



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Ammoniakemissionen aus Milchviehställen und Minderungsansätze

Sabine Schrade

LUFA-Seminar

„Emissionen aus der Landwirtschaft – messen und bewerten“

22. September 2011, Oldenburg

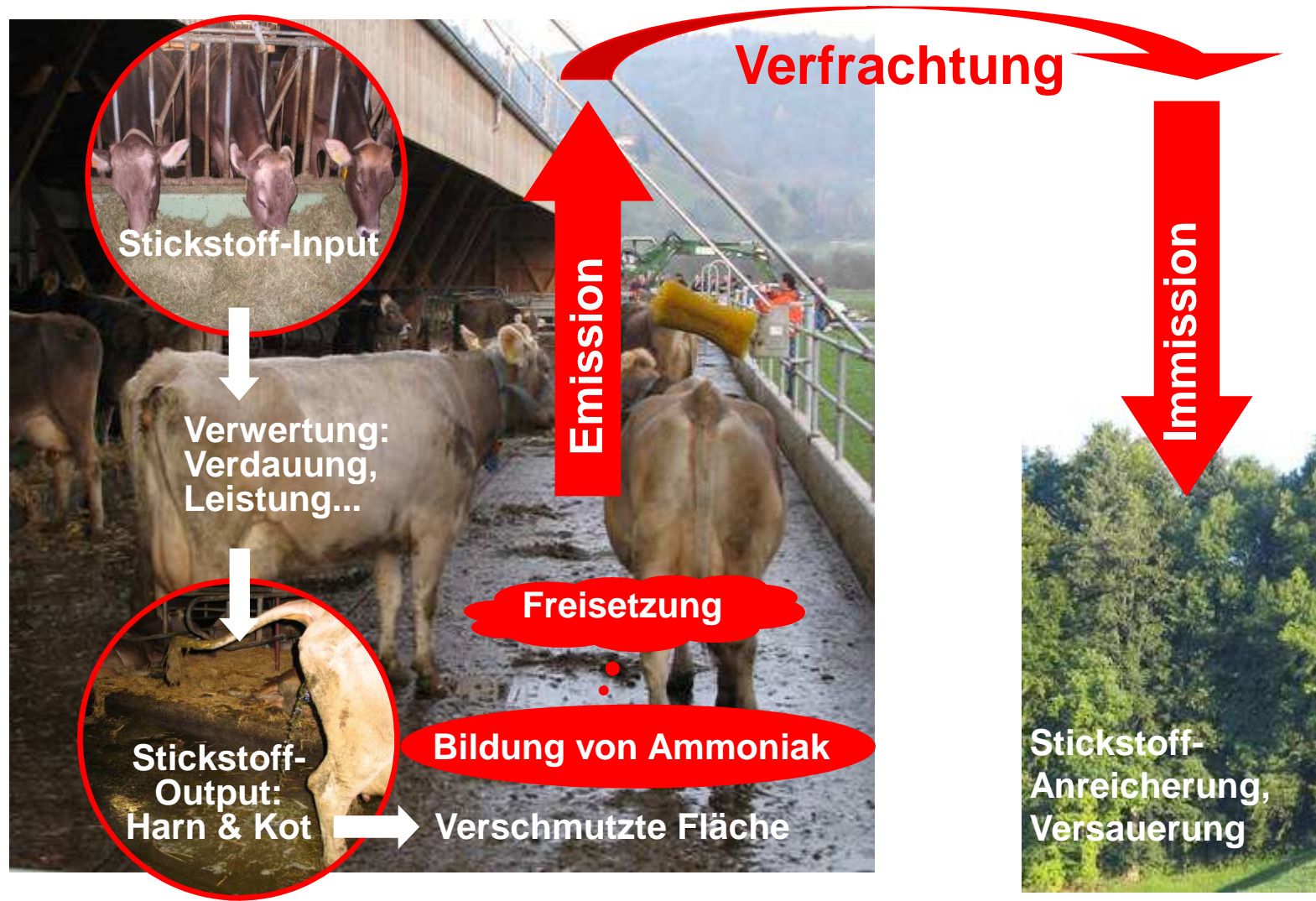


Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Finanzielle Unterstützung vom
Bundesamt für Umwelt, BAFU, Schweiz

