

STATUSBERICHT REPHORM

REGIONALES PHOSPHORRECYCLING IM RHEIN-MAIN-GEBIET UNTER BERÜCKSICHTIGUNG INDUSTRIELLER UND AGRARISCHER STOFFKREISLÄUFE

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

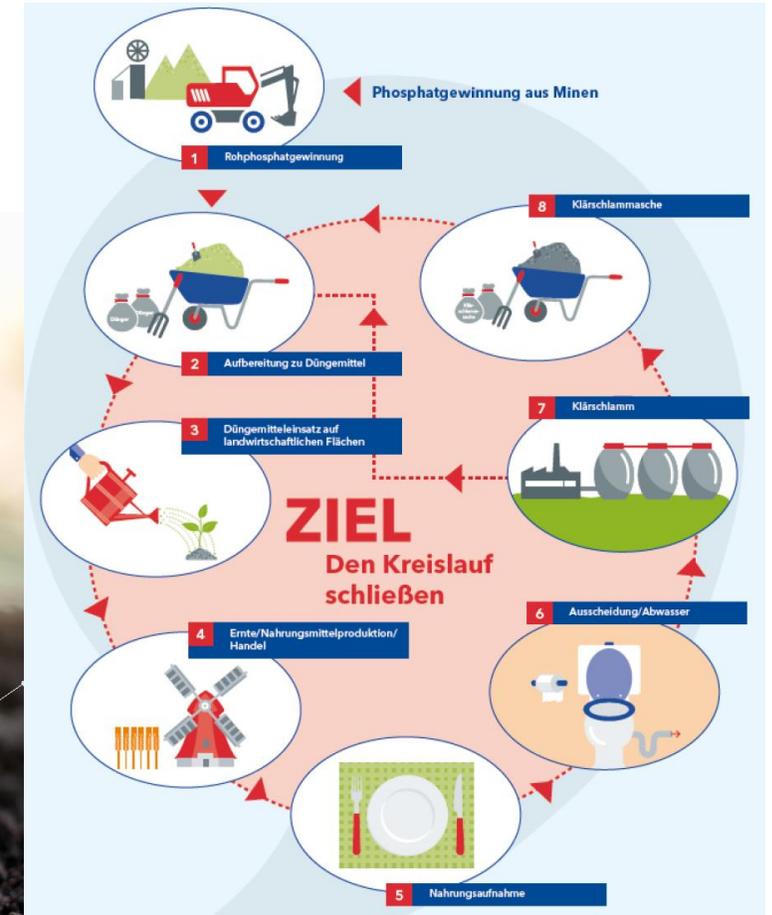
FONA

Forschung für Nachhaltigkeit


REGIONALES PHOSPHOR-RECYCLING

ÜBERSICHT

- Ausgangssituation
- Projektziele
- Projektteam
- Arbeitsfortschritt
- Ausblick



(Quelle: kram-9/shutterstock, HMKLV Hessen, „Hinweise zur Phosphorrückgewinnung in Hessen“)

AUSGANGSSITUATION

- **Metropolregion FrankfurtRheinMain**
 - Klärschlamm wird künftig maßgeblich thermisch verwertet.
 - Die drei Klärschlammverbrennungsanlagen (Wirbelschichttechnologie) des RePhoRM-Verbunds befinden sich im Radius von nur 45 km.
 - Weitere Verbrennungsanlagen (Drehrohrtechnologie) werden in der Region geplant und gebaut
- **Ressourcenschutzstrategie Hessen**
 - Unter Berücksichtigung der Hessischen Ressourcenschutzstrategie wird die direkte Schließung des regionalen Phosphor-Kreislaufs durch Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlammmasche angestrebt.
- **Unterschiedliche Qualität der Klärschlammaschen**
 - Die Qualität jeder einzelnen Klärschlammmasche muss im Produktionsprozess berücksichtigt werden. Vorbehandlungen sind teilweise notwendig.



ZIELE DES VERBUNDVORHABENS

- **Großtechnische Implementierung** der patentierten PHOS4green-Technologie zur Phosphor-Recycling aus Klärschlammmaschen mit dem Ziel einer direkten landwirtschaftlichen Verwertung des P-Rezyklats: Düngemittelgranulat
- **Rechtlich-organisatorische Ausgestaltung einer Verbundlösung** zum Phosphor-Recycling in der Metropolregion FrankfurtRheinMain unter Berücksichtigung der maßgeblichen Betreiber von Klärschlammverbrennungsanlagen



Glatt Ingenieurtechnik GmbH

DAS PROJEKTTEAM

- **Projektkoordination und wissenschaftliche Bearbeitung**

- Technische Universität Darmstadt,
Institut IWAR, Fachgebiet Abwassertechnik

- **Wissenschaftliche Bearbeitung**

- Technische Universität Darmstadt,
Institut IWAR, Fachgebiet Stoffstrommanagement und Ressourcenwirtschaft
- Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe
und Ressourcenstrategie IWKS

- **Rechtliche Beratung**

- Becker Büttner Held PartGmbB

- **Anlagenbauer und Technologieanbieter**

- Glatt Ingenieurtechnik GmbH → PHOS4green-Technologie



IWAR

IWAR



bbh

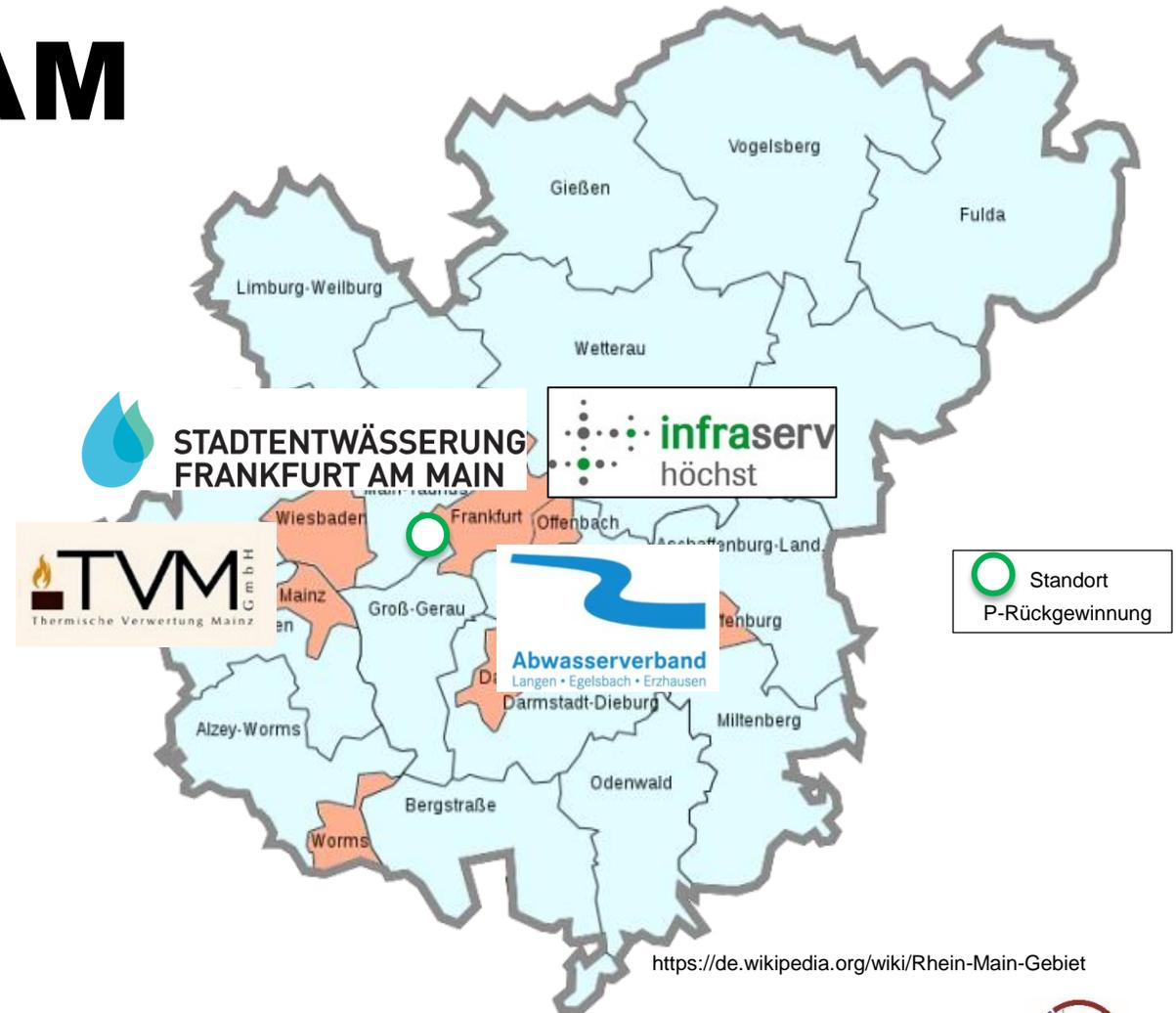
BECKER BÜTTNER HELD



DAS PROJEKTTEAM

▪ Beteiligte Kommunen/Betreiber

- TVM Thermische Verwertung Mainz GmbH
Verbrennungskapazität: 35.000 Mg TR/a
- Stadtentwässerung Frankfurt am Main
Verbrennungskapazität: 40.000 Mg TR/a
- Infraserv GmbH & Co. Höchst KG
Verbrennungskapazität: 52.000 Mg TR/a
- Abwasserverband Langen/Egelsbach/Erzhausen
zu behandelnde Klärschlammmenge: ca. 750 Mg TR/a



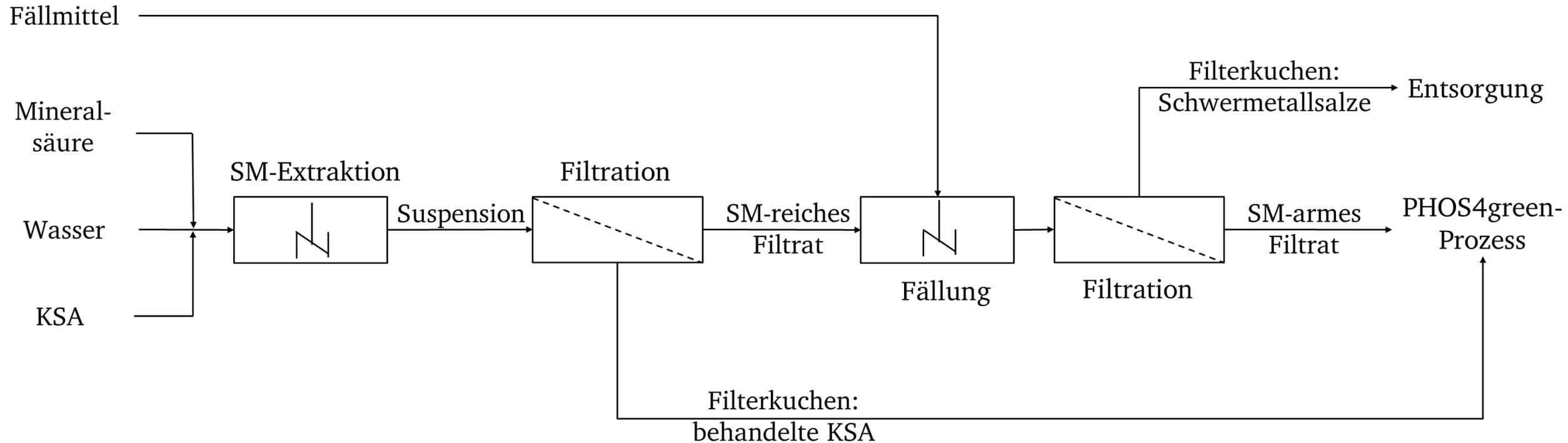
ARBEITSFortsCHRITT

- Unterschiedliche Qualitäten der Klärschlammmaschen (KSA) machen unterschiedliche (Vor-)Behandlungen erforderlich
- Entwicklung verschiedener Varianten zur Vorbehandlung mit Schwermetallen belasteter KSA im Labor **erfolgreich abgeschlossen**
 - Variante 1: Schwermetall-Extraktion + Schwermetall-Fällung
 - Variante 2: Phosphor-Extraktion + Wäsche
 - Variante 3: Phosphor-Extraktion + Schwermetall-Fällung + Wäsche



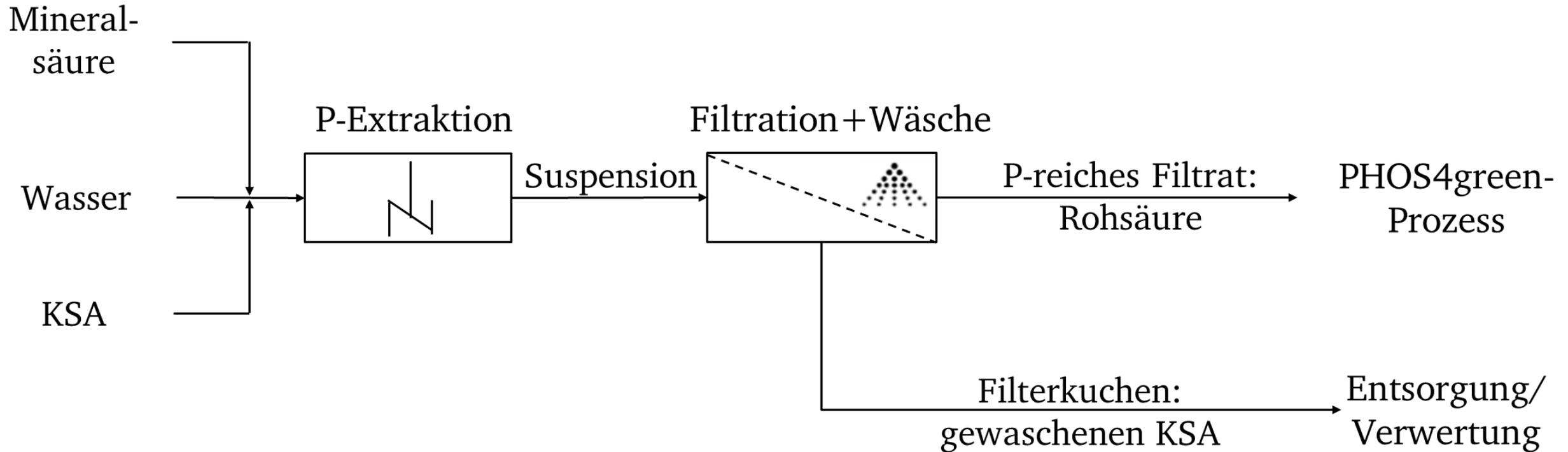
Glatt Ingenieurtechnik GmbH

VARIANTE 1



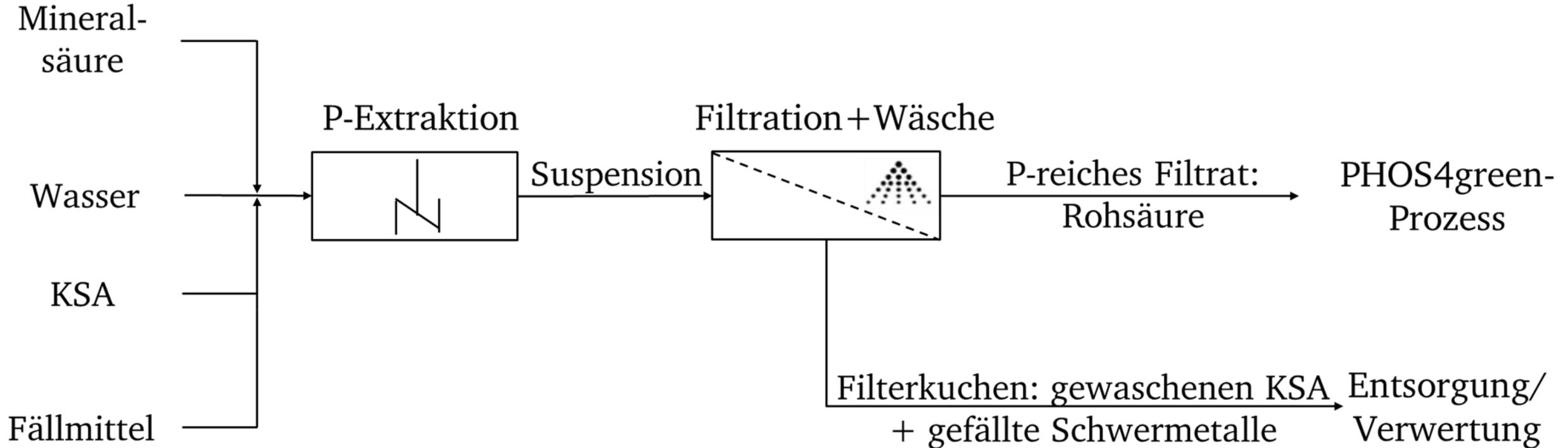
- Selektive Fällung der Schwermetalle erzeugt **minimale Menge an Abfall** („Selektivvariante“)

VARIANTE 2



- Ausschleusung **aller ungelösten (Schwer-)Metalle** mit dem Filterkuchen („Optionsvariante“)

VARIANTE 3



- Ausschleusung **aller ungelösten + gefällter (Schwer-)Metalle** mit dem Filterkuchen („Universalvariante“)

SCHWERMETALL-AUSSCHLEUSUNG

	(Selektiv-)Variante 1	(Options-)Variante 2	(Universal-)Variante 3
	SM-Extraktion + SM-Fällung	P-Extraktion + Wäsche	P-Extraktion + SM-Fällung + Wäsche
Parameter	Ausschleusung bezogen auf die KSA		
As	ca. 80 %	ca. 20 %	ca. 99 %
Cu	ca. 60 %	ca. 90 %	ca. 99 %
Ni	ca. 5 %	ca. 80 %	ca. 80 %
Pb	ca. 20 %	ca. 80 %	ca. 90 %
Zn	ca. 20 %	ca. 80 %	ca. 80 %

- Entsprechende Variante der Vorbehandlung für **jede Aschequalität** des RePhoRM-Verbunds

GRANULIERUNG

- **Problemlose Granulierung** der vorbehandelten KSA
- Erzeugung eines **lagerstabilen, abriebfesten Granulats** mit kompakter und homogener Partikelstruktur
- Nährstoffgehalt und Phosphor-Löslichkeit sind **über die Rezeptur steuerbar**



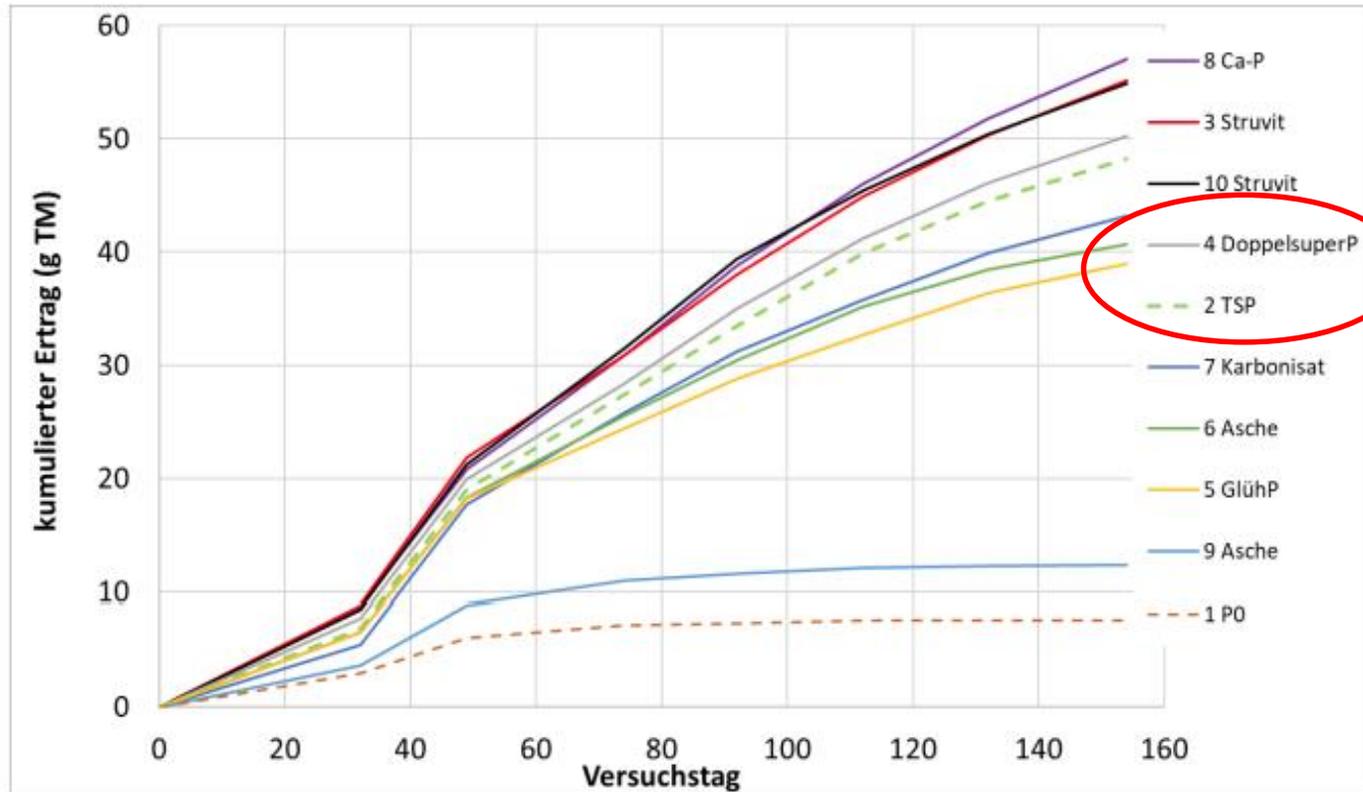
Glatt Ingenieurtechnik GmbH

PFLANZENVERFÜGBARKEIT

Teilnahme am
Ringversuch des
hessischen
Landeslabors

4 InfraserV GmbH

Doppelsuperphosphat



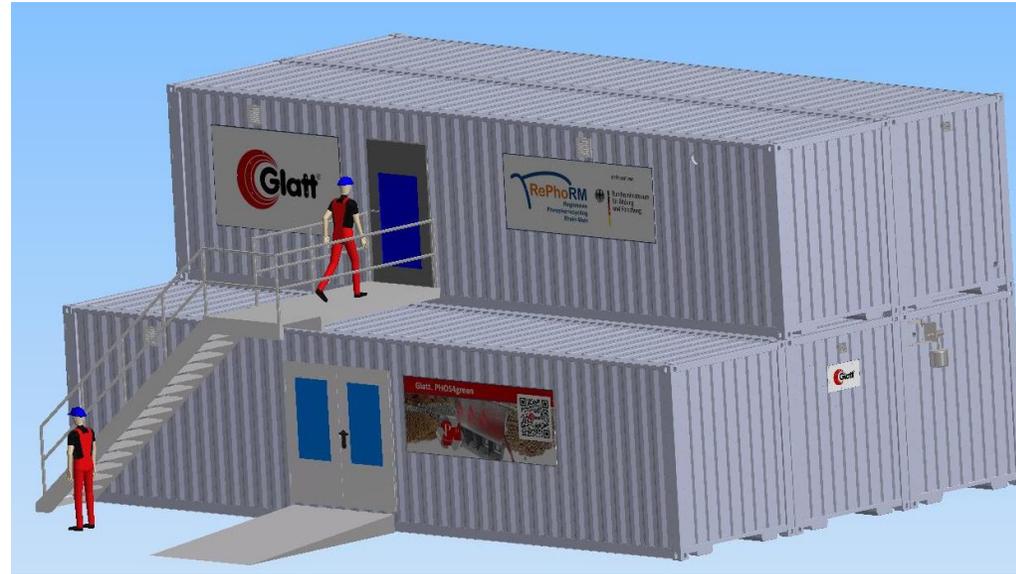
Landesbetrieb Hessisches Landeslabor 2022. Abschlussbericht P-Düngewirksamkeit von Klärschlamm-Rezyklaten.
https://umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2022-10/abschlussbericht_p-duengewirksamkeit_von_klaerschlamm-rezyklaten_0.pdf

Ergebnisse:

- Ertragsleistung wie Trippelsuperphosphat
- Einhaltung aller Schwermetall-Grenzwerte
- Hohe Löslichkeit des Phosphats

PILOTANLAGE

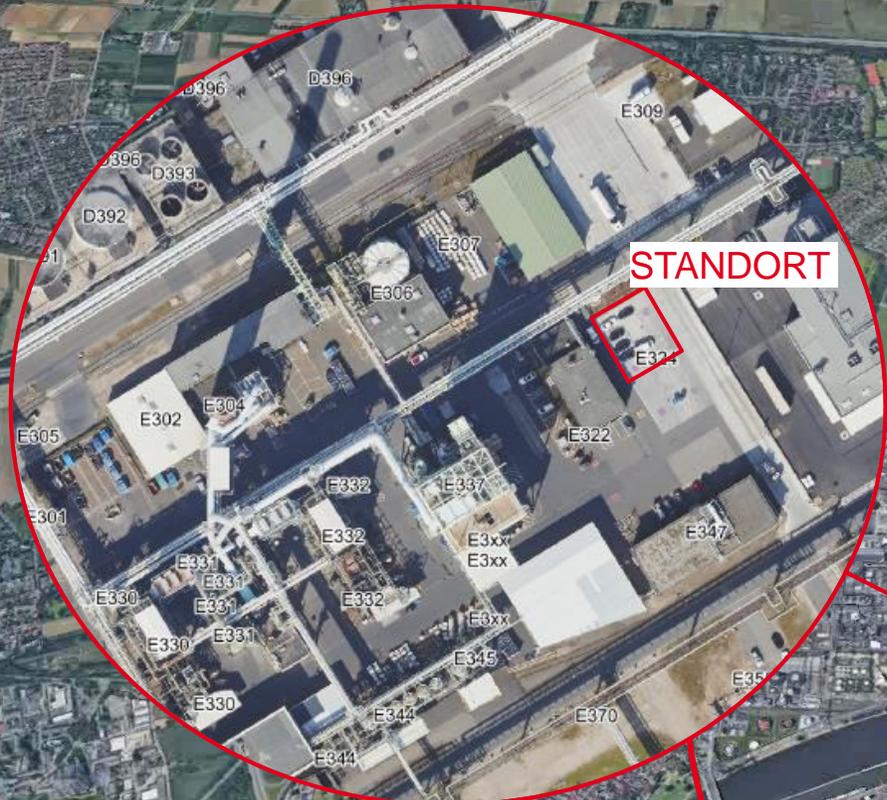
- Fünf 40 Fuß Container über zwei Stockwerke
⇒ Prüfung / Bestätigung der verfahrenstechnischen Varianten und Ermittlung von Auslegungsdaten
- Planung und Bau durch **Glatt Ingenieurtechnik**
- Anschluss an Versorgung und Entsorgung durch **Infraserv Höchst**
- Betrieb durch **Glatt Ingenieurtechnik** und **AT der TU Darmstadt**
- Lieferung in den Industriepark Höchst im **September 2023**



Glatt Ingenieurtechnik GmbH



REPHORM | ARBEITSFortsCHRITT PILOTANLAGE



STANDORT

STANDORT

IPH

RECHTLICH-ORGANISATORISCHE VERBUNDLÖSUNG

- Eine Absichtserklärung zur **Gründung einer gemeinsamen Phosphor-Rückgewinnungsgesellschaft** wurde von den Ascheerzeugern / zukünftigen Gesellschaftern unterzeichnet
- Die **Vertragsverhandlungen** zwischen den zukünftigen Gesellschaftern haben begonnen
 - Unterstützung insbesondere in Bezug auf das **Vergaberecht** durch die Becker Büttner Held PartGmbH
- **Laufende Absprachen** mit den Umweltministerien aus Hessen und Rheinland-Pfalz und dem zuständigen Regierungspräsidium Darmstadt **bezüglich Genehmigung** der Pilot- sowie der großtechnischen Anlage

AUSBLICK

- **Fabrik für 60.000 t/a** Düngemittelgranulat entsteht **ab 2026** im Industriepark Höchst
- **Verarbeitet werden können** neben den Aschen der Beteiligten:
 - thermochemisch behandelte Klärschlammasche
 - Phosphorsäure aus Klärschlammasche
 - Calciumphosphate
 - Magnesiumammoniumphosphate
 - Ammoniumsulfat



- Den Beteiligten wird eine **langwierig sichere** und **ökonomisch vorteilhafte** Verarbeitung der Klärschlammasche geboten