

Rückgewinnung und Vermarktung von Struvit

28. Mai 2026
Berliner Wasserwerkstatt
SF-Soepenbergl GmbH



SF-SoepenberG GmbH

- Firmensitz: Hünxe, NRW
 - Weitere Standorte in Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Bayern
- Wir erstellen Nährstoffverwertungskonzepte für die Industrie.
- Wir produzieren Düngemittel aus Sekundärrohstoffen, z.B.:
 - Struvit
 - Ammoniumsulfatlösung
- Wir betreiben und optimieren Industriekläranlagen.
- Unser iPHOS[®]-Verfahren reduziert den P-Gehalt im Klärschlamm auf unter 2% im TR. Dadurch unterliegt der Klärschlamm nicht mehr der P-Recyclingpflicht (Mitverbrennung ist weiterhin möglich).



Hinweis

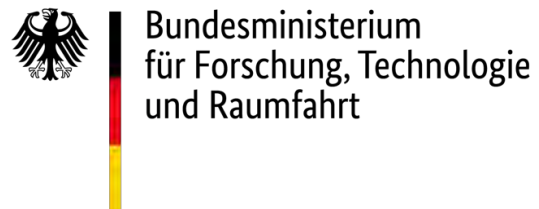
Diese Präsentation enthält Inhalte, die im Rahmen folgender Projekte öffentlich gefördert wurden:

- Teil Rückgewinnung:



- Teil Vermarktung:

Gefördert durch:



Rückgewinnung von Struvit

Beispielhafte Verfahren, die P auf der Kläranlage remobilisieren und aus dem Abwasser als Struvit entfernen:

- PECO-Verfahren
- iPHOS-Verfahren
- Enthält der P abgereicherte Klärschlamm weniger als 2%P in der Trockenmasse, unterliegt dieser nicht der P-Recyclingpflicht (verfahrensoffene Schlammverwertung).

Klärschlamm mit weniger als 2% P im TR

Abwasser- und nicht klärschlamm-basiertes Verfahren

Das Verfahrensprinzip:

- iPHOS remobilisiert Phosphor chemisch (reduktiv + leichte Ansäuerung) aus dem Überschussschlamm.
- Der Schlamm und das freigesetzte Phosphat werden voneinander getrennt.
- Das freigesetzte Phosphat wird als Struvit gefällt.
- Der Schlamm kann nun wie normaler Überschussschlamm weiter behandelt werden (Vergärung oder Entwässerung).
- **Der Schlamm unterliegt nicht der P-Recyclingpflicht.**

Welcher Klärschlamm ist für iPHOS geeignet?

- iPHOS funktioniert besonders gut in Anlagen, die mit Phosphor mit Eisen fällen und Bio-P anwenden.
- Für Anlagen, die Phosphat ausschließlich mit Aluminium fällen, ist iPHOS in angepasster Form möglich.
- Die P-Abreicherung beträgt zwischen 50 – 80%.
- In unserem SchlammLabor führen wir Eignungstests mit Schlamm durch.
- Mit unserer mobilen Anlage demonstrieren wir vor Ort die Schlammbehandlung mit iPHOS.

Mobile Anlage



Mobile Anlage – Auflieger 2

Rohrreaktor

Bandeindicker

Polymere
Flockungsmittel

Chemikalien-
dosierung



Kläranlage und Acker – eine erste Annäherung: P-Recycling und Düngermenge

Kläranlage

| | |
|--------------------|--------|
| EW | 100000 |
| g P/(d*EW) | 1 |
| kg P/d | 100 |
| P-Recycling (%) | 50 |
| P-Recycling (kg/d) | 50 |
| Struvit (kg/d) | 395 |



Acker

| soviel ha/a können Sie mit 50 kg P/d düngen | | | | |
|---|-----|----|------|--------------------------|
| | P | N* | Mg | Ertragserwartung (dt/ha) |
| Weizen | 697 | 48 | 1171 | 100 |
| Kartoffel | 746 | 48 | 837 | 400 |
| Silomais | 597 | 48 | 509 | 400 |

*N-konstant mit 170 kg/(ha*a) angegeben

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen/ Ratgeber Pflanzenbau und Pflanzenschutz

Optionen zur Vermarktung von Struvit

Das Naheliegendste ist die Verwertung von Struvit als Material für die Produktion von Düngemitteln.

