

Praxisleitfaden MuD SlurryUpgrade

Umsetzung regionaler Nährstoffkonzepte bei der Gülleaufbereitung



Modell- und Demonstrationsvorhaben (MuD) SlurryUpgrade

Umsetzung regionaler Nährstoffkonzepte bei der Gülleaufbereitung

(Förderkennzeichen: 2820ABS300)

Impressum

Herausgeber:

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Landwirtschaftskammer Niedersachsen¹

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen²

FuE-Zentrum der Fachhochschule Kiel GmbH³

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern⁴

Redaktionsteam: S. Volkmer, C. Meyer¹, S. Höcherl, I. Bull⁴, S. Korte², R. Kissel, D. Wieck³, S. Staupe³, H. Drücker¹,
D. Werner², Y. Reckleben³

Fotos: SlurryUpgrade Team
Icons und Grafiken: S. Volkmer & C. Meyer

Bei den dargestellten Daten handelt es sich um Projektergebnisse der Modellbetriebe.

© 2024 SlurryUpgrade
Alle Rechte vorbehalten
Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Genehmigung des Herausgebers

Vorwort

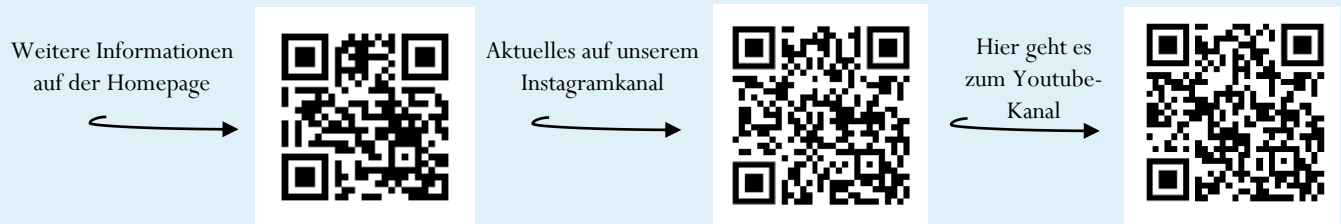
Sehr geehrte Damen und Herren,

die Lagerplatzproblematik und die begrenzte Ausbringmenge (170 kg N je Hektar) infolge der novellierten Düngeverordnung stellen die Landwirtschaft in Deutschland vor neue Herausforderungen. Infolgedessen müssen landwirtschaftliche Betriebe zunehmend Wirtschaftsdünger überbetrieblich abgeben. Allerdings ist der Transport von flüssigem Wirtschaftsdünger, insbesondere aus Veredelungsregionen in Ackerbauregionen, aufgrund der geringen Transportwürdigkeit oft nicht wirtschaftlich. Eine vielversprechende Lösung zur Verbesserung der Transportwürdigkeit von flüssigem Wirtschaftsdünger stellt die Wirtschaftsdüngeraufbereitung dar. Durch eine einfache, teilweise oder vollständige Aufbereitung wird dem Wirtschaftsdünger Masse und Volumen entzogen, wodurch neue Produkte mit höheren Nährstoffkonzentrationen entstehen, die teils den Status von Mineraldüngern erreichen. Aktuell mangelt es jedoch an detaillierten Informationen über die Eigenschaften dieser aufbereiteten Produkte, was die Akzeptanz bei Ackerbaubetrieben und das Interesse an der Nutzung erschwert. Auch zu den verschiedenen Aufbereitungsverfahren liegen bislang nur begrenzte Informationen vor. Kenntnisse über den Massenabtrenngrad, die Nährstoffverteilung und den notwendigen Energieverbrauch sind entscheidend für die Wahl des geeigneten Verfahrens, da sie maßgeblich die Wirtschaftlichkeit beeinflussen.

Der vorliegende Praxisleitfaden SlurryUpgrade bietet einen fundierten Einblick in verschiedene Aufbereitungsverfahren, die im Rahmen des Modell- und Demonstrationsvorhaben SlurryUpgrade begleitet wurden. Er stellt wertvolle Hinweise zur Auswahl eines geeigneten Verfahrens, basierend auf den individuellen Bedürfnissen des Betriebs, bereit. Zudem liefert er Ackerbaubetrieben wichtige Informationen über die Eigenschaften der aufbereiteten Produkte und gibt praxisorientierte Empfehlungen für eine nährstoffeffiziente und bedarfsgerechte Düngung.

Das Projekt SlurryUpgrade

Das übergeordnete Ziel des MuD SlurryUpgrade ist es, eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Wirtschaftsdünger- aufbereitungsverfahren im großtechnischen und betrieblichen Maßstab zur Nährstoffrückgewinnung zu ermöglichen und die Akzeptanz von aufbereiteten Produkten bei Ackerbauern zu steigern. So wurden im Rahmen des MuD SlurryUpgrade in 5 Modellregionen über 30 Praxisbetriebe, darunter aufbereitende und aufnehmende Betriebe über eine Dauer von drei Jahren begleitet. Hierbei wurden Kennwerte von insgesamt 5 Aufbereitungsverfahren erfasst sowie Demostreifen bei unterschiedlichen Kulturen (Weizen, Gerste, Roggen, Mais, Zuckerrüben, ...) angelegt um wichtige Erkenntnisse über die Aufbereitungsverfahren sowie den Umgang und die Düngung mit aufbereiteten Produkten zu sammeln.



Das Projekt SlurryUpgrade ist ein Leuchtturmprojekt in der Ackerbaustrategie 2035. Die Förderung erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages, Projektträger ist die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

