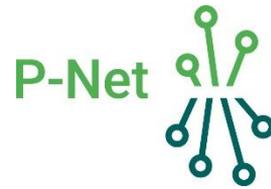


Aufbau eines Netzwerks zum ressourceneffizienten Phosphorrecycling und -management in der Region Harz und Heide (P-Net)



# P-Net

## RePhoR Statusseminar

Frankfurt, 03./04.05.2023

Prof. Dr.-Ing. Thomas Dockhorn



GEFÖRDERT VOM

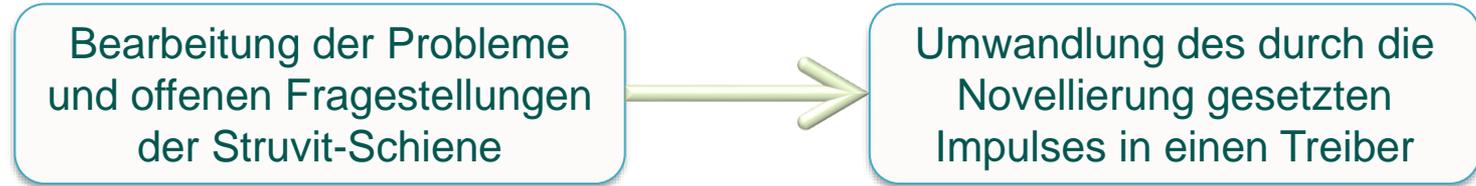


Bundesministerium für Bildung und Forschung

## Ziele des Projektes

---

P-Net: Aufbau eines Netzwerks zum ressourceneffizienten Phosphor-Recycling und -Management in der Region Harz und Heide



- Etablierung eines regionalen Clusters
- Optimierung bereits bestehender Struvit-Anlagen
- Übertragung der erfolgversprechenden Verfahren und Maßnahmen

# Partner und APs

## Verbundpartner



## Arbeitspakete

AP1 Stoffstrombehandlung

AP2 Produkte und Märkte

AP3 Institutionen und Akteure

AP4 Verallgemeinerung

AP5 Koordination und Projektmanagement

## AP2: Produkte und Märkte

### Struvit-Hub (Mieste & Hünxe)

- Mittlerweile 51 Einzelchargen
- Seit März: ein Trocknungsgerät im Einsatz, mit dem Chargen von etwa 100 kg getrocknet werden können.

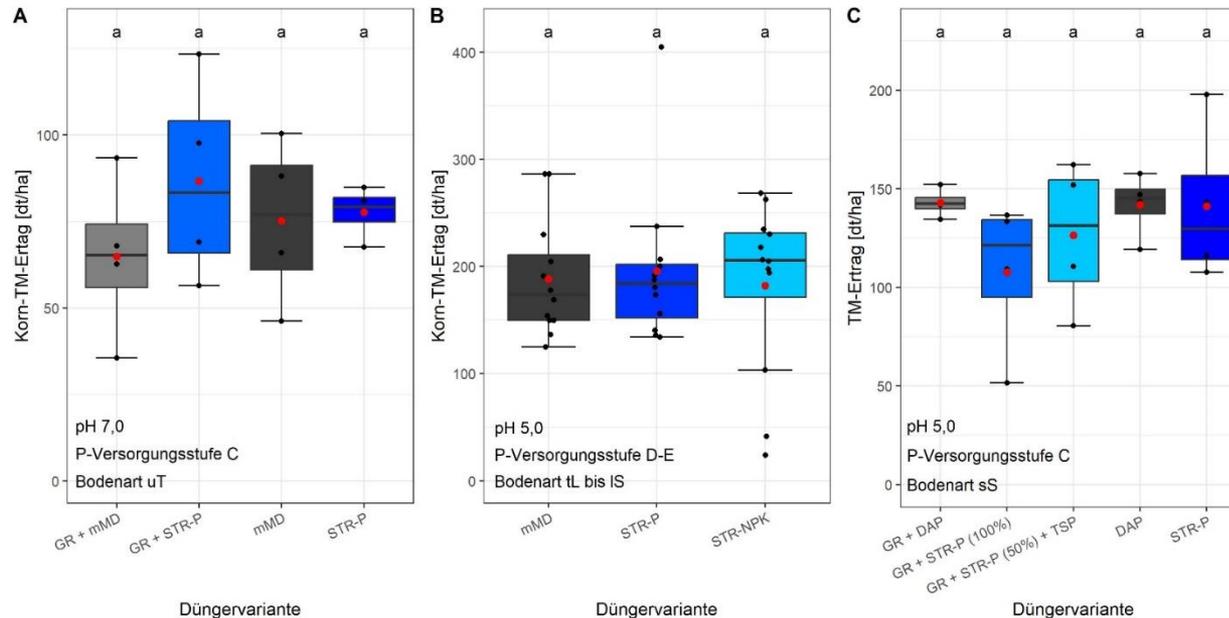
### Produktentwicklung

- Mittlerweile Herstellung von Struvit-Granulate aus amorphem und kristallinem Struvit möglich
- Im Fokus im Moment: Stabilität der Granulate