Das ist möglich als:

- EU-Düngemittel Fertilizer Product Regulation (Ende der Abfalleigenschaft über die Komponentengruppe CMC12)
- Defacto im Rahmen der deutschen Düngemittelverordnung

Es gibt weitere Optionen, wie Struvit verwendet werden kann, z.B:

- Zwischenprodukt für Phosphorsäure
- Als Ionentauscher

Struvit - Inhaltsstoffe

| | P ₂ O ₅ | P ₂ O _{5nac} | N | MgO |
|--|-------------------------------|----------------------------------|-----|------|
| | % OS | | | |
| Mittelwert | 22,7 | 19,6 | 5,1 | 13,1 |
| Minimum | 10,9 | 10,1 | 3,9 | 7,0 |
| Maximum | 28,1 | 25,4 | 5,8 | 16,5 |
| Grenzwert Düngemittel verordnung | 28,9 | 28,9 | 5,7 | 16,1 |

| | Hg | As | Pb | Cd | Ni | Tl |
|--|------------|-----|-----|---|-----|-----|
| | [mg/kg TM] | | | | | |
| Mittelwert | 0,1 | 0,4 | 5,4 | 0,2 | 3,8 | 0,0 |
| Minimum | 0,0 | 0,2 | 1,4 | 0,1 | 1,6 | 0,0 |
| Maximum | 0,3 | 0,7 | 9,6 | 0,2 | 7,5 | 0,0 |
| Grenzwert Düngemittel verordnung | 1 | 40 | 150 | 1,5 (bzw 50mg/ kg P ₂ O ₅) | 80 | 1 |

Schwermetalle – Struvit im Vergleich zu anderen Düngern

Nährstoffkonzentrationen und P-Löslichkeit im Struvit (STR)

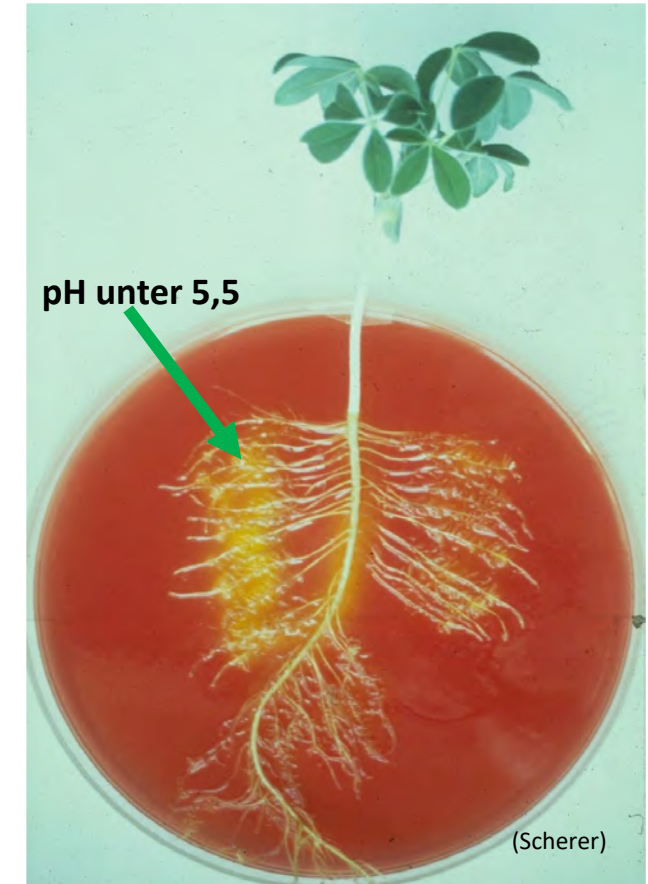
im Vergleich zu Diammonphosphat (DAP), Triplesuperphosphat (TSP) und weicherdigem Rohphosphat (wRP) in % bzw. P-Löslichkeit in NAC (Neutral-Ammonnitrat) und H₂O relativ zum Gesamt-P₂O₅ in % sowie Schwermetallbelastung in mg/kg TM und für Cd zusätzlich in [mg/kg P₂O₅]

| Nähr- und Schadstoffe | P ₂ O ₅ | | | | | Cd | Pb | Ni | U |
|-----------------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|--|-----|------------------|-------|------|-------|
| | N | Gesamt-gehalt | NAC-löslicher Anteil am Gesamt-gehalt | H ₂ O-löslicher Anteil am Gesamt-gehalt | MgO | | | | |
| STR | 5 | 23 | 84 | 2 | 12 | <0,04 [<0,17] | <3,34 | 3,78 | 0,2 |
| DAP | 18 | 46 | 100 | 86 | / | 21,4 [44,3] | 0,56 | 20,8 | 73,8 |
| TSP | / | 46 | 97 | 95 | / | 24,4 [53,0] | 3,9 | 26,5 | 125,3 |
| wRP | / | 26 | 14 | <1 | 3 | 12,5 [48,1] | 6,9 | 22 | 88,8 |
| Grenzwerte der DÜMV | | | | | | 1,5 [50,0] | 150 | 80 | / |

