

# Umsetzung regionaler Nährstoffkonzepte bei der Wirtschaftsdüngereraufbereitung

BZL-Seminar, 09. September 2024

Projektpartner:



Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

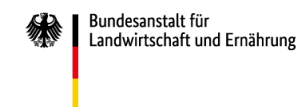


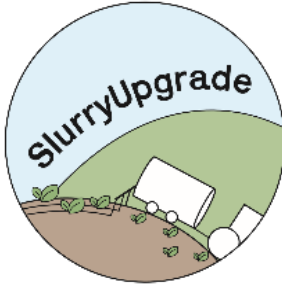
Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projekträger



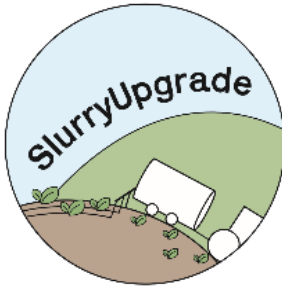


---

# Separation

# Beweggründe für die Separation

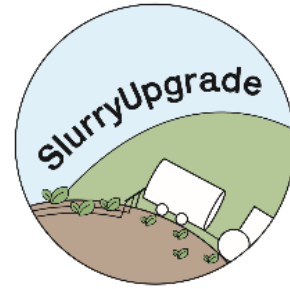
---



Quelle: eigene Abbildung

# Beweggründe für die Separation

---

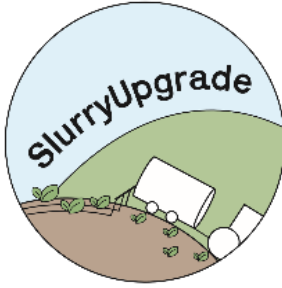


- Lagerkapazität
- Nährstoffabfuhr
- Substitution von Mais in Biogasanlagen
- Gezielter Nutzen der Nähstoffe
  - Flüssige Phase in den Bestand
  - Feste Phase direkt einarbeiten



Quelle: eigene Abbildung

# Technik zur Fest-Flüssig-Trennung



Quelle: eigene Abbildung

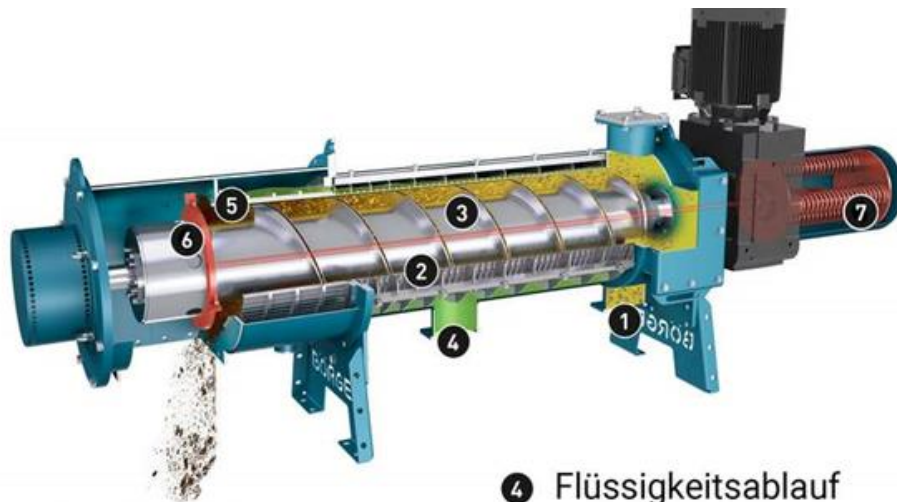
Pressschneckenseparator



Quelle: eigene Abbildung

Dekanterzentrifuge

# Separation mit Pressschnecken Separator

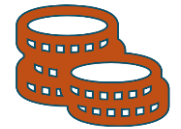


- ❶ Eintrittsöffnung
- ❷ Spaltsieb
- ❸ Förderschnecke

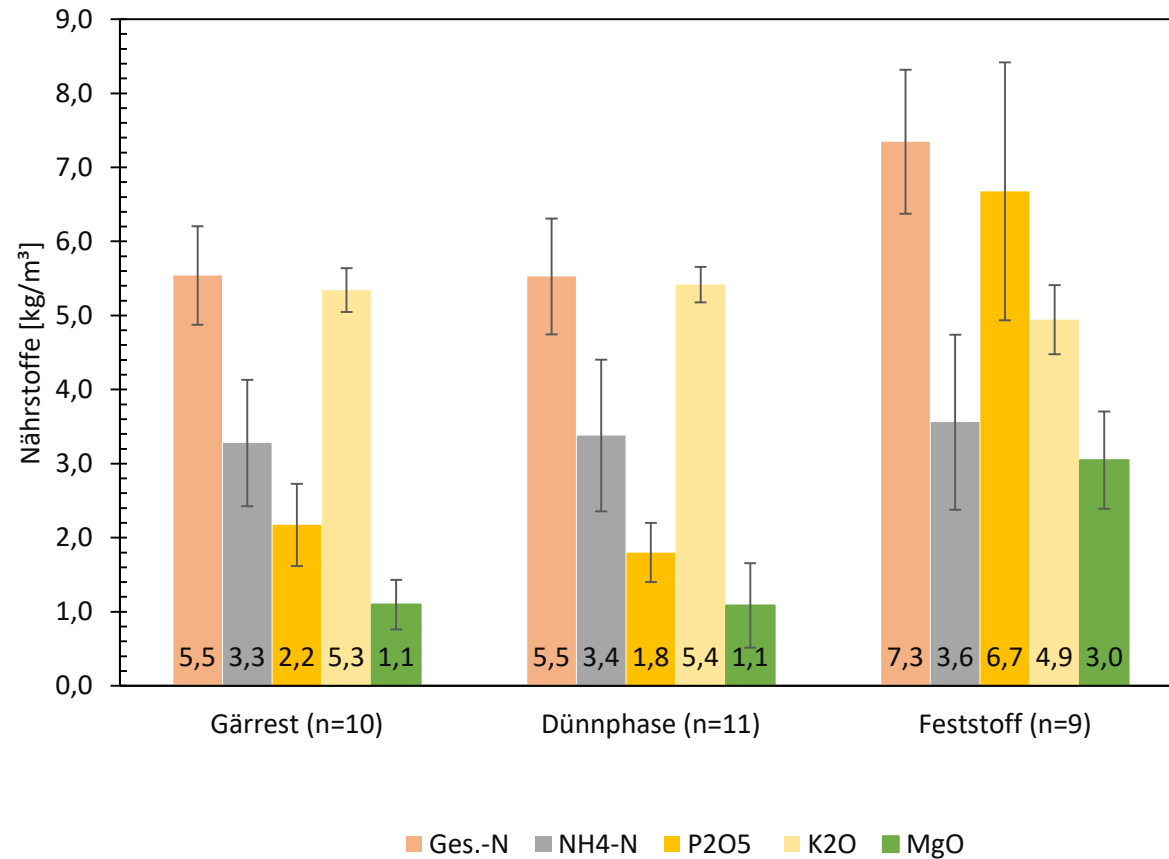
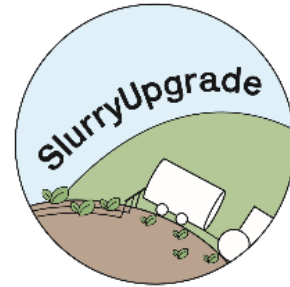
- ❹ Flüssigkeitsablauf
- ❺ Presskanal
- ❻ Verschlusscheibe
- ❼ Stelleinheit

Quelle: Börger, o.J.