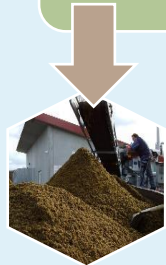
ÜBERSICHT AUFBEREITUNGSVERFAHREN UND AUFBEREITETE PRODUKTE

SCHEMA DER AUFBEREITUNGSVERFAHREN MIT AUFBEREITETEN PRODUKTEN



Separierung

- Pressschnecken-separator
- Zentrifuge



Feste Phase



Trocknung

- Rührwerk-trockner
- Abgastrockner



Flüssige Phase



Getrockneter Gärrest



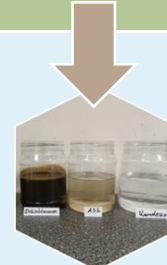
Pelletierung



Gärrest-pellets



Vakuum-verdampfung



ASL, Dickschlamm + Kondensat



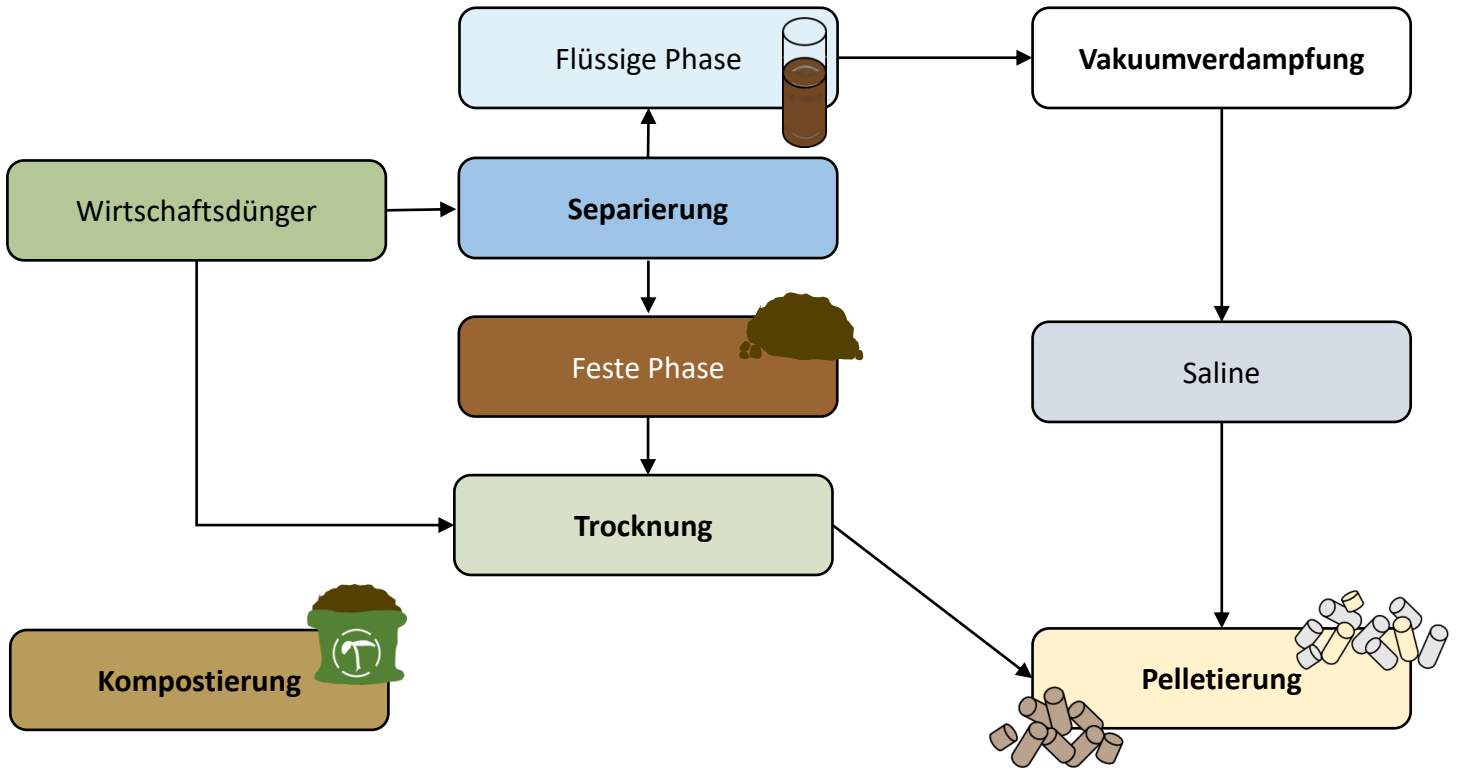
Saline



SSA

ÜBERSICHT AUFBEREITUNGSVERFAHREN

FLIEßSCHEMA DER AUFBEREITUNGSVERFAHREN



Übersicht der Aufbereitungsverfahren

SEPARATION - HINTERGRUND



WARUM SEPARIEREN?

Die Separation als Aufbereitungsverfahren von Wirtschaftsdüngern wirkt sich positiv auf dessen Eigenschaften aus.

Dabei können verschiedene Ziele verfolgt werden:



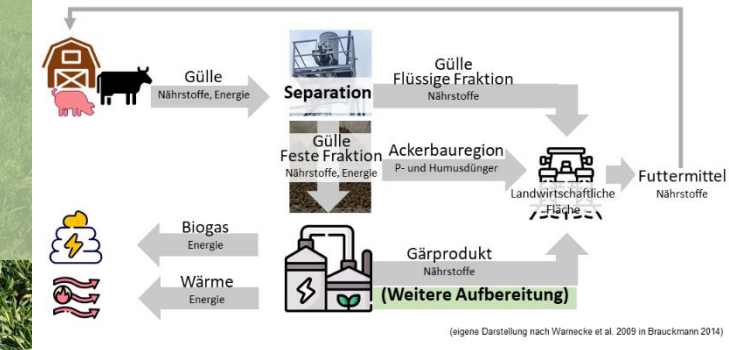
Erhöhte
Transport-
würdigkeit der
Feststoffe

Volumen-
und Massen-
reduktion

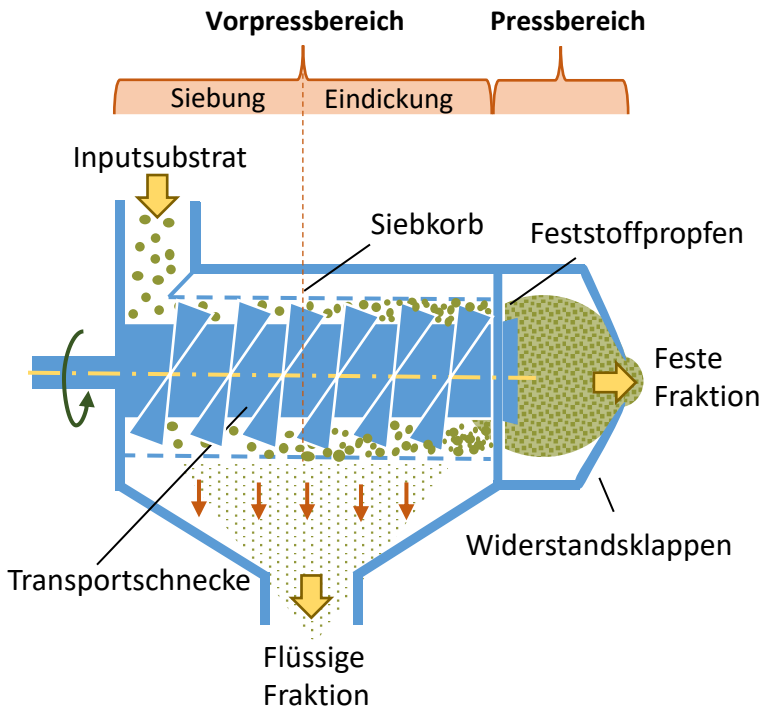
Ausgangsmaterial
für weitere
Aufbereitungs-
schritte



Aufbereitete
Produkte
mit neuen
Eigenschaften



SEPARATION - PRESSSCHNECKENSEPARATOR



FUNKTIONSWEISE

Vorpressbereich:

- Grobe Fasern bleiben im vorderen Sieb hängen und bilden eine Filterschicht
- Kleinere Fasern reichern sich an, was die Feststoffkonzentration erhöht (Eindickung)
- Zunehmender Druck verstärkt die Entwässerung
- Flüssiger Anteil wird durch das Sieb gepresst und von den faserreichen Partikeln getrennt
- Flüssige Phase wird gesammelt und abgeleitet
- Weite der Siebschlitze: 0,25 – 0,75 mm

Pressbereich:

- Festes Substrat wird gegen eine Rückhalteklappe mit Gegendruck gepresst (Druckregulierung erfolgt bspw. über eine Feder oder hydraulisch)
- Bildung eines Feststoffpfropfens
- Bei Überschreiten des eingestellten Gegendrucks tritt das feste Substrat aus

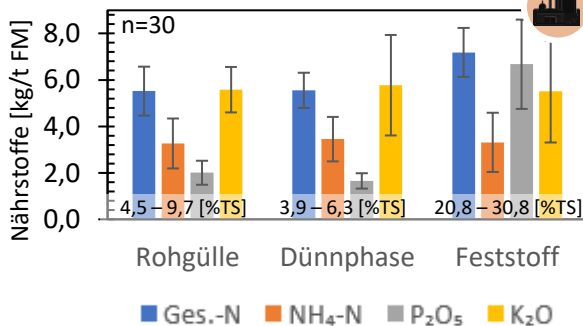
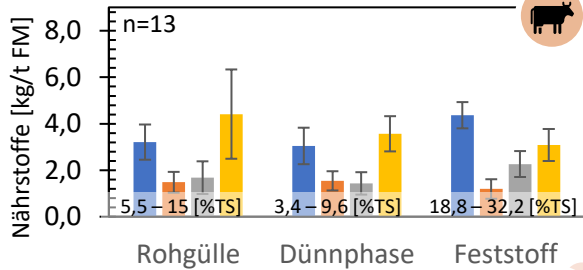
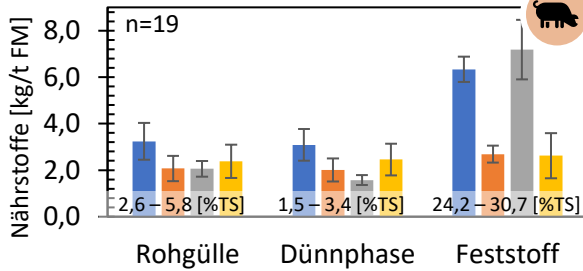
ABPRESSDRUCK


hoch = hoher TS-Gehalt (> 28%) - es gelangen mehr Partikel in die flüssige Phase (niedrigere Abscheiderate)

gering = niedriger TS-Gehalt (22 – 25 %) – mehr Partikel in der festen Phase (höhere Abscheiderate)





NÄHRSTOFFGEHALTE PRESSSCHNECKENSEPARATOR

Separationsverfahren



Feststoff- abscheidung		Dünnpfasen- abscheidung
6 - 10	FM (%)	90 - 94
9 - 19	Ges.-N (%)	81 - 91
5 - 13	NH ₄ -N (%)	87 - 95
18 - 35	P ₂ O ₅ (%)	65 - 82
6 - 11	K ₂ O (%)	89 - 94

