Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

DBFZ

Kompetenzzentrum
Niedersachsen · Netzwerk
Nachwachsende Rohstoffe
und Bioökonomie e.V.

3N

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Innovative Techniken für ein regionales Nährstoffmanagement

Nährwert- Technisch unterstütztes Nährstoffmanagement im Verbund mit Biogasanlagen und Anbauregionen

Sascha Hermus

Gefördert durch:

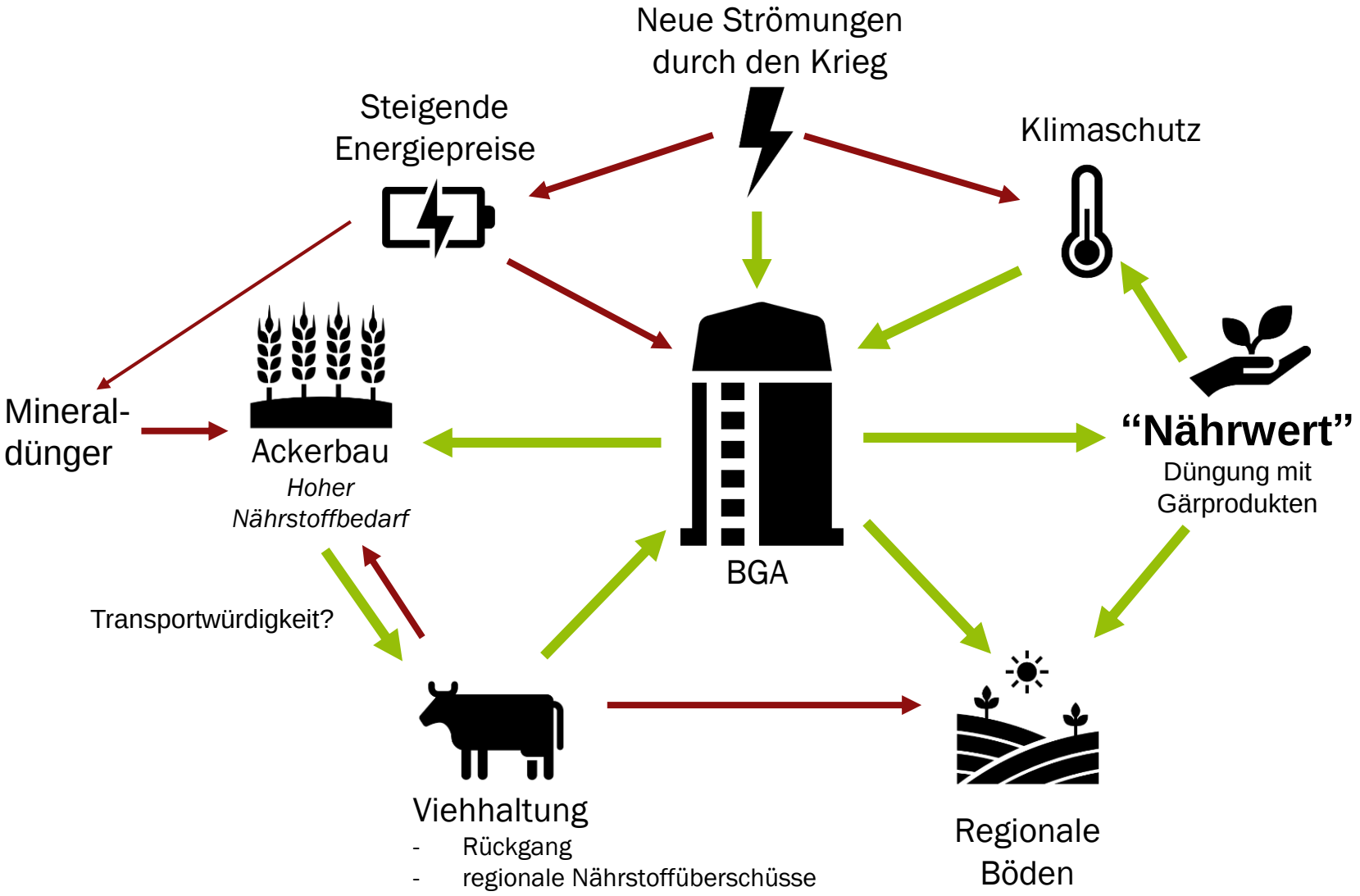
Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FKZ: 2220NR255B

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Motivation


Neue Strömungen durch den Krieg
Steigende Energiepreise
Klimaschutz
Mineral-dünger
Ackerbau
Hoher Nährstoffbedarf
BGA
“Nährwert”
Düngung mit Gärprodukten
Transportwürdigkeit?
Viehhaltung
- Rückgang
- regionale Nährstoffüberschüsse
Regionale Böden

Projektziel

- **<u>Biogasanlage mit hoher Problemlösekompetenz</u>**
  - Umweltgerechte und kostengünstige Verbesserung des Gärproduktmanagements
  - Gärrestaufbereitung für die Erzeugung bedarfsorientierter Gärprodukte um mit zielgerichteten und marktfähigen Düngern auf die novellierte Düngeverordnung zu reagieren unter Berücksichtigung von Nährstoffeffizienz und Emissionsminimierung
  - Gesamtlösungen unter Berücksichtigung pflanzenbaulicher, managementseitiger und technischer Optionen bei Kosteneffizienz

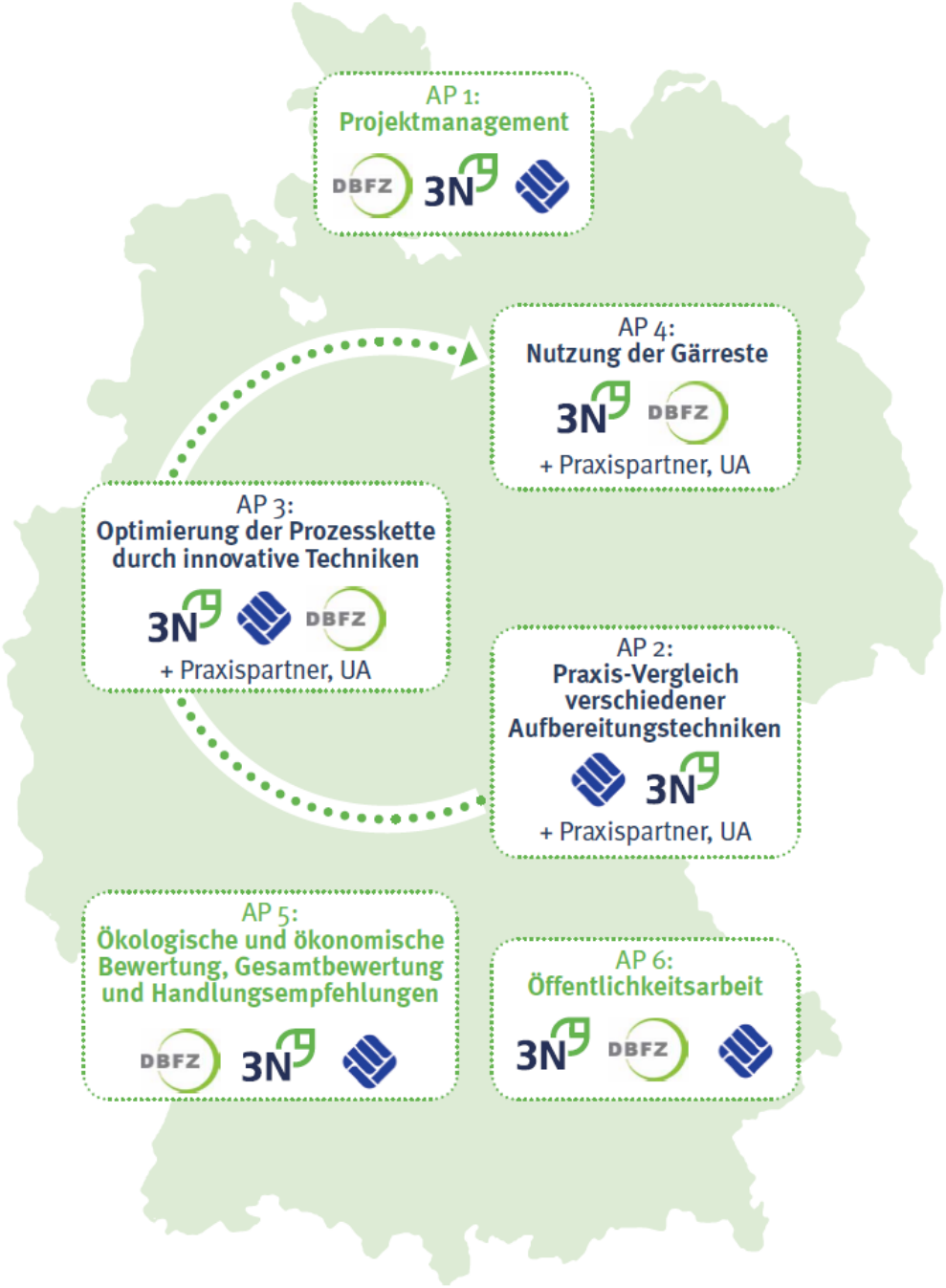
Herausforderungen bei Gärrestaufbereitung und Gärrestmanagement

