



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope

KRONI Schulung - Silieren



Agroscope

Ueli Wyss

Sins, 2. April 2019



Inhalt

- **Einleitung**
- **Herausforderungen ans Silage-Management bei immer heisseren, trockneren Sommern, wie wir ihn im 2018 hatten? - Silieren – eine Herausforderung im Klimawandel**
- **Wie umgehen bei Fehlgärungen, Erwärmungen etc. im Silo?**
- **Einsatz von Säuren und Salzen zur Stabilisierung der Silage?**
- **Silage Qualitäten beurteilen an Hand von Mustern**

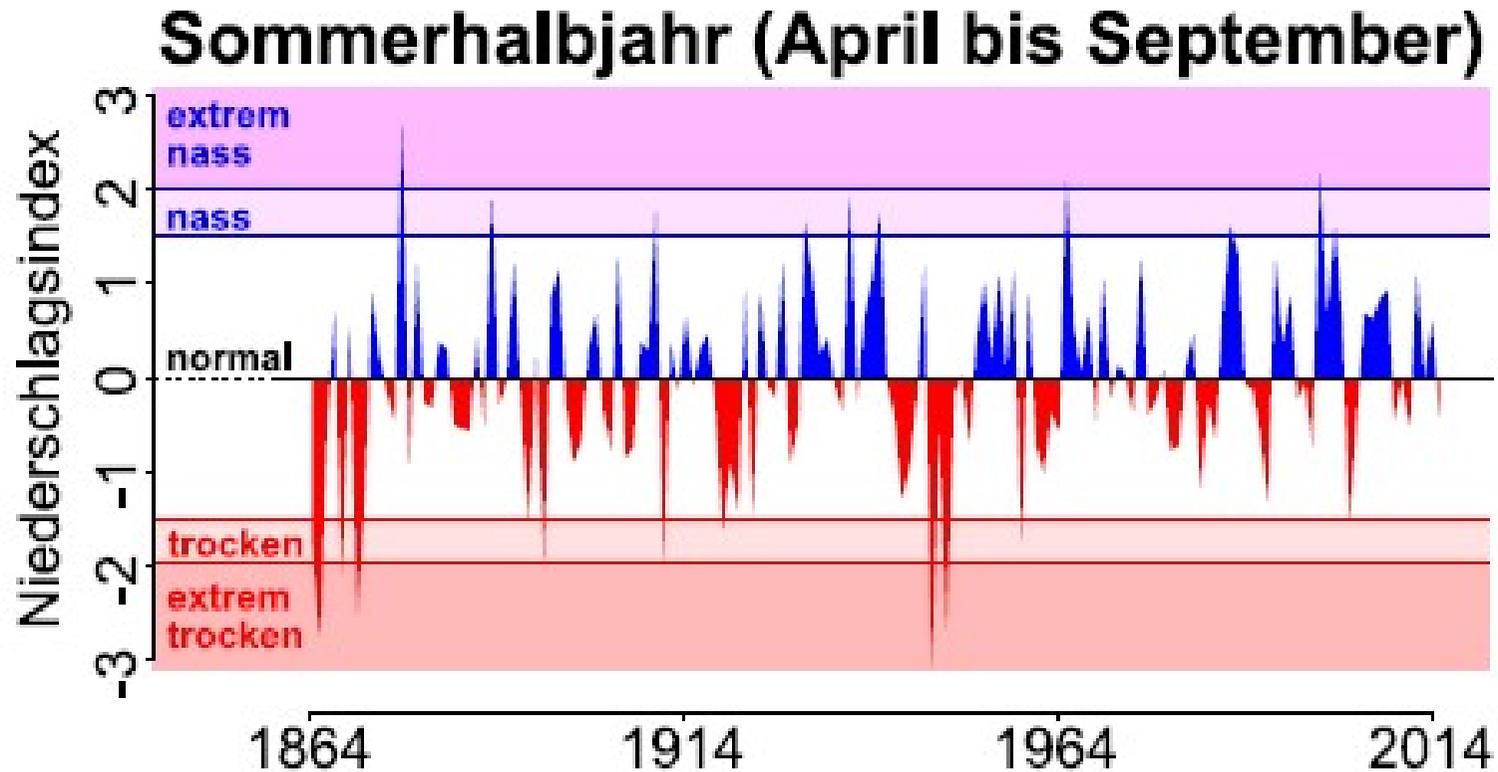


Silieren – eine Herausforderung im Klimawandel





Das Klima

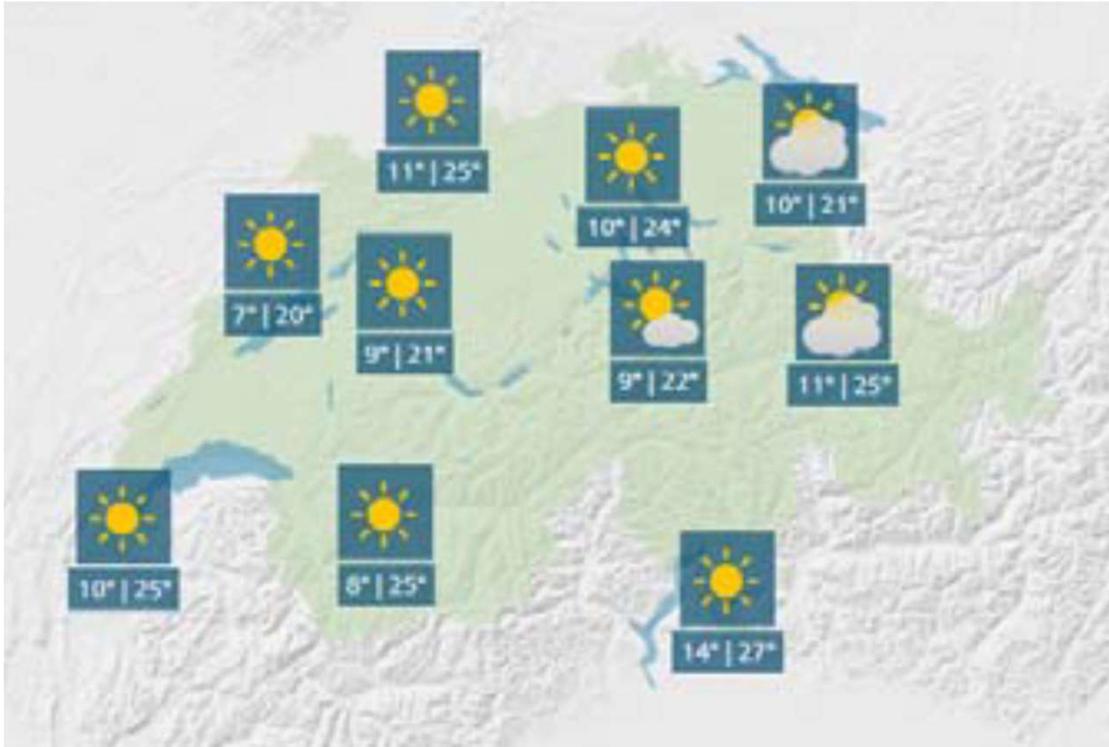


- Starke Niederschlagsschwankungen
- Langfristvorhersagen unmöglich
- Trockenperioden kritischer als Nässe

Suter und Küng, 2016



Ausnützung der Schönwetterperioden



Wetterberichte studieren



Niederschlagsreiche Jahre



- Wenig Erntegelegenheiten
- Evtl. zu später Schnitt – tiefere Nährwerte
- Ungünstige Anwelkbedingungen
- Nasse Bodenverhältnisse
 - Futterverschmutzung
 - Bodenverdichtung
 - Schädigung der Grasnarbe – Zunahme der Unkräuter
- Erhöhtes Risiko einer Buttersäuregärung
- Insgesamt schlechtere Silagequalität



Silieren bei nassen Bodenverhältnissen



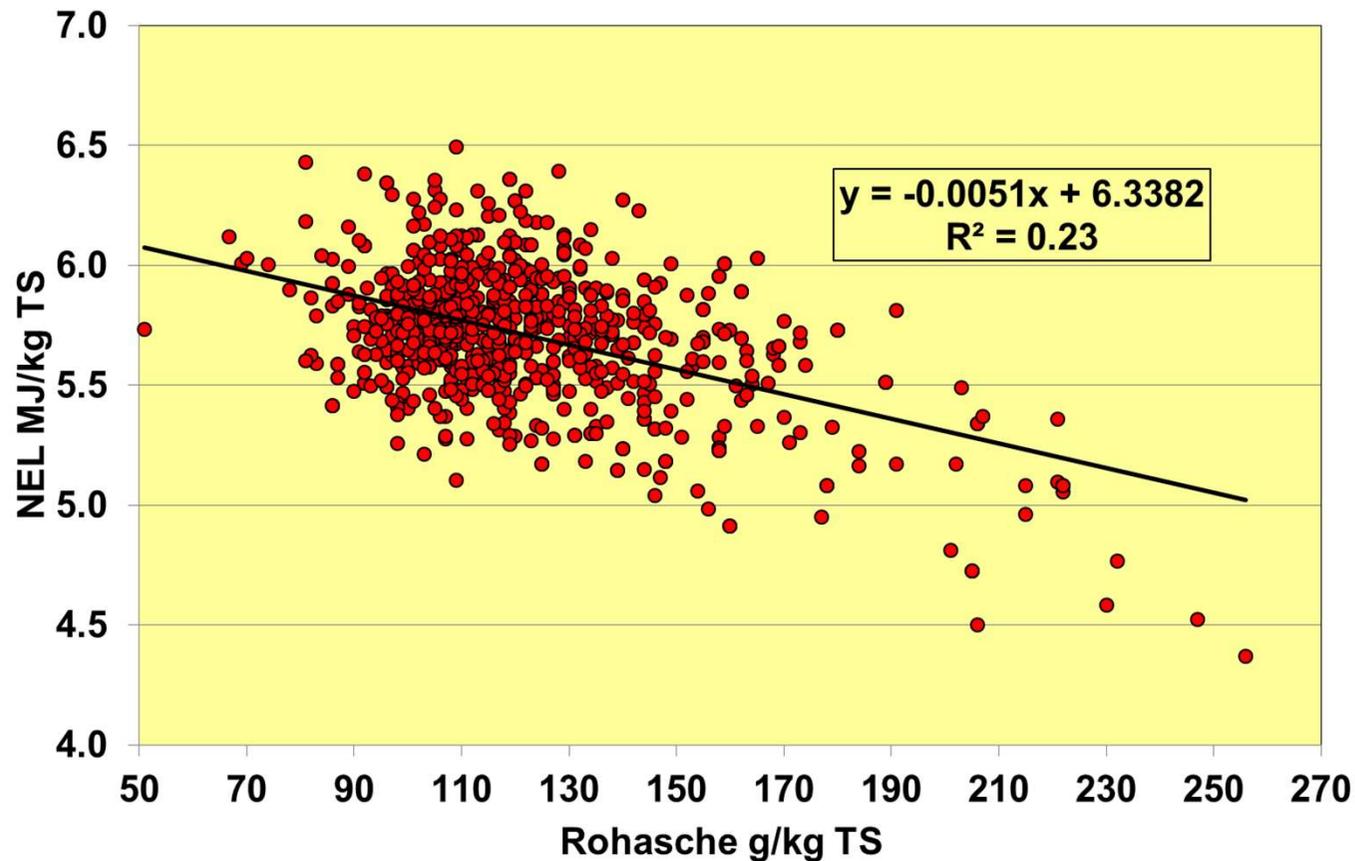
Die Belastung des Bodens ist bei feuchten Bedingungen besonders gross.

Erde wird miteinsiliert
Erhöhtes Risiko einer Buttersäuregärung und tiefere Nährwerte

Wenn der nasse Boden befahren wird, kommt es zu Bodenverdichtungen und in der Folge zu Ertragsverminderungen



Auswirkungen der Futterverschmutzungen auf den NEL-Gehalt



Pro 100 g
Rohasche
0.5 MJ NEL
weniger

Daten
Versuch
unterschied-
liche Schnitt-
höhe: Pro
100 g
Rohasche
mehr - 1 MJ
NEL weniger

Rohfasergehalte zwischen 200 und 250 g/kg TS



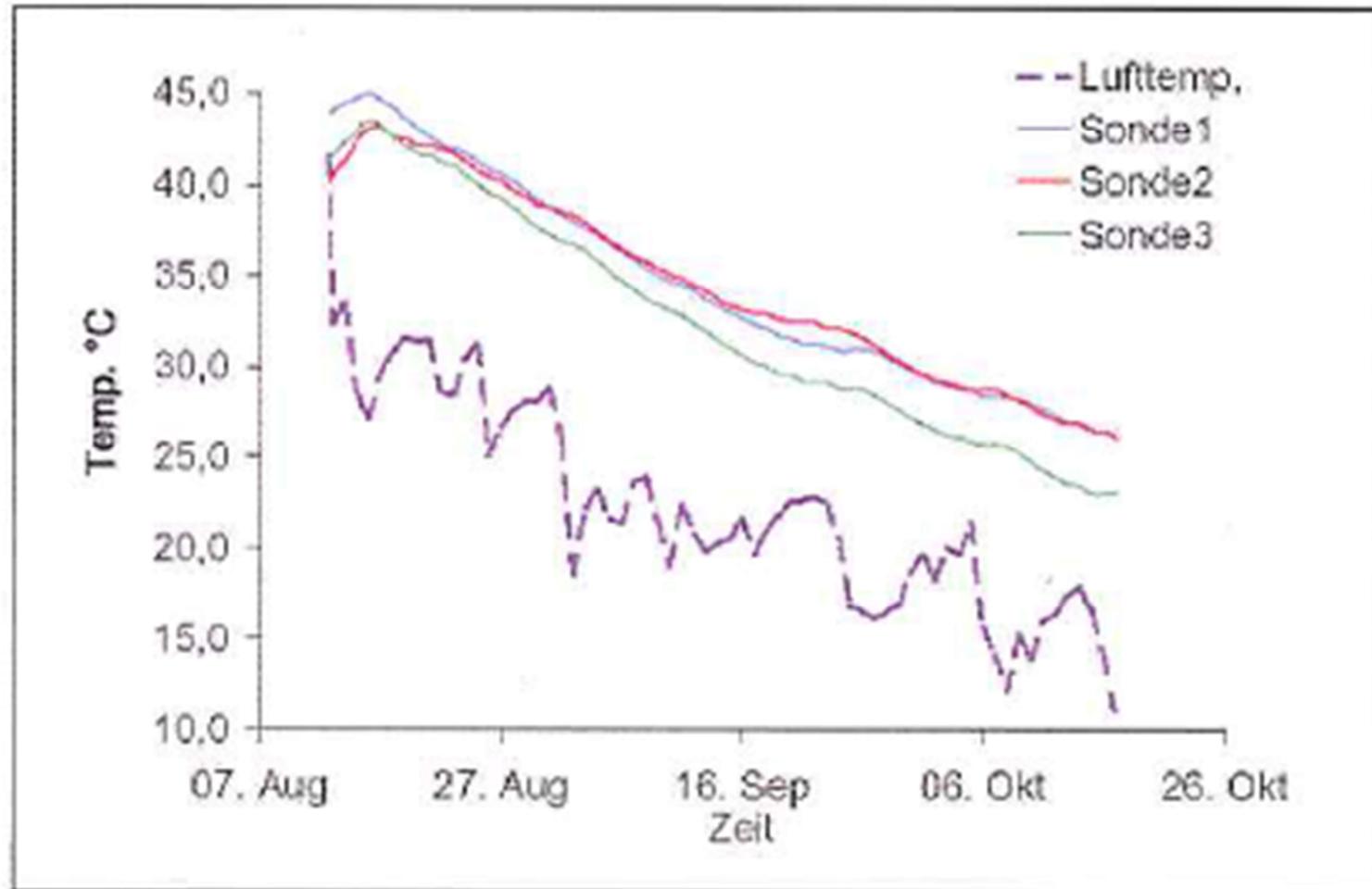
Niederschlagsarme Jahre



- Fehlende Niederschläge – geringere Erträge bis 100 % Ertragsausfälle
- Schlechter Wachstum und schlechte Kolbenbildung beim Mais
- Lückenhafter Pflanzenbestand – Zunahme der Unkräuter
- Sehr gute Anwelkbedingungen
 - Risiko von zu schnellem Abtrocknen, dadurch anfälliger für Nacherwärmungen
- Bei Sommersilagefütterung bedingt durch hohe Temperaturen erhöhtes Risiko für Nacherwärmungen bei der Entnahme



