

Emissionsminderung mit Smart Farming

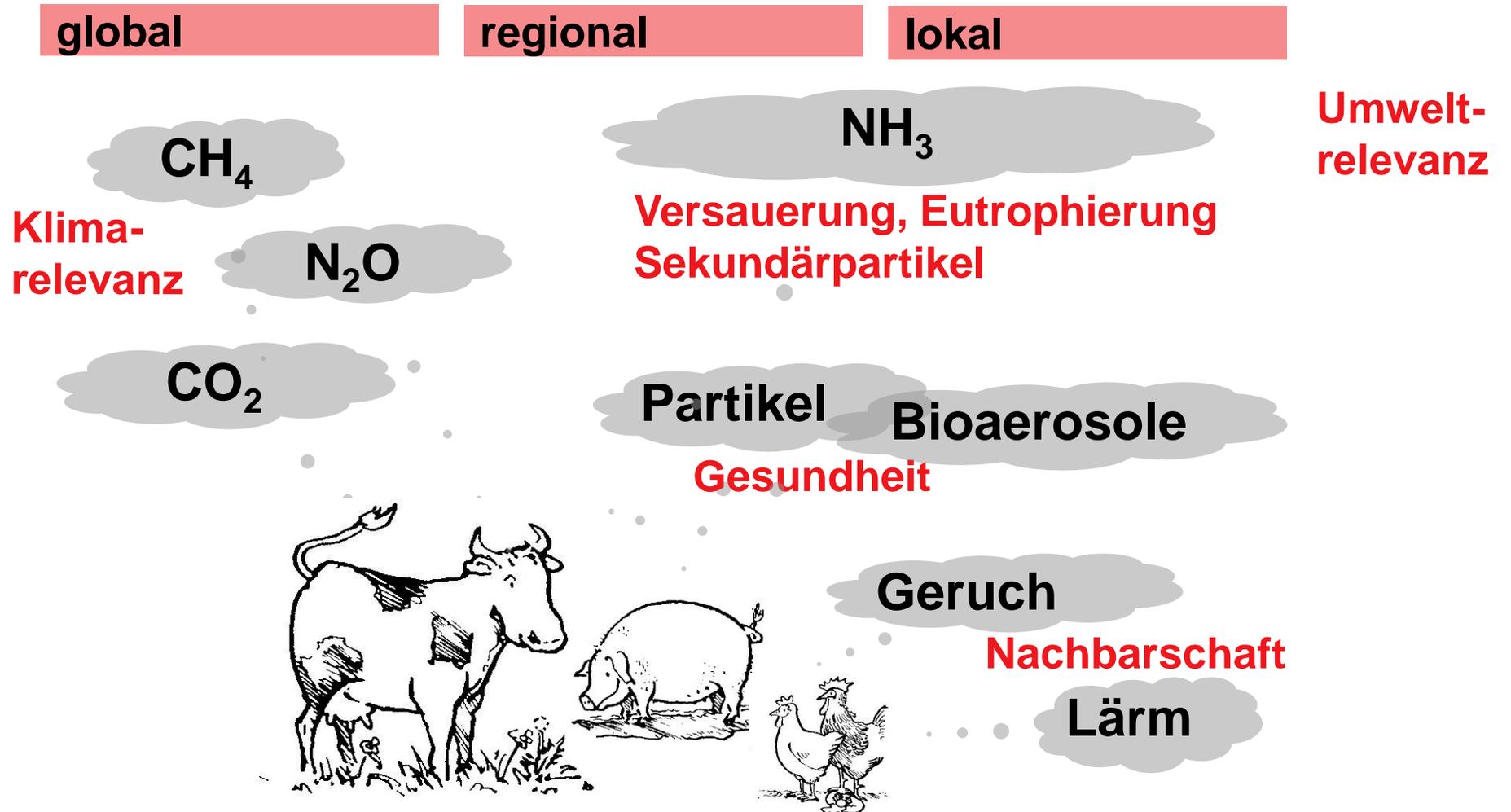
Bau, Entmistung, Fütterung, Arbeitsorganisation

Prof. Dr. habil. Matthias Schick
Bereichsleitung Tierhaltung und Milchwirtschaft,
Forschungsleitung AgroVet-Strickhof



- 1. Grundlagen und Problematik
Umwelt- und Klimagase**
- 2. Bauliche, verfahrenstechnische, fütterungstechnische
und arbeitsorganisatorische Lösungsansätze und
Minderungsmaßnahmen**
- 3. Schlussfolgerungen**

