



*P-Rückgewinnung aus Klärschlamm  
in Neuburg an der Donau*



*Dr. Ing. Ralf Mitsdoerffer*

# Tätigkeitsfelder



*Infrastruktur • Energie • Gebäude*



# *Umweltschutz-Ziele der Stadtentwässerung Neuburg a.D.*



- Schutz der Gewässer
  
- Ressourcenschutz
  - Steigerung der Energieeffizienz
    - Energieanalyse
    - Verbund mit Stadtwerken
    - Austausch von Maschinen
  - Phosphor-Recycling
    - Pilotversuche zum Kristallisationsverfahren
      - KIT (Karlsruher Institut für Technologie)
      - Cirkel

# Möglichkeiten der Phosphorrückgewinnung

Basis    Behandlungsart

Verfahren

Basis	Behandlungsart	Verfahren				
<b>Schlamm</b>	Ohne Laugung	AirPrex <sup>®</sup>	NuReSys <sup>®</sup>	PHOSPAQ <sup>™</sup>	PhoStrip	<p>P-Konz. 30-40 gP/kgTR (biochemisch/chemisch gebunden) Rückgewinnungspotential max 90%</p>
	Mit Laugung	Crystalactor <sup>®</sup>	Seaborne	Stuttgarter-Verfahren	KREPRO	
	Thermisch	EUPHORE	LysoPhos	Mephrec <sup>® 6)</sup>		
	Adsorption	FixPhos				
<b>Zentrat</b>	<b>Kristallisation</b>	P-RoC	PEARL <sup>®</sup>	<p>P-Konz. 20 – 100 mg/l (gelöst) Rückgewinnungspotential max 80%</p>		
<b>Asche</b>	Unbehandelt	sePura				
	Mit Laugung	CleanMAP <sup>®</sup>	LeachPhos	PASCH	P-Bac	RecoPhos <sup>®</sup>
	Thermisch	ASH DEC	<p>60-80 gP/kgTR (chemisch gebunden) Rückgewinnungspotential max 90%</p>			