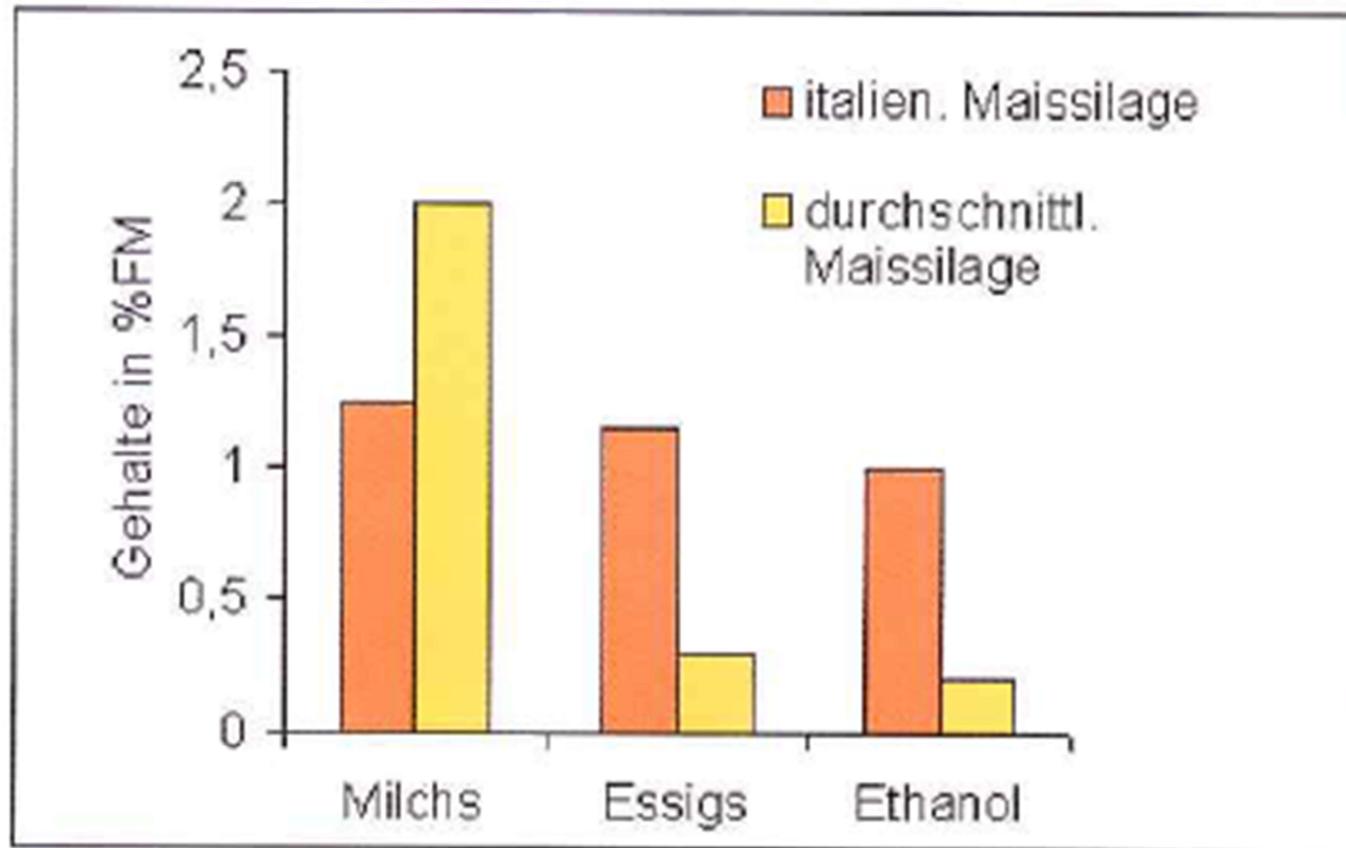
Temperaturverlauf einer ital. Maissilage



Berzaghi, 2003



Gärsäuremuster der ital. Silage im Vergleich zu einer durchschnittlichen Silage



Berzaghi, 2003



Mischungswahl im Kunstfutterbau

Nutzungsdauer	nicht überwinternd	Saatjahr und 1 H,N,-Jahr	Saatjahr und 2 Hauptnutzungsjahre			Saatjahr und mehr als 2 Hauptnutzungsjahre	
Mischungstyp	Alexandriener-Perserklee-Raigras	Italienisch-Raigras-Klee	Mattenklee-Gras	Luzerne-Gras	Gras-Weissklee	Gras-Weissklee längere Dauer	
						nicht raigrasfähig	raigrasfähig
Wasserhaushalt							
feucht-nass							
mässig feucht							
ausgeglichen	106 108	230 200 210 240	300 310 301	320 323 325	330 340	431 442 444	430 420 440 440 AR 460 480
mässig trocken							
sehr trocken							
Verwendung							
Grünfutter	XX	XX	XX	X	XX	XX	
Trockengras	X	XX	XX	XX	XX	XX	
Silage	X	XX	XX	X	XX	XX	
Belüftungsheu		X	X	X	XX	XX	
Bodenheu		X	X	X	XX	XX	
Weide				X (nur SM 325)	X	X(XX bei SM 440, 440AR, 460, 462, 480)	

X = gut geeignet
XX = sehr gut geeignet

Suter und Küng, 2016

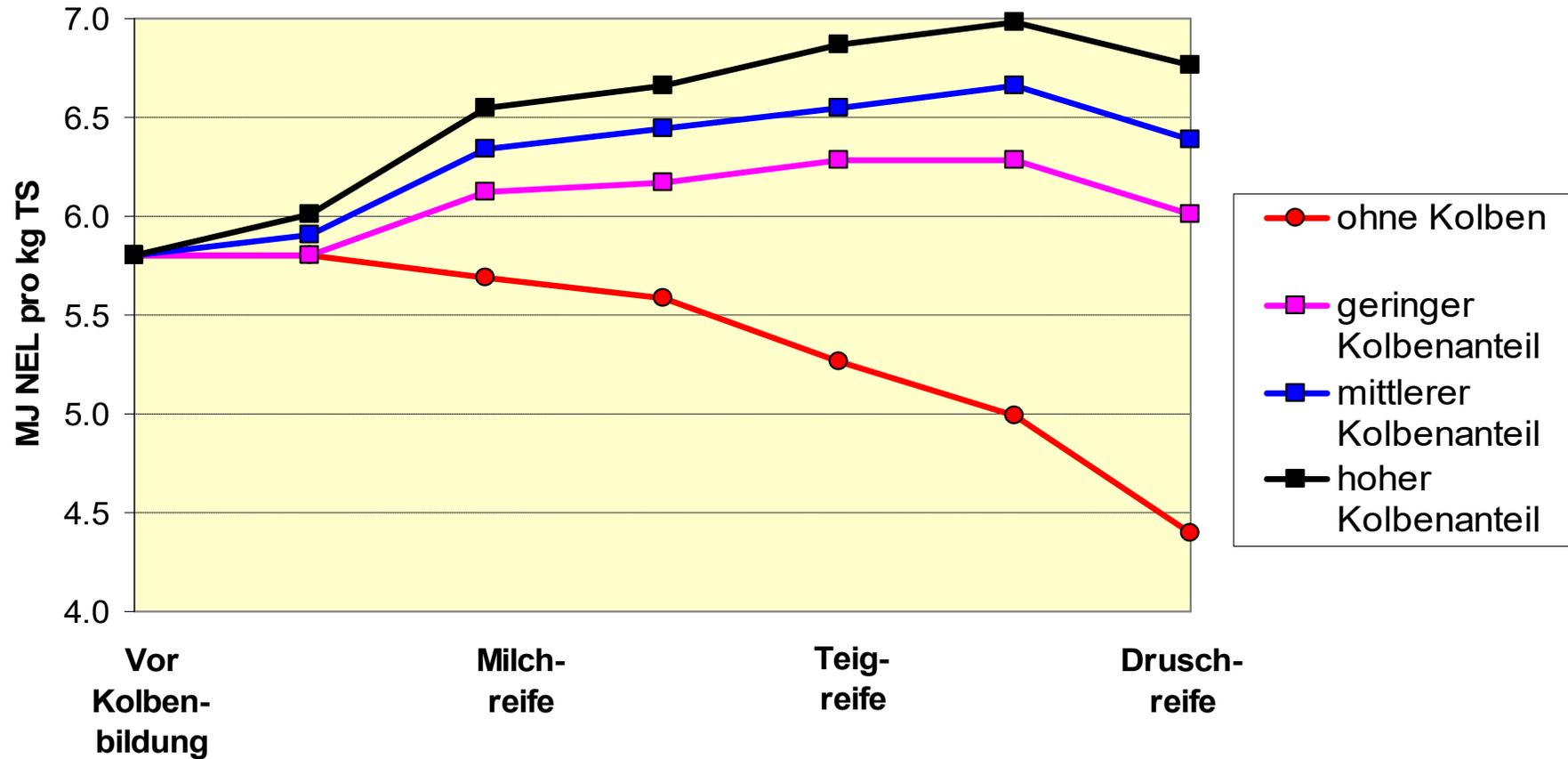


Situation beim Mais





Entwicklung der NEL-Gehalte in Maispflanzen



Auswirkungen der Trockenheit



A: normale Pflanzen

B: vertrocknete Pflanzen

Pflanzen	Fraktion	Gewicht pro Pflanze g	TS-Gehalt %	Anteil %
A	Stängel	405	18.5	34
	Blätter	134	19.5	12
	Lieschen	37	24.4	4
	Spindeln	52	36.6	9
	Körner	172	51.6	41
	Ganze Pflanze	800	27.3	
B	Stängel	140	28.6	33
	Blätter	28	57.7	13
	Lieschen	7	45.5	3
	Spindeln	32	34.6	9
	Körner	84	59.7	42
	Ganze Pflanze	291	41.5	



Inhaltsstoffe und Energiekonzentrationen von Maissilagen mit Trockenschäden

Bestand	TS-Gehalt	Rohprotein	Rohfaser	NEL
	%	g/kg TS	g/kg TS	MJ/kg TS
Normal	34,3	83	200	6,5
Ohne/kaum Kolben, Restpflanze über- wiegend grün	23,0	113	245	5,9
Ohne/kaum Kolben, Restpflanze vertrocknet	46,6	82	297	5,5

Hertwig und Pickert 1999



Problem Beulenbrand

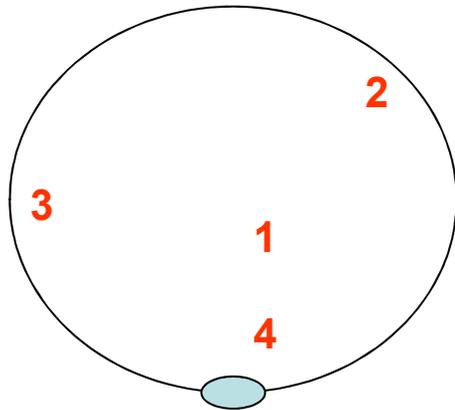
In sehr trockenen Jahren tritt Maisbeulenbrand gehäuft auf.

Die den Beulenbrand verursachenden Pilze bilden keine Gifte; weder beim Rind noch beim Schwein sind Vergiftungsfälle nach der Aufnahme von mit Beulenbrand befallenem Mais beobachtet worden.

In Mexiko wird mit Beulenbrand befallener Mais sogar als Delikatesse gegessen.



Temperaturmessungen während der Entnahme in einem Hochsilo mit Maissilage



1. Termin 5.12.03	2. Termin 11.12.03	3. Termin 15. 1. 04	4. Termin 16. 2. 04
1a: 19 °C	1a: 24 °C	1a: 27 °C	1a: 16 °C
1b: 24 °C	1b: 27 °C	1b: 26 °C	1b: 16 °C
2a: 17 °C	2a: 13 °C	2a: 10 °C	2a: 9 °C
2b: 18 °C	2b: 20 °C	2b: 9 °C	2b: 10 °C
3a: 15 °C	3a: 6 °C	3a: 7 °C	3a: 5 °C
3b: 10 °C	3b: 10 °C	3b: 7 °C	3b: 5 °C
4a: 35 °C (S.)	4a: 33 °C (S.)	4a: 14 °C	4a: 7 °C
4b: 22 °C	4b: 18 °C	4b: 14 °C	4b: 6 °C

Einsilieren: August 2003

Öffnung Silo: 4.12.03

S: Schimmelbefall

Einstichtiefen

a: ca. 20 cm

b: 1 m (3. und 4. Termin: 30 – 40 cm)



Einfluss einer sofortigen Entnahme oder erst nach zwei Monaten bei Maissilagen auf die Silagequalität

Maissilage mit 37.4 % TS
Silos: 700 l Behälter

Verfahren:

- Entnahme ab dem folgenden Tag nach dem Einsilieren
- Entnahme erst nach einer zwei-monatigen Lagerung

Bei beiden Entnahmeterminen wurden die drei Verfahren angewandt:

- 5 cm: ohne Zusatz, tägliche Entnahmeschicht 5 cm
- 10 cm: ohne Zusatz, tägliche Entnahmeschicht 10 cm
- 5 cm +: mit Siliermittelzusatz, tägliche Entnahmeschicht 5 cm

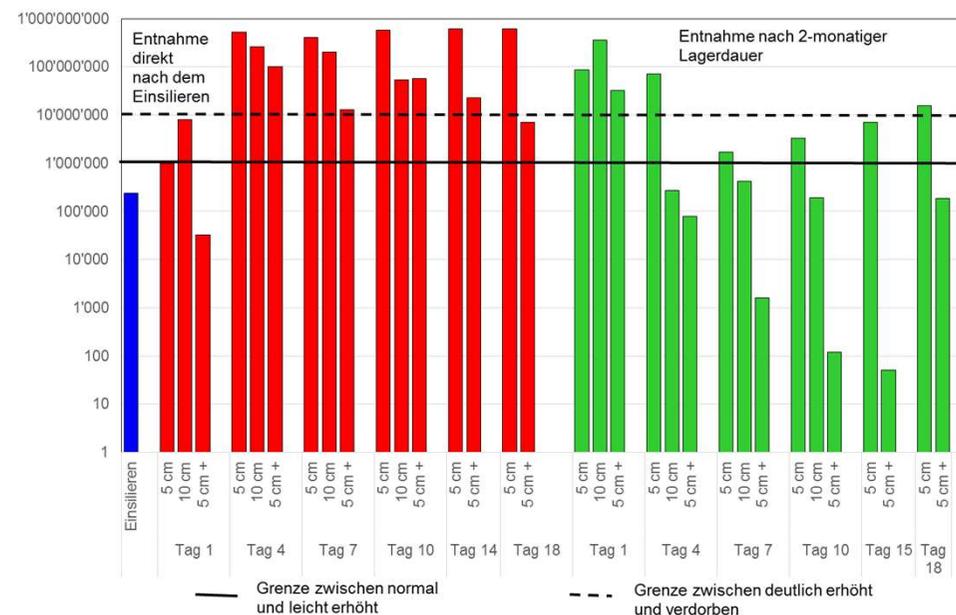


Abb. Hefekeimbefall (KBE: koloniebildende Einheiten) im Ausgangsmaterial und den Silagen nach unterschiedlicher Lagerdauer und Entnahmezeitpunkt der drei Verfahren (+ = Siliermitteleinsatz)



Einfluss einer sofortigen Entnahme oder erst nach zwei Monaten bei Maissilagen auf die Silagequalität