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

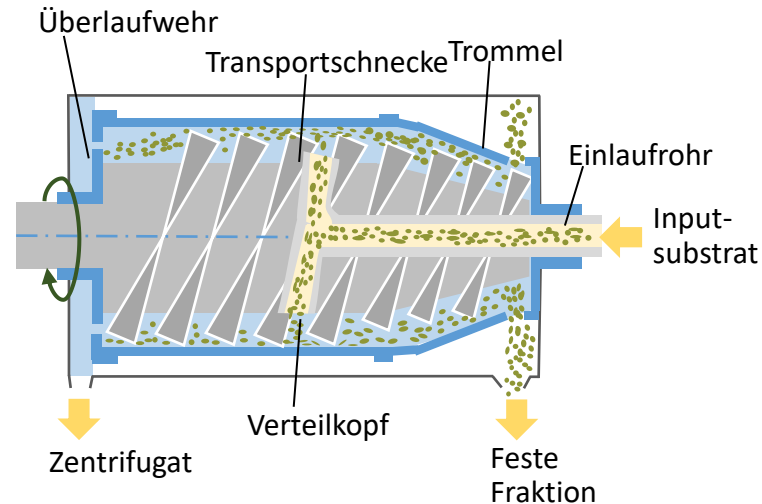
- Massenabtrenngrad (feste Phase): 6 – 25 %   
- Durchschnittlicher Massenabtrenngrad Rindergülle: 15 % 



SEPARATION - DEKANTERZENTRIFUGE

FUNKTIONSWEISE

- Nutzt Zentrifugalkraft für Trennung → Fliehkraftbedingte Sedimentation
- Inputsubstrat wird einer zentralliegenden Schnecke zugeführt
- Trennung der Substrate erfolgt bei 2,5 - 4 Tsd. Umdrehungen/Minute
- Differenzdrehzahl zwischen innerer Schnecke und Außenzylinder bestimmt Verweildauer, Abscheidegrad und TS-Gehalt der festen Phase
- Schweres festes Separat lagert sich an rotierender Außenhülle ab
- Flüssigphase läuft entgegen der Schneckenrichtung zum Flüssigkeitsablauf
- Zentrifugalkraft führt schwere Partikel und Minerale aus flüssiger Phase in feste Phase
- Dekanterzentrifugen werden eingehaust betrieben, sowohl stationär als auch mobil

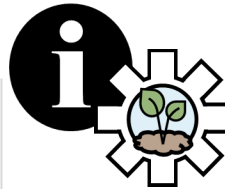
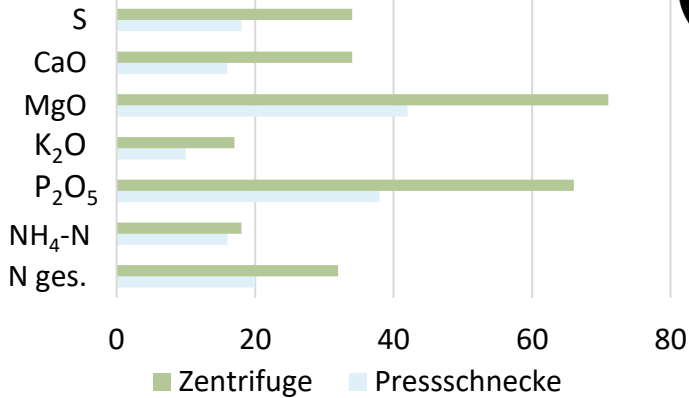


Video zur Funktionsweise einer Zentrifuge



SEPARATION - ZENTRIFUGE

ABSCHIEDEGRADE GÄRREST IN %
ZENTRIFUGE VS. PRESSSCHNECKE



WICHTIGE HINWEISE

- Hohe Phosphorabschiedergrade
- Die feste Fraktion enthält hauptsächlich organisch gebundenen Stickstoff
- Gut geeignet für Schweinegülle

FUNKTIONSWEISE UND ANWENDUNG

- Fest-/Flüssigtrennung wie bei Pressschneckenseparation jedoch komplexerer Aufbau, daher meist eingehaust
- Kann sowohl stationär wie auch mobil betrieben werden



PRESSSCHNECKE

VS.

DEKANTERZENTRIFUGE



Abtrennung von Feststoffen aus einem (halb) flüssigen Strom in eine feste und eine flüssige Fraktion

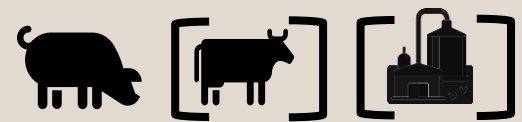
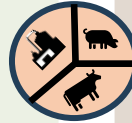
TRENNVERFAHREN

Druckfiltration: Siebung/Pressung




Zentrifugalkraft: Fliehkraft/ Sedimentation


ANWENDUNGSBEREICH



TECHNISCHE KENNZAHLEN

- Durchflussleistung (stationär): 5 – 20 m³/h
- Drehzahl: 20 - 30 U/min
- Abscheiderate (): N bis ca. 20 %
P bis ca. 40 %



- Durchflussleistung (stationär): 5 - 8 m³/h
- Drehzahl: 2500 - 4000 U/min
- Abscheiderate (): N bis ca. 30 %
P bis ca. 80 %

FLÜSSIGE PHASE

EIGENSCHAFTEN

- Geringe Nährstoffkonzentrationen und großes Volumen → hofnahe Düngung
- Reduzierung von Faserresten bei der bodennahe, streifenförmigen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern mit hohem TS-Gehalt
- Verbessertes Infiltrationsvermögen

AUSBRINGUNG

- Emissionsarme und bodennahe, streifenförmige Ausbringung
- Ausbringung mit Schleppschlauch- bzw. Schleppschuhverteiler oder Schlitzverfahren



Verbleib auf dem Betrieb sinnvoll

Geeignet zur Düngung von **Grünland** und **alle weiteren Kulturen**

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

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

Hohes Mineraldüngeräquivalent

PFLANZENBAULICHE ASPEKTE

Rindergülle (n=13)	Ø TS-Gehalt	NH ₄ -Anteil an Ges. N	Gärrest (n=30)	Ø TS-Gehalt	NH ₄ -Anteil an Ges. N
Rohgülle	8,9 %	46 %	Rohgülle	7,1 %	58 %
Dünnphase	5,2 %	51 %	Dünnphase	5,8 %	61 %
Feststoff	24,4 %	27 %	Feststoff	24,9 %	45 %

Berechnungsgrundlage: Verschiedene Güllen & Separation mittels Pressschneckenseparator



FESTE PHASE




EIGENSCHAFTEN

- TS-Gehalte zwischen 22 – 30 %
- Hohes Emissionspotential, insbesondere Ammoniak während Lagerung (Selbsterwärmung, hoher pH-Wert) und Ausbringung
- Daher kurze Lagerdauer oder zeitnahe Vergärung in Biogasanlagen empfehlenswert

AUSBRINGUNG

- Ausbringung mit Festmiststreuer
- schnelle Einarbeitung (entsprechend DüV)
- Auf gleichmäßige Querverteilung achten

Tab.: Biogaserträge von Mais und Wirtschaftsdüngern

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

PFLANZENBAULICHE ASPEKTE

- Organischer Mehrnährstoffdünger mit Depotwirkung (langsame Nährstoffnachlieferung)
- Höherer Anteil von organisch gebundenem Stickstoff am Ges.-N
- Insbesondere Phosphor in den Feststoffen enthalten

P- und
faserreicher
organischer
Dünger

Feste Phase
nährstoff- und
energiereich

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

Ausbringung
der Feststoffe oft
nicht durch N
sondern durch P
begrenzt

Empfehlung:
emissionsarm!
Verdichtet und
abgedeckt

Lagerung:
auf
Festmistplatte

Düngung: Kulturen
mit **später N-
Aufnahme**



TROCKNUNG - HINTERGRUND

WARUM WIRTSCHAFTSDÜNGER TROCKNEN?