# Herstellung synthetischer CSH-Produkte (Circosil)



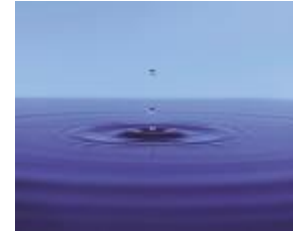
CaO

+



SiO<sub>2</sub>

+



H<sub>2</sub>O

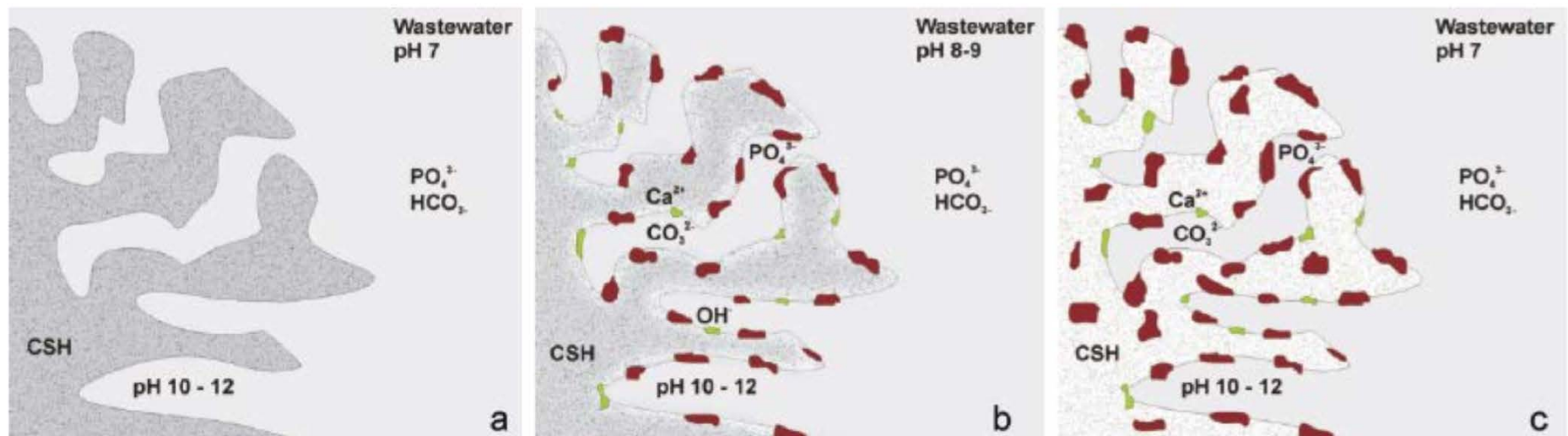


**CaliciumSilikatHydrate**



# Prinzip der Phosphorrückgewinnung mittels Kristallisationsverfahren

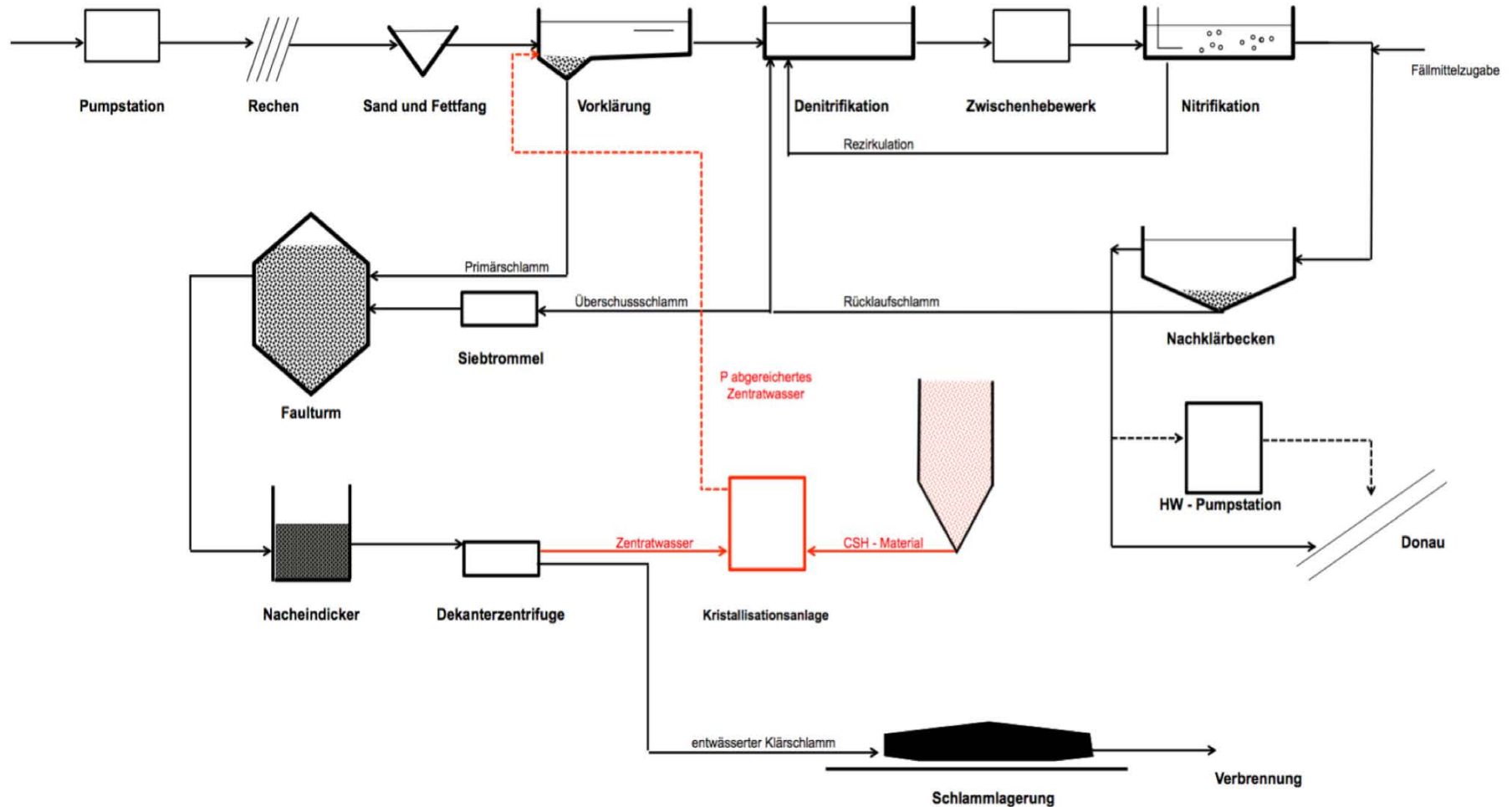
- Gelöste Phosphate werden mittels Kristallisation an Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen (CSH) zurückgewonnen
- Während Reaktion werden Hydroxidionen freigesetzt, pH-Wert steigt
- Anschließend sinkt der pH-Wert, da Freisetzung der Hydroxidionen abnimmt



- Anschlussgröße 67.000 EW (Belastung 85.000 EW)
- Kläranlage als mechanische Reinigung 1965 in Betrieb genommen
- Modernisierungsmaßnahmen Anfang 90er Jahre
- Vorklärbecken
- Belebung mit vorgeschalteter Denitrifikation
- Fe-Fällung
- Anaerobe Schlammstabilisierung mit Entwässerung und Trocknung
- Rohschlammanfall rund 160 m<sup>3</sup>/d