- Lagerraumbedarf (Kosten für Lagerung)
- Transportkosten für Nährstoffexport oder Gärresttransport zu weit entfernten Flächen
- Nährstoffüberschüsse generell
  - P-Überschusssituation zugehöriger Anbauflächen mit Tierhaltung
  - N-Überschüsse
    - Gesamtüberschuss (Anfall aus Tierhaltung + Energiepflanzen größer als Export + zulässige Verluste (durch Futterimport))
    - 170 kg N/ha*a – Grenze aus org. Dünger (im Durchschnitt der Flächen)
    - N-Begrenzung nach Ernte Hauptfrucht

Projektstruktur

- Projektlaufzeit: 01.07.2021 – 31.12.2024

- Alle Arbeitspakete werden in Kooperation mit Praxispartnern durchgeführt → wissenschaftlich fundierte Untersuchungen + praxistaugliche Anwendungen



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

EGU FB Energie · Gebäude · Umwelt
Energy · Building Services ·
Environmental Engineering

Ergebnisse AP2

Vergleich verschiedener Gärrestaufbereitungskonzepte

Jurek Häner M.Eng.
Cem Hanrath, B.Sc.

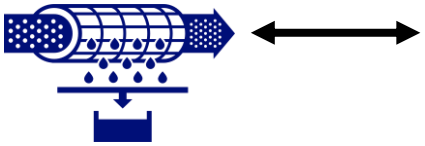
Stegerwaldstraße 39 fon +49 (0)2551 9-62420 bruegging@fh-muenster.de
D-48565 Steinfurt fax +49 (0)2551 9-62 717 www.fh-muenster.de/egu

Ziele im Projekt

1. Anlagenscreening

Erfassung des »Ist-Status« von 8 landwirtschaftlichen BGA

2. Praxisversuche



Online-Messverfahren mittels mobiler NIRS-Analytik

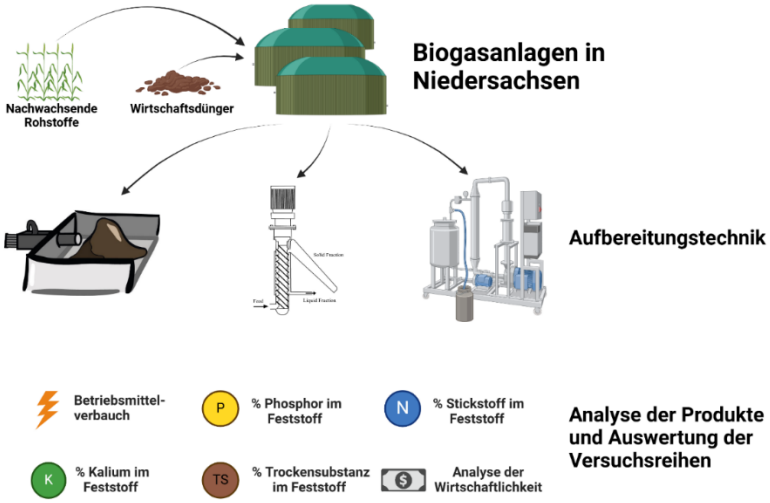
Nasschemische Untersuchungen im Labor (ICP-OES)

Evaluierung von verschiedenen technischen Lösungen zur Gärprodukt-Aufbereitung an 4 BGA

AP 2: Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

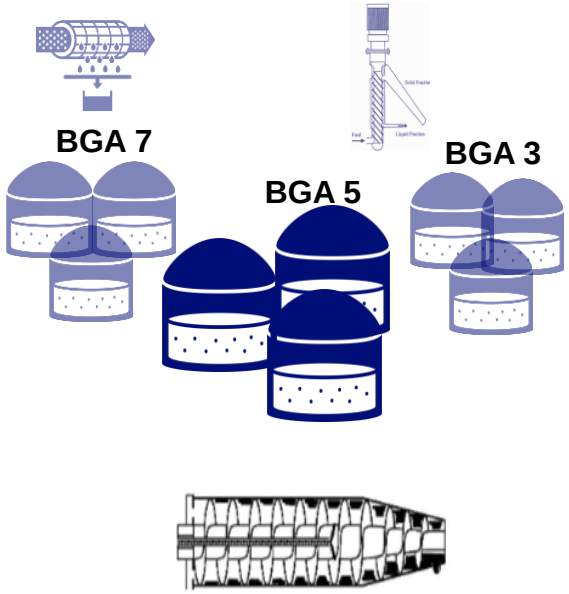
- **Prüfung marktverfügbarer Praxistechnologien zur Gärproduktaufbereitung**
  - Stärken und Schwächen bei unterschiedlichen Gärresten
  - Datenerfassung zur Optimierung der Prozesskette und für die ackerbauliche Anwendung
  - Entwicklung direkt umsetzbarer Verbesserungsansätze für die Hersteller und Betreiber
  - Analyse der Wirtschaftlichkeit und Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Gärrestbehandlung



Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

Vorstellung ausgewählter Biogasanlagen

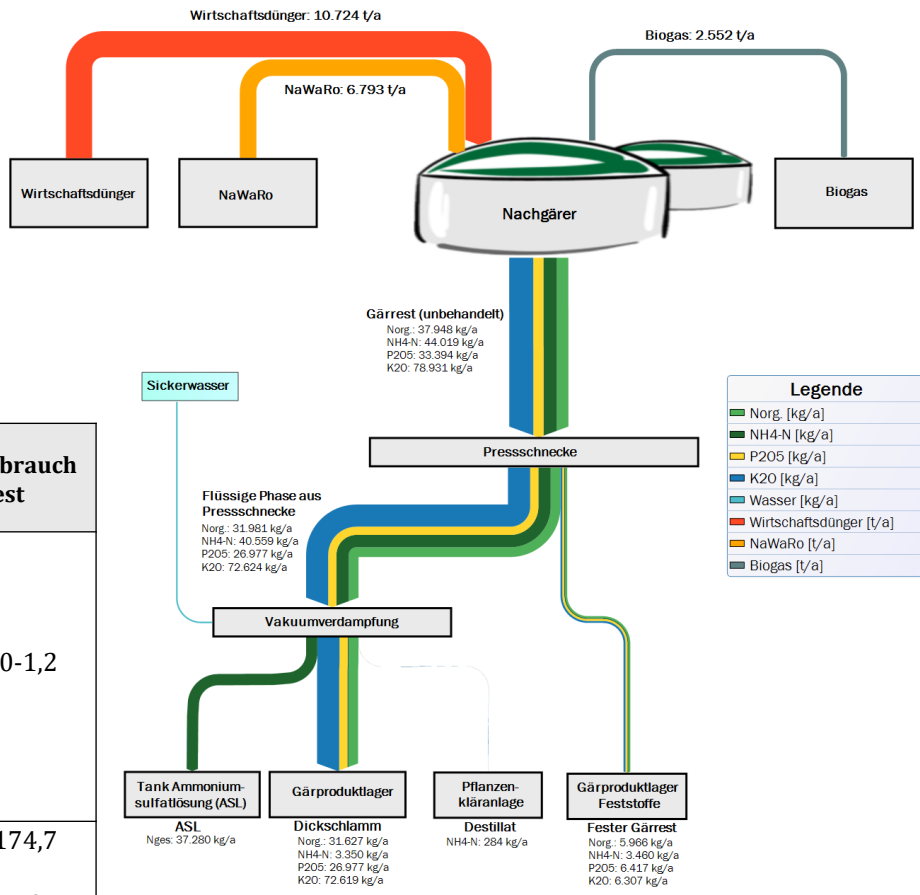
Anlagenkennung	TS- und Nährstoffgehalt [%] (Rohgärrest)	Substratmix	Verwendete Technologien
BGA 3	TS: 8,0 Stickstoff: 0,68 NH4-N: 0,39 Phosphor: 0,26 Kalium: 0,92	Mais: 2.000 t/a Maisstroh: 5.850 t/a Pferdemist: 4.380 t/a Rindermist: 3.650 t/a Putenmist: 950 t/a Grassilage: 1450 t/a	Separator
BGA 5	TS: 11,6 Stickstoff: 0,62 NH4-N: 0,31 Phosphor: 0,33 Kalium: 0,58	Silomais: 5.275,5 t/a Schweinegülle: 8.262 t/a Schweinemist: 473,5 t/a Pferdemist: 601,4 t/a Rindermist: 115 t/a Hähnchenmist: 772,6 t/a Zuckerrüben: 599,2 t/a Grünroggen: 635,5 t/a Roggenschrot: 282,3 t/a	Separator, Vakuum-verdampfer, Pflanzenkläranlage
BGA 7	TS: 7,45 Stickstoff: 0,63 NH4-N: 0,33 Phosphor: 0,39 Kalium: 0,73	Maissilage: 14.240 t/a Zuckerrüben: 756 t/a Grassilage: 581 t/a Separierte Gülle Milchkühe:2.978,4 t/a	2-stufige Separation, Vakuumverdampfer, Bandtrockner, Abluftwäscher



Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

Beispielhafte Vorstellung der Biogasanlage 5

- Substratmix: Wirtschaftsdünger 10.724 t/a
  NawaRo: 6.793 t/a
- Bestehendes Aufbereitungskonzept ist eine Kombination aus einer Vorseparation mittels **Pressschnecke** (Maschenweite 200 µm) und nachgeschalteter **Vakuumverdampfung**
- Produkte der Vakuumverdampfung sind eine Ammoniumsulfatlösung (ASL) und der stickstoffarme Dickschlamm



Verfahren	Eingestellte Parameter	Abscheidegrad und TS-Gehalt Festphase	Betriebsmittelverbrauch pro m^3 Gärrest
Pressschnecke	Maschenweite 200 µm	Stickstoff org.: 16,0 % Ammonium-N (NH4-N): 8,0 % Phosphor: 19,0 % Kalium: 8,0 % Trockensubstanzgehalt: 27,23 % Rohmasseabscheidung: 9,0 %	Strombedarf: 1,0-1,2 kWh/m^3
Vakuum-verdampfung	Verdampfer 1: Druck 210 mbar, Temperatur 58 °C Verdampfer 2: Druck 120 mbar Temperatur 47 °C	Ammonium-N (NH4-N): 92,10 %	Wärmebedarf: 174,7 kWh/m^3 Strombedarf: 7,70 kWh/m^3 Schwefelsäureverbrauch: 4,90 l/m^3

Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

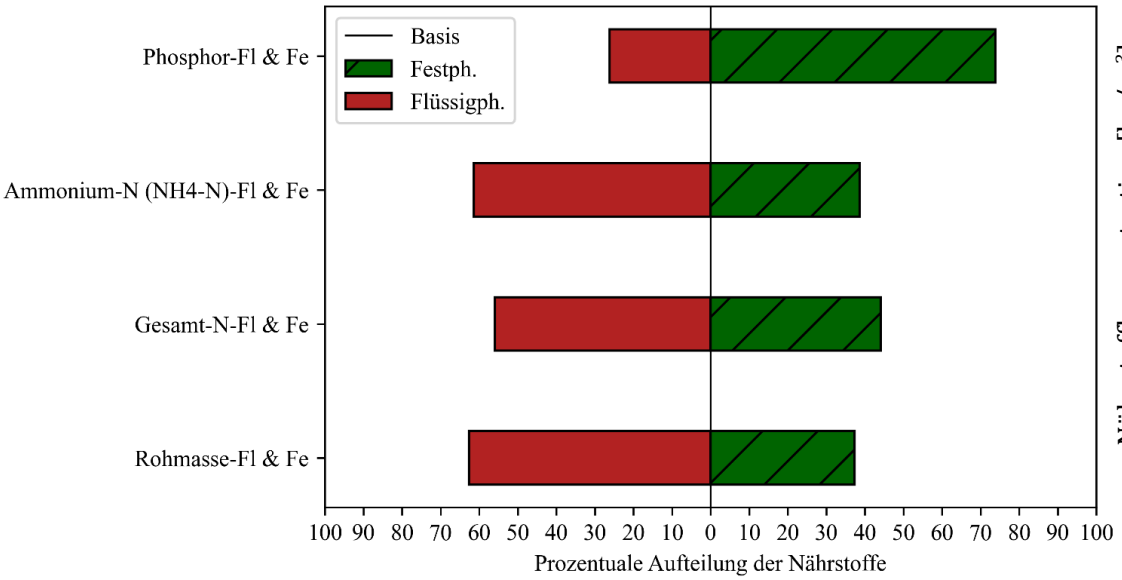


Abbildung 2: Nährstoffabscheidung **RWG-Dekanter** an **Biogasanlage 3**, Trommeldrehzahl: 2.400 U/min, Differenzdrehzahl: 6 U/min

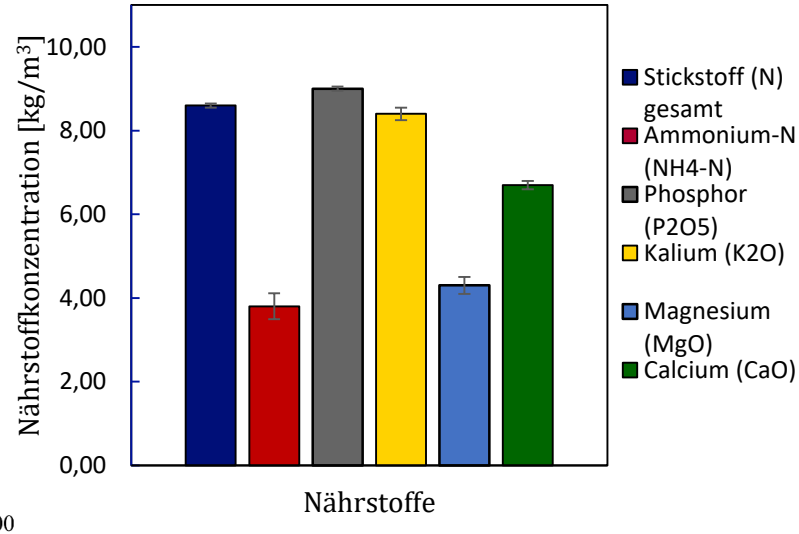


Abbildung 3: Nährstoffkonzentration [kg/m³] der festen Phase aus Dekanter

Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

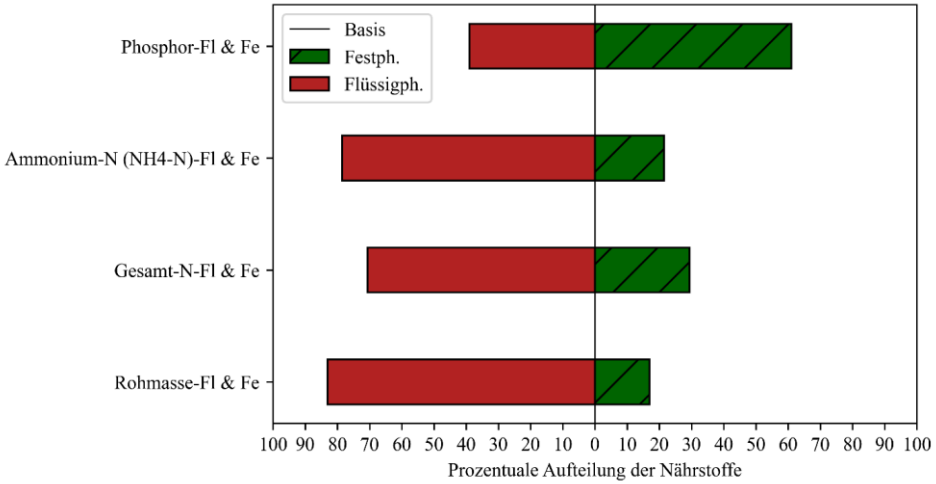


Abbildung 4: Nährstoffabscheidung **GEA-Dekanter** an **Biogasanlage 7**, Trommeldrehzahl: 4.436 U/min, Differenzdrehzahl: 3 U/min