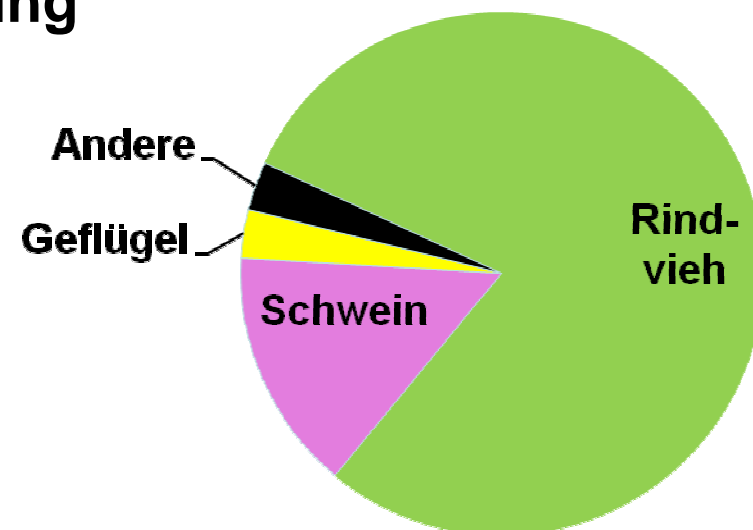


Ammoniak (NH₃) Rindviehhaltung



NH₃-Emissionen Schweiz

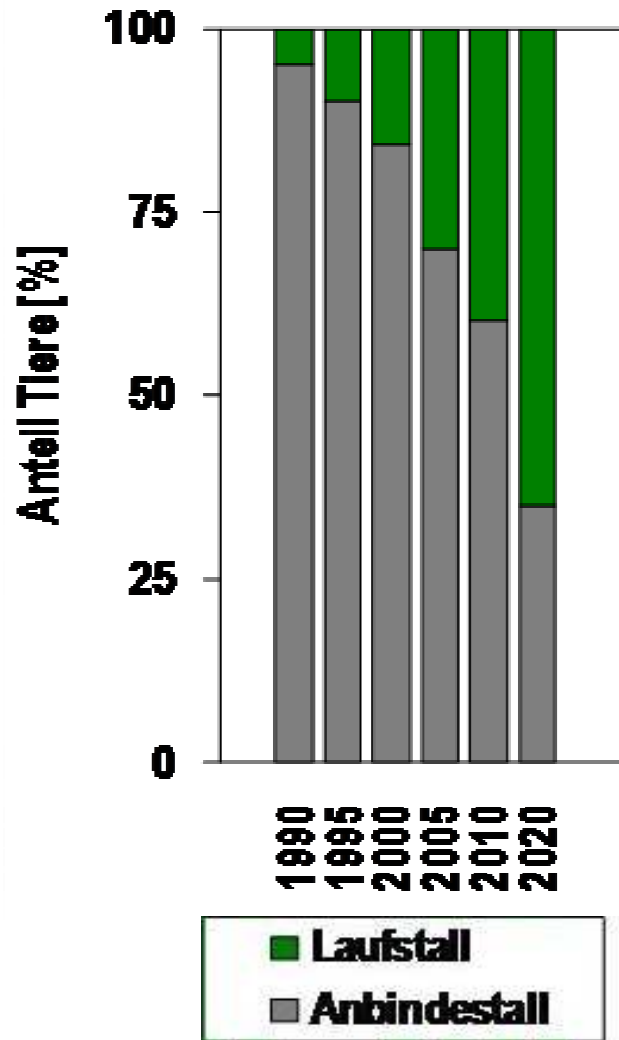
- ~ 43'000 t Stickstoff pro Jahr
40-50 % Reduktion: Umweltziele Landwirtschaft
BLW & BAFU 2008; BBI 1999, EKL 2005
- ~ 94 % der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft,
vor allem Tierhaltung
Ausbringung > Stall > Lagerung
regionale Unterschiede



BAFU 2007; Kupper et al. 2010



Ausgangssituation



Veränderung Haltungssysteme

Anbindestall → Laufstall + Laufhof

Emissionsdaten NH₃

große Streubreite

Jahreszeiten nicht systematisch

beschreibende Parameter fehlen

Haltungssysteme mit freier Lüftung
u. Laufhof nicht untersucht

Ziel

NH₃-Emissionen sind für das Haltungssystem Laufstall mit Laufhof für Milchvieh bestimmt.

- Emissionsinventar, Entscheidungshilfe für Planung...**
- Hinweise zur NH₃-Minderung**





Messkonzept

6 Betriebe x 2 Jahreszeiten → 12 Messperioden

Häufigste Situation Laufstall CH

freie Lüftung

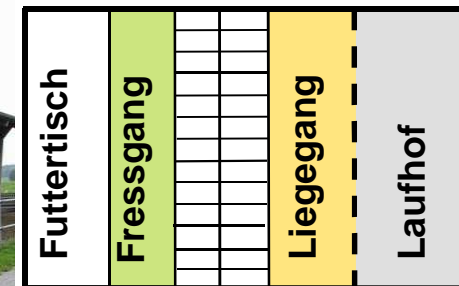
nicht wärmegeklämmt

planbefestigte Laufflächen

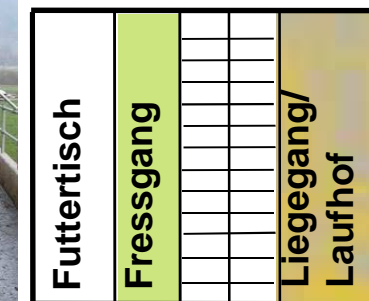
Laufhof am Rand

Liegeboxen

Laufhof
getrennt
vom Stall



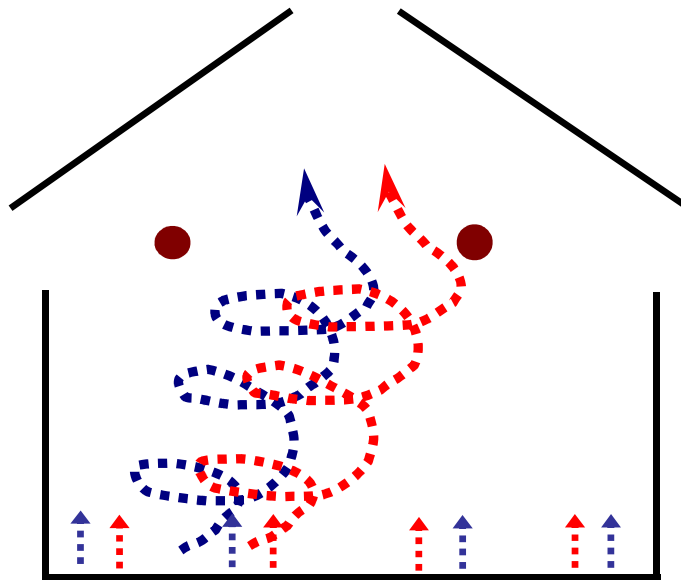
Laufhof =
Liegegang



Tracer-Ratio-Methode

→ indirekte Bestimmung der Emissionen

$$\dot{m}_{\text{NH}_3} = \frac{\sum_i \dot{m}_t(i) \cdot \sum_j c_{\text{NH}_3}}{\sum_j c_t}$$



- c** Konzentration
- \dot{m}** Massenfluss
- NH₃** Ammoniak
- t** Tracergas
- i** Zudosierung Tracergas
- j ●** Probenahme