- Druckfiltration: Siebung/Pressung
- Kosten: 2-5 €/m<sup>3</sup>
- Am besten geeignet für Rindergüllen und Gärsubstrat
- Hauptsächlich Reduzierung des Trockensubstanzgehaltes



# Separation - Gärprodukt



## Feststoff- abscheidung

10

FM (%)

13

Ges.-N (%)

8

NH<sub>4</sub>-N (%)

24

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)

10

K<sub>2</sub>O (%)

## Dünnpfasen- abscheidung

90

87

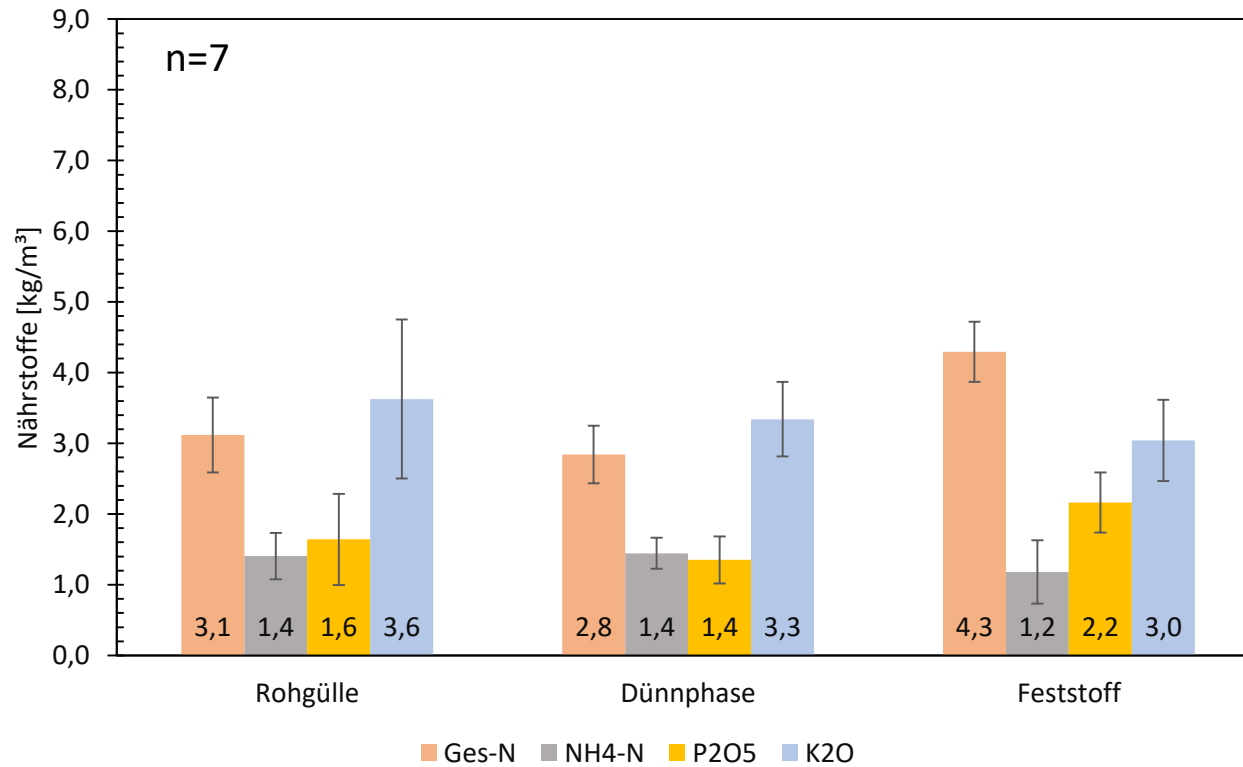
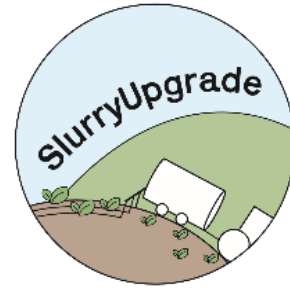
92

76

90

(Quelle: Brauckmann 2009)

# Separation - Rindergülle



## Feststoff- abscheidung

18

FM (%)

82

24

Ges.-N (%)

76

14

NH<sub>4</sub>-N (%)

86

22

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)

78

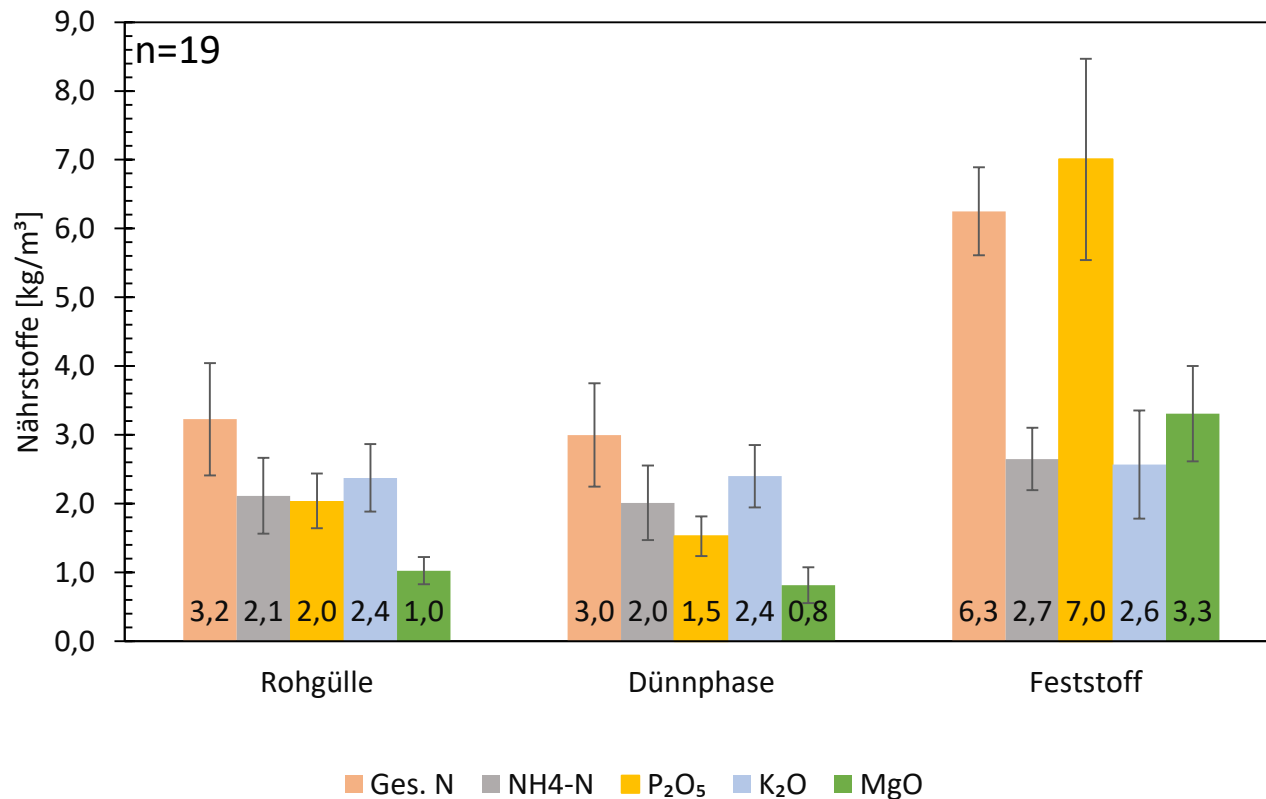
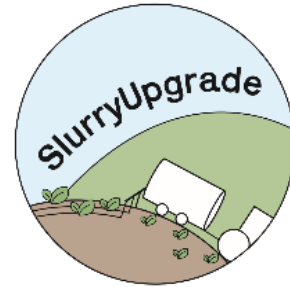
16

