

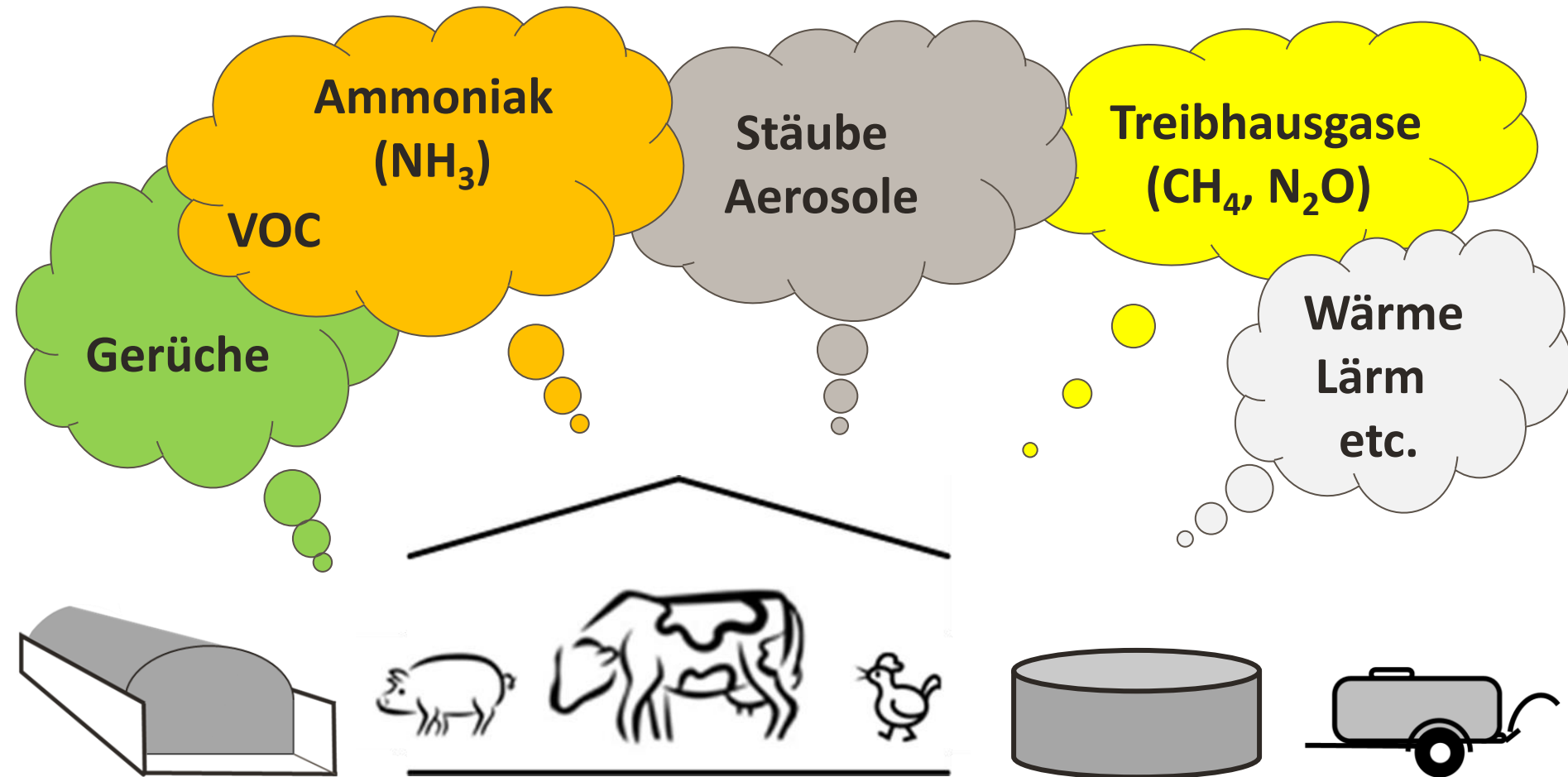
Emissionen der Tierhaltung 2023 - erheben, beurteilen, mindern
Bonn, 10. - 11. Oktober 2023

Ammoniak und Methan
Bildungsprozesse und Einflussmöglichkeiten

Dr. Manfred Trimborn

Institut für Landtechnik
Verfahrenstechnik der Tierischen Erzeugung
Universität Bonn

Wo emittiert Was im Stoffflusssystem des lw. Betriebs?



Wo emittiert Was im Stoffflusssystem des lw. Betriebs?

**Ammoniak
(NH₃)**

**Treibhausgase
(CH₄, N₂O)**



Stickstofffluss im landwirtschaftlichen Betrieb

Futter

Tier

Ausscheidungen



Stall

Lager



Ausbringung

Acker/Weide



Stickstofffluss im landwirtschaftlichen Betrieb

Futter

Tier

Ausscheidungen



Stall

Lager



Ausbringung

Acker/Weide



Emissionen aus der Futter-Konservierung /-Lagerung

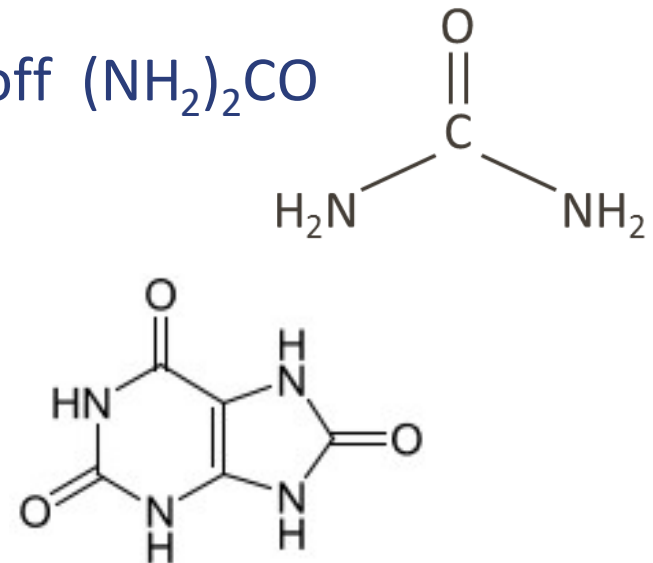
- pH-Wert Absenkung durch Milchsäure-Bildung
- gasdichte Lagerung
- normalerweise keine CH_4 - und NH_3 -Emissionen
(N_2O -Bildung möglich)

Aber:

- Anschnittsflächen können verderben!