- Anforderungen im Zuge der novellierten Düngeverordnung → Höhere Lagerkapazität erforderlich
- Lösungsweg: Bau eines weiteren Lagerbehälters oder Bau einer Trocknungsanlage + Halle für Trockengut
- Vorteile der Gärresttrocknung:

Aufbereitete
Produkte
mit neuen
Eigenschaften



Reduktion des
Masse- und
Lagervolumens



Steigerung der
Transportwürdigkeit
des Düngers



Pelletierung
erleichtert Lagerung
und Ausbringung



TROCKNUNG - RÜHRWERKSTROCKNUNG

FUNKTIONSWEISE UND ANWENDUNG

- Vorherige Separierung nicht zwingend erforderlich
- Trocknungswanne mit 2 gegenläufig rotierenden Horizontalrührwerken
- Erwärmen der über einen Ventilator zugeführten Frischluft mittels Wärmetauscher
- Die auf 75 °C erwärmte Frischluft trocknet das Substrat auf einen TS-Gehalt von 80 - 90 %
- Abluft-Reinigung zur Vermeidung von N-Verlusten und Geruchsemissionen: durch Eindüsen von Schwefelsäure in die Trocknungsluft wird flüchtiges Ammoniak gebunden das als Ammoniumsulfat an einem Gewebefilter zurückbleibt
- Austrag des Filterkuchen mit dem Gärrest; das gereinigte Abgas wird über den Kamin abgeleitet

PRODUKTE

- getrockneter Wirtschaftsdünger = Depotdünger mit hohen Schwefelgehalten



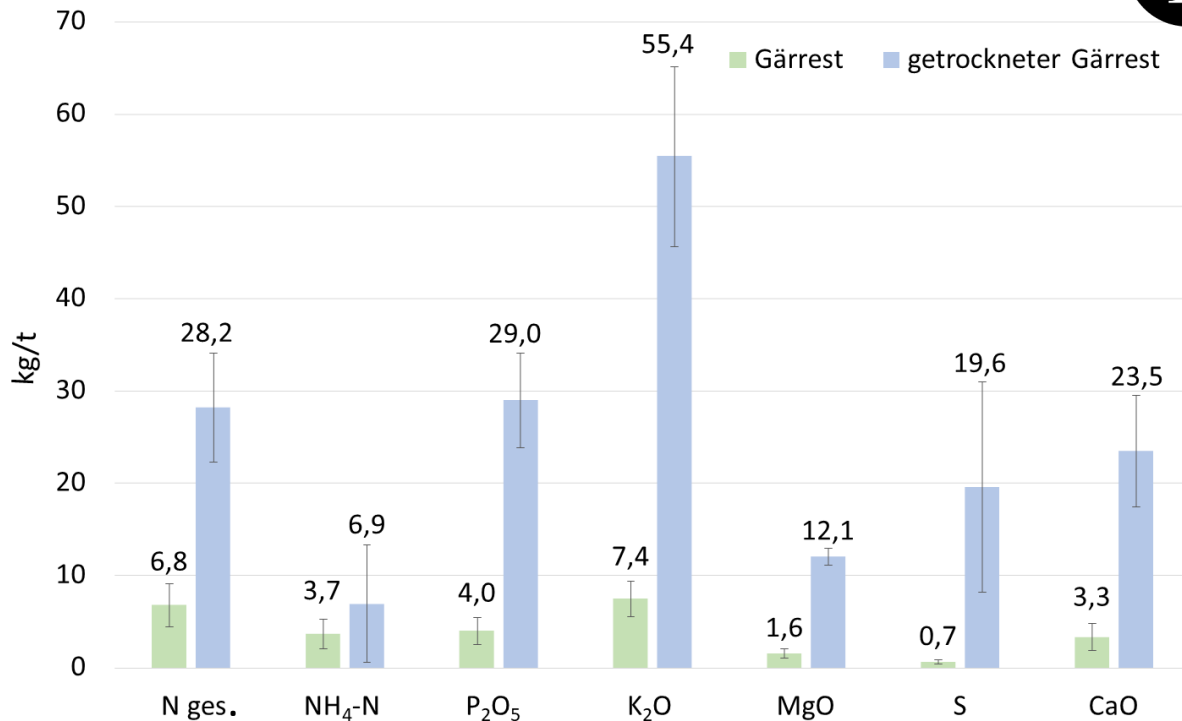
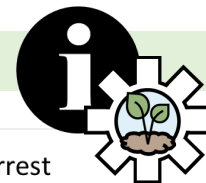
PRAKTISCHE HINWEISE

- Der gewünschte **TS-Gehalt** kann über **Trocknungszeit und Temperatur** eingestellt werden
- hoher Schwefelgehalt der Produkte aufgrund der Schwefelsäurezugabe
- **Lagerung der Schwefelsäure:** in einem doppelwandigen, zylinderförmigen Behälter aus Kunststoff
- **Betreuung und Wartung:** **tägliche Kontrolle erforderlich** ca. 45 Minuten pro Tag; kleinere Wartungsarbeiten können selbst ausgeführt werden
- **Reinigung:** 4 bis 5 Komplettreinigungen im Jahr; (2 Personen; Zeitbedarf ca. 4 h) → Entfernungen von Verklebungen an Rührwerken und Wannen

TROCKNUNG - RÜHRWERKSTROCKNUNG

NÄHRSTOFFGEHALT DER (AUFBEREITETEN) PRODUKTE

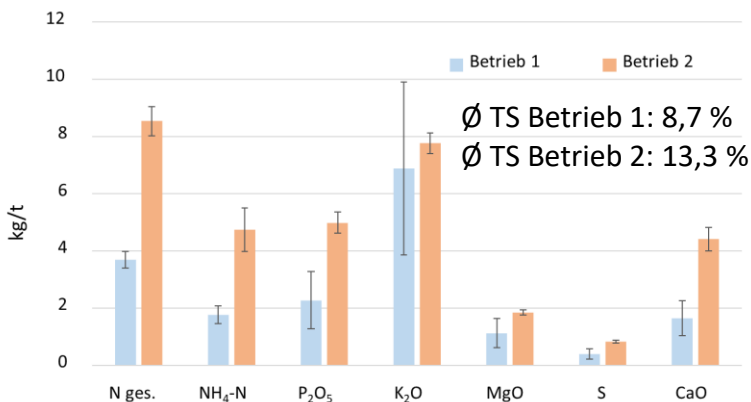
Ø TS Gärrest: 11,6 % Ø TS getrockneter Gärrest: 83,5 %



Gärrest: n= 11; getrockneter Gärrest: n= 10

TROCKNUNG - RÜHRWERKSTROCKNUNG

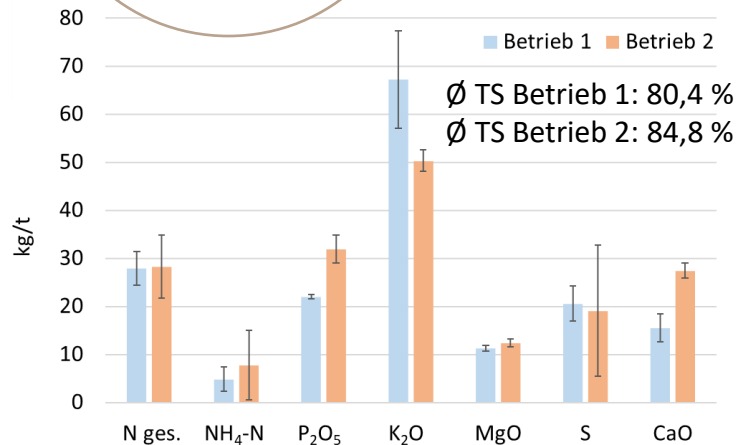
VERGLEICH VON ZWEI RÜHRWERKSTROCKNERN



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

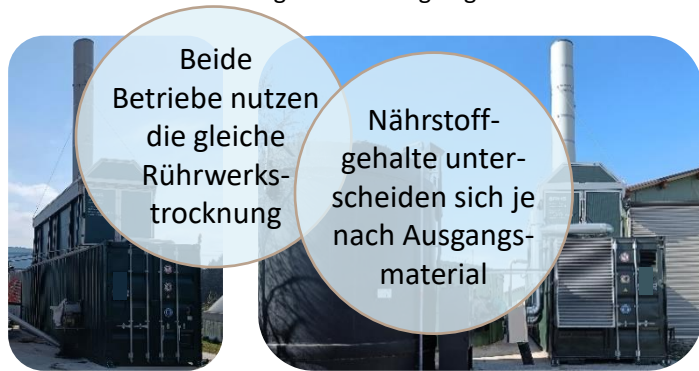
Betrieb 1
 nutzt **Rindergülle** und NawaRo zur Biogasproduktion; aus dem getrockneten Gärrest werden **Pellets** hergestellt

Betrieb 2
 nutzt **Putenmist** und NawaRo zur Biogasproduktion; **keine** Pelletierung des getrockneten Gärrests



Nährstoffgehalte des getrockneten Gärrestes (Betrieb 1 und 2 im Vergleich).

