti



Monascus ruber



Monascus ruber

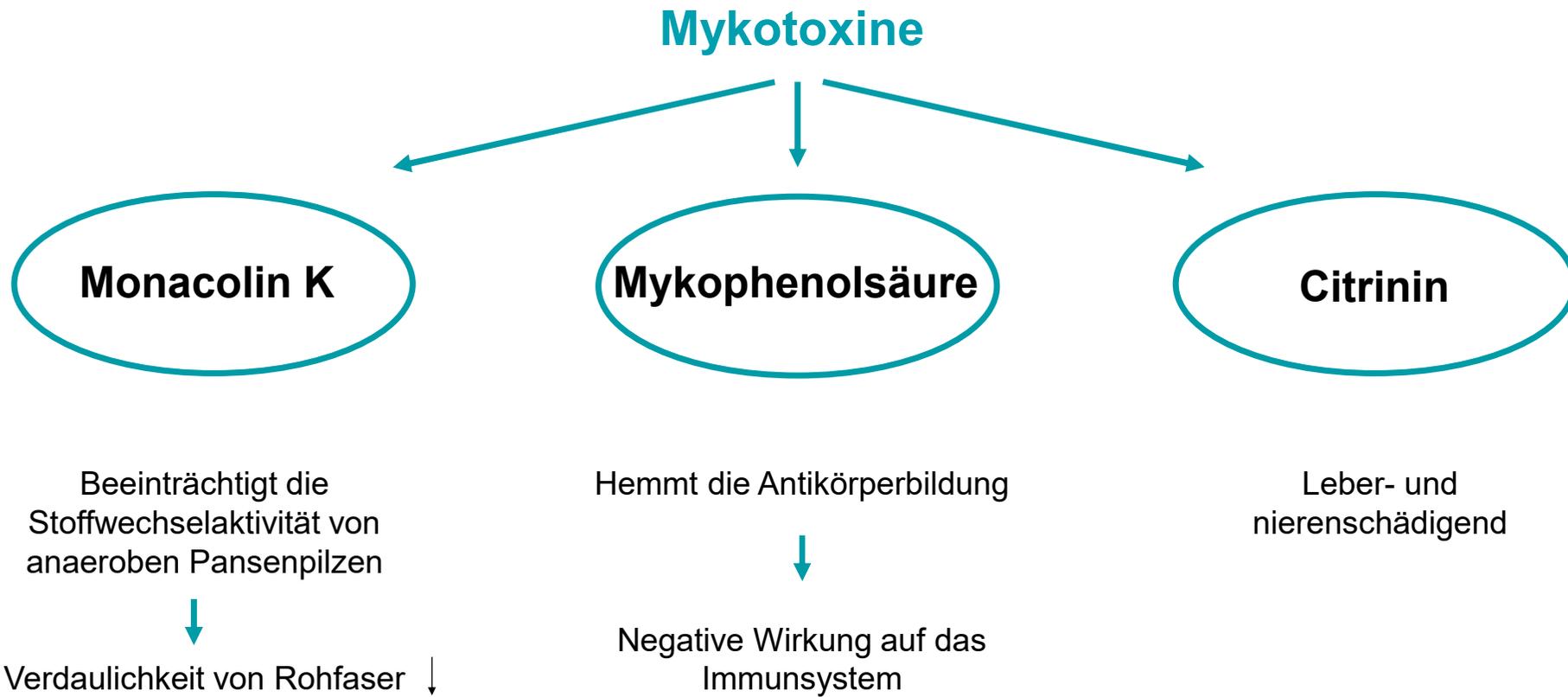
Mykotoxine der Schimmelpilze sehr häufig immunsuppressiv!