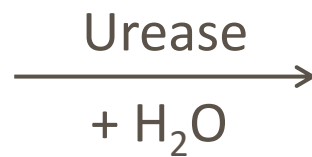
Wie kommt es zur Bildung von NH_3 ?

- Zersetzung von stickstoffhaltigem organischen Material
- Verdauung oder Abbau (körpereigener) N-haltiger Verbindungen
- Entgiftung durch Umbau zu Harnstoff $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ oder Harnsäure $(\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_3)$
- N-Ausscheidung über Urin (75%) oder Kot (25%)



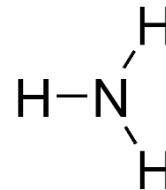
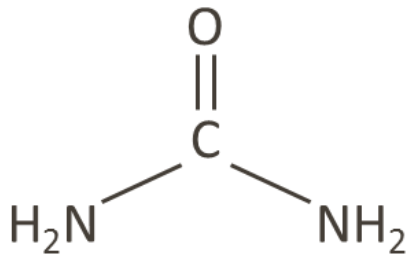
Abbau von Harnstoff

Harnstoff
(NH₂)₂CO



Ammoniak
NH₃

+ Kohlendioxid
CO₂



NH₃-Minderungsstrategien (Futter / Tier)

1. Strategie: N-Ausscheidung (Harnstoff) verringern

-> Fütterungsmaßnahmen

- bedarfsgerechte Fütterung
- Phasenfütterung
- Futterzusätze

-> Futterverluste im Stall reduzieren

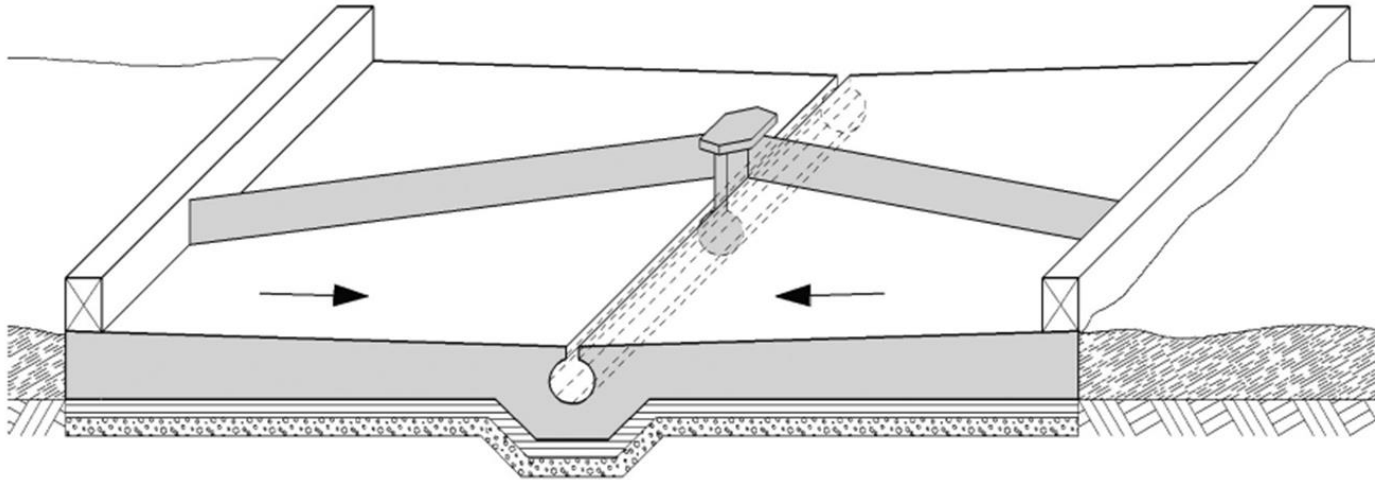
NH₃-Minderungsstrategien (Stall)

2. Strategie: schneller Abtransport des Urins aus dem Stall

-> Kot-Harn-Trennung
(im Idealfall mit separater Urin-Lagerung)

- Kuhtoilette
- Schweinetoilette 
- Rinnenboden (Schrägboden)
- Unterflur-Kotschieber mit Harnrinne 

Laufflächen mit 3 % Quergefälle und Harnsammelrinn in Laufställen für Milchkühe



Quelle:
M. Zähler und
S. Schrade (2020)



Unterflur-Kotschieber mit Harnrinne

Quelle: www.schauer-agrotronic.com



Cow Toilet

Quelle: www.hanskamp.nl

NH₃-Minderungsstrategien (Stall)

3. Strategie: Abbau von Harnstoff unterbinden

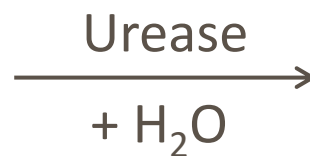
-> Urease-Inhibitoren

- seit langem zugelassen in der Düngung
- im Stall noch nicht Stand der Technik
- im Kuhstall erfolgreich erprobt
- im Schweinestall im Test



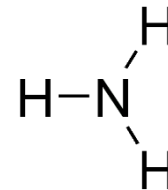
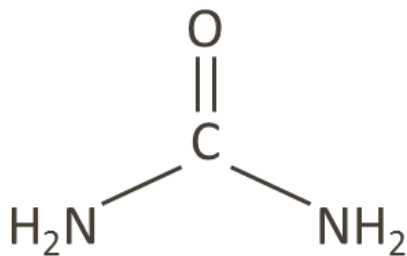
Was passiert mit dem Kot-Harn Gemisch im Stall?