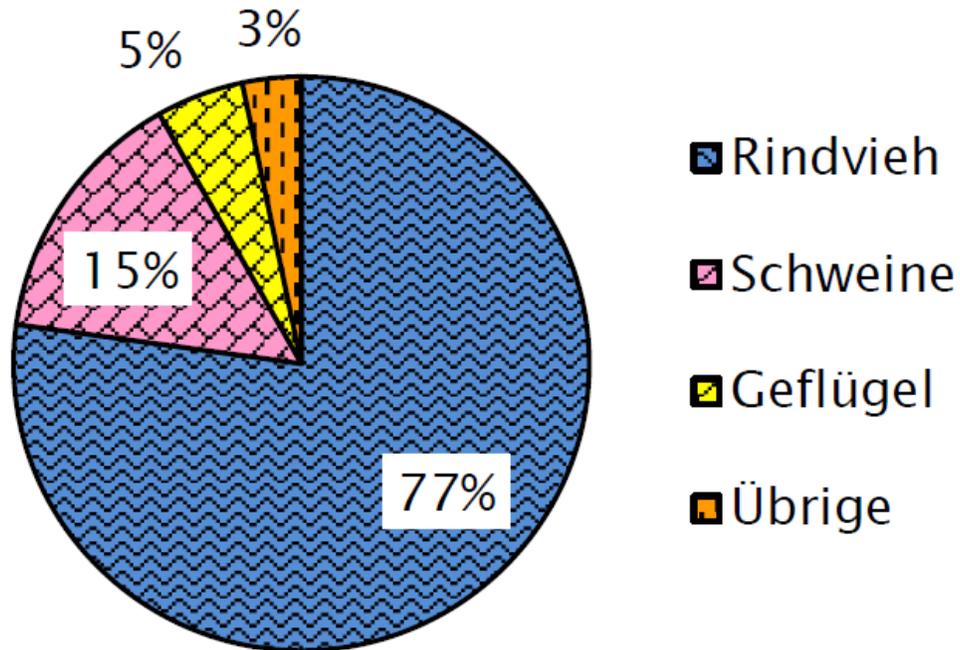
Emissionen aus der Nutztierhaltung



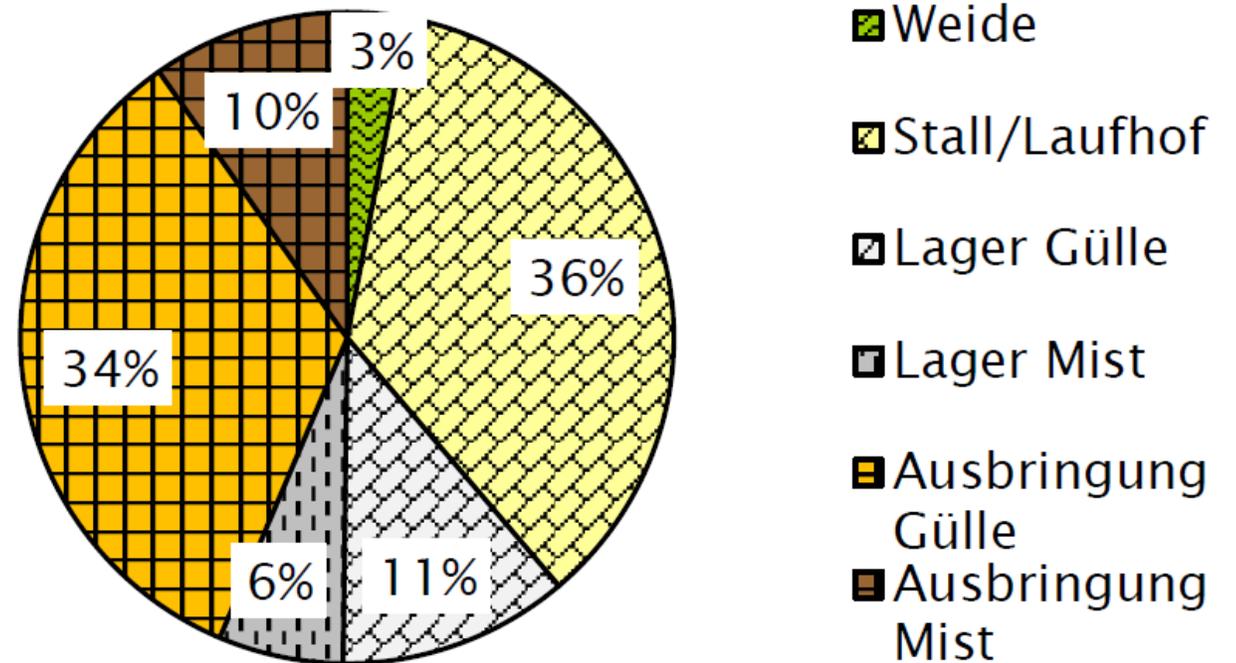
Quelle: verändert nach Schrader, 2015

NH₃-Emission aus der Tierhaltung

a)

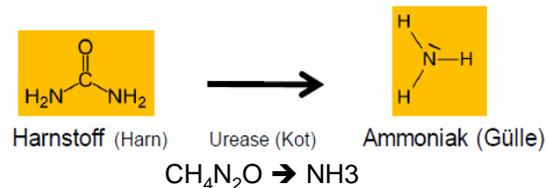


b)



Quelle: Kupper et al. 2022

Entstehung u. Freisetzung von NH₃



Quelle: verändert nach Schrade, 2015

Landwirtschaftliche Relevanz:

- Ineffiziente Produktion (unsichere N-Wirkung, niedrigere Erträge)
- Unnötige Düngerkosten
- Imageproblem (Geruch,...)
- Ammoniak gilt als Mitverursacher für Atemwegserkrankungen

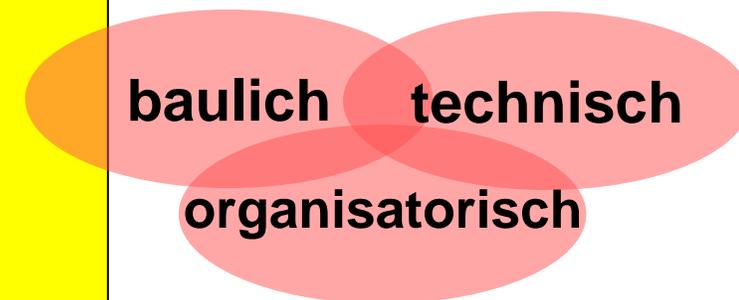
Ökologische Relevanz:

- Beitrag zur N-Deposition (Schädigung von empfindlichen Ökosystemen)
- Bodenversauerung
- Bildung von Aerosolen (Feinstaub)

Bauliche und technische Massnahmen

- Rasche Drainage (Harnabführung) [-20 %]
- Saubere, planbefestigte trockene Aktivitäts- und Liegefläche [-20-40 %]
- Niedrige Stalltemperaturen (Aussenklima) [-5-20%]
- Erhöhter Fressplatz mit Fressplatzabtrennung? [-20 %]
- Laufhof?
- Abluftreinigung
- Kuhtoilette (Hanskamp) [ca. 40 %]
- Urin-durchlässiger Bodenbelag (Zeraflex) [??%?]
- MooLoo (Latrinentraining, Dirksen et al., 2021) [??%?]
- Gülle ansäuern (40 – 60 %)
- Einsatz von Urease-Inhibitoren (40 – 60 %)
- Wasserspülung (17-24 %)

Kombination

A Venn diagram consisting of three overlapping circles. The top-left circle is orange and labeled 'baulich'. The top-right circle is light red and labeled 'technisch'. The bottom circle is light red and labeled 'organisatorisch'. The overlapping areas between the circles are shaded in a darker red, representing the combination of these measures.

baulich technisch
organisatorisch

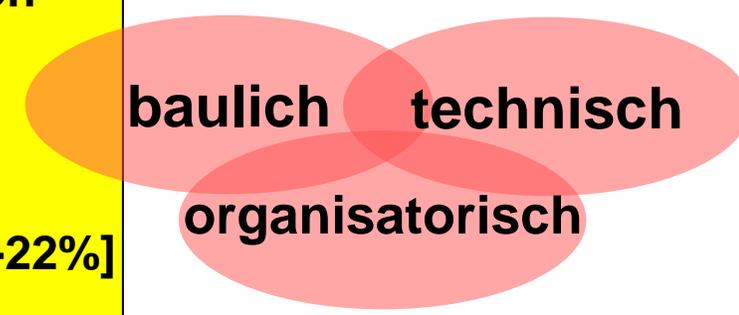
https://www.ammoniak.ch/files/Downloads/WT_Massnahmenkatalog_RV_Netz_190312_download.pdf

Quellen: verändert nach Menzi u. Kupper, 2009
www.ammoniak.ch, 2019

Organisatorische Massnahmen

- N-angepasste Fütterung (Phasenfütterung, Rohproteinkonzentration senken, Harnstoffgehaltsangepasste Fütterung) [-10-20 %]
- Häufiges Reinigen der Lauf- und Liegeflächen (Durchnässung der Einstreu) vermeiden [?]
- Entmistungsroboter (Saugen oder Schieben, mit/ohne Wasser) [17-22%]
- Weidegang? [-10%]

Kombination

A Venn diagram consisting of three overlapping circles. The top-left circle is labeled 'baulich', the top-right circle is labeled 'technisch', and the bottom circle is labeled 'organisatorisch'. The circles overlap in various combinations, with a central area where all three overlap.

baulich technisch
organisatorisch



Senkungsansätze

Mistroboter



[CCC Farming System, 2020](#)

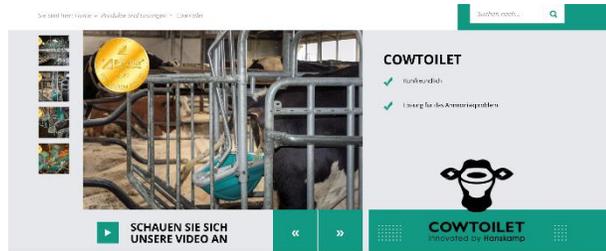


Lely Discovery 120 Collector Broschüre

Quelle: Climate Cattle Farming Systems, 2020, <https://ccc farming.eu/>

Senkungsansätze

CowToilet (Hanskamp)

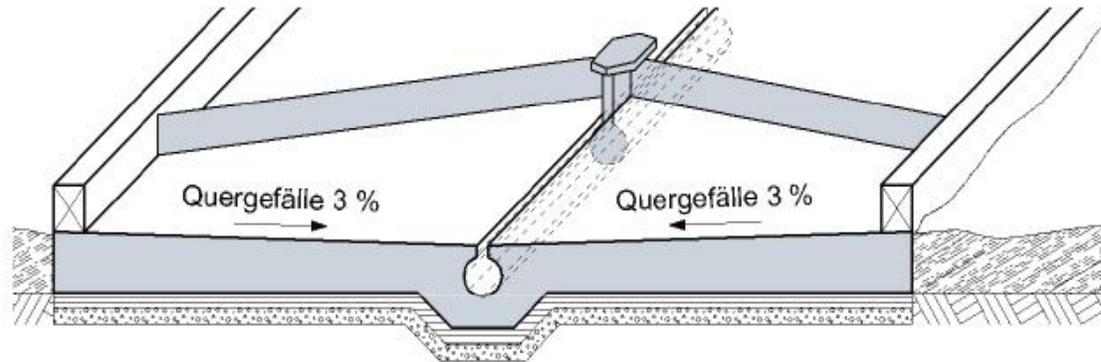


Quelle: Hanskamp Agrotech BV. Gefunden auf: <https://hanskamp.nl/de/cowtoilet> (10.12.21)



Gefälle mit Harnsammelrinne

➔ Rasches Abführen des Harns von der planbefestigten Lauffläche über Harnsammelrinne ins Lager



**3 % Gefälle,
Harnsammelrinne,
Schieber mit
Harnrinnenräumer**



**2 % Gefälle,
Harnsammelrinne,
Gussasphalt,
Harnrinnenräumer**

Bildquellen: BAFU, BLW 2011; Schrade 2011

Gefälle, geringer Schlitzanteil ohne Harnsammelrinne



Trends...

... Vom Übergang zum Durchgang:



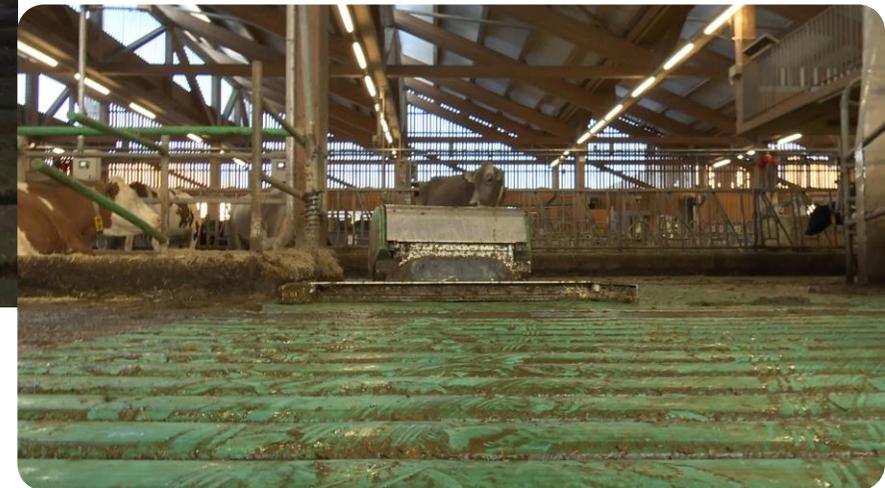
Fressstände

- Erhöhter Fressbereich mit Abtrennung
- Häufiges Entmisten (alle 2 Stunden)
- Emissionsminderung um 8 – 19 %
- Herausforderungen:
 - Mehr-Investitionen (200 bis 260 CHF pro Kuhplatz)
 - Klauenverletzungen
 - Schmierschicht
 - Arbeitsaufwand
 - Starke Verschmutzung ohne Fressplatzabtrennungen



Quelle: Zähler und Schrade, Agroscope (01.01.2020)

Trends - Entmistungsroboter



Trends...

... Vom Schieben zum Sammeln???:



Stickstoffangepasste Fütterung

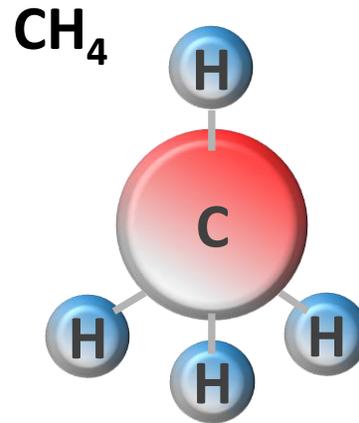


Stickstoffangepasste Fütterung

- Auf der Weide sind die Ammoniakemissionen deutlich geringer, da in den meisten Fällen Kot und Harn getrennt werden.
- Je höher der Frischgrasanteil (Weide & Eingrasen) desto geringer sind die Einflussmöglichkeiten auf den Milchnitrostoffgehalt
- Braunviehkühe haben bei gleicher N-Ausscheidung einen um 3mg/dl höheren Harnstoffgehalt als Holsteinkühe
- Gemäss heutigen Fütterungserkenntnissen sind Harnstoffgehalte von über 25mg/dl nicht anzustreben. Optimum liegt bei einem Harnstoffgehalt von 15-20mg/dl.

Was ist Methan?

- Wirksames Treibhausgas: Zweitgrösster Verursacher der Erderwärmung
- Entsteht bei der Verdauung von Fasern im Pansen, hauptsächlich ausgerülpst
- Verlust von 2 – 12 % der Bruttoenergieaufnahme im Futter beim Tier (Johnson & Johnson, 1995)



→ **Schlecht für
Umwelt +
Wirtschaftlichkeit!**

Quellen: Martin et al., 2010; European Commission, 2020

Wieso ist Methan gefährlich?

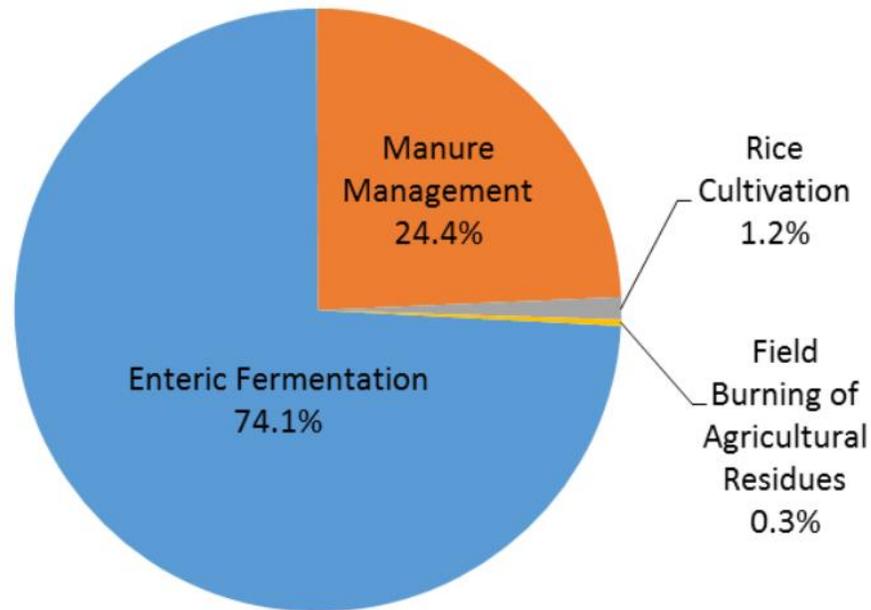
- Bleibt 12 Jahre in Atmosphäre
ABER 25 x stärker als CO_2
→ $1 \text{ t CH}_4 = 85 \text{ t CO}_2$
 - Bildet troposphärisches Ozon O_3
 - Gesundheitsschädlich
 - Trägt zur Klimaerwärmung bei
- Ziel EU 2020: Reduktion von globalem Methanausstoß um 50 % in nächsten 30 Jahren = -0.18°C
- Ziel BAFU 2016: Reduktion um min. $\frac{1}{3}$ der landwirtschaftlichen THG- Emissionen bis 2050 gegenüber 1990 (ca. 0,6 % pro Jahr)



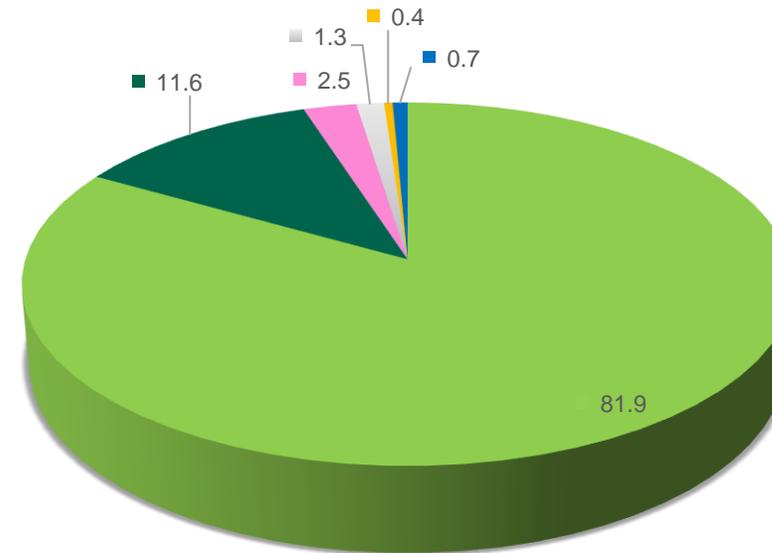
Quellen: Bundesamt für Umwelt; IPCC, 2013; European Commission, 2020

Methanausstoss Europa

Landwirtschaftliches Methan
EU 2012



CH₄ pro Tier (%)

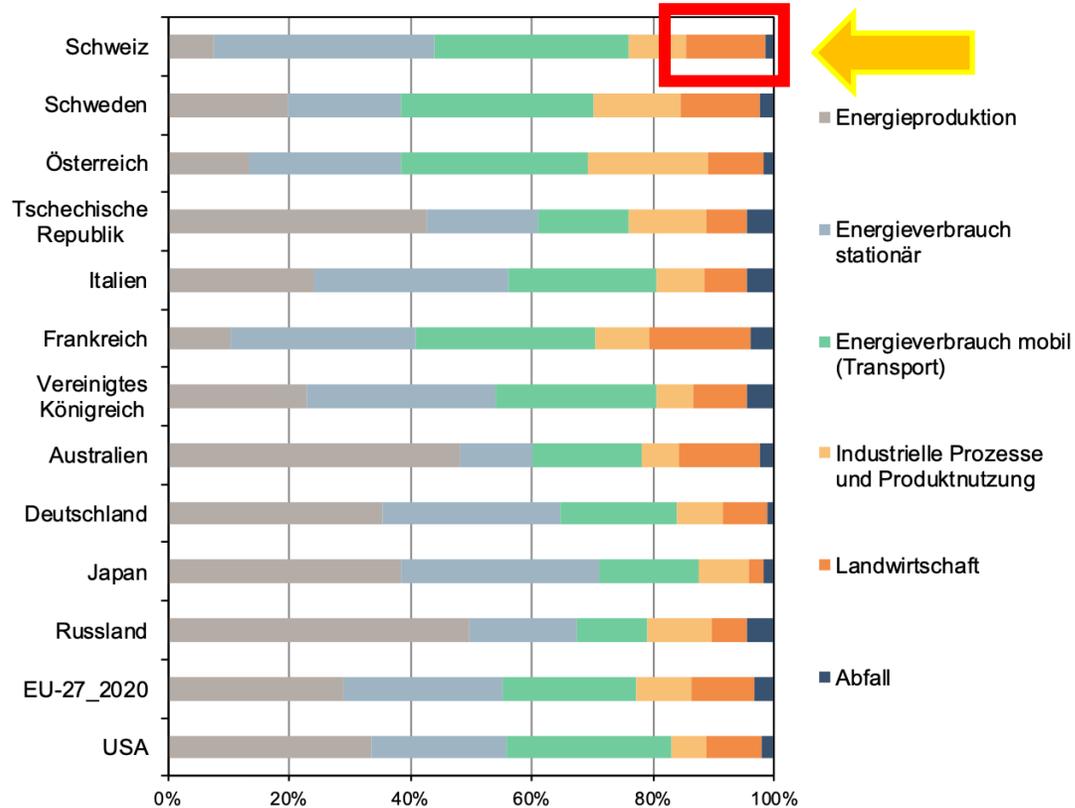


Verdauung von Rindern :
grösste Quelle von Methan in der EU!

■ Rinder ■ Schafe ■ Schweine ■ Ziegen ■ Pferde ■ Andere

Quellen: [European Environment Agency, 2015](#); [Perez Dominguez et al., 2016](#)

Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄, N₂O) in verschiedenen Ländern nach Sektoren



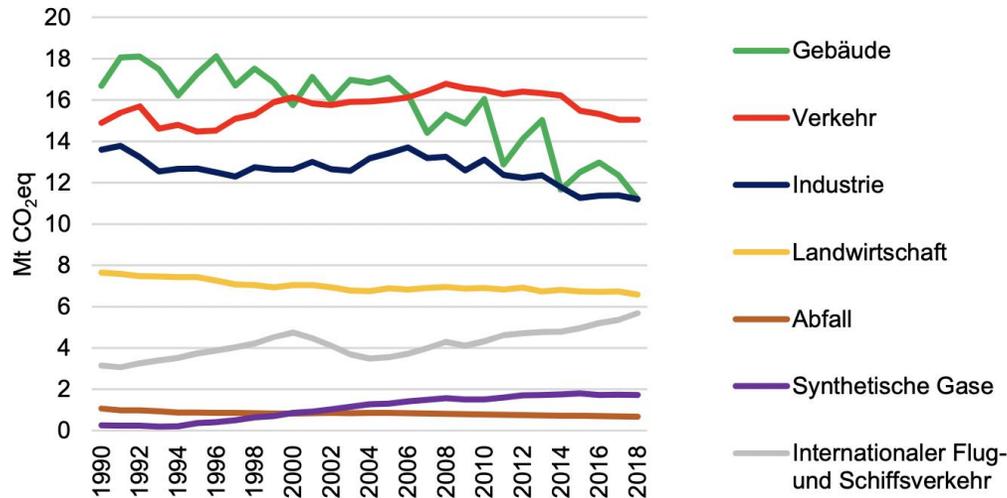
14 % der THG-Emissionen in der Schweiz kommen aus der Landwirtschaft!

Abbildung 4-8: Aufteilung der Treibhausgasemissionen verschiedener Länder nach Sektoren (gemäss Nomenklatur der UNFCCC-Richtlinien für die Berichterstattung nationaler Treibhausgasinventare¹²⁾ für das Jahr 2018. Die Länder sind nach aufsteigenden totalen Treibhausgasemissionen geordnet (siehe Tabelle 4-5).

Quellen: Bundesamt für Umwelt, 2021

Methan in der Schweiz

- 83.3 % der Methanemissionen in der Schweiz stammen aus Landwirtschaft!
- Restliche 16.7 %: Abfallbewirtschaftung, Erdgasnetz, Biogasanlagen und Kompostierung, Nutzung von Brenn- und Treibstoffen



CH₄ Ausstoss nach Tierkategorie (in %)

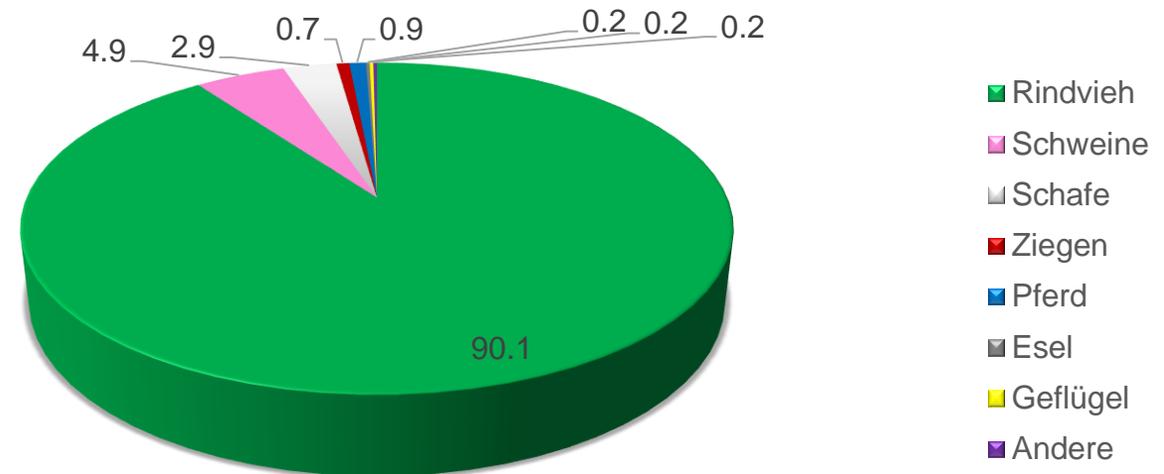
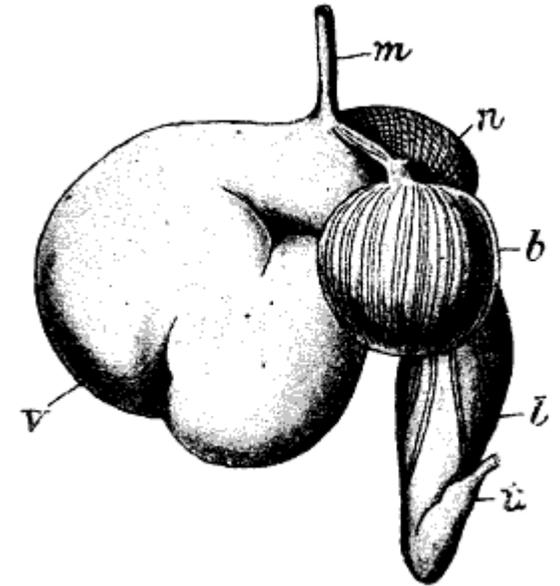


Abbildung 5: Treibhausgasemissionen der Schweiz nach Sektoren gemäss CO₂-Verordnung, ergänzt mit Zahlen zum Internationalen Flug- und Schiffsverkehr. Quelle: Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2020)

Quellen: Bundesamt für Umwelt, 2021; Bretscher, 2020

Methansenkung – Ansätze

- Genetik
- Langlebigkeit
- Gesundheit steigern
- Leistung steigern (weniger Methan pro kg Fleisch / Milch)
- Raufutterqualität steigern
- Hoher Stärkeanteil in Ration
- Impfung (Review in Martin et al., 2010)
- Ionophore/ Antibiotika: - ~30 % (Review in Beauchemin et al., 2008)
- Defaunation von Protozoen



m – Ende der Speiseröhre,
v – Pansen,
n – Netzmagen,
b – Blättermagen,
l – Labmagen,
t – Beginn Dünndarm

Quellen: Kreuzer, 2020; Broucek, 2018; Hatew et al., 2015; Martin et al., 2010; Beauchemin et al., 2008

Methansenkung – Ansätze

- Futterzusätze
 - Probiotika: -5 % (López et al., 1999)
 - Ätherische Öle, z.B. Agolin: - 9.6 % (Belanche et al., 2019)
 - Fett, z. B. Leinsamen, Raps: -7 – 11 % (Münger et al., 2019)
 - Saponine: - 7.1 – 15.5 % (Patra & Saxena, 2010)
 - Zucker/ wasserlösliche Kohlenhydrate z.B. Schotte: - 40 % (Dufey et al., 2019)
 - Tannine: - 13 – 51 % (Patra & Saxena, 2010) z.B. *Acacia mearnsii*: -36 % (Staerfl et al., 2012; Denninger et al., 2020)
 - Algen, z.B. *Asparagopsis*: - 45 – 80 % (Roque et al., 2021) [Problematik Bromoform]
 - 3-NOP : - 19.3 - 84.3 % (Jayanegara et al., 2018; Dijkstra et al., 2018)

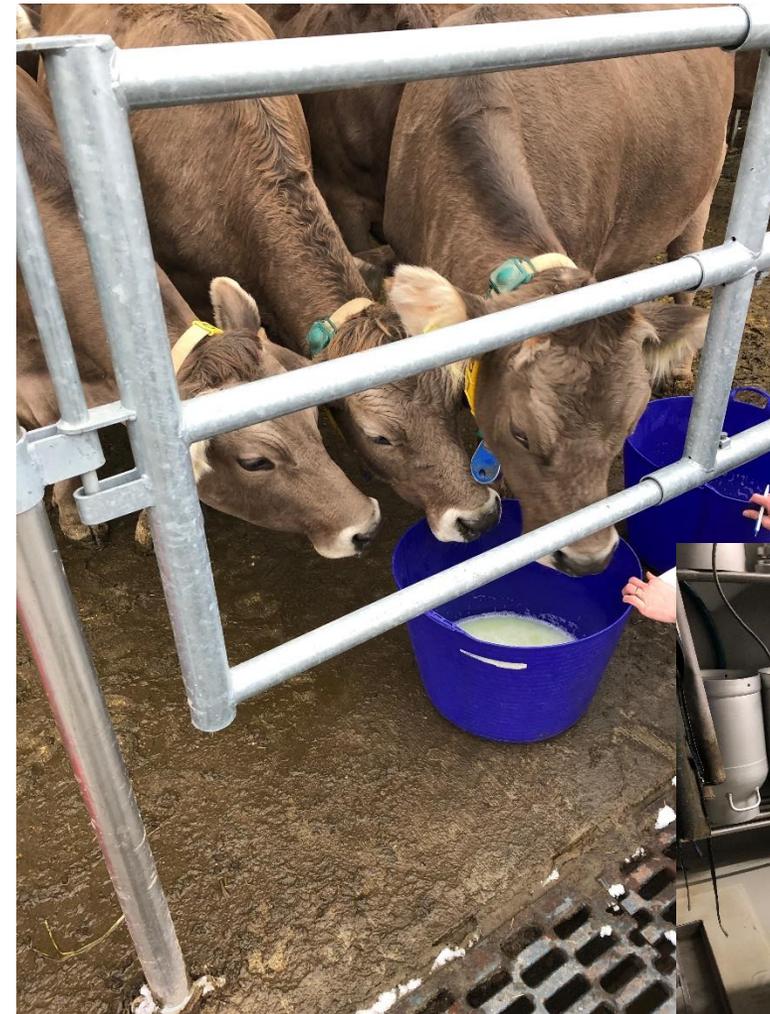
ABER: Minderungspotential von diversen Einflussgrößen abhängig, z.B. Ration, Messmethode, natürliche Variabilität bei Naturprodukten (Kreuzer, 2020)

Molkeversuch

Methode

3 Teilversuche:

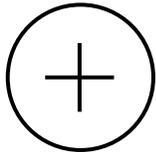
1. Hohenheimer Futterwerttest
2. *In vivo* Crossover Versuch ($N = 4$)
3. *In vivo* Fall-Kontroll Studie ($N \sim 32$)



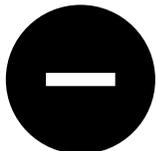
© Lewin Isele



3-Nitrooxypropanol



- + vielversprechende und konsistente Resultate in der Methanreduktion
- + scheint keinen Adaptationseffekt zu haben
- + Keine Nebenwirkungen festgestellt in Langzeitstudien (Haisan et al., 2014; Hristov et al., 2015; Romero-Perez et al., 2014, 2015)
- + wird in EU zugelassen → Bewilligungsprozess in der CH: 2-3 Wochen



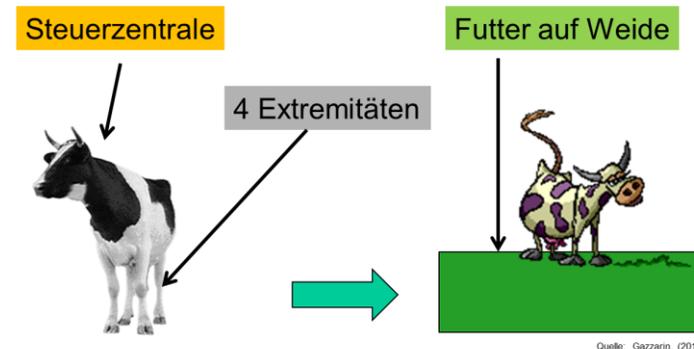
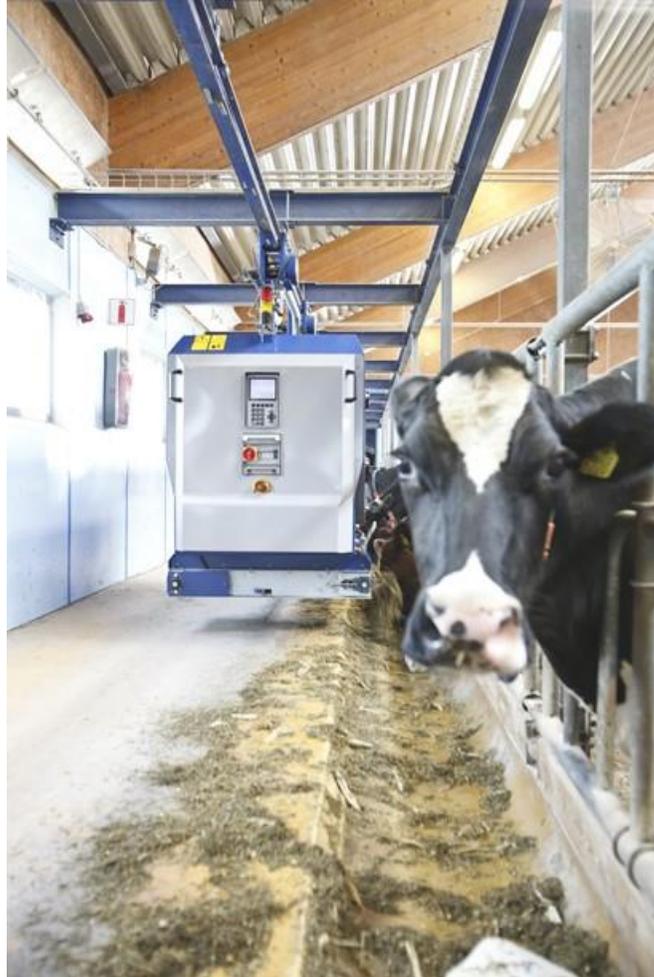
- Langzeitwirkung nicht bekannt. Oben genannte Studien alle < 365 Tage.
- Längerfristiger Einfluss auf Lebensmittel unbekannt.
- 3-NOP geht durch die Blutschanke (Duin et al., 2016) = Einfluss auf Leber?
- Wie verlässlich ist Wirkung bei Raufutterbasierter Ration? → Bisher eine Studie (Muetzel et al., 2019): - 39 - 52% Methanminderung wenn 3-NOP mit oder gleich vor der Fütterung mit frischem Gras angeboten wurde

Trends...

... Automatisierung nimmt zu:



Automatisierung, Smart Farming und Emmissionsminderung



Schlussfolgerungen

- **Emissionsminderung** ist von steigender Bedeutung und nutzt Tieren, Menschen und Umwelt
 - Fütterung, Entmistung, Betriebsführung, Stallbau

- Bei der **Stallbauplanung** sind die Prinzipien zur Minderung zu berücksichtigen
 - Stallklima, Stoffflüsse, Verfahrenstechnik, Automatisierung

- Es besteht intensiver Forschungs- und **Beratungsbedarf**
 - Zielkonflikte Mensch, Tier, Umwelt