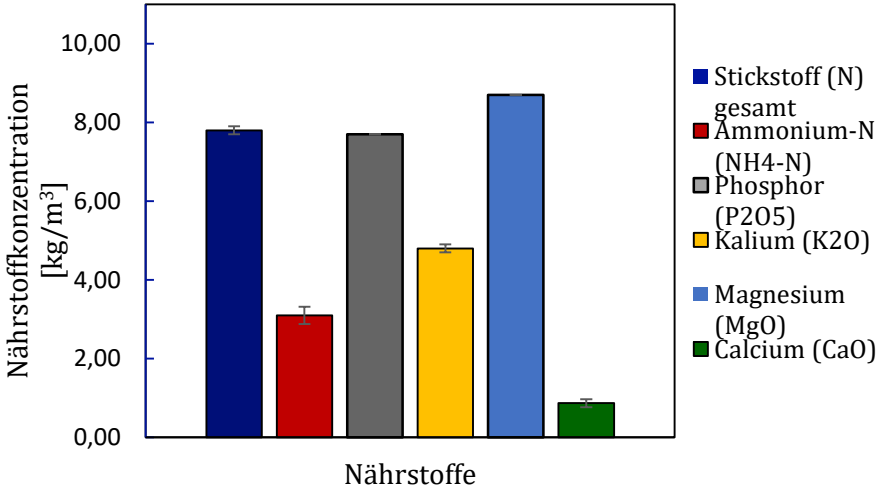


Abbildung 5: Nährstoffkonzentration [kg/m³] der festen Phase aus Dekanter

Praxis-Vergleich verschiedener Aufbereitungstechniken

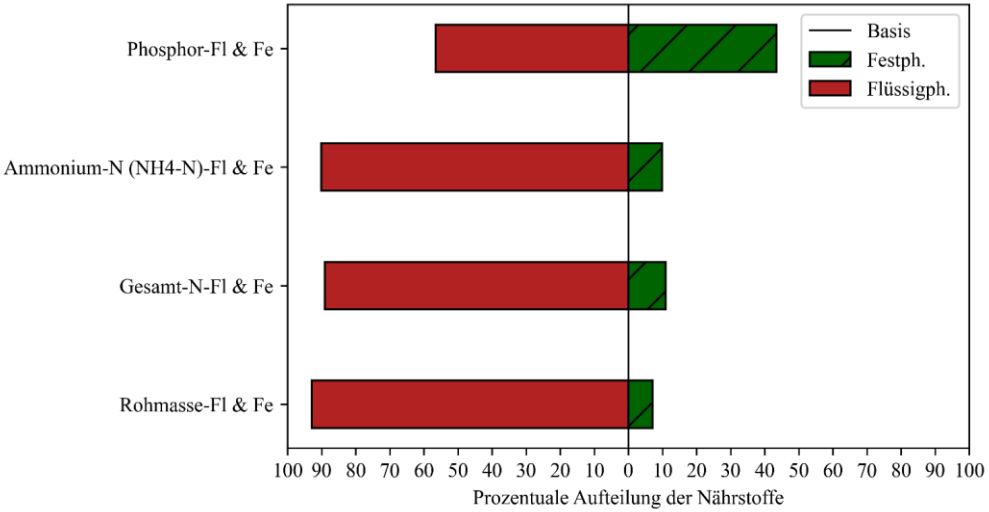


Abbildung 6: Nährstoffabscheidung **Flottweg-Dekanter nach Pressschnecke Biogasanlage 5**, Trommeldrehzahl: 5.240 U/min, Differenzdrehzahl: 12,3 U/min

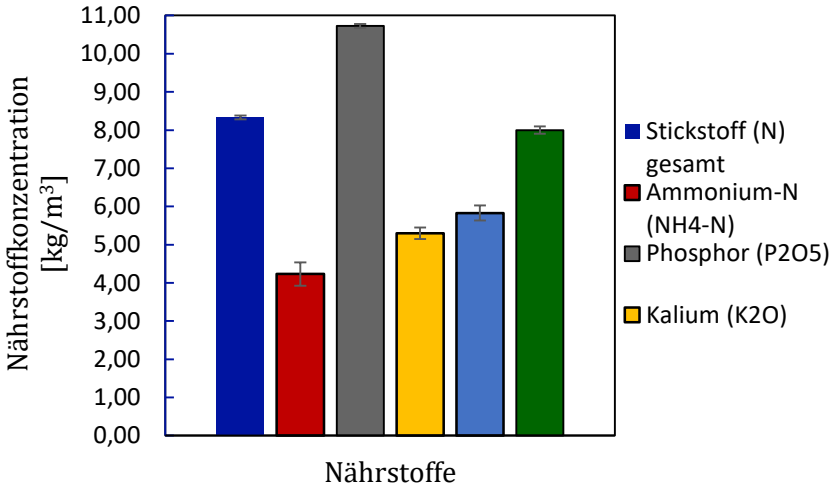
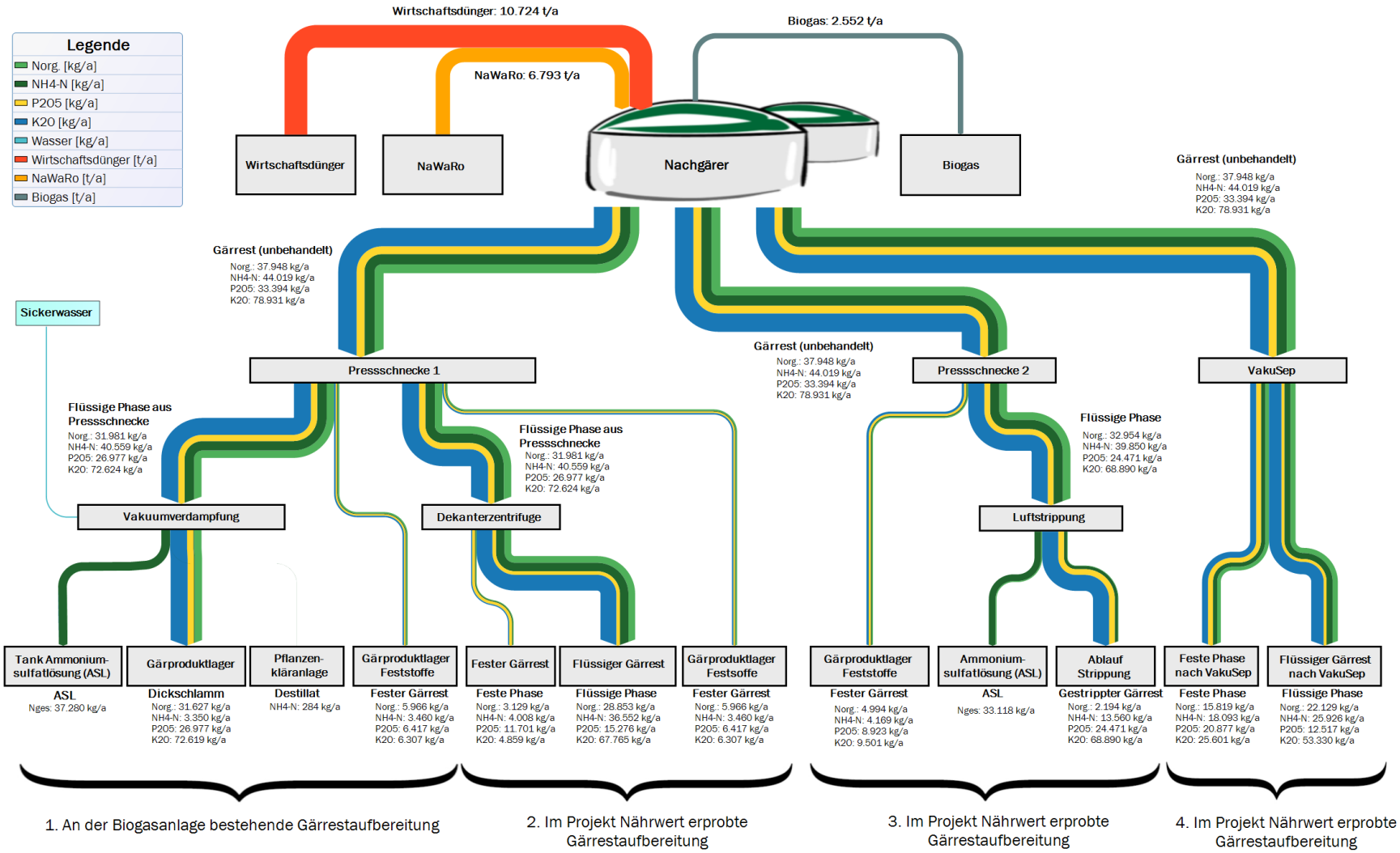


Abbildung 7: Nährstoffkonzentration [kg/m³] der festen Phase aus Dekanter

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Arbeitspaket 2

Zusammenführung der Versuchsergebnisse



- Viele ausgereifte, etablierte Verfahren zur mechanischen Aufbereitung und zur Abscheidung der Nährstoffe aus Gärresten verfügbar

- Dekanterzentrifuge kann vor allem den im Gärrest befindlichen Phosphor in hohem Maße in die feste Phase abscheiden. Die Rohmassenabscheidung ist dabei signifikant kleiner als bei anderen Techniken wie z.B. dem VakuSep

- Zweistufiges System aus Pressschnecke mit nachgeschalteter Dekanterzentrifuge nur sinnvoll, wenn starke Phosphoraufkonzentration im Feststoff erzielt werden soll

- Neben den mechanischen Verfahren bieten sich auch chemisch-physikalisch wirkende Verfahren, wie die Luftstrippung oder die Vakuumverdampfung an
  - Ammonium-Stickstofffracht der flüssigen Phase des Gärprodukts kann um bis zu 91,0% gesenkt und eine marktfähige Ammoniumsulfatlösung (ASL) gewonnen werden.