Trocknung



TROCKNUNG - ABGASTROCKNUNG

FUNKTIONSWEISE UND ANWENDUNG

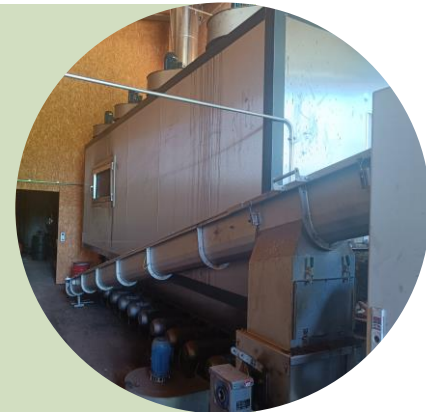
- Indirekte oder direkte Trocknung von Wirtschaftsdüngern über Abgase des BHKW einer Biogasanlage bei hohen Temperaturen (bis 300 °C) auf TS-Gehalte bis zu 90 %
- Vorherige Separierung nicht zwingend erforderlich
- Vor der Trocknung, wird das Material mit schon getrocknetem Endprodukt vermengt und so auf einen TS-Gehalt von 30 % gebracht
- Danach gelangt es über eine Eintragsschnecke in die Trocknungskammer, wo es durch Wurfwellen aufgewirbelt wird und anschließend durch eine Mischung aus erwärmter Luft und BHKW-Abgas bei 300 °C getrocknet wird
- Zur Vermeidung von Ammoniakemissionen über die Abluft, wird dem Gärrest Schwefelsäure zugeführt; dadurch bildet sich Ammoniumsulfat, das in Filtern mitsamt Staub aufgefangen und dem Gärrest wieder zugefügt wird; in der Regel wird das Trockengut anschließend pelletiert

PRODUKTE

- getrockneter Gärrest = Depotdünger mit hohen Schwefelgehalten und geringen Gehalt an Ammoniumstickstoff

PRAKTISCHE HINWEISE

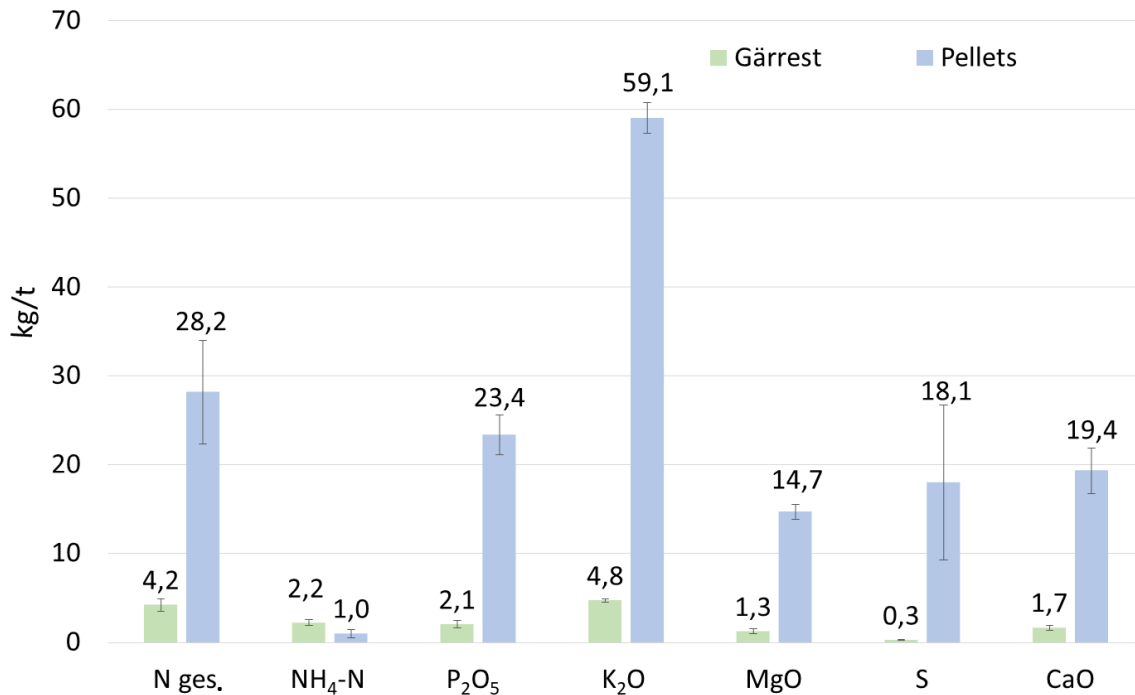
- Der gewünschte **TS-Gehalt** kann über **Trocknungszeit und Temperatur** eingestellt werden
- **Betreuung und Wartung:** Kontrollgang jeden Tag ca. 45 Minuten, kleinere Wartungsarbeiten können selbst ausgeführt werden
- **Reinigung:** 1x im Jahr einen ganzen Tag
- **Lagerung des getrockneten Gärrestes:** auf Festmistplatte, abgedeckt und windgeschützt
- **Lagerung der Schwefelsäure:** doppelwandiger Behälter aus LLDPE Polyethylen mit elektronischer Wiegeeinrichtung, direkt an Anlage angeschlossen



TROCKNUNG - ABGASTROCKNUNG

NÄHRSTOFFGEHALTE DER (AUFBEREITETEN) PRODUKTE

Ø TS Gärrest: 7,2 % Ø TS Pellets: 87,8 %



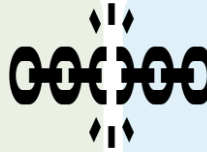
n= 4

RÜHRWERKSTROCKNUNG

VS.

ABGASTROCKNUNG

VERFAHREN



Trocknung mit zwei gegenläufig rotierenden Horizontalrührwerken; angesaugte, über einen Wärmetauscher erwärmte Frischluft trocknet das Material bei 75 °C

Indirekte oder direkte Trocknung von Gärresten über Abgase des BHKW einer Biogasanlage bei 300°C, kein Wärmetauscher erforderlich; Geringe Trocknungszeiten durch hohe Temperaturen, dadurch aber auch erhöhte Brandgefahr

WARTUNGS-AUFWAND



- **Betreuung und Wartung:** tägliche Kontrolle ca. 45 Minuten; kleinere Arbeiten können selbst ausgeführt werden
- **Reinigung:** 4-5 Komplettreinigungen im Jahr (2 Personen; Dauer ca. 4 h)

- **Betreuung und Wartung:** täglicher Kontrollgang ca. 45 Minuten, tägliche Leerung erforderlich, kleinere Wartungsarbeiten können selbst ausgeführt werden
- **Reinigung:** 1x im Jahr einen ganzen Tag; alle Teile müssen einzeln gereinigt werden



RÜHRWERKSTROCKNUNG

VS.

ABGASTROCKNUNG

MESSERGEBNISSE



1. Betrieb mit Rührwerkstrocknung

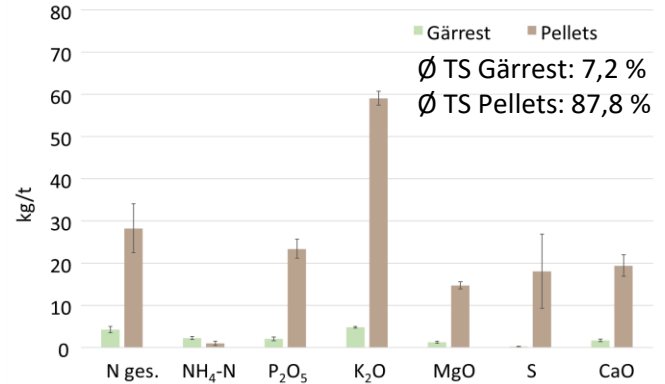
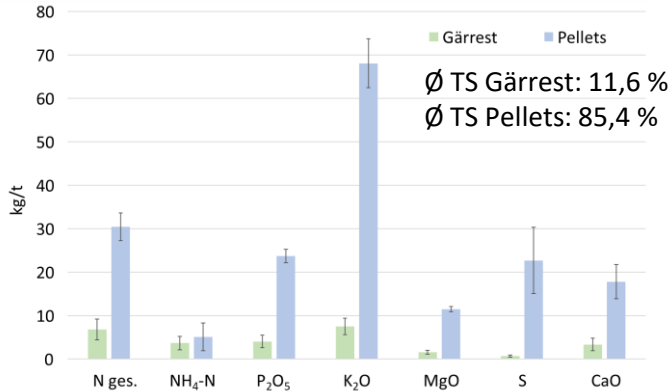
- **Wärmeverbrauch:** 719 kWh/t
- **Stromverbrauch:** 33,7 kWh/t
- **Durchsatz:** 10,1 t/Tag
- **Schwefelsäurebedarf:** 96 l/Tag
- **Gärrest** (Rindergülle + NawaRo) als Ausgangsmaterial