Tracer Ratio Methode mit zwei Tracergasen

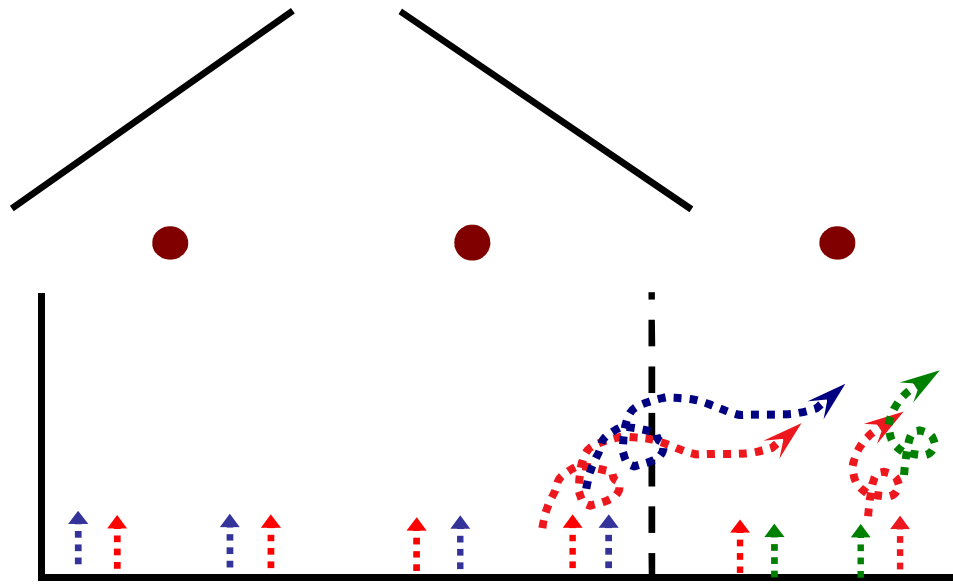
Verschiedene Bereiche

unterschiedliche Einflussgrößen auf Emission
Verfrachtung

→ 2 Tracergase

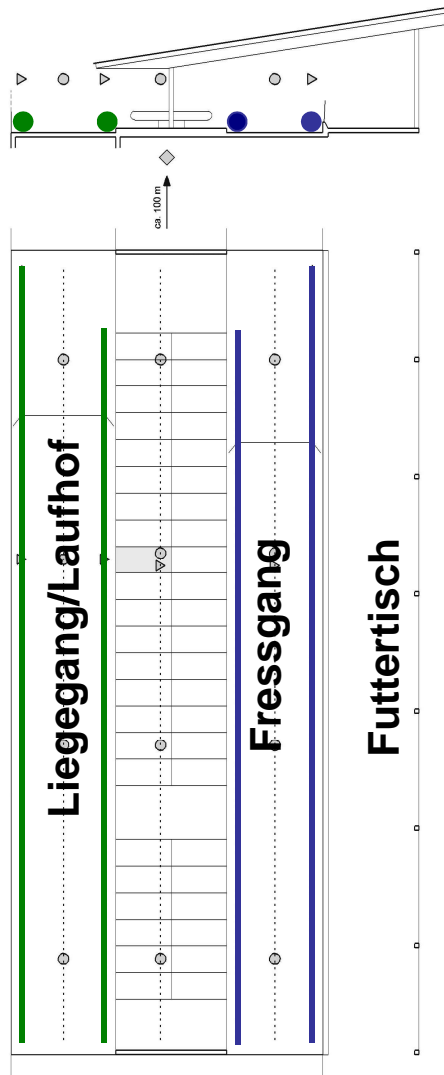
SF_6 (Schwefelhexafluorid)

SF_5CF_3 (Trifluormethylschwefelpentafluorid)