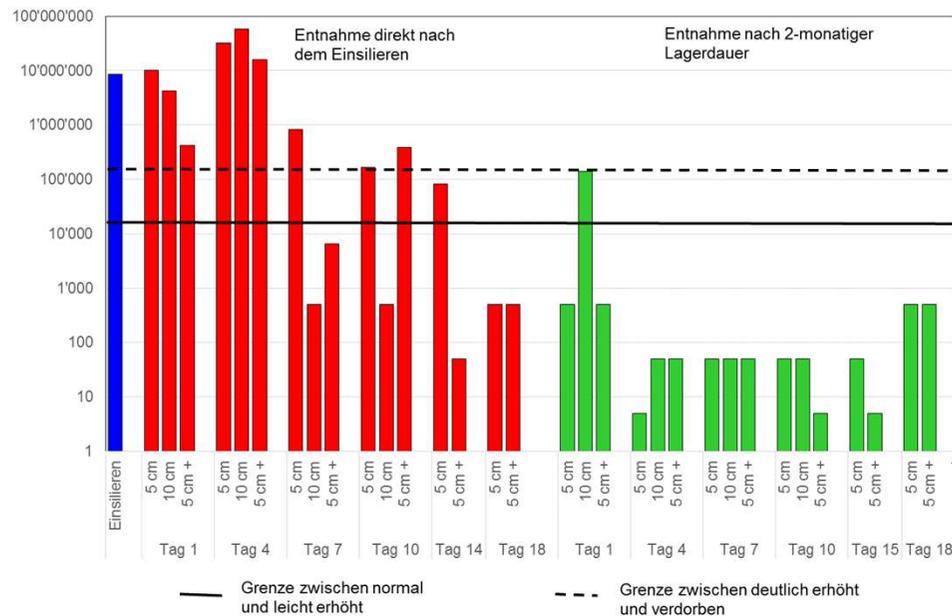


Abb. 2. Schimmelpilzbesatz (KBE: koloniebildende Einheiten) im Ausgangsmaterial und den Silagen nach unterschiedlicher Lagerdauer und Entnahmezeitpunkt der drei Verfahren (+ = Siliermitteleinsatz)

Fazit

- Eine sofortige Entnahme der Silagen nach dem Einsilieren kann aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Gärung, des erhöhten Keimbesatzes und der Instabilität der Silagen nicht empfohlen werden.
- Der Zusatz des Siliermittels brachte bei der sofortigen Entnahme nicht den gewünschten Erfolg.
- Bei den gelagerten Silagen kann durch eine Vergrößerung der Entnahmeschicht oder durch den Einsatz eines wirksamen Siliermittels der Keimbesatz reduziert und die aerobe Stabilität verbessert werden.



Hagelschäden





Hagelschäden – Auswirkungen auf Mykotoxine

Probenahme Datum	frischer Mais		Maissilage	
	DON mg/kg	Zearalenon mg/kg	DON mg/kg	Zearalenon mg/kg
verhagelter Mais				
01.09.2009	8.3	0.2		
08.09.2009	6.6	0.9	11.7	0.7
25.09.2009	4.2	> 1.5	> 6.0	3.0
normaler Mais				
01.09.2009	1.0	0.1		
08.09.2009	1.3	0.3	1.0	0.4
25.09.2009	0.3	0.1	0.5	0.1

Orientierungswerte	Deoxynivalenol (DON)	Zearalenon
Milchkühe	5 mg/kg	0.5 mg/kg
Zuchtsauen	0.9 mg/kg	0.1 mg/kg

Gleiche Sorte, gleicher Saattermin, Feldabstand ca. 2 km



Problematik Mykotoxine

Die Verbreitung von Mykotoxinen wird aufgrund des Klimawandels zunehmen

Fink-Gremmels

Für die Sommerfütterung ist mehr konserviertes Futter erforderlich



Übersicht

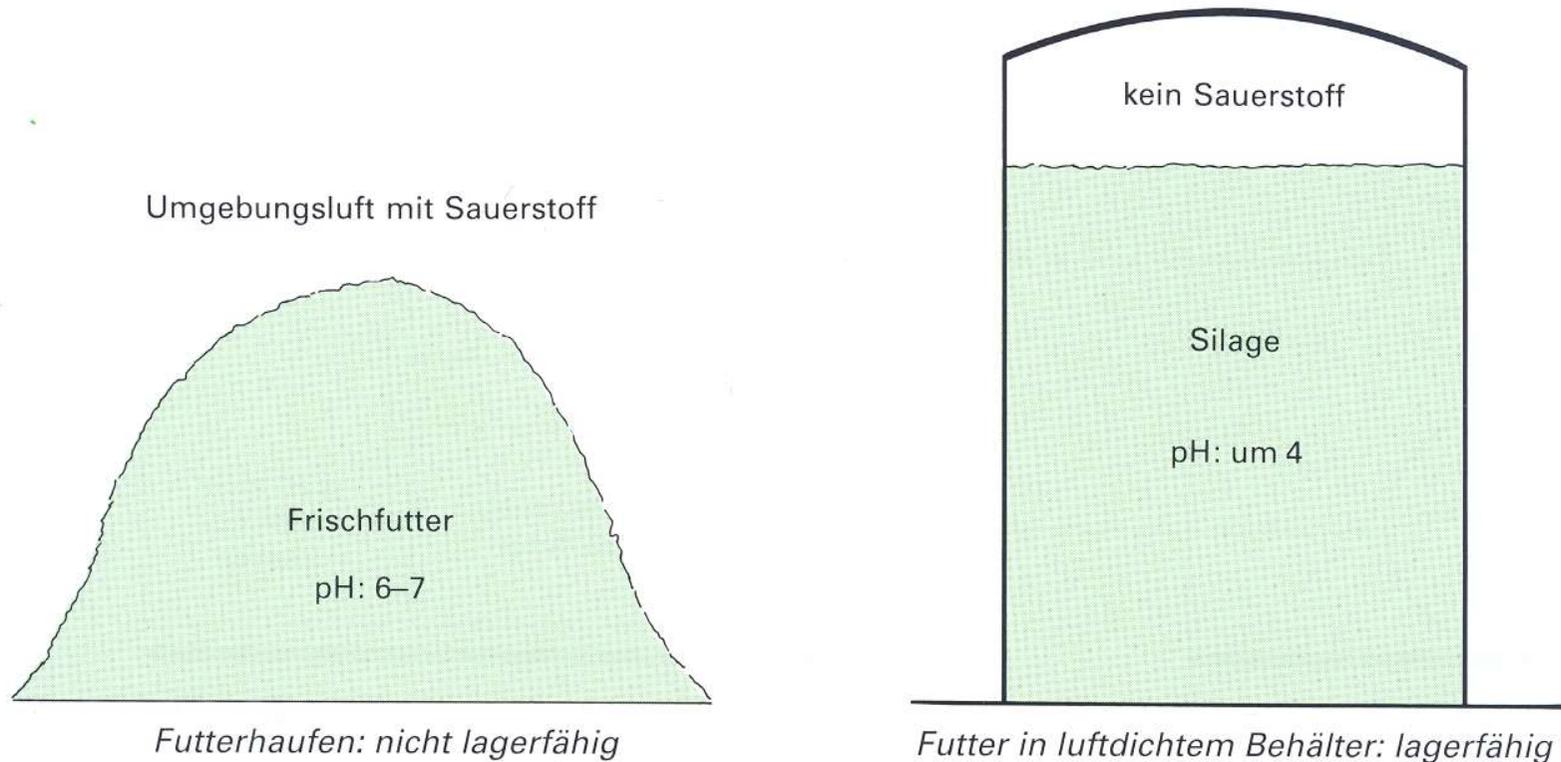
**Was passiert im Silo?
Den Silierprozess verstehen und
erklären können.**

**Die häufigsten Fehler beim Silieren
kennen (Fehler eruieren, Massnahmen)**

**Silage-Qualitäten kennenlernen und
beurteilen**



Prinzip des Silierens



Durch den Sauerstoffentzug und die Milchsäuregärung, die eine pH-Wert-Absenkung zur Folge hat, kann das Futter konserviert werden



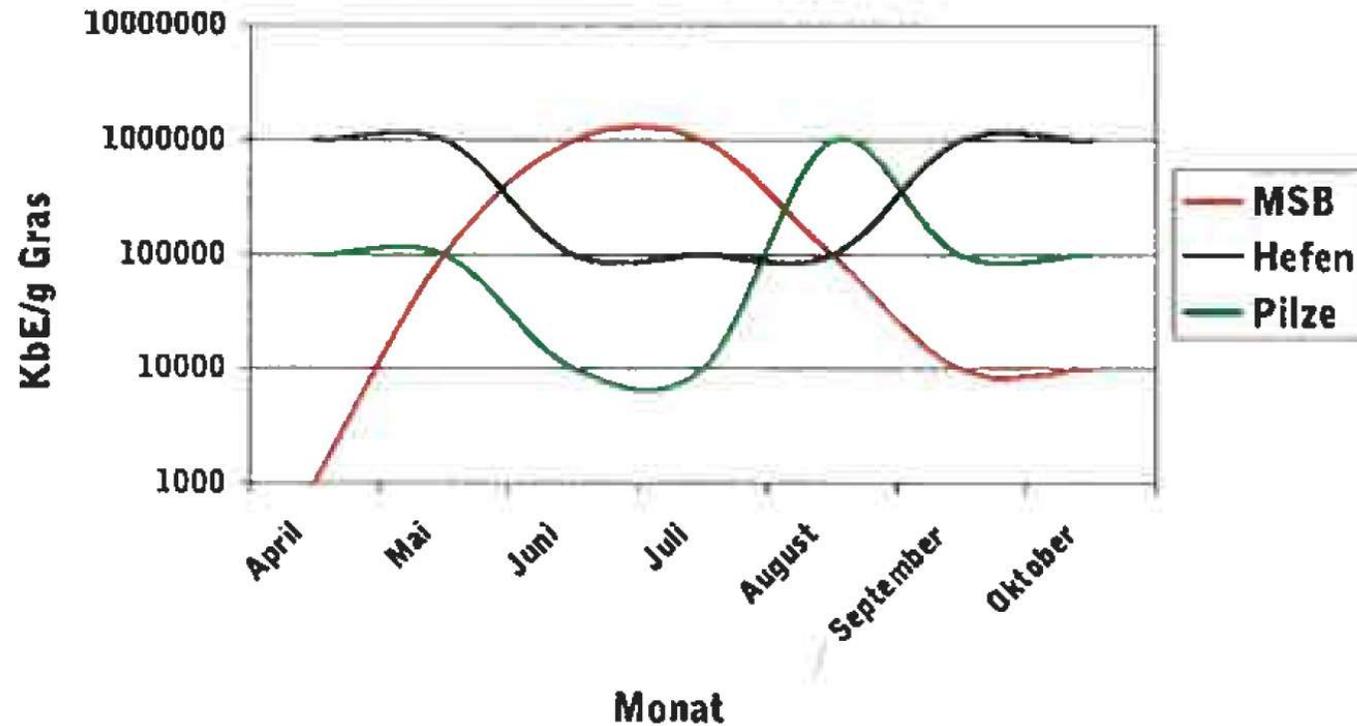
Bakterien auf dem Futter

Angabe in koloniebildenden Einheiten (KbE) je g Futter

• Aerobe Bakterien	über	10 000 000
• Enterobakterien	1 000 -	1 000 000
• Milchsäurebakterien	10 -	1 000 000
• Hefepilze	1 000 -	100 000
• Schimmelpilze	1 000 -	10 000
• Bacillusarten	100 -	1 000
• Clostridien	100 -	1 000
• Sonstige	100 -	1 000



Keimbesatz auf dem Futter



Im Frühling tiefer Besatz an
Milchsäurebakterien

Thaysen 2007



Die verschiedenen Phasen während der Gärung



Phase 1

Phase 2

Phase 3

**Entnahme
Phase 4**



Phase 1: Befüllung, Restlufteinfluss

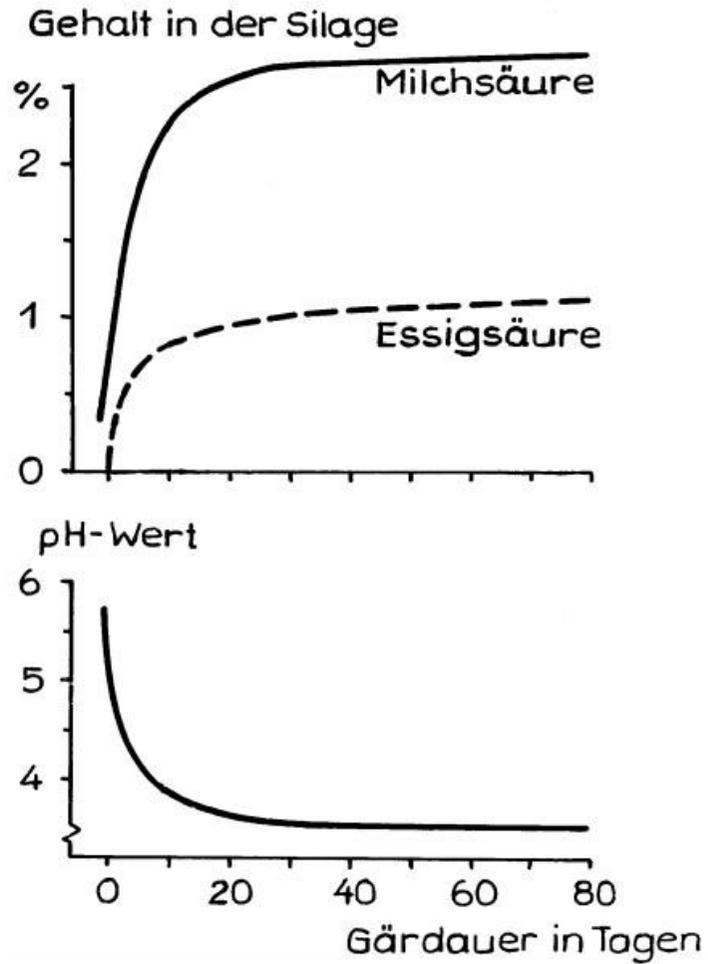
- Dauert **wenige Stunden**, bis O_2 verbraucht ist.
- Maximale **Aktivität aller aeroben Organismen**.
- Rasche Aufzehrung sämtlicher „**Restluft**“ und Ausschaltung aller aeroben Keimgruppen, die hohe Verluste verursachen. **Wärmebildung!**
- Nach **O_2 -Verbrauch: Gärbeginn** und Säuerung.
- Verdichtungsmängel zeigen sich in Phase IV !

Phase 2: Hauptgärphase

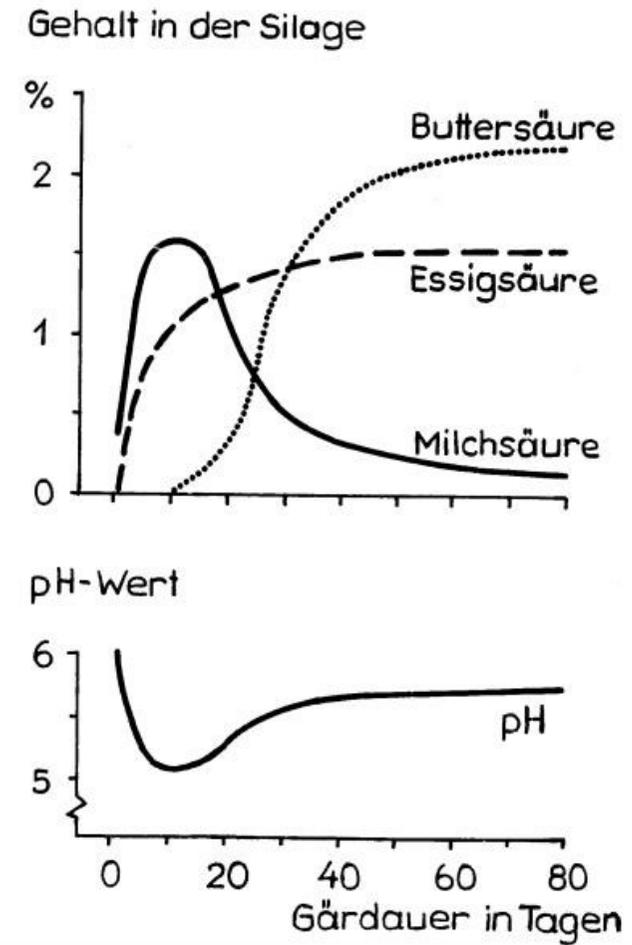
- Sie dauert in der Regel **nur eine Woche**.
- Pflanzengewebe stirbt ab, Zellinhalt wird frei.
- Laktobakterien verdrängen übrige Flora durch **Säurebildung und Konkurrenz um Nährstoffe**.
- Die intensive Gärung führt oft zur Bildung der sogenannten „**Gashaube**“. Neben CO₂ kann sie **giftige nitrose Gase** enthalten. Anstechen und Absaugung sind vollkommen überflüssig!