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 mit Abgastrocknung

- **Wärmeverbrauch:** 755 kWh/m³
- **Durchsatz:** 3,5 t/Tag
- **Schwefelsäureeinsatz erforderlich**
- **Gärrest** aus NawaRo-Anlage als Ausgangsmaterial



Rührwerkstrocknung:

Nährstoffgehalte des Ausgangsproduktes (Gärrest) sowie des aufbereiteten Produkts (Pellets)

Abgastrocknung:

Nährstoffgehalte des Ausgangsprodukts (Gärrest) sowie des aufbereiteten Produkts (Pellets)

TROCKNUNG MIT PELLETIERUNG

FUNKTIONSWEISE UND ANWENDUNG

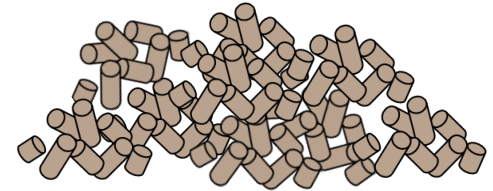
- Behandlung des Trockenguts mit einer Matrizenpresse
- hohe Temperaturen führen zum Verschmelzen des gepressten Materials
- So entstehen Pellets mit „verglaster“ Oberfläche und einem TS-Gehalt zwischen 85-90 %

PRODUKT: PELLETS

- Verbesserte Schüttdichte (250-350 kg/m³ auf 700-750 kg/m³)
- Hohe Transportwürdigkeit
- Höhere Lagerfähigkeit

AUFWAND

- **Strombedarf** (Presse): 10 kWh /m³ unbehandelten Gärrests



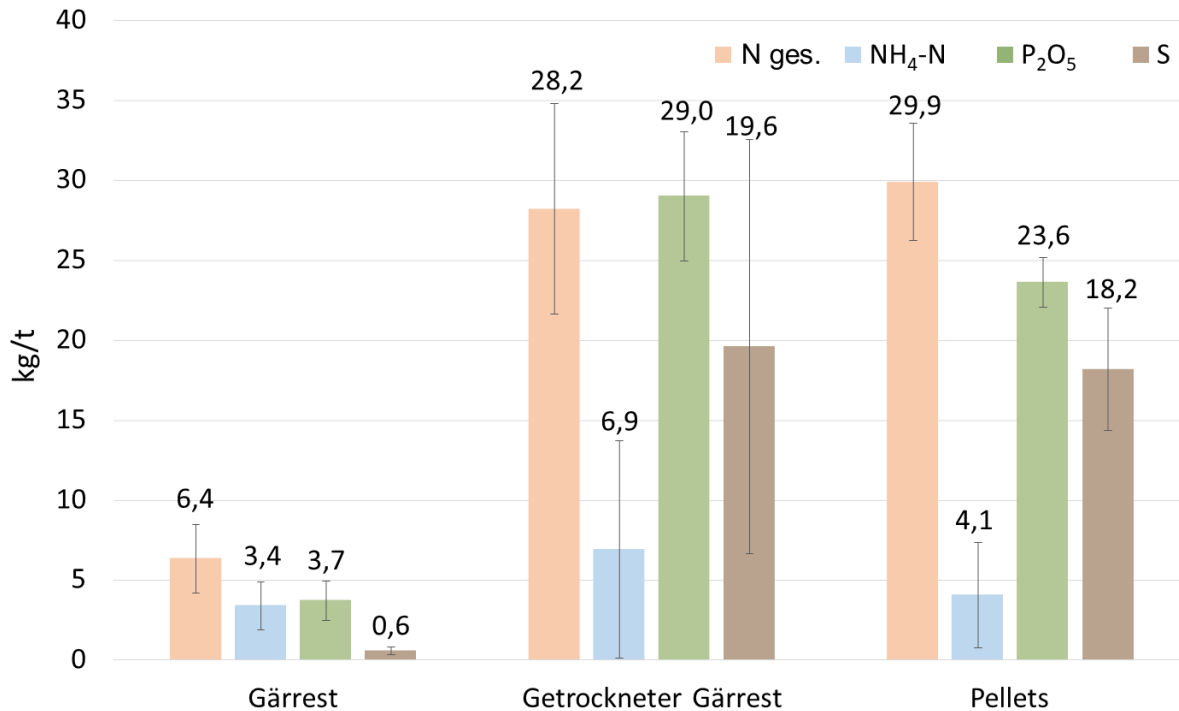
PRAKTISCHE HINWEISE

- **Druckeinstellung Pelletpresse:** Länge der Pellets hat später Auswirkung auf das Auflösen im Feld (je kürzer desto schneller, ggf. cracken)
- **Lagerung der Pellets:** in Big Bags oder in verschlossenen, wind- und wassergeschützten Lagerungsstätten (Mindestlagerkapazität und -zeit gemäß DüV beachten, grundsätzlich mind. 6 Monate)
- **Kontrollgang** inkl. Leeren der Anlage ca. 45 Minuten /Tag
- Deutliche Steigerung der **Transportwürdigkeit** des Trockenguts
- Gefahr der Selbsterhitzung durch Pelletieren vermieden

TROCKNUNG MIT PELLETIERUNG

NÄHRSTOFFGEHALTE DER (AUFBEREITETEN) PRODUKTE

Ø TS Gärrest: 10,7 % - Ø TS getrockneter Gärrest: 83,5 % - Pellets: 85,9 %



Gärrest: n=13; getrockneter Gärrest: n=10 ; Pellets: n=16

GETROCKNETER GÄRREST

PFLANZENBAULICHE EMPFEHLUNGEN

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

KEINE ERTRAGS- UND QUALITÄTS-UNTERSCHIEDE NACHGEWIESEN BEI:



WICHTIGE HINWEISE

- Auch in der festen Phase hohe Anteile an Ammoniumstickstoff
- Gefahr der Selbsterhitzung
- Staubexplosionsgefahr !!!
- Ausbringung: hohe Staubentwicklung; starke Verwehungsgefahr bei Wind



EIGENSCHAFTEN

- v.a. organisch gebundener Stickstoff
- Hoher Kaliumgehalt

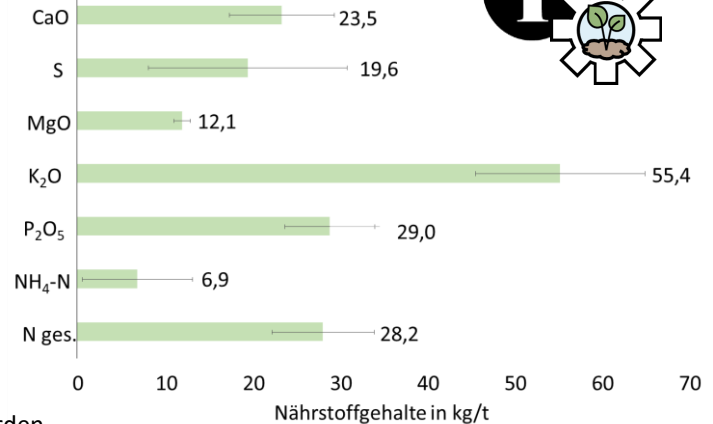
LAGERUNG

- abgedeckt und trocken lagern!
- auf Festmistplatte

AUSBRINGUNG



NÄHRSTOFFGEHALTE



getrockneter Gärrestes kann mit Festmiststreuer ausgebracht werden

PELLETS

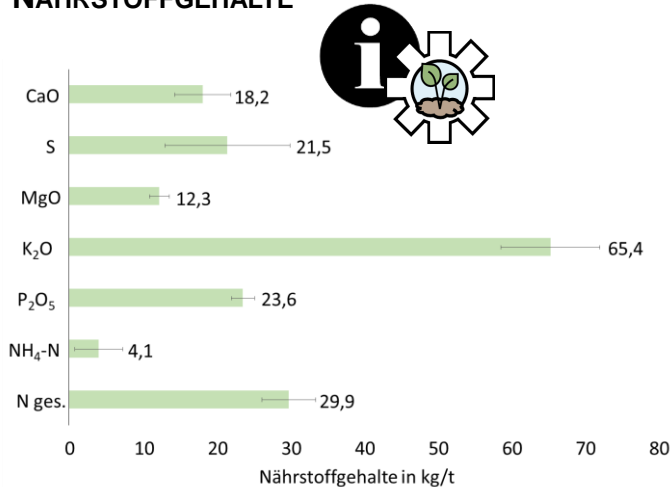
EIGENSCHAFTEN

- Fester organischer Dünger
- Depotwirkung

LAGERUNG

- Wind- und wettergeschützt (trocken und kühl) lagern
- Mindestlagerkapazität laut DüV beachten

NÄHRSTOFFGEHALTE



Pellets aus getrocknetem Gärrest verfügen über hohe Gehalte an Stickstoff (organ. gebunden) sowie Kalium.