Harnstoff
(NH₂)₂CO



Ammoniak
NH₃

+ Kohlendioxid
CO₂



Löslichkeit von Ammoniak

Ammoniak
 NH_3

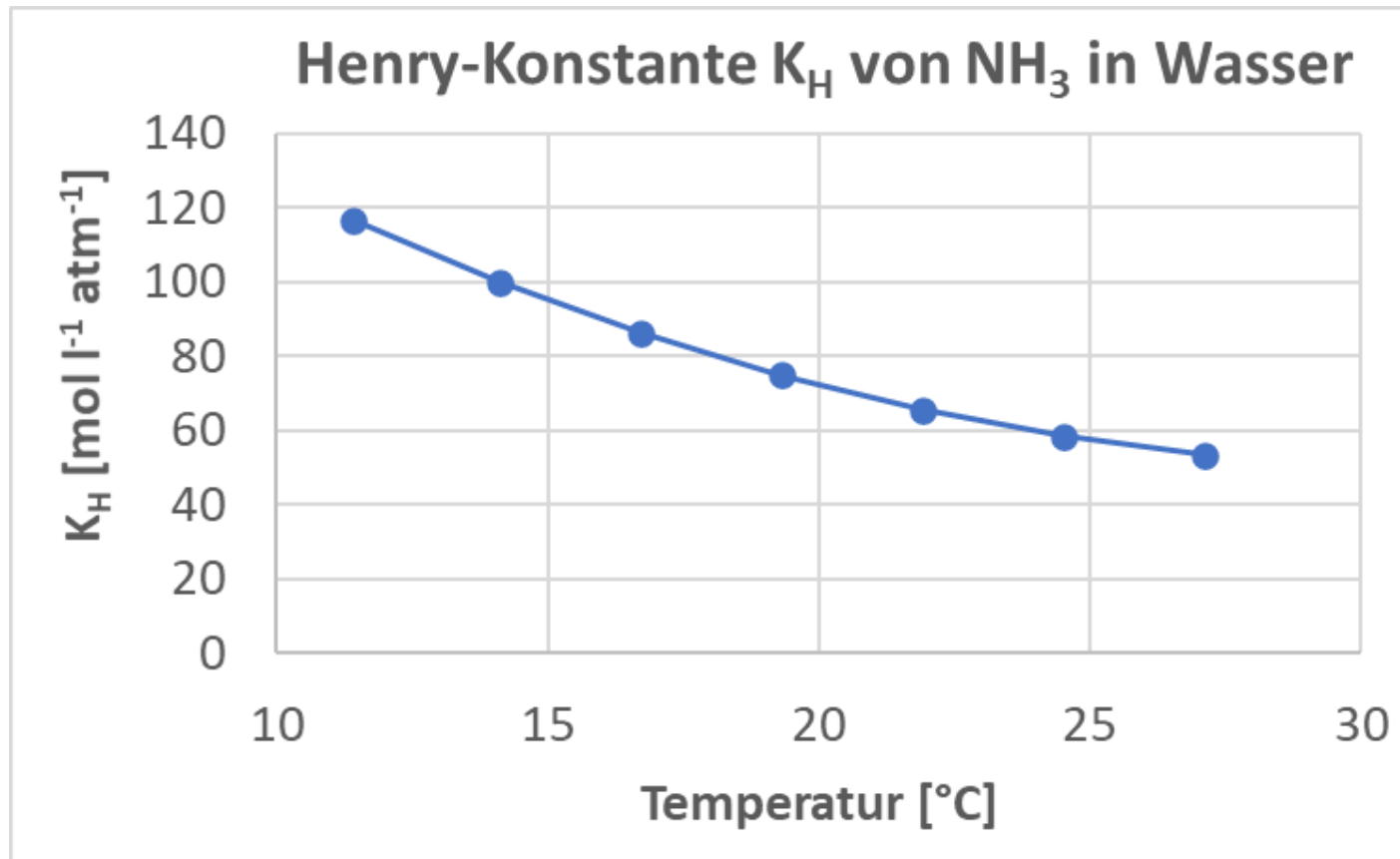
Kohlendioxid
 CO_2

gelöst als Gase im Wasser

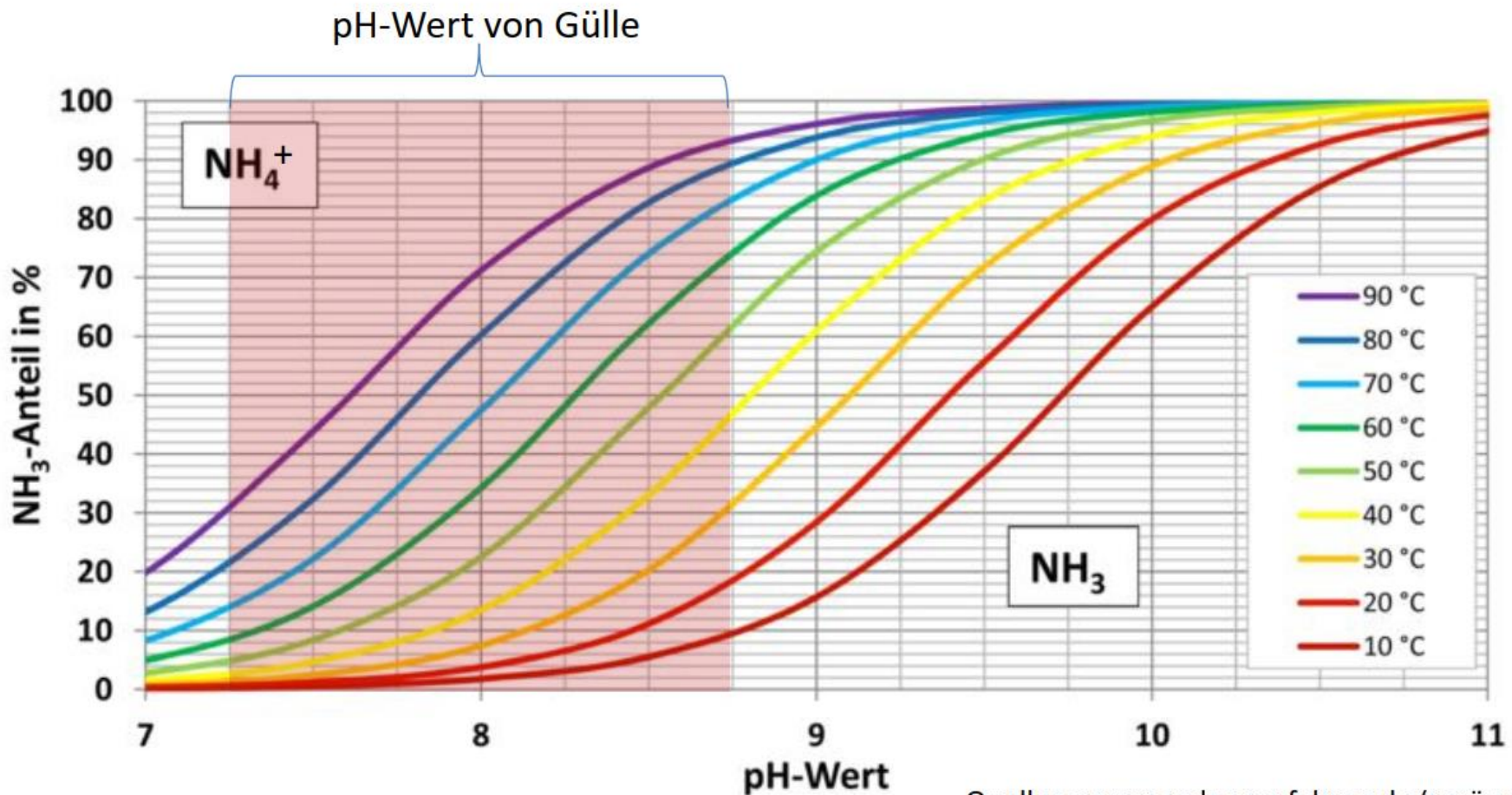
Löslichkeit ist temperaturabhängig

hohe Temperatur -> geringe Löslichkeit -> hohe Ausgasung

Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von Ammoniak



Ammoniak (NH₃) / Ammonium (NH₄⁺) - Gleichgewicht in Abhängigkeit des pH-Werts und der Temperatur



Quelle: www.pondus-verfahren.de (verändert)

NH₃-Minderungsstrategien (Stall /Lager)