## AP2: Produkte und Märkte

### Trockenmasseerträge auf drei Flächen der On-Farm-Versuche 2022 (Mais)



**A:** Korn trockenmasseertrag [dt/ha] zur Ernte auf VF 3 (Körnermais); **B:** Korn trockenmasseertrag [dt/ha] zur Ernte auf VF 5 (Körnermais); **C:** Trockenmasseertrag [dt/ha] der Gesamtpflanze zur Ernte auf VF 4 (Silomais); Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten bei  $p < 0,05$  nach einfaktorierter ANOVA mit Tukey post hoc Test; **Hinweis: Die dargestellten Erträge sind hochgerechnete Parzellenerträge und damit Optimalerträge.**

GR: Gärrest, mMD: mineralischer Mischdünger, STR-P: Struvit-Pellet, STR-NPK: Struvit-NPK-Pellet, DAP: Diammonphosphat, TSP: Triplesuperphosphat

## AP2: Produkte und Märkte

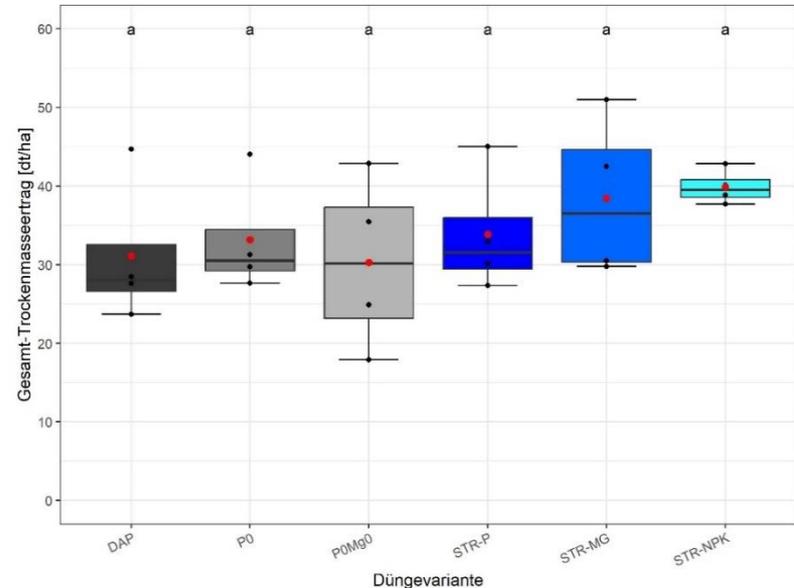
---

- **Keine signifikanten Unterschiede** zwischen den Struvit-Varianten und den mineralischen Referenzdüngern:
  - Vergleichbare (oder sogar tendenziell höhere) Trockenmasseerträge mit Struvitdüngung auf vier Standorten mit unterschiedlicher Bodenart (davon 3 mit saurem Boden-pH)
- **Keine signifikanten Unterschiede** beim Vergleich der kombinierten organisch-mineralischen Düngung von Gärrest + Struvit mit Gärrest + mineralischem Referenzdünger (Anteile Gärrest-P ca. 60%):
  - Vergleichbare (bis tendenziell höhere) Trockenmasseerträge mit Düngung von Struvit + Gärrest auf vier tonig/lehmigen Standorten (davon drei mit neutralem Boden-pH-Wert, einer mit saurem)

## AP2: Produkte und Märkte

### Exaktversuch in Nettlingen – Winterraps 2023

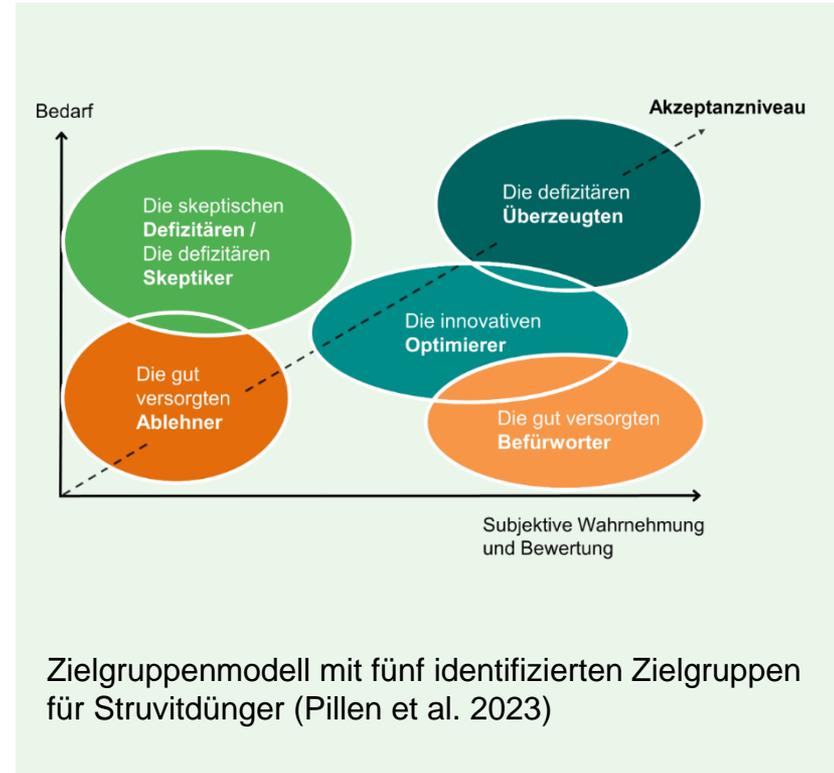
- Zwischenernte am 17.04.2023 erfolgt
- Keine signifikanten Unterschiede
- In der Tendenz erhöhte TM-Erträge in der STR-MG- und STR-NPK-Variante



