

CO₂ EMISSIONS

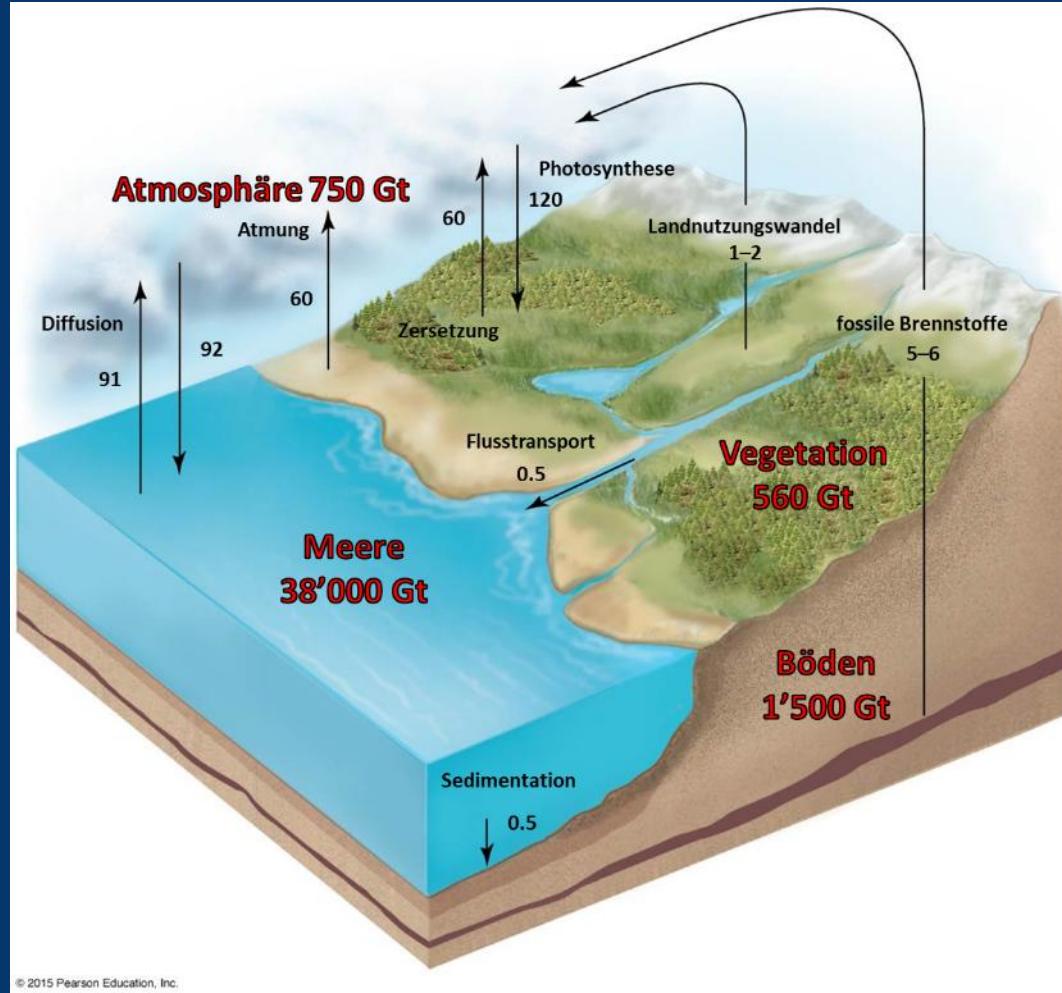
LOW

HIGH

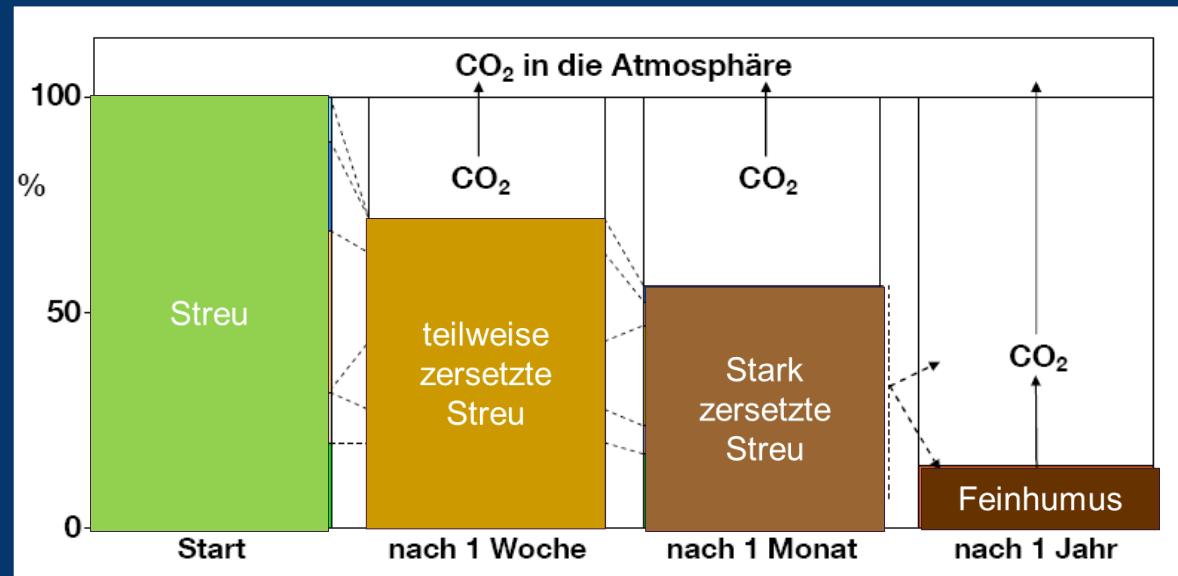
Der Humus und das Klima –
was sagt die Wissenschaft dazu



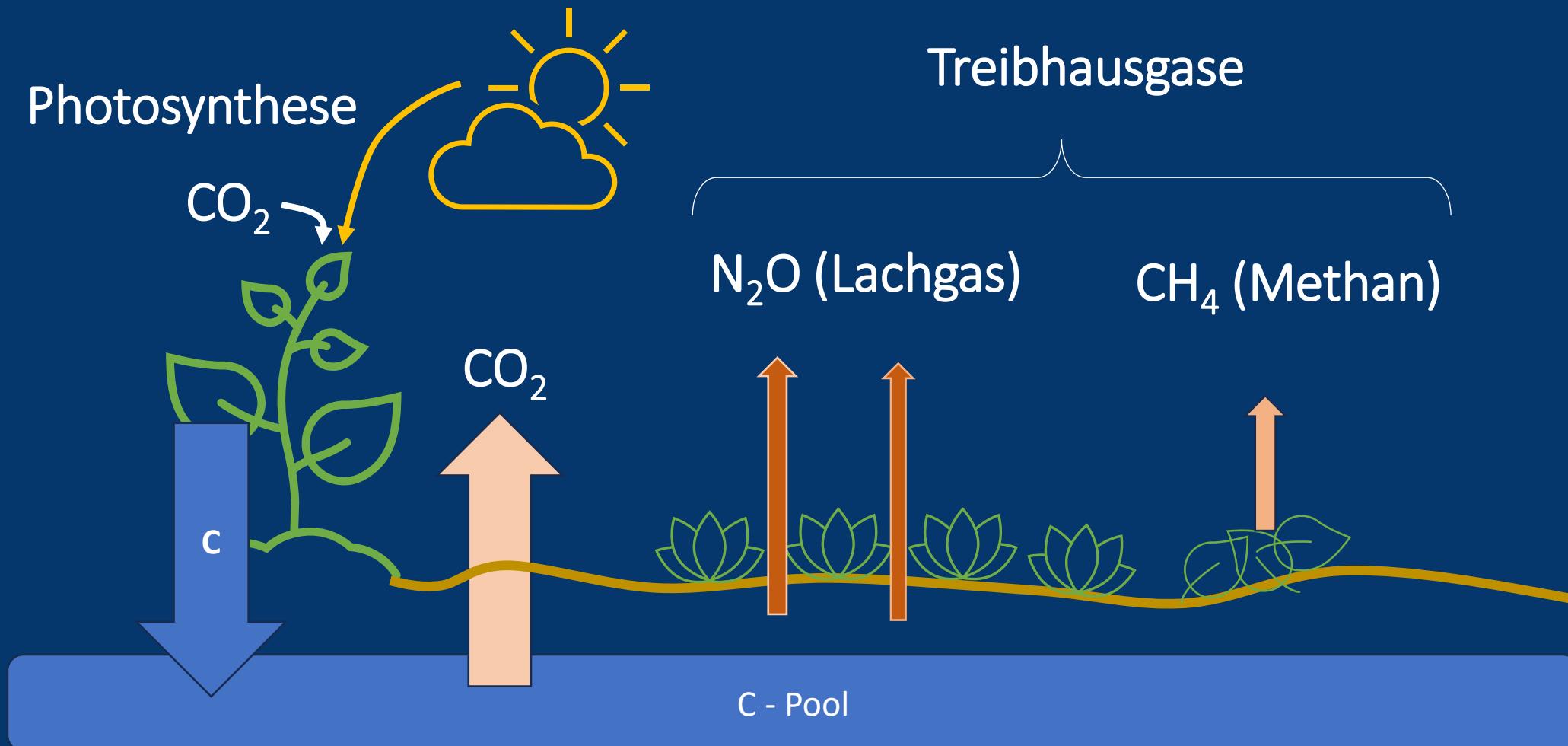
Humus: Entstehung und Rolle im Kohlenstoffkreislauf



- Böden enthalten weltweit etwa **1.500 Gigatonnen Kohlenstoff**, mehr als die Atmosphäre (~750 Gt) und die Vegetation (~560 Gt) zusammen.
- Humus ist ein **wichtiger Speicher für organischen Kohlenstoff**. Wird Humus aufgebaut, wird CO₂ aus der Atmosphäre langfristig gebunden.



Klimawirkung bei der Humusbildung



Möglichkeiten des Humusaufbaus

- Mehr organische Substanz zuführen
- Dauerhafte Begrünung
- Biologische Aktivität fördern
- Erosionsschutz



Das Problem mit den Treibhausgasen und dem Ammoniak

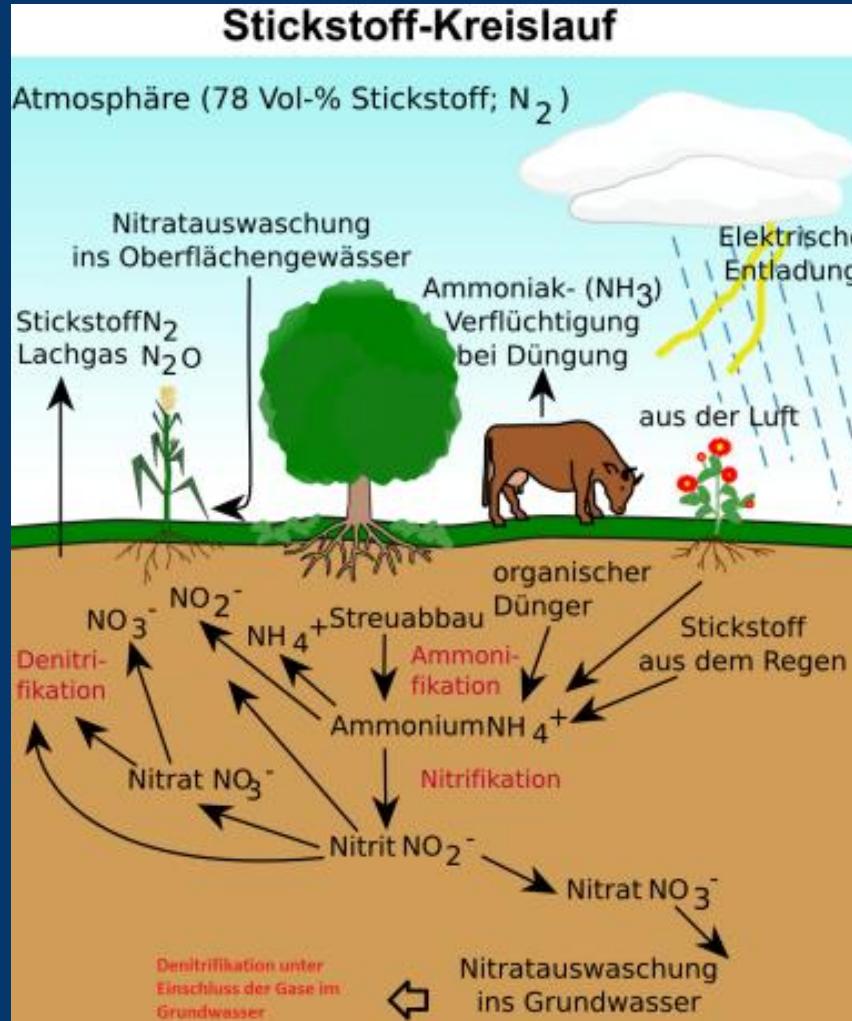
CH_4 (Methan) bei Sauerstoffmangel (anaerobe Zonen)

N_2O (Lachgas) bei unvollständiger Nitrifikation / Denitrifikation

NH_3 (Ammoniak): kein direktes THG, aber indirekter Beitrag über Umwandlung zu N_2O in Atmosphäre und Böden



Das Problem mit den Treibhausgasen und dem Ammoniak



- Ammoniakemissionen tragen indirekt zur THG-Wirkung bei:
- NH₃ wird in der Atmosphäre teilweise zu Nitrat oxidiert
- Nitrat kann in Böden durch Denitrifikation zu N₂O umgewandelt werden
- N₂O hat ein 273-mal höheres Treibhauspotenzial als CO₂ (IPCC AR6)
- Indirekte Emissionen durch NH₃ werden in nationalen Treibhausgasinventaren berücksichtigt

Klimawirkung im Kompostierprozess 1

Sammlung und Lagerung der Ausgangsstoffe ist zur Mietenerstellung

- CH_4 bei anaeroben Bedingungen
- NH_3 bei stickstoffreichen Materialien (z. B. Mist)
- geringe N_2O Emission möglich

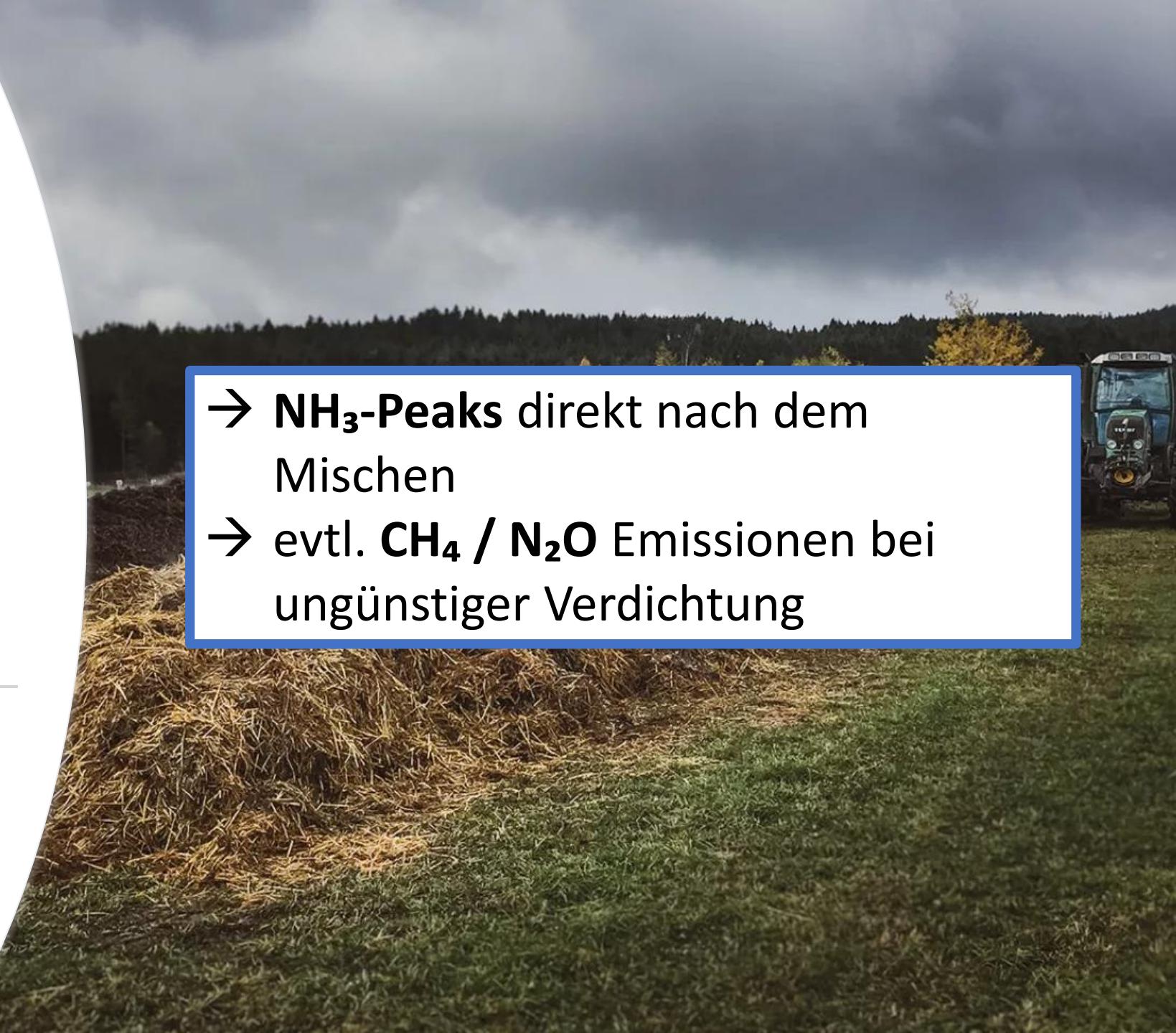


Klimawirkung im Kompostierprozess 2

Erstellen einer Miete

<https://www.compost-systems.com/en/solutions/open-unpaved-windrow-composting>

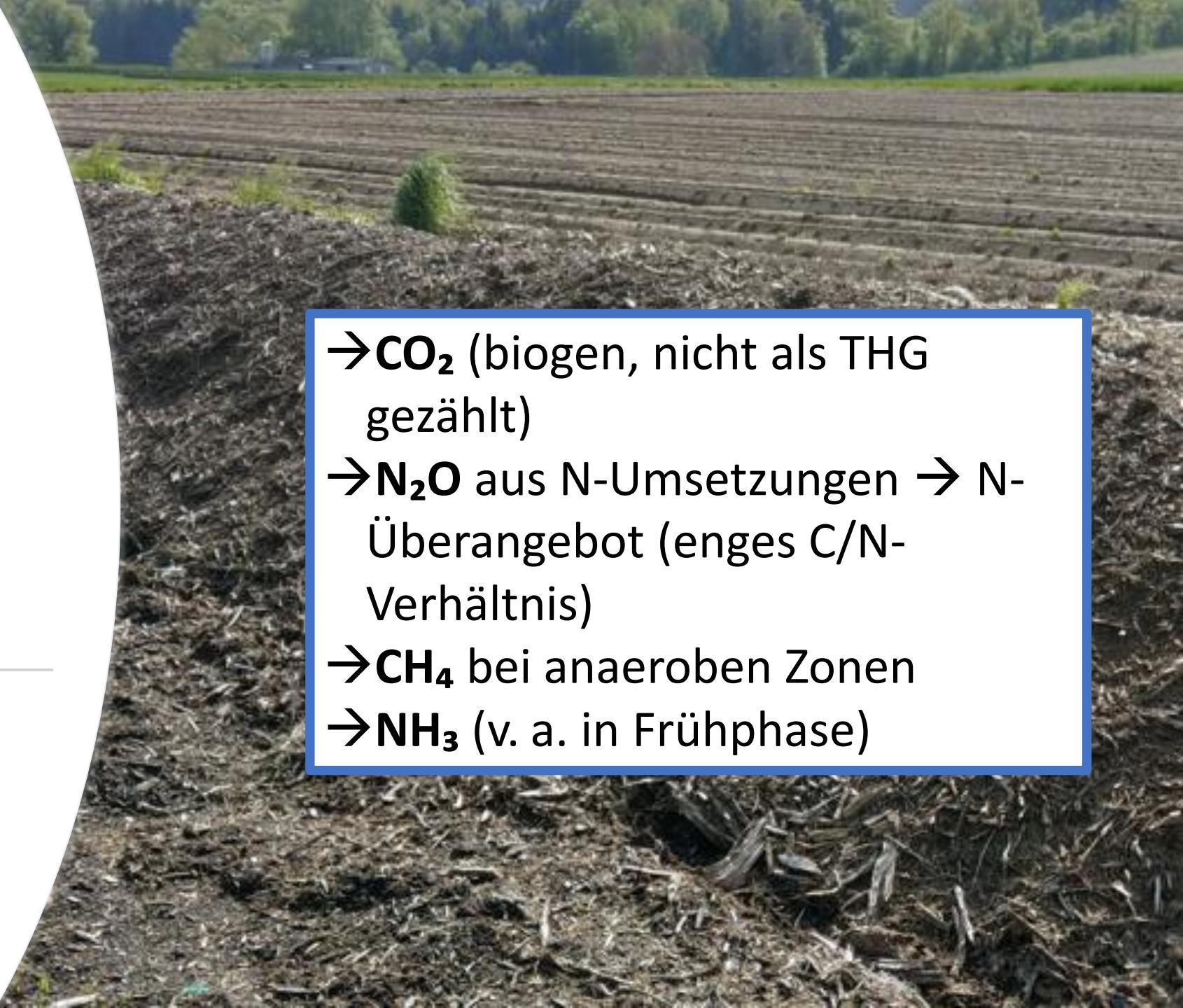
- NH_3 -Peaks direkt nach dem Mischen
- evtl. $\text{CH}_4 / \text{N}_2\text{O}$ Emissionen bei ungünstiger Verdichtung



Klimawirkung im Kompostierprozess 3

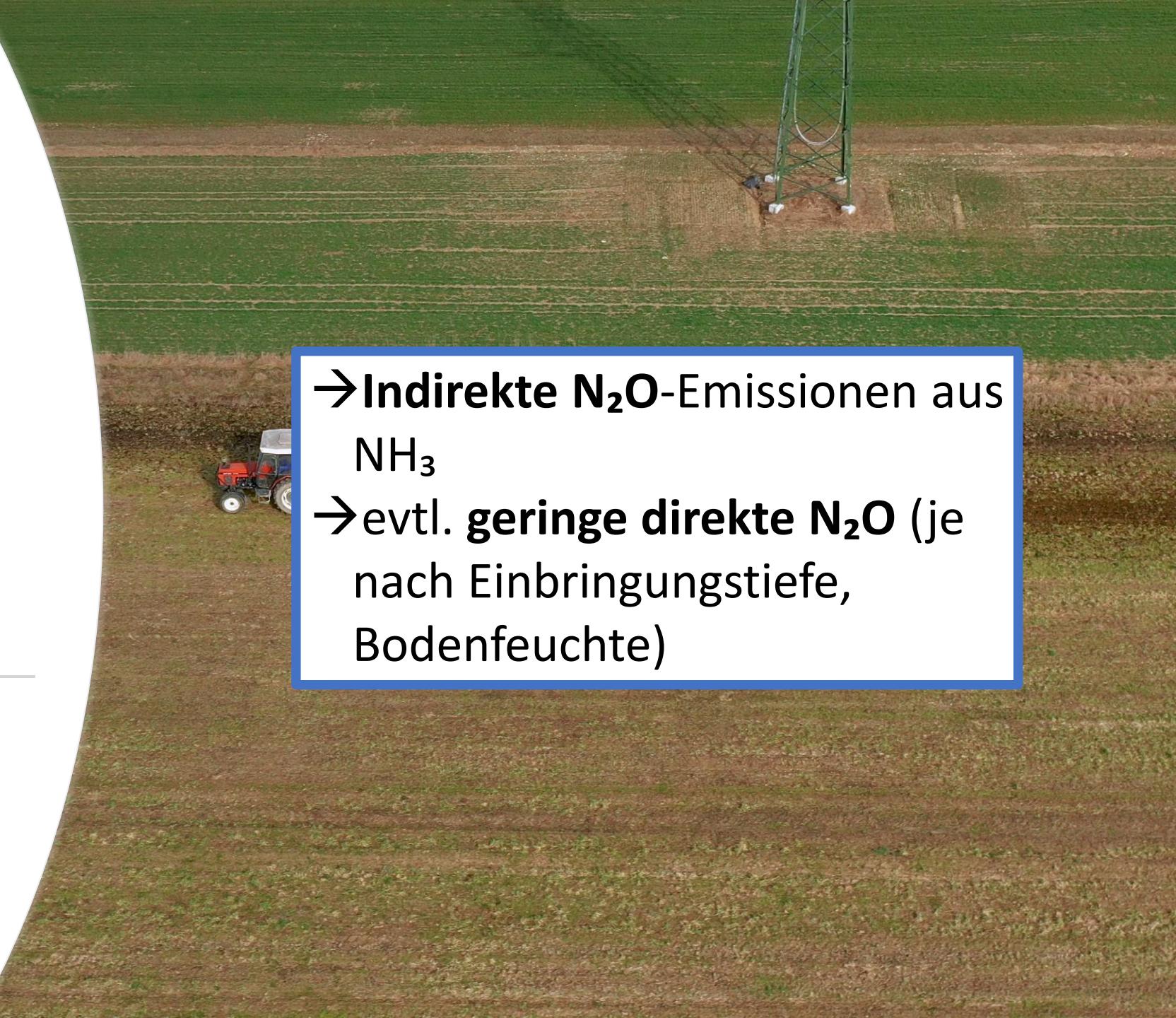
Lagerung der Miete

- CO_2 (biogen, nicht als THG gezählt)
- N_2O aus N-Umsetzungen → N-Überangebot (enges C/N-Verhältnis)
- CH_4 bei anaeroben Zonen
- NH_3 (v. a. in Frühphase)

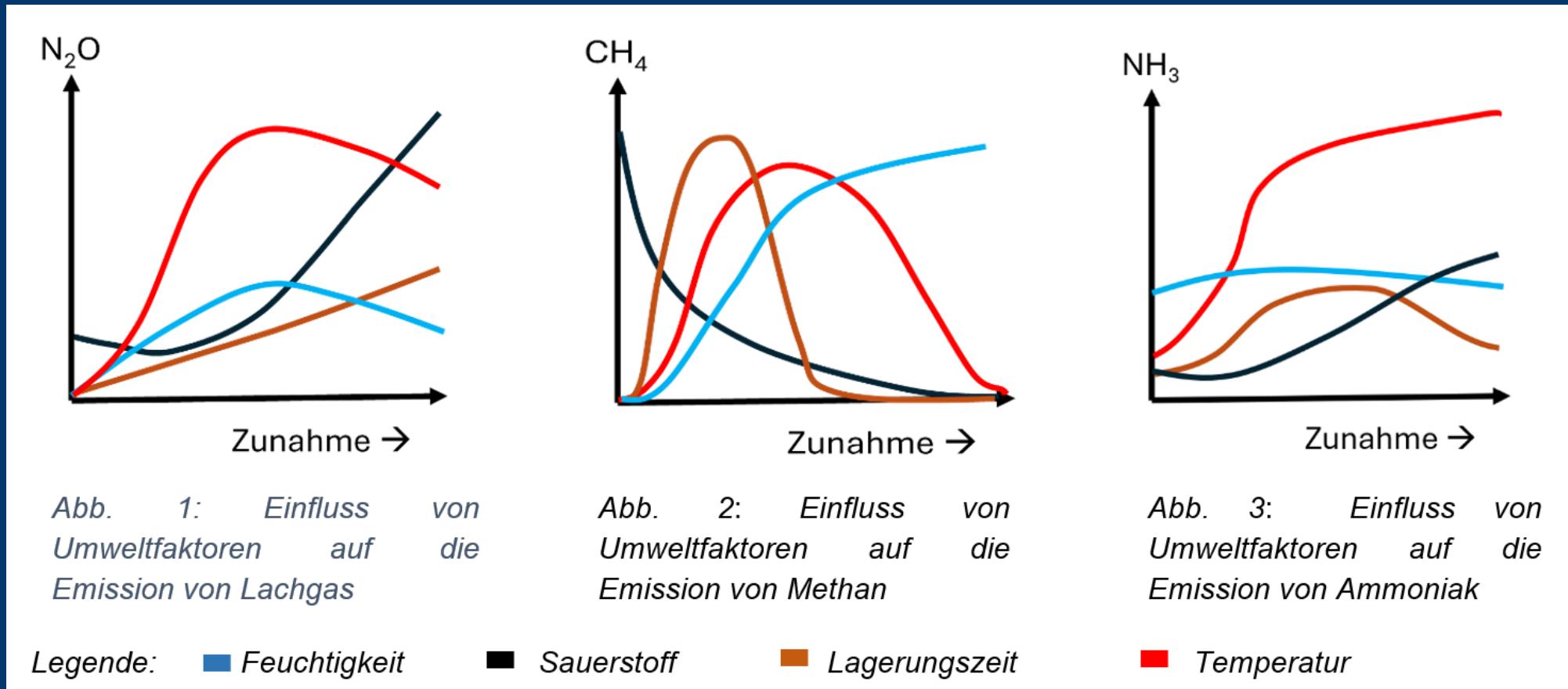


Klimawirkung im Kompostierprozess 4

Ausbringung von Kompost

- 
- An aerial photograph of a green agricultural field. A red tractor is visible in the lower-left quadrant, moving across the field. In the upper-right quadrant, there is a tall, green metal utility tower with multiple cross-braces. The field shows distinct horizontal rows, likely from previous agricultural activity.
- Indirekte N₂O-Emissionen aus NH₃
 - evtl. geringe direkte N₂O (je nach Einbringungstiefe, Bodenfeuchte)

Einfluss der Umweltfaktoren in der Übersicht



Darstellung
ZHAW
unveröffentlicht,
aus Projekt
klimaneutrale
Landwirtschaft
Graubünden

Halt, da gibt es ja verschiedene Kompostiersysteme...



Feldrandkompostierung
(Bild: zhaw)



Platzkompostierung
(Bild: www.allmig.ch)



Platzkompostierung
(Bild: <https://www.compost-systems.com/de/loesungen/boxenkompostierung>)

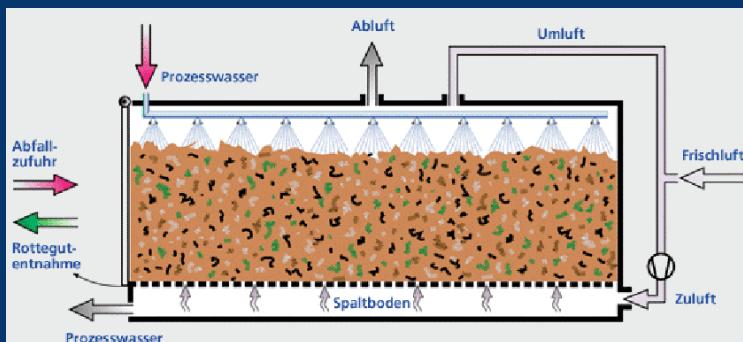


Bild: Funktionsprinzip einer Boxen- oder Containerkompostierung
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/abfallaufbereitung_kompost_com.pdf

Unterschiedliche Systeme, unterschiedliche Emissionen

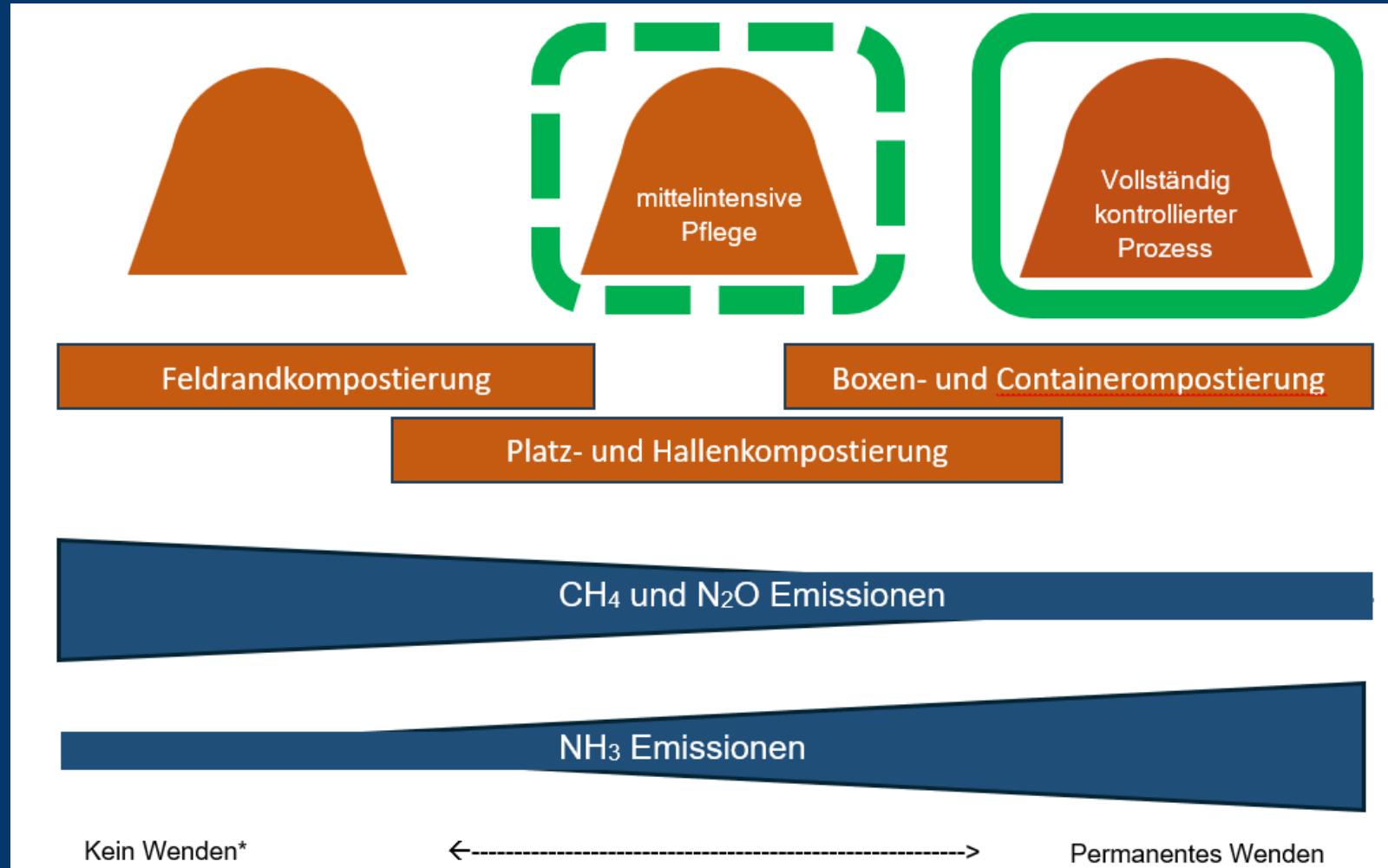


Bild: ZHAW unveröffentlicht, aus
Projekt klimaneutrale Landwirtschaft
Graubünden

Halt, da gibt es ja verschiedene Kompostiersysteme



Bilder (v.l.n.r.):
ZHAW;
www.allmig.ch;
www.compost-systems.com

System	CH ₄ (MFC) ¹	N ₂ O EF ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	NH ₃ -Verlust (% N)
Mistlagerung (herkömmlich)	2–4% ²	0.005 – 0.1	30–45 %
Kompostierung in Mieten (intensive)	0.5–2% ²	0.05	50 %
Kompostierung in Boxen/Container	0.5%	0.006	45 %

Tabelle: IPCC –
Emissionswerte
für Rindermist
(Chapter 10:
Emissions from
livestock and
manure
management;
www.ipcc-nngip.iges.or.jp)

¹ MCF-Faktor: Gibt an, welcher Prozentsatz des maximal möglichen Methanpotenzials (B_0) aus dem organischen Material im Mist tatsächlich unter den gegebenen Lagerungsbedingungen umgesetzt wird.

² Temperaturabhängig

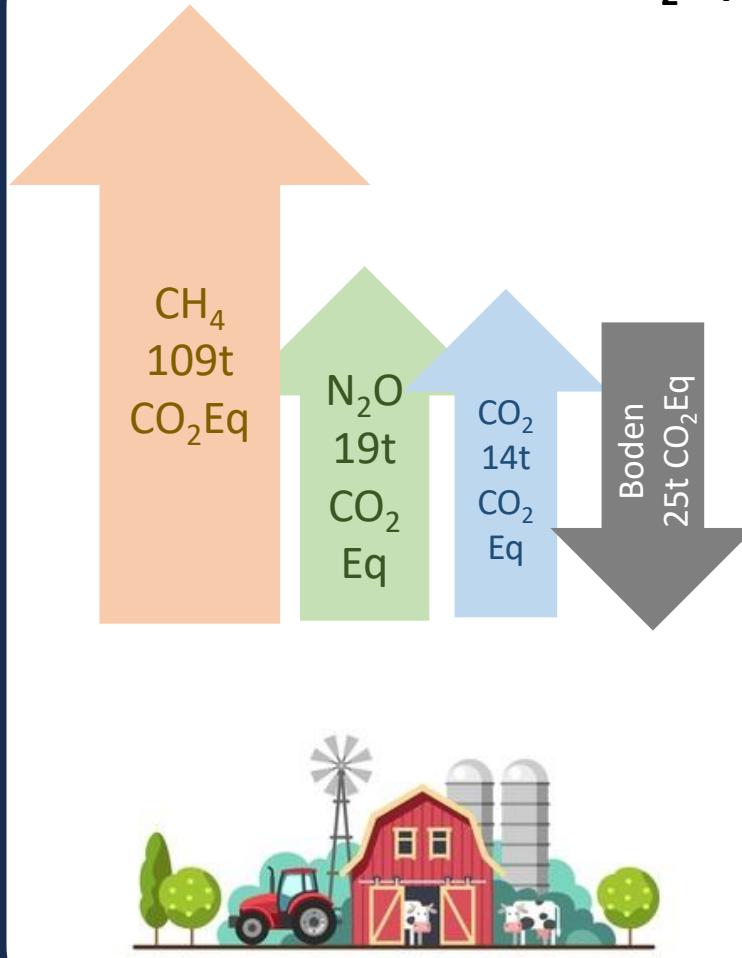
Wie können nun die Treibhausgas- und Ammoniakemissionen möglichst gering gehalten werden?

→ Eigentlich: Gute Kompostierpraxis



- Optimales C/N-Verhältnis
- Ausreichende Sauerstoffversorgung
- Feuchtegehalt im optimalen Bereich
- pH-Pufferung durch Strukturmaterialien
- schnelle Aufheizphase und Temperatursteuerung
- Homogene Mischung & Porenvolumen
- Kompostabdeckung
- Biofilter
- (...)



Netto 117t* CO₂Eq

Praxisbeispiel Bauernhof P. Angelini, S-chanf

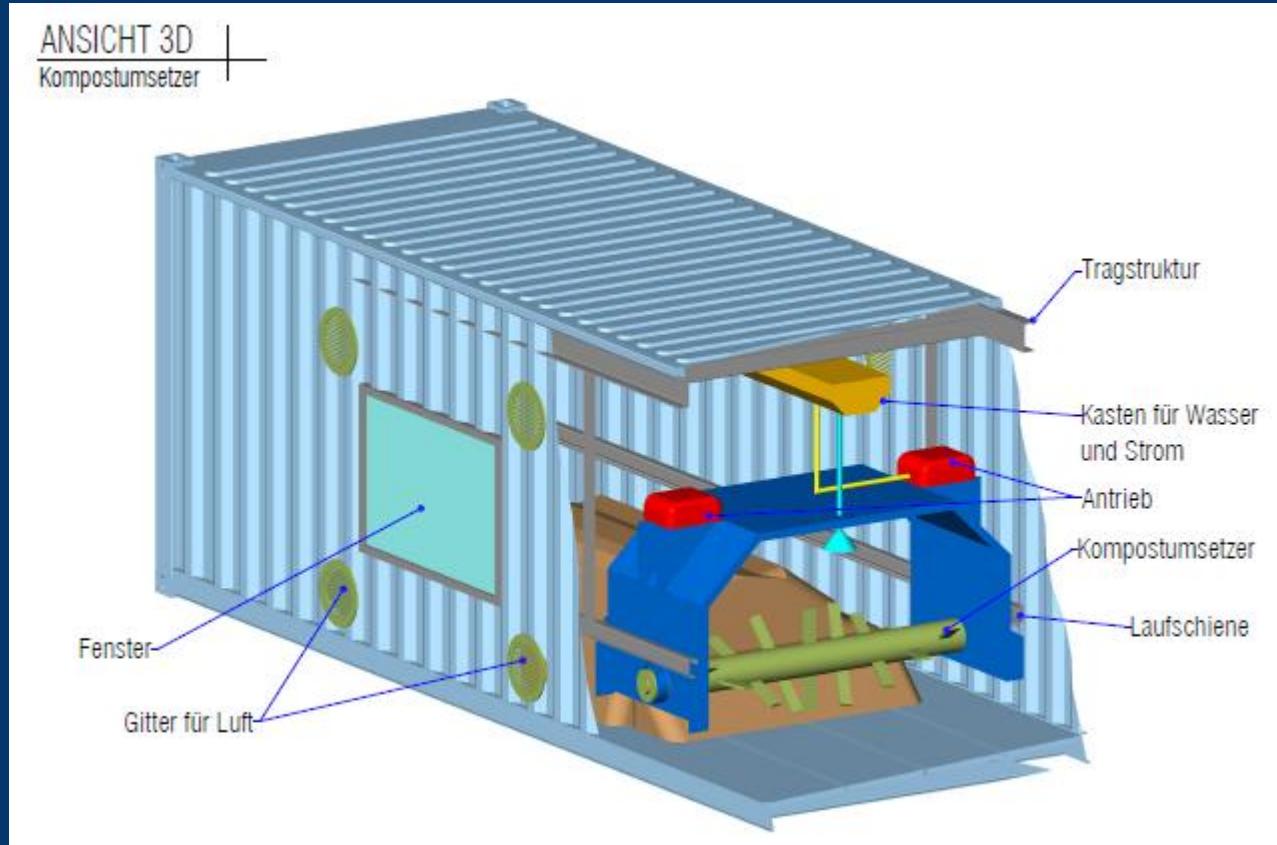
Bisherige Klimabilanz*

Tierhaltung:	Verdauung («enterische Gärung)	= 79t CO ₂ Eq
	Tierische Ausscheidung (Lagerung und Ausbringung)	= 30t CO ₂ Eq
	Davon Verlust Lager	(3t CO ₂ Eq)
Boden:	Aus landwirtschaftlichem Boden (als N ₂ O)	= 19t CO ₂ Eq
Übrige:	Herstellung + Transport Betriebsmittel / Energieverbrauch	= 14t CO ₂ Eq
Im Boden gebunden:		= 25t CO ₂ Eq

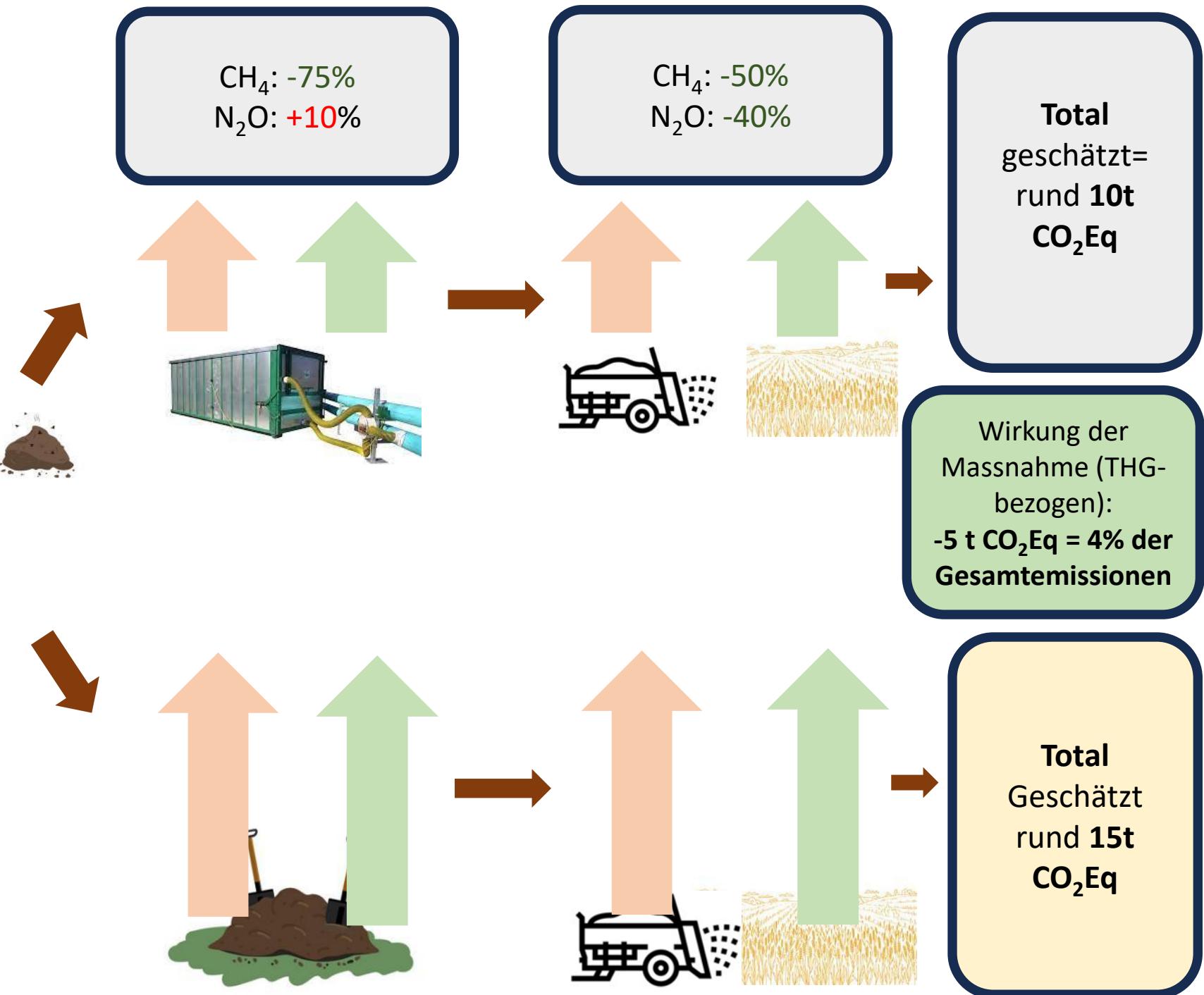
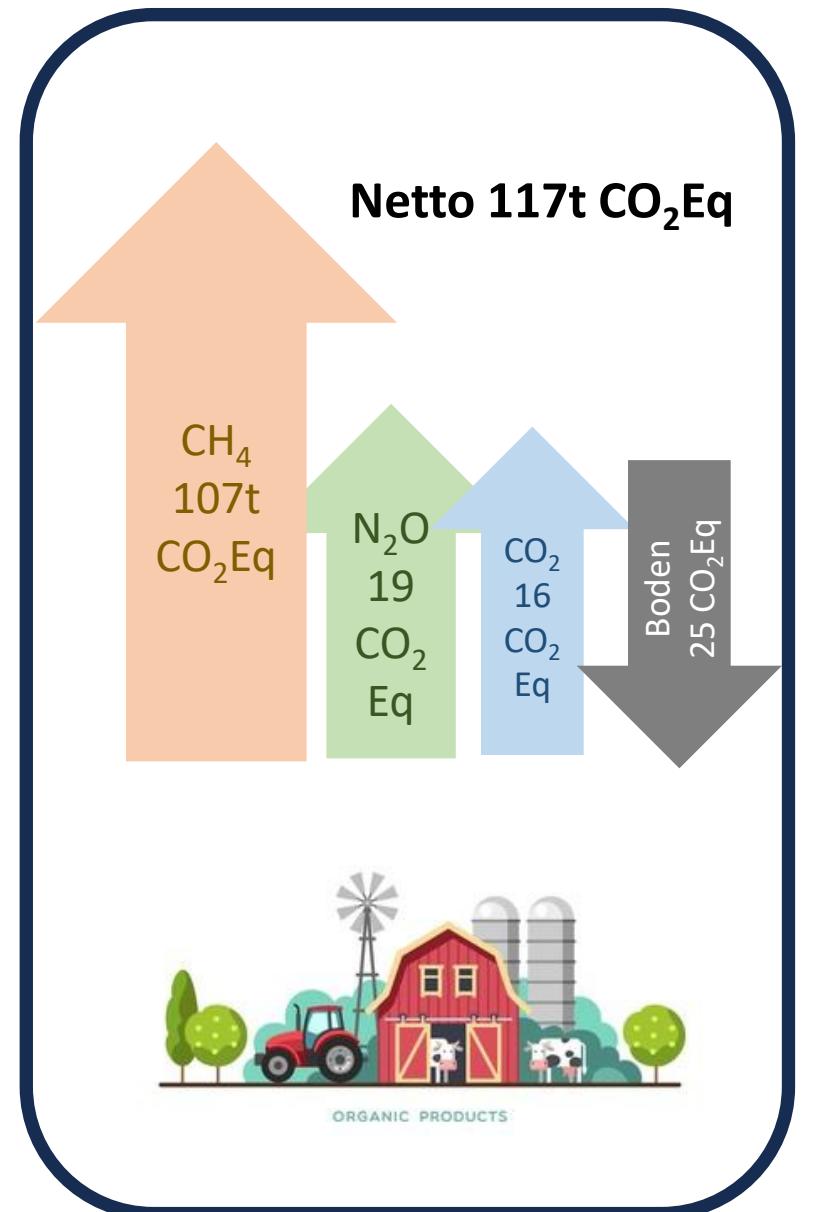
* Daten stammen aus der betrieblichen Klimabilanzierung mit ACCT im Rahmen der Projekts KNLGR

Praxisbeispiel: Kompostieren von Mist mit einem Kompostiercontainer

Peter Angelini S-chanf / Unterstützt vom Bundesamt für Umwelt



Bilder: Kompostcontainer S-chanf, links erstellt durch Ingenieurbüro vor dem Bau, rechts Container in Betrieb (Bild ZHAW)



* Medianwerte verschiedener Studien

Und das Ammoniak?



NH₃ - Wäscher



Biofilter

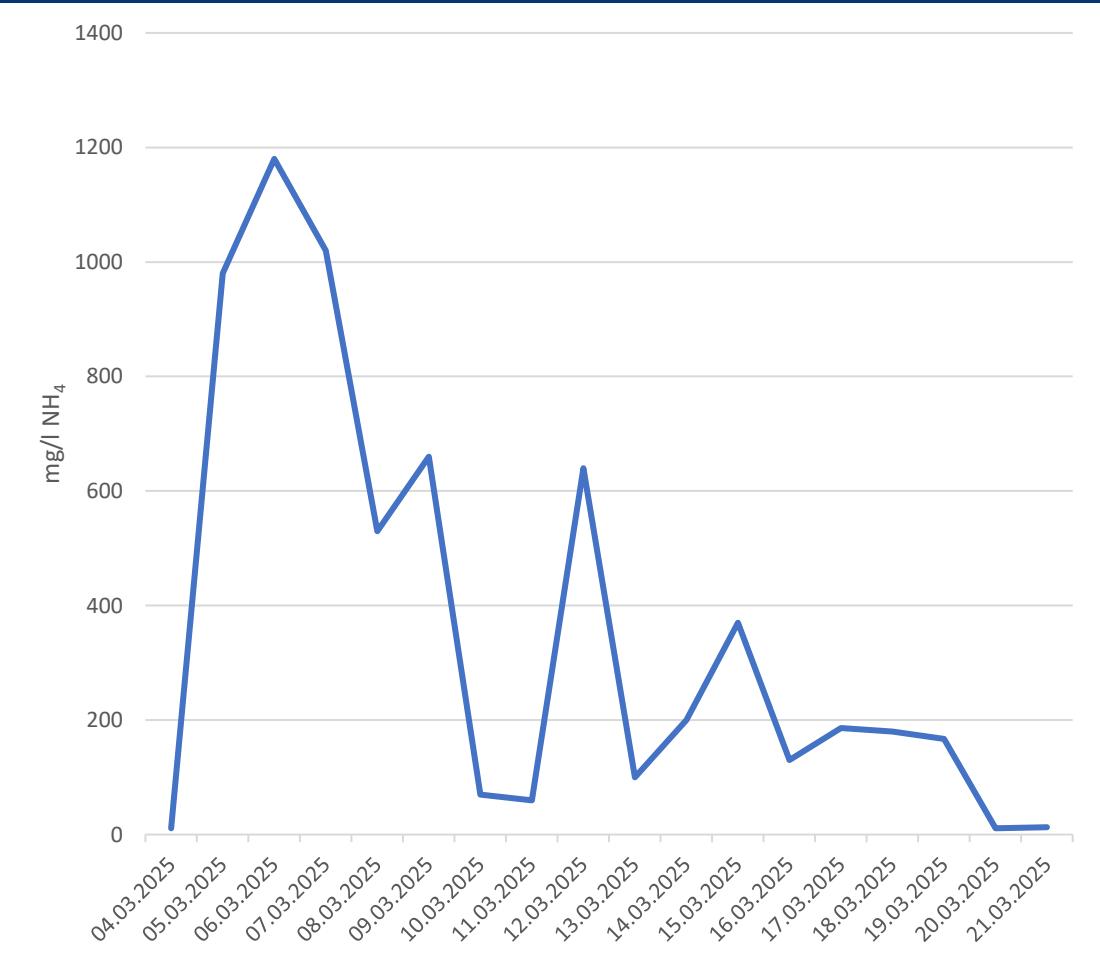


Wärmepumpe

Erste Ergebnisse Ammoniak-Wäscher



zhaw



NH_4^+ im Waschwasser [mg/l], März 2025

Datum	BT-Meter		
	NH_3 vor Wäscher [ppm]	NH_3 nach Wäscher [ppm]	NH_3 nach Filter [ppm]
03.03.2025			
04.03.2025	161	66.7	36.1
05.03.2025	200	95.3	39.6
06.03.2025	200	198	136
07.03.2025	200	175	120
08.03.2025	111	44.3	27.3
09.03.2025	112	10.8	1.5
10.03.2025	63.2	51.3	31.2
11.03.2025	57.1	7.7	3.9
12.03.2025	37.1	1.5	1.5
13.03.2025	33.9	4.8	5.6
14.03.2025	19.4	26.7	20.2
15.03.2025	8.3	1.2	1.4
16.03.2025	16.4	8.7	9.4

Zusammenfassung «Kompostieren für's Klima»

- Mit der Kompostierung (von Mist bspw.) kann zwar das Klima nicht gerettet werden, jedoch trägt sie zur Reduktion klimarelevanter Emissionen, zur Stabilisierung organischer Substanz und zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei!
- Sie leistet dennoch einen relevanten Beitrag zur Schliessung von Nährstoffkreisläufen und zur langfristigen Kohlenstoffspeicherung im Boden.
- Sie kann Ammoniakverluste mindern und die Widerstandsfähigkeit von Böden gegenüber Klimastress verbessern

→ Kurz: Die Kompostierung ist kein Allheilmittel gegen den Klimawandel, doch sie kann durch Emissionsminderung, Nährstoffrückgewinnung und Humusaufbau einen messbaren Beitrag zur Klimaschutzstrategie der Landwirtschaft leisten!