Effekte Lagerraumbedarf

Technik/Prozesskette	Reduzierung Gärrestlagerbedarf (%)	Bedarf Feststofflager (ideal Siloplatte) (%, t)	Bedarf ASL-Lager (%, t)
Pressschnecke 1	8,9	8,9	
Pressschnecke 1 + Dekanter	15,3	15,3	
Pressschnecke 1 + Vakuumverdampfung[1]	55,6[1]	8,9	3
Pressschnecke 2	12,2	12,2	
Pressschnecke 2 + Luftstrippung	15,5	12,2	3,3
Vakusep	27,3	27,3	

[1]verbleibender Gärrest = Dickschlamm

Vorteil:

- Lagerung auf der Siloplatte oder Logistik/Transport, idealerweise Hin- und Rückfracht
- Bedarfsregion und Überschussregion im Ausgleich
- Flüssigphase auf Grünland ausbringbar

P-Exportmöglichkeit (transportwürdiger Feststoff)

Technik/Prozesskette	Möglicher P-Export mit Festphase (% P)
Pressschnecke 1	19
Pressschnecke 1 + Dekanter	54
Pressschnecke 1 + Vakuumverdampfung[1]	19
Pressschnecke 2	27
Pressschnecke 2 + Luftstrippung	27
Vakusep	63

[1]verbleibender Gärrest = Dickschlamm

N-Exportmöglichkeit (transportwürdiger Feststoff und ASL)

Technik/Prozesskette	Transportwürdiger Feststoff (% Gesamt-N)	ASL (% vom Gesamt-N)
Pressschnecke 1	11	
Pressschnecke 1 + Dekanter	20	
Pressschnecke 1 + Vakuumverdampfung[1]	11	45[2]
Pressschnecke 2	11	
Pressschnecke 2 + Luftstrippung	11	48[2]

[1] verbleibender Gärrest = Dickschlamm
[2] ASL bietet nicht nur Exportmöglichkeit von N-Überschüssen aus dem Betrieb in konzentrierter Form, sondern v.a. die Möglichkeit, die ASL (ganz oder teilweise) innerbetrieblich entsprechend des Bedarfes zu nutzen, wobei der ASL-N nicht auf die 170 kg N-Grenze aus organischem Dünger angerechnet wird

Lagerraum geschaffen - Gärrestmanagement ab Mai

- Die vorgeschriebenen 9 Monate Lagerkapazität sind eine **Minimumgrenze**
- Der hauptsächliche Düngebedarf besteht meist vom frühen Frühjahr bis zur Maisaussaat
- Zur Maisaussaat (je nach Region 10.4. – 10.05) sind die Lager leer
- Wenn in nassem Frühjahr (z.B. 2024) zu den Winterungen und aufs Grünland Gärreste zur Vermeidung von Bodenschäden im frühen Frühjahr mit Fässern nicht ausgebracht werden können, können 9 Monate Lagerkapazität deutlich zu knapp sein!
  <u>- Ausbringtechnik und Pflanzenbau berücksichtigen! – Thema Bodenschutz</u>
- Ausbringtechnik:
  - Verschlauchung (deutlich frühere Ausbringung ohne Bodenschäden, höhere Schlagkraft)
  - Einschlitzen von Teilmengen in Maisbestand (bis 6 Wochen Verschiebung gegenüber Ausbringung vor Saat)
- Pflanzenbau:
  - Zweitfruchtbau (z.B. Teil des Silomaises, Hirse etc. nach Feldgras/Grünroggen/GPS)
  - **<u>Managementsystem Acker:</u>** Wenn Zweitfruchtbau und Gärresteinschlitzen in Bestand kombiniert werden, ist leeres Gärrestlager Ende Juni realistisch > entspannte Lagersituation, auch bei nassem Frühjahr
  - Raps, Wintergerste, Gras und Markstammkohl z.B. auch teils in **Herbstdüngung** in Fruchtfolgen mit Gülle- und Gärrestdüngung einbeziehen