Gesamt-Trockenmasseerträge von Winterraps [dt/ha] zur Zwischenernte am 17.04.2023, ca. 31 Wochen nach der Aussaat; Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten bei  $p < 0,05$  nach einfaktorieller ANOVA mit Tukey post hoc Test; **Hinweis: Die dargestellten Erträge sind hochgerechnete Parzellenerträge und damit Optimalerträge.**

### Landwirte und Struvitdünger: Empirische Ergebnisse

- Sicht der befragten Landwirte: Struvitdünger hat in Deutschland ein sehr gutes Marktpotenzial!
- Potenzielle Zielgruppe:
  - ▶ Landwirte, die bisher Klärschlamm nutzen.
  - ▶ Landwirte, die auf Kreislaufwirtschaft und Regionalität setzen.
  - ▶ Insbesondere Öko-Landwirte:  
Unbedingte Voraussetzung ist eine Zertifizierung!
- Als Hemmnisse gelten die noch verbesserungswürdigen technischen Gegebenheiten und die geringen zur Verfügung stehenden Mengen.  
Erwartet wird ein adäquater Preis.



## Reallabor zur regionalen Marktplatzierung

- Ziel: Potenzial für das Inverkehrbringen eines Struvitdüngers über eine konsequent umgesetzte Vermarktung ermitteln.
- Zielgruppen- und Marktanalyse:
  - ▶ prioritäre landwirtschaftliche Zielgruppen
  - ▶ Konkurrenzprodukt: DAP
- Entwicklung einer Markenstrategie: die Marke steht!
- Erprobung der Markenstrategie: **läuft gerade an...**



**CRYSTALLO**  
Der kristallklare P-Dünger von hier.

**Wirksam**  
Bei Crystallo handelt es sich um einen P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-angereicherten, löslichen, organischen Düngestoff, der über einen hohen Anteil an Pflanzennährstoffen verfügt und somit ein hervorragendes Düngemittel für alle Pflanzenarten ist.

**Schonend**  
Mit dem kristallklaren P-Dünger setzen Sie auf ein CO<sub>2</sub>-armes Düngemittel, das mit kurzen Produktions- und Herstellungszyklen hergestellt wird. Dadurch ist es besser für die Umwelt, wenn umweltfreundliche Düngemittel eingesetzt werden. Crystallo ist ein hochwertiges Düngemittel, das bis zu 10% Stickstoff enthalten kann.

**Rain**  
Die kristalline Struktur des Struvits garantiert höchsten Nährstoffgehalt. So können Sie sicher sein, dass Crystallo keine ungenutzten Nährstoffe enthält.

**Crystallo enthält neben dem Hauptnährstoff Phosphor auch Stickstoff und Magnesium!**  
23% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
3% N  
12% MgO

**Crystallo in Fakten.**  
Wissenschaftliche Studien zeigen:

- 10% Die Nährstoffmenge im Düngemittel wird bis zu 10% gesteigert.
- 10% Die Aufgabemenge reduziert sich um bis zu 10%.
- 90% Bis zu 90% des Stickstoff- und Stickstoffgehalts in die Böden werden verwertet.
- 100% Die 100%ige Stickstoff- und Stickstoffmenge ist verfügbar für nachfolgende Pflanzen.

**NÄHRSTOFF-KREISLAUF**  
Generierung von Düngemitteln  
Ausbringung von Düngemitteln  
Aufnahme von Nährstoffen durch die Pflanze  
Freisetzung von Nährstoffen in den Boden  
Umwandlung von Nährstoffen in den Boden  
Verwertung von Nährstoffen durch die Pflanze