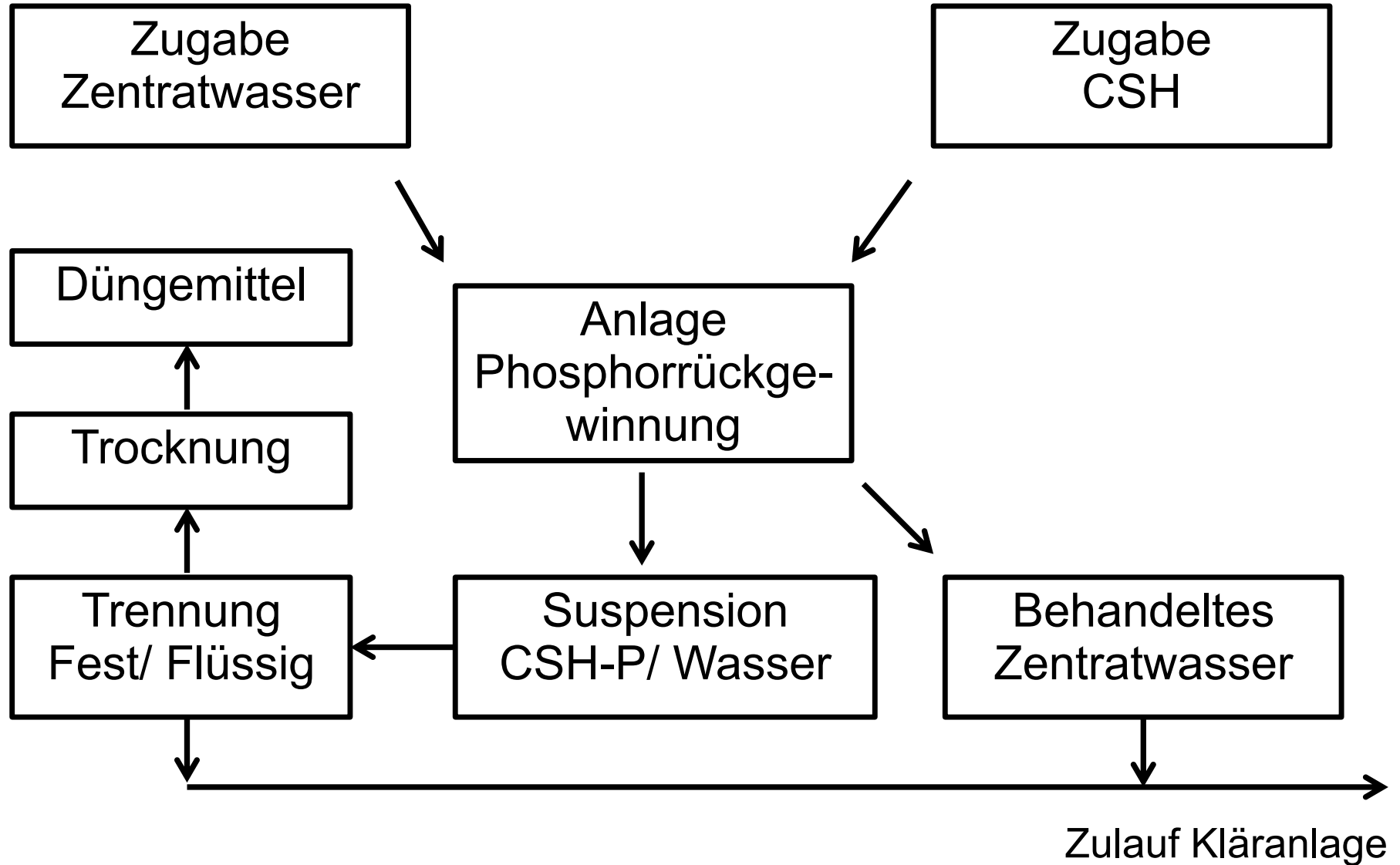
# Fließbild Kläranlage Neuburg a.d. D.