Vermarktung von Struvit

Struviteigenschaften:

- Enthält P, N und Mg
- Enthält sehr geringe Schwermetallkonzentrationen
- Alle Nährstoffe sind in Gefäßversuchen ebenbürtig verfügbar als Nährstoffe von konventionellen Mineraldüngern (u.a. jki in P-Net).
- Nicht wasserlöslich (bei pH 7)



Weniger Nitrat und Lachgas



Struvit wird durch Wurzelexudate aufgelöst und Nährstoffe werden rasch mit dem Wasserstrom in die Wurzel transportiert. Struvitammonium wird deshalb kaum nitrifiziert.

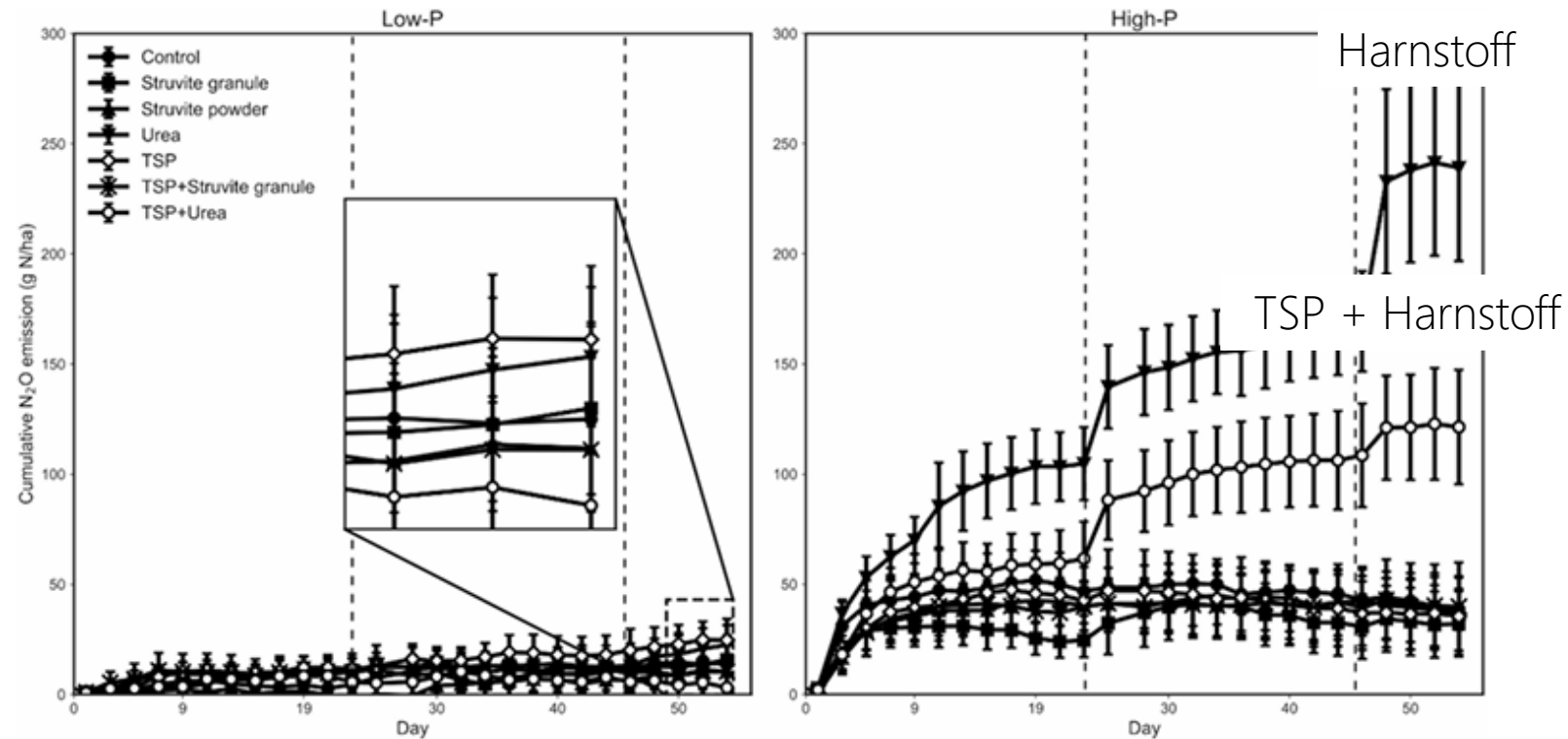
Dadurch geringe Lachgasemissionen und Nitratauswaschungen.
(s. auch RALVeN – BMEL-gefördertes Vorhaben, FKZ: 281D305B22)