4. Strategie: Verminderte Ausgasung durch Kühlung

-> Beschattung, Isolierung, Kühlung

- Beschattung im Auslauf
- Isolierte Stall- und Lagergebäude
- Zuluftkühlung
- Bodenkühlung
- Güllekühlung



Stallluftkühlung über

Kühlpads

Erdwärmetauscher



Quelle: T. Heidenreich 2015



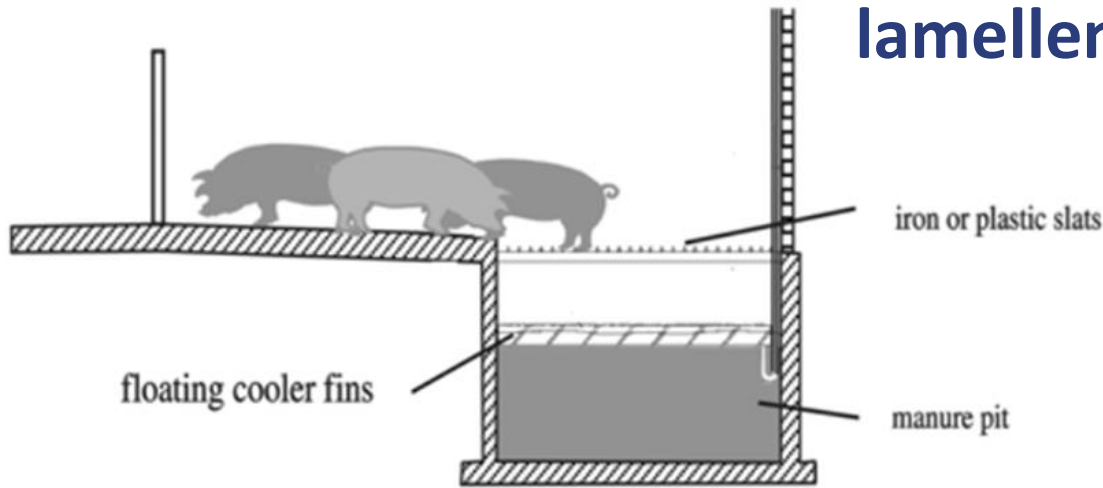
Quelle: DLG 2005

ACO Funki GmbH
Erdwärmetauscher „Opti-Klima“
Temperatur-Ausgleichswirkung

DLG-Prüfbericht 5520F

Gülleklärung

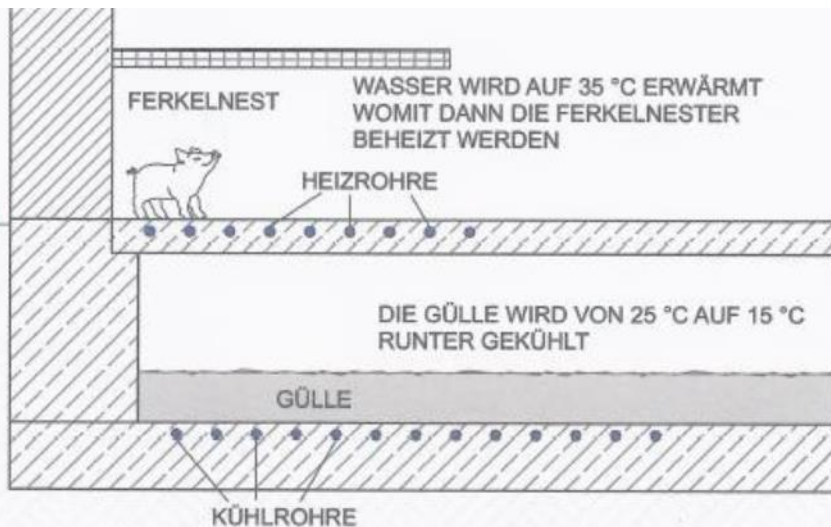
Schwimmende Wärmetauscherlamellen für Güllekanäle