## ■ Implementierung ohne Störung des Kläranlagenbetriebes



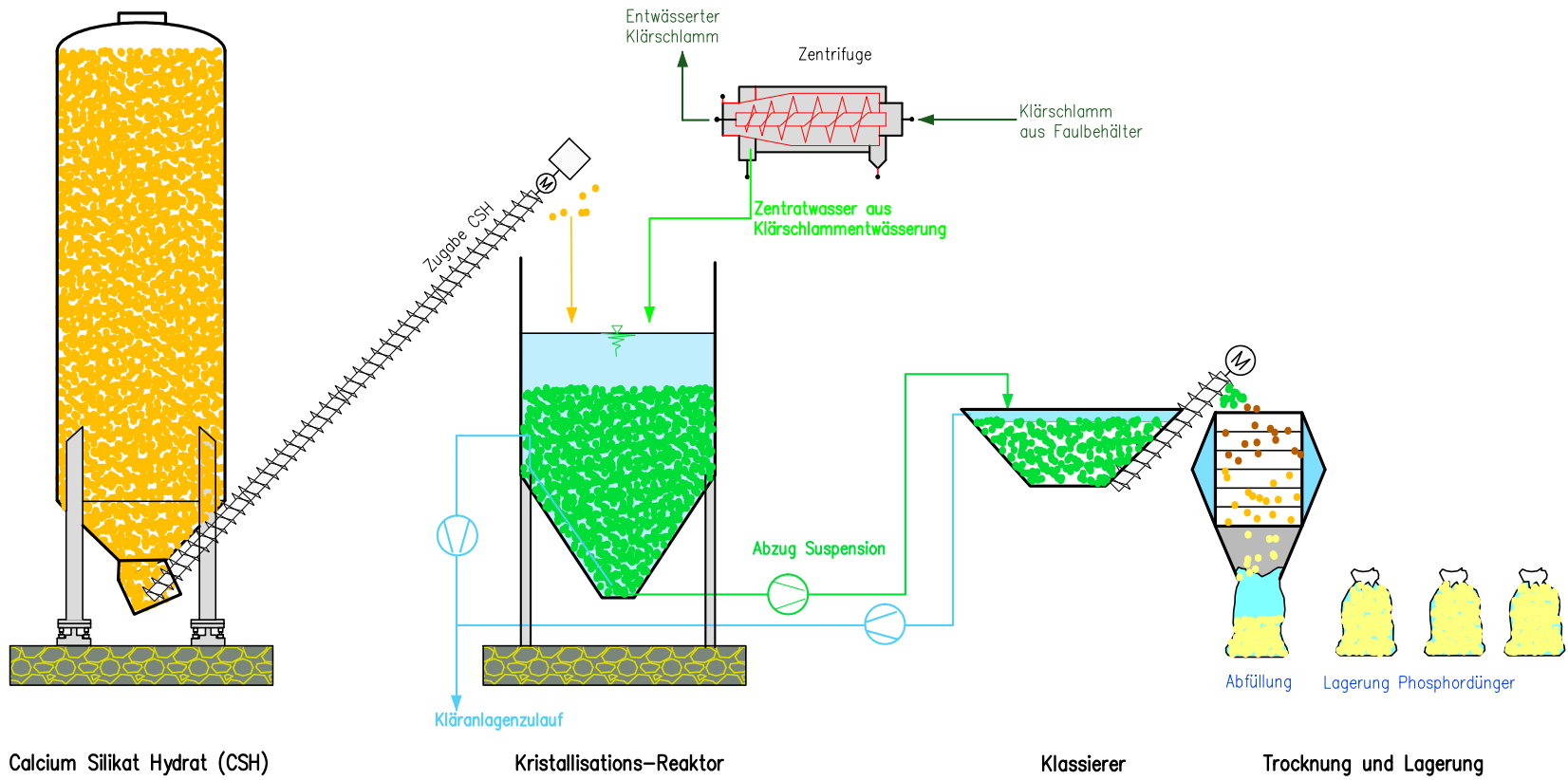


# Prinzip Phosphorrückgewinnung KA Neuburg

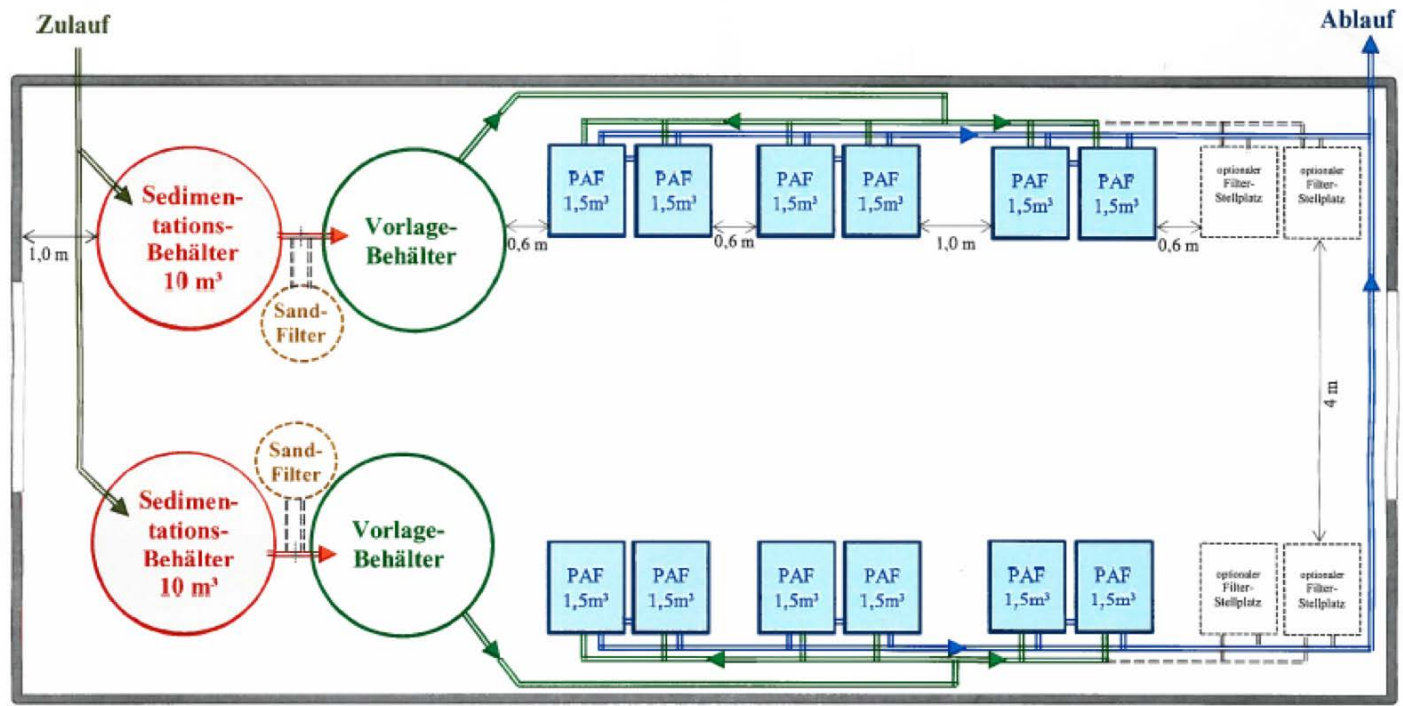


# Schema Phosphorrückgewinnung

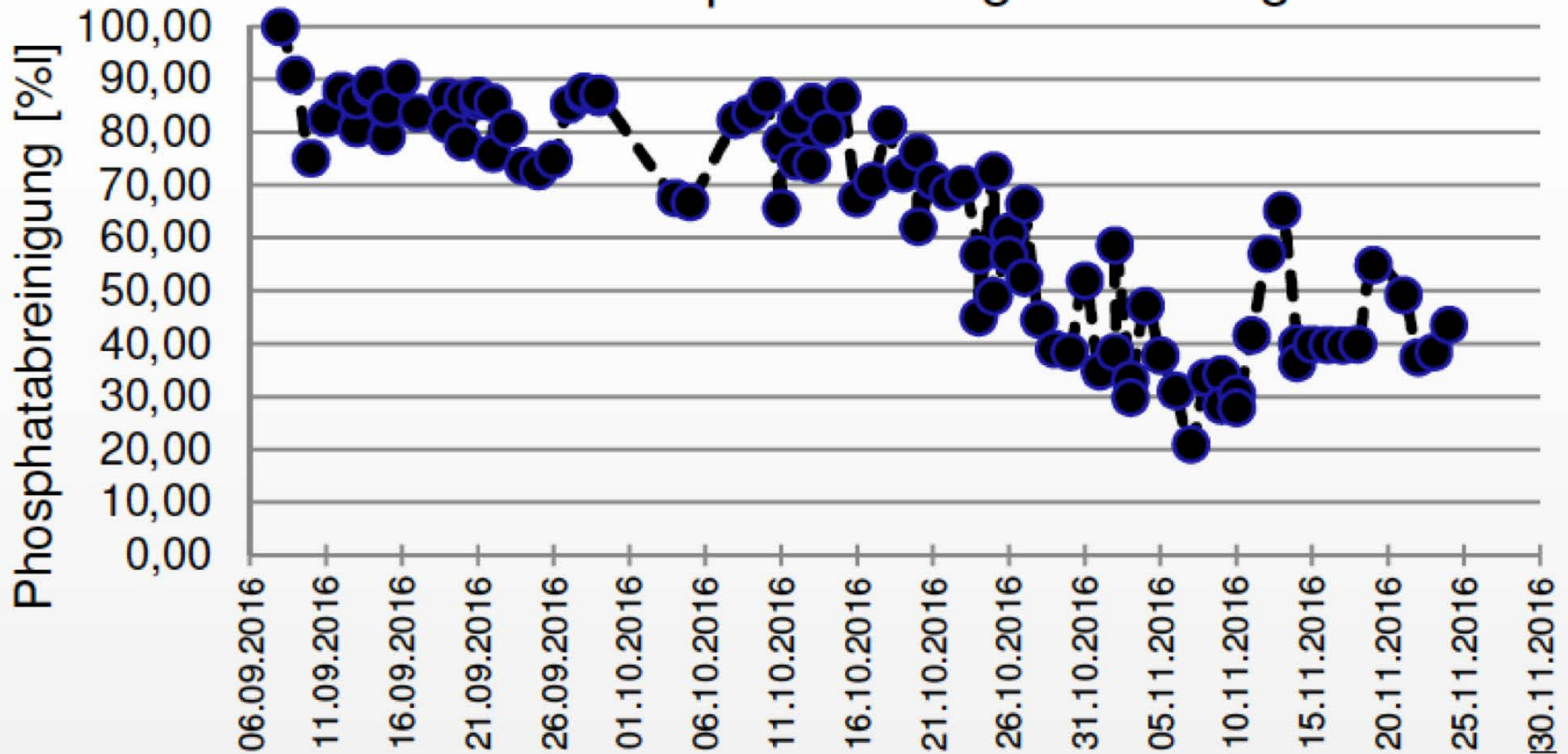
## Fließschema Phosphorrückgewinnung



# Verfahrensschema Kläranlage Neuburg a.d. D.



## P-Absorptionsanlage Neuburg



Bei Fe-Fällung  
P-Recycling bezogen auf das Zentratwasser  $\approx 80\%$

# Werdegang des Projekts



- Laborversuche
- Pilotversuche
  - Verschiedene Verweilzeiten wurden getestet.
  - Materialmengen und Zusammensetzung (Körnungsverteilung) CSH wurden untersucht.
  - Verfahren (Rührreaktor – Festbettverfahren)  
Das Festbettverfahren wird derzeit präferiert.