Zudosierung Tracergase



Hohe Kotkante,
Fressgitter



Laufhof

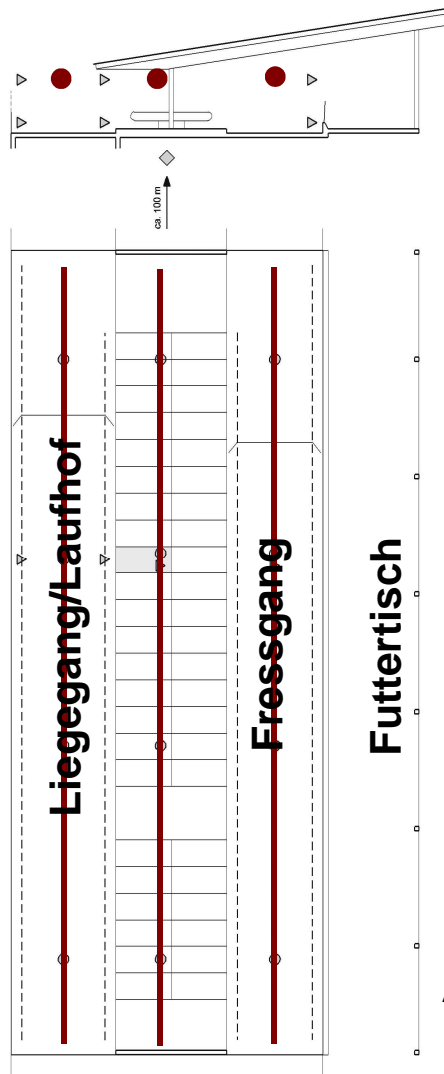


Kotkante
Liegeboxen

Stahlrohre mit kritischen Kapillaren



NH₃ und Tracergase: Luftsammelproben



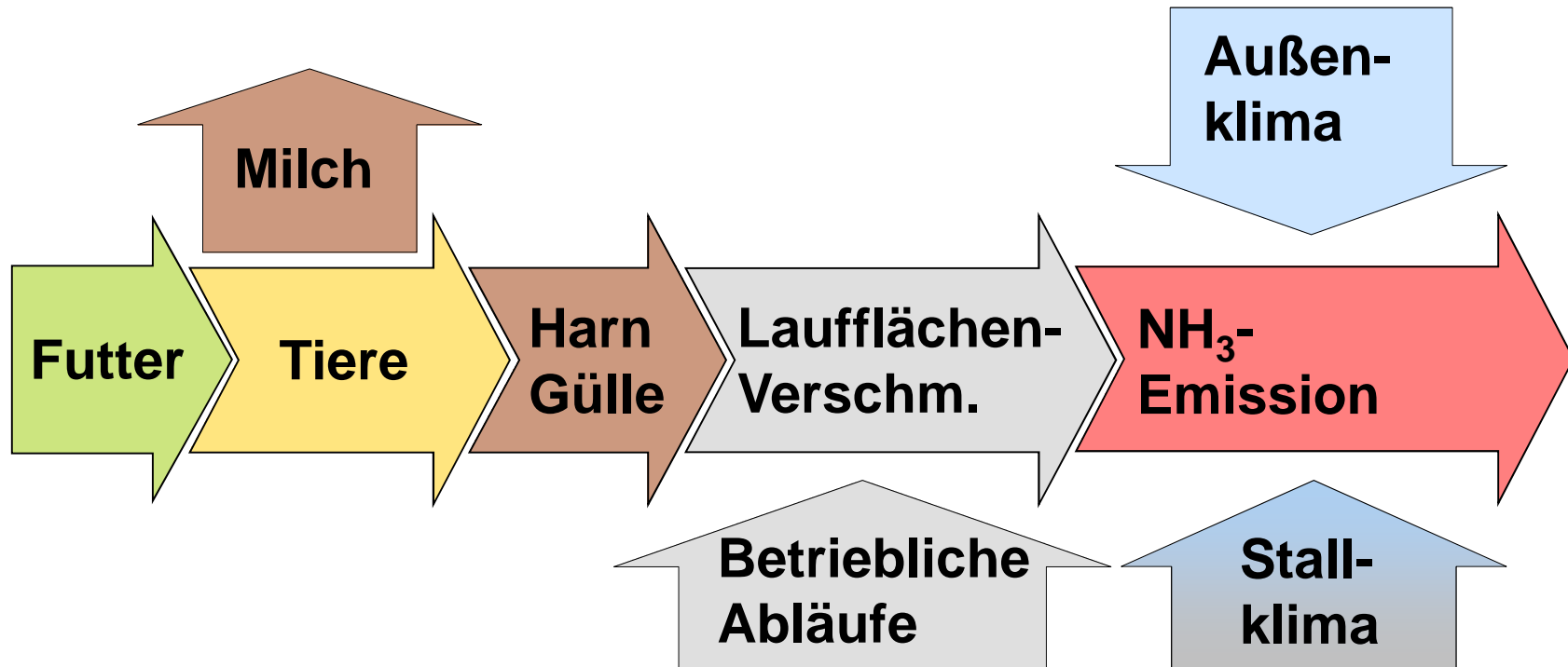
Probenahme: Teflon-Schläuche mit krit. Kapillaren
Analytik NH₃: Photoakust. Sensor (Omnisens PAS)
Tracergase: Gaschromatographie (GC ECD)

Messanhänger (klimatisiert)



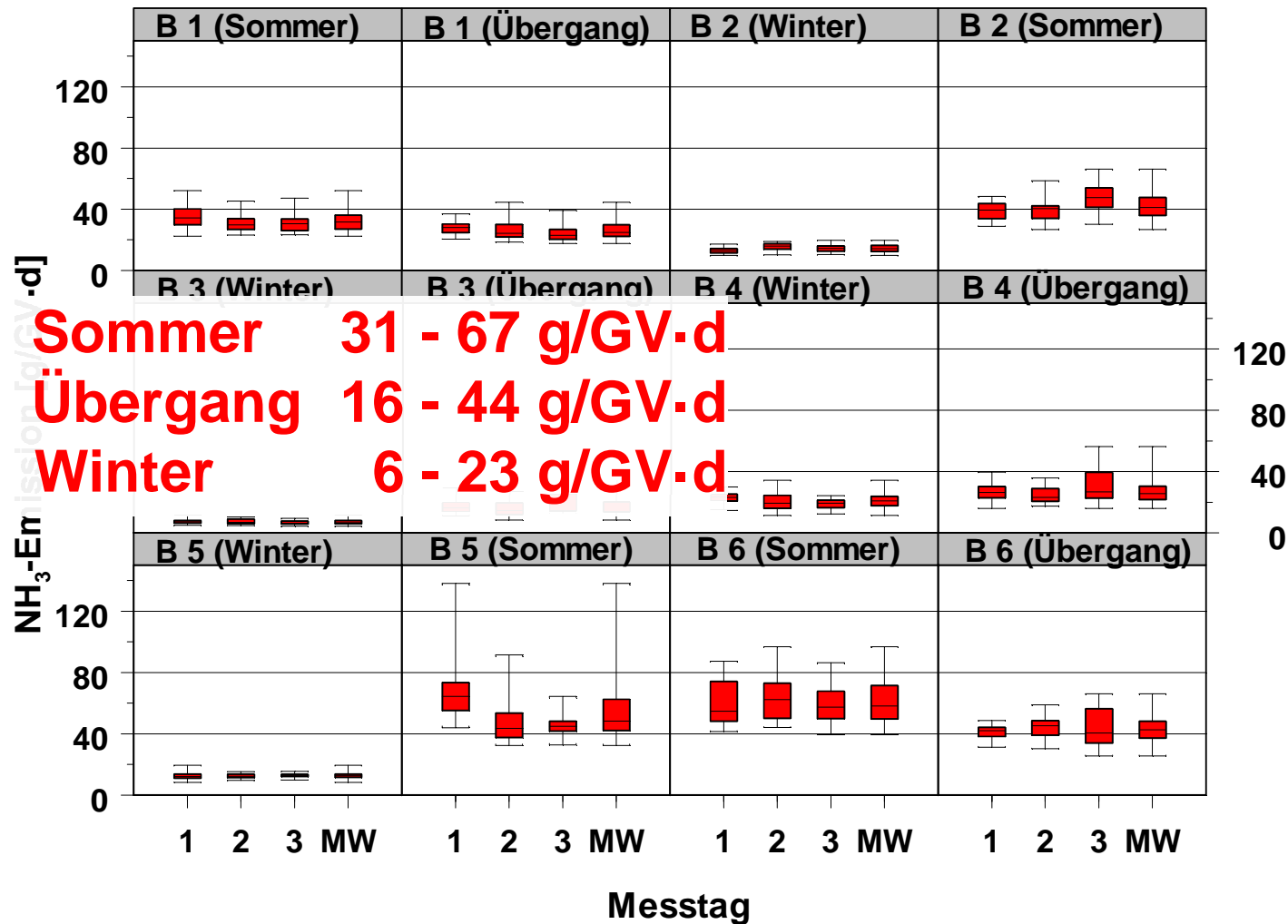
**Online-Analytik NH₃ + Tracergase
Klimadaten, Tieraufenthalt**