K<sub>2</sub>O (%)

84

(Quelle: Brauckmann 2014)

# Separation - Mastschweinegülle



## Feststoff- abscheidung

6 - 10

FM (%)

9 - 19

Ges.-N (%)

5 - 13

NH<sub>4</sub>-N (%)

18 - 35

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)

6 - 11

K<sub>2</sub>O (%)

## Dünnpfasen- abscheidung

90 - 94

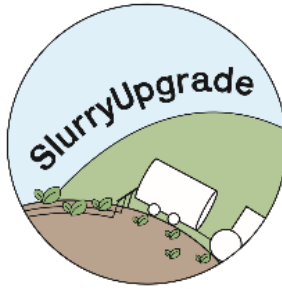
81 - 91

87 - 95

65 - 82

89 - 94

(Quelle : Brauckmann 2014)

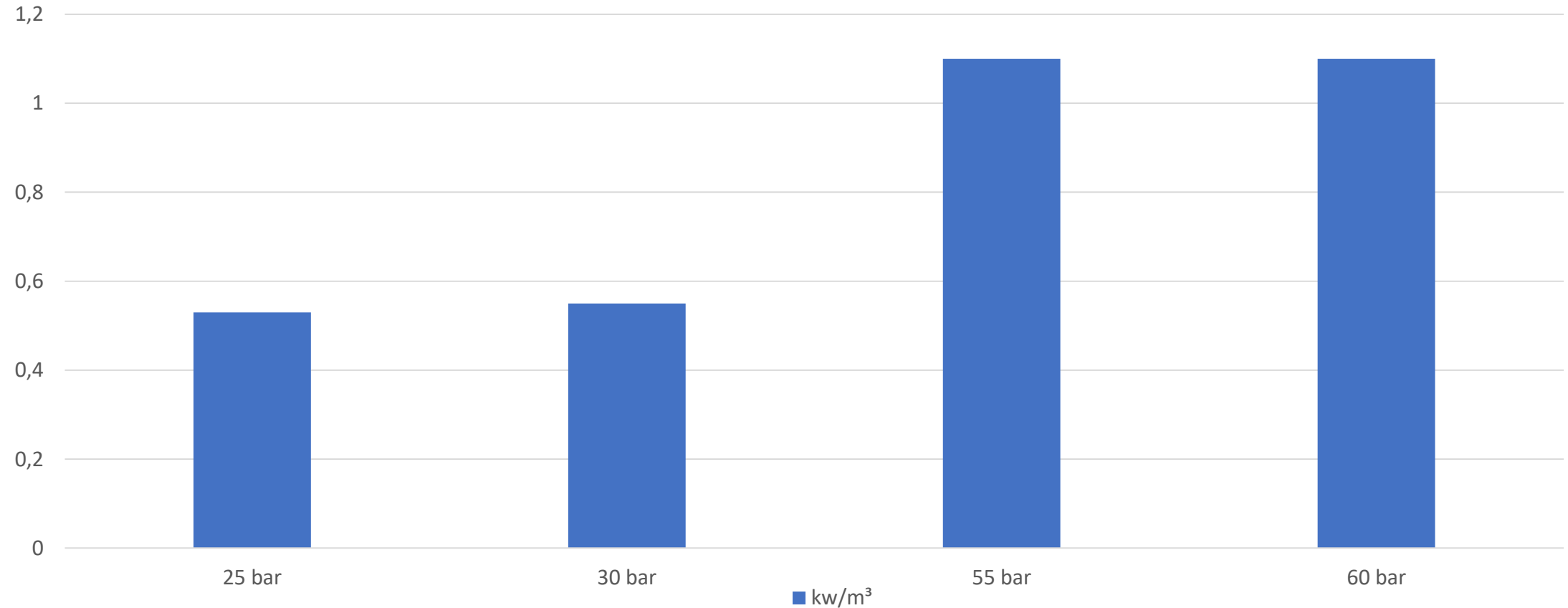


- Nährstoffabscheidegrad ist abhängig vom TS-Gehalt der Rohgülle
- Zwischen 18 – 35 % P-Abscheidung in die feste Phase
- N-Abscheidung zwischen 9 – 19 % in die feste Phase

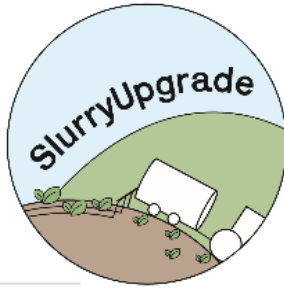
# Energieverbräuche mobile Separation



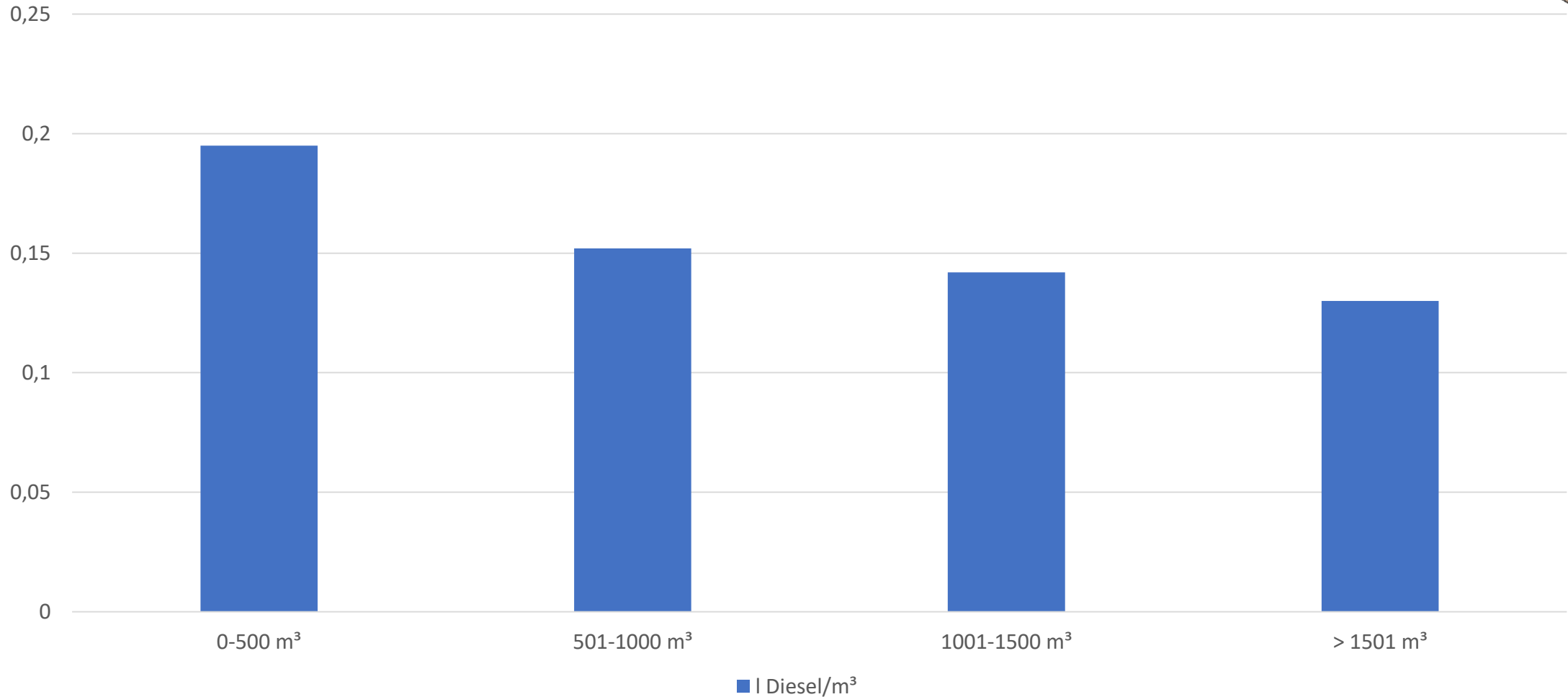
Energieverbrauch je cbm bei unterschiedlichen Drücken (eigene Darstellung)