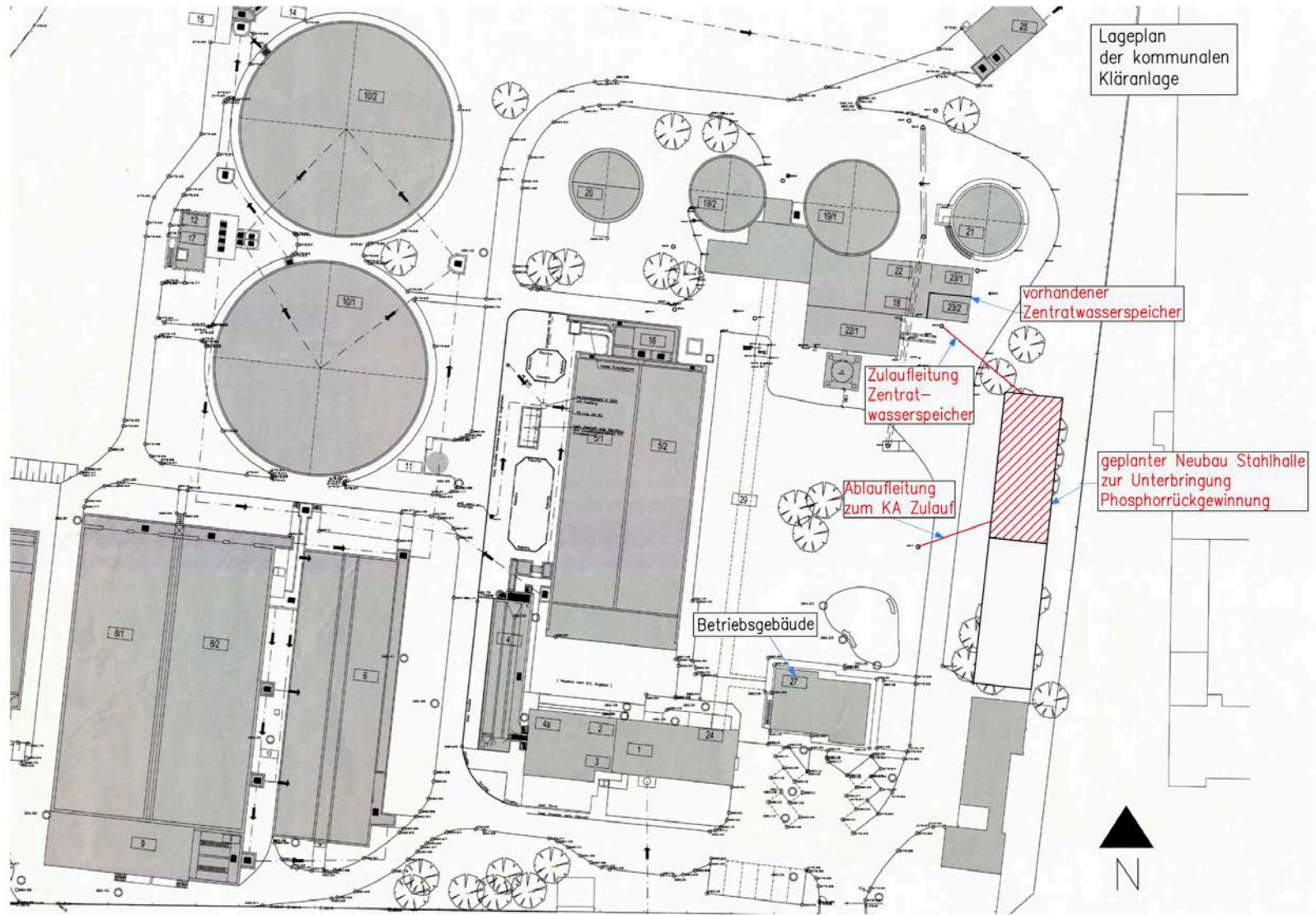


# Werdegang des Projekts



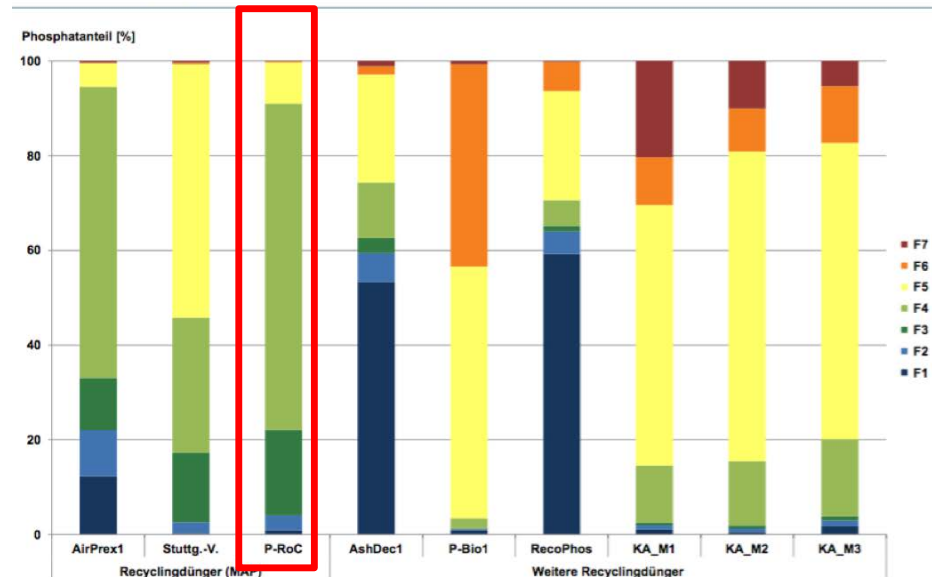
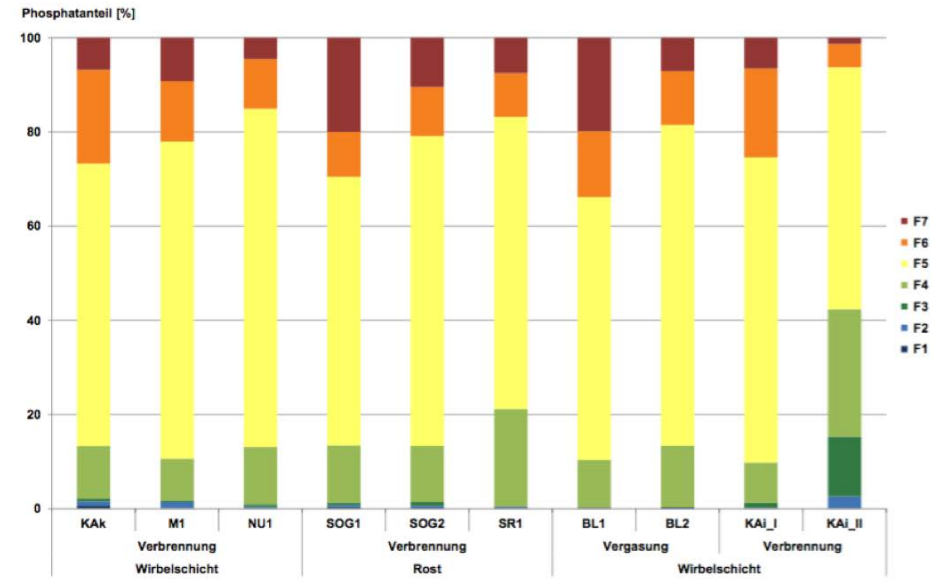
- Laborversuche
- Pilotversuche
- Vorplanung des Ingenieurbüros GFM
- Abwasserinnovationspreis Bayern 2017
- Zulassungsantrag bzgl. Fällungsmittel (Düngemittelverordnung) gestellt Herbst 2017
- Optimierung und Planung des Verfahrens
  - Anlagentechnik
  - Fe-Fällung