Weniger Nitrat und Lachgas

- In Bodenproben etwa 10mal geringere NO_3^- Konzentrationen bei Struvitdüngung
Ferron et al. (2023),
<https://doi.org/10.1007/s11104-023-06036-0>
- N-Leaching 3 mal niedriger bei Struvit im Vgl. zu Harnstoffdüngung
(Liu et al. 2011,
doi.org/10.5713/ajas.2011.11107)

Aufsummierte Lachgasemissionen nach Düngerausbringung

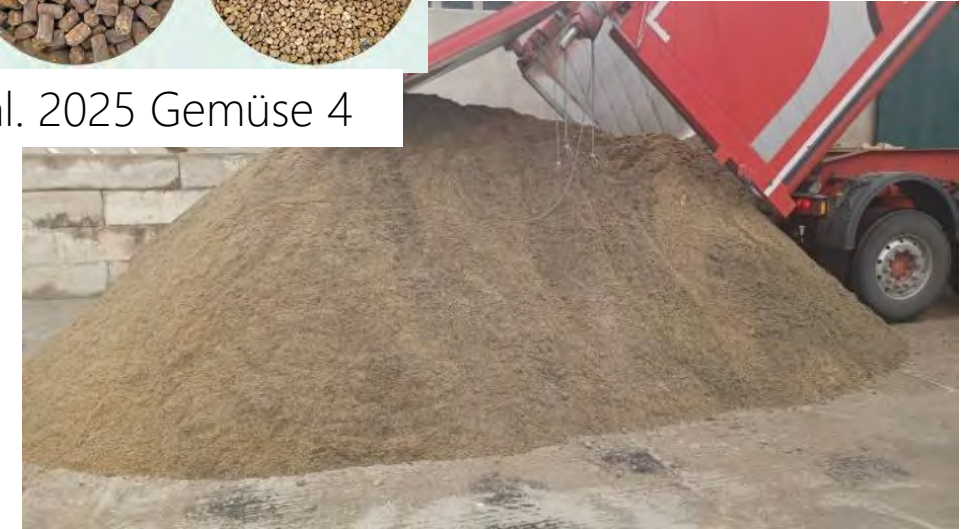


Ferron et al. 2023

So wird aus Struvit ein Struvitdünger



Keßler et al. 2025 Gemüse 4



So wird aus Struvit ein Struvitdünger



Möglichst trocken
verarbeiten



Landwirte bevorzugen
Granulate, da
Ausbringtechnik i.d.R.
auf Granulate
ausgelegt ist.



„Halbtrockene“
Verarbeitung,
Trocknung nach
Granulierung



Chargenweise Produktion & Deklaration

- Nur chargenweise Produktion möglich (hier Beispielchargen aus dem Projekt P-Net):
 - 3,5 – 4,8% N
 - 18,7 – 22% P₂O₅
 - 10,3-12,3% MgO
- Dadurch variierende Nährstoffkonzentrationen, anders als z.B. bei Monoammoniumphosphat (12% N, 61% P₂O₅)

Ausbringung

Oberfläche

Unterfuß



Unsere Erfahrung

- Kläranlagen geben Struvit i.d.R. als Abfall ab, da sie ansonsten für die Produktqualität verantwortlich sind.
- Die Struvitqualitäten variieren stark.
- Die Struvitverfügbarkeit ist begrenzt und nicht kontinuierlich.
- Es fehlen noch konstante Zulaufmengen.
- Wir vermarkten Struvit nach der Düngemittelverordnung.
- Trotz relativ geringer Nährstoffkonzentrationen im Vergleich zu Mineraldüngern ist ein Absatz des Düngers möglich.

Für eine Vermarktung ist es zu früh

- Wir haben bisher auf eine Vermarktung von Struvit verzichtet, weil einfach zu wenig Struvit auf dem Markt ist.
- Wenn Kläranlagen P-Remobilisierungsverfahren anwenden, ist mit mehr Struvit und einem kontinuierlichem Struvitanfall zu rechnen. Dann ist die Zeit reif für eine Vermarktung



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

iphos.eu

j.clemens@soepenbergl.com