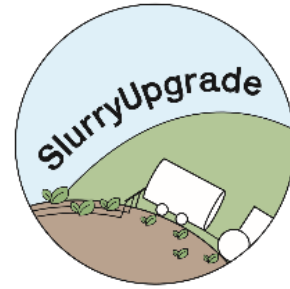
# Energieverbräuche mobile Separation



Dieserverbrauch je cbm bei unterschiedlichen Separationsmengen (eigene Darstellung)



# Nutzung der flüssigen Phase



Homogener und schnelle Infiltration in den Boden

Höhere Nährstoffverfügbarkeit und geringere Verluste

Minderung der Emissionen:  
Geringere Methan- und Ammoniakemissionen

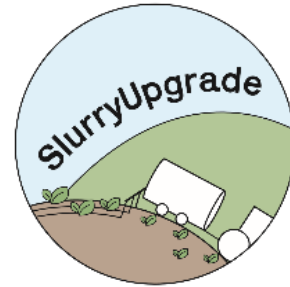
Dünne Phase

Gärrest



Quelle: eigene Abbildung

# Nutzung der festen Phase



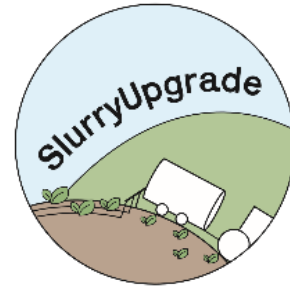
Quelle: eigene Abbildung



Quelle: eigene Abbildung

- Auch in der festen Phase noch erhebliche Anteile an Ammoniumstickstoff (lediglich P-Akkumulation fester Phase)
- **hohe pH-Werte und Selbsterhitzung!!!**
  - bereits im Lager an der Oberfläche und während Umlagerungs- und Transportprozessen finden Verluste statt
- **Feststoffe möglichst nur kurzzeitig lagern oder (verdichten und) abdecken**

# Nutzung der festen Phase



Feste Phase  
nährstoff- und  
energiereich

P- und  
Humusdünger  
Export in  
Ackerbauregion

## P-Düngesaldo auf Landesebene

Phosphataufbringung mit organischen Düngern:  
**137.363 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

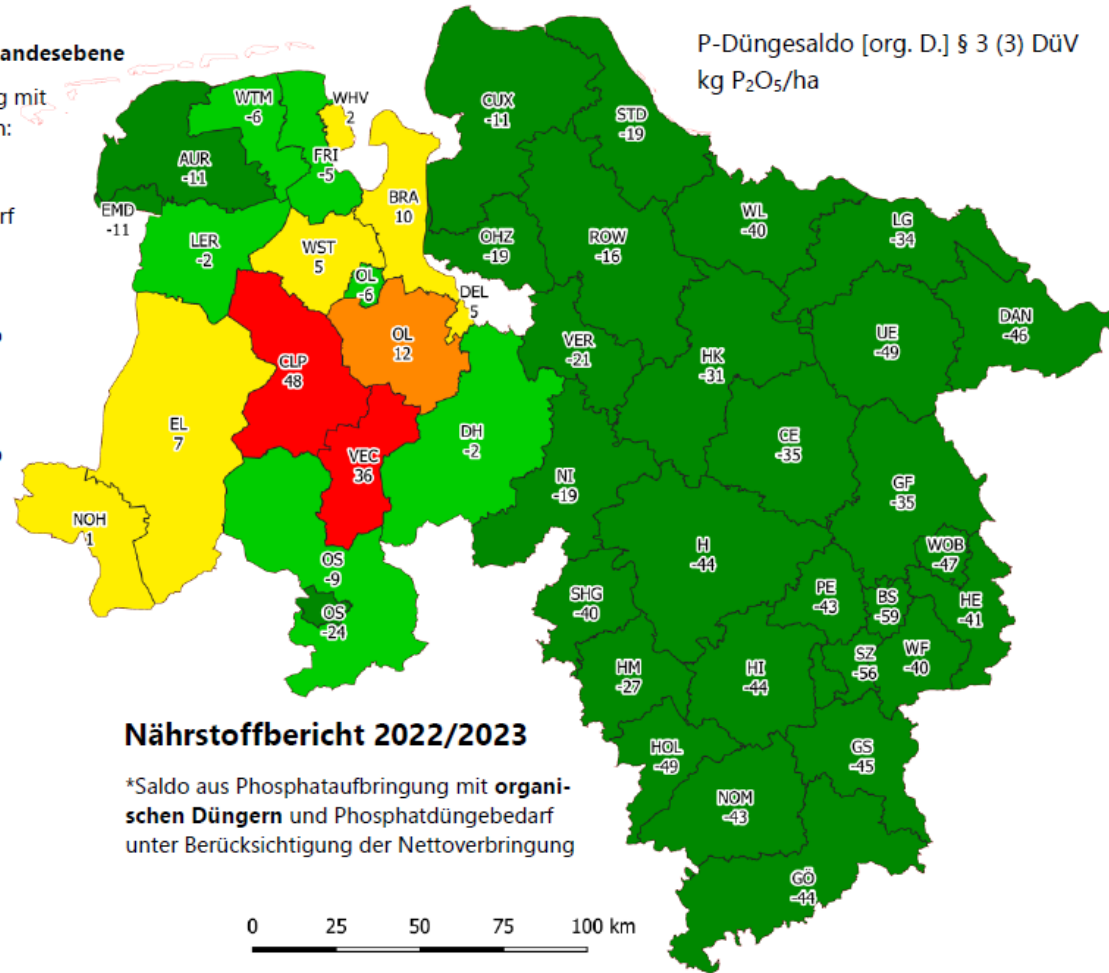
Phosphatdüngbedarf nach § 4 DüV:  
**181.026 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Phosphatdüngesaldo auf Landesebene:  
**-43.663 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

P-Düngung oberhalb des P-Düngbedarfes (siehe Farbgebung):  
**9.664 t P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

P-Düngesaldo [org. D.] § 3 (3) DüV 2020  
kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha

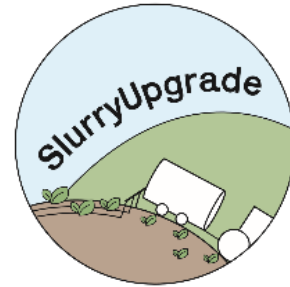
- <-10
- 10 - 0
- 0 - 10
- 10 - 20
- >20



P-Düngesaldo [org. D.] § 3 (3) DüV  
kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha




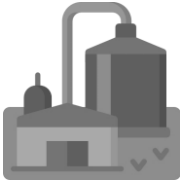
Quelle: Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2024)

# Nutzung der festen Phase



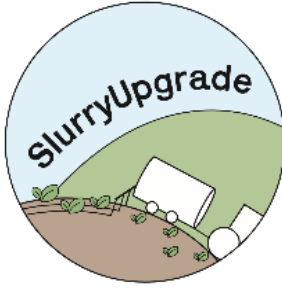
Nutzung in Biogasanlagen  
(1 t Feststoffe können ca. 0,3 t Mais ersetzen)

Kulturen mit langen Wachstumszyklen  
(Mais, Zuckerrübe)

		TM [%]	CH <sub>4</sub> [%]	Methanertrag [m <sup>3</sup> /t FM]	
	Maissilage	<b>33,0</b>	<b>52</b>	<b>97</b>	
	Gülle	<b>8,5</b>	<b>55</b>	<b>11</b>	
	Feststoffe	<b>20,1</b>	<b>53</b>	<b>25 – 38</b>	
	Gülle	<b>6,0</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	
	Feststoffe	<b>25,7</b>	<b>52</b>	<b>32 – 48</b>	



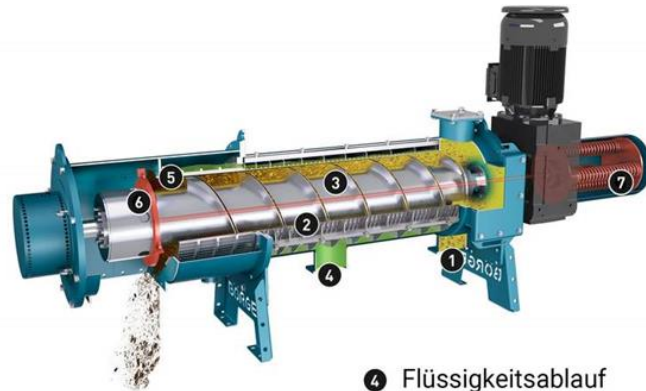
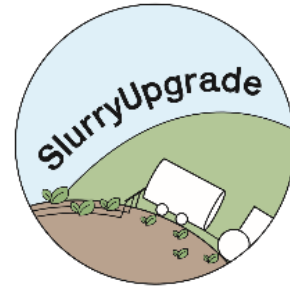
Quelle: eigene Abbildung



---

# Vergleich Pressschnecke vs. Zentrifuge

# Separation vs. Zentrifuge

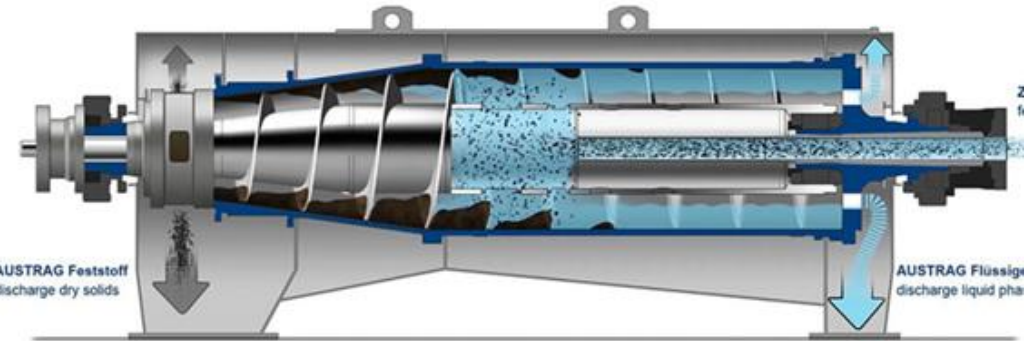


- 1 Eintrittsöffnung
- 2 Spaltsieb
- 3 Förderschnecke

- 4 Flüssigkeitsablauf
- 5 Presskanal
- 6 Verschlusscheibe
- 7 Stelleinheit

Quelle: Börger, o.J.

## Pressschnecke



AUSTRAG Feststoff  
discharge dry solids

AUSTRAG Flüssig  
discharge liquid phase

Quelle: FlottwegSE, o.J

## Dekanterzentrifuge

- Druckfiltration: Siebung/Pressung
- Kosten: 2-5 €/m<sup>3</sup>
- Am besten geeignet für Rindergüllen und Gärsubstrat
- Aktuell am häufigsten zu finden
- Hauptsächlich Reduzierung des Trockensubstanzgehaltes

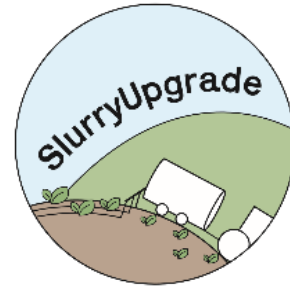
- Zentrifugalkraft: Fliehkraft/Sedimentation
- Kosten: 7-18 €/m<sup>3</sup> (Kostenintensives Verfahren)
- Am besten geeignet für die Separation von dünner Schweinegülle
- Hoher Phosphor-Abscheidegrad (bis 80 % in feste Phase)



09.09.2024

18

# Separation vs. Zentrifuge

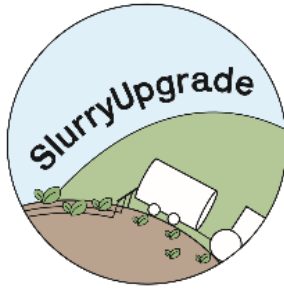


Um die **gleiche P-Menge** in den Feststoffen zu erreichen, die mit 1 t Schweinegülle (6 % TS) abgegeben wird, müssen mit der:

- **Pressschnecke** ca. 5 - 6 m<sup>3</sup> / **Zentrifuge** jedoch nur ca. 1,3 m<sup>3</sup> Gülle separiert werden

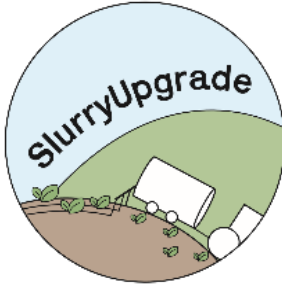
Schweinegülle	Inhaltsstoffe				Abscheidegrad	
	Anteil	TS	N-Ges.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N-Ges.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	%	%	kg/t	kg/t	%	%
Rohgülle	100	6,0	4,9	3,2	-	-
<b>Pressschnecke</b>						
Filtrat	91,4	4,2	4,7	2,9	87	83
Feststoff	<b>8,6</b>	25,1	7,5	<b>6,3</b>	<b>13</b>	<b>17</b>
<b>Zentrifuge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

(Quelle: Technow, 2023)



Um die **gleiche P-Menge** in den Feststoffen zu erreichen, die mit 1 t Schweinegülle (6 % TS) abgegeben wird, müssen mit der:

- **Pressschnecke** ca. 5 - 6 m<sup>3</sup> / **Zentrifuge** jedoch nur ca. 1,3 m<sup>3</sup> Gülle separiert werden