Begleitparameter





NH₃-Emissionen

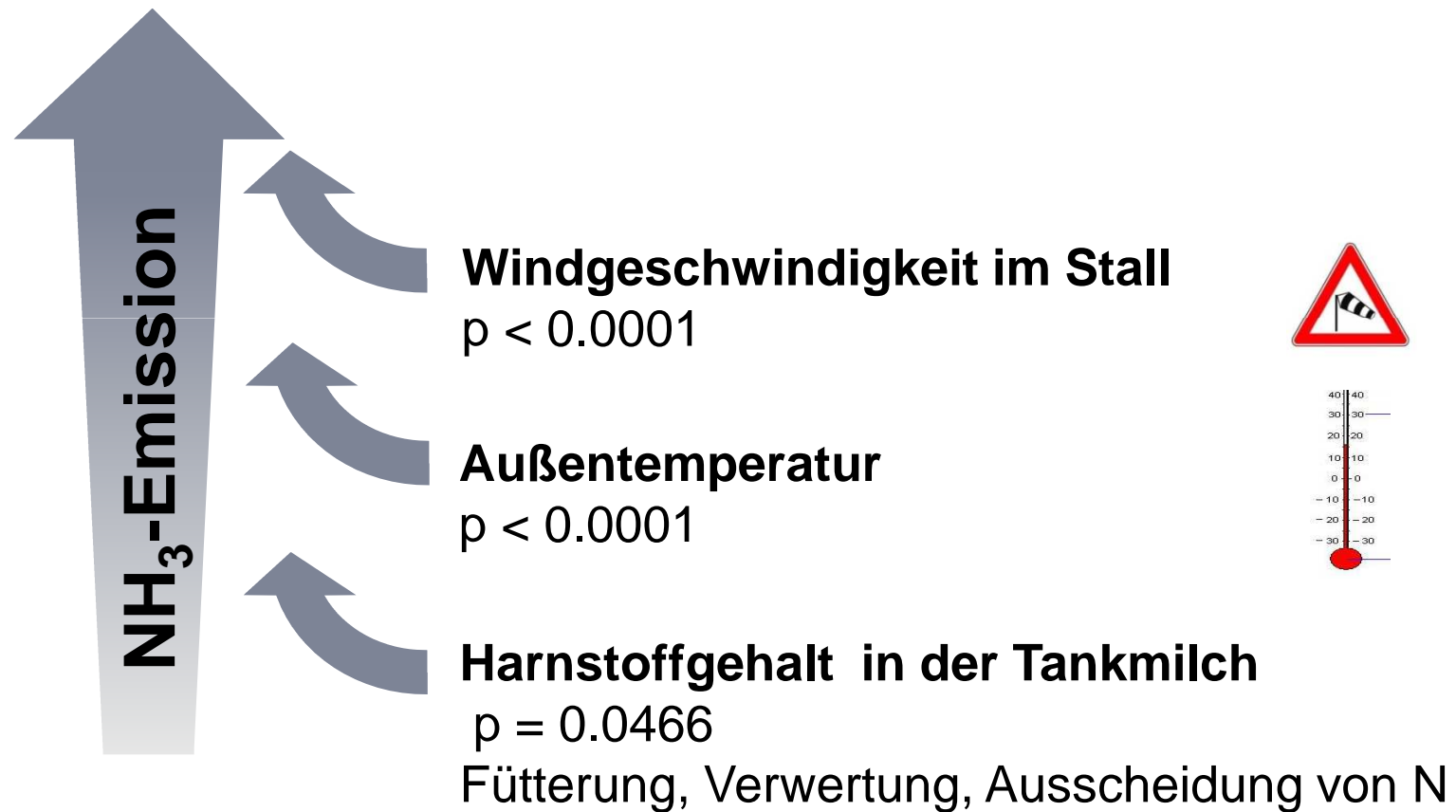


GV = Großvieheinheit = 500 kg Lebendmasse

Statistische Auswertung

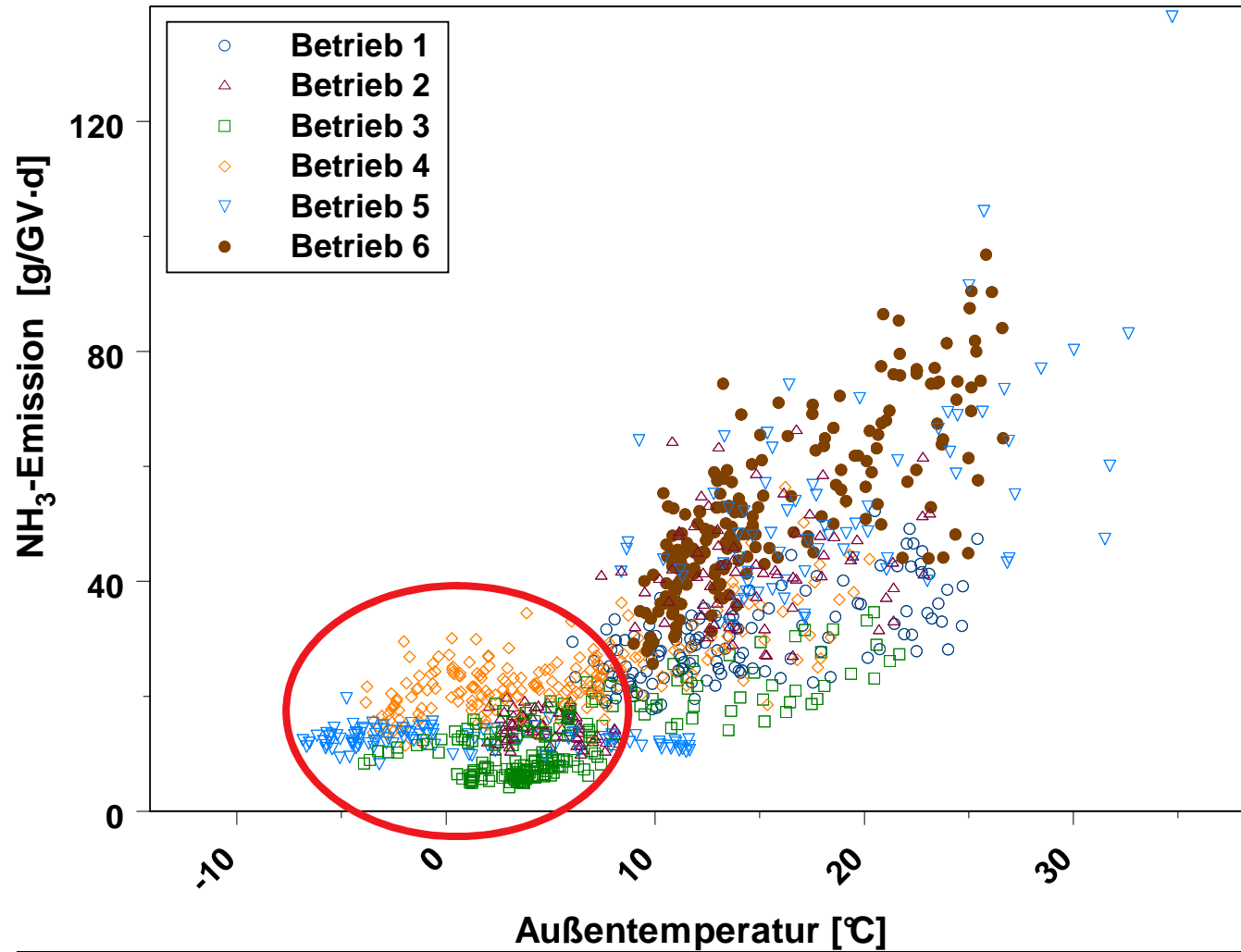
Lineares Gemischte-Effekte-Modell

mit zufälligen Effekten: Betrieb – Messperiode – Messtag



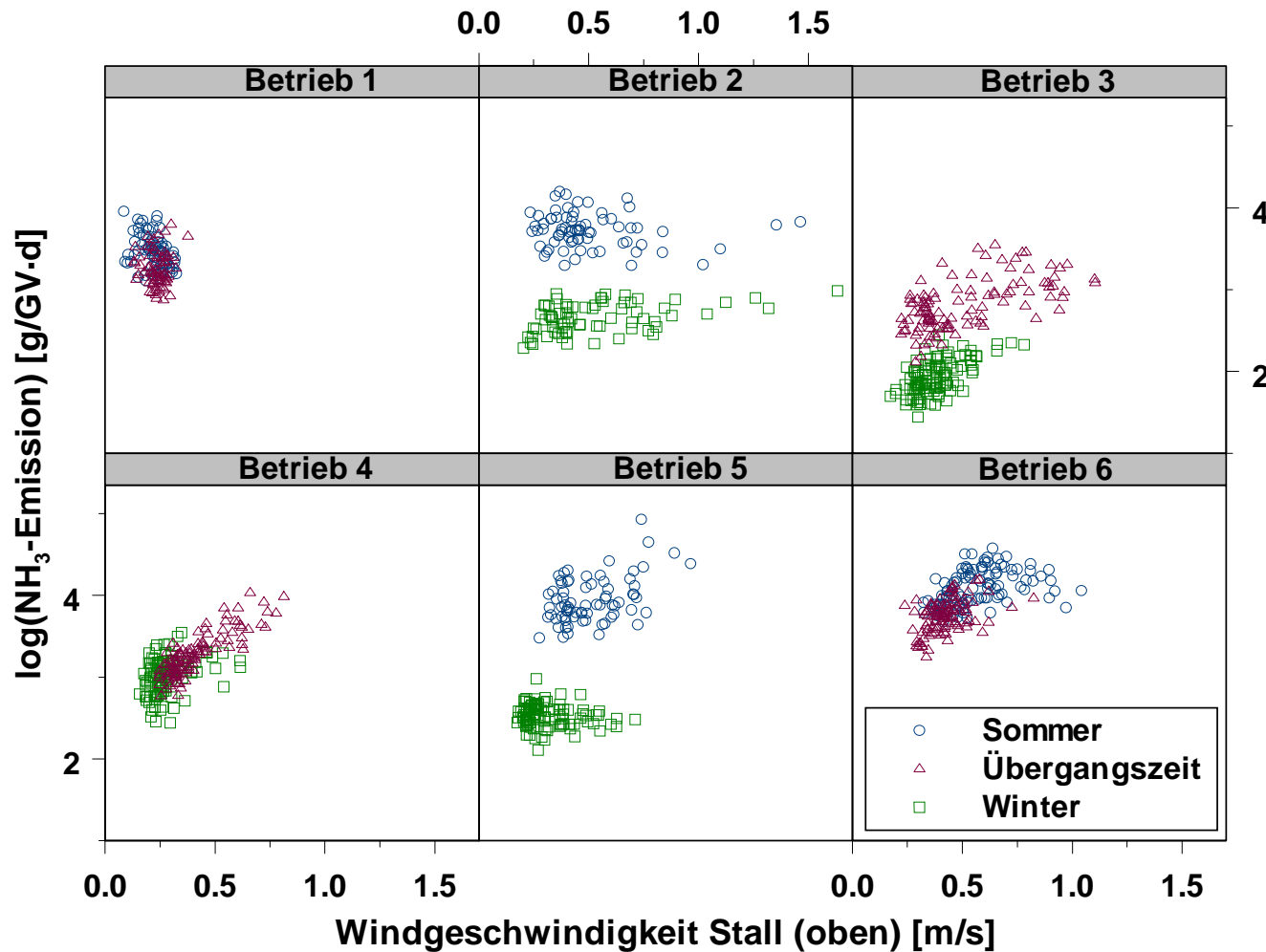


Einflussgrößen auf NH₃-Emission: Außentemperatur





Einflussgrößen auf NH_3 -Emission: Windgeschwindigkeit im Stall



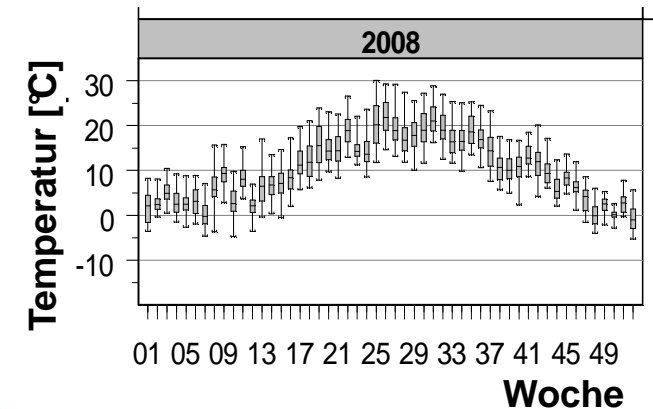
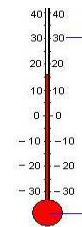


Modellbasierte Kalkulation (Bootstraps)

2 Höhenlagen (Tal, Berg)
2 Windgeschwindigkeitsstufen

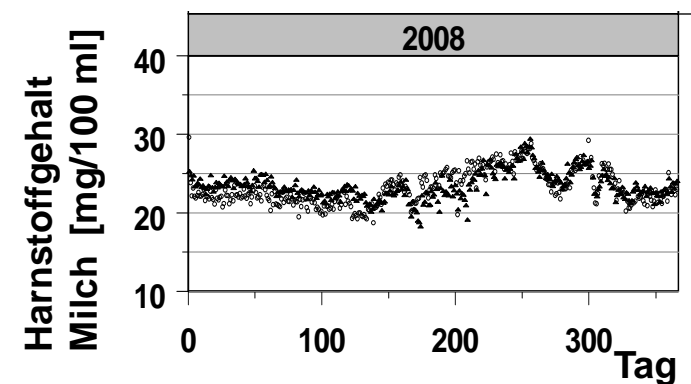