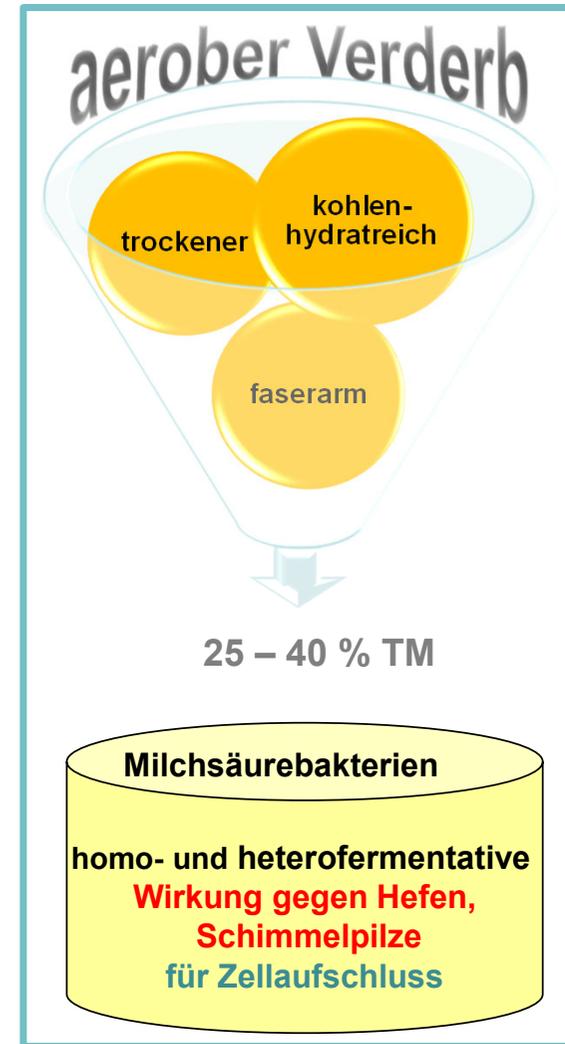
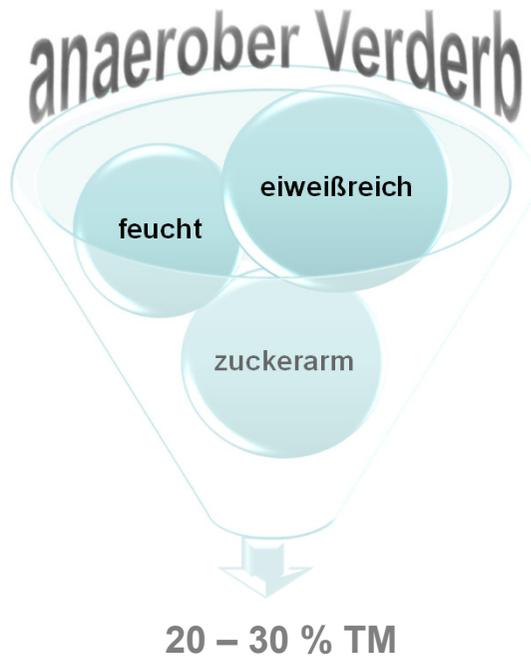
Aspergillus fumigatus

Und: In aerob verdorbener Silage siedeln sich neben Schimmelpilzen und Hefen auch wieder Clostridien an!

Mykotoxine des Schimmelpilzes *Monascus ruber*



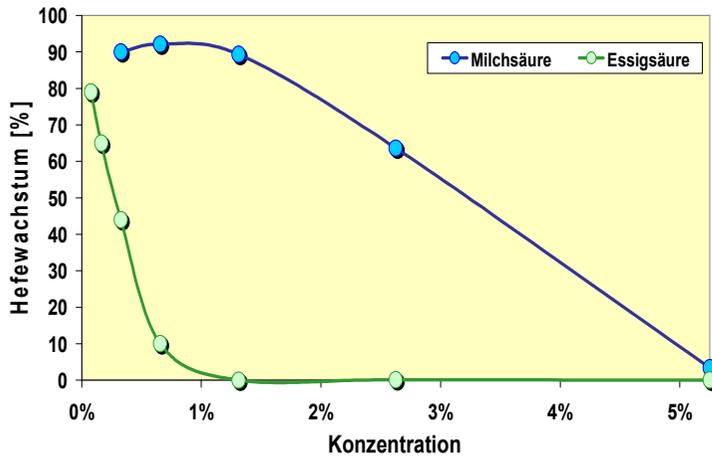
Welches Siliermittel ist unter welchen Bedingungen das Richtige?