Verlauf der Gärung in einer guten Silage



Verlauf der Gärung in einer schlechten Silage





Phase 3: Lagerphase

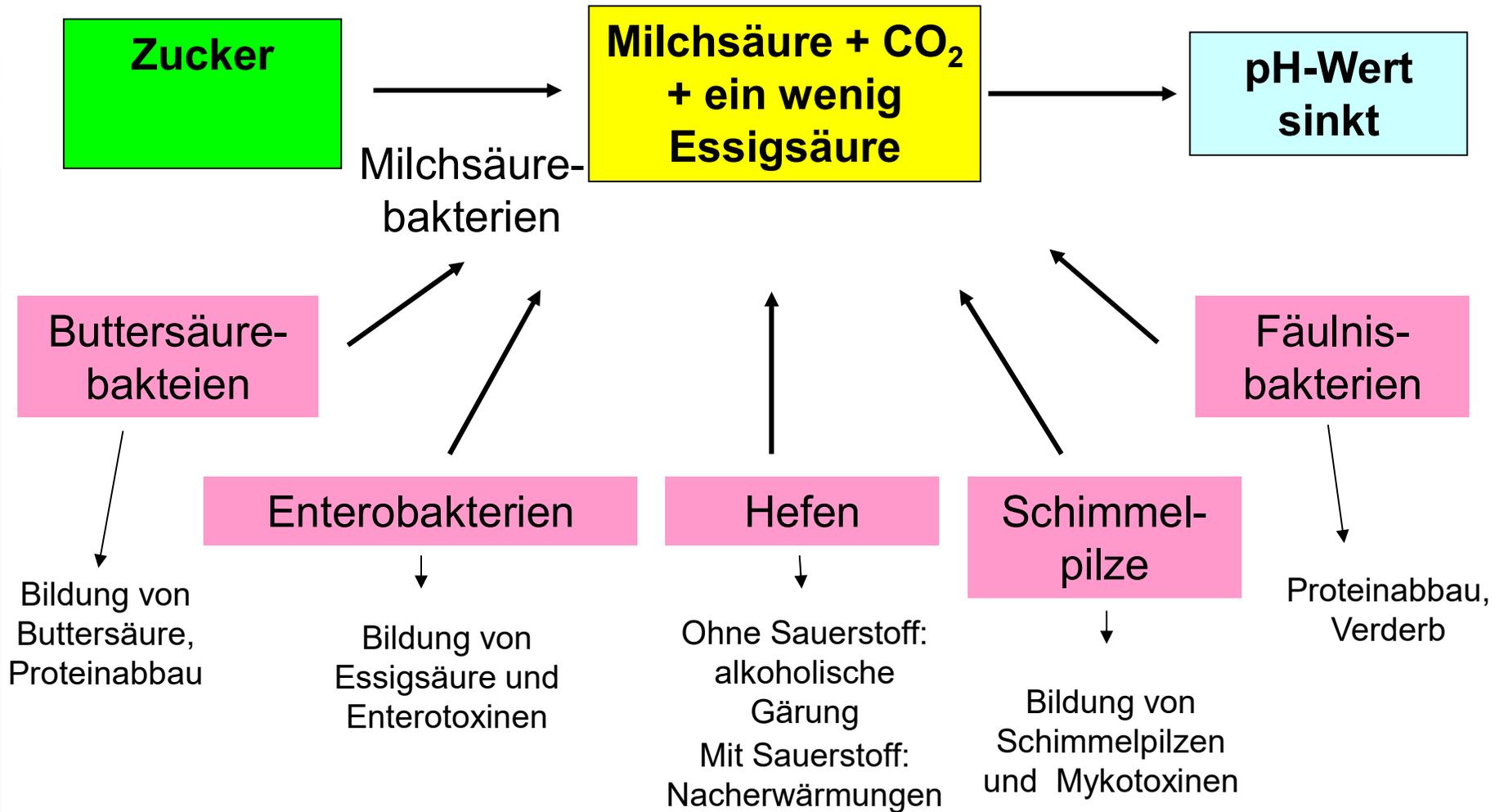
- Theoretisch **beliebig lang**, sofern gasdicht.
- Neben wenigen Laktobakterien überdauern nur säurefeste **Hefen** und Bakteriens**sporen**.
- Säuretolerante Enzyme **liefern Zucker** aus Speicher- und Gerüstsubstanzen **nach**.
- Äußerst wichtig ist die **regelmäßige Kontrolle** des Silos auf unbeschädigte Abdeckung.



Phase 4: Entnahmephase

- Bei der **Entnahme** dringt wieder O_2 ins Silo, bei unzureichender Verdichtung **3 - 5 m** tief.
- Ist der **Vorschub** zu gering, zeigen deshalb auch frisch entnommene Partien Erwärmung und **Verderb durch Hefearten**, die von Milch-säure leben können. **Ohne Säureschutz** schließt sich bakterielle **Fäulnis** an und führt schließlich bis zum **Totalverderb** der Silage.

Silage: Milchsäuregärung (Prinzip: Sauerkraut)





Lebensansprüche der Mikroorganismen (vereinfacht)

Gruppe	Sauerstoffbedarf	untere pH-Wachstumsgrenze	Temperaturoptimum
Milchsäurebakterien	nein	3.0 bis 3.6	15 bis 30 °C
Buttersäurebakterien	nein	4.2 bis 4.4	30 bis 40 °C
Enterobakterien	fakultativ	4.3 bis 4.5	25 bis 35 °C
Hefen	fakultativ	1.3 bis 2.2	20 bis 40 °C
Schimmelpilze	ja	2.5 bis 3.0	20 bis 40 °C
Fäulnisbakterien	ja	4.2 bis 4.8	20 bis 40 °C

Damit wir bei der Herstellung von Silagen die richtigen Massnahmen ergreifen können, müssen wir die Lebensweise der verschiedenen im Futter vorhandenen Mikroorganismen kennen.



Milchsäurebakterien

Homofermentative Milchsäurebakterien

Bei der homofermentativen Milchsäuregärung werden Glucose und Fructose unter relativ geringen Energieverlusten zu Milchsäure vergoren

Heterofermentative Milchsäurebakterien

Diese produzieren neben Milchsäure auch nennenswerte Mengen an Essigsäure und Propandiol sowie Propionsäure, Ethanol, Mannitol und CO₂. Dies geschieht in einem fortgeschrittenen Stadium der Gärphase, wobei die zuvor gebildete Milchsäure teilweise umgewandelt wird



Milchsäurebakterien im Futter und in den Silagen

Lactobacillus

Homofermentative

L. acidophilus
L. casei
L. coryniformis
L. curvatus
L. delbrückii
L. graminis
L. helveticus
L. homohiochii
L. jensenii
L. paracasei
L. pentosus
L. plantarum
L. salivarius

Lactobacillus

Heterofermentative

L. brevis
L. buchneri
L. collinoides
L. confusus
L. divergens
L. fermentum
L. fructosus
L. reuteri
L. viridescens

Pediococcus

Homofermentative

P. acidilactici
P. damnosus
P. inopinatus
P. parvulus
P. pentosaceus

Leuconostoc

Heterofermentative

Leuc. mesenteroides
Leuc. oenos
Leuc. paramesenteroides

Enterococcus

Homofermentative

Ec. faecalis
Ec. faecium

Lactococcus

Homofermentative

Lc. lactis

Streptococcus

Homofermentative

Sc. bovis

Fettgedruckt: Kommen regelmässig auf dem Futter vor

Pahlow et al., 2003



Einfluss Milchsäurebakterienzusatz auf pH-Wert-Absenkung und Enterobakterienbesatz

Tage nach Einsilieren	pH		Enterobakterien (KBE/g Futter)	
	Ohne Zusatz	Mit Milchsäure- bakterien	Ohne Zusatz	Mit Milchsäure- bakterien
0	6.3	6.3	800'000	800'000
4	6.5	4.5	500'000	70'000
7	6.2	4.3	70'000	30
14	5.9	4.1	4'000	n.d.
28	5.1	4.1	30	n.d.
94	4.6	4.1	n.d.	n.d.

n.d.: unter Nachweisgrenze

Pahlow 1984



Buttersäurebakterien (Clostridien)

Sind gram-positive, sporenbildende Bakterien. Die meisten Arten sind obligat anaerob. Optimaltemperatur 30 – 40 ° C. Wachsen bis pH-Wert 4.2.

- Eine sehr heterogene Gruppe von Bakterien
- Eintrag über erdige Verschmutzungen, org. Dünger
- Saccharolyten: Kohlenhydratabbau zu **Buttersäure**, Valeriansäure
- Proteolyten: Eiweißabbau zu **Aminen + NH₃**
- Stoffwechsel unter hohen **Energieverlusten**
 - brauchen geringe TS-Werte (Nasssilagen)
 - bilden resistente Dauerformen (Sporen)
 - begeißelt und meist beweglich



Studien zur Auswirkung von Produktionssystemen auf die Hygiene und Qualität von Milchprodukten



BUCHGRABER, K., 2002

BAL Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft



Problem Futtermverschmutzung



Mäusehaufen

Mit der Erde werden die unerwünschten Buttersäurebakterien ins Silo geschleppt!



Bearbeitung des Futter bei feuchten Bedingungen

Buttersäuregärung



Auswirkungen der Buttersäurebakterien:

- Abbau von Zucker, Milchsäure und Protein
- Erhöhung des pH-Wertes
- Bildung von Buttersäure und Ammoniak

Wasser + Schmutz + schlechtes Silagemanagement =
Buttersäure



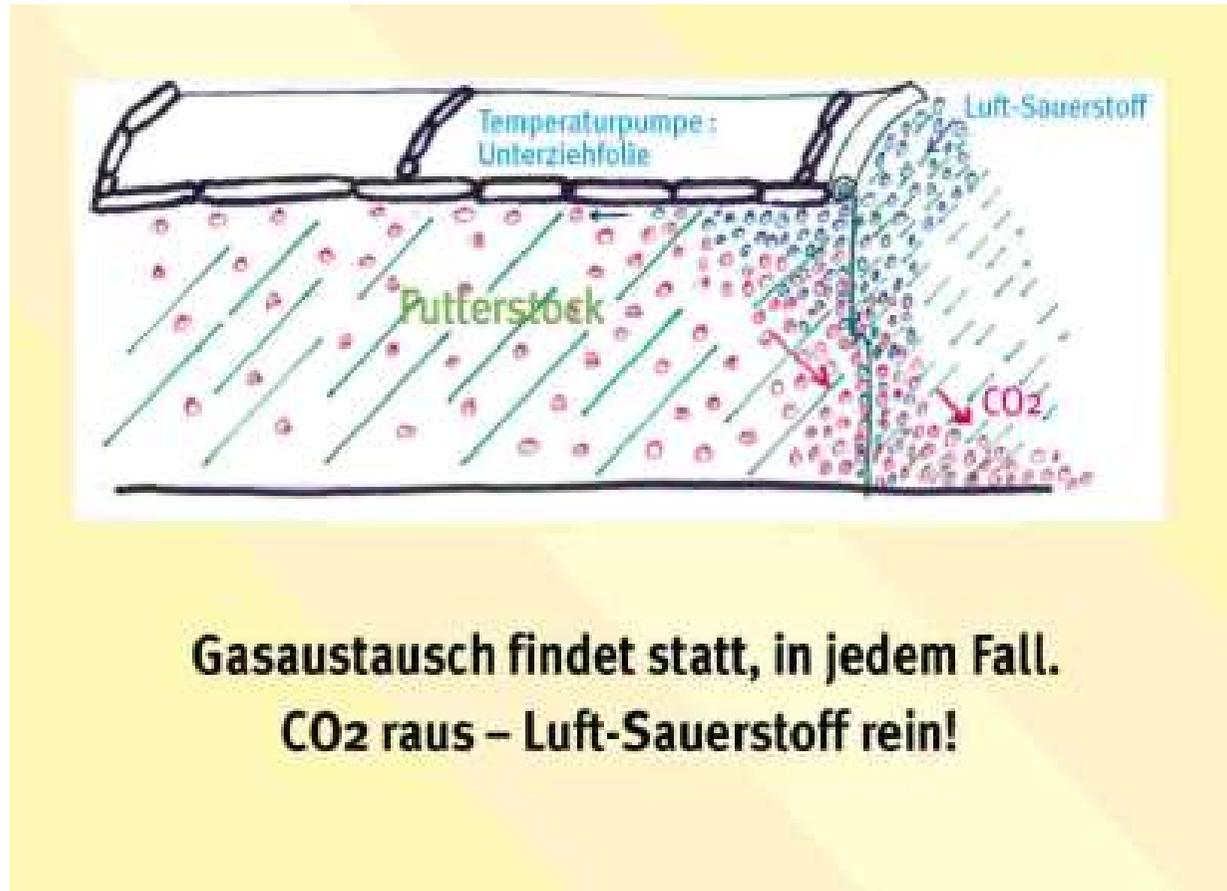
Hefen





Hefen

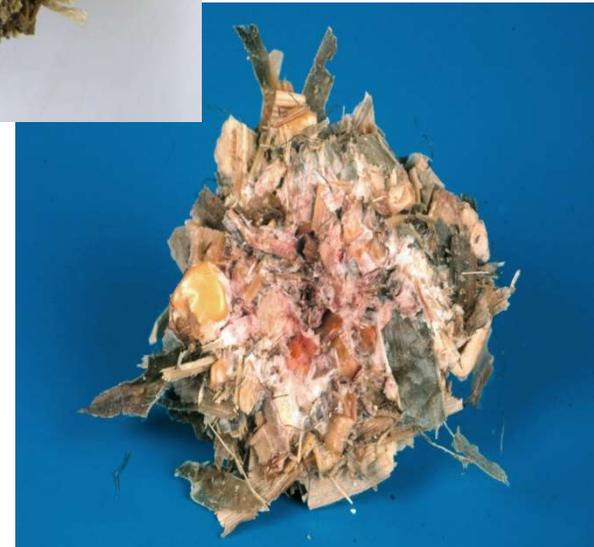
- aerob/ fakultativ anaerob
- **Hauptverursacher von Nacherwärmung**
selbst in zunächst gut konservierten Silagen
- ph- Aktivitätsgrenze: 1,3 – 2,2
- typische Stämme in Silagen:
Pichia fermentans, Candida krusei, Rhodotorula mucilaginosa
- **starke Verstoffwechslung von Kohlenhydraten und Milchsäure** pH- Wert- Anstieg!
- Wegbereiter für andere Mikroorganismen



**Gasaustausch findet statt, in jedem Fall.
CO₂ raus – Luft-Sauerstoff rein!**



Schimmelpilze





Schimmelpilze

- **obligat aerob** (zumindest Spuren von O_2 werden benötigt!)
- **typische Silage- Pilzflora** mit erhöhter Toleranz gegenüber niedrigen Fettsäuren und erhöhter CO_2 - Konzentration
- **ph- Aktivitätsgrenze: 2,5 – 10**
- **A_W - Wert (Minimum): 0,79 – 0,83**
d.h. auch lebensfähig in sehr trockenem Siliergut!
- **Temperatur- Optimum 15 – 35°C**
- **Verstoffwechslung von Kohlenhydraten, Eiweißen und Gärsäuren!!** (z.B. Milchsäure)
- **Bildung von Toxinen**