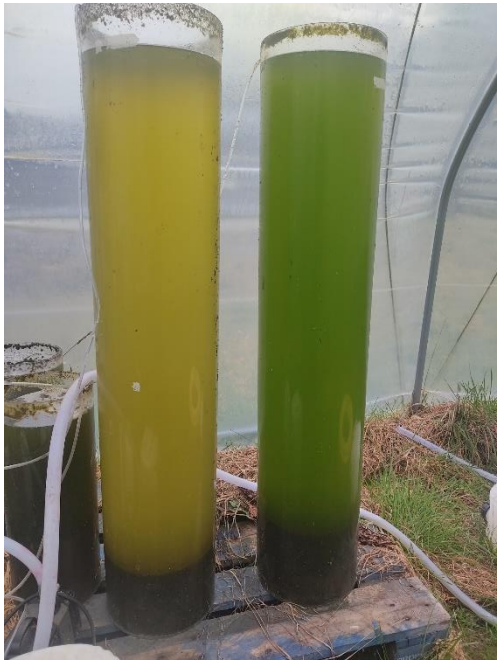
AP 3: Innovative Techniken

- **Algeneinsatz**

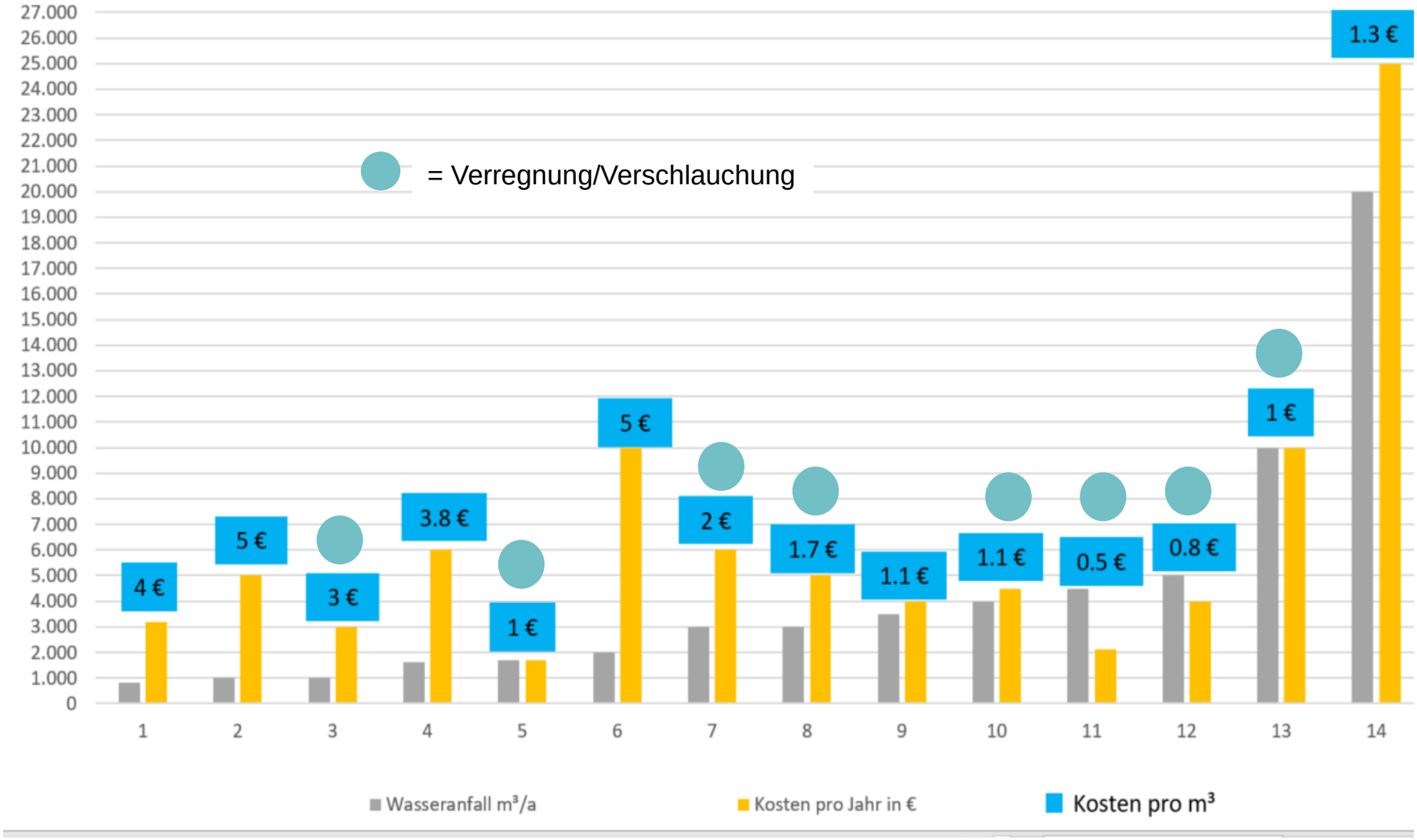
Laborversuche + Praxisversuche

<u>Ziel:</u>

Einsatz von Oberflächenwasser und dessen Reinigung durch Biomassewachstum



Anfall und Kosten zur Ausbringung des OW



Quelle: Daten aus dem Projekt ÖkoPro im Innovationsraum BaMS

AP 4: Nutzung der Gärreste

3 Bausteine:

Topfversuche

Praxisversuche

Parzellen- Exakt-Versuche

Parzellenversuche

Versuche im Unterauftrag an die LWK Niedersachsen

Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Kulturen und Standorte

Winterraps	Winterweizen	Zuckerrübe	Kartoffel
Wehnen		Höckelheim	Suderburg

Versuchsplan

1x Kotrollvariante (nur Nmin)
2x Mineralisch mit KAS
- 1x Stickstoffbedarfswert nach DüV
- 1x Stickstoffbedarfswert nach DüV - 20 % Rotes Gebiet

6x Organisch
- 1x Gärrest 170 kg GesNorg
- 1x Gärrest 170 kg GesNorg+ Mineralische= N- Düngebedarf
- 1x Gärrest 170 kg GesNorg= N Düngebedarf – 20 % Rotes Gebiet
- 1x Flüssiges Separat 170 kg GesNorg
- 1x Flüssiges Separat 170 kg GesNorg+ Mineralische= N- Düngebedarf
- 1x Flüssiges Separat 170 kg GesNorg= N Düngebedarf - 20 % Rotes Gebiet

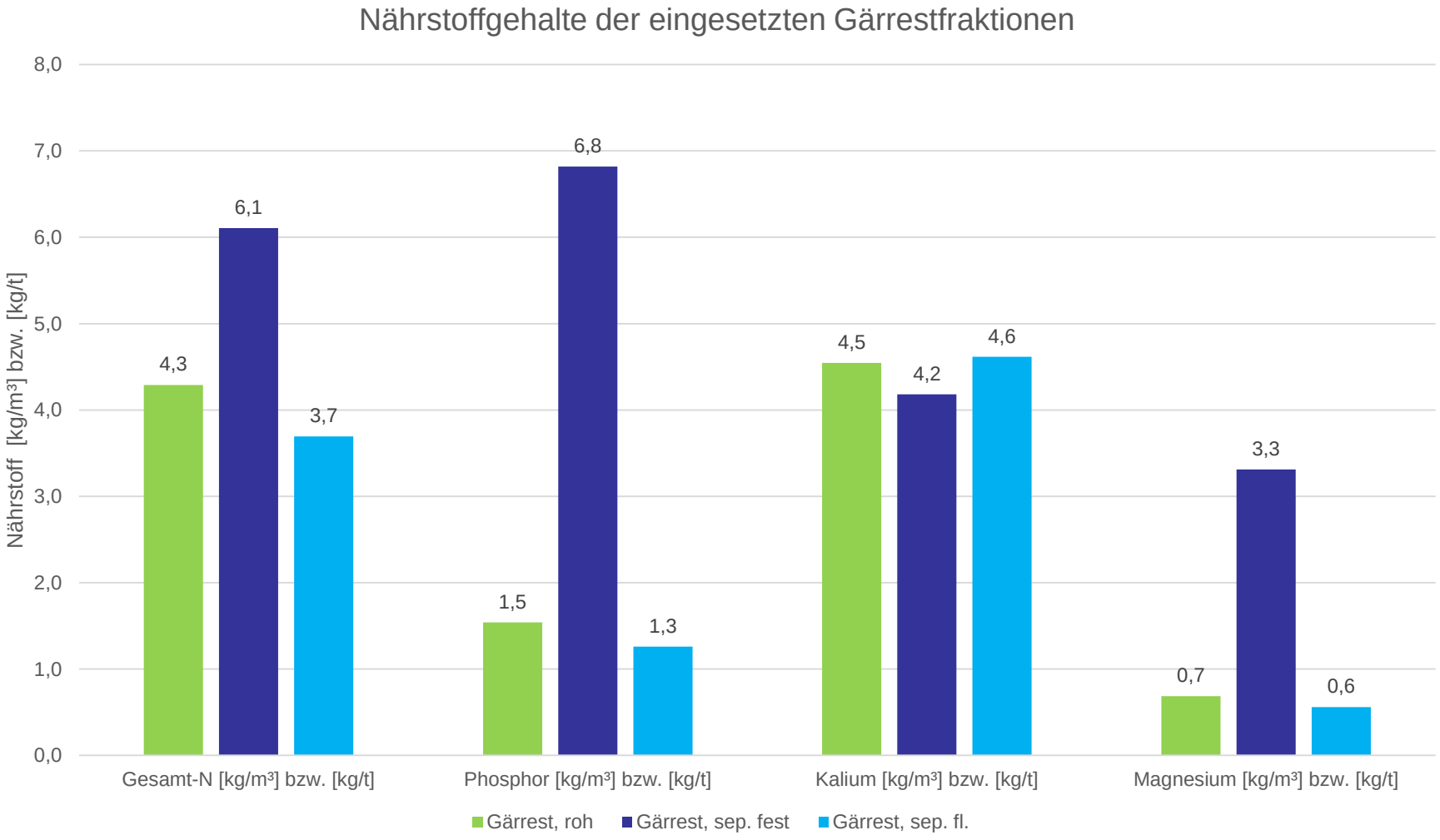
1x Kotrollvariante (nur Nmin)
2x Mineralisch mit KAS
- 1x Stickstoffbedarfswert nach DüV
- 1x Stickstoffbedarfswert nach DüV - 20 % Rotes Gebiet

4x Organisch
- 1x Unbehandelter Gärrest 170 kg GesNorg
- 1x Unbehandelter Gärrest 170 kg GesNorg+ Mineralische= N- Düngebedarf

1x Festes Separat 170 kg GesNorg
1x Festes Separat 170 kg GesNorg+ Mineralische= N- Düngebedarf

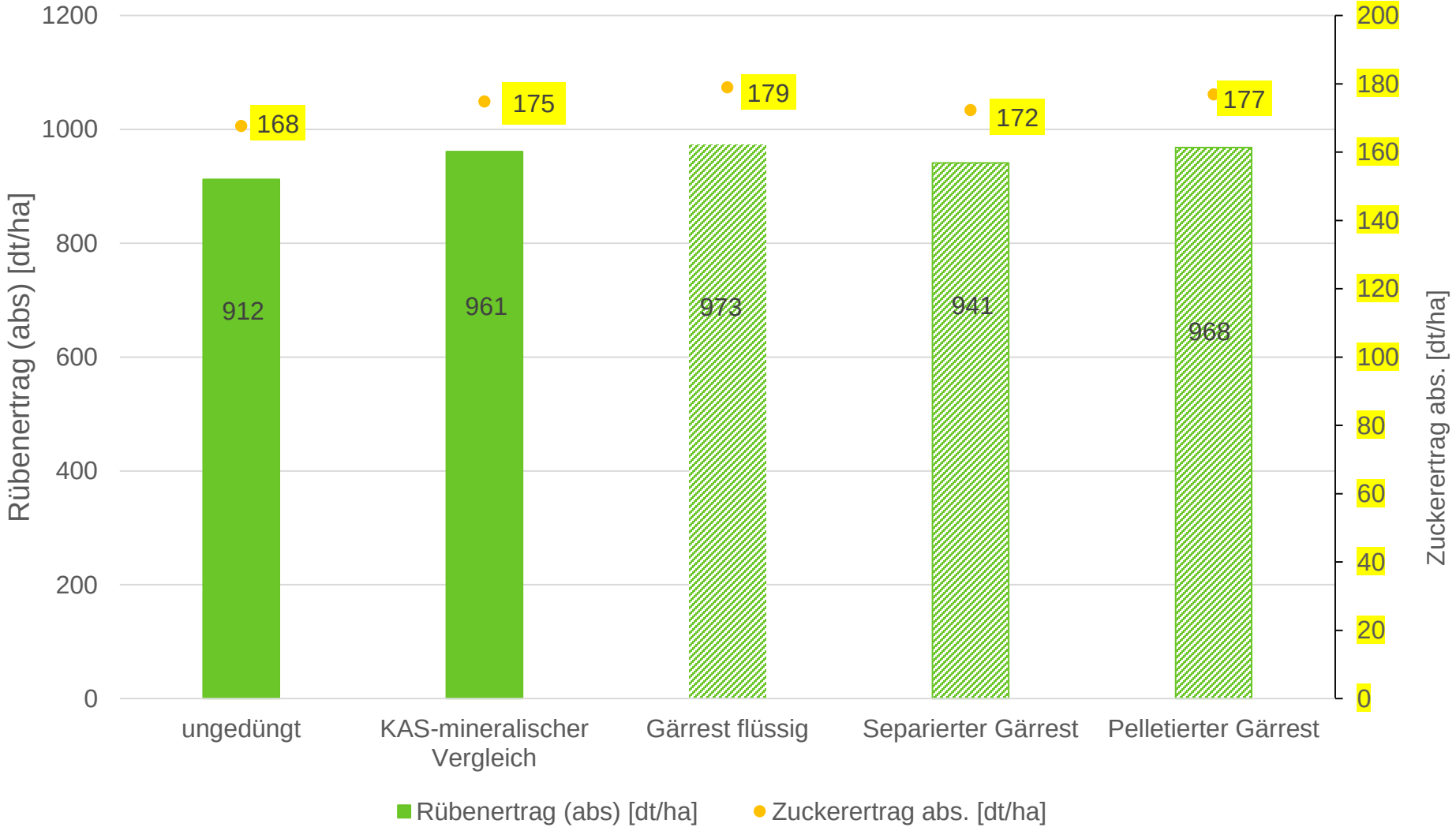
1x Flüssiges Separat 170 kg GesNorg
1x Flüssiges Separat 170 kg GesNorg+ Mineralische= N- Düngebedarf