PFLANZENBAULICHE EMPFEHLUNGEN

- Ausbringung im Frühjahr (benötigen ausreichend Feuchtigkeit)
- Es empfiehlt sich ein Einarbeiten mit dem Striegel oder Hacke

KEINE ERTRAGS- UND QUALITÄTS- UNTERSCHIEDE NACHGEWIESEN BEI:



AUSBRINGUNG



Für die Ausbringung eignen sich Kalkstreuer, Mineraldüngerstreuer oder auch Großflächenstreuer.



VAKUUMVERDAMPFUNG (2- STUFIGES-VERFAHREN)

FUNKTIONSWEISE UND ANWENDUNG

- die flüssige Phase (**nach Separierung**) wird im Unterdruck (Vakuum) destilliert; weil dadurch der Siedepunkt niedriger ist
- Im ersten Verdampfer (zweistufiges Verfahren) verdampft ein Teil der flüssigen Phase bei **80 °C**
- Im nachgeschalteten zweiten Verdampfer wird **Kondensationswärme** genutzt; um den Energiebedarf niedrig zu halten
- Aufkonzentrierter und TS-reicher Gärrest (**Dickschlamm**) sammelt sich im unteren Bereich der Verdampfer
- Die bei dem Vorgang entweichenden, mit NH_4 angereicherte Brüden, werden der integrierten sauren Abgasreinigung zugeführt
- Diese besteht aus einem Wäscher, dem pH-Wert gesteuert Schwefelsäure zugegeben wird
- Die Säure verbindet sich mit dem im Dampf enthaltenen Ammoniak und es entsteht Ammoniumsulfatlösung, die vom Wasserdampf getrennt und in separaten Tanks gelagert wird
- Der verbleibende Dickschlamm wird dem Gärrestlager zugeführt und später auf den Flächen ausgebracht
- Das entstandene Kondensat kann über einen Nasskühlturm verdunstet werden, es kann aber auch für betriebliche Zwecke genutzt (verregnen), versickert oder nach Prüfung des Reinheitsgrades in einen Vorfluter eingeleitet werden

PRODUKTE

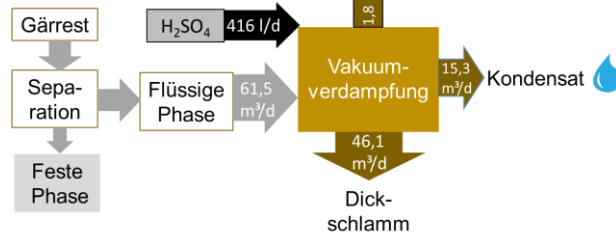
- Dickschlamm
- Ammoniumsulfat-Lösung (ASL)
- Kondensat (Wasser)

AUFWAND (PILOTBETRIEB)

- **Strombedarf:** 297 kWh/Tag bzw. 4,8 kWh /t
- **Wärmebedarf:** 5890 kWh/Tag bzw. 95,8 kWh/t
- **Schwefelsäurebedarf:** 416 Liter/Tag

PRAKTISCHE HINWEISE

- **Wartungs- und Betreuungsarbeiten:** tägliche Kontrolle ca. 30 Minuten
- **Kalibrieren** der pH-Sonden mit Kalibrierflüssigkeit alle 4 Wochen
- **Reinigung der Kessel:** alle 4 Jahre
- **Lagerung von Schwefelsäure:** in einem doppelwandigen PE-Behälter
- **Lagerung der ASL:** in doppelwandigen Tanks (z.B. PE-Kunststoffe mit Edelstahlmantel, Stahlbehälter mit PE-Inline)



Ablaufschema der Vakuumverdampfung

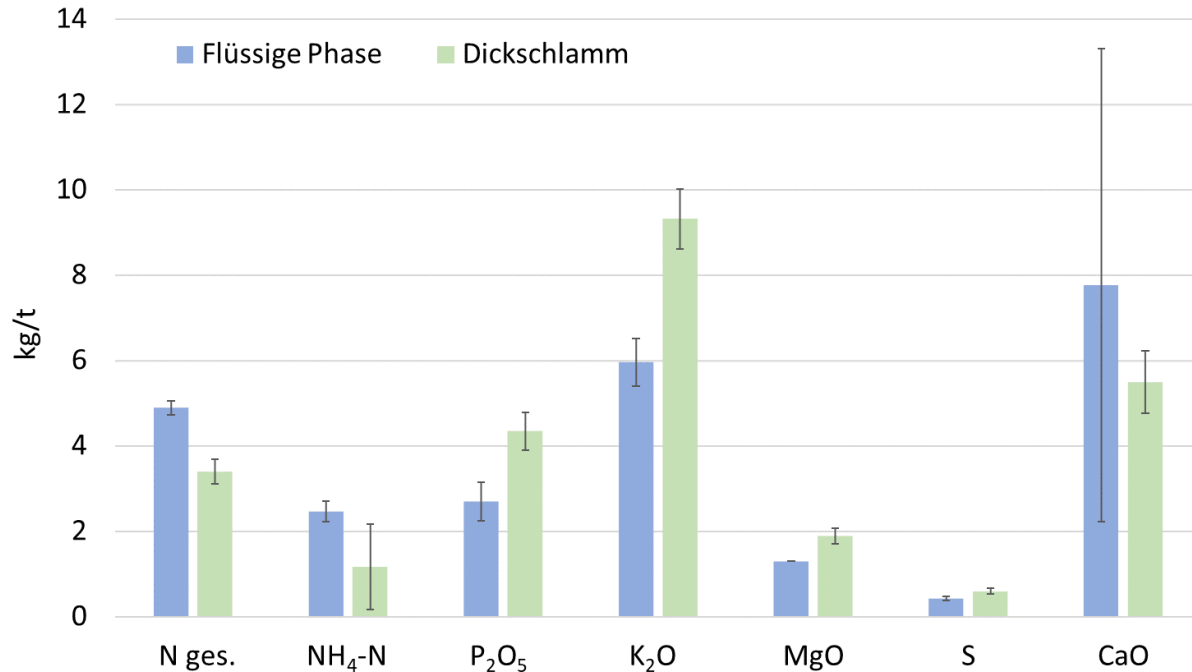


Vakuumverdampfung

VAKUUMVERDAMPFUNG (2- STUFIGES-VERFAHREN)

NÄHRSTOFFGEHALT DER (AUFBEREITETEN) PRODUKTE

∅ TS Flüssige Phase: 7,0 % - ∅ TS Dickschlamm: 8,8

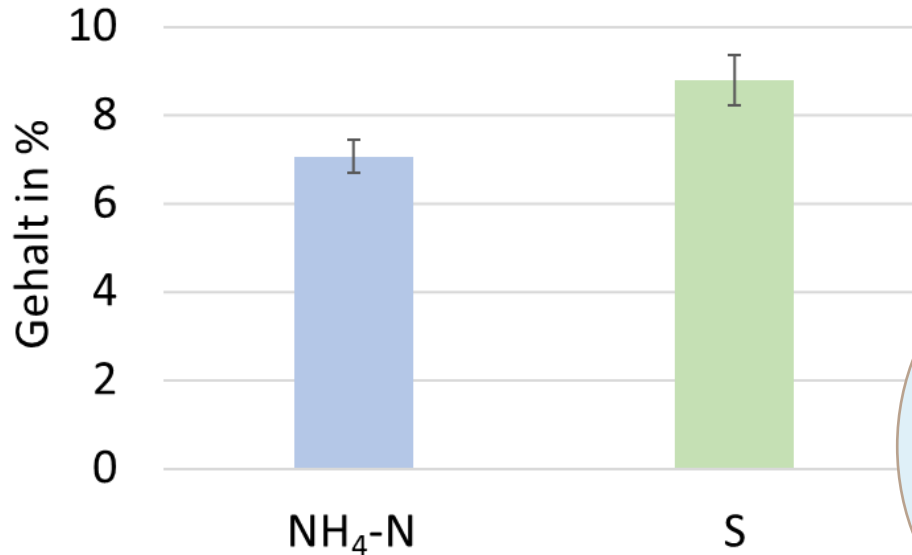


Flüssige Phase: n = 3 ; Dickschlamm: n = 4

VAKUUMVERDAMPFUNG (2- STUFIGES-VERFAHREN)