**SOEPENBERG**  
since 1954

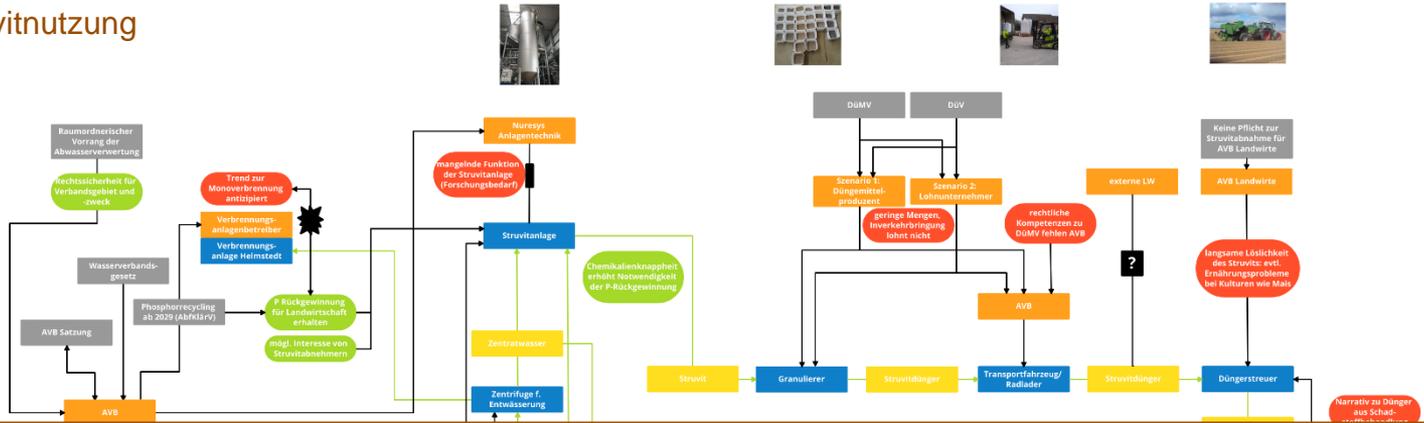
**Reallabor zur regionalen Marktplatzierung**  
Kontakt:  
Dr. rer. oec. Barbara Krenn  
Prof. Dr. rer. oec. Dr. rer. oec. Dr. rer. oec.  
Prof. Dr. rer. oec. Dr. rer. oec. Dr. rer. oec.

# AP3: Institutionen und Akteure

## Konstellationsanalyse am Beispiel eines lokalen Klärschlammnetzwerkes



### Struvitnutzung



### Legende

#### Elemente

- Akteur
- Ressourcen
- Technisches Element
- Rechtliche Regelung

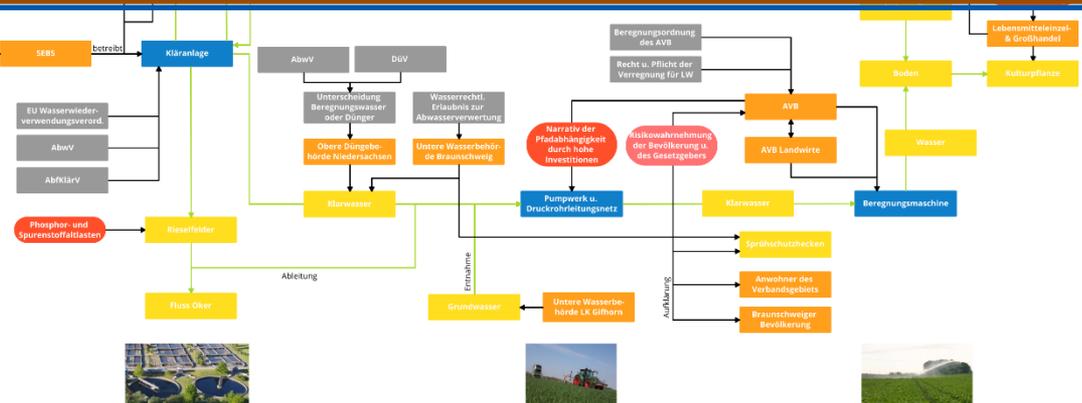
#### Faktoren

- hemmender Faktor
- potenziell hemmender Faktor
- förderlicher Faktor

#### Beziehungen

- Gerichtete Relation
- Wechselseitige Beziehung
- Widerständige Beziehung
- Konfliktäre Beziehung
- Fehlende Beziehung
- Stofffluss

### Abwasserverwertung

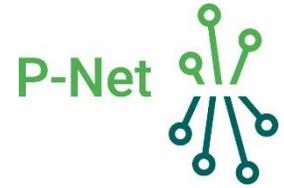


### Konstellationsanalyse am Beispiel eines lokalen Klärschlammnetzwerkes

#### Vorläufige Ergebnisse

- Verbot der Klärschlammausbringung & Pflicht des Phosphorrecyclings ab 2029  
→ Umstellung auf Struvit zur Sicherung der Nährstoffzufuhr für die Landwirtschaft & des P-Recyclings
  - Eingübte Nutzung von Dünger aus dem Klärbereich und Aufklärung der Bevölkerung
  - Struvitfällung als Vorteil für den Betrieb der Kläranlage (Betriebssicherheit, fehlende Fällmittel...)
  - Weiterführung des Verregnungssystems & der wasserrechtlichen Genehmigungen zur Deckung des Wasserbedarfs
  - Bestehende Verbandsstrukturen als Vorteil für zukünftige Struvitnutzung
- Bestehende oder frühere Klärschlammnetzwerke als gute Basis für Struvitnutzung