Eingesetzter Gärrest Parzellenversuche

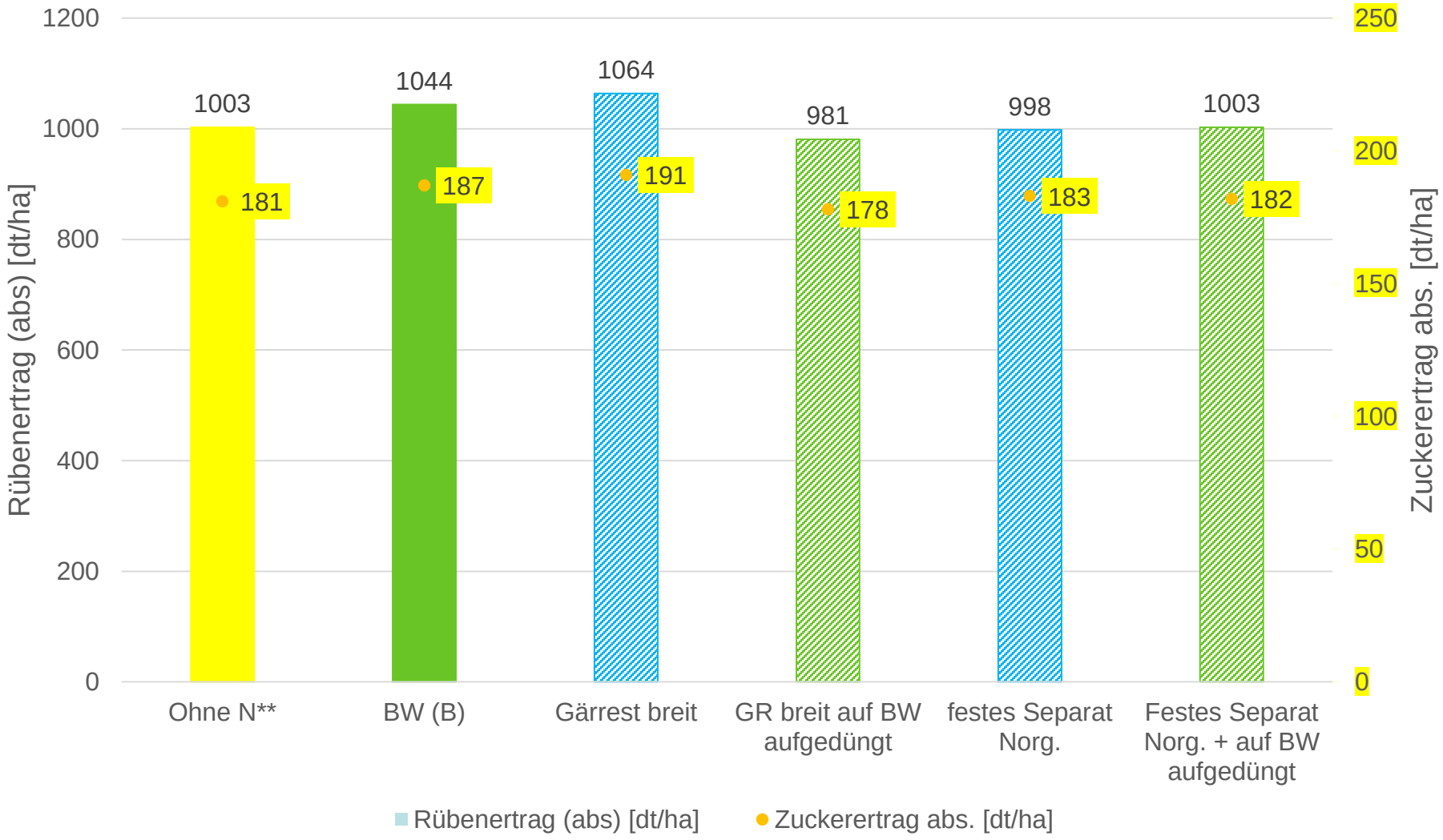


Parzellenversuche Zuckerrübe

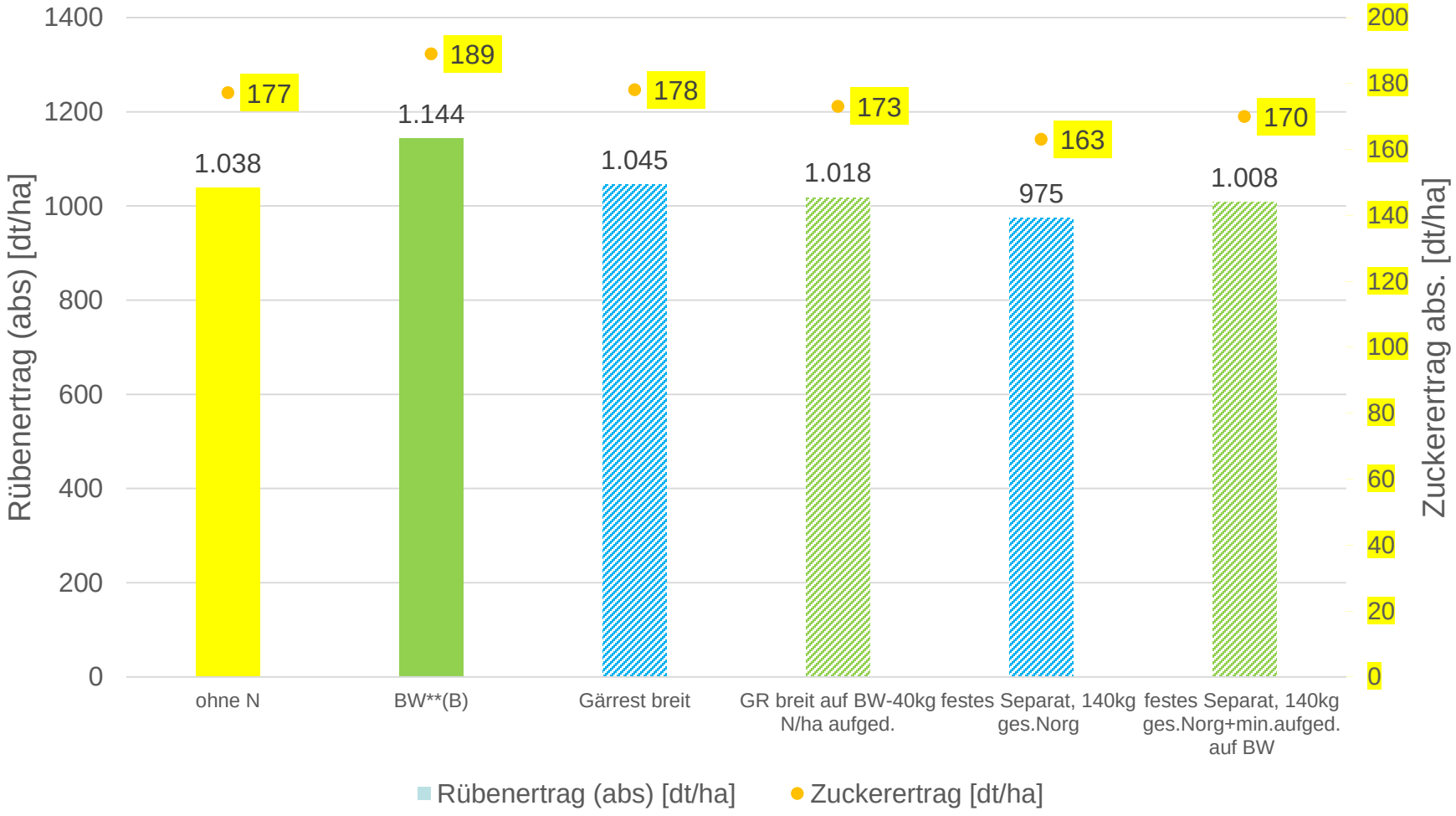
Parzellenversuche ZR 2021



Parzellenversuche ZR 2022

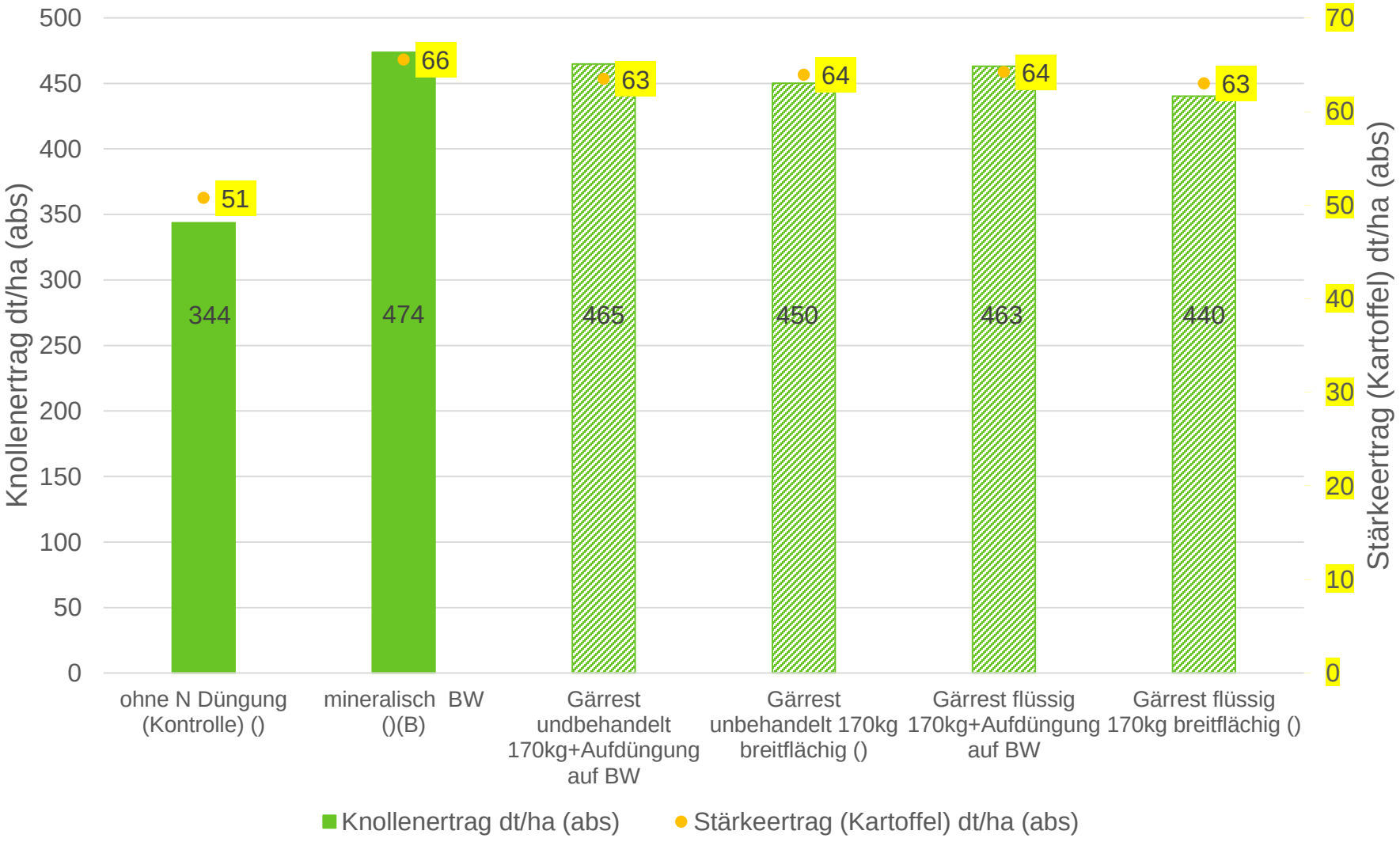