# Lageplan Kläranlage Neuburg a.d.D.



## Phosphorlöslichkeit

- Vergleich verschiedener P-Recycling Produkte auf Löslichkeit Phosphor
- Phosphatlöslichkeit bei sequentieller Extraktion
- **Rot** schlechte P-Löslichkeit
- **Grün** gute P-Löslichkeit
- Phosphor ist überwiegend organisch und nicht chemisch gebunden





# Düngemittelwirksamkeit



Weidelgras



Superphosphat



Mg-CSH 1



CSH



Rohphosphat



Kontrolle



Superphosphat



Mg-CSH 1



CSH



Rohphosphat

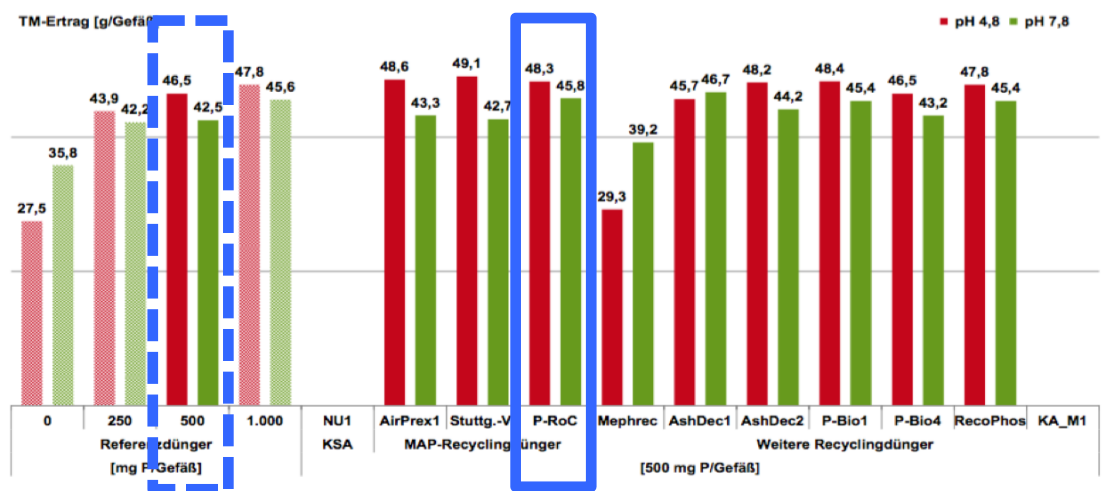
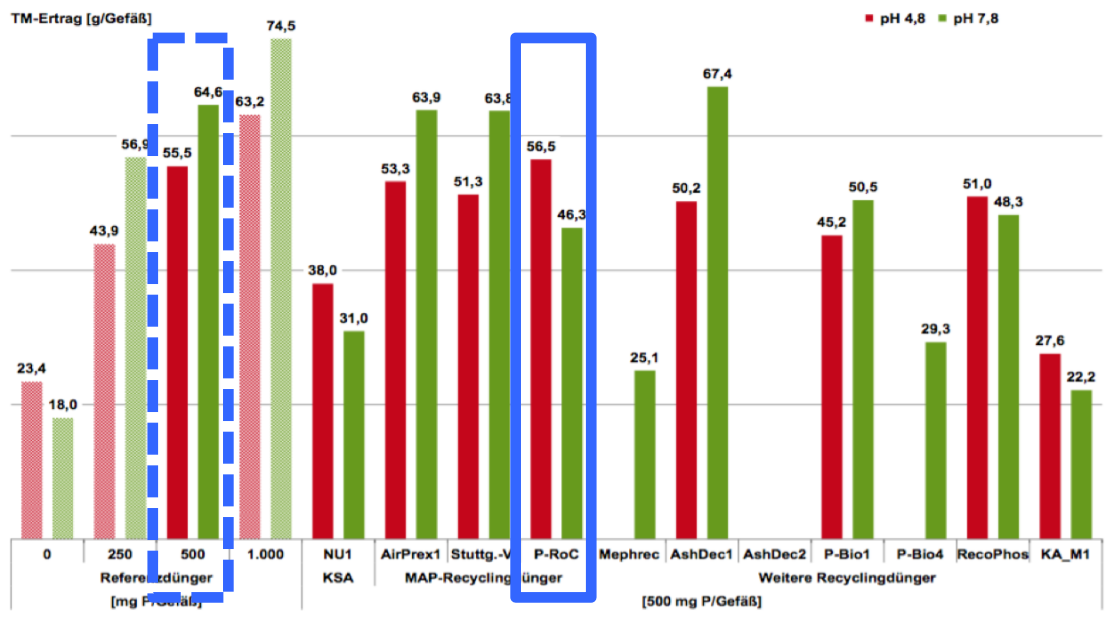