Schimmelpilze und Mykotoxine

- **ca. 400 verschiedene Mykotoxine identifiziert, die von über 300 Schimmelpilzarten aus 24 Pilzgattungen synthetisiert werden können**
- **Von etwa 20 Mykotoxinen ist bekannt, dass sie in Nahrungsmitteln häufig und in höheren Konzentrationen auftreten können**
- **Schimmelpilze sind aerob**
- **untere Wachstumsgrenze pH 2.5 bis 3.0**
- **Mykotoxine sind gegenüber organischen und anorganischen Säuren weitgehend stabil**
- **Carry over von Mykotoxinen in die Milch (1 bis 5 %)**

Sauerstoff = Schimmelbildung



**Starker
Luftzutritt**

**Luftdichter
Abschluss**





Sauerstoffbedarf, Abdeckung- Verdichtung Schimmelpilzarten

Silierbedingungen	schlechte Verdichtung, undichtes Silo	gute Verdichtung, stellenweise undichtes Silo	sehr gute Verdichtung, sehr gute Abdeckung
Schimmelpilzarten	z.B. Aspergillus niger, P. glabrum Fusarien-Arten	z.B. A. fumigatus, Monascus ruber, P. oxalilcum	z.B. P. roqueforti, Byssochlamys nivea

Auerbach 1996



Toxine ausgewählter Schimmelpilze und mögliche Folgen bei der Verfütterung

Schimmelpilze	In der Silage nachgewiesene Toxine	Mögliche Auswirkungen
<i>Aspergillus fumigatus</i>	Fumigaclavin, -llin, -tin, Fumitoxine, Gliotoxin, Kojisäure, Verruculogen, Fumitremorgene	Schwindel, Gleichgewichtsstörungen, Todesfälle
<i>Fusarium graminearum</i> u.a.	1. Deoxynivalenol, 2. Nivalenol, 3. u.a. Trichothecene	Geringere Futteraufnahme, Futterverweigerung, nervöse Störungen
	Zearalenon	Fruchtbarkeitsstörungen, Hyperöstrogenismus
<i>Monascus ruber</i>	Monasculine	Einfluss auf die Pansenbakterien,
	Citrinin	nierenschädigend
<i>Penicillium roqueforti</i>	Roquefortin, PR-Toxin, Mycophenolsäure u.a.	Schlechtere Futteraufnahme, Verwerfen, Fruchtbarkeitsstörungen, Durchfall

Richter 2002



Die häufigsten Fehler beim Silieren

- Zu altes Futter wird einsiliert
- Zu nasses Futter wird einsiliert
- Zu trockenes Futter wird einsiliert
- Zu verschmutztes Futter wird einsiliert
- Das Futter wird nur ungenügend verdichtet
- Das Silo wird nicht luftdicht abgedeckt
- Bei der Entnahme ist der Vorschub zu gering
- Das falsche Siliermittel wird eingesetzt
- Das eingesetzte Siliermittel wird nicht homogen verteilt
- Das eingesetzte Siliermittel wird unterdosiert



Futter im richtigen Stadium silieren



Schnittzeitpunkt und Silagequalität

Junges Futter:

- **Wenig Rohfaser – viel Zucker – viel Energie**
- **Lässt sich gut verdichten**
- **Intensive Milchsäuregärung – rasche pH-Absenkung – gute Qualität**

Altes Futter:

- **Viel Rohfaser – wenig Zucker – wenig Energie**
- **Lässt sich nicht gut verdichten (Luftabschluss)**
- **Geringe Milchsäuregärung – pH-Absenkung nicht genügend – Buttersäuregärung + evtl. Schimmel**

**Beim 1. Aufwuchs nimmt der NEL-Gehalt um
0.05 MJ NEL/kg TS pro Tag ab**



Ursachen der Futterverschmutzungen



Mäuse



Gülle-
applikation



Befahren
des nassen
Bodens



Ursachen der Futterverschmutzungen



Nicht optimale
Einstellung der
Mäh-, Bearbeitungs- und Erntemaschinen



Versuch unterschiedliche Schnitthöhe

8 cm



4 cm



Kunstwiesenmischung, 5. Aufwuchs



Auswirkung der Schnitthöhe auf die Futterverschmutzung und die Gehaltswerte

Ausgangsmaterial (8 cm)

TS: 17.4 %

Rohasche: 145 g/kg TS

Rohprotein: 216 g/kg TS

Rohfaser: 230 g/kg TS

Zucker: 72 g/kg TS

NEL: 6.0 MJ/kg TS



Silage

TS: 16.7 %

Rohasche: 177 g/kg TS

Rohprotein: 224 g/kg TS

Rohfaser: 242 g/kg TS

Zucker: 7 g/kg TS

NEL: 5.6 MJ/kg TS



Ausgangsmaterial (4 cm)

TS: 17.9 %

Rohasche: 237 g/kg TS

Rohprotein: 180 g/kg TS

Rohfaser: 215 g/kg TS

Zucker: 59 g/kg TS

NEL: 5.2 MJ/kg TS



Silage

TS: 16.6 %

Rohasche: 267 g/kg TS

Rohprotein: 183 g/kg TS

Rohfaser: 231 g/kg TS

Zucker: 5 g/kg TS

NEL: 4.7 MJ/kg TS



Lagerung der Silageballen



Auswirkungen schlechter Folien

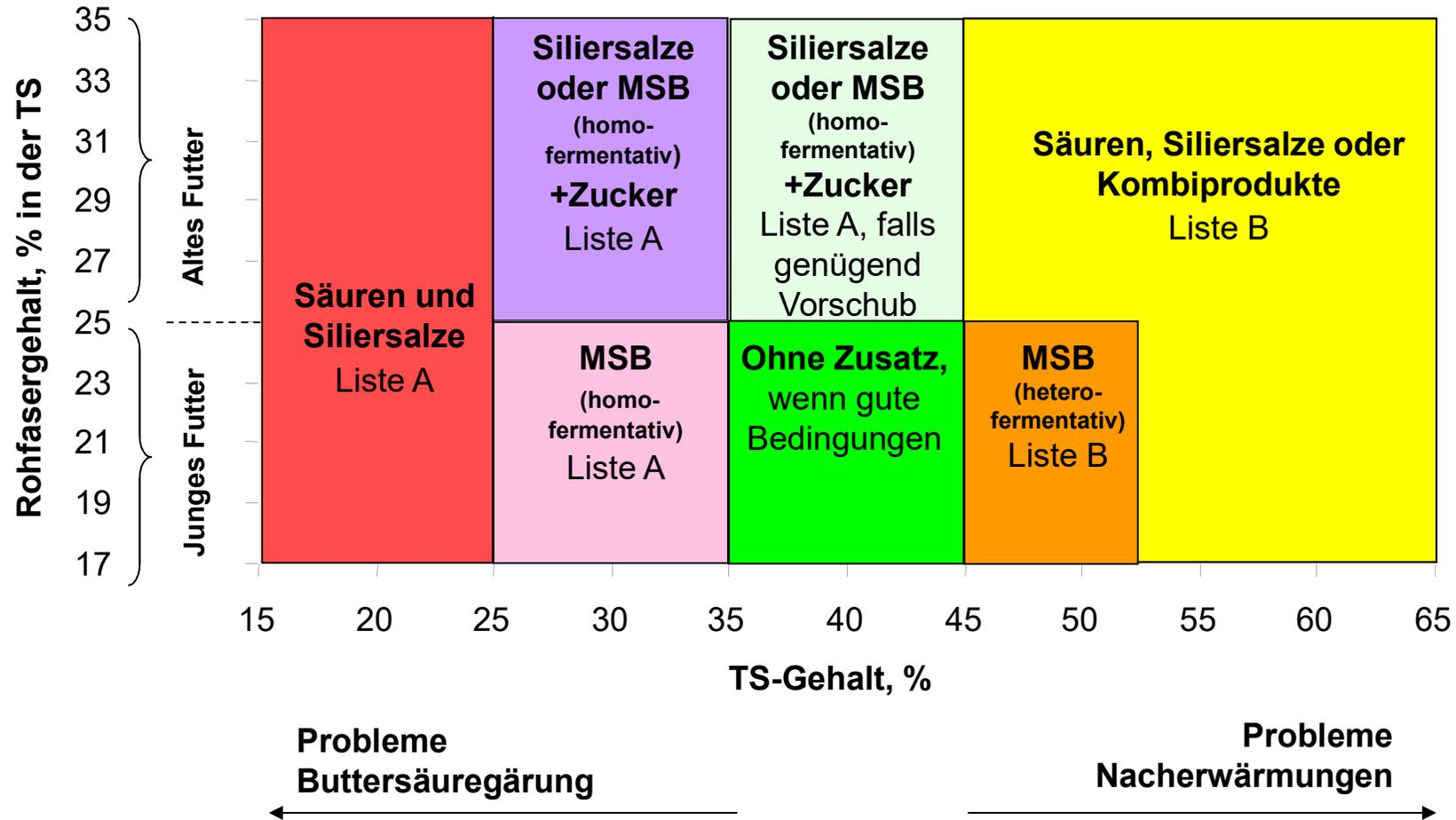
Eindringen Regenwasser und Luft

- 1. Phase: Buttersäuregärung**
- 2. Phase: Schimmelbildung**





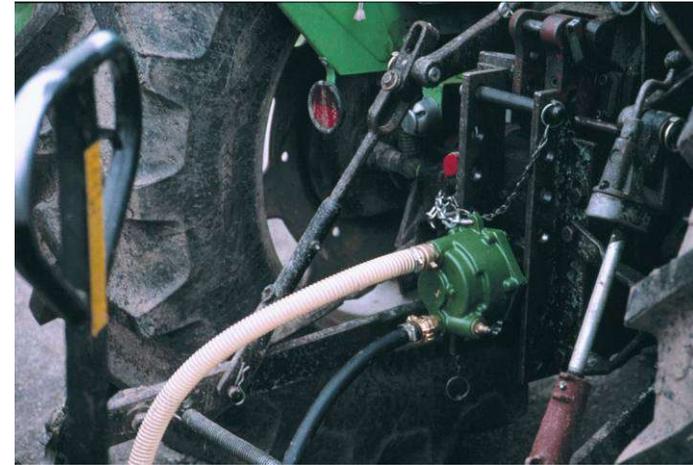
Schema zur Siliermittelwahl bei Gras



MSB: Milchsäurebakterien-Impfzusätze (modifiziert nach Nussbaum 2004)

Liste A: Verbesserung Gärverlauf; Liste B: Verhinderung von Nacherwärmungen

Bekämpfung von warmer Silage





Behandlung von warmer Silage mit Silo-Sonde

Durchmesser m	Fläche m ²	Menge Silage kg	Luprosil l	Kosten Luprosil Fr.	Wert Maissilage Fr.	Einstiche
3.0	7.1	4'239	32	114.00	340.00	71
3.5	9.6	5'770	43	153.00	462.00	96
4.0	12.6	7'536	57	203.00	603.00	126
5.0	19.6	11'775	88	313.00	942.00	196

Annahmen: 1 m³ = 600 kg; Behandlungstiefe 1 m
Maissilage: 100 kg FS = Fr. 8.- (34 % TS)
Dosierung Luprosil: 0.75 % oder 0.75 l pro 100 kg

**Verdünnung
mit Wasser** unter 30 % TS 1 : 5
 über 30 % TS 1 : 10

Achtung: Beim Mischen

Erst das Wasser, dann die Säure - sonst geschieht das Ungeheure.

Beim Mischen von Säure und Wasser entsteht Hitze.

Bekämpfung von Nacherwärmungen

(Maissilage nach 5-tägiger aeroben Lagerung)

Behandlung	pH-Wert	Hefen KBE/g	Schimmelpilze KBE/g
ohne Zusatz	6.9	510'000'000	17'000'000
Propionsäure 2 l/t	7.0	200'000'000	10'000'000
Propionsäure 4 l/t	6.9	170'000'000	2'000'000
Propionsäure 8 l/t	7.2	33'000'000	100
Propionsäure 16 l/t	4.2	9'200	< 100
Propionsäure 20 l/t	4.1	100	< 100

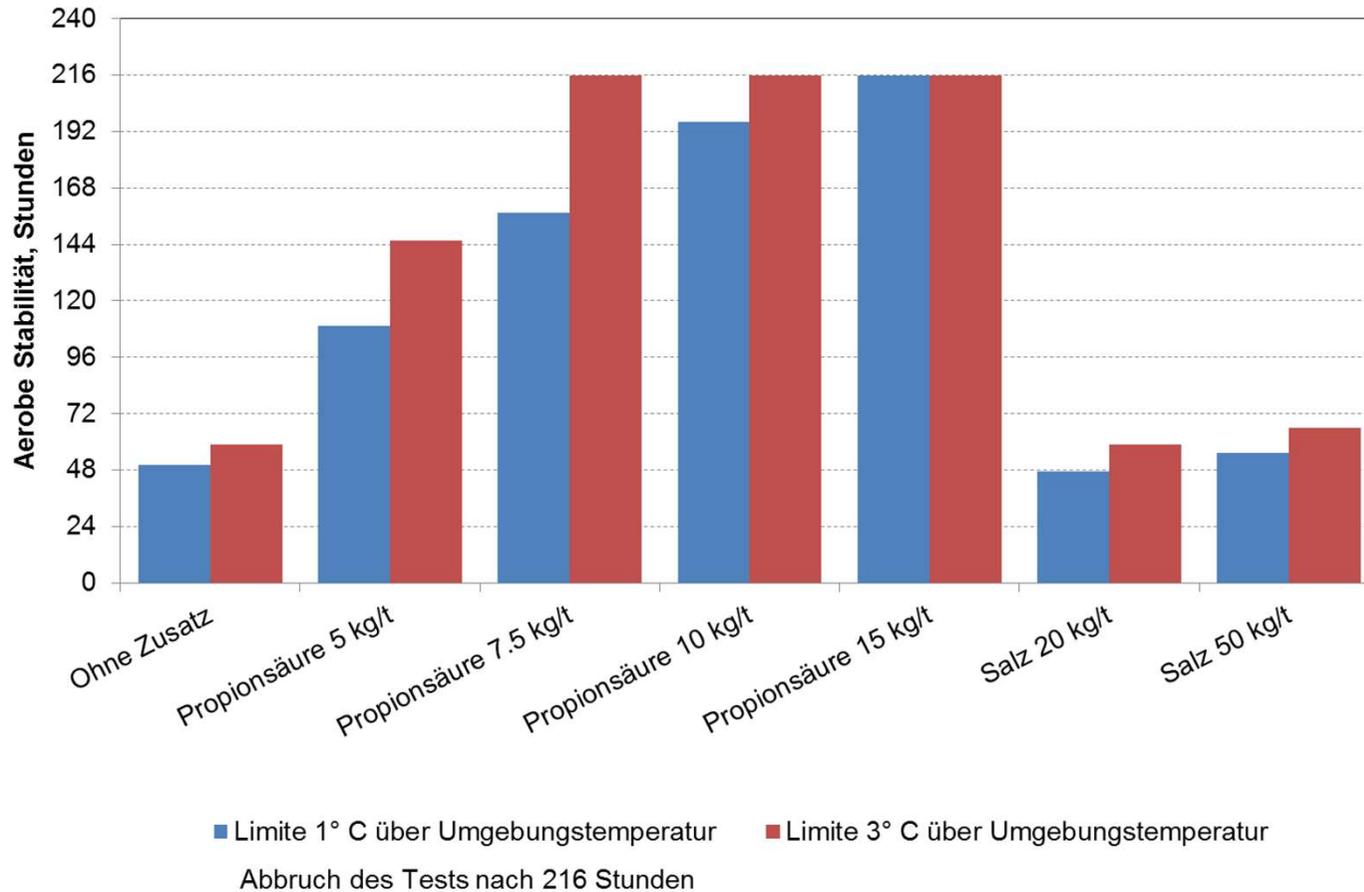
Maissilage bei Entnahme

pH-Wert: 4.1; Hefen: 30'000'000 KBE/g

Beck, 1975



Bekämpfung von Nacherwärmungen von Maissilage, die im Silo noch keine Erwärmung aufwies