NÄHRSTOFFGEHALT DES AUFBEREITETEN PRODUKTES

ASL (Ammoniumsulfatlösung)



ASL n=4

Einstufung als **Mineraldünger** bei Gehalten von **5 % Ammoniumstickstoff** und **6 % wasserlöslichem Schwefel** (laut DüMV)

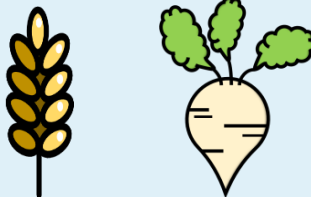
DICKSCHLAMM

Produkte der Vakuumverdampfung

PFLANZENBAULICHE EMPFEHLUNGEN

- Kann als Wirtschaftsdünger mit Depotwirkung bei allen Kulturen genutzt werden
- Dickschlamm kann mittels Schleppschuh- oder Schleppschlauchverteiler ausgebracht werden

KEINE ERTRAGS- UND QUALITÄTSUNTERSCHIEDE NACHGEWIESEN BEI:



AUSBRINGUNG



Ausbringung mit Schleppschuh- oder Schleppschlauchverteiler

LAGERUNG

- In einer JGS-Anlage

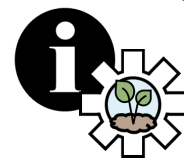
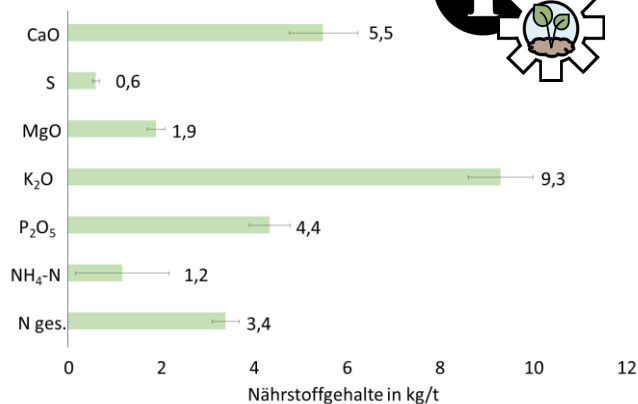
EIGENSCHAFTEN

- **deutlich** weniger N gesamt und NH_4 -N als im Ausgangsprodukt

WICHTIGE HINWEISE

- hoher pH-Wert → bodennahe, streifenförmige Ausbringung
- Vermischung von Dickschlamm mit ASL → Einstufung als Wirtschaftsdünger

NÄHRSTOFFGEHALTE



AMMONIUMSULFATLÖSUNG (ASL)

LAGERUNG

- Empfehlung: doppelwandige Tanks aus Edelstahl und PE-Kunststoffen, Stahlbehälter mit PE-Auskleidung
- Ungeeignet: Kupfer, Messing, Zink (korrosiv)

EIGENSCHAFTEN

- Einstufung als Mineraldünger bei Gehalten von 5 % Ammoniumstickstoff und 6 % wasserlöslichem Schwefel (laut DüMV)
- pH-Wert 3 - 7 (je nach Einstellung und Verwendungszweck)
- nicht kennzeichnungspflichtig als Gefahrstoff nach Gefahrstoffverordnung

WICHTIGE HINWEISE

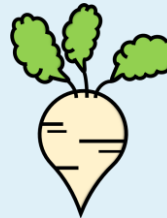
- Bei Zugabe zu flüssigen Wirtschaftsdüngern wird das Gemisch als organischer Dünger eingestuft (→ 170 kg N-Regelung)
- **Bei Vermischen mit Gärrest: Gefahr der Bildung von H_2S - Lebensgefahr**



PFLANZENBAULICHE EMPFEHLUNGEN

- Blattdüngung nur bei pH-Werten von 5,5-6,0 (sonst mögliche Ätزشäden)
- für alle landwirtschaftlichen Kulturen geeignet

KEINE ERTRAGS UND QUALITÄTS- UNTERSCHIEDE NACHGEWIESEN BEI:

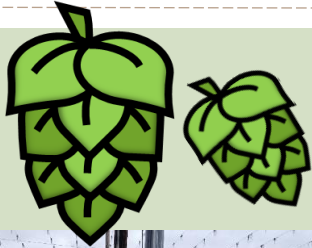


AUSBRINGUNG



Ausbringung der ASL über Cultanverfahren oder Pflanzenschutzspritze

AMMONIUMSULFATLÖSUNG (ASL) - DÜNGUNG VON HOPFEN MIT ASL



EXKURS: ANWENDUNG VON ASL IM HOPFENANBAU

Einsatz von ASL als Dünger für die Hopfenflächen (Flüssigdüngung über Tropfbewässerung), aber auch zum Hopfenputzen.



Bewässerungsanlage (inkl. Düngung)

DÜNGUNG ÜBER DREI GABEN

1. 60 kg im Mai als Grunddüngung
2. 60 kg im Juni zum Hopfenputzen
3. Weitere 60 kg über mehrere Gaben wöchentlich verteilt im Juli als gestaffelte Gaben, über die Bewässerung



- Einstellen der Düngung im August, um Alphasäurerückgang entgegenzuwirken
- kein Einfluss auf den Ertrag im Vergleich zur betriebsüblichen Düngung mit AHL



Hopfgarten im Frühjahr

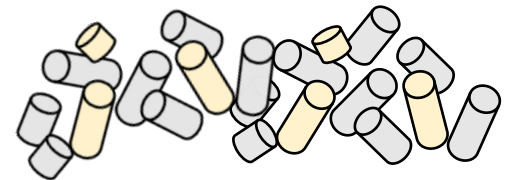
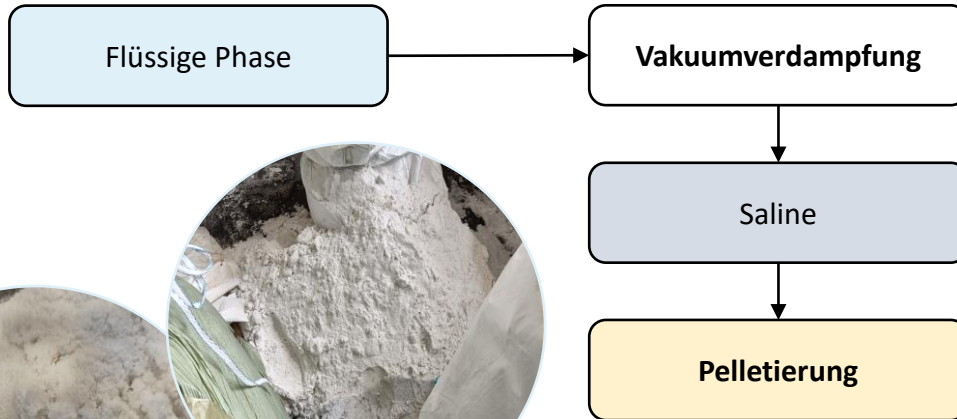


SCHWEFELSAURES AMMONIAK (SSA)

HERSTELLUNGSVERFAHREN

Optional kann die Ammoniumsulfat-Lösung (ASL) aus der Vakuumverdampfung in Schwefelsaures Ammoniak (SSA) weiterverarbeitet und damit weiter aufkonzentriert werden:

1. Schritt: Herstellung von kristallinem SSA mithilfe einer Saline
2. Schritt: Herstellung von Düngerpellets mit einer Pelletieranlage



SCHWEFELSAURES AMMONIAK (SSA)

LAGERUNG

- Empfehlung: Bigbag, befestigter Boden, abgedeckt

WICHTIGE HINWEISE

- SSA ist Mineraldünger und fällt nicht unter die 170 kg N-Regelung (analog ASL)
- bei der Ausbringung - Verklumpen durch Wärme möglich



AUSBRINGUNG



Für die Ausbringung eignen sich Kalkstreuer, Mineraldüngerstreuer oder auch Großflächenstreuer.

EIGENSCHAFTEN

- Einstufung als **Mineraldünger** mit **21% Stickstoff** und **24% Schwefel**
- Produzierte SSA entlastet die Düngebilanz, da Stickstoff aus dem Wirtschaftsdünger entnommen wird, der dann nicht mehr als organischer, sondern als mineralischer Stickstoff betrachtet wird



NÄHRSTOFFGEHALTE