---

# Zusätze für den flüssigen Wirtschaftsdünger

- Fällungs- und Flockungsmittel:
  - Eisen-III-Chlorid-Sulfat-Lösung
  - stärkehaltiges Flockungshilfsmittel (kationische Stärke)
- Pflanzenkohle
  - Durch effektive Mikroorganismen voraktiviert
  - 87 % Kohle aus unbehandeltem Holz, pflanzliche Stoffe aus der Futtermittelherstellung, Gesteinsmehl

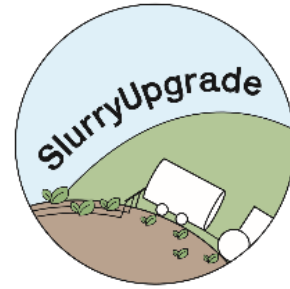
ca. 1,60 €/m<sup>3</sup>

ca. 35,00 €/m<sup>3</sup>

ca. 2,04 €/m<sup>3</sup>



# Effizienzsteigerung durch Güllezusätze?



## Applikation Güllezusätze

**Applikation** von  
Stärkeflockungsmittel,  
Eisenfällungsmittel und  
Pflanzenkohle

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

## Vorversuch

Glaszylinder mit  
verschiedenen Zusätzen

Zugabe zur Rohgülle und  
Dünngülle

Zwei verschiedene  
Aufwandmengen

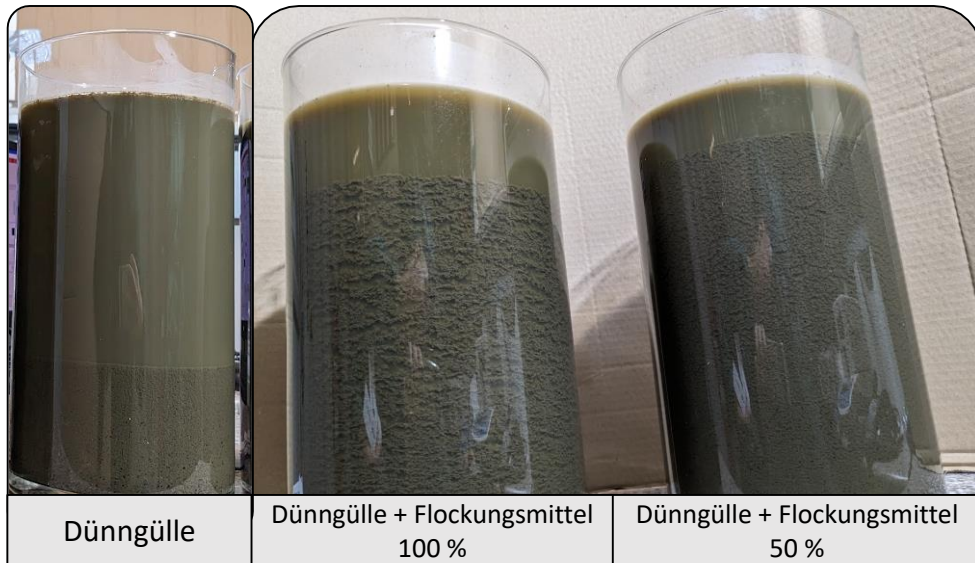
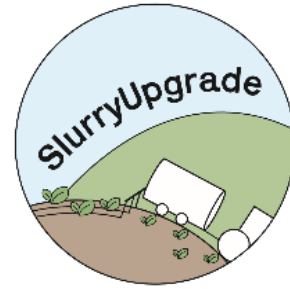
## Hauptversuch

Teilseparation ohne Zusatzmittel für  
Vergleichsdaten

Zugabe der Zusatzmittel entsprechend  
der empfohlenen Aufwandmenge zur  
Rohgülle

Start Separation und Probennahme

# Applikation von Güllezusätzen – Vorversuche



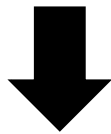
Dünngülle

Dünngülle + Flockungsmittel  
100 %

Dünngülle + Flockungsmittel  
50 %

Quelle: eigene Abbildung

Flockenbildung durch Zugabe der  
kationischen Stärke



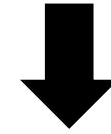
Allerdings sehr feine Flocken



Rohgülle + Eisenfällungsmittel

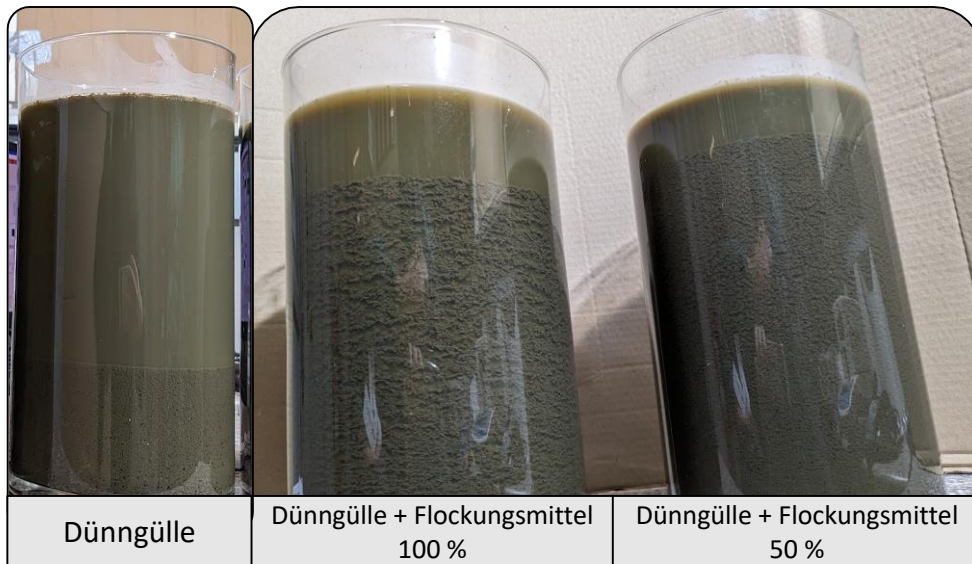
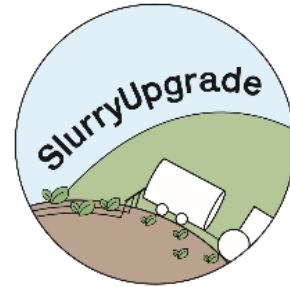
Quelle: eigene Abbildung

Leichte Reduktion der TM und des  $P_2O_5$   
mit Eisenfällungsmittel

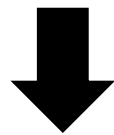


$P_2O_5$ -Anreicherung in Feststoffen?