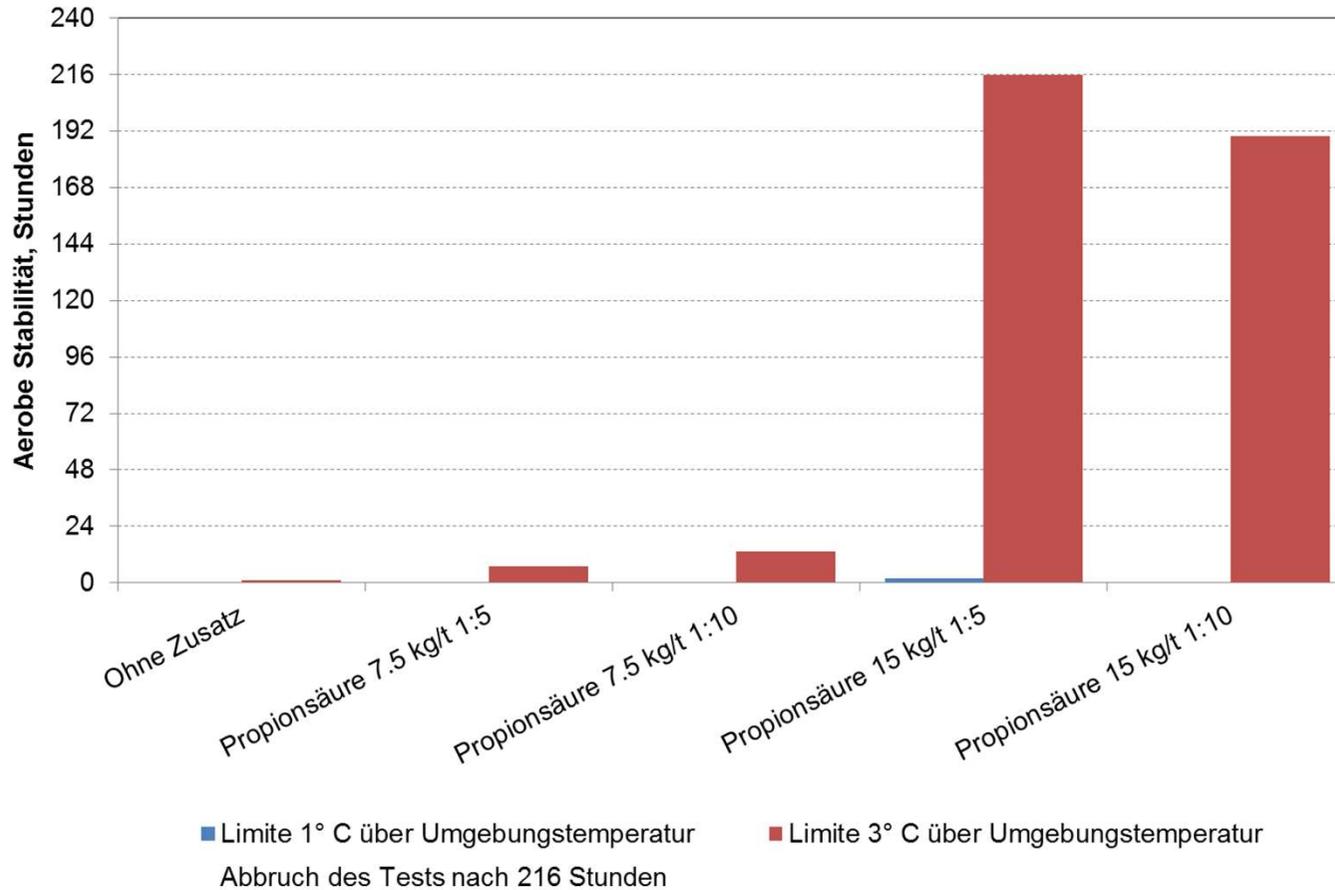
Wyss, 2014

	TS-Gehalt	pH	Hefen	Schimmel
	%		KBE/g	KBE/g
Maissilage 1 (Standardmais)	35.8	4.0	130'000	2'000

U. Wyss, Agroscope, 1725 Posieux



Bekämpfung von Nacherwärmungen von Maissilage, die im Silo bereits warm war



Wyss, 2014

	TS-Gehalt	pH	Hefen	Schimmel
	%		KBE/g	KBE/g
Maissilage 2 (Powermais)	40.3	4.6	150 Mio.	20'000

U. Wyss, Agroscope, 1725 Posieux



Wirkungsrichtung 2 - Verbesserung der aeroben Stabilität durch MSB_{he}

Parameter	Kontrolle	<i>L. buchneri</i> (KBE/g)	
		≤ 100.000	> 100.000
Milchsäure (% TM)	5,5	4,3	4,0
Essigsäure (% TM)	2,2	3,3	4,5
Propionsäure (% TM)	0,1	0,3	0,4
Hefen (lg KBE/g)	3,5	2,5	2,0
Aerobe Stabilität (Tage)	4,7	10,8	14,8

**Zusammenfassung
von 25 Studien mit
49 Vergleichen an
Silagen aus:**

**Mais
Gras
GPS
Luzerne**



Einsatz von verschiedenen Siliermitteln bei Silomais (39 % TS)

	Silierdauer, Tage		
	42	89	200
Aerobe Stabilität, Tage			
ohne Zusatz	1.2	4.2	10.0
chemisches Produkt 1	5.0	> 9.0	13.0
chemisches Produkt 2	6.0	> 9.0	-
kombiniertes Produkt (homoferm. MSB + Sorbat)	3.3	8.7	12.0
MSB 1 (homo- + heteroferm.)	2.0	6.7	-
MSB 2 (heteroferm.)	1.5	8.7	-
MSB 3 (heteroferm.)	1.5	8.7	-

Pflaum, 2003



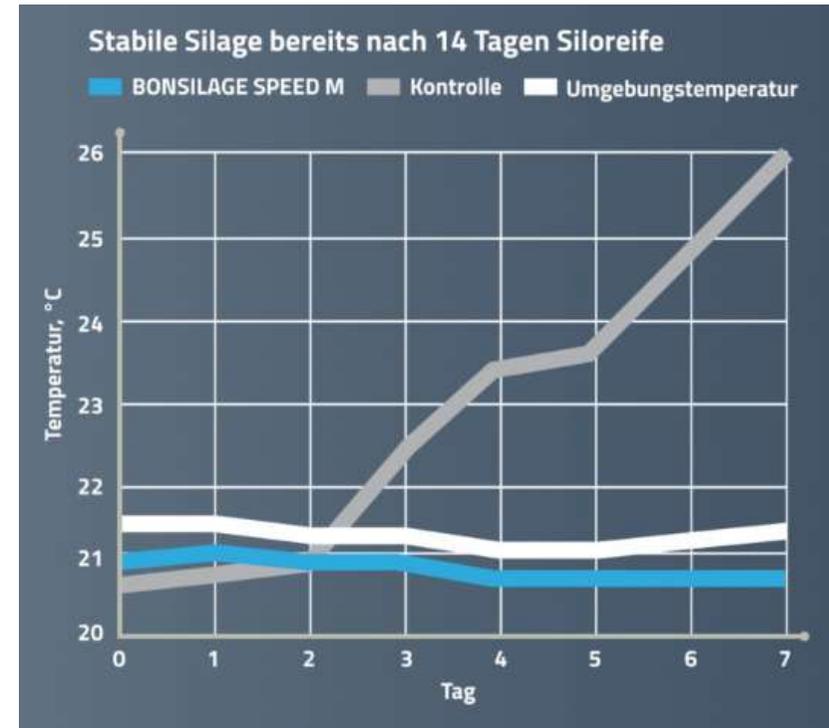
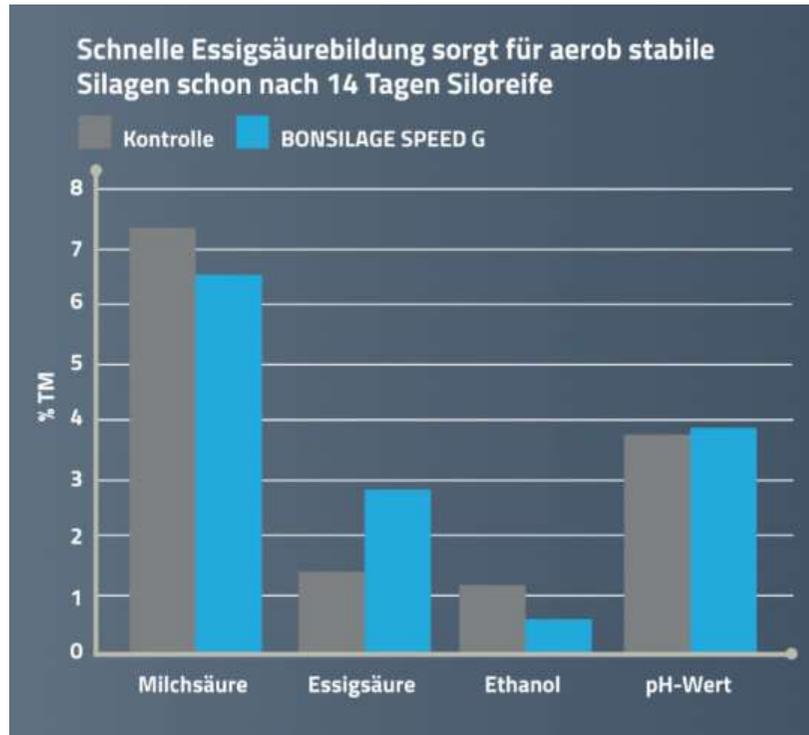
Neue Produkte – *Lactobacillus diolivorans*

Dokument EFSA, Entnahme nach 90 Tagen

Versuch	Produkt	pH	Milch- säure	Essig- säure	Aerobe Stabilität
			% FS	% FS	Tage
1	ohne	5.3	0.9	0.3	3.5
	mit	4.1	1.8	1.6	>12.5
2	ohne	4.8	0.4	0.7	7.7
	mit	4.4	0.7	2.2	>11.7
3	ohne	3.8	1.7	0.7	2.0
	mit	3.9	0.8	2.1	>12.5
4	ohne	3.9	1.5	0.3	2.2
	mit	4.2	0.03	1.8	>10.4

EFSA: European Food Safety Authority

Neue Produkte – Lactobacillus diolivorans



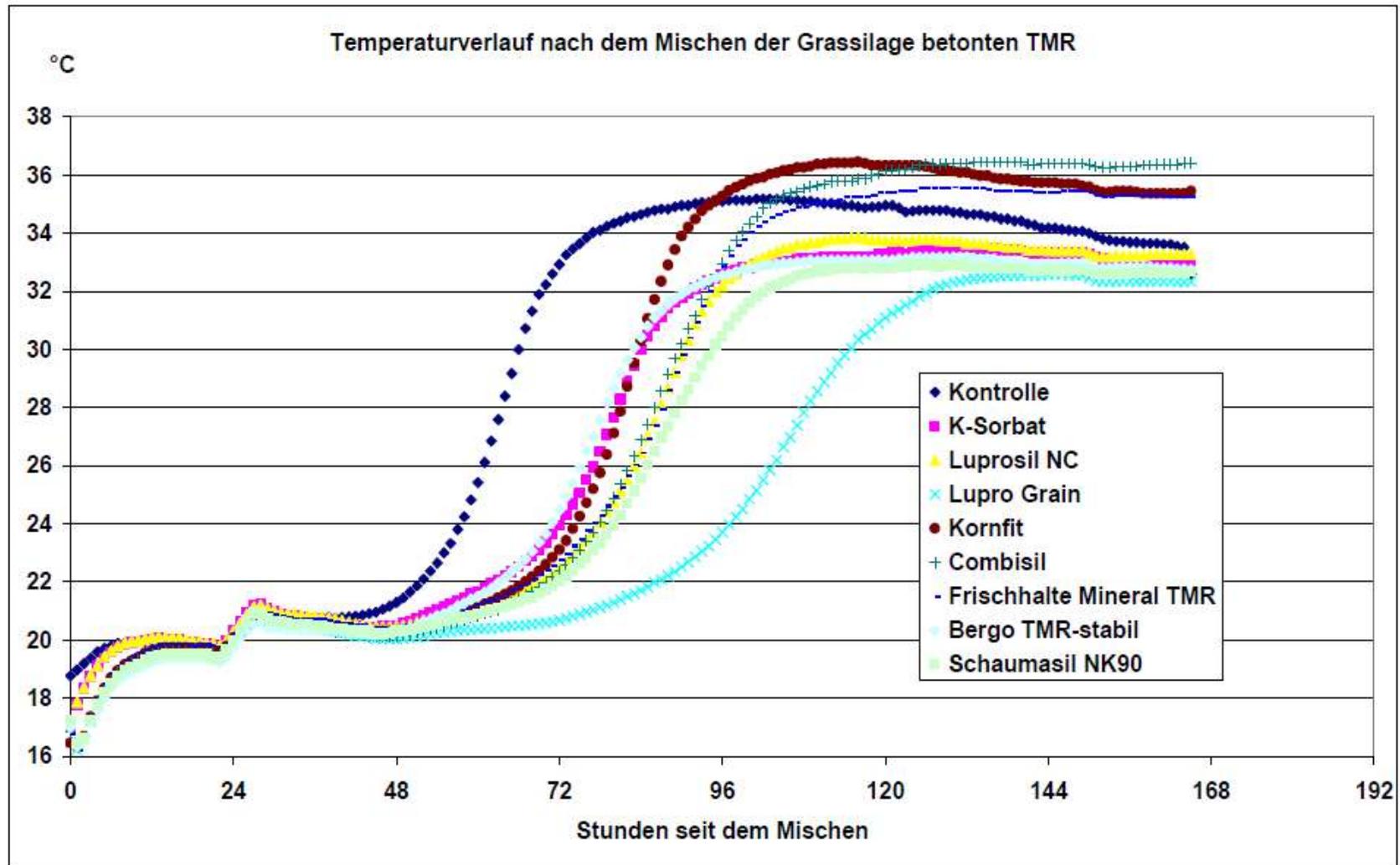


Stabilisierung von Total-Misch-Rationen durch Zusätze (Nussbaum, 2013)

Produkt	pH-Wert	Hauptwirkstoffe	je Tonne TMR	
			Aufwandmenge im Versuch	Kosten ca. €**
Kaliumsorbit	8,3	K-Sorbit	0,3 kg in 10 l Wasser	2,75
Luprosil NC	6,8	Propionsäure, Ammoniak, Propylenglykol	6,0 Liter	7,80
Lupro Grain	4,2	Propionsäure, Ammoniak, Propylenglykol	3,5 Liter	4,90
Kornfit	6,0	Propionsäure, K-Sorbit	3,0 Liter	4,50
Combisil	Pulver	Benzoat, Fumarsäure, Kochsalz	5,5 kg	4,60
Frischhalte Mineral TMR	Pulver	K-Sorbit (7,5 %)	6,0 kg	5,00
Bergo TMR-Stabil	5,4	Propionsäure, Propylenglykol	2,0 Liter	3,20
Schaumasil NK 90	5,0	Propionsäure, Propylenglykol	3,0 kg	4,05



Stabilisierung von Total-Misch-Rationen durch Zusätze (Nussbaum, 2013)





Stabilisierung von Total-Misch-Rationen

- **Nacherwärmung und Verschimmelung nachträglich noch zu vermeiden, ist schwierig.**
- **Ein ausreichender Vorschub, die Behandlung der Anschnittflächen oder der Mischung im Futterwagen mit einem Zusatz können helfen, das Schlimmste zu verhindern.**
- **Besser ist es jedoch, bereits beim Einsilieren sorgfältig zu arbeiten und ein geeignetes Siliermittel einzusetzen.**



Verordnung des EVD über die Hygiene bei der Milchproduktion (916.351.021.1)

Art. 4 Fütterung

¹ Futter und Tränkwasser dürfen die Gesundheit der Tiere und die Qualität der Milch nicht beeinträchtigen. **Es dürfen nur saubere, hygienisch einwandfreie und unverdorbene Futtermittel verfüttert werden.**

Anhang 1

Verbotene oder nur beschränkt einsetzbare Futtermittel

Die folgenden Futtermittel dürfen Milchtieren und Tieren, die in Milchviehställen gehalten werden, nicht oder nur beschränkt verfüttert werden.