Quelle: B. Eurich-Menden/S. Wulf 2017



Kühlrohre im Boden



Quelle: E. Gallmann 2017

Quelle: D. Hesse 2013

Löslichkeit von Ammoniak

Ammoniak
 NH_3

Kohlendioxid
 CO_2

gelöst als Gase im Wasser

Löslichkeit ist temperaturabhängig

Reaktion von Ammoniak im Wasser

Ammoniak
 NH_3

Kohlendioxid
 CO_2

gelöst als Gase im Wasser

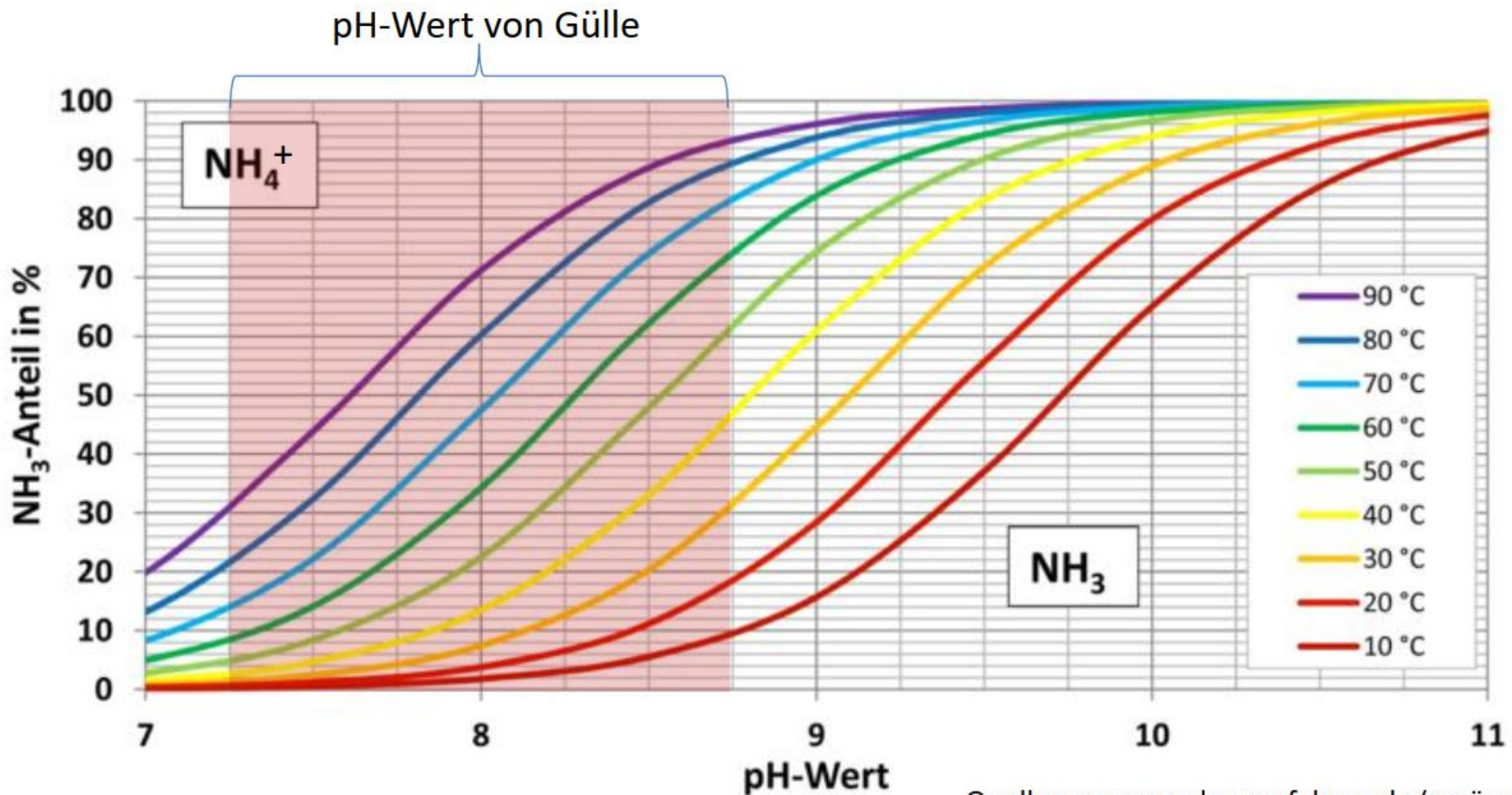


Ammonium
 NH_4^+

Hydrogencarbonat
 HCO_3^-

gebunden als Ion im Wasser
abhängig von Temperatur
und pH-Wert

Ammoniak (NH_3) / Ammonium (NH_4^+) - Gleichgewicht in Abhängigkeit des pH-Werts und der Temperatur



Quelle: www.pondus-verfahren.de (verändert)

NH₃-Minderungsstrategien (Stall / Lager / Ausbringung)

5. Strategie: Verminderte Ausgasung durch Ansäuern

-> pH-Wert Verschiebung durch Säurezugabe oder interner Versauerung

- Ansäuern im Stall
- Ansäuern im Lager
- Ansäuern vor oder während der Ausbringung

Ausgasung von Ammoniak in die Luft

Austausch mit der Luft abhängig von:



Ammoniak
 NH_3

Kohlendioxid
 CO_2

- Größe der emittierenden Oberfläche
- Konzentrationsgradient zwischen Flüssigkeit und Luft
- Luftbewegung / Turbulenz

gelöst als Gase im
Wasser

NH₃-Minderungsstrategien (Stall)