Lufttemperatur

Tagesverläufe pro Woche
43 Wetterstationen (2004-2008)



Windgeschwindigkeit Stall

eigene Messungen und Literatur
(Mačuhová et al. 2008; Zähner 2001)



Harnstoffgehalt Milch

Einzeltierwerte von
3 Zuchtverbänden (2004-2008)

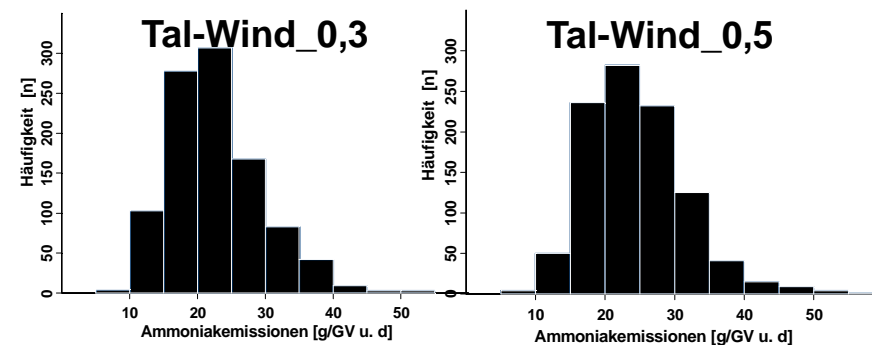


Emissionsfaktoren

Parameter, Haltungssystem, Variante Tal-, Berggebiet; Windgeschwindigkeit in m/s		Emissionsfaktor	
		[g/Tier·d]	[g/GV·d]
Liegeboxenlaufstall mit planb. Laufflächen und Laufhof (eigene Messungen, modellbasierte Kalkulation)	Tal-Wind_0,3	30,1	22,7
	Tal-Wind_0,5	32,6	24,5
	Berg-Wind_0,3	28,9	21,8
	Berg-Wind_0,5	31,1	23,4

GV = Großvieheinheit = 500 kg Lebendmasse

Histogramme der