1 Verbotene Futtermittel

- Verdorbene Futtermittel
- Futter, das sich in Gärung befindet
- schlechte Silage
-



Methoden zur Bewertung der Qualität

	Vorteile	Nachteile
Chemische und mikrobiologische Analysen	Liefern genaue und zuverlässige Angaben	Teuer Resultat hängt von Probenahme ab
Futterenqueten (z.B. Dürrfutterenquete)	Können gewisse Tendenzen aufzeigen	wenig aussagekräftig für Einzelbetrieb
Futtermitteldatenbank www.feedbase.ch	Schnell und kostengünstig	Mittelwerte zum Teil Modellcharakter
Ernterapport: Laufende Aufzeichnungen über das geerntete Futter EDV-Auswertung	Bietet einen guten Überblick über das geerntete Futter	Verlangt grosse Disziplin bei den Aufzeichnungen Verlangt Fachkenntnisse und präzises Arbeiten
Sinnenprüfung sensorische Beurteilung mit Hilfe von Schlüsseln	Schnell und kostengünstig Man beschäftigt sich intensiv mit dem Futter	Genauigkeit der Ergebnisse hängt von der Erfahrung ab Fachkenntnisse sind notwendig



Probenahme



- Sobald die Probe entnommen wurde, muss die Probe sicher vor Luft, Licht, Wärme und Feuchte geschützt werden (Material mit weniger als 87 % TS vor dem Versand auf 4 °C abkühlen).
- Saubere und dichte Plastiksäcke benutzen. Probe eindeutig und gut lesbar beschriften.
- Pro Probe ein Auftragsformular ausfüllen.
- Probeversand: vorzugsweise von Montag bis Donnerstag vormittags bei Post mit „Post Pac Priority“ aufgeben (sensible Probe wie Silagen als Express schicken).



Probenahme





Richtwerte für hochwertige Silagen

		Grassilagen	Maissilagen
TS-Gehalt	%	35-45	30-35
Rohasche	g/kg TS	< 110	< 50
Rohfaser	g/kg TS	200-250	180-200
Rohprotein	g/kg TS	150-200	70-90
NEL	MJ/kg TS	> 5.8	> 6.5
APDE	g/kg TS	70-90	70-80
APDN	g/kg TS	80-130	50-60
pH-Wert		4.3-4.7	3.8-4.2
Milchsäure	g/kg TS	50-100	40-80
Essigsäure	g/kg TS	< 30	< 30
Buttersäure	g/kg TS	0	0
Ethanol	g/kg TS	< 10	< 20
NH₃-N/N tot.	%	< 10	< 10

Silagen-Enquête (Agridea)

Futterart	Jahr	Anz. Proben	TS %	RA g/kg TS	RP g/kg TS	RF g/kg TS	Zucker g/kg TS	Stärke g/kg TS	NEL MJ/kg TS	APDE g/kg TS	APDN g/kg TS
Grassilage	2013	184	39.3	98	134	268	52	-	5.4	75	84
	2014	775	40.0	110	142	248	79	-	5.7	79	89
	2015	680	43.6	105	143	257	79	-	5.7	78	90
	2016	666	42.4	116	152	243	69	-	5.6	78	96
	2017	758	45.2	118	156	227	81	-	5.8	80	98
	2018	516			113	156	254	62	-	5.7	79
Maissilage	2013	253	36.2	35	66	166	19	389	6.7	74	41
	2014	229	35.3	34	71	169	14	380	6.7	66	44
	2015	595	37.3	33	72	165	20	368	6.7	67	45
	2016	338	37.2	32	69	162	21	395	6.7	65	42
	2017	305	37.3	32	72	164	14	384	6.7	65	44
	2018	431			35	73	176		360	6.6	64

RA: Rohasche; RP: Rohprotein; RF: Rohfaser

NEL: Netto Energie Laktation

APDE: Absorbierbares Protein Darm; Basis: mikrobeverfügbare Energie

APDN: Absorbierbares Protein Darm; Basis: mikrobeverfügbarer Stickstoff



Bestimmung des TS-Gehaltes mittels der Wringprobe

Bei feuchter Silage einen Ball formen und danach die Silage pressen. Ab 30 % TS aus der Silage einen Strang formen und einmal kräftig wringen (nicht nachfassen!)



Starker Saftaustritt schon bei leichtem Händedruck	< 20 %
Starker Saftaustritt bei kräftigem Händedruck	25 %
Beim Wringen Saftaustritt zwischen den Fingern, Hände werden nass	30 %
Beim Wringen kein Saftaustritt zwischen den Fingern, Hände werden noch feucht	35 %
Nach dem Wringen glänzen die Hände noch	40 %
Nach dem Wringen nur noch schwaches Feuchtegefühl auf den Händen	45 %
Hände bleiben vollständig trocken	> 45 %



Bestimmung des TS-Gehaltes mit Hilfe eines Mikrowellenofens

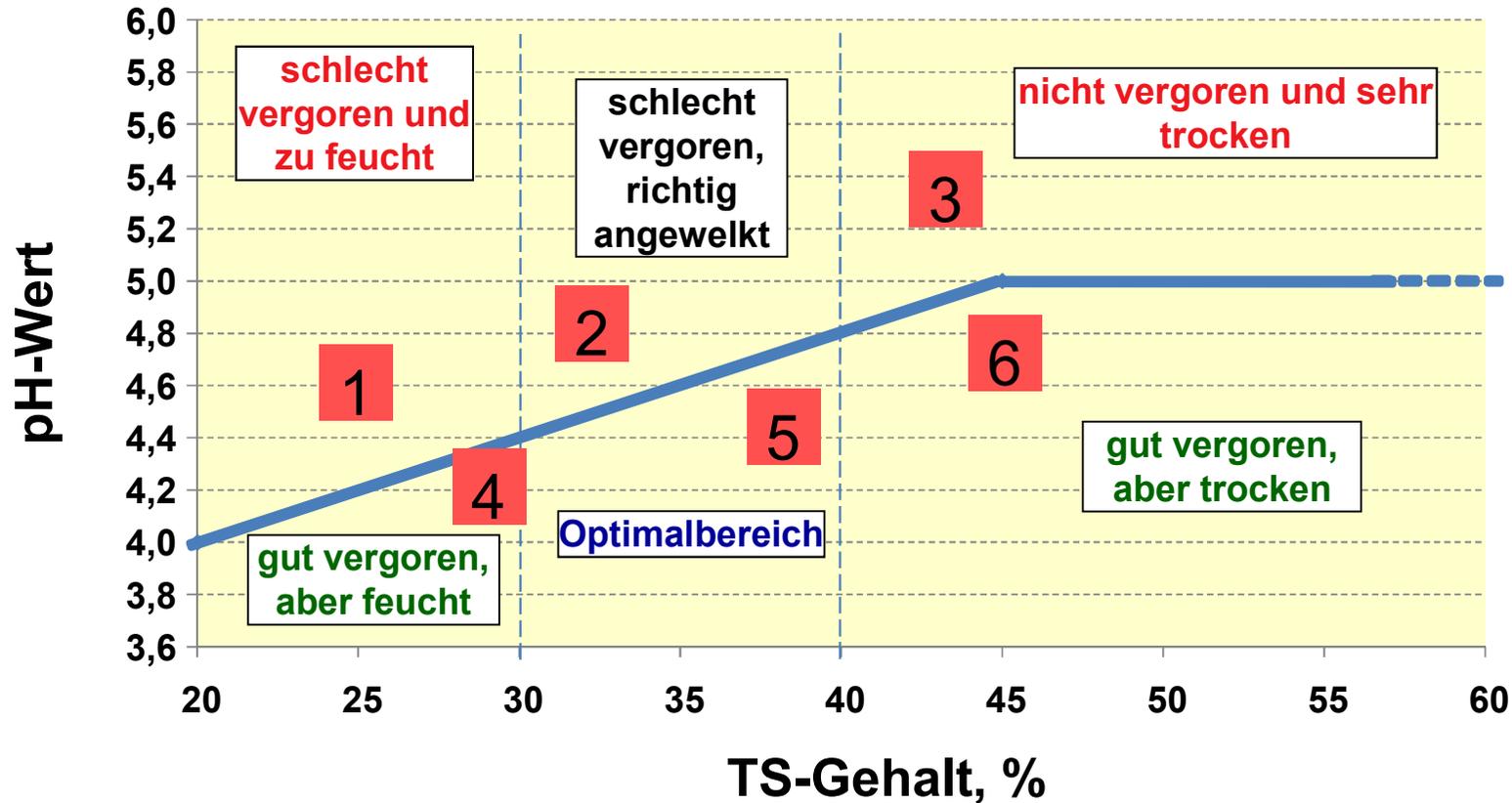


Das Verfahren eignet sich zum schnellen Abschätzen des TS-Gehaltes. Die Trocknungsdauer hängt vom Feuchtegehalt und des Probenmaterials (harte Stängel und Maiskörner) ab. Das Trocknen dauert zwischen 15 und 45 Minuten.

Achtung: Bei nicht sachgemässer Verwendung des Gerätes (zu hohe Einstellung der Mikrowellenleistungsstufe) besteht Brandgefahr durch Entzündung des Inhaltes!



Beurteilung von Silagen mit Hilfe von TS-Gehalt und pH-Wert



1 Erklärungen nächste Folie

nach Nussbaum



Massnahmen für optimale Silagebereitung und Entscheidungshilfe für Siliermitteleinsatz

Bereich	Situation/Problem	Ursachen	Massnahmen	mögliche Siliermittel
1	Buttersäure Gärsaft pH-Wert zu hoch	schwierige Anwelkbedingungen hoher Erdbesatz Zuckermangel	Anwelken, falls möglich Schnittzeitpunkt optimieren Verschmutzung vermeiden	Siliermittel der Liste A (Produkt zur Förderung der Hauptgärung) einsetzen unter 20 % TS chemische Produkte einsetzen
2	TS-Gehalt in Ordnung Buttersäure pH-Wert zu hoch	Zuckermangel evtl. zu hoher Erdbesatz lange Feldperiode (verregnet)	Schnittzeitpunkt optimieren Verschmutzung vermeiden	Siliermittel der Liste A einsetzen Bei Milchsäurebakterien-Impfzusätzen muss genügend Nährsubstrat vorhanden sein
3	TS-Gehalt zu hoch Risiko für Nachgärungen selten Buttersäure	zu später Schnitt hoher Erdbesatz zu starkangewelkt	Schnittzeitpunkt optimieren Erntekette optimieren weniger stark anwelken stärker verdichten Entnahme erhöhen	Siliermittel der Liste B (Produkt zur Vorbeugung von Nachgärungen einsetzen)
4	keine Buttersäure Gärsaft	schwierige Anwelkbedingungen Schnittzeitpunkt und Erntebedingungen im Griff	Anwelken, falls möglich Verschmutzung vermeiden	Siliermittel nicht zwingend notwendig falls Siliermittel, Produkte der Liste A einsetzen
5	TS-Gehalt und pH-Wert im optimalen Bereich	Schnittzeitpunkt und Erntebedingungen im Griff	alles in Ordnung	Siliermittel nicht notwendig
6	pH-Wert in Ordnung zu hoher TS-Gehalt Risiko für Nachgärungen	Schnittzeitpunkt in Ordnung zu stark angewelkt zu wenig stark verdichtet	Erntekette optimieren weniger stark anwelken stärker Verdichten Entnahme erhöhen	Siliermittel der Liste B einsetzen



Schimmelpilze





Orientierungswerte zur Beurteilung der mikrobiologischen Qualität in Futtermitteln (nach VDLUFA)

Mikrobiologische Analysen haben zum Ziel den hygienischen Zustand eines Einzelfutter-, Mischfutter- oder Raufuttermittels zu beurteilen. Die Orientierungswerte liefern dazu die Basis für eine quantitative Information über die Gehalte an lebenden Mikroorganismen in der untersuchten Probe. Dabei werden vier Qualitätsstufen festgelegt:

Qualitätsstufe I: Qualität sehr gut.

Qualitätsstufe II: Keimgehalt etwas erhöht, Qualität etwas herabgesetzt (1 bis 5 x Orientierungswert).

Qualitätsstufe III: Keimgehalt deutlich erhöht, Qualität deutlich herabgesetzt (5 bis 10 x Orientierungswert).

Qualitätsstufe IV: Keimgehalt überhöht, Futter ist verdorben (mehr als 10 x Orientierungswert).

Es handelt sich hier um Orientierungswerte und nicht um Grenzwerte!



Orientierungswerte zur Beurteilung der mikrobiologischen Qualität in Futtermitteln

Qualitätsstufe I: Qualität sehr gut

		Heu	Silage	Stroh
Aerobe mesophile Bakterien				
-produkttypische Arten	KBE/g	< 30 Mio	< 200'000	< 100 Mio
-verderbanzeigende Arten	KBE/g	< 2 Mio	< 200'000	< 2 Mio
-Streptomyceten	KBE/g	< 150'000	< 10'000	< 150'000
Hefen				
-verderbanzeigende Arten	KBE/g	< 400'000	< 200'000	< 400'000
Schimmel				
-produkttypische Arten	KBE/g	< 200'000	< 5'000	< 200'000
-verderbanzeigende Arten	KBE/g	< 100'000	< 5'000	< 100'000
-Mucoraceen	KBE/g	< 5'000	< 5'000	< 5'000

Arbeitskreis Futtermittel – Mikrobiologie der Fachgruppe VI des VDLUFA, 2001



Orientierungswerte zur Beurteilung der mikrobiologischen Qualität in Futtermitteln (nach VDLUFA)

Achtung: Es handelt sich hier um **Orientierungswerte** und nicht um **Grenzwerte!**

Je nach Allgemeinzustand und weiteren Umweltbedingungen (z.B. Immunstatus, Haltung, Klima, Temperatur usw.) reagieren die Tiere sehr unterschiedlich auf eine Belastung, so dass keine generelle Aussage getroffen werden kann, ab welcher Keimbelastung mit Leistungseinbussen zu rechnen ist. So kann es durchaus sein, dass einem Futter ein schlechter Qualitätsstatus attestiert wird, ohne dass negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit zu beobachten sind. Hinzu kommt, dass bei selbst bei einem Schimmelpilzbefall nicht zwingend Mykotoxine gebildet werden.



Orientierungswerte für Mykotoxine in Futtermitteln für Nutztiere

Ein offizieller Höchstwert besteht nur für Aflatoxin B1.

Alle Futtermittel-Ausgangserzeugnisse	0,02 mg/kg
Alleinfuttermittel für Milchvieh	0,005 mg/kg

Für die Mykotoxine Deoxynivalenol (DON), Zearalenon T2-Toxin, Fumonisin B1+B2 und Ochratoxin A gibt es nur empfohlene Orientierungswerte. Sind die Werte unter den Orientierungswerten wird angenommen, dass die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Tiere nicht beeinträchtigt werden sollte.

Weitere Informationen unter

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/services/analytik/analysen-orientierungswerte-futtermittel.html>



Schlüssel zur Einschätzung der Grassilage-Qualität

Auflage 2009

Was kann dieser Schlüssel?

- Mit dem Schlüssel kann die Fütterungseignung und der Nährwert einer Grassilage eingeschätzt werden.
- *Merke:* Je mehr Informationen zur Herkunft der Silage vorhanden sind (z. B. Pflanzenbestand, Schnittzeitpunkt oder Entwicklungsstadium), umso verlässlicher ist das Resultat.
- *Wichtig:* Um den Nährwert der Silage richtig einzuschätzen, muss das Entwicklungsstadium und der Pflanzenbestand bestimmt werden. Als Grundlage braucht es dazu, ergänzend zum Schlüssel, das AGFF-Merkblatt Nr. 3 «Bewertung von Wiesenfutter», 2007 (Bezug über AGRIDEA oder AGFF).