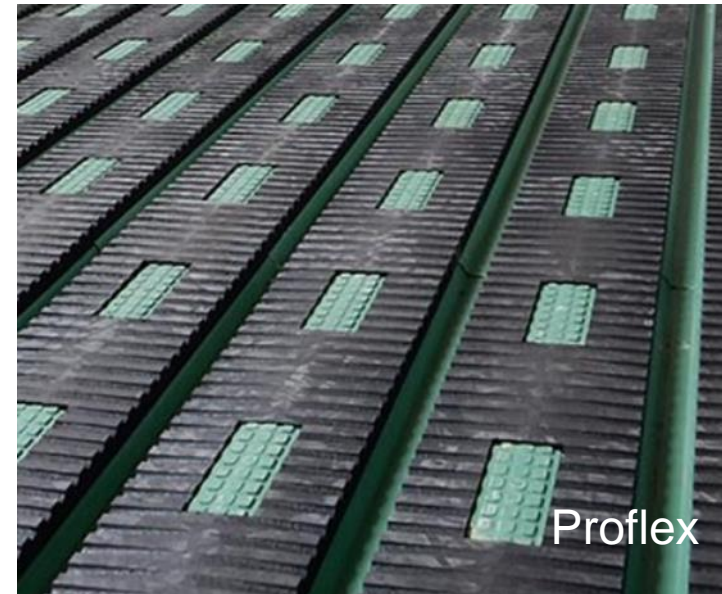
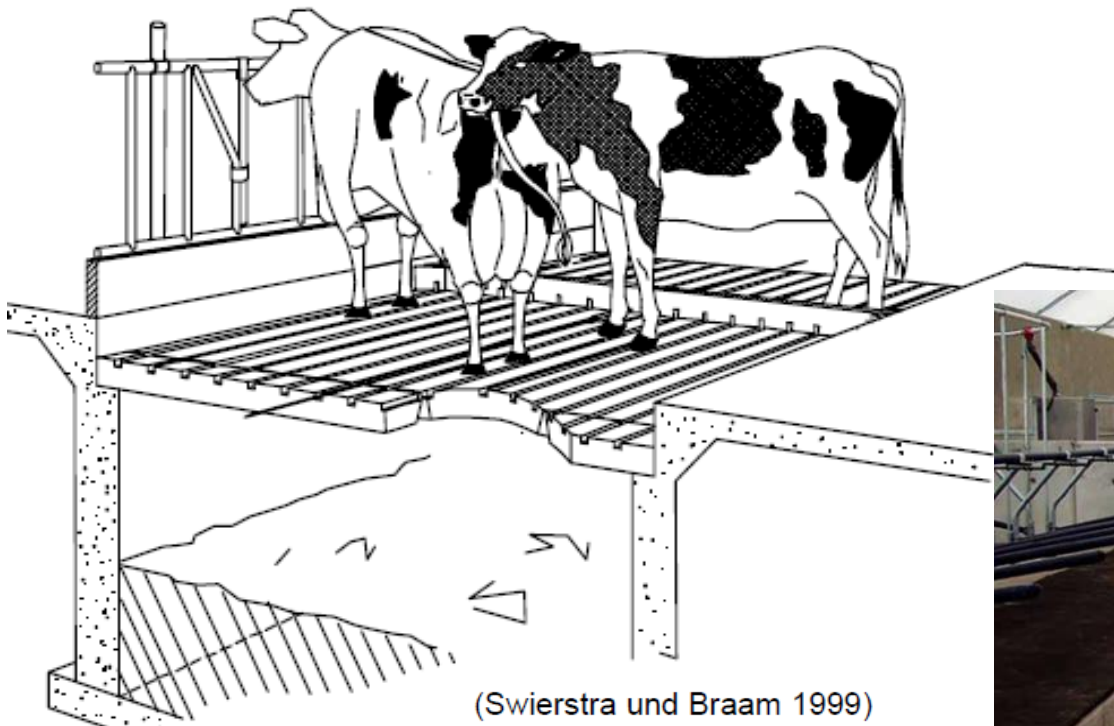
6. Strategie: Verkleinerung der emittierenden Oberfläche

-> Laufflächengestaltung, Güllekanal-Verkleinerung

- Rinnenboden
(planbefestigt mit Kammschieber)
- schräge Wände im Güllekanal
- erhöhte Fressstände
- Buchten mit Funktionsbereichen
- Sitzstangen

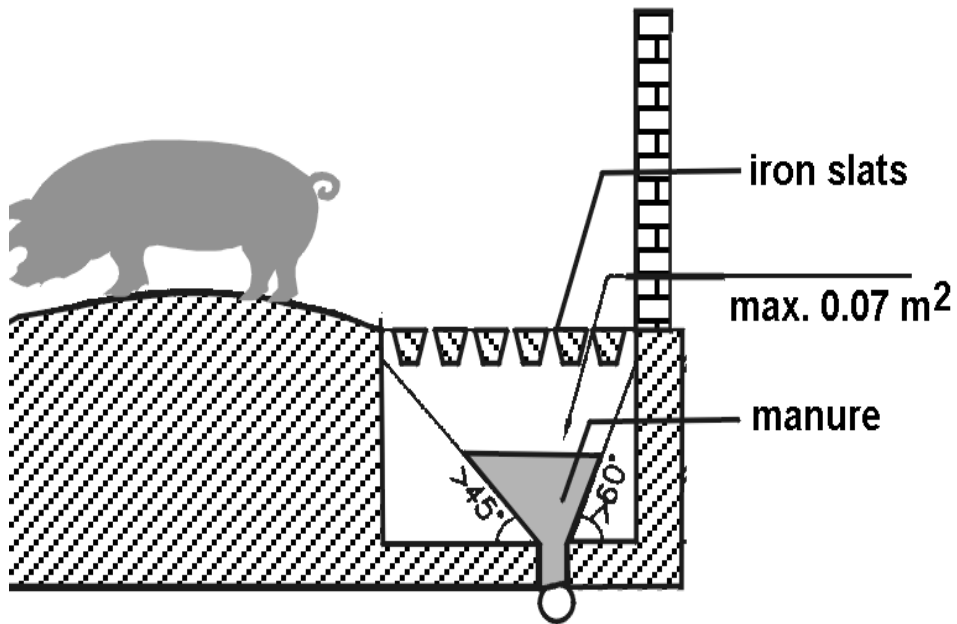


Rinnenboden (planbefestigt mit Kammschieber)



JOZ bv,

Geneigte Seitenwände im Güllekanal



NH₃-Minderungsstrategien (Stall)

7. Strategie: schnelles Ableiten des Emittenten
intensiveres Reinigen der Oberflächen

-> Sauberkeit im Stall

- Bodengestaltung
- Kotband
- Schieberfrequenz erhöhen
- Reinigungsroboter
- Wassersprüheinrichtung
- Spülung der Güllekanäle

NH₃-Minderungsstrategien (Stall / Lager)

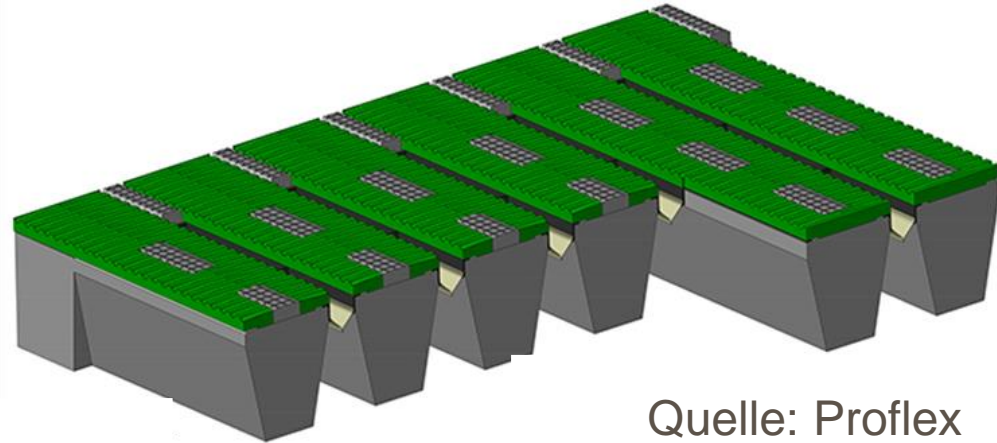
8. Strategie: verringerter Luftaustausch über dem Emittenten