Kontrolle

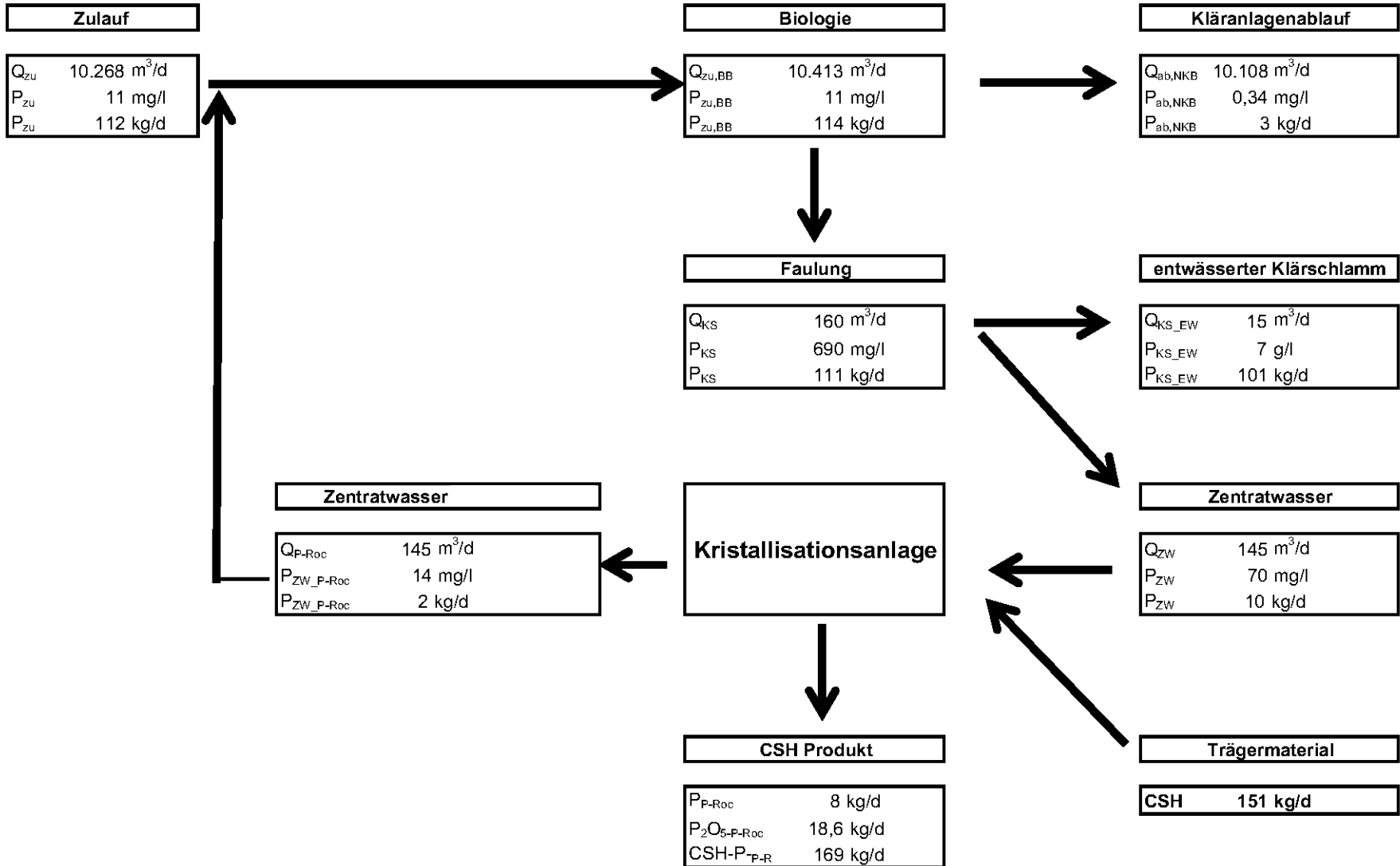
Luzerne

## Trockenmasseerträge

- Pflanzversuche mit Mais und Raps
- Zugabe verschiedener P-Dünger aus Recycling
- Vergleich mit Referenz
- im sauren Boden erreicht das Produkt Referenzdüngerertrag
- neutraler Boden nahezu gleichwertig



# P-Bilanz



## *Verfahrensmerkmale*

### ■ Vorteile

- Einfaches Verfahren
- P-Rückbelastung wird um 80 % reduziert
  - Reduzierter Fällmitteleinsatz (10 %)
  - Reduzierte Schlammanfall
  - Reduzierte Betriebskosten
- Gewinnung eines hochwertigen Düngers
  - hohe Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors
  - nur geringe Schadstoffmengen
  - Verkaufserlös

### ■ Nachteile

- Investitionen
- Erhöhter Personalaufwand
- Betriebskosten CSH

# Anwendungsbereich



Kläranlagen > 50.000 EW



15.000 EW < Kläranlagen mit Faulung < 50.000 EW



Schlammstabilisierungsanlagen >15.000 EW

- Bis zu 80% des Phosphors können aus dem Prozesswasser recycelt werden.
- Bau und Betrieb beeinträchtigen den regulären Kläranlagenbetrieb nicht nachteilig.
- Das Verfahren ist auf Kläranlagen mit Schlammfäulung < 50.000 EW übertragbar.
- Das Produkt ist gut pflanzenverfügbar und gegenüber Recyclingprodukten aus den Klärschlammmaschen mindestens gleichwertig.
- Funktionsfähigkeit durch Pilotversuche erprobt.
- Zulassung nach DüMV steht noch aus...