Was kann er nicht?

- Wer die Silagequalität zuverlässig oder differenziert nach verschiedenen Posten (Silos, Ballen) bestimmen will, setzt den Ernterapport oder den Wiesenkalender ein oder lässt eine chemische Analyse einer Silageprobe durchführen.
- *Merke:* Einer völlig unbekanntem Futterprobe (bezüglich Pflanzenbestand) kann mit diesem Schlüssel kein verlässlicher Nährwert zugeordnet werden.

- Grundlagen zum Schlüssel:**
- Beurteilung von Silagen, ALP aktuell Nr. 18, 2005
 - Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer, ALP 2006
 - Bewertung von Wiesenfutter, AGFF-Merkblatt Nr. 3, 2007
 - Grobfutterbewertung-Teil A, DLG-Informationen 1/2004, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V.

Vorgehen

Schritt 1: Probe entnehmen

Schritt 2: Sensorische Beurteilung

Geruch, Farbe, Struktur, pH-Wert

Schritt 3: Schätzung des Nährwertes

Entwicklungsstadium, Pflanzenbestand



Schlüssel zur Einschätzung der Maissilage-Qualität

Auflage 2010

Kriterium 1: Temperatur im Silobehälter

Kriterium 2: Schimmelpilze und Hefen

Kriterium 3: pH-Wert

Kriterium 4: Geruch

Kriterium 5: Farbe

Kriterium 6: Schnitt-/Häcksellänge

Kriterium 7: TS-Gehalt

Kriterium 8: Struktur und Schnittqualität

Kriterium 9: Verdichtung der Silage

Kriterium 10: Maiskörner

Auswertung:

Gärqualität: Kriterien 2-5

Nachgärungen (bereits vorhanden): Kriterien 1-4

Risikofaktoren für Nachgärungen: Kriterien 6-9



Temperaturmessung



Messungen

Gemessen wird die Aussentemperatur und mindestens 6 Messpunkte im Silo.

Bei jedem Messpunkt ist in zwei Einstichtiefen von 40 und 100 cm zu messen.

Interpretation

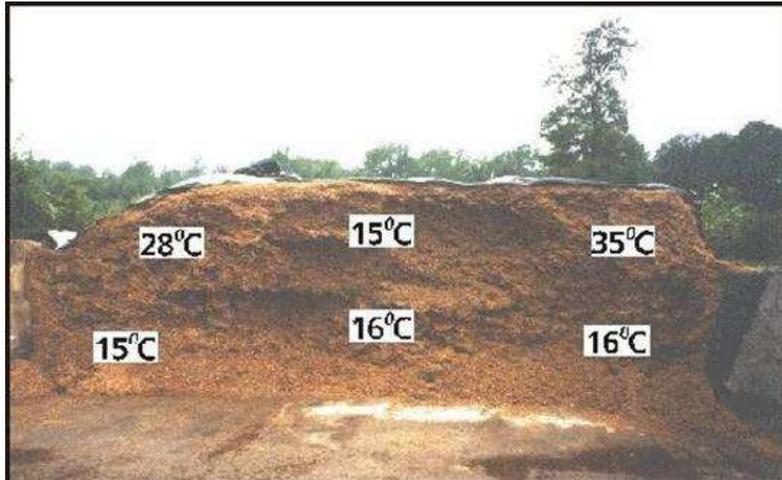
Temperaturen von über 20 °C deuten auf Erwärmungen hin.

Treten zwischen einzelnen Messpunkten grosse Abweichungen auf, ist ebenfalls oft eine Nachgärung im Gang. Bedingt durch die Restwärme und Abkühlung können jedoch Partien in der Silomitte höhere Temperaturen aufweisen.

Unter der Folie



Nacherwärmungen: Temperaturmessung



Messungen

Gemessen wird die Aussentemperatur und mindestens 6 Messpunkte im Silo. Bei jedem Messpunkt ist in zwei Einstichtiefen von 40 und 100 cm zu messen.

Interpretation

Temperaturen von über 20 °C deuten auf Erwärmungen hin.

Treten zwischen einzelnen Messpunkten grosse Abweichungen auf, ist ebenfalls oft eine Nachgärung im Gang. Bedingt durch die Restwärme und Abkühlung können jedoch Partien in der Silomitte höhere Temperaturen aufweisen.

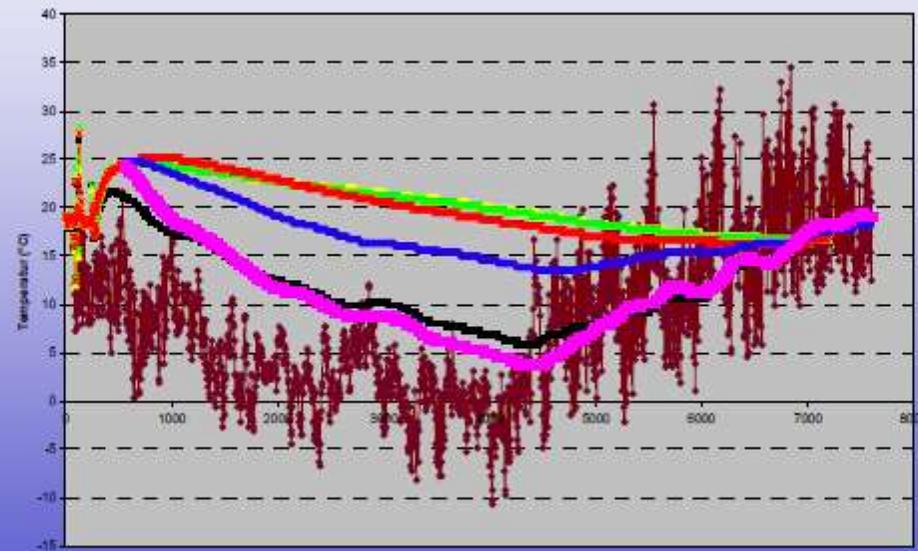
Faustregel: Erwärmung um 10 °C = Energieverlust von 0.1 MJ NEL/kg TS und reduzierter Futterverzehr



Temperaturverlauf während der Silierung

- Praxissilo B -

Partie 3



20. September 2004

10. Juli 2005

■ Rand unten ■ Rand oben ■ Kern mitte ■ Kern links □ Kern oben

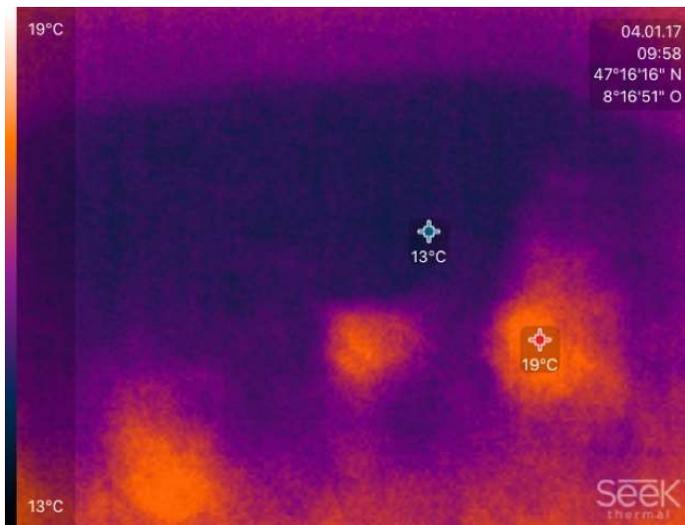
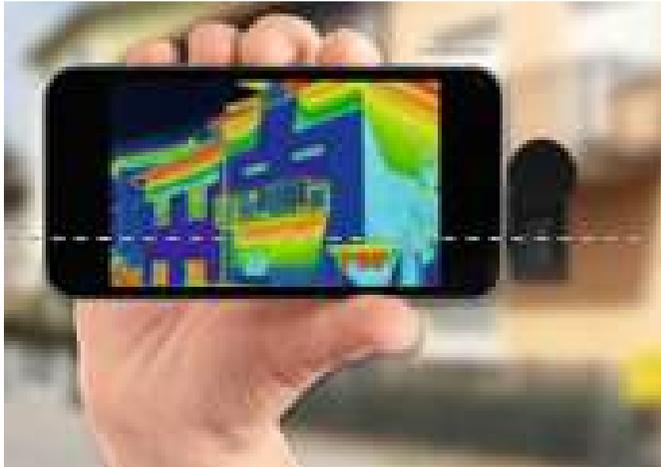
15. März 2007

Ausschuss Futterkonservierung
und Fütterung, DMK

Weiß, HU Berlin



Wärmebildkamera



<https://www.elv.ch/waermebildkamera-compact-lw-eaa-mit-lightning-anschluss-fuer-iphone-ipad-ipod-touch.html>

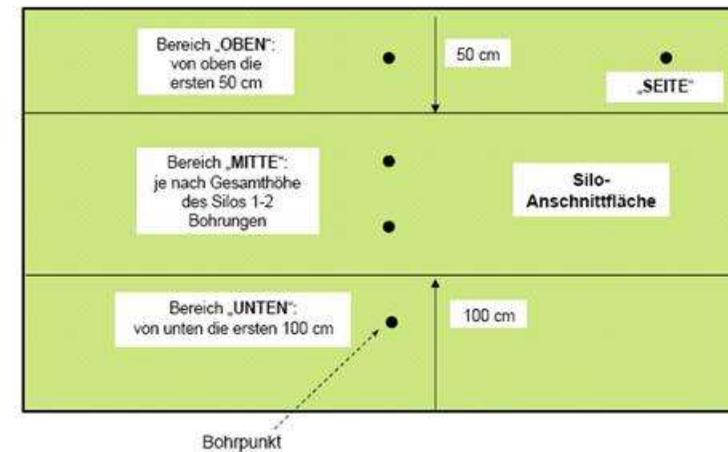


Dichtemessungen in den Silos

C) Dichtemessung am Silo



C) Dichtemessung am Silo





Dichtemessungen in den Silos

Die Verdichtbarkeit hängt ab von

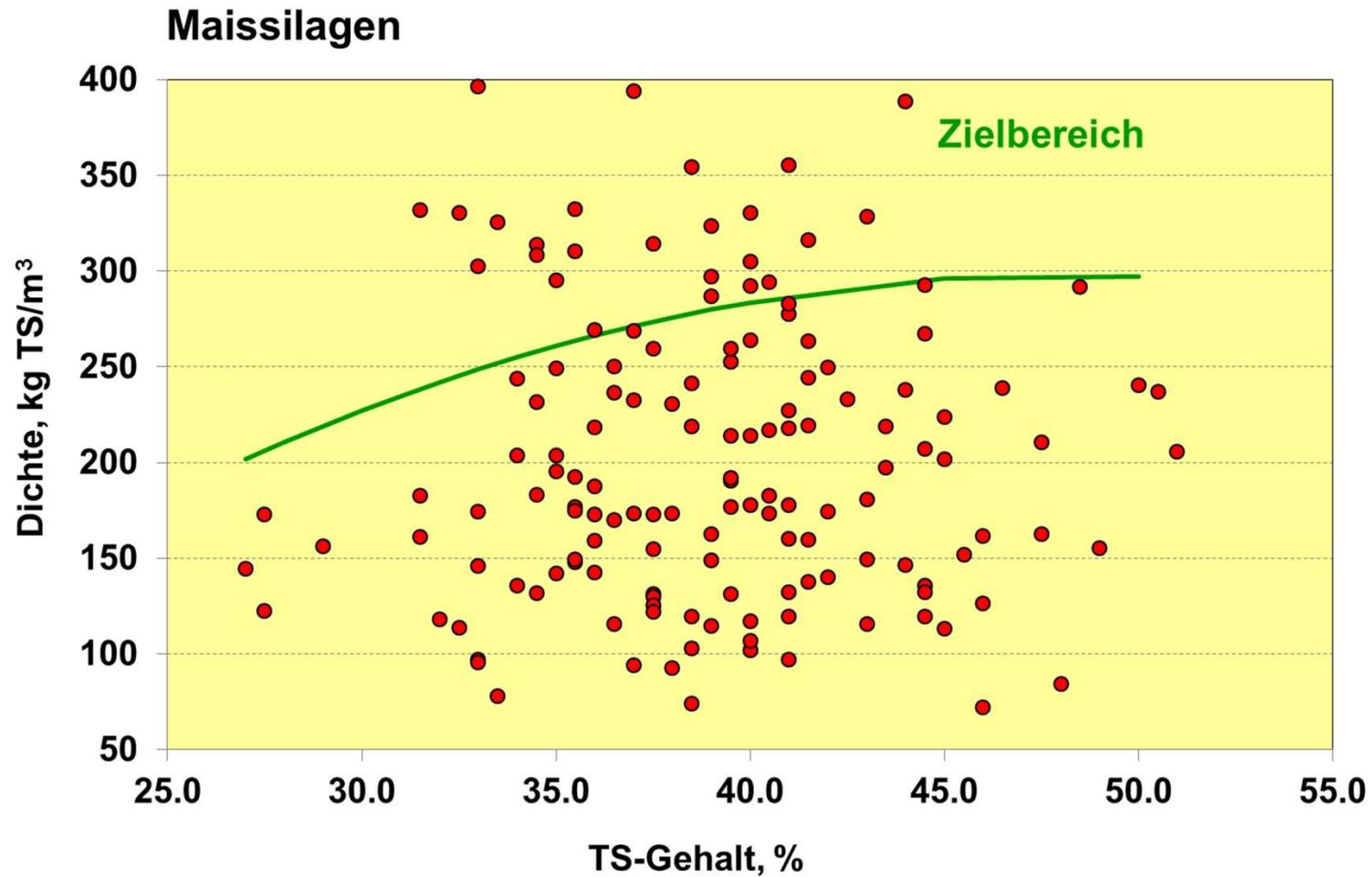
- TS-Gehalt
- Rohfasergehalt
- Häcksellänge
- Mechanische Verdichtung (Walzarbeit)

TS-Gehalt %	Zielwerte Dichte kg TS/m ³
25	175
30	190
35	210
40	230

Bei weniger stark verdichteten Silagen dringt bei der Entnahme die Luft tiefer in die Silage ein. Dies führt zu Nacherwärmungen bis zum totalen Verderb.



Dichtemessungen in Praxissilos





Weitere Informationen

ALP aktuell 2005, Nr. 18
Beurteilung von Silagen

ALP aktuell 2007, Nr. 30
**Probenahme in Futtermitteln auf dem
landwirtschaftlichen Betrieb**

ALP aktuell 2011, Nr. 41
Gute Raufutterqualität für Pferde

Agroscope Transfer, Nr. 1
**Nacherwärmungen bei Silagen: Ursachen und
Vorbeugung**

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/suchen/reihen/reihen-bis-2013/alp-aktuell.html>

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/publikationen/suchen/reihen/agroscope-transfer.html>



Praxishandbuch
Futter- und Substratkonservierung

8. vollständig überarbeitete Auflage



Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung

**8. vollständig überarbeitete
Auflage 2011**

Mit dem vorliegenden
Praxishandbuch Futter- und
Substratkonservierung gibt ein
kompetentes Autorenkollegium
umfassende Einblicke und
Empfehlungen zur Konservierung
von Grobfutter, Saftfutter,
Feuchtgetreide und Siliergut für
Biogasanlagen.

- I. Konservierungsverfahren
- II. Qualitätssicherung
- III. Marktübersicht der Produkte

-Heinz-Günter Gerighausen
-Dr. Klaus Hünting
-Dr. Heidi Jänicke
-Dr. Christine Kalzendorf
-Dr. Gerd-Christian Maack
-Dr. Hansjörg Nußbaum
-Dr. Johannes Ostertag
-Dr. Ralf Over
-Dr. Günter Pahlow
-Dr. Martin Pries
-Dr. Ulrich Rubenschuh
-Dr. Hubert Spiekers
-Dr. Walter Staudacher
-Dr. Olaf Steinhöfel
-Dr. Johannes Thaysen
-Dr. Kirsten Weiß
-Ueli Wyss



Silagequalität