-> Lüftungssteuerung, Abdeckung, Abschottung

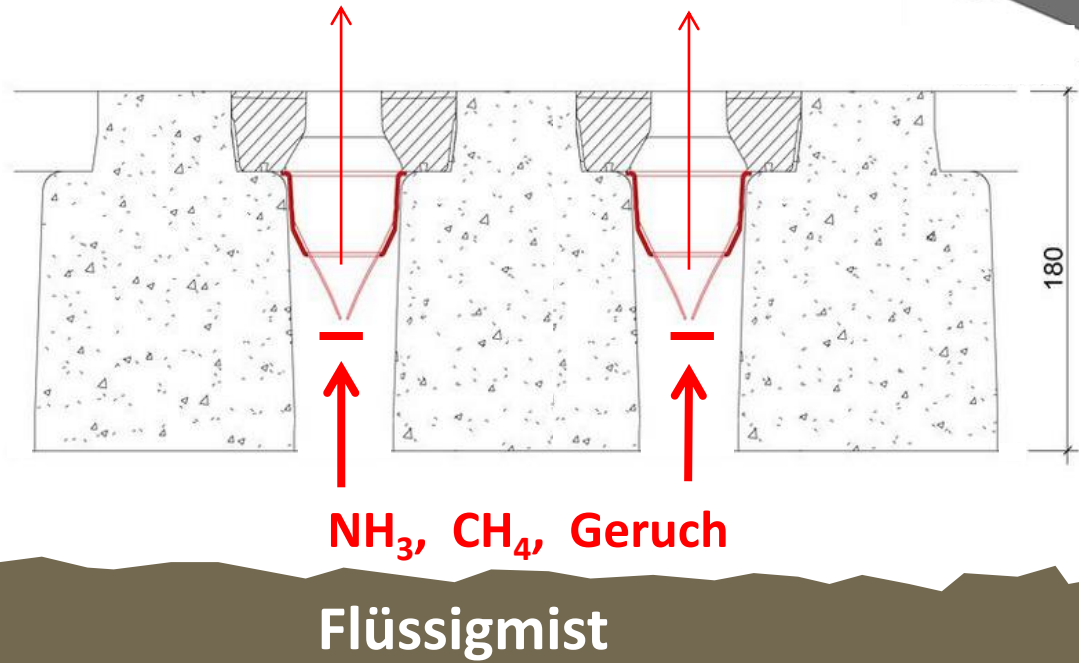
- Luftführung im Stall
(Unterflurabsaugung erhöht den NH₃-Austrag)
- Schwimmschichtbildung auf Güllelagern
- Abdeckung von Güllelagern
- Emissionsschutzklappen im Spaltenboden



Emissionsschutzklappen im Spaltenboden



Quelle: Proflex



NH₃, CH₄, Geruch

Flüssigmist

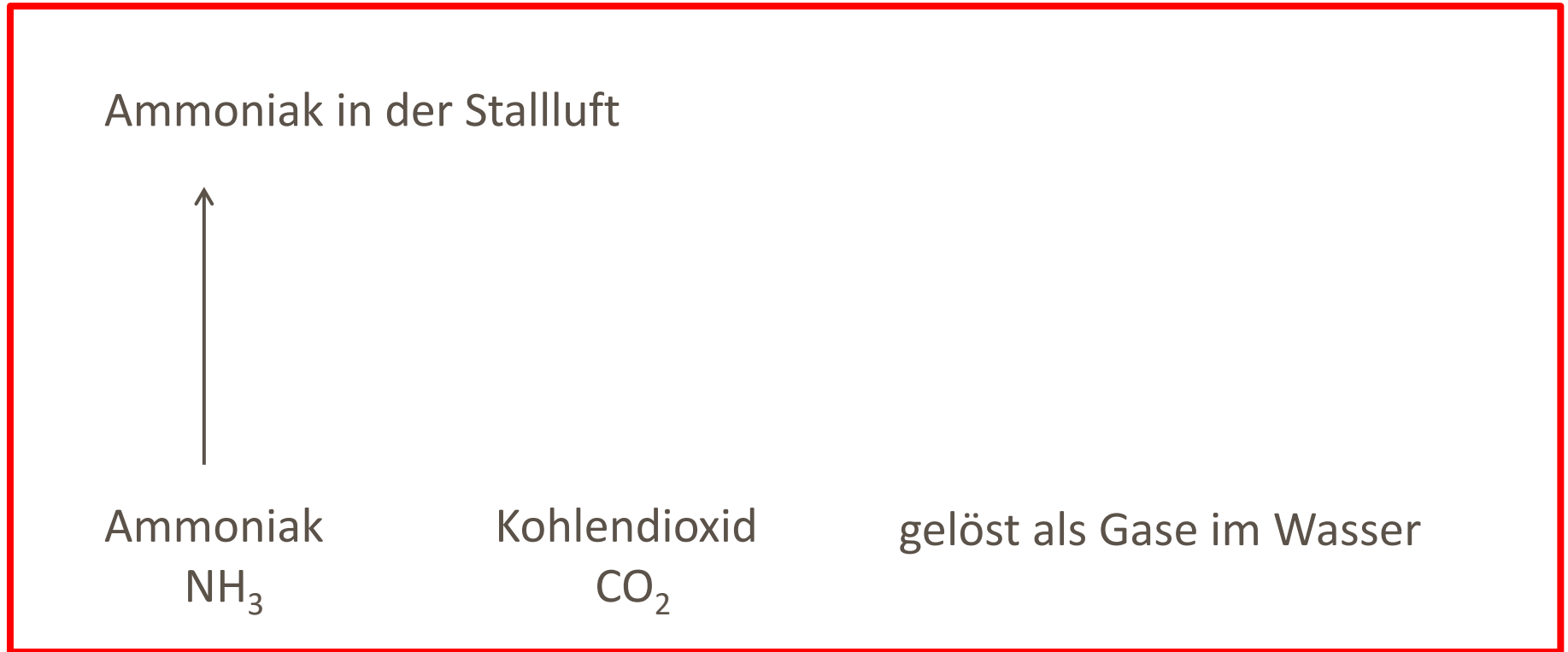


Quelle: Eco-Boden, AndersBeton
(verändert)