# Applikation von Güllezusätzen – Vorversuche



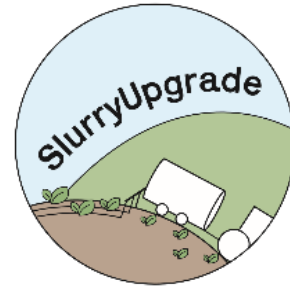
Flockenbildung durch Zugabe der kationischen Stärke



Allerdings sehr feine Flocken

- 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 – Vorversuche



	Verteilung (%)		Gehalt (kg/m <sup>3</sup> bzw. kg/t)
	FM	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Rohgülle (4,52 % TS)			<b>2,2</b>
Dünnphase (2,36 % TS)	91	<b>71</b>	<b>1,7</b>
Feststoff (26,9 % TS)	9	<b>28</b>	<b>7</b>
Rohgülle + Mittel (4,35 % TS)			<b>2,1</b>
Dünnphase + Mittel (2,64 % TS)	94	<b>75</b>	<b>1,7</b>
Feststoff + Mittel (30,7 % TS)	6	<b>25</b>	<b>7,6</b>

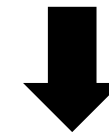


Rohgülle + Eisenfällungsmittel

Quelle: eigene Abbildung

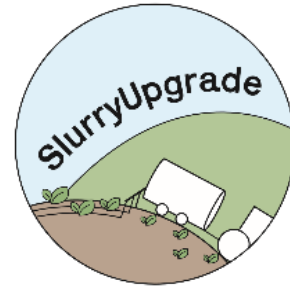
- Höherer P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Gehalt in Festphase mit Mittel
- Jedoch geringere Mengenabscheidung, da insgesamt weniger Feststoffe abgeschieden wurden
- Bei Abpressung Rohgülle sämiger und zäher

Leichte Reduktion der TM und des P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mit Eisenfällungsmittel



P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Anreicherung in Feststoffen?

# Applikation von Güllezusätzen – Vorversuche



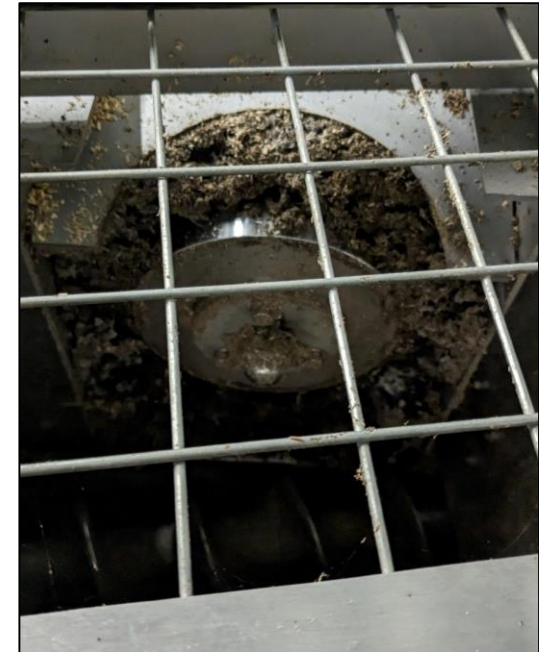
Quelle: eigene Abbildung

Abmessen der Aufwandmenge  
(6 Liter Pflanzenkohle/m<sup>3</sup> Gülle)



Quelle: eigene Abbildung

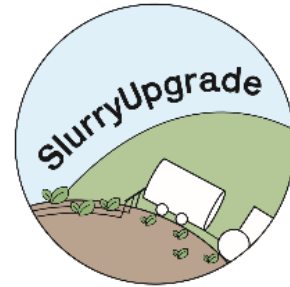
Zugabe der Pflanzenkohle  
entsprechend der empfohlenen  
Aufwandmenge zur Rohgülle