Parzellenversuche ZR 2023

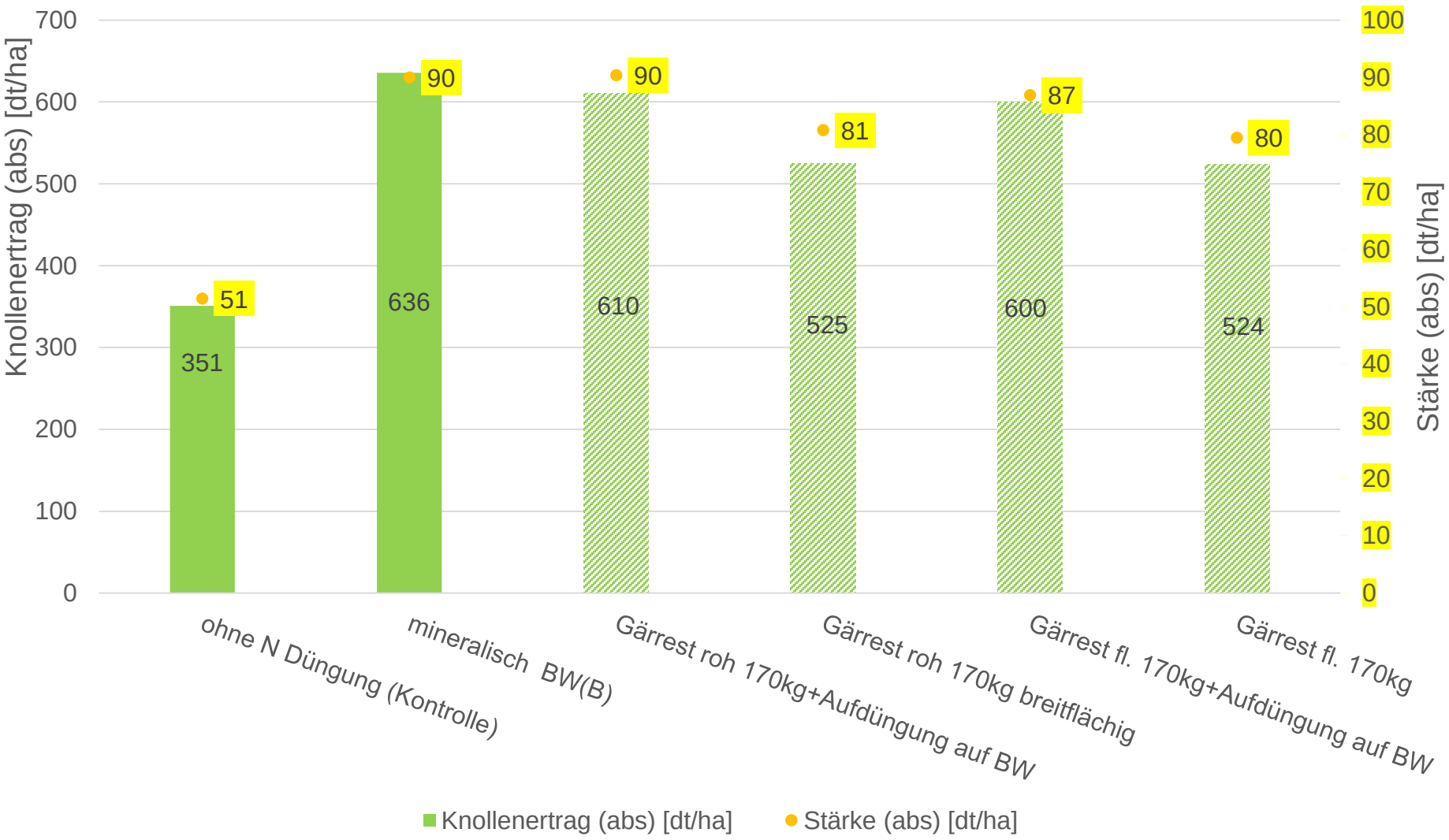


Parzellenversuche Kartoffel

Parzellenversuche KA 2022



Parzellenversuche KA 2023



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!