Quelle: KTBL

Ammoniak in der Stallluft



NH₃-Minderungsstrategien (Stall)

9. Strategie: Abluftreinigung

-> Stand der Technik, aber „end of pipe“-Technologie

- Abluftreinigung (Chemowäscher, Rieselbettreaktor mit pH-Regulierung)
- Unterflur-Absaugung
- beschränkt möglich bei Außenklimaställen

Methan-Quellen im landwirtschaftlichen Betrieb

Futter

Tier

Ausscheidungen



Stall

Lager



Ausbringung

Acker/Weide



Methan-Quellen im landwirtschaftlichen Betrieb

Futter

Tier 50 %



Ausscheidungen

Stall 50 %
Lager



Ausbringung

Acker/Weide



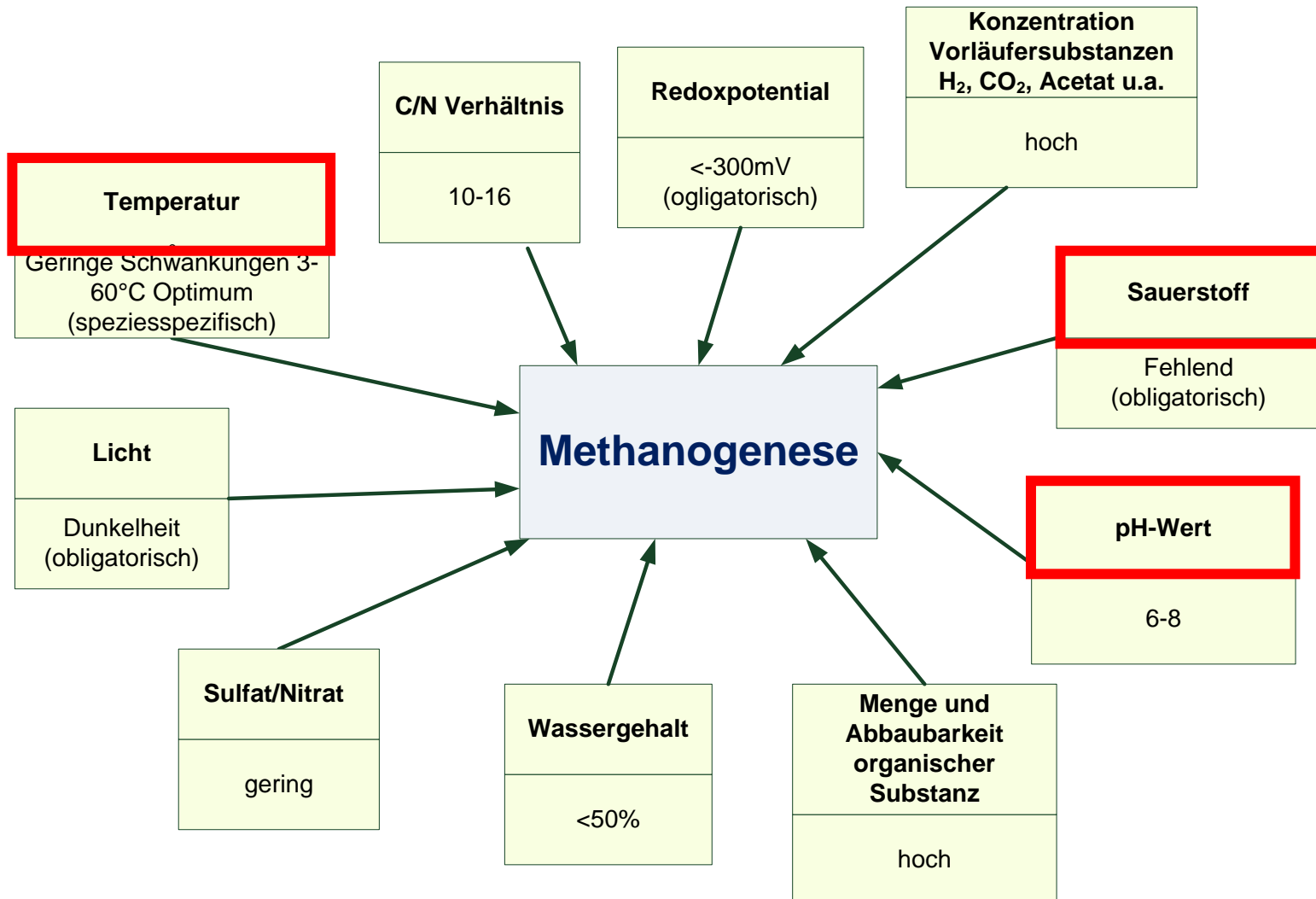
CH₄-Minderungsstrategien (Futter / Tier)

1. Strategie:

- > Fütterungsmaßnahmen
 - Rohfaseranteil senken
 - Futterzusätze (Fette, Tannine, Nitrat, 3-NOP (Bovaer®))

- > Futterverluste im Stall reduzieren
 - Fressplatzgestaltung, Fressgitter
 - Bodengestaltung

Einflussfaktoren der mikrobiellen Methan-Bildung



CH₄-Minderungsstrategien (Stall / Lager)

2. Strategie: Beeinflussung der Aktivität der methanogenen Mikroorganismen

- > Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert
 - Belüften, Aufrühren
(Achtung: NH₃, Geruch!)
 - Kühlen 
 - pH-Wert anheben oder absenken

- > Hemmende Zusätze
 - Eminex

CH₄-Minderungsstrategien (Lager)

3. Strategie: Entzug der umsetzbaren Komponenten

- > Feststoffabtrennung mit nachfolgender Kompostierung
 - Flüssigmist-Separation

4. Strategie: energetische Nutzung der Methanbildung

- Biogasanlagen

Fazit

Es gibt:

- viele Strategien zur Minderung von NH_3 und CH_4
- viele Ansatzpunkt im Stoffflusssystem des Betriebs
- Kombination mehrerer Maßnahmen möglich
- dabei das gesamte System im Auge behalten!



*Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!*