

Wie können wir die Phosphor-Ressourcen sichern?

Stefan Gäth

Professur für Abfall- und
Ressourcenmanagement
Heinrich-Buff-Ring 26-32
35392 Giessen

www.einfälle-für-abfälle.de

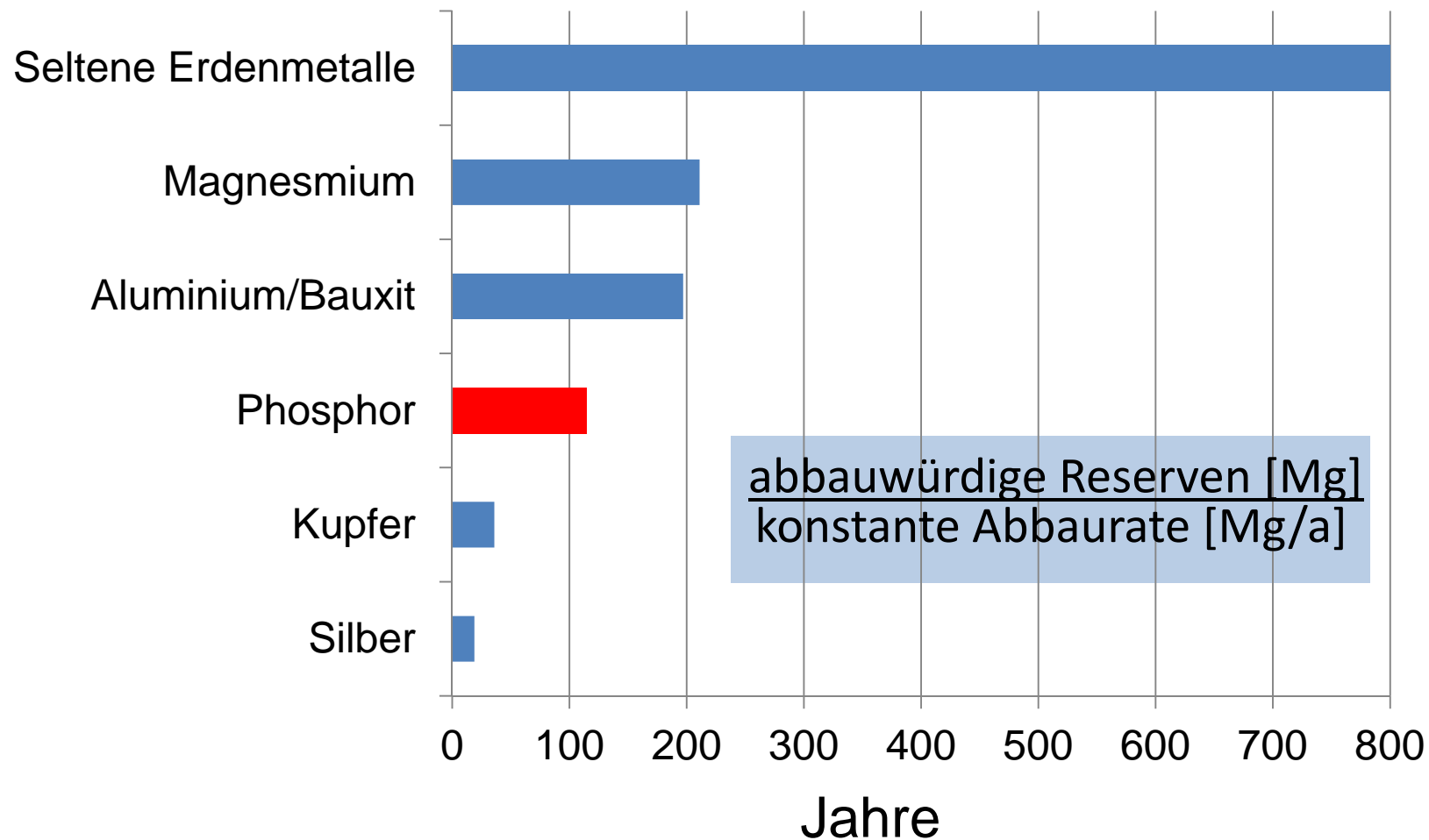
FhG-Projektgruppe IWKS
Recycling & Wertstoffkreisläufe
Brentanostraße 2
63755 Alzenau

JUSTUS-LIEBIG-
 UNIVERSITÄT
GIESSEN

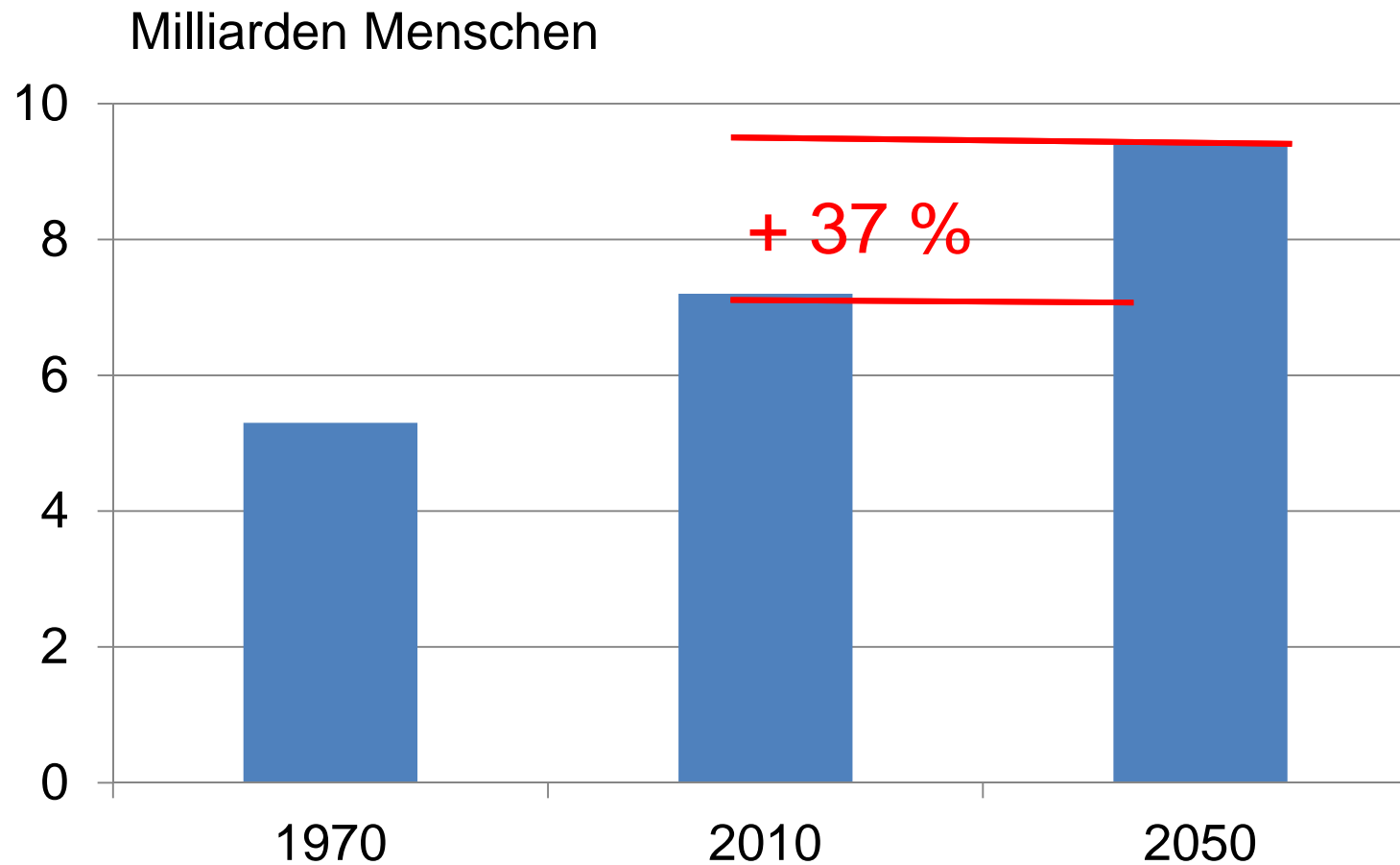


Professur für Abfall- und
Ressourcenmanagement

Statische Reichweite ausgewählter Rohstoffe



Ein Mensch (80 Jahre) braucht in Deutschland **ca. 150 kg Phosphat im Leben** (BGR, 2007)



Verwendung von Phosphaten (in 1.000 Mg P₂O₅)

	Europa	Amerika	Asien	Sonstige	Welt
Düngemittel	6.632	12.102	22.373	8.267	49.374
Seifen & Detergenzien	458	460	568	350	1.836
Lebensmittel & Getränke	76	172	48	13	309
Wasserbehandlung	49	54	48	13	164
Zahnpasta	8	24	30	6	68
Andere Verwendungen	96	121	56	14	287
Summe	7.319	12.933	23.123	8.663	52.038

**~95 %
gehen in
die
Landwirtschaft**



Geschätzter Verbrauch an Phosphor in Deutschland

UBA, 2012

170.000 Mg/Jahr

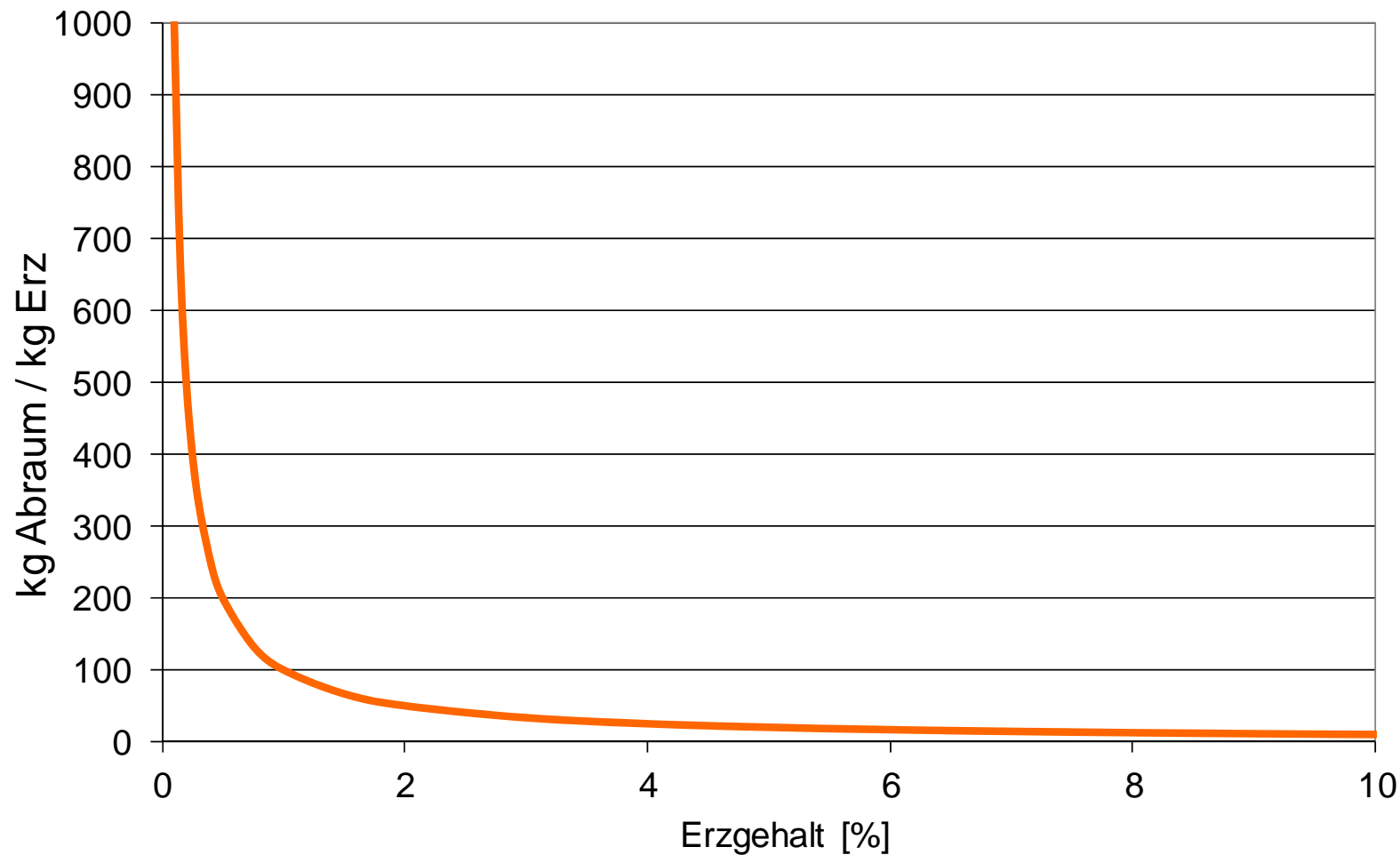
Weltweite Phosphat-Produktion (2007)

Elsner (BGR), 2008

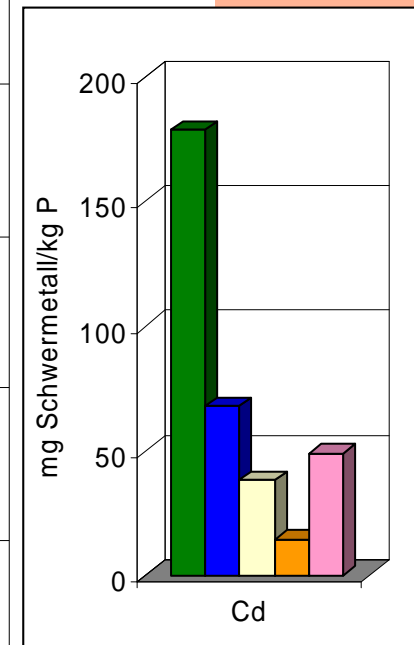
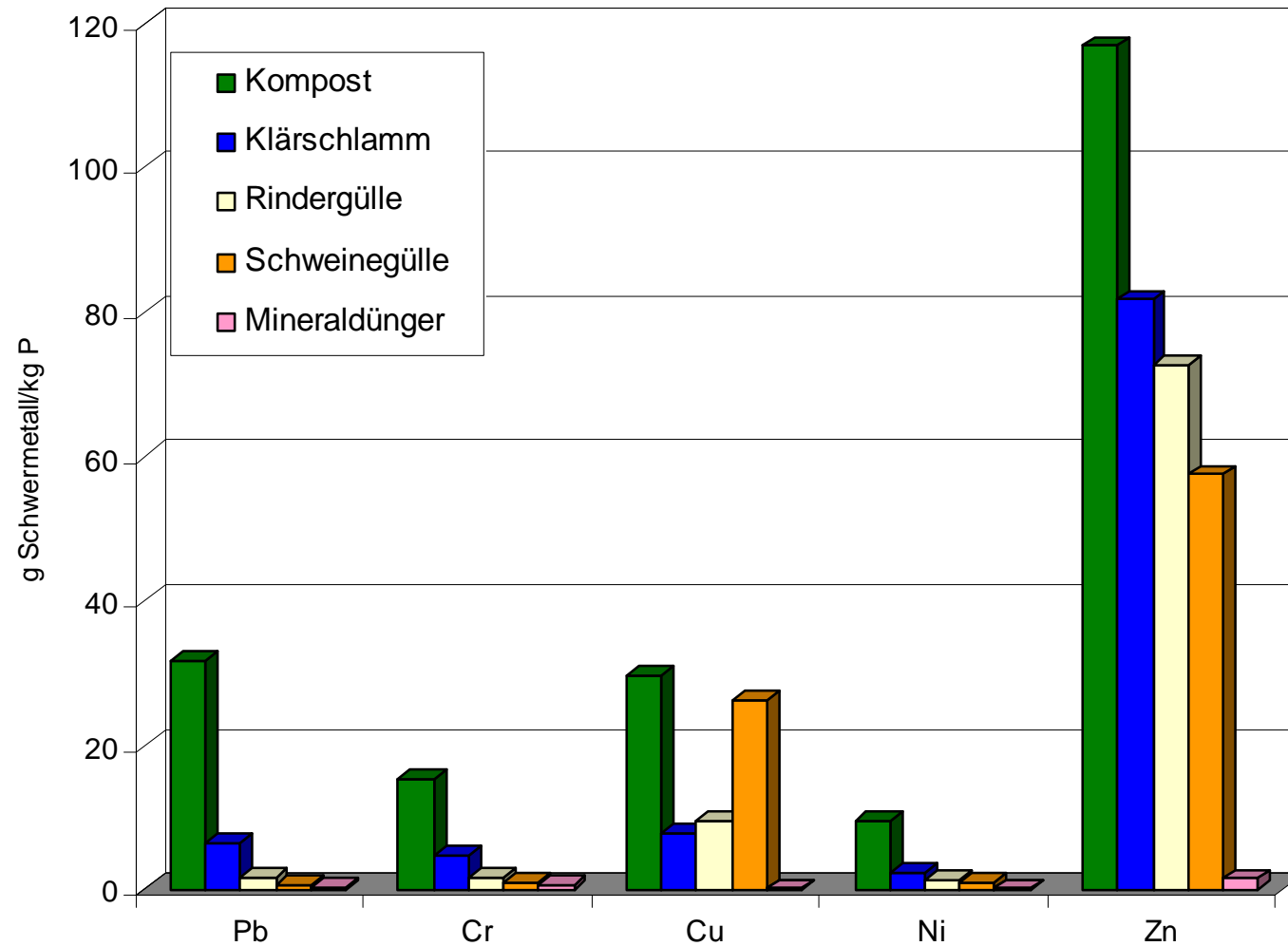
156.000.000 Mg/Jahr



Das Problem abnehmender P-Konzentrationen in den Lagerstätten



Das P-Problem



Geschätzter Verbrauch an Phosphor in Deutschland

170.000 Mg/Jahr

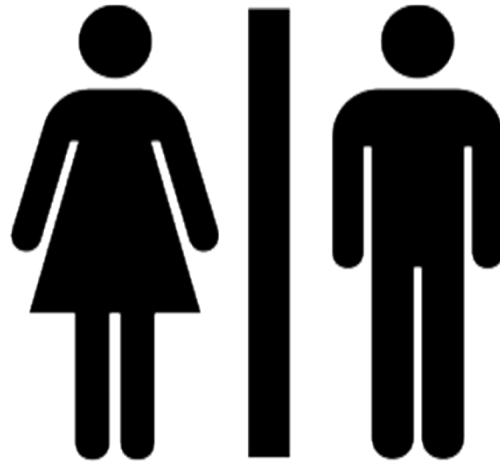
Theoretische P-Recyclingpotenziale in Deutschland

- Abwasser (kommunal) 54.000 Mg/Jahr
- Abwasser (industriell) 15.000 Mg/Jahr
- Wirtschaftsdünger 444.000 Mg/Jahr
- Tierische Nebenprodukte (Kat. 1-3) 20.000 Mg/Jahr

Summe: ~533.000 Mg/Jahr

Der P-Bedarf kann um den **Faktor 3** gedeckt werden!



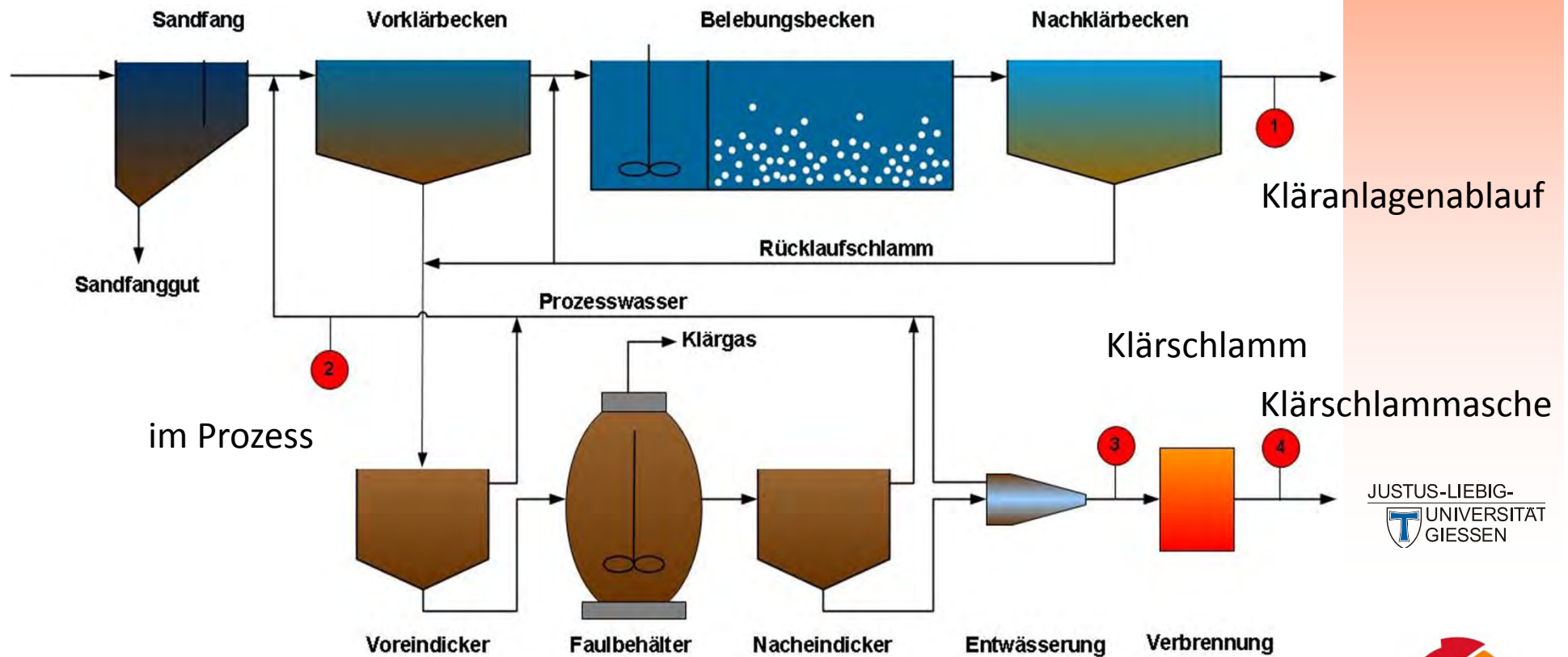


P-Fracht: 1,8 g/Einwohner · d⁻¹