NH₃-Emission





NH₃-Minderungsprinzipien

Minimierung der N-Ausscheidung

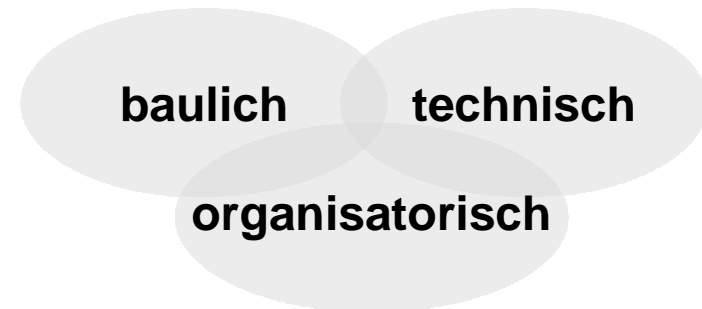
Minimierung der verschmutzten Fläche

Rasches Abführen des Harns

Saubere, trockene Aktivitäts- und Liegefläche

Möglichst tiefe Temperatur und Luftgeschwindigkeit

Kombination





**Deutliches
Minderungspotential**

**Massnahmen-
kombinationen**

**Hindernisse ausgeräumt
Akzeptanz in der Praxis**

Kontrolle

**Aspekte für
erfolgreiche
Minderungsansätze**

**Unerwünschte
Effekte gering
(z.B. Energie)**

**Neubau
Umbau**

CO₂



**Synergien zum
Tierschutz**

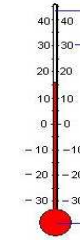
**Keine Verlagerung auf
andere Verlustpfade**