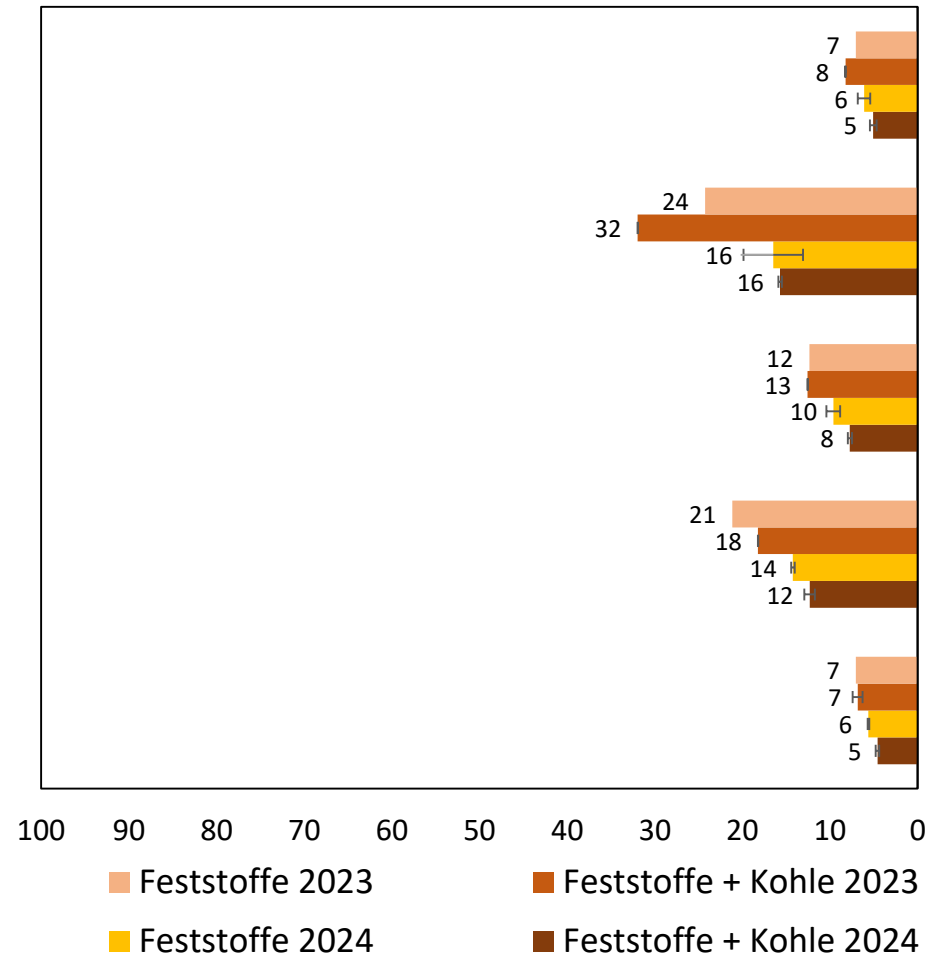
Quelle: eigene Abbildung

Separation nach 3 bzw. 5-wöchiger  
Einwirkzeit im Rohgülletank

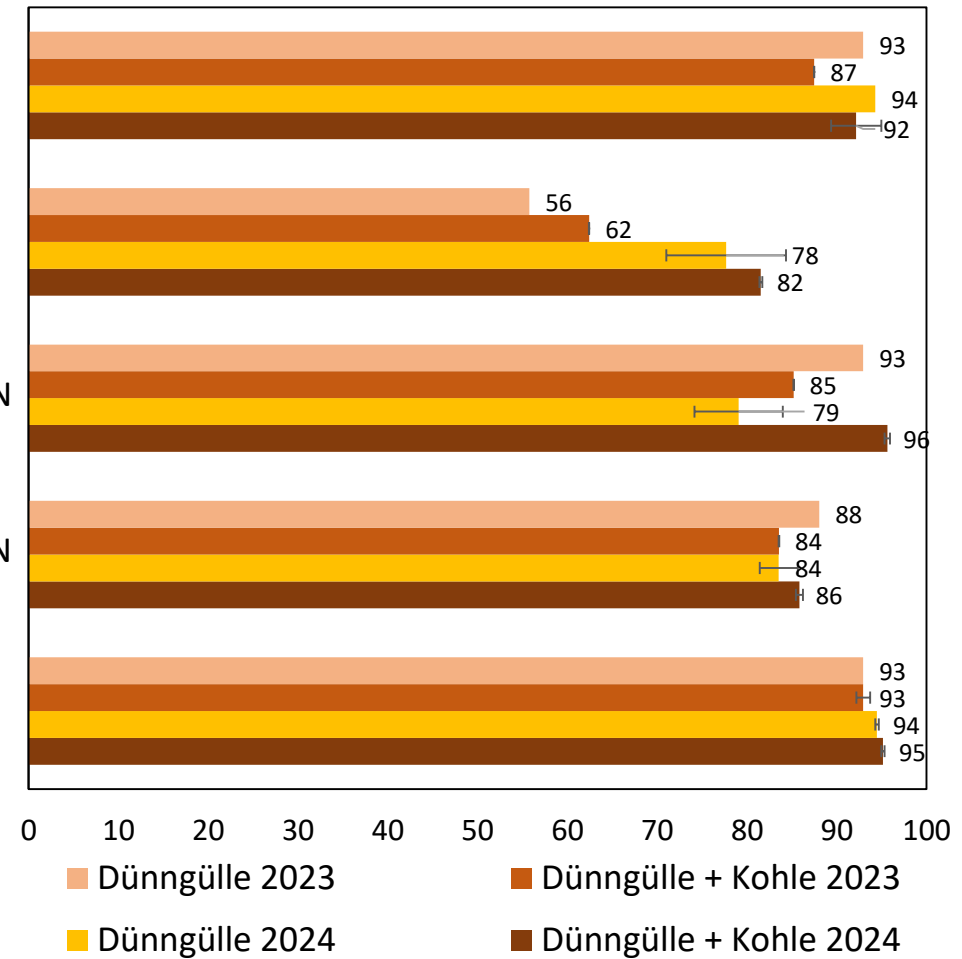
# Pflanzenkohle



## Abscheidegrad Festphase

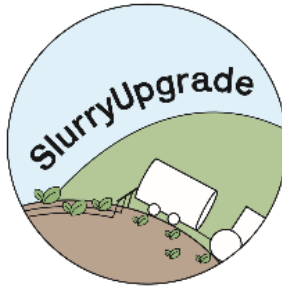


## Abscheidegrad Dünnpfase



Quelle: eigene Abbildung

# Applikation Güllezusätze - Zusammenfassung



Bisher 3 verschiedene Zusatzmittel getestet

Eisenfällungsmittel

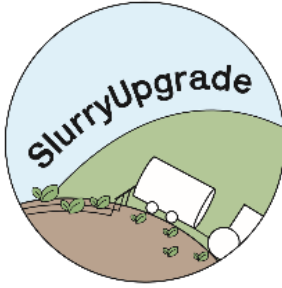
Biologische Stärke

Pflanzenkohle

Jedoch alles auf sehr geringem Niveau!  
(Natürliche Schwankungen?)

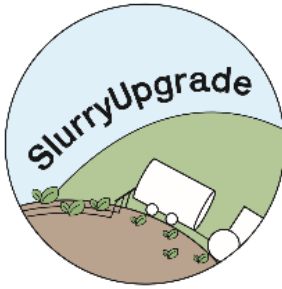
Eine Veränderung der  
Nährstoffabscheidung bei  
einer Separation mit einem  
Pressschneckenseparator  
bisher nicht nachweisbar

Wiederholung dieser Versuche notwendig, um abgesicherte Aussage treffen zu können



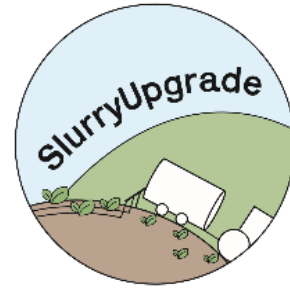
---

# Fazit und Ausblick

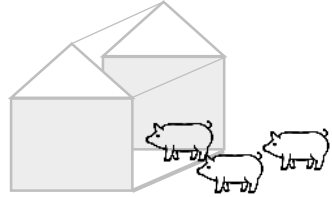


- **Beweggründe** für die Separierung (N-/P-Abgabe, Änderung der rheologischen Eigenschaften der Gülle, ...) entscheiden über die Technik
- Separierung verändert die **N-Verfügbarkeit** deutlich (MDÄ: festen Phase ↘, flüssigen Phase ↗)
- Dünnphase bietet pflanzenbauliche Vorteile (schnelle Infiltration, Emissionsminderung bei der Ausbringung, homogene Gülle)
- **Feste Phase** sollte nur kurzzeitig gelagert werden (N-Verlustrisiko)
  - Verwertung in der Biogasanlage, Ausbringung als P- und Humusdünger zu Ackerkulturen
- Separierung ist ein erster schritt und ermöglicht weitere Aufbereitungsverfahren
- Durch die Aufbereitung ändern sich die Eigenschaften des Wirtschaftsdüngers
- Zusatzstoffe und Flockungsmittel zeigen in unseren Versuchen keine signifikanten Unterschiede bei der Separation

# Weitere Möglichkeiten der Wirtschaftsdüngerbereitung



Abgabe von Nährstoffen (N, P)



Gülle →

Separierung

Flüssige Phase →



**Dünnphase** bietet (pflanzenbauliche) Vorteile: homogener und schnelle Infiltration in den Boden

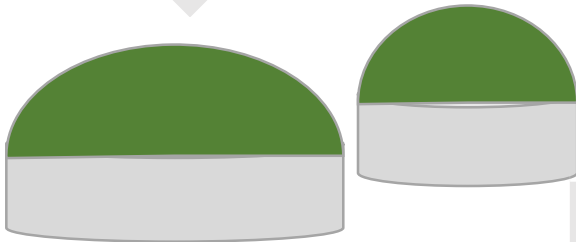
Ackerbauregion



Aufbereitung

Gärrest

Feste Phase ↓

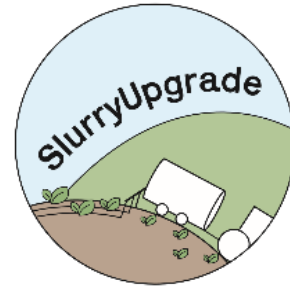


Biogasanlage

Strom  
Wärme

Quelle: eigene Darstellung

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Quelle: eigene Abbildung

Weitere Informationen:



[www.slurryupgrade.de](http://www.slurryupgrade.de)



[MuDSlurryUpgrade](https://www.youtube.com/MuDSlurryUpgrade)

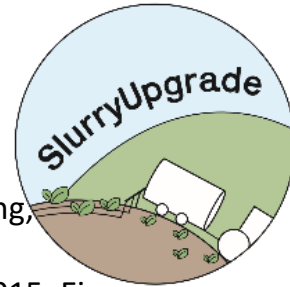


[mudslurryupgrade](https://www.instagram.com/mudslurryupgrade)

09.09.2024

33

# Literaturverzeichnis



Amon, B.; Amon, T.; Boxberger, J.; Alt, Ch. (2001): Emission of NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> 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.

Ebersteder, F., Lichti F., (2016): Emissionen separiert fester Biogasgärreste, [Emissionen separiert fester Biogasgärreste - LfL \(bayern.de\)](https://www.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 \(fnr.de\)](https://www.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 \(umweltbundesamt.de\)](https://www.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](https://www.umweltbundesamt.de), zuletzt aufgerufen am 06.06.2024

Umweltbundesamt (2024):