Hemmung des Wachstums von Hefen und Schimmelpilzen durch Fermentationsprodukte von Milchsäurebakterien

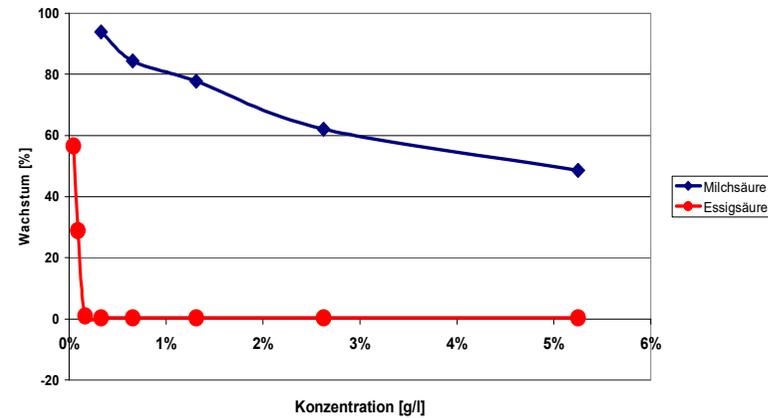
Hefe-Hemmung

Wachstum von Hefen bei unterschiedlichen Konzentrationen an Essig- und Milchsäure



Schimmel-Hemmung

Wachstum von Aspergillus niger bei unterschiedlichen Konzentrationen an Essigsäure und Milchsäure



Gras- und Luzernesilagen



Maissilagen



Meilensteile in der Entwicklung von SILASIL/BONSILAGE



SILASILENERGY^{XD}

Neue Stämme

Das Ziel

- Screening nach neuen Stämmen mit bestimmten Eigenschaften

Das Ergebnis

- *Lactobacillus diolivorans*

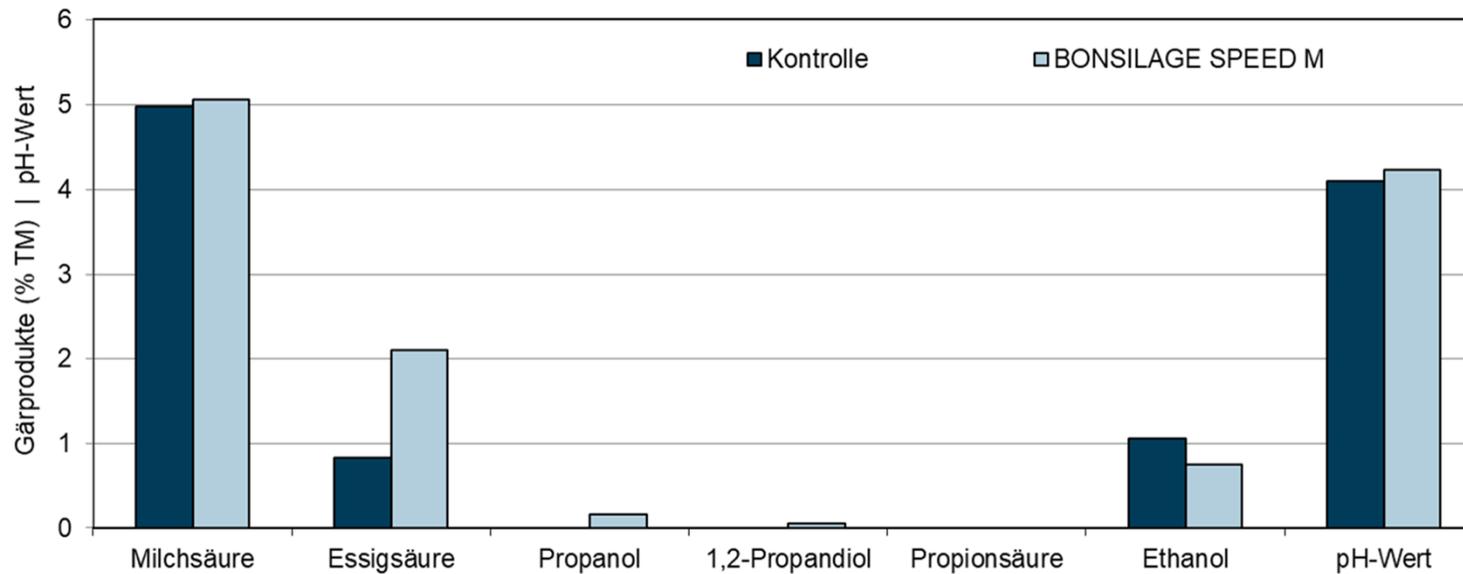
Die Produkte

- BONSILAGE SPEED G / BONSILAGE SPEED M für schnelle Siloöffnung und flexibles Silomanagement



Maissilage Ernte 2022

Typisches Gärsäuremuster nach kurzer Silierdauer (14 Tage)



Signifikant schnellere Bildung von Milch- und Essigsäure

Fazit: Wie gelingt die Herstellung von Qualitätssilagen?

Gesunde Kühe mit hohen Leistungen lassen sich langfristig nur halten, wenn

- Keine/kaum unerwünschte Bakterien wie Enterobakterien/Clostridien enthalten sind und keine gesundheitsgefährdenden Stoffwechselprodukte (biogene Amine etc.) produziert wurden
- Keine/kaum Hefen- und Schimmelpilze enthalten sind und keine gesundheitsgefährdenden Stoffwechselprodukte (Mykotoxine) produziert wurden

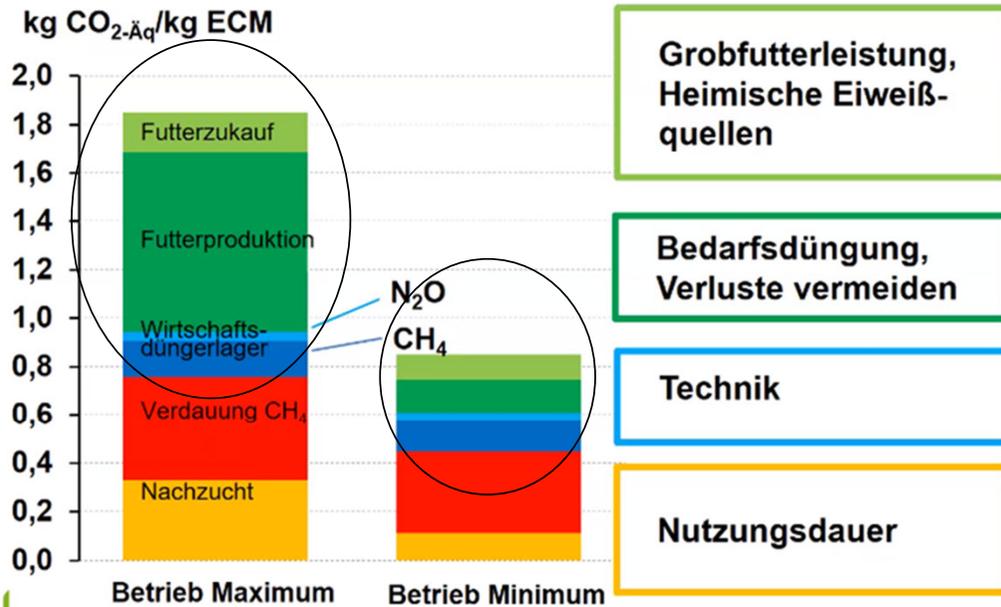
und so hohe Futteraufnahmen aus dem Grundfutter ermöglichen.

Positiver „Nebeneffekt“ → Reduzierung von Verlusten in Silagen (anaerob + aerob)

- Verbessert die Wirtschaftlichkeit
- Reduziert den CO₂-Fußabdruck je kg Silage und damit auch der Milch

Fazit: Wie gelingt die Herstellung von Qualitätssilagen?

Zusammensetzung THG-Emissionen und Ansatzpunkte zur THG-Vermeidung
Zehetmeier et al. 2020



Fazit/Ausblick: Siliermittel-Einsatz und CO₂-Fußabdruck

- in Futterbaubetrieben sind die **Sicherung** der Grobfuttermittellieferung und die **Minderung** der Klimawirkung zu gewährleisten
- Minderung der **Verluste** und Hebung der **Qualität** bei gleichem oder reduziertem Aufwand ist Teil der Lösung
- der **strategische** Einsatz von Siliermitteln ist hier zu empfehlen
- die Berechnung der Effekte kann z.B. mit dem Treibhausgasrechner der LfL-Agrarökonomie erfolgen => Verknüpfung mit Deckungsbeitragsrechnung erlaubt Verbindung zur Ökonomie
- offene Fragen bestehen zur Berücksichtigung der **C-Sequestrierung** bei Grünland und im Ackerfutterbau
- Effekte zu den Verlusten und der Wirkung am Tier sind weiter zu bearbeiten und abzustimmen
- Kapitel zur Thematik sollte in **9.** Auflage des Praxishandbuchs

Im Bereich der Futterproduktion sind noch große Reserven vorhanden!



(Prof. Spiekers, LfL Grub, 2022)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