N₂O

**Ohne ständige Abhängigkeit
bei Betriebskosten**



Stallklima



Minderung

**Niedrige Luftgeschwindigkeit
über verschmutzten Flächen;
möglichst tiefe Temperatur:**

**Windschutz, Sonnenschutz,
Dach, Vordach,
flexible Fassaden**



**Anforderungen in warmer &
kalter Jahreszeit variieren**



Rascher Harnabfluss

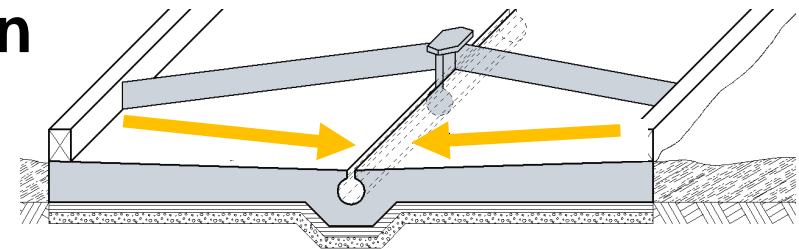
Emissionsarm perforiert
Rillenboden mit Drainage-
öffnungen, Kammschieber



Gummilippen zum
Schliessen der Spalten



Planbefestigte Laufflächen
mit Gefälle, Sammelrinne

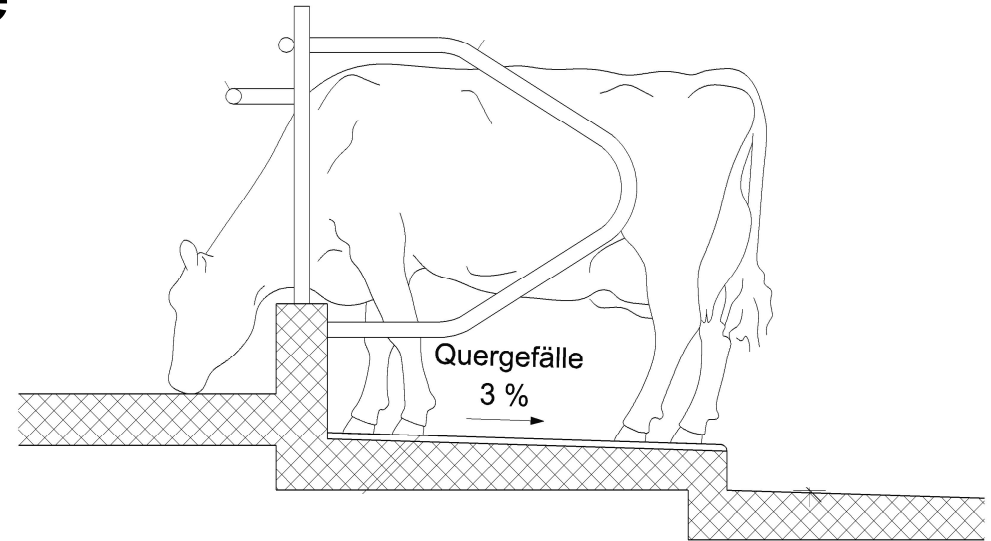


3 % Gefälle



Verschmutzte Fläche reduzieren: z.B. Fressstände

**Erhöhter Fressplatz
mit Abtrennungen**



**häufiger
Schieberbetrieb
ohne Tiere zu stören;
trockene Klauen**





Optimierte Reinigung

**Reinigungshäufigkeit:
automatisierte Technik,
tiergerecht**

**Reinigungsqualität:
optimierte Schieber,
Schieber-Boden-Abstimmung**





Emissionsmessungen

Methode

Messkonzept

Vergleich zwischen Betrieben, Jahreszeiten

Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen

Erfolgreich bei freier Lüftung u. Laufhof eingesetzt

Begleitparameter

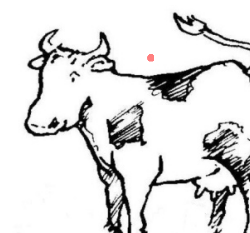
Vielfalt u. Detailebene,
Plausibilisieren, interpretieren von Messwerten

Ergebnisse

Betriebliche und jahreszeitliche Effekte

Sign. Einflussgrößen: Außentemperatur
Windgeschwindigkeit Stall
Harnstoffgehalt Tankmilch

Emissionsfaktoren: 22-25 g/GV-d



NH₃-Minderung

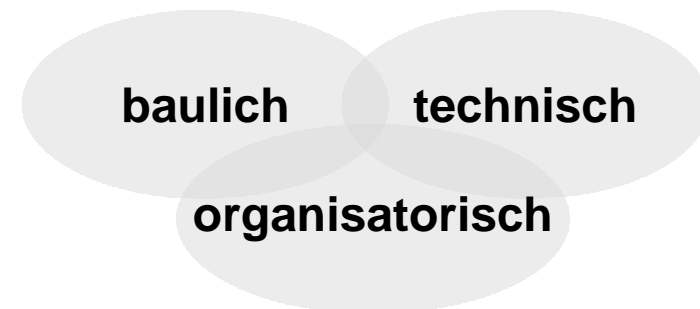
Prinzipien

hohe Temperatur & Luftgeschwindigkeit vermeiden
weniger verschmutzte Fläche
rascher Harnabfluss
optimierte Reinigung

**Praxistaugliche Massnahmen (weiter-) entwickeln,
Minderungspotenzial messen und vergleichen**

Betriebliche Handlungsspielräume ausloten

Auf mehreren Ebenen ansetzen





Herzlichen Dank!



Agroscope Reckenholz Tänikon ART
– Forschung für
Landwirtschaft und Natur