TU Clausthal

KlimaPhoNds

P-Rückgewinnung auf Kläranlagen in der Praxis nach dem Clausthaler Verfahren

René Schumann, Technische Universität Clausthal

Dienstag, 13. Oktober 2026

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

AGENDA

- **Ausgangssituation**
- **Das Verfahren der TU Clausthal**
- **Großtechnische Verfahrensumsetzung**

PROJEKTBETEILIGTE

CUTEC Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum

EBA Eigenbetrieb Abwasserbeseitigung der Stadt Northeim

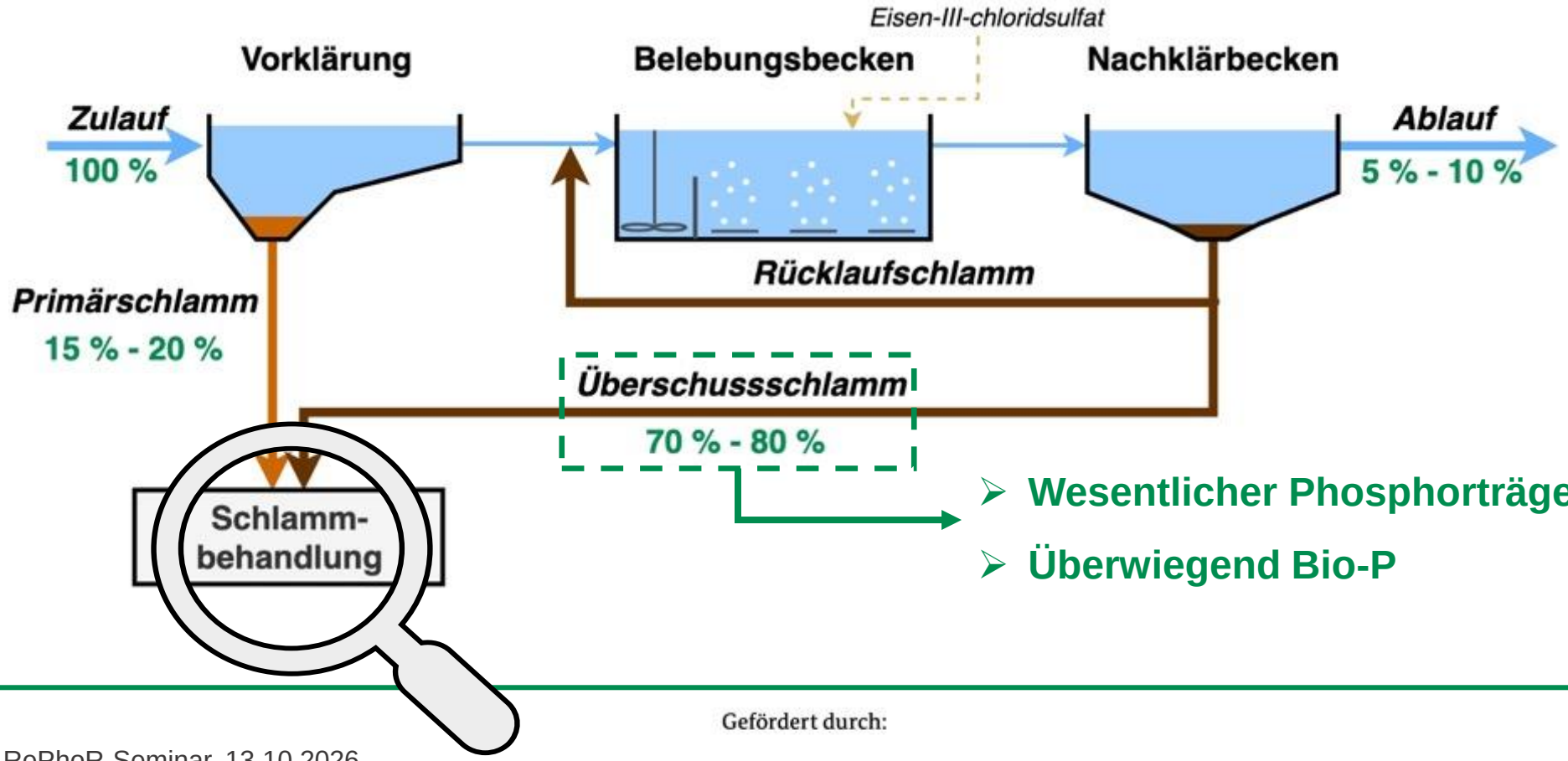
KNOKE Industrie-Montagen GmbH
Stahl- und Rohrleitungsbau
Gesellensteig 48 · 38229 Salzgitter
☎ (0 53 41) 86 730-0 · Fax 86 730-20
Internet: www.knoke-industriemontagen.de
E-Mail: info@knoke-industriemontagen.de

LUKSON AG

15 31 PARFORCE TECHNOLOGIE
ENGINEERING & CONSULTING GmbH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
FONA Forschung für Nachhaltigkeit
RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

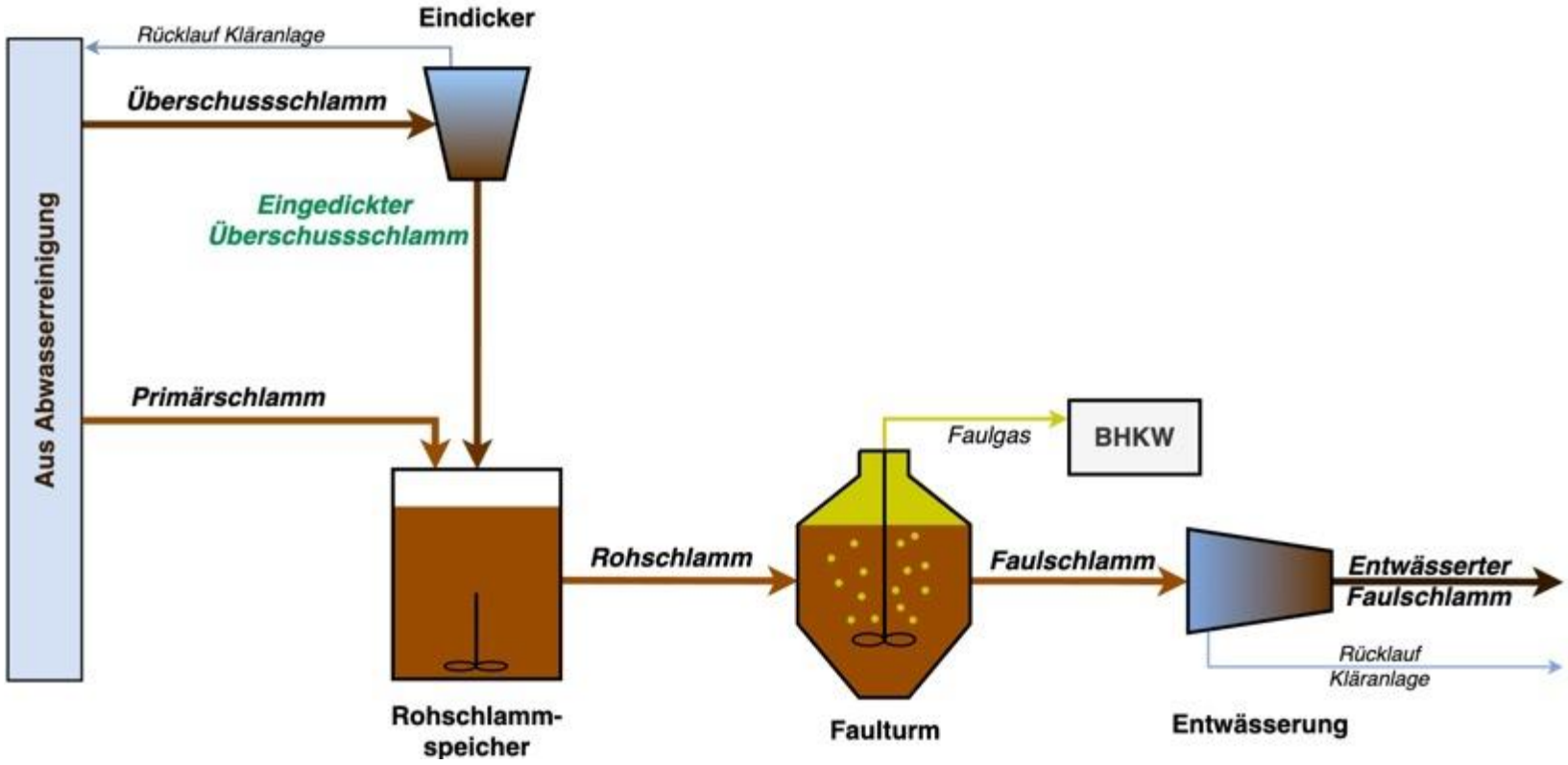
Ausgangssituation P-Bilanz Kläranlage Northeim



- Wesentlicher Phosphorträger
- Überwiegend Bio-P

Gefördert durch:
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
FONA Forschung für Nachhaltigkeit
RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Ausgangssituation Schlammbehandlung Kläranlage Northeim



Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

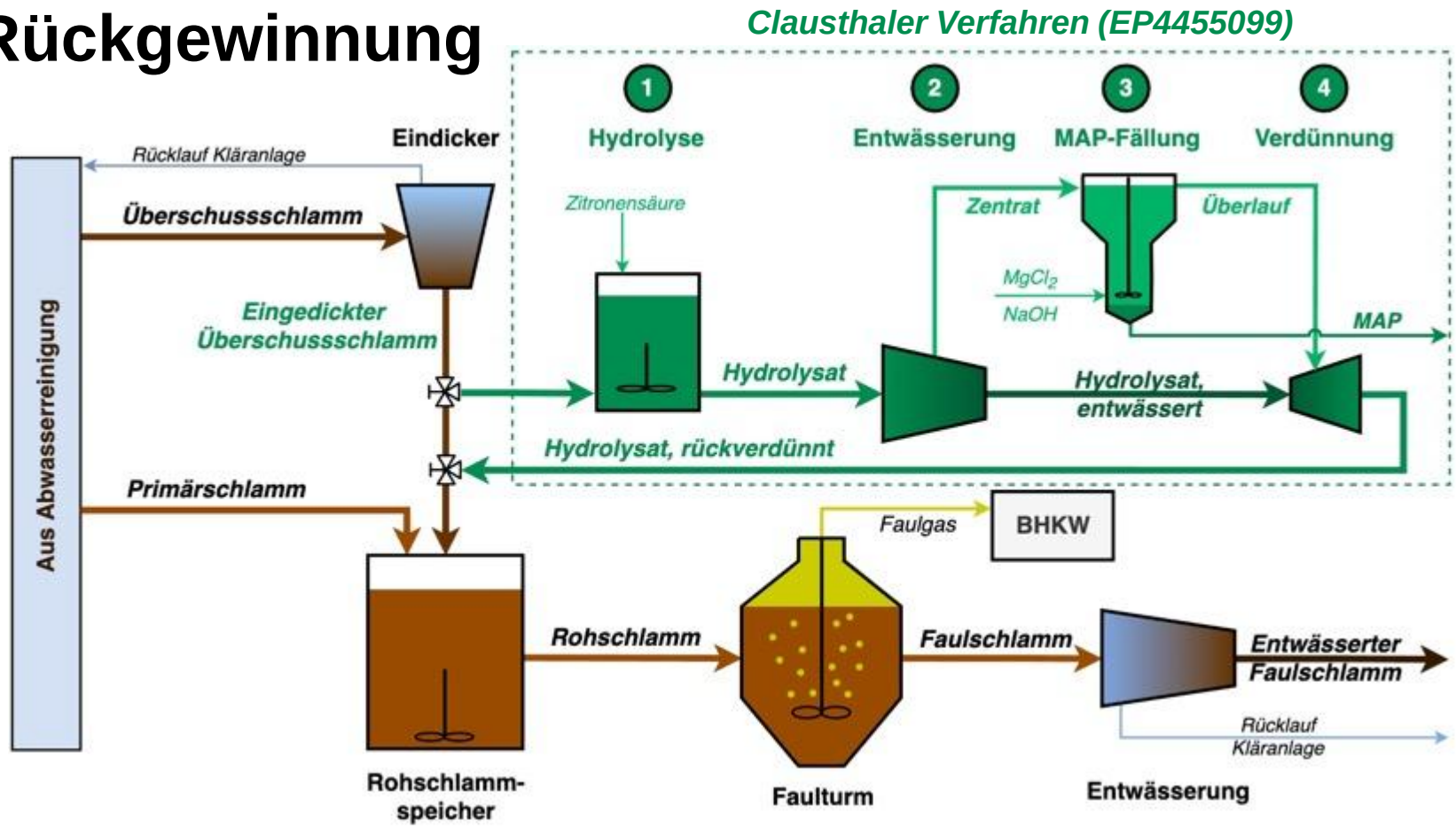
FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Verfahren der P-Rückgewinnung

Merkmale

- Kein Eingriff in die Abwasserreinigung
- Bypass-Lösung
- TS ÜS = TS $ÜS_{P\text{-abgereichert}}$



Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Anforderungen an das Verfahren

(1) Gesetzlichen Anforderungen (AbfKlärV)

ganzjährige P-Abreicherung auf unter 20 g P/kg TM

(2) Wartungsarme und robuste Verfahrenstechnik

Einsatz etablierter und erprobter Technologien

(3) Verwertbares Phosphor-Produkt

Schadstoffarm, sauber

(4) Zukunftsorientierte Anwendbarkeit

Geringer Ressourcen- und Energiebedarf, wirtschaftlich

Optimierungsversuche im Technikums-/Pilotmaßstab

1 2 3 4

> 5 t eingedickter ÜS

> 100 Untersuchungen zur Absicherung der Rückgewinnung im Jahresverlauf

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

1 Hydrolyse – P-Rücklösung

Untersuchte Rücklösungsbedingungen

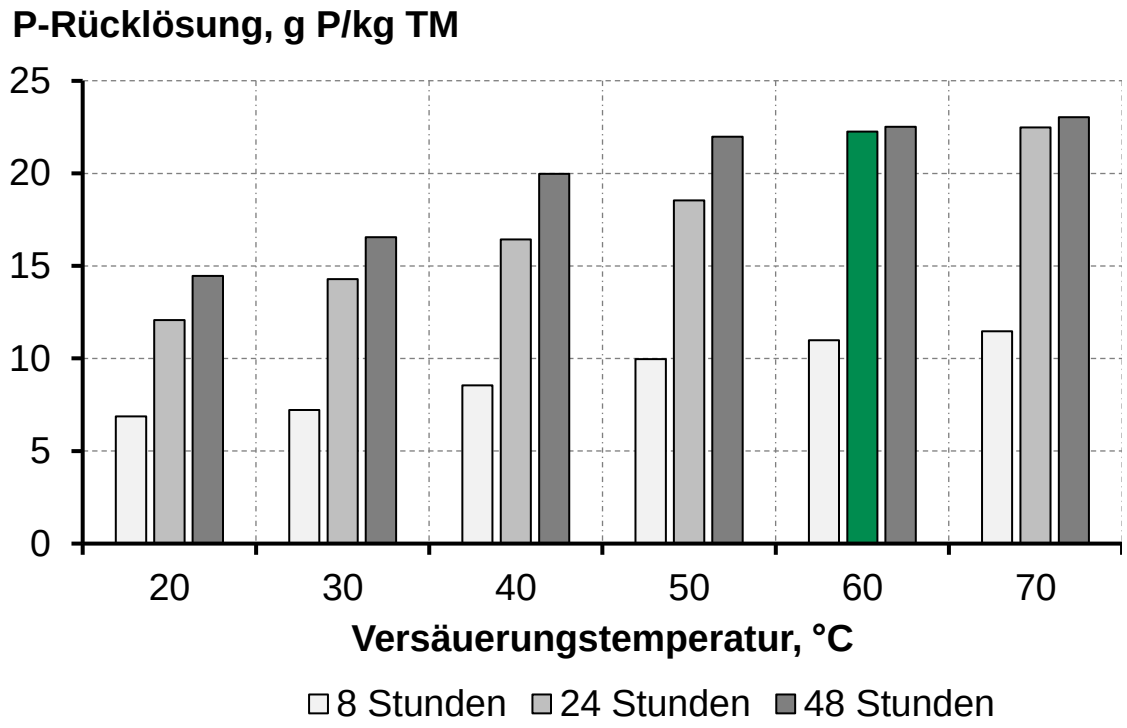
- Temperatur
- Behandlungsdauer
- TR-Gehalt ÜSS

Bei Bedarf: Zitronensäure

➢ Zielmenge an P kann eingestellt werden

➢ Lösungsansatz auf Teil-Bio-P Anlagen übertragbar

! Kosten steigen mit Menge an Zitronensäure



Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

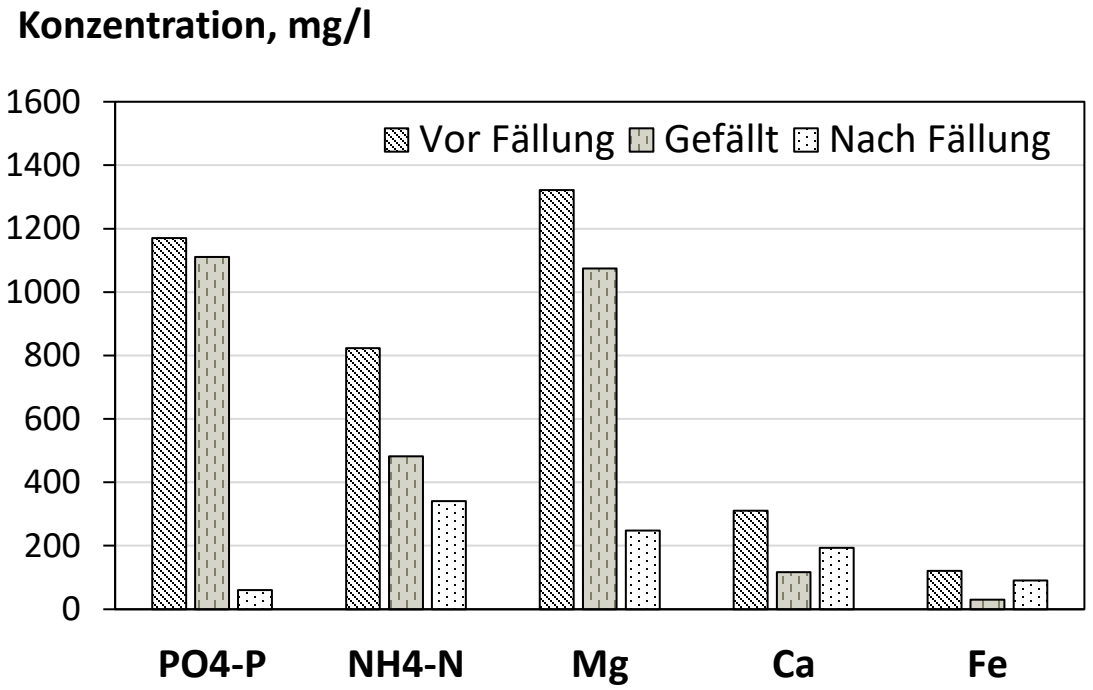
2 3 P-Gewinnung

I. Fest-Flüssig-Trennung (Hydrolysat weist gute Entwässerungseigenschaften auf)

- TR-Gehalte von > 25 %
- Abtrennung von > 75 % der Phosphate mit Zentrat

II. MAP-Fällung aus Flüssigphase

- 95 – 97 % des PO_4 aus Zentrat gefällt
- Reinheit des Fällungsprodukt > 95%



Gefördert durch:

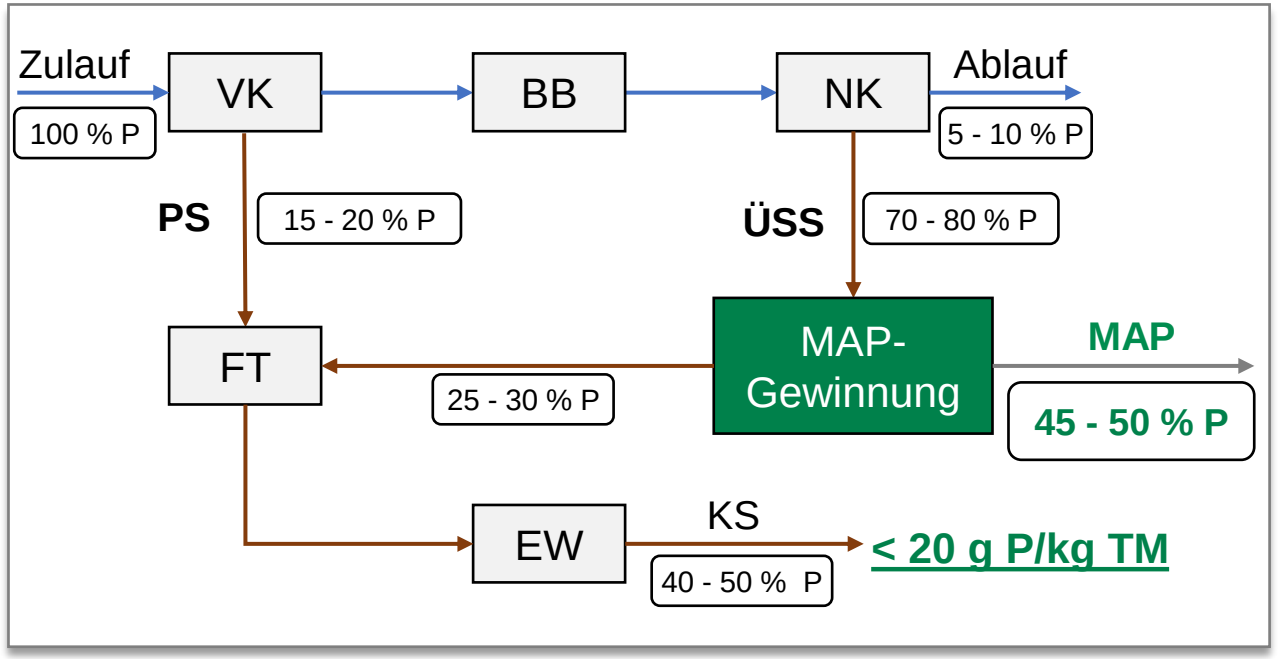
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

P-Bilanz nach Prozessstufenoptimierung

- P-Rückgewinnungsquote bis 50 %
- P-Restgehalte < 20 g P/kg TM
- Absicherung mit Zitronensäure stabilisiert P-Gewinnung (bis ca. 16 gP / kg TM erreichbar)



Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

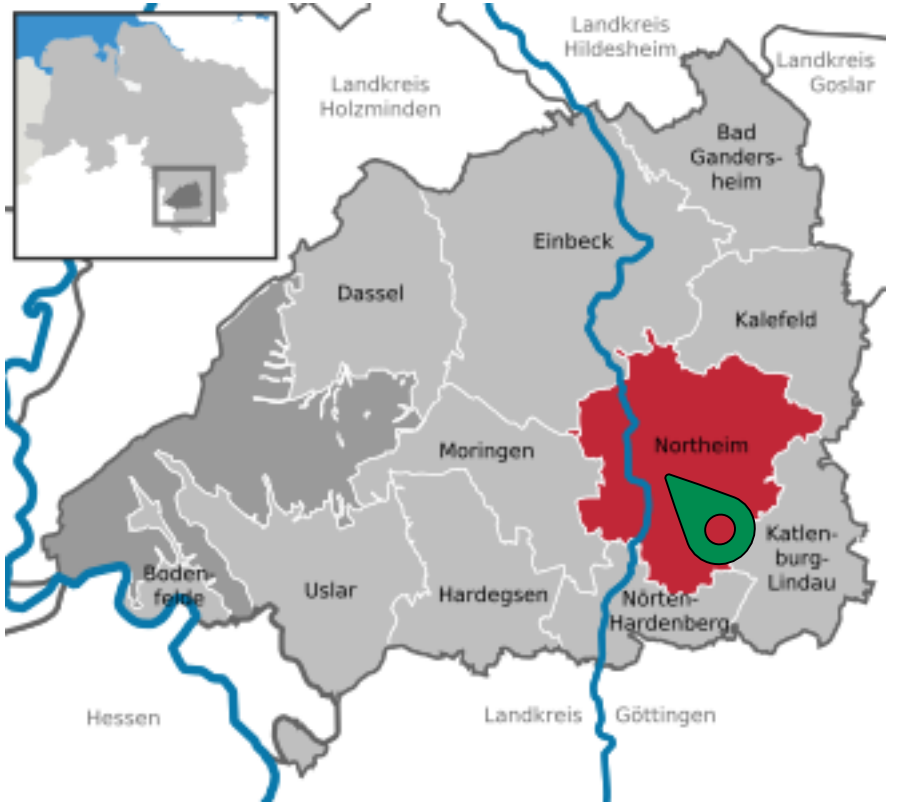
FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Großtechnische Verfahrensdemonstration

Kläranlage Northeim

- Lage: Süd-Ost-Niedersachsen
- Ausbaugröße: 75.000 EW
- Belastung: 41.400 EW
- Biologische P-Elimination
- Unterstützende Eisenfällung
- P-Zulauffracht: 47 – 53 kg P/d



Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Anlagenteile der P-Rückgewinnungsanlage

- **2 x 30 m³ Hydrolysereaktoren**

  P-Rücklösung aus eingedicktem ÜSS im wechselnden Batchbetrieb (24 h)

- **30 m³ Behälter Schlammvorerwärmung**

  Erwärmung von Schlammcharge durch Wärmetausch mit Hydrolysat

- **Zentrifugendekanter**

  Entwässerung des Hydrolysats

- **MAP-Fällungsreaktor**

  Phosphatfällung aus Hydrolysat-Zentratwasser

- **Schlammrückverdünnung**

  Vermischung von entwässertem Hydrolysat mit Überlauf aus MAP-Fällung

Gefördert durch:

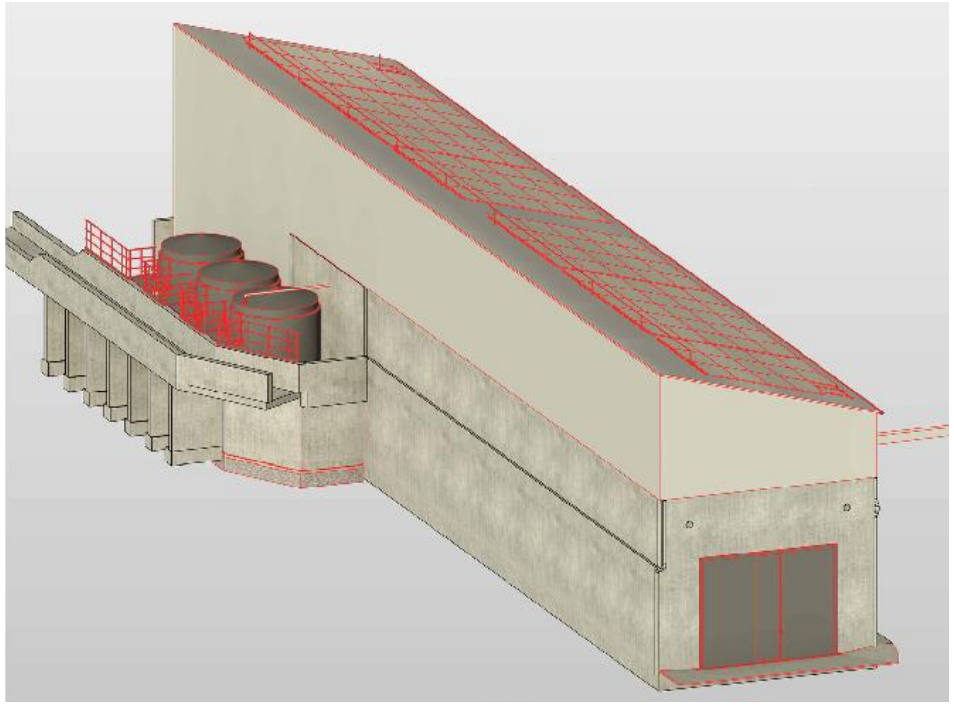
Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

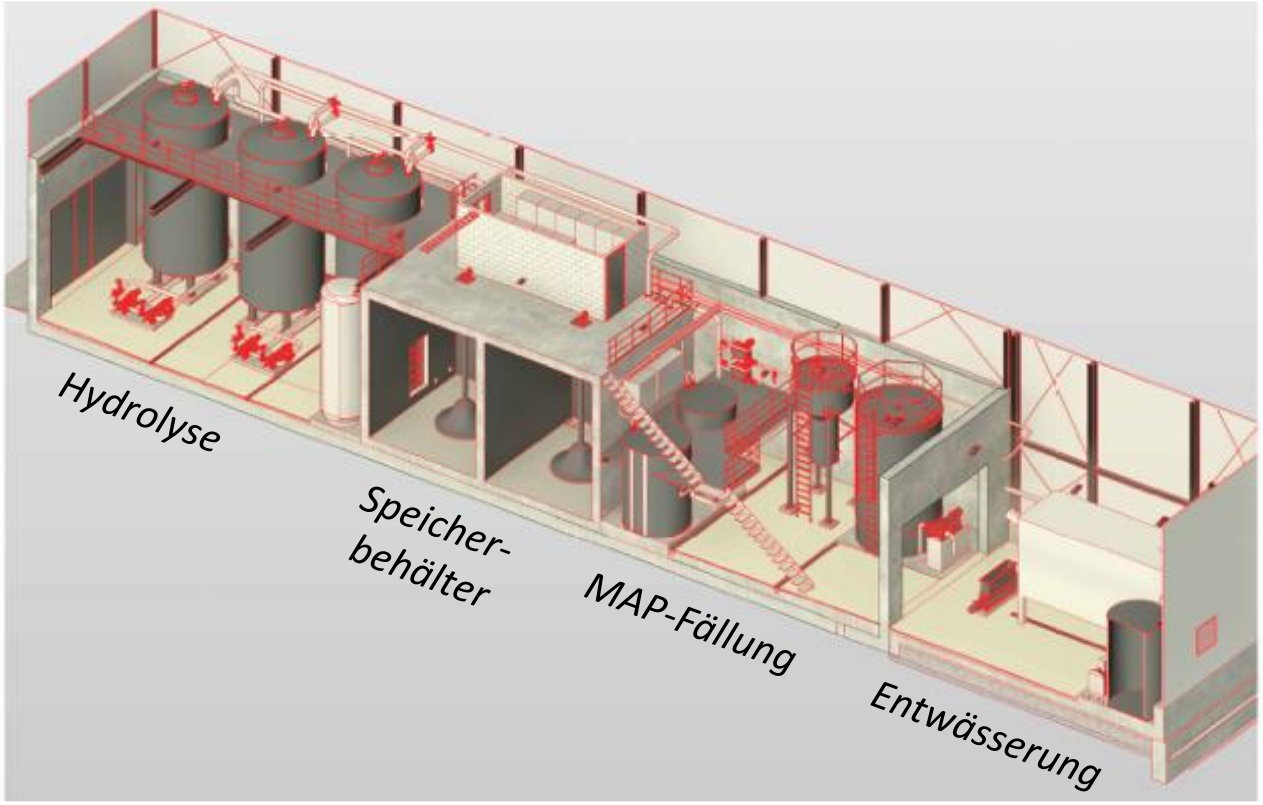
FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Großtechnische Verfahrensdemonstration

Umbau des vorhanden Schlammpolders





Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR
REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

Eckdaten zur P-Rückgewinnung auf der KA Northeim

aus ÜSS im Vollstrom (Prognose)

- Input täglich ca. **20 - 25 m³** eingedickter ÜSS
- P-Rückgewinnungsquote: **45 – 50 %**
- Jährliche MAP-Gewinnung: ca. **70 Tonnen MAP**
- Jährliche Phosphor Rückgewinnung: ca. **9 Tonnen P**

Gefördert durch:

Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt

FONA Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING





Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR
REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING





Gefördert durch:

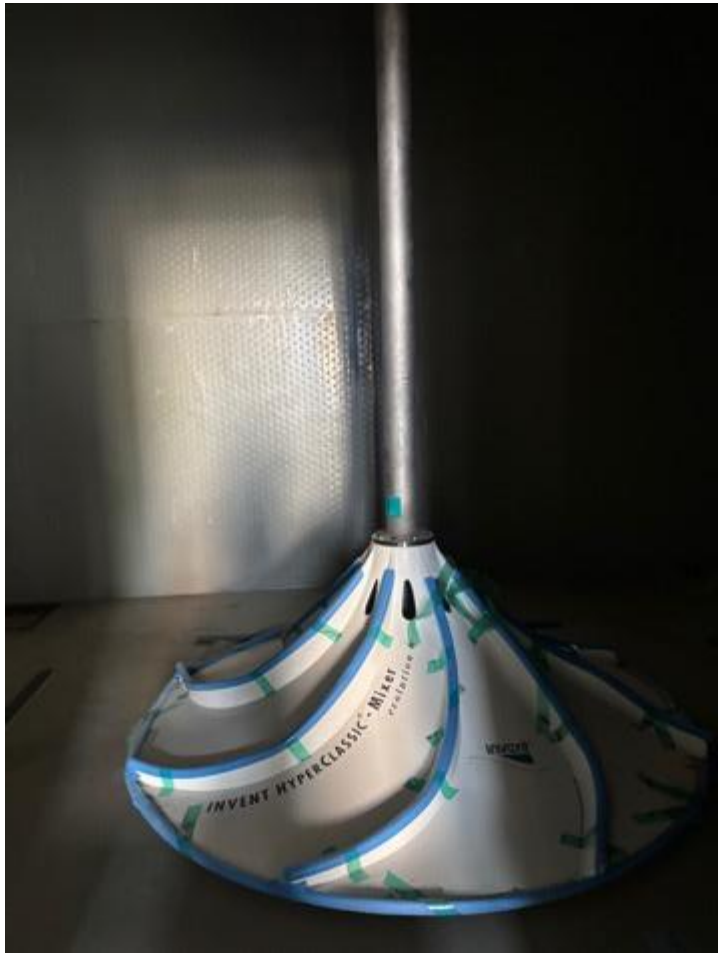
Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR
REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING







Gefördert durch:

Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

RePhoR
REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

TU Clausthal / CUTEC
Abt. Abwasserverfahrenstechnik
Leibnizstraße 23, 38678 Clausthal-Zellerfeld
rene.schumann@cutec.de