# AP4: Verallgemeinerung: P-Net Produkte



Einladung zum Feldtag in Nettingen am **12.05.2023**  
10 – 15 Uhr (Söhlide: [52\\_168495\\_10\\_183240](#))

**Organische Düngung und Recyclingprodukte in der Landwirtschaft – die nachhaltigere Art der Pflanzenernährung?**

Zu unserem Feldtag zeigen wir Ihnen unseren Dauerversuch zur organischen Düngung mit Klärschlammkompost, Grünschnittkompost, Gärresten, Hähertrockenkot, Klärschlamm und Bioabfallkompost sowie mit konfektionierten Düngern basierend auf dem Fällungsprodukt Struvit (Magnesiumammoniumphosphat) aus der Abwasserbehandlung. Im diesjährigen Rapsversuch werden folgende Forschungsthemen vorgestellt:

**Themen**

Organische Düngung – eine Alternative zur mineralischen Düngung?  
Struvit – ein Magnesiumammoniumphosphat mit Potential für die ökologische Landwirtschaft  
Wie kommt das Mikroplastik in den Boden? – Nachweis möglicher Kontaminationspfade

**Wirtschaftspartner vor Ort**

Kommunalservice Hans Vornkahl GmbH (Kompostierung und Klärschlammverwertung)  
SF-Soepenberg GmbH (Produktion und Vertrieb von Düngemitteln)  
Rapool (Rapsvertriebspartner)

Stündlich finden Präsentationen und Führungen statt, für das leibliche Wohl ist gesorgt.  
Die Kommunalservice Hans Vornkahl GmbH freut sich auf Ihren Besuch!



Institut für sozial-ökologische Forschung 

ISOE-Materialien Soziale Ökologie **70**

Caroline Douhaire

Herstellung und Inverkehrbringung von Struvitdünger rechtssicher gestalten

Gutachten zu aktuellen rechtlichen Fragen



Institut für sozial-ökologische Forschung 

ISOE-Materialien Soziale Ökologie **71**

Jonathan Pillen, Konrad Götz, Martina Winker

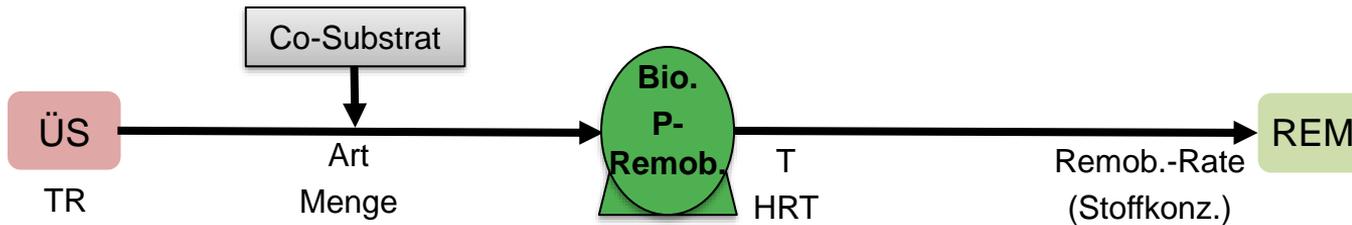
Struvitdünger und seine Möglichkeiten für den Markteintritt

Zielgruppen- und Marktanalyse für die Region „zwischen Harz und Heide“



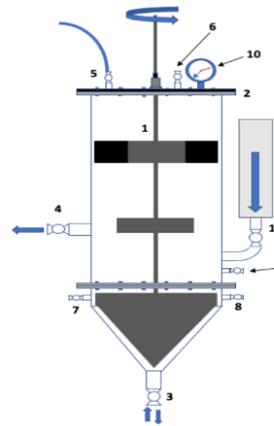
# AP1: Stoffstrombehandlung

## Biologische P-Remobilisierung (im ÜS)



### Hohe Remobilisierungsraten (bis 70%)

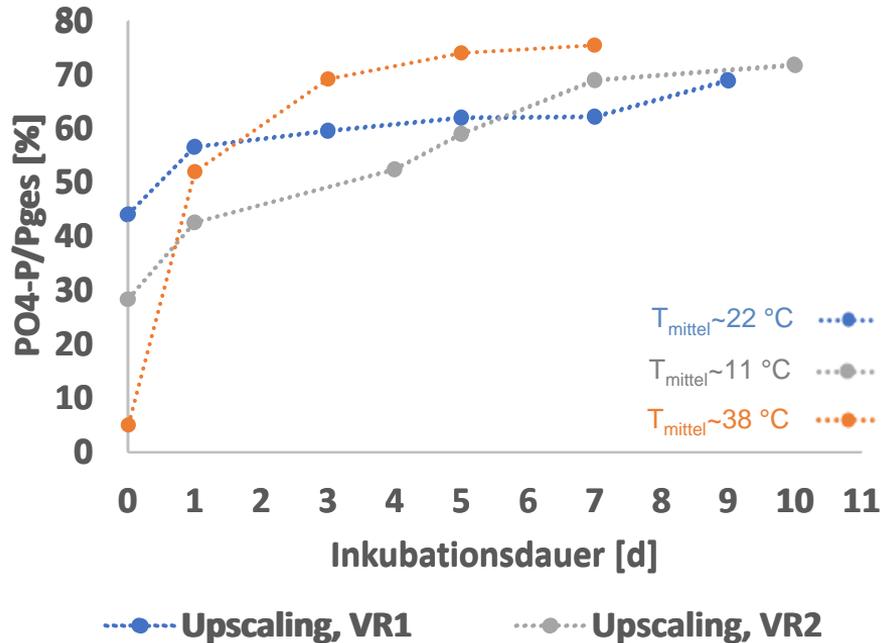
- Sowohl im Technikums- als auch im Großmaßstab
- Sowohl im mesophilen als auch im psychrophilen Temperaturbereich



# AP1: Stoffstrombehandlung

## Ergebnisse Upscaling KWS

### P-Rücklösung: Upscaling vs. Technikum



	Upscaling VR1, Tag 9	Upscaling VR2, Tag 10	Technikum Mesophil, Tag 5
TR [%]	0,72	0,85	0,95
Pges [mg/l]	221,94	215,74	204,93
PO4-P [mg/l]	152,99	154,91	145,72
Remob [%]	68,9%	71,8%	73,9%
pH [-]	5,02	5,67	5,33

# AP1: Stoffstrombehandlung (Fällung & Kristallisation)

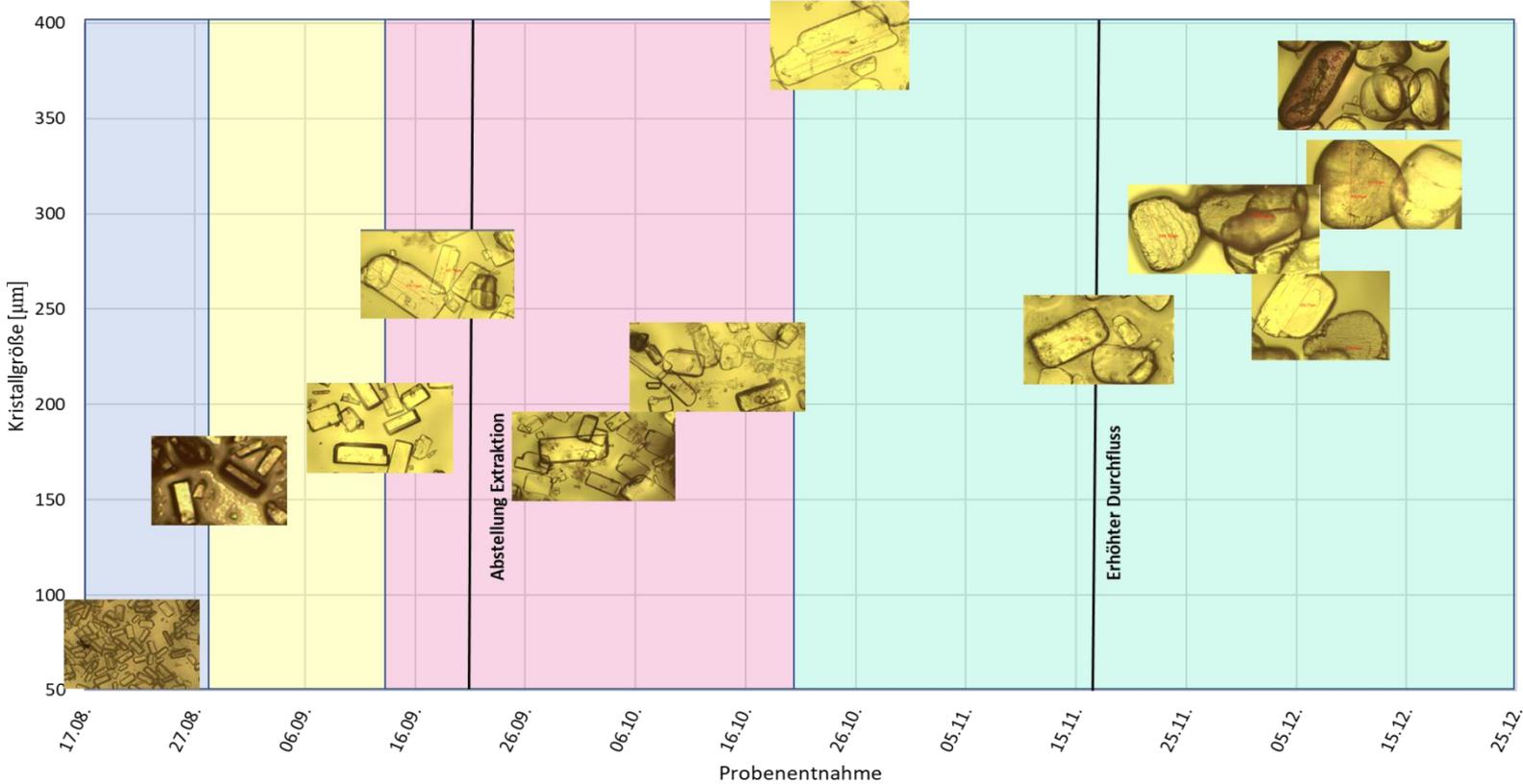
Gesamtvolumen des Reaktors 10 m<sup>3</sup>, Arbeitsvolumen ca. 9,2 m<sup>3</sup>



		VR1	VR2	VR3.1	VR3.2	VR4	VR5
Zeitraum		15.08- 01.09.22	01.09- 15.09.22	15.09- 22.09.22	22.09- 20.10.22	20.10- 15.11.22	15.11- 16.12.22
pH-Wert	[-]	8,3	8,1	7,9	7,9	7,8	7,8
Q <sub>zu</sub>	[m <sup>3</sup> /h]	0,44	0,44	0,44	0-0,7	0,44-1,1	<b>4,5   9,0</b>
HRT	[h]	21	21	21	12,8	9,1	2,0
Anteil Zentrat <sub>Ges.</sub>	[%]	10	10	10	16	21	<b>100</b>
P <sub>Fracht, zu</sub>	[kg/d]	2,3	1,3	1,4	1,1	1,4	14,4
P- Entfrachtung	[%]	97	95	95	93	89	79
Abscheidegrad	[%]	95	98	99	99	99	97

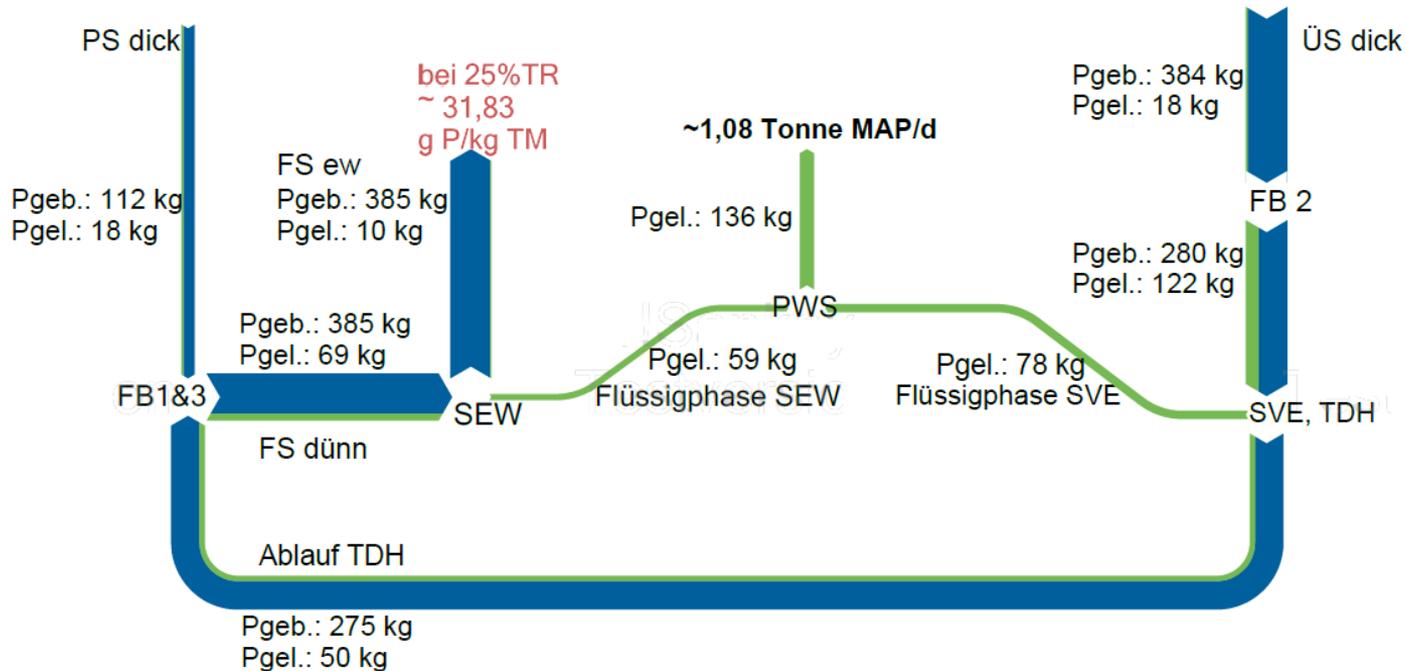
- Partikelrückhalt mit großem Erfolg
- P-Entfrachtung auch bei vergleichsweise niedrigeren pH-Werten sehr zufriedenstellend (über 90%)

# AP1: Stoffstrombehandlung

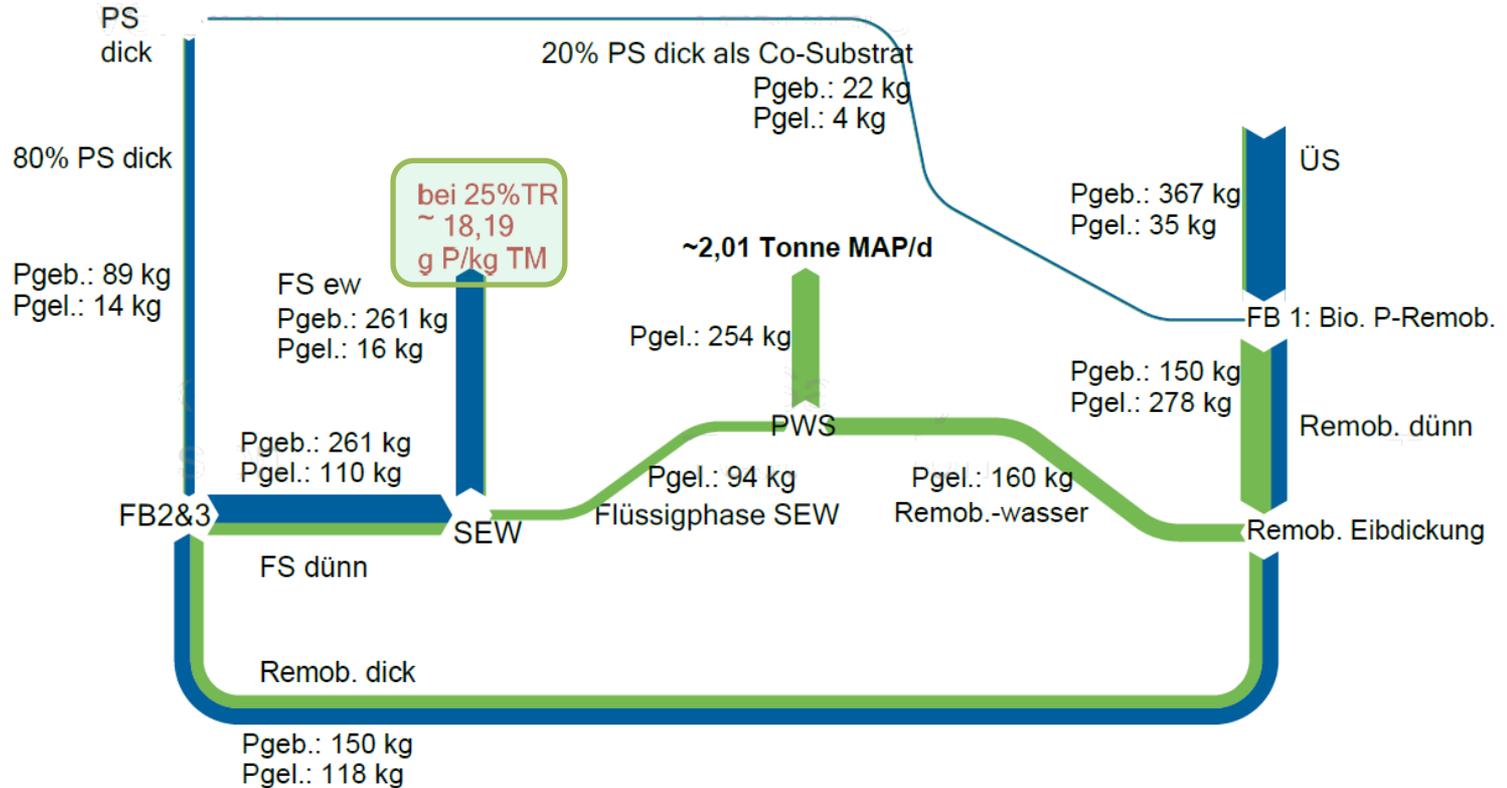


# Klärwerk Steinhof (Braunschweig), Ist-Zustand: P-Sankey

- █ Pgeb.
- █ Pgel.



# Klärwerk Steinhof (Braunschweig), Full-Scale: P-Sankey



## P-Rückgewinnung aus Schlamm/Schlammwasser

**→ <2%P vom TR sind möglich – die Struvit-Schiene kann eine Alternative zum P-Recycling aus KS-Asche sein!**

Akteur	Verfahren	Eignung
P-Net	Peco	Bio-P/Fe-P
MSE Mobile Schlammentwässerungs GmbH	MSE-Verfahren	P
CNP-CYCLES GmbH	LysoPhos	Bio-P
Parforce Engineering & Consulting GmbH	Erweiterter PARFORCE- Ansatz	Bio-P
Kemira / Veolia	Vivimag	P
Veolia	PhosForce	Bio-P
SF-SoepenberG GmbH	iPhos	Fe-P

**(Die Liste erhebt keinen Anspruch der Vollständigkeit)**

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Fkz.: O2WPR1542A-H

## FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

 **RePhoR**  
REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Institut für  
sozial-ökologische  
Forschung



Julius Kühn-Institut  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen  
Federal Research Centre for Cultivated Plants



BS|ENERGY Gruppe

