

Studiengang Agrartechnik

Modul Bodenkultur und Düngung

WS 2024/2025

Kapitel 13:

Organische Düngung



Gliederung des Moduls (Vorlesung)

5. Bodenchemie

6 . Bodenschutz

- Bodenerosion
- Bodenverdichtung

7. Bodenschätzung

Teil Düngung

8. Wasser- und Nährstoffaufnahme

9. Stickstoffdüngung

10. Phosphor- und Kaliumdüngung

11. Schwefel-, Magnesium-, Kalzium-Düngung

12. Spurennährstoffdüngung

13. Organische Düngung

13. Organische Düngung: Gliederung

1. Definition
2. Pflanzliche Wirtschaftsdünger
3. Tierische Wirtschaftsdünger

- Organische Dünger sind Düngestoffe, deren Ursprung auf lebende Organismen (Menschen, Tiere, Pflanzen) zurückzuführen ist
- Ein großer Teil der Nährelemente liegt in organischer Bindung vor
 - ✎ Da die Pflanzen diese organischen Moleküle i.d.R. nicht aufnehmen können, müssen diese erst durch Mikroorganismen abgebaut („mineralisiert“) werden
 - ✎ Dabei entstehen Zwischenprodukte mikrobieller Herkunft, die das Bodengefüge stabilisieren;
 - ✎ Organische Dünger sind nicht nur Nährstofflieferanten sondern erhalten/steigern die Bodenfruchtbarkeit; deshalb eher „Bodendünger“
- Unterscheidung:
 - ✎ Wirtschaftsdünger (pflanzlicher oder tierischer Herkunft)
 - ✎ Organische Handelsdünger (Klärschlamm, Komposte)
- Aufgaben/Wirkungen der organischen Düngung:
 - ✎ Erhaltung/Steigerung des Humusgehaltes
 - ✎ Versorgung des Bodenlebens mit Nährhumus (Bodenverbesserung)
 - ✎ Nährstoffzufuhr

- ...sind Rückstände aus der pflanzlichen und tierischen Produktion des Betriebes, die dem Boden zugeführt werden
 - ✍ diese Rückführung dient nicht nur der Humusreproduktion sondern auch der teilweisen Rücklieferung der entzogenen Nährstoffe
 - ✍ Stroh und Gülle aus Fremdbetrieben werden im weiteren Sinne auch zu den Wirtschaftsdüngern gezählt
- pflanzliche Wirtschaftsdünger sind:
 - ✍ Ernterückstände, Grünpflanzen, Rübenblatt, Stroh, Komposte (aus betriebseigenen pflanzlichen Abfällen),
- tierische Wirtschaftsdünger sind:
 - ✍ Festmist, Flüssigmist (Gülle), Jauche
 - ✍ **Düngegesetz:**
 - ✍ ...Düngemittel, die als tierische Ausscheidungen bei der Haltung von Tieren in der Landwirtschaft,... auch in Mischungen untereinander oder nach aerober oder anaerober Behandlung, anfallen oder erzeugt werden

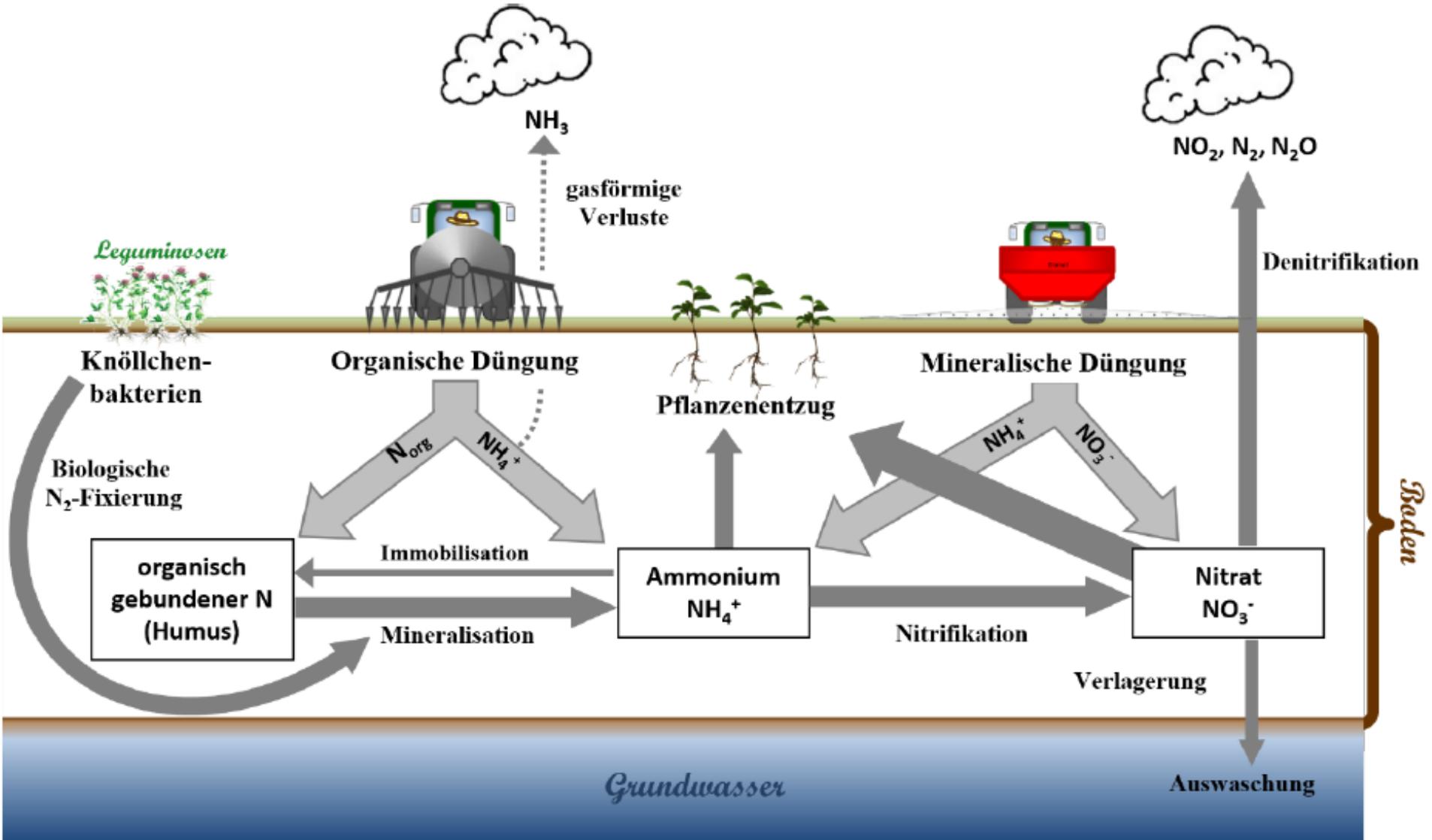
Bedeutung der pflanzlichen Wirtschaftsdünger:

- Zufuhr von Futterstoffen für Bodenorganismen (Nährhumus)
- zeitweilige Konservierung (N) und Rücklieferung von Nährstoffen
- verbesserter Nährstoffaufschluss (Aneignungsvermögen)
- Stickstoffzufuhr durch Leguminosen
- Erosionsschutz (Bremswirkung)
- Bedeckungsschutz (Schattengare)
- Lebendverbau (Gefügestabilisierung)

13. Organische Düngung: Gliederung

1. Definition
2. Pflanzliche Wirtschaftsdünger
3. Tierische Wirtschaftsdünger

Wege des Stickstoffs aus organischen Düngern am Beispiel Gülle



Stickstoff im tierischen Wirtschaftsdünger

- Tierische WD: Jauche, Gülle, Stallmist, Gärrest (z.T.)
- Gesamt-N besteht aus zwei Fraktionen:
 - ✎ Organ. gebundener N (Verfügbarkeit hängt vom C/N-Verhältnis ab). Ein relativ kleiner Anteil hiervon ist im Ausbringungsjahr verfügbar, der Rest wirkt erst in den Folgejahren
 - ✎ Mineralischer N (leicht verfügbar, überwiegend $\text{NH}_4\text{-N}$)
- N_{schnell} : $\text{NH}_4\text{-N}$ + im Anwendungsjahr mineralisierbarer Teil des N_{org}

Anteil des $\text{NH}_4\text{-N}$ und N_{schnell} am Gesamt-N verschiedener Wirtschaftsdünger

| organische Dünger | Anteil $\text{NH}_4\text{-N}$ in % vom Gesamt-N | Anteil N_{schnell} in % vom Gesamt-N |
|--------------------|--|--|
| Jauche | > 90 | > 95 |
| Gülle | 50 - 70 | 60 - 80 |
| Stallmist | 10 - 20 | 15 - 25 |
| Geflügelkot, -mist | 30 - 50 | 60 - 80 |
| Kompost | 0 - 10 | 0 - 15 |
| Biogasgärrest | 60 - 80 | 60 - 85 |

Nährstoffgehalte organischer Dünger nach Abzug von Stall- und Lagerverlusten (Quelle: Gelbes Heft 2022, Basisdaten 5a)

| Organischer Dünger mit Code-Nr. | Einheit | Nährstoffgehalt ¹⁾ in kg/t bzw. m ³ Frischmasse | | | | | Mindestwirksamkeit ²⁾ N _{gesamt} in % | |
|--|----------------|--|--------------------|-------------------------------|------------------|-----|--|----------|
| | | N _{gesamt} | NH ₄ -N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | Acker | Grünland |
| Rind | | | | | | | | |
| 11 Milchviehgülle (Grünland, 6 % TM) | m ³ | 3,3 | 1,65 | 1,4 | 4,2 | 1,1 | 60 | 50 |
| 12 Milchviehgülle (Grünland, 7,5 % TM) | m ³ | 4,1 | 2,05 | 1,7 | 5,3 | 1,3 | 60 | 50 |
| 14 Milchviehgülle (Acker, 6 % TM) | m ³ | 3,1 | 1,55 | 1,4 | 3,7 | 0,9 | 60 | 50 |
| 15 Milchviehgülle (Acker, 7,5 % TM) | m ³ | 3,9 | 1,95 | 1,7 | 4,7 | 1,2 | 60 | 50 |
| 16 Mastbullengülle (7,5 % TM) | m ³ | 4,1 | 2,05 | 1,9 | 4,0 | 1,0 | 60 | 50 |
| 17 Rindermist, geringe Einstreu (18,5 % TM) | t | 3,7 | 0,37 | 2,5 | 5,9 | 1,9 | 25 | 25 |
| 18 Rindermist, hohe Einstreu (23 % TM) | t | 4,1 | 0,41 | 2,1 | 8,1 | 1,7 | 25 | 25 |
| 19 Rinderjauche (1,8 % TM) | m ³ | 3,2 | 2,88 | 0,2 | 7,9 | 0,2 | 90 | 90 |
| Schwein | | | | | | | | |
| 21 Mastschweinegülle (5 % TM), Standardfutter ⁴⁾ | m ³ | 5,7 | 3,42 | 3,0 | 3,5 | 1,3 | 70 | 60 |
| 22 Mastschweinegülle (5 % TM), N-/P-red. Fütterung | m ³ | 5,5 | 3,30 | 2,6 | 3,4 | 1,2 | 70 | 60 |
| 23 Mastschweinegülle (5 % TM), stark N-/P-red. Fütterung | m ³ | 5,0 | 3,00 | 2,4 | 3,3 | 1,2 | 70 | 60 |
| 24 Zuchtsauengülle (5 % TM), Standardfutter | m ³ | 4,6 | 2,76 | 2,5 | 2,9 | 1,0 | 70 | 60 |
| 25 Zuchtsauengülle (5 % TM), N-/P-red. Fütterung ⁵⁾ | m ³ | 4,1 | 2,46 | 2,2 | 2,7 | 1,0 | 70 | 60 |
| 26 Zuchtsauengülle (5 % TM), stark N-/P-red. Fütterung | m ³ | 3,9 | 2,34 | 2,1 | 2,7 | 1,0 | 70 | 60 |
| 27 Schweinemist (21 % TM), geringe Einstreu | t | 6,0 | 0,60 | 4,3 | 6,2 | 2,0 | 30 | 30 |
| 29 Schweinemist (25 % TM), hohe Einstreu | t | 5,2 | 0,52 | 2,9 | 7,0 | 1,5 | 30 | 30 |
| 28 Schweinejauche (1,8 % TM) | m ³ | 3,3 | 2,97 | 0,2 | 3,1 | 0,2 | 90 | 90 |
| Geflügel | | | | | | | | |
| 31 Hühnermist (50 % TM) | t | 20,3 | 9,14 | 16,0 | 18,0 | 6,9 | (30) 45 | (30) 45 |
| 32 Hühnerkot (50 % TM) | t | 22,1 | 9,95 | 17,5 | 18,9 | 7,5 | 60 | 60 |
| 33 Putenmist (50 % TM) | t | 20,6 | 9,27 | 19,0 | 13,6 | 5,0 | (30) 45 | (30) 45 |
| 34 Masthähnchenmist (60 % TM) | t | 19,7 | 8,87 | 15,7 | 19,7 | 7,5 | (30) 45 | (30) 45 |
| 35 Pekingenten- und Gänsemist (30 % TM) | t | 6,5 | 2,93 | 6,0 | 6,2 | 2,3 | (30) 45 | (30) 45 |
| 36 Flugentenmist (30 % TM) | t | 7,8 | 3,51 | 8,1 | 6,9 | 2,5 | (30) 45 | (30) 45 |

Mindestwirksamkeit des Stickstoffs aus organ. Düngern

(lt. DVO, Basis für Düngebedarfsermittlung, Gelbes Heft 2022)

| Düngemittel | Mindestwirksamkeit im Jahr des Aufbringens in % des Gesamtstickstoffgehaltes | |
|------------------------------------|---|---|
| Rindergülle | bei Aufbringung auf Ackerland: 60 auf Grünland: 50 | ab 1. Februar 2025: alle Flächen: 60 |
| Schweinegülle | bei Aufbringung auf Ackerland: 70 auf Grünland: 60 | ab 1. Februar 2025: alle Flächen: 70 |
| Rinder-, Schaf- und Ziegenfestmist | 25 | |
| Schweinefestmist | 30 | |
| Hühnertrockenkot | 60 | |
| Geflügel- und Kaninchenfestmist | 30 | |
| Pferdefestmist | 25 | |
| Rinderjauche | 90 | |
| Schweinejauche | 90 | |
| Biogasgärrest flüssig | bei Aufbringung auf Ackerland: 60 auf Grünland: 50 | ab 1. Februar 2025: alle Flächen: 60 |
| Biogasgärrest fest | 30 | |
| Klärschlamm flüssig (< 15 % TM) | 30 | |
| Klärschlamm fest (≥ 15 % TM) | 25 | |
| Pilzsubstrat/Champost | 10 | |
| Grünschnittkompost (BioAbfV) | 3 | |
| Sonstige Komposte (BioAbfV) | 5 | |

Anrechenbare gasförmige Stall- und Lagerungsverluste in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff (gilt für die Bestimmung der 170 kg-Grenze)

(Gelbes Heft 2022, Tabelle 23)

| Art | Stall- und Lagerungsverluste in % | | Verluste auf der Weide* in % |
|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| | Gülle | Festmist/Jauche | |
| Rinder | 15 | 30 | 30 |
| Schweine | 20 | 30 | 30 |
| Geflügel | 40 | 40 | 40 |
| andere Tiere (z.B. Pferde, Schafe) | 45 | 45 | 45 |
| Gärrest (pflanzliche Substrate) | 5 | | |

Anrechnung des Stickstoffs aus organ. Düngern

(Tabelle 21, gelbes Heft 2016; Ausbringverluste sind hierbei berücksichtigt!)

in Abhängigkeit von der Kultur und dem Ausbringungszeitpunkt

| Hauptfrucht | Mist | | | Wirtschaftsdünger Gülle/Jauche | | | | sonstige org. Dünger | | |
|----------------|----------|----|--------|---------------------------------------|------|-------|-----|----------------------|------------------|--------------|
| | R,Pf | S | H,Put. | Feb | März | April | Mai | Frucht- wasser | Klär- schlamm | Kompost N |
| | % von Nt | | | % vom verfügbaren N im Anwendungsjahr | | | | % von Nt | | |
| W-Weizen | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| S-Weizen | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| Durum | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| Dinkel | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| W-Gerste | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| S-Futtergerste | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| S-Braugerste | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| W-Roggen | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| S-Roggen | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| Triticale | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| Hafer | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| W-Raps | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| S-Raps | 15 | 15 | 50 | 70 | 75 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| Sonnenblumen | 15 | 15 | 50 | 60 | 60 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| Lein | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |
| K-Mais | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 75 | 75 | 20 | 10 |
| S-Mais | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 75 | 75 | 20 | 10 |
| Kartoffeln | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 75 | 75 | 20 | 10 |
| Z-Rüben | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 75 | 75 | 20 | 10 |
| F-Rüben | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 75 | 75 | 20 | 10 |
| Sonstige | 15 | 15 | 50 | 60 | 70 | 75 | 70 | 75 | 20 | 10 |

Jauche

- ... besteht aus
 - ✍ tierischem Harn
 - ✍ Stallmist-Sickersaft (Harn/Kot)
 - ✍ Wasser
 - ✍ ca. 2% TM
- ...ist ein NK-Dünger
- ein Rind produziert bis 15 kg Harn; ein Schwein bis 4 kg Harn/Tag
- mineralisches N liegt vorwiegend als Harnstoff vor (90% des N_{min} ist Mineraldüngeräquivalent)
- Der Harnstoff setzt sich recht schnell in NH₃ um (N-Verluste, Geruch, hoher pH-Wert)
- Aufwandmenge sollte 40 m³ nicht überschreiten (Gefahr der K-Überdüngung: „Jaucheflora“: z.B. Löwenzahn; Kerbel)

Flüssigmist (Gülle)

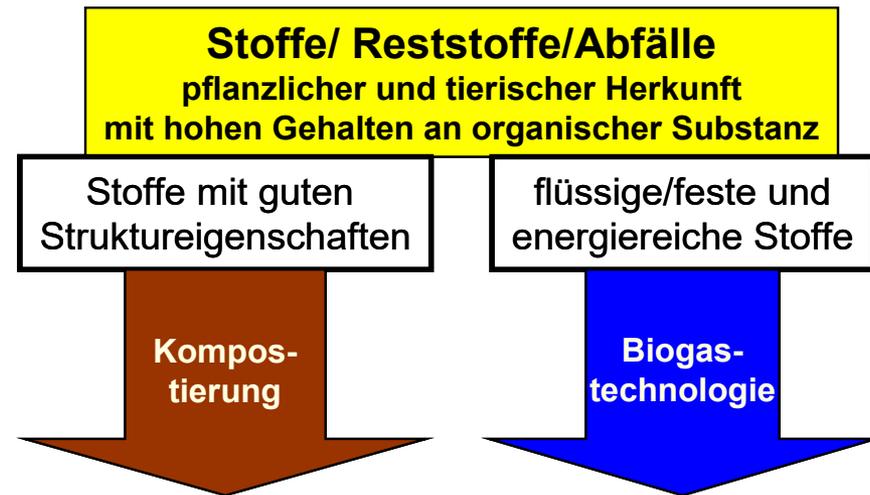
- ...besteht aus Kot, Harn, Futterresten, Wasser, Gasen
- Rindergülle besteht aus 1/3 Harn und 2/3 Kot; bei Schweinen ist Verhältnis umgekehrt
- mit wenig Wasserzusatz wird sie „Dickgülle“ genannt (bis 15% TS)
- häufig wird ein mehrfaches an Spülwasser zugesetzt;
 - ✎ Gülle mit 3-4% TS: „Dünngülle“ (vermindert N-Verluste und Ätزشäden)
- Wasserzusatz verändert die Nährstoffkonzentration;
 - ✎ deshalb werden die Gehalte auf eine festgelegte TM von 7,5 oder 10% bezogen
- ein Rind produziert ca. 5 kg Gülle-TS/Tag; ein Schwein 0,5kg TS
- frisches Kot-Harn-Gemisch heißt „Rohgülle“
- nach erfolgter anaerober Gärung: „Gärgülle“
 - ✎ NH_3 , H_2O , CO_2 , H_2S , CH_4 entweichen

Flüssigmist (Gülle)

- Zwischen 50 - 70 % des N_t besteht aus NH_4-N , (N_{min}) der Rest ist organisch gebunden (N_{org}).
- Vom organisch gebundenen N werden im ersten Jahr 10 – 20 % mineralisiert; der Rest verhält sich wie in Humus gebundener N (1-3% jährliche Mineralisierung)
- Langfristig ist bei konsequenter Anwendung verlustmindernder Maßnahmen von einer Verwertung er ausgebrachten N-Menge von 80% auszugehen (MDÄ = 80)
- Phosphor liegt in Rinder- und Schweinegülle zu 80% als anorganisches Phosphat vor; der Rest ist organisch gebunden (Phytin)
 - ✍ Langfristig wird hier von einem MDÄ von 100% ausgegangen
- Gülle-Kali ist weitgehend wasserlöslich und deshalb in seiner Wirkung dem Mineraldünger-Kali gleichzusetzen (MDÄ 100)

Veränderung der N-Verfügbarkeit organischer Stoffe durch Kompostierung und anaerobe Fermentation

Ausgangsstoffe
(rechtliche Vorschriften !)



Prozessbedingte Veränderungen:

| | | | |
|----------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------------|
| org. Substanz | - Menge: | Abnahme | Abnahme |
| | - Stabilität: | <u>Zunahme</u> | <u>Zunahme</u> |
| | - Humuswirkung: | sehr gut | gut |
| C/N-Quotient: | | <u>Abnahme</u> | <u>Abnahme</u> |
| Ammonium-N: | | <u>Abnahme</u> | <u>Neubildung/Anreicherung</u> |
| pH-Wert: | | Anstieg | deutlicher Anstieg |

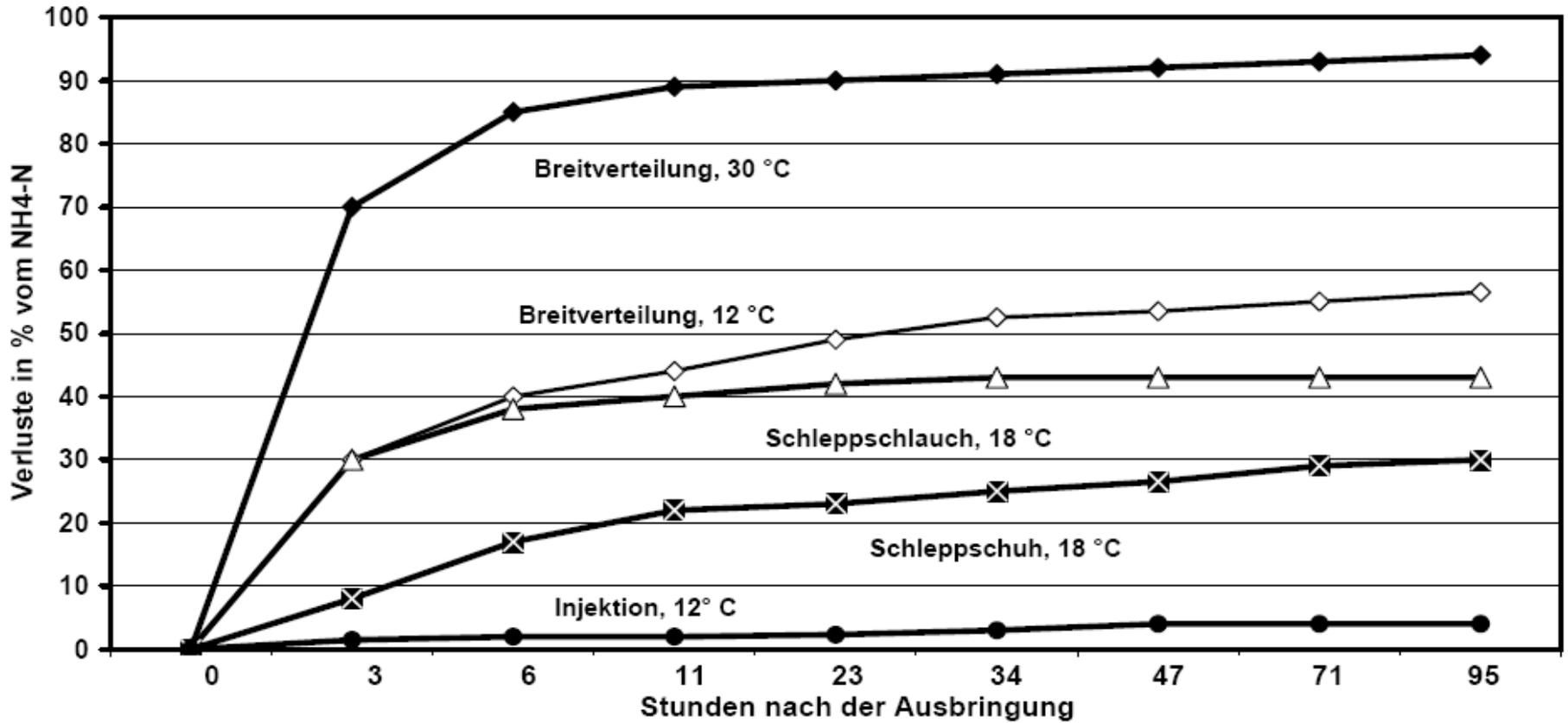


Abb. 11: N-Verluste bei der Gülleausbringung (nach STMLF und STMLU, 2003)

Mittlere Emissionsminderung verschiedener Maßnahmen bzw. Techniken

| | <i>Emission relativ</i> | <i>Emissionsminderung</i> |
|--|-------------------------|---------------------------|
| - Witterung kühl + feucht gegenüber warm + trocken | 0,65 | = Minderung um 35 % |
| - Wasserzusatz (min. 50 %) | 0,65 | = Minderung um 35 % |
| - separierte Gülle | 0,65 | = Minderung um 35 % |
| - Einarbeitung in 6 Std. | 0,65 | = Minderung um 35 % |
| - Einarbeitung in 2 Std. | 0,4 | = Minderung um 60 % |
| - Einarbeitung sofort* | 0,2 | = Minderung um 80 % |

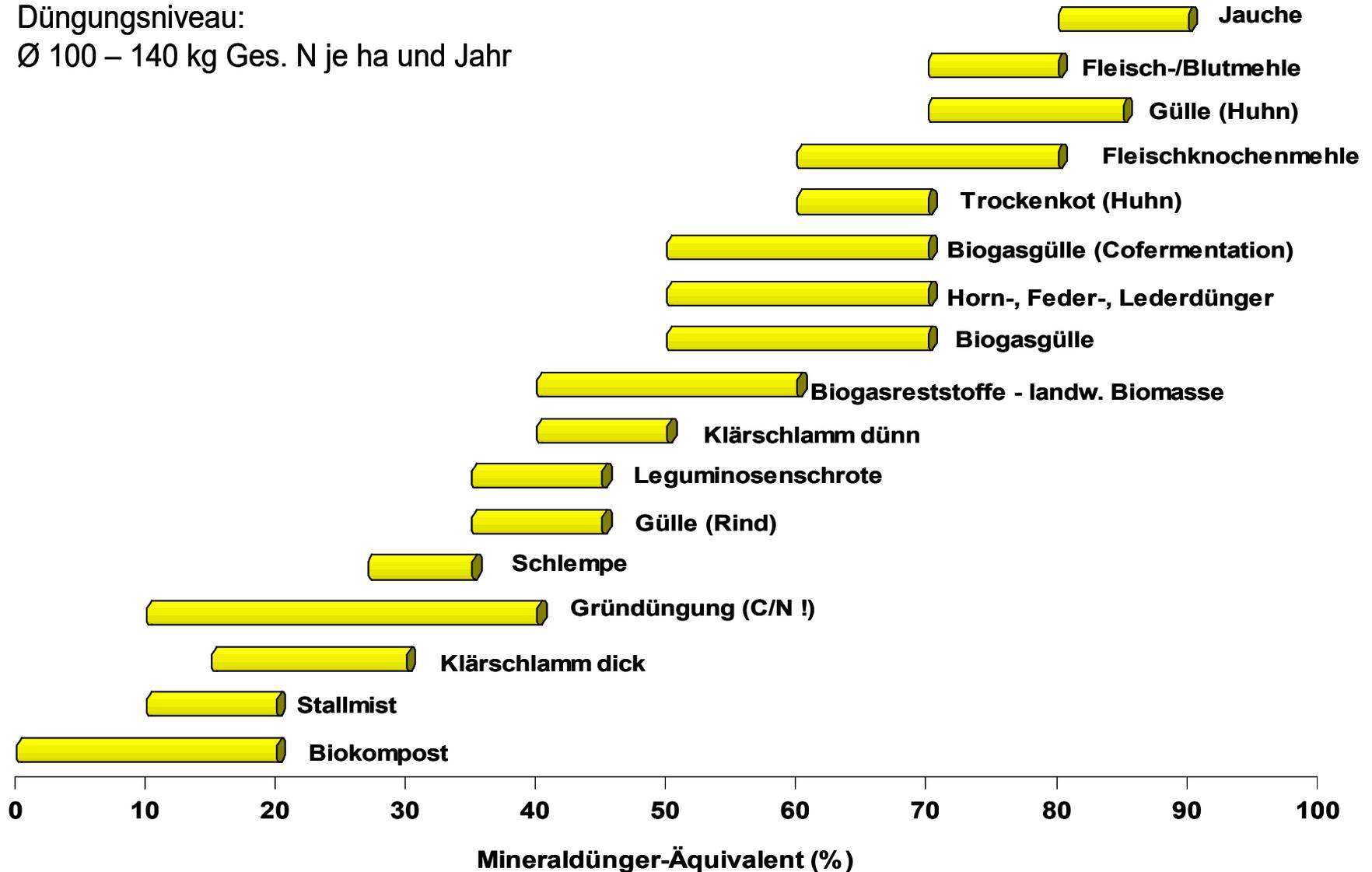
*) Schlepper mit **Bodenbearbeitungsgerät** folgt dem **Güllewagen** unmittelbar

Kowalewsky, 2006

N-Verfügbarkeit organischer Düngerstoffe im Jahr der Anwendung

Düngungsniveau:

Ø 100 – 140 kg Ges. N je ha und Jahr



Wovon hängt die Effizienz der organischen Düngung ab?

- organischer Dünger (Art, Inhaltsstoffe)
- Standort
- Ausbringung
 - ✍ Zeitpunkt der Ausbringung
 - ✍ Witterung (Temperatur, Feuchte, Schneedecke)
 - ✍ Boden-pH
 - ✍ Technik
 - ✍ Einarbeitungszeitpunkt
- Kultur