

REPHORM - AUSGANGSSITUATION UND ÜBERLEGUNGEN ZUM RECYCLINGVERBUND

Gefördert durch:



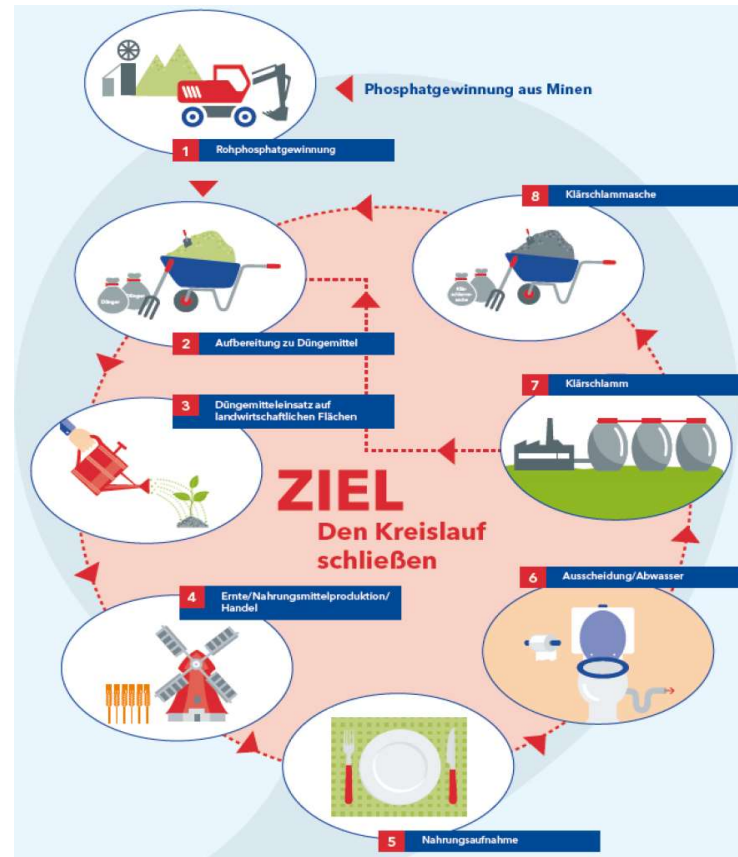
Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FKZ 02WPR1545A-G



ÜBERSICHT

- Ausgangssituation
- Verfahrensauswahl
- Randbedingungen



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

PROJEKT BETEILIGTE

■ Kommunen/Betreiber

- TVM Thermische Verwertung Mainz GmbH
Verbrennungskapazität: 35.000 Mg TM/a
- Stadtentwässerung Frankfurt am Main
Auslastung: 40.000 Mg TM/a
- InfraserV GmbH & Co. Höchst KG
Verbrennungskapazität: 52.000 Mg TM/a

■ Anlagenbauer / Technologieanbieter

- Glatt Ingenieurtechnik GmbH

■ Rechtsberatung

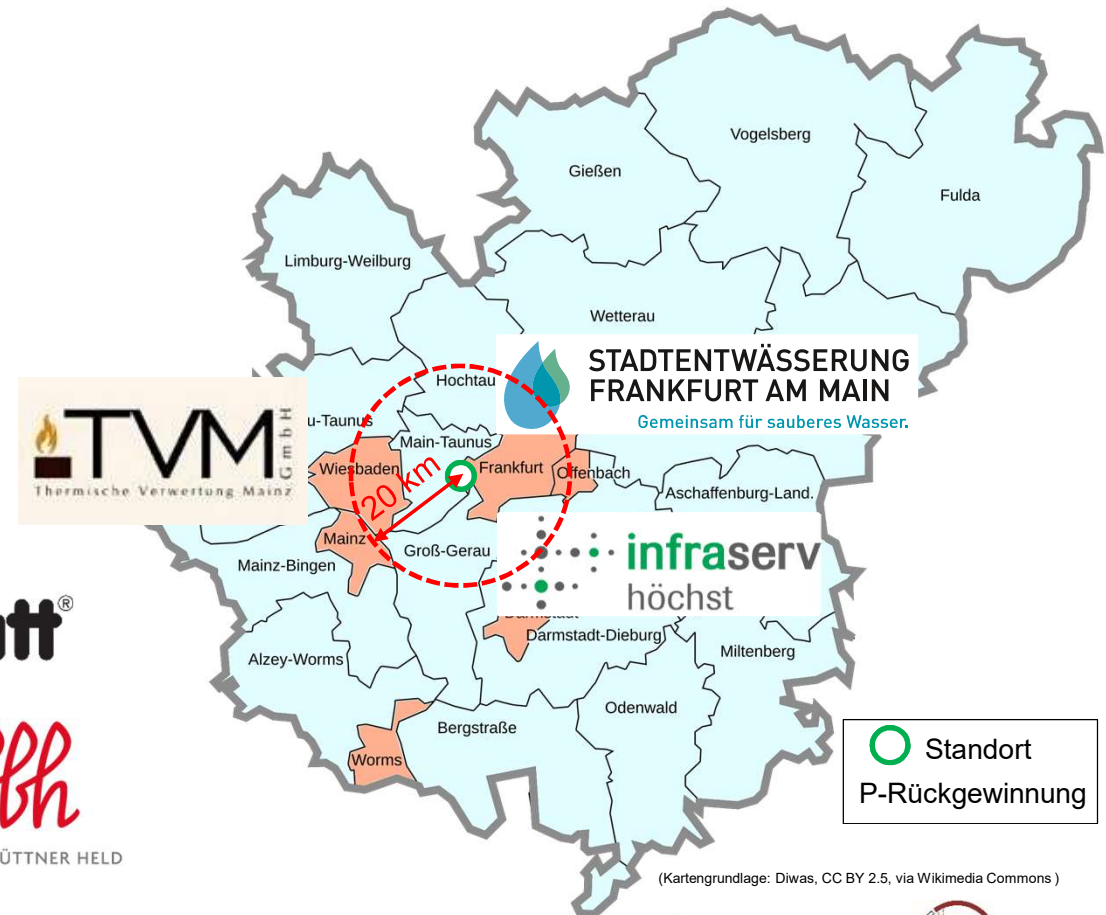
- Becker Büttner Held PartGmbH

■ Koordination / wiss. Begleitung

- TU Darmstadt, Institut IWAR



BECKER BÜTTNER HELD



(Kartengrundlage: Diwas, CC BY 2.5, via Wikimedia Commons)



PROJEKT BETEILIGTE



© FiW e.V.

P-RECYCLING - STOFFSTRÖME

Eine Phosphorrückgewinnung kann aus verschiedenen abwassertechnischen Stoffströmen erfolgen, welche unterschiedliche Rückgewinnungspotenziale bezogen auf die Phosphorzulaufkraft von Kläranlagen aufweisen:

Abwassertechnische Stoffströme	Spez. Vol. / Fracht	Rückgewinnungspotenzial	Anmerkungen
Kläranlagenablauf	200 L/(E·d)	max. 55 %	Sofern keine gezielte P-Elimination stattfindet.
Schlammwasser	1 - 10 L/(E·d)	max. 50 %	Bei biologischer P-Elimination und Klärschlammintegration.
(Faul)Schlamm	0,2 - 0,8 L/(E·d)	max. 90 %	-
Klärschlammasche	0,03 kg/(E·d)	max. 90 %	- Geringes zu behandelnde Masse - Hohes Rückgewinnungspotenzial - Ausbau der thermischen Verwertung, insbesondere auch im Rhein-Main-Gebiet

VERFAHREN ZUR P-RÜCKGEWINNUNG AUS KLÄRSCHLAMMASCHE (KSA)

■ Nasschemische Verfahren

- Rücklösung von Phosphor aus dem Feststoff in die flüssige Phase (auch Schwermetalle mitgelöst)
- Abscheidung der gelösten Schwermetalle durch Fällung, Ionenaustausch oder Solventextraktion

■ Thermochemische Verfahren

- Behandlung der Asche bei hohen Temperaturen (900-1050 °C) oft mit Zusatzstoffen (CaO oder Chloriden)
- Phosphor in pflanzenverfügbare Formen überführt und Schwermetalle entfernt.

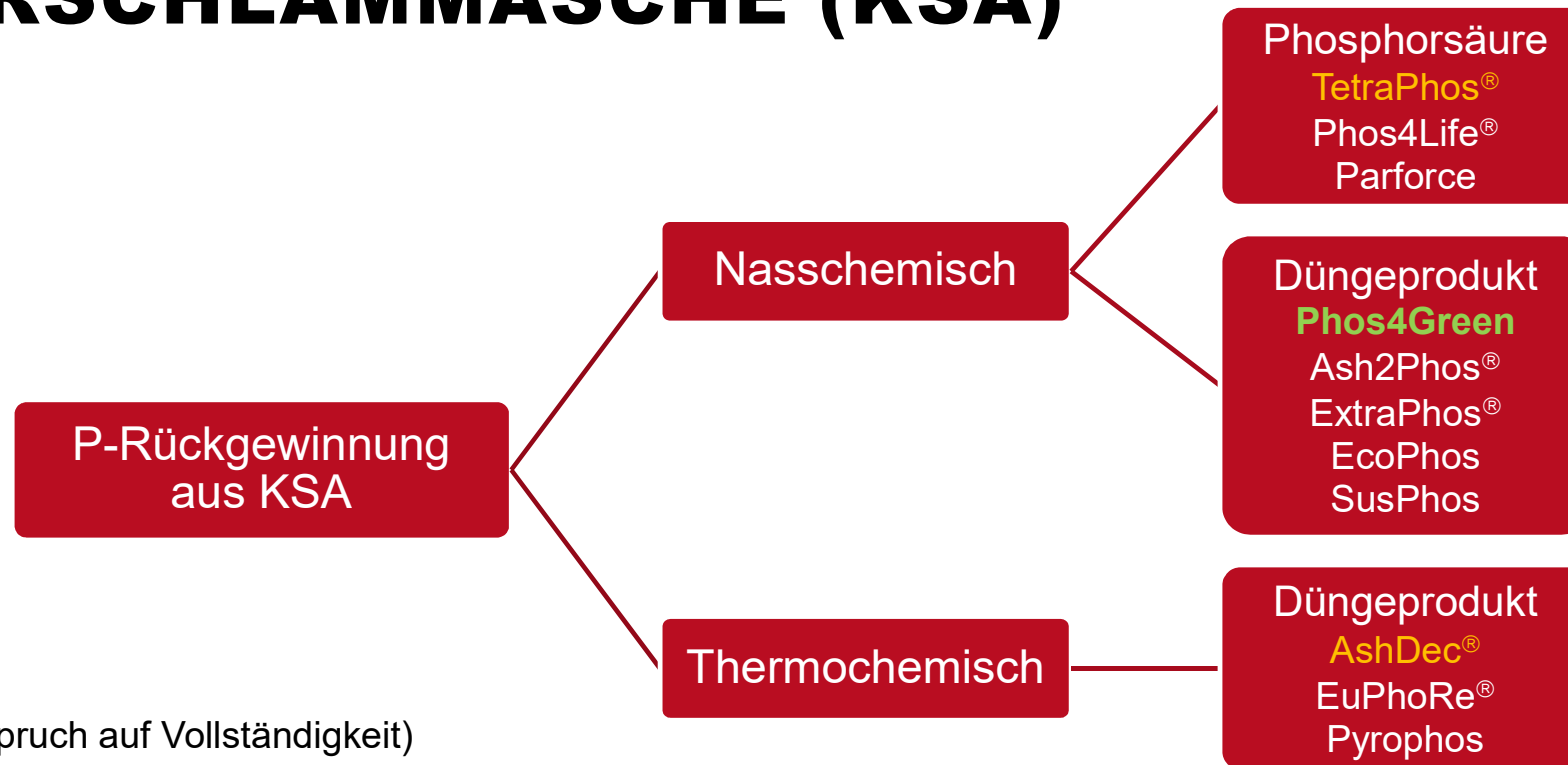
■ Elektrokinetische Verfahren

- Nutzung elektrischer Felder, um Phosphor von Schwermetallen zu trennen.

■ Bioleaching

- Einsatz von Mikroorganismen (z.B. schwefeloxidierende Bakterien), um Phosphor zu lösen.

VERFAHREN ZUR P-RÜCKGEWINNUNG AUS KLÄRSCHLAMMASCHE (KSA)



(ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

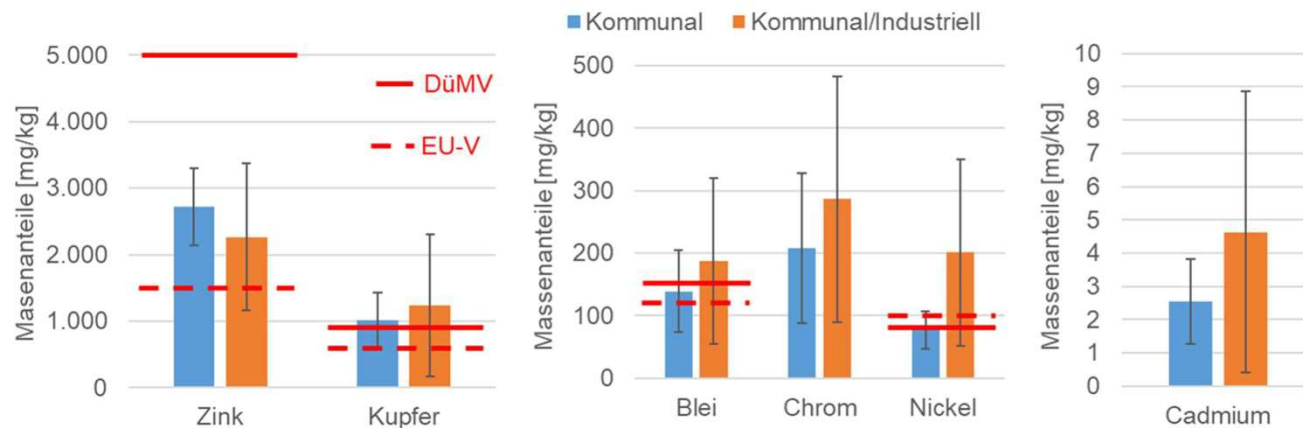
ELEMENTGEHALTE DER KLÄRSCHLAMMASCHE

Element	ISH (mg/kg)	SEF (mg/kg)	TVM (mg/kg)
Aluminium (Al)	48000	83000	44000
Arsen (As)	19	16	16
Kalzium (Ca)	170000	85000	72000
Cadmium (Cd)	2,7	2,1	1,5
Chrom (Cr)	240	73	77
Kupfer (Cu)	800	1100	650
Eisen (Fe)	67000	28000	84000
Kalium (K)	5000	8100	7100

Element	ISH (mg/kg)	SEF (mg/kg)	TVM (mg/kg)
Magnesium (Mg)	12000	12000	12000
Natrium (Na)	6600	2800	2600
Nickel (Ni)	170	71	60
Phosphor (P)	41000	73000	55000
Blei (Pb)	160	140	91
Schwefel (S)	21700	3200	7800
Thallium (Tl)	0,47	0,26	0,34
Zink (Zn)	1600	2100	1900

GRENZWERTPROBLEMATIK

- Asche mit hohem Kupfergehalt – über thermochemische Verfahren nur schwer entfernbar.
- Anforderungen an Pb und Ni erfordern ebenfalls Reduktion der Schwermetalle.



- Nasschemische Verfahren – bieten Flexibilität für die große Bandbreite an Schwermetallgehalten.
- erfordern keine extremen Temperaturen.
 - benötigen einen erhöhten Betriebsmitteleinsatz und erzeugen Reststoffe.

BERÜCKSICHTIGTE ASPEKTE

- Im Rhein-Main-Gebiet existieren Monoverbrennungsanlagen (Wirbelschichttechnologie).
⇒ P-Rückgewinnung aus Klärschlammaschen
- Kritische Schwermetalle müssen aufgrund gesetzlicher Vorgaben entfernt werden.
⇒ Unter den technologisch ausgereiften Verfahren wird dies von nasschemischen Prozessen besser bewältigt als von thermochemischen Verfahren.
- Nasschemische Verfahren benötigen Ver- und Entsorgung, Infrastruktur und Betriebsmittel.
⇒ Die Umsetzung im industriellen Umfeld ist sinnvoll.
- Infraserv GmbH & Co. Höchst KG (ISH) betreibt eine eigene Klärschlammverbrennungsanlage.
⇒ ISH bietet den Standort, die Infrastruktur sowie die Logistik für das P-Recycling.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

FKZ 02WPR1545A-G

Prof. Dr.-Ing. Markus Engelhart
Institut IWAR, FG Abwassertechnik
TU Darmstadt
Franziska-Braun-Str. 7
64287 Darmstadt
markus.engelhart@tu-darmstadt.de