

Erste Ergebnisse aus Praxisversuchen: Optimierung des Wirtschaftsdüngermanagements durch Aufbereitung (MuD SlurryUpgrade)

05.12.2024

Christin Meyer

Projektpartner:



Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

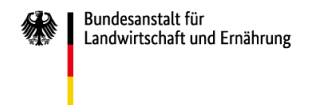


Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



MuD-Projekt „SlurryUpgrade“



Projekt-
partner

5
Modellregionen

30
Betriebe

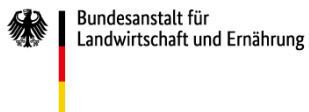
6
Aufbereitungsverfahren



Gefördert durch



Projektträger

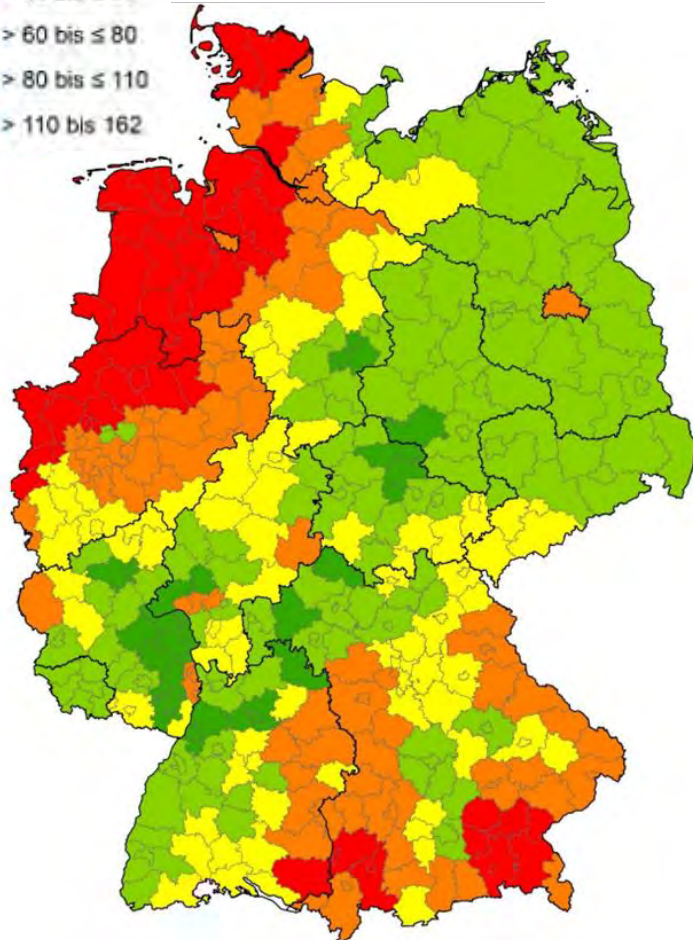
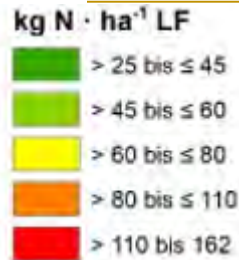


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

09.12.2024

2

Hintergrund des Projekts: N-Bilanz



Überschuss der Stickstoff-Flächenbilanz in den Kreisen in Deutschland
(Mittel: 2015 – 2017)
(Quelle: Umweltbundesamt, 2019)

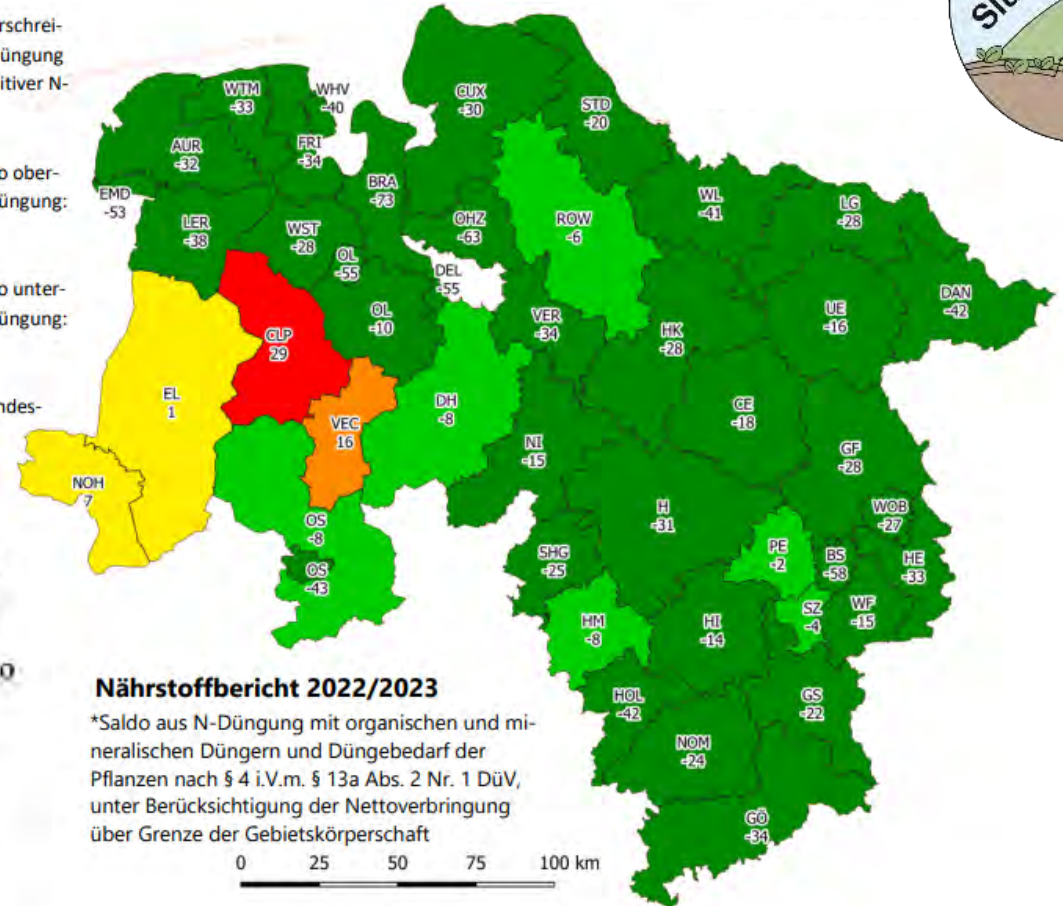
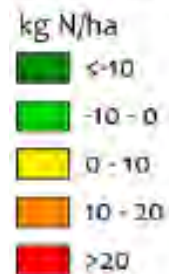
4 Landkreise mit Überschreitung der zulässigen Düngung nach § 3 (3) DüV (positiver N-Düngesaldo)

Summe N-Düngesaldo oberhalb der zulässigen Düngung: **+4.387 t N**

Summe N-Düngesaldo unterhalb der zulässigen Düngung: **-54.848 t N**

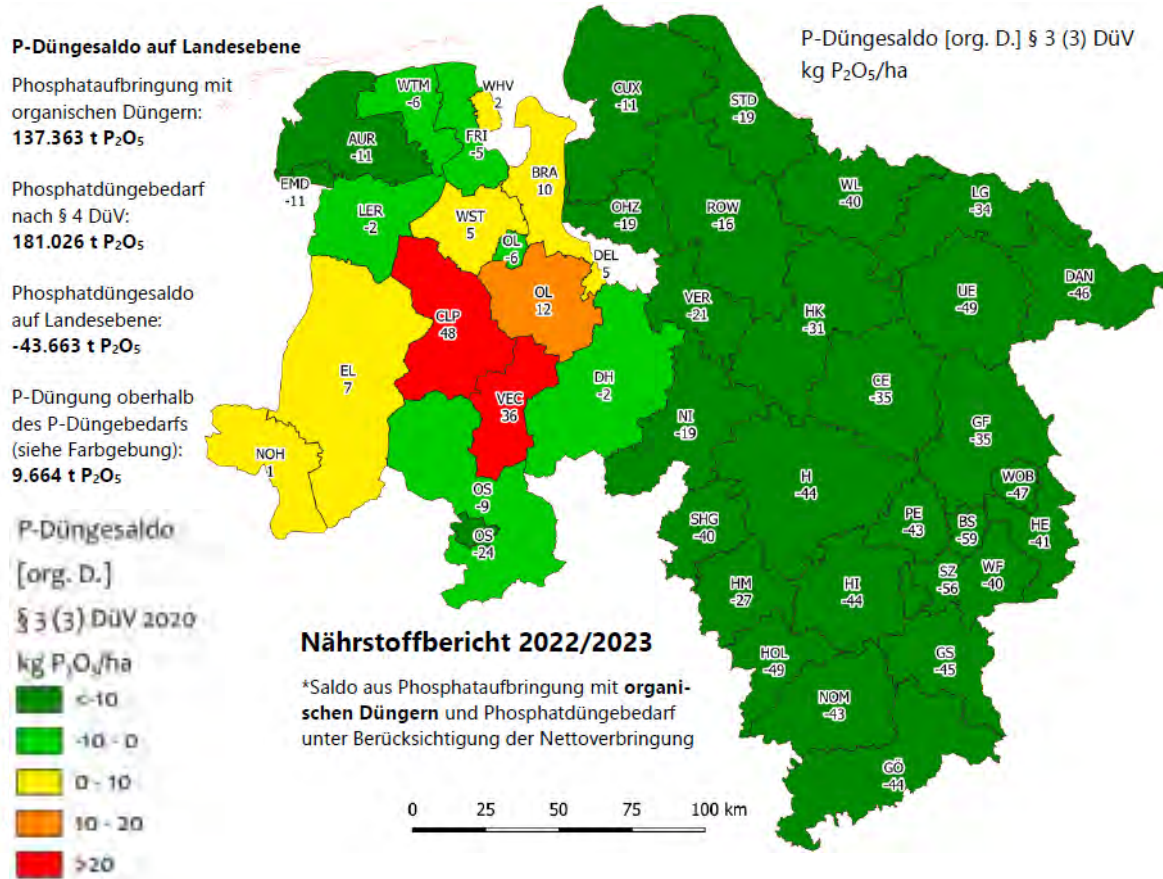
N-Düngesaldo auf Landesebene insgesamt: **-50.461 t N**

N-Düngesaldo
[min.+org.D.]
§ 3 (3) DüV 2020



Stickstoff-Flächenbilanz Niedersachsen (2022- 2023)
(Quelle: Nährstoffbericht Niedersachsen, 2024)

Hintergrund des Projekts: P-Bilanz



Problemstellung

- Nährstoffüberschüsse in Veredelungsregionen
- Geringe Transportwürdigkeit flüssiger Wirtschaftsdünger

Lösung: Aufbereitungstechnologien?

Jedoch sind

- Genaue Eigenschaften der Produkte oft nicht bekannt
- Kenntnis über Massenabtrenngrade, Nährstoffverteilung und benötigten Energieverbrauch z.T. unbekannt

Projektziele

Wissen
verbreiten

... über die Technologie der Aufbereitung

Vorteile
aufzeigen

... die der Praktiker durch die
Nutzung erzielt

Akzeptanz
steigern

... für den Einsatz der aufbereiteten
Produkte bei den Ackerbauern

Aufbereitungs-
anlagen

Abtrenn-
grade

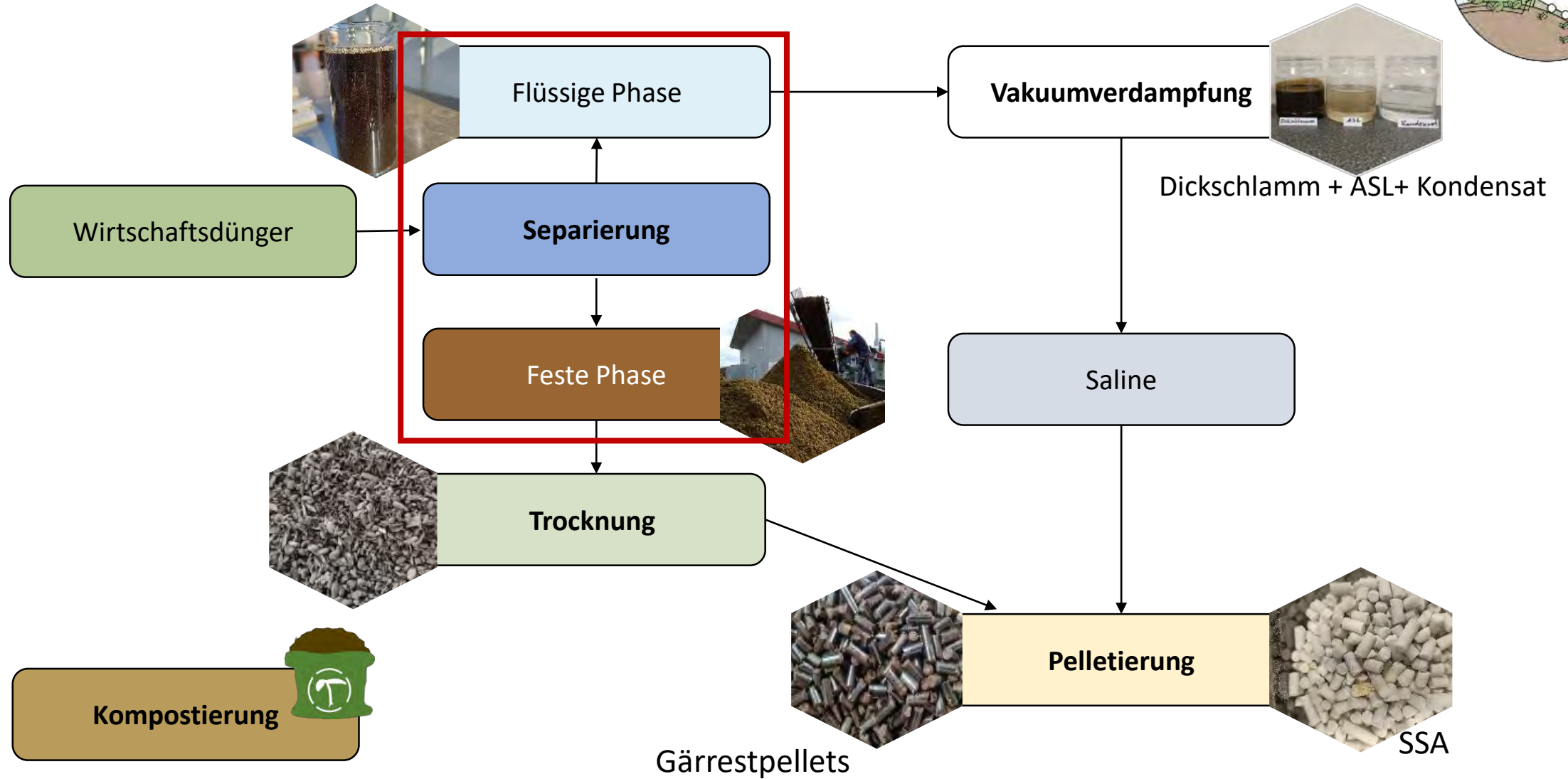
Energie-
bedarf



Demonstrationstreifen



Übersicht der Aufbereitungsverfahren



Beweggründe für die Separation



WARUM SEPARIEREN?

Erhöhte
Transport-
würdigkeit der
Feststoffe



Ausgangsmaterial
für weitere
Aufbereitungs-
schritte

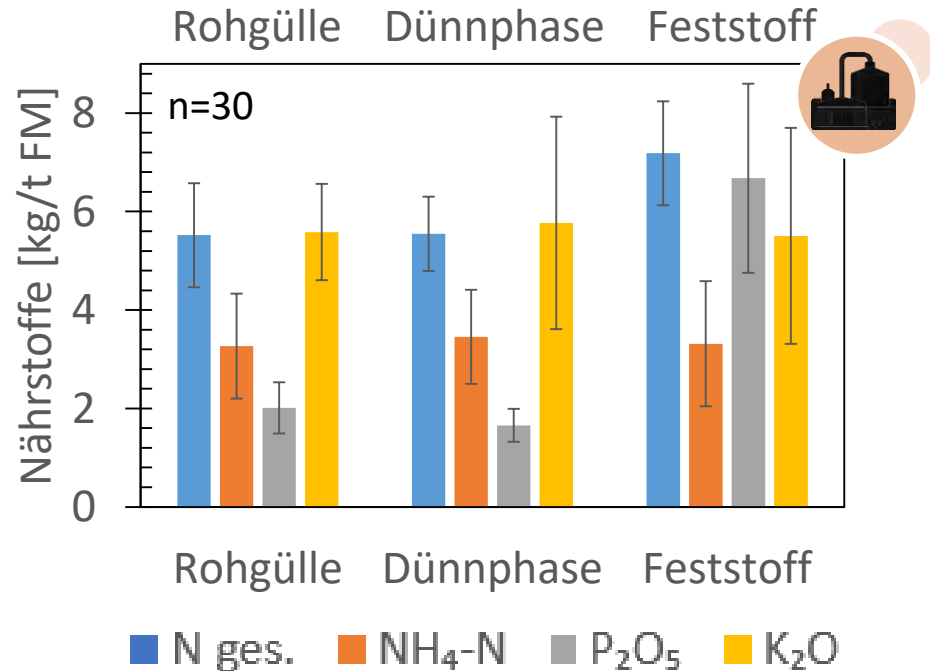
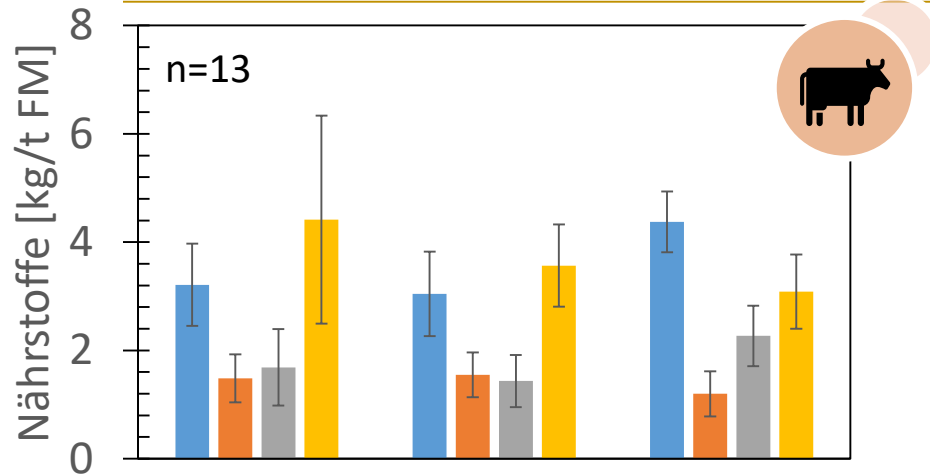


Aufbereitete
Produkte mit
neuen
Eigenschaften



Volumen- und
Massen-
↓
reduktion

Nährstoffgehalte der Separationsprodukte



Rindergülle (n=13)	Ø TS-Gehalt	NH ₄ -Anteil an Ges. N	Abscheidung P ₂ O ₅
Rohgülle	8,9 %	46 %	
Dünnpphase	5,2 %	51 %	78 %*
Feststoff	24,4 %	27 %	22 %*

*(Brauckmann, 2014)



TS-Gehalt im Schnitt um ca. **40 %** reduziert

Gärrest (n=30)	Ø TS-Gehalt	NH ₄ -Anteil an Ges. N	Abscheidung P ₂ O ₅
Rohgülle	7,1 %	58 %	
Dünnpphase	5,8 %	61 %	76 %*
Feststoff	24,9 %	45 %	24 %*

*(Brauckmann, 2009)

TS-Gehalt im Schnitt um ca. **20 %** reduziert

TS-GEHALTE der **SEPARATIONSPRODUKTE & MENGENANTEILE** abhängig von Einstellungen & Ausgangsmaterial:

- Massenabtrenngrad (feste Phase): 6 – 25 %
- Durchschnittlicher Massenabtrenngrad Rindergülle: 15 %

Düngung – Nährstoffgehalte 2024



Gedüngte Menge (kg/ha)	Sep. Feststoffe: 22 t/ha + 80 kg N KAS	Gärrest: 25 m³/ha
Trockensubstanz	5016	2775
organische Substanz	4081	1973
P ₂ O ₅	145,2	75,0
CaO	143,0	77,5
MgO	83,6	45
S	37,4	27,5

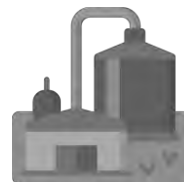
Circa doppelt so viel **P₂O₅** und **organische Substanz** ausgebracht!

Nährstoffentzüge (kg/ha) einiger Ackerkulturen durch Erntegut und Erntereste¹

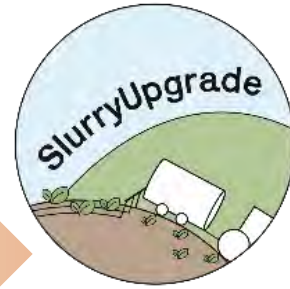
Kultur	Haupternteprodukt (z. B. Korn, Knolle, Rübe)					Nebenernteprodukt (z. B. Stroh, Kraut, Blatt)				
	dt/ha	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	dt/ha	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
Körnermais	80	64	40	20	20	105	32	211	32	63
	100	80	50	25	25	129	39	257	39	77
CCM-Mais (62 % TM)	120	62	55	22	24	131	28	183	28	55
	145	75	67	26	29	155	33	220	33	66
Silomais (32 % TM)	400	70	192	46	69					
	550	97	264	63	95					

P- und Humusdünger Export in Ackerbauregion

Kulturen mit später
N-Aufnahme
(Mais, Zuckerrübe)

A green tractor pulling a green trailer through a field of harvested corn stalks under a clear blue sky. The tractor is moving from left to right, leaving a trail of harvested material behind it. The field is filled with dry, brown corn stalks. In the background, there are some trees and a clear blue sky. A large green semi-circle is visible in the top right corner of the image.

Umgang mit der festen Fraktion



Lagerung

- auf Festmistplatte
 - **Empfehlung:** verdichtet und abgedeckt (emissionsarm)
- Länderspezifische Normen sind zu beachten



Verlustanteil an Ammoniumstickstoff

		TAG 7	TAG 14	TAG 47
ROH: OFFENE LAGERUNG	OBEN	21 %	64 %	85 %
	MITTE	27 %	60 %	75 %
	UNTEN	6 %	41 %	75 %
VERDICHTET	OBEN	10 %	48 %	78 %
	MITTE	2 %	1 %	70 %
	UNTEN	7 %	7 %	6 %
ABGEDECKT	OBEN	22 %	11 %	37 %
	MITTE	10 %	10 %	26 %
	UNTEN	10 %	7 %	10 %
VERDICHTET + ABGEDECKT	OBEN	14 %	11 %	25 %
	MITTE	16 %	13 %	13 %
	UNTEN	13 %	10 %	12 %

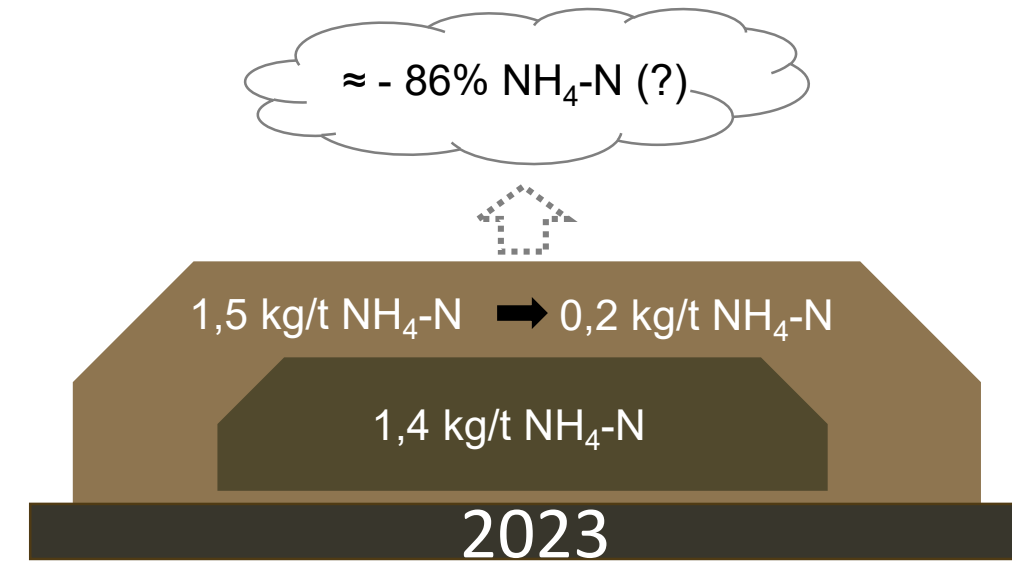
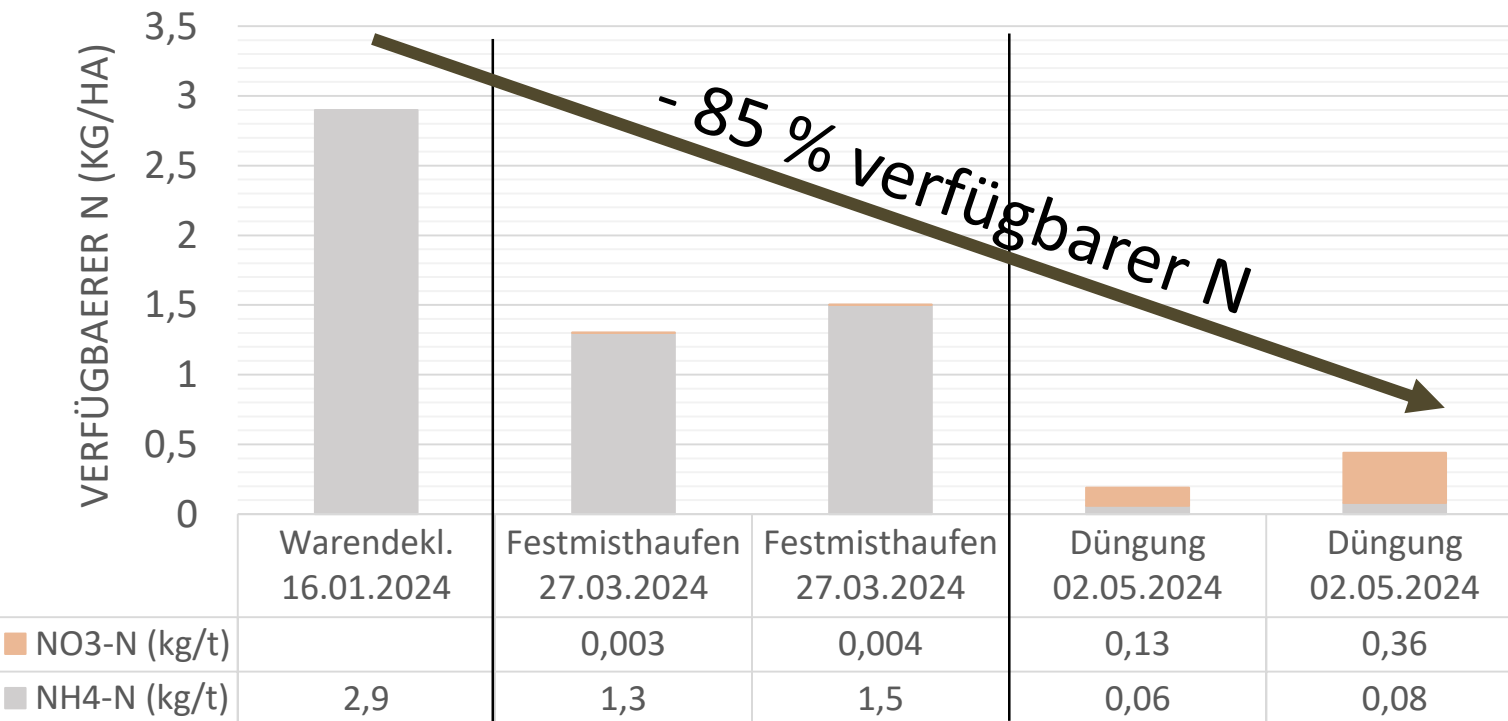
nicht signifikant

(verändert nach Ebersteder & Lichti 2016)

Verlustanteil an Ammoniumstickstoff: Beispiel MuD-Betrieb



**Nur stichprobenartige Beprobung
und nicht wissenschaftlich erhoben!**



Nutzung flüssige Fraktion



**Dünne Phase
bietet
pflanzenbauliche
Vorteile**

Reduzierung von
Faserresten bei der
bodennahen,
streifenförmigen
Ausbringung

Homogener
und
verbessertes
Infiltrations-
vermögen

Höhere
Nährstoffverfügbar
keit und geringere
Verluste

TS-Gehalt im
Schnitt um ca.
20 % reduziert



TS-Gehalt im
Schnitt um
ca. **40 %
reduziert**



Dünne Phase



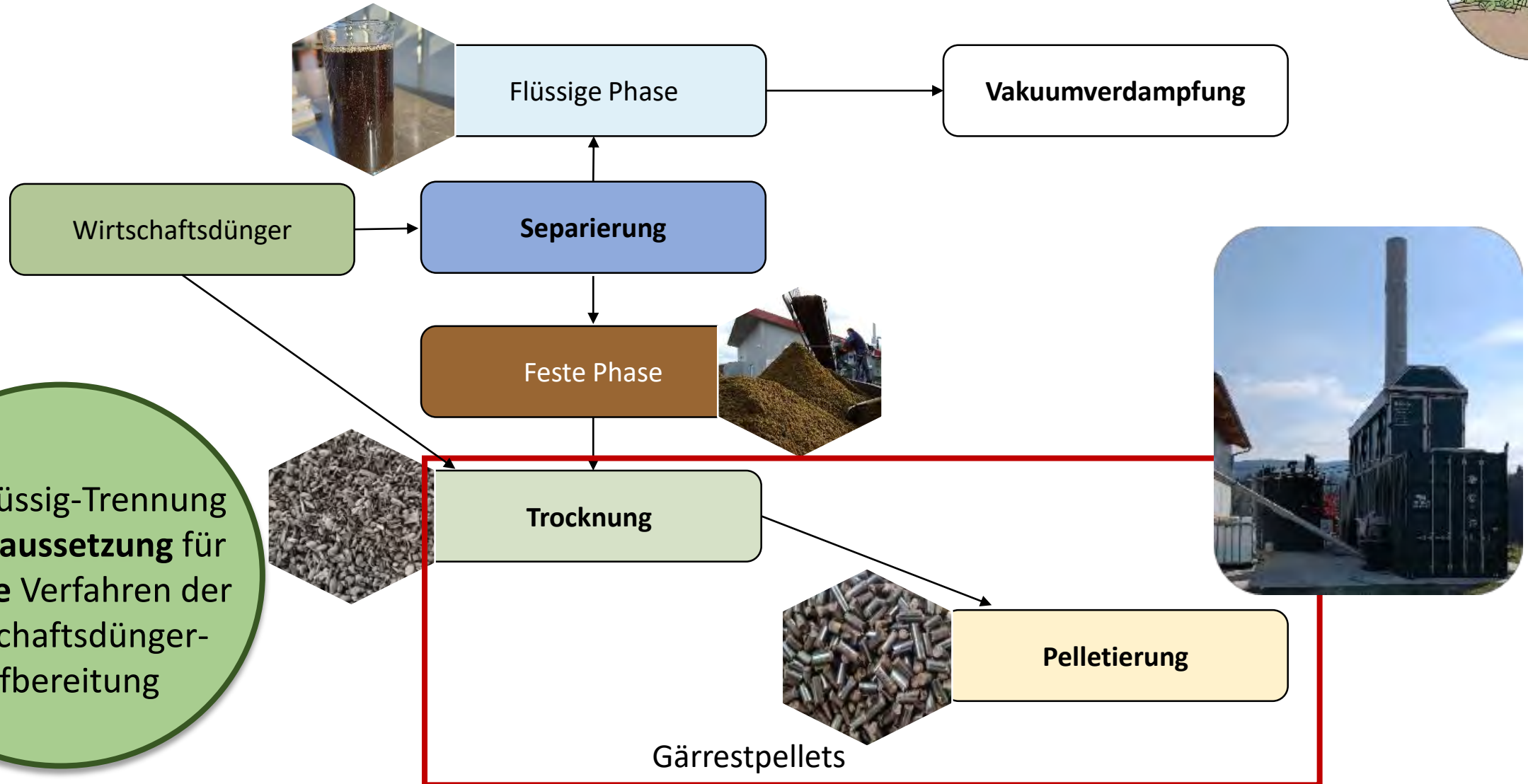
Gärrest



Kaskadennutzung von Wirtschaftsdüngern



Übersicht der Aufbereitungsverfahren



Weitere Aufbereitung – Trocknung und Pelletierung (Modellregion Bayern)



1. Betrieb mit Rührwerkstrocknung

- **Wärmeverbrauch:** 719 kWh/t
- **Stromverbrauch:** 33,7 kWh/t
- **Durchsatz:** 10,1 t/Tag
- **Schwefelsäurebedarf:** 96 l/Tag
- **Gärrest** (Rindergülle + NawaRo) als Ausgangsmaterial

2. Betrieb mit Rührwerkstrocknung

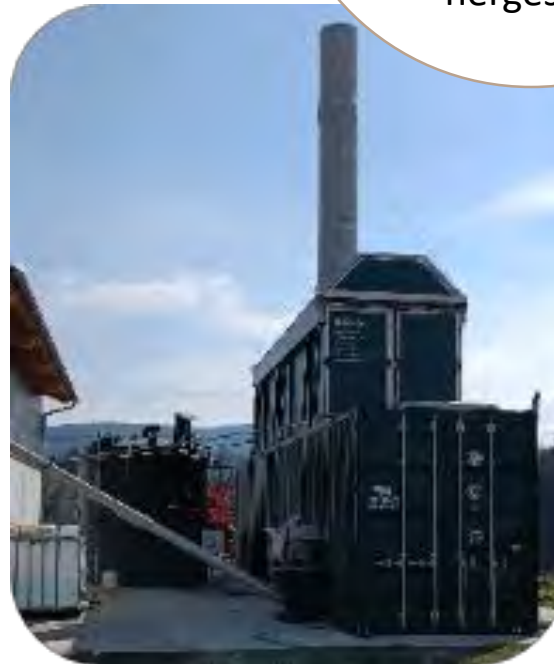
- **Wärmeverbrauch:** 788,5 kWh/t
- **Stromverbrauch:** 42,7 kWh/m³
- **Durchsatz:** 9,9 t/Tag
- **Schwefelsäurebedarf:** 220 l/Tag
- **Gärrest** (Putenmist + NawaRo) als Ausgangsmaterial

Betrieb 1

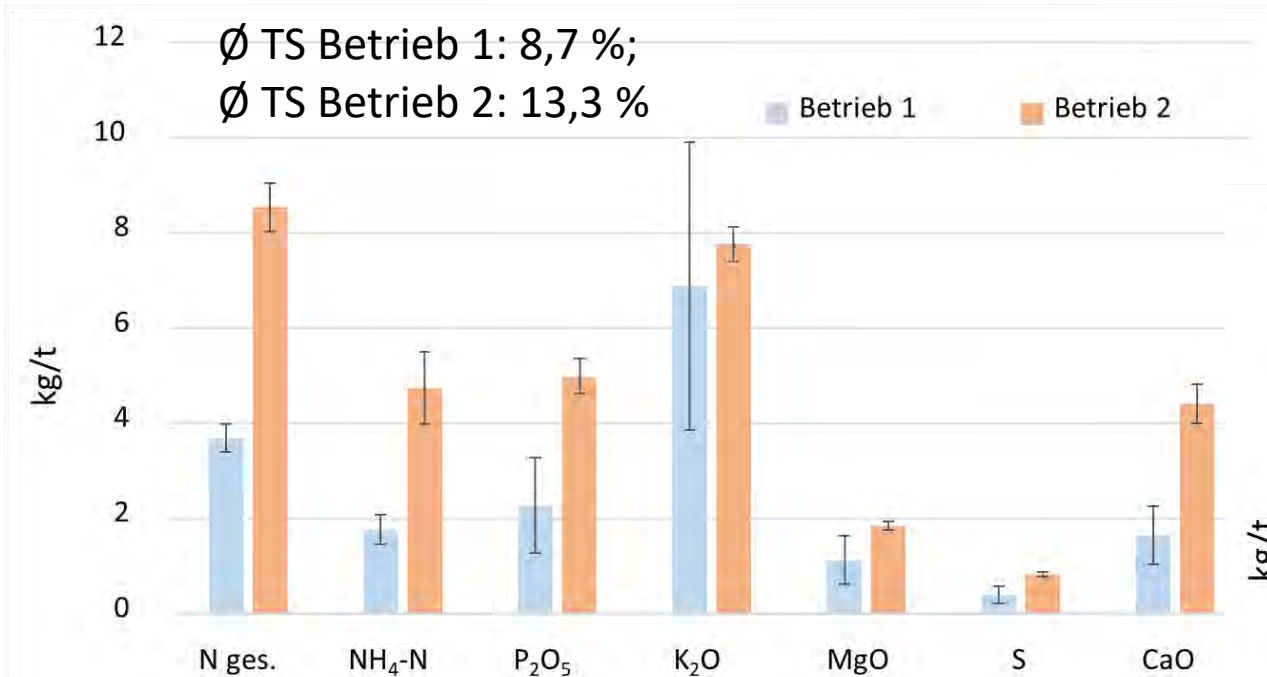
nutzt **Rindergülle** und NawaRo zur Biogasproduktion; Aus dem getrockneten Gärrest werden **Pellets** hergestellt

Betrieb 2

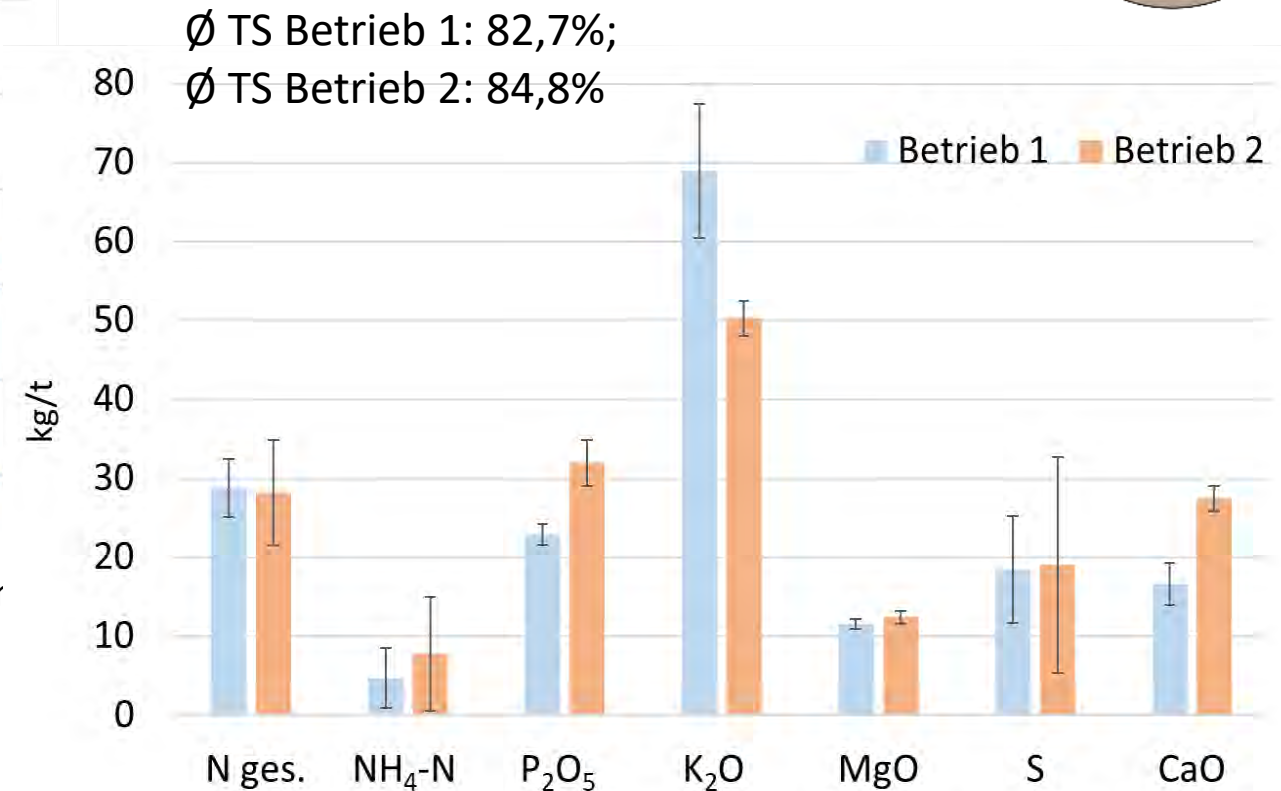
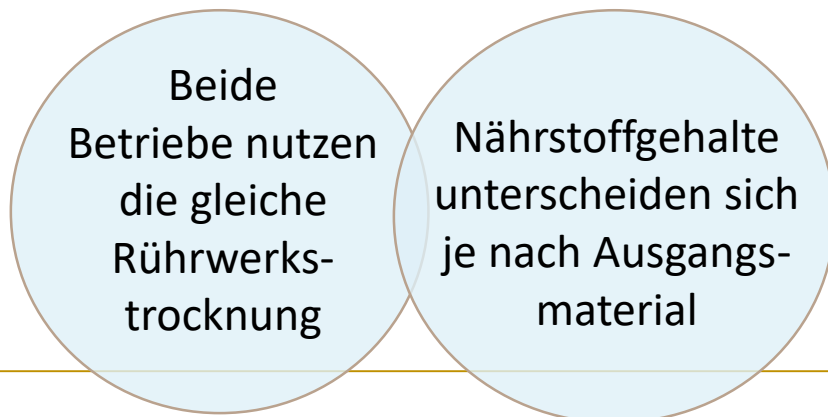
nutzt **Putenmist** und NawaRo zur Biogasproduktion; **keine** Pelletierung des getrockneten Gärrests



Weitere Aufbereitung – Trocknung und Pelletierung (Modellregion Bayern)



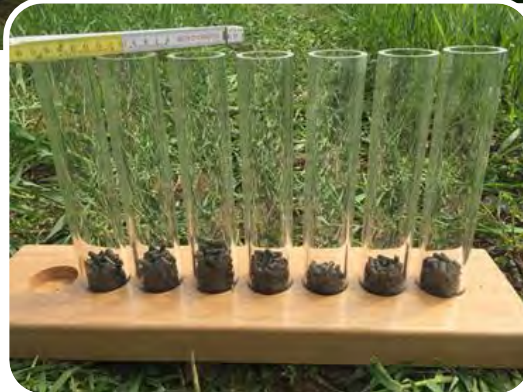
Nährstoffgehalte des Gärreste (Ausgangsmaterialien), die in der beiden Betrieben mit baugleichen Anlagen getrocknet werden



Nährstoffgehalte der Produkte (Betrieb 1: Pellets und getrockneter Gärrest; Betrieb 2: getrockneter Gärrest) der 2 Betriebe mit Rührwerkstrocknung im Vergleich

Gärrest-Pellets

- Ausbringung mit dem Mineraldüngerstreuer oder dem Kalkstreuer vor oder nach der Aussaat
- Anschließende Bearbeitung mit der Hacke oder dem Striegel



Getrockneter Gärrest

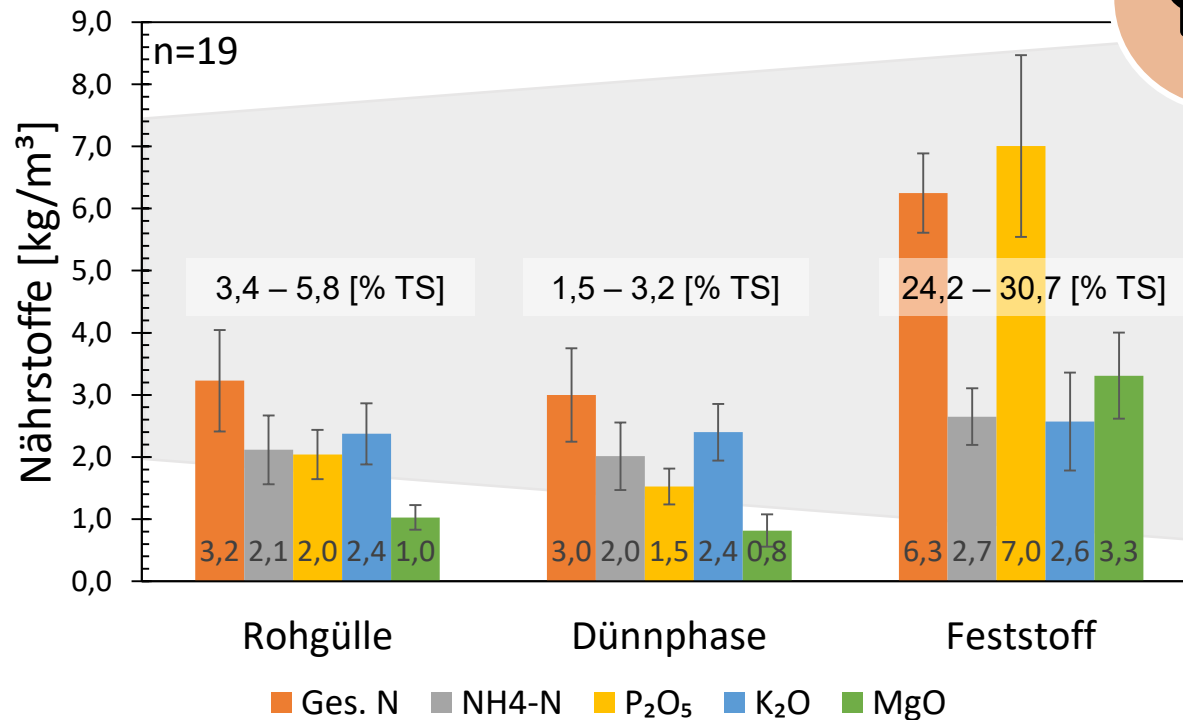
- Ausbringung mit einem Großflächenstreuer vor der Aussaat
- Einarbeitung mit der Scheibenegge



Kaskadennutzung von Wirtschaftsdüngern



Separation - Mastschweinegülle



Feststoff- abscheidung

6 - 10

9 - 19

5 - 13

18 - 35

6 - 11

FM (%)

Ges.-N (%)

NH₄-N (%)

P₂O₅ (%)

K₂O (%)

Dünnpfasen- abscheidung

90 - 94

81 - 91

87 - 95

65 - 82

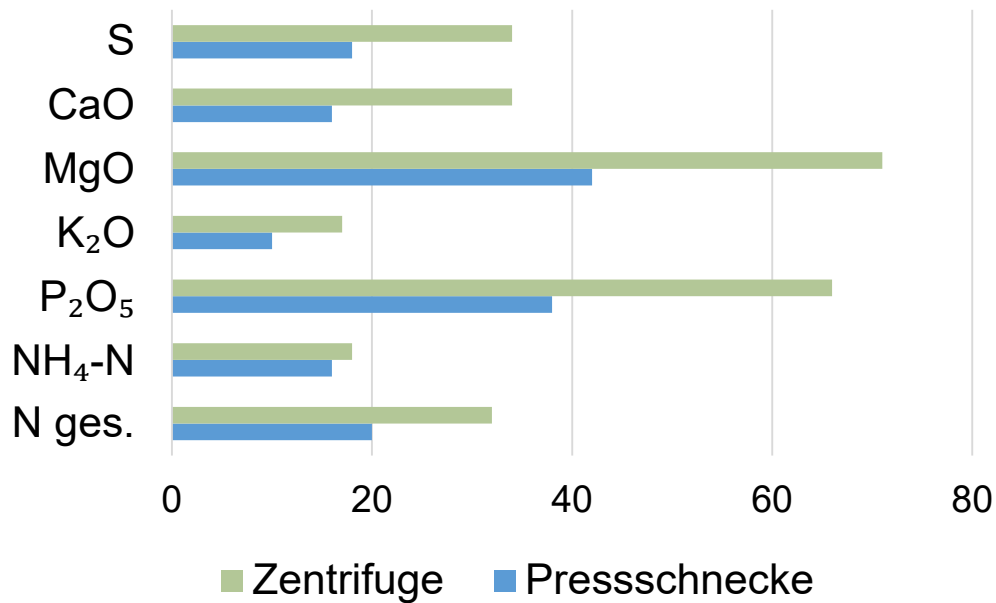
89 - 94

- ➔ Zwischen 18 – 35 % P-Abscheidung in die feste Phase
- ➔ N-Abscheidung zwischen 9 – 19 % in die feste Phase

Pressschnecke vs. Zentrifuge



**ABSCHIEDEGRADE IN DIE FESTPHASE VON GÄRREST IN %
ZENTRIFUGE VS. PRESSSCHNECKE**



Schweinegülle		Inhaltsstoffe			Abscheidegrad	
	Anteil	TS	N-Ges.	P ₂ O ₅	N-Ges.	P ₂ O ₅
	%	%	kg/t	kg/t	%	%
Rohgülle	100	6,0	4,9	3,2	-	-
Pressschnecke						
Filtrat	91,4	4,2	4,7	2,9	87	83
Feststoff	8,6	25,1	7,5	6,3	13	17
Zentrifuge						
Filtrat	86,3	2,7	4,0	0,83	71	22
Feststoff	13,7	26,8	10,5	18,1	29	78

Separationsmenge bei gleicher P-Menge in Feststoffen:

- **Pressschnecke:** ca. 5 - 6 m³

- **Zentrifuge:** 1,3 m³

Exkurs: Ist eine Effizienzsteigerung bei der Separation von Schweinegülle mittels PPS möglich?

Stationäre Separationsanlage am Standort Wehnen



Effizienzsteigerung bei der Separation von Schweinegülle mittels PPS möglich?



Sedimentation

- Steigert das Eindicken der Rohgülle und anschließende Separation der Dickgülle die Effizienz der Separation?
- Kann eine Veränderung der Nährstoffabscheidung festgestellt werden?

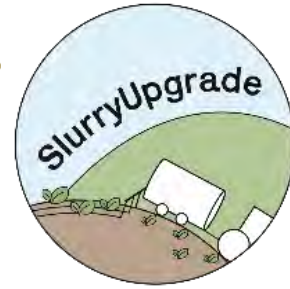
Separation

- verschiedene **Gegendruckeinstellungen** und verschiedene **TS-Gehalte** der Rohgülle
- Auswirkungen auf die Massen- und Nährstoffabscheidung?

Güllezusätze

- Applikation** von Stärkeflockungsmitteln, Eisenfällungsmitteln und Pflanzenkohle
- Auswirkungen auf die Massen- und Nährstoffabscheidung?
 - Einfluss auf das Separationsverhalten?

Effizienzsteigerung bei der Separation von Schweinegülle mittels PPS möglich?



- Fällungs- und Flockungsmittel:

- Eisen-III-Chlorid-Sulfat-Lösung
- stärkehaltiges Flockungshilfsmittel (kationische Stärke)

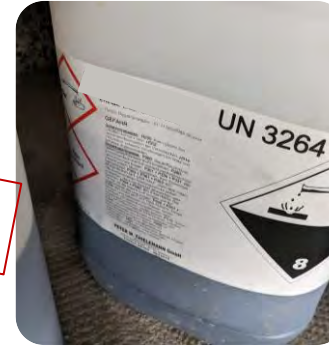
ca. 1,60 €/m³

ca. 35,00 €/m³

ca. 2,04 €/m³

- Pflanzenkohle

- Durch effektive Mikroorganismen voraktiviert
- 87 % Kohle aus unbehandeltem Holz, pflanzliche Stoffe aus der Futtermittelherstellung, Gesteinsmehl



Güllezusätze

Applikation von
Stärkeflockungsmittel,
Eisenfällungsmittel und
Pflanzenkohle

- Auswirkungen auf die Massen- und Nährstoffabscheidung?
- Einfluss auf das Separationsverhalten?

Applikation von Güllezusätzen – Eisenfällung



	Verteilung (%)		Gehalt (kg/t)
	FM	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅
Rohgülle (4,52 % TS)			2,2
Dünnphase (2,36 % TS)	91	71	1,7
Feststoff (26,9 % TS)	9	28	7
Rohgülle + Mittel (4,35 % TS)			2,1
Dünnphase + Mittel (2,64 % TS)	94	75	1,7
Feststoff + Mittel (30,7 % TS)	6	25	7,6



Rohgülle + Eisenfällungsmittel

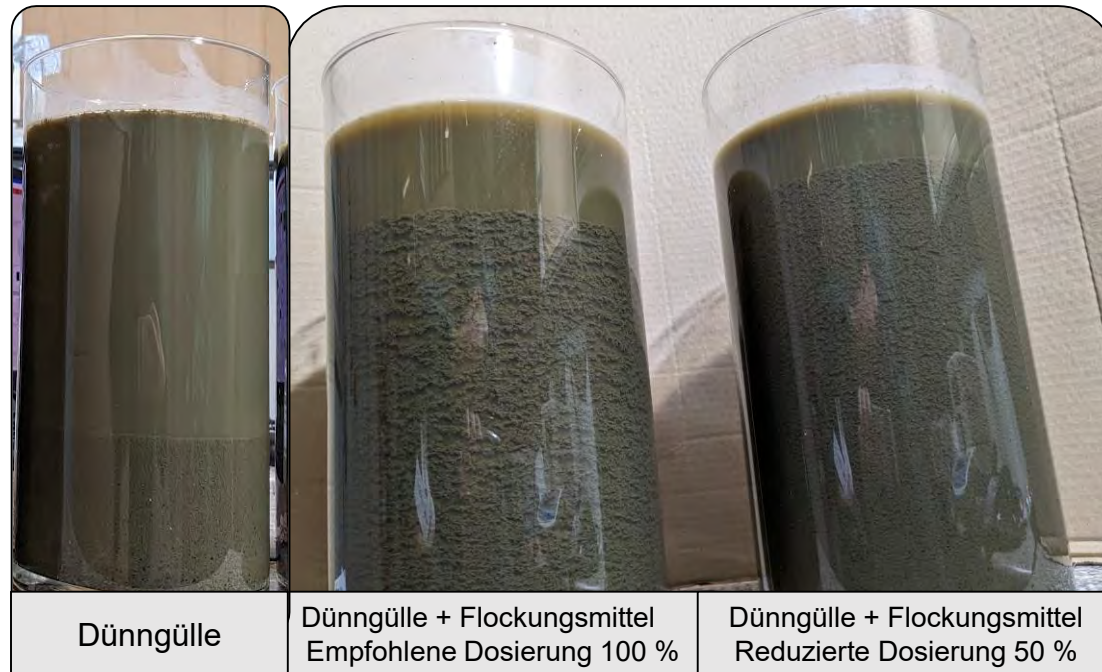
Ergebnisse Hauptversuch:

- Höherer P₂O₅ Gehalt in Festphase mit Mittel
- Jedoch geringere Mengenabscheidung, da insgesamt weniger Feststoffe abgeschieden wurden
- Bei Abpressung Rohgülle sämiger und zäher

Leichte Reduktion der TM und des P₂O₅ in Überstand mit Eisenfällungsmittel



P₂O₅-Anreicherung in Feststoffen?



Flockenbildung durch Zugabe
der kationischen Stärke



Allerdings sehr feine Flocken

Ergebnisse Hauptversuch:

- Einsatz in Rohgülle: Tendenziell Erhöhung von Ges.-N, P_2O_5 und CaO in den Feststoffen (sehr geringes Niveau)
- Flockungsmittel in Dünngülle mit Rückführung in Rohgülle keine eindeutigen Effekte auf Nährstoffgehalte in Feststoffen

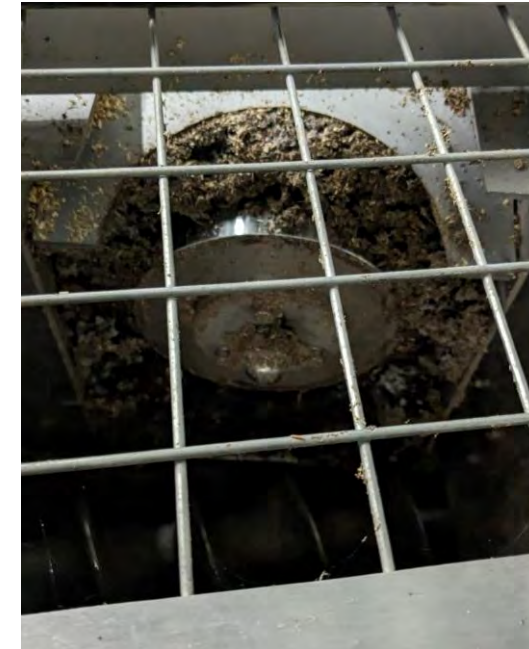
Applikation von Güllezusätzen – Pflanzenkohle



Abmessen der Aufwandmenge
(6 Liter Pflanzenkohle/m³ Gülle)



Zugabe der Pflanzenkohle
entsprechend der empfohlenen
Aufwandmenge zur Rohgülle

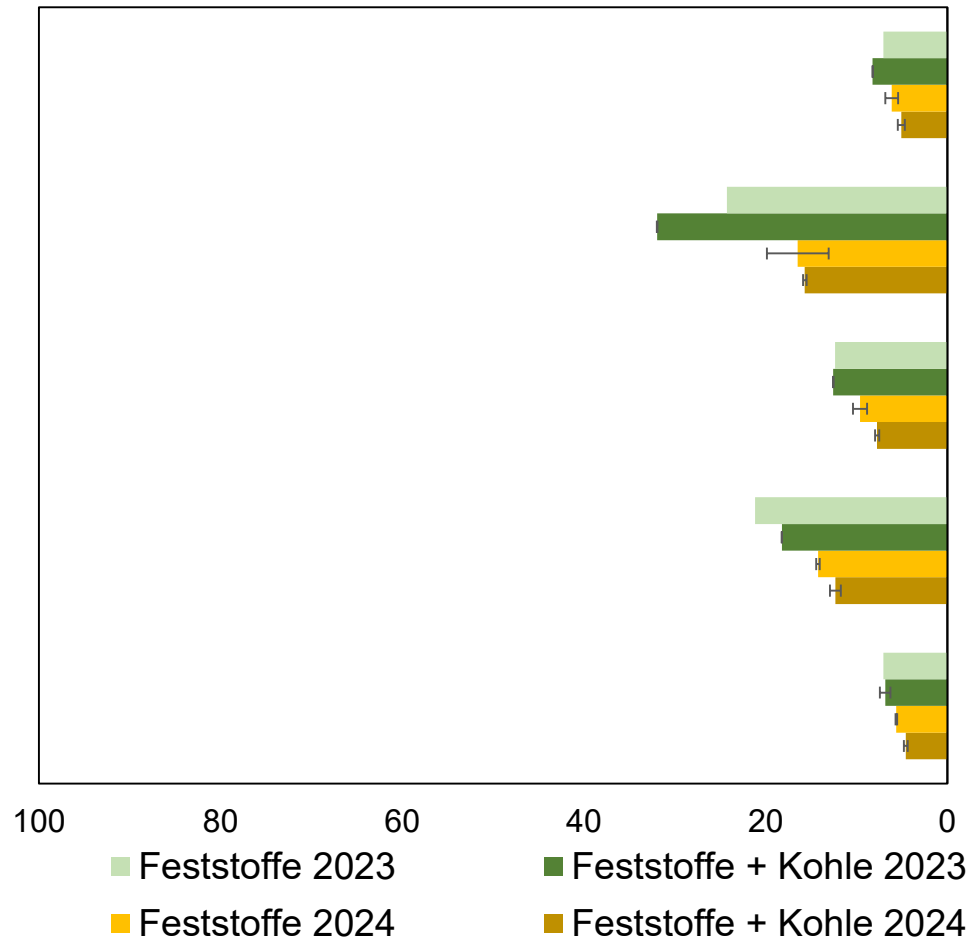


Separation nach 3 bzw. 5-wöchiger
Einwirkzeit im Rohgülletank

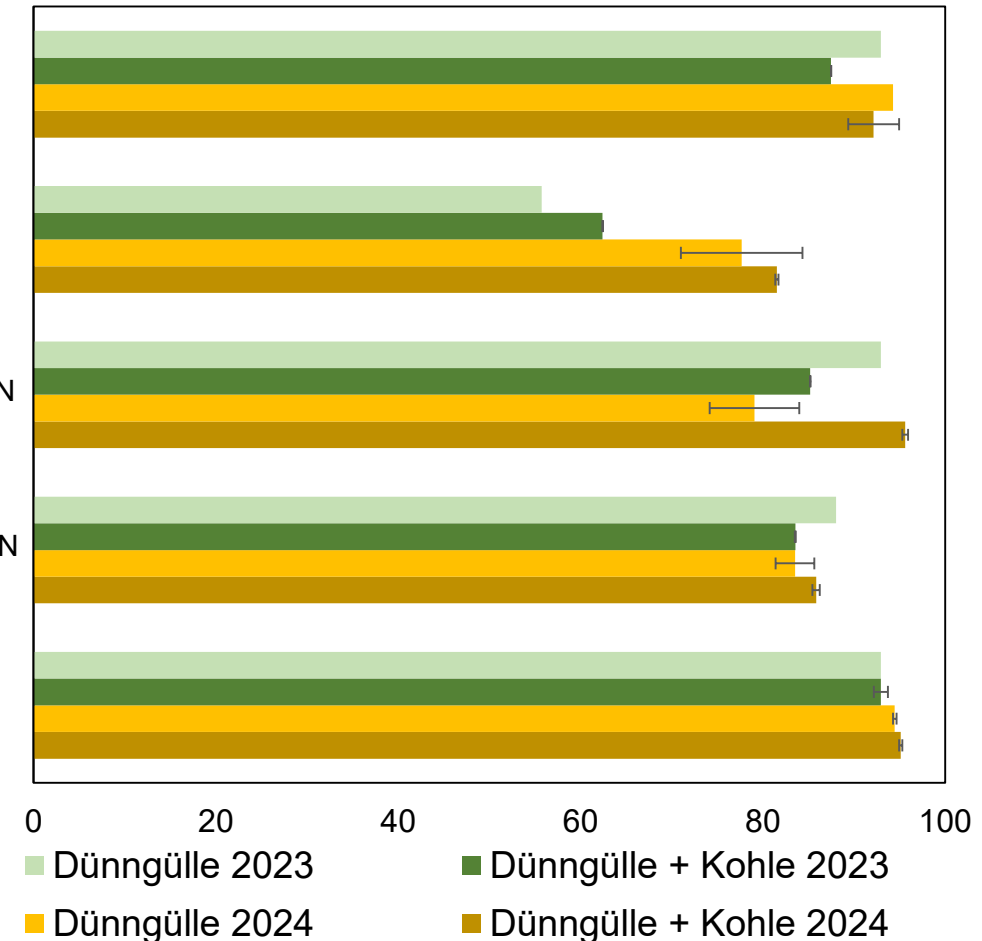
Applikation von Güllezusätzen – Pflanzenkohle



Abscheidegrad Festphase



Abscheidegrad Dünnpfase



Exkurs: Effizienzsteigerung bei der Separation von Schweinegülle mittels PPS?



Separation

- Nährstoffabscheidegrad ist überwiegend abhängig vom TS-Gehalt der Rohgülle
- Einstellungen am Separator haben geringeren Einfluss

Sedimentation

- Verringert die Separationsmenge
- Spart Zeit
- Wirtschaftlichkeit muss betriebsindividuell bewertet werden

Güllezusätze

- zeigen zum Teil geringe Effekte
- Natürliche Schwankungen?

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



**Besuchen Sie uns
auf unserem Social Media Kanal und auf unserer Webseite.**



mudslurryupgrade



PRAXISLEITFADEN



www.slurryupgrade.de



Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Projektträger



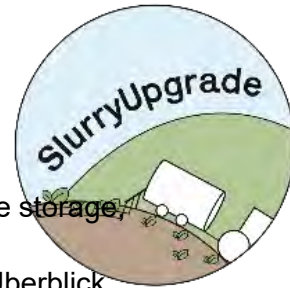
Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Weitere Infos zum Nachlesen

09.12.2024

31



- Amon, B.; Amon, T.; Boxberger, J.; Alt, Ch. (2001): Emission of NH₃, N₂O and CH₄ from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Vol. 60; P. 103-113.
- Anderl M., Gangl M., Haider S., Poupa S., Purzner M., Schieder W., Titz M., Tista M., Stranner G., Zechmeister A. (2017) Emissionstrends 1990 – 2015. Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2017). Report 0625. Umweltbundesamt Wien. ISBN 978-3-99004-440-7
- Brauckmann H.-J. (2014) aus Warnecke et al. (2009): Nährstoffgehalte und Biogaserträge separierter Gülle. Universität Osnabrück, Forschungsstelle Nachhaltige Biogaserzeugung.
- Eberstedter, F., Lichti F., (2016): Emissionen separiert fester Biogasgärreste, Emissionen separiert fester Biogasgärreste - LfL (bayern.de), zuletzt aufgerufen am 06.06.2024
- Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe nach UBA, DBFZ (2022): Entwicklung der THG-Vermeidung und Stromerzeugung durch Güllevergärung, Wirtschaftsdüngervergärung (fnr.de), zuletzt aufgerufen am 06.06.2024.
- Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) (2010): Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, Heft 88.
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2024): Nährstoffbericht für Niedersachsen 2022/2023.
- Pöllinger, A. (2018): Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft-Quellen und Minderungsmöglichkeiten. In: 6. *Umweltökologisches Symposium*. S. 27-30, ISBN: 978-3-902849-53-3
- Rincke S., Grobe, M., Wilken, V., Wulf, S. (2023): Aufbereitung von Gärrest und Gülle zur Optimierung des Nährstoffmanagements in Überschussregionen. FNR/KTBL-Kongress, Biogas in der Landwirtschaft, Bonn.
- Scholwin F., Grope, J., Clinkscales, A. et al. (2019): Aktuelle Entwicklung und Perspektiven der Biogasproduktion aus Bioabfall und Gülle, Umweltbundesamt (41/2019). Aktuelle Entwicklung und Perspektiven der Biogasproduktion aus Bioabfall und Gülle (umweltbundesamt.de), zuletzt aufgerufen am 06.06.2024.
- Umweltbundesamt (2024): Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2022 (Stand 03/2024), für 2023 vorläufige Daten (Stand 15.03.2024). Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen | Umweltbundesamt, zuletzt aufgerufen am 06.06.2024
- Umweltbundesamt (2019): [2019-10-28 texte 131-2019 stickstofflaeichenbilanz.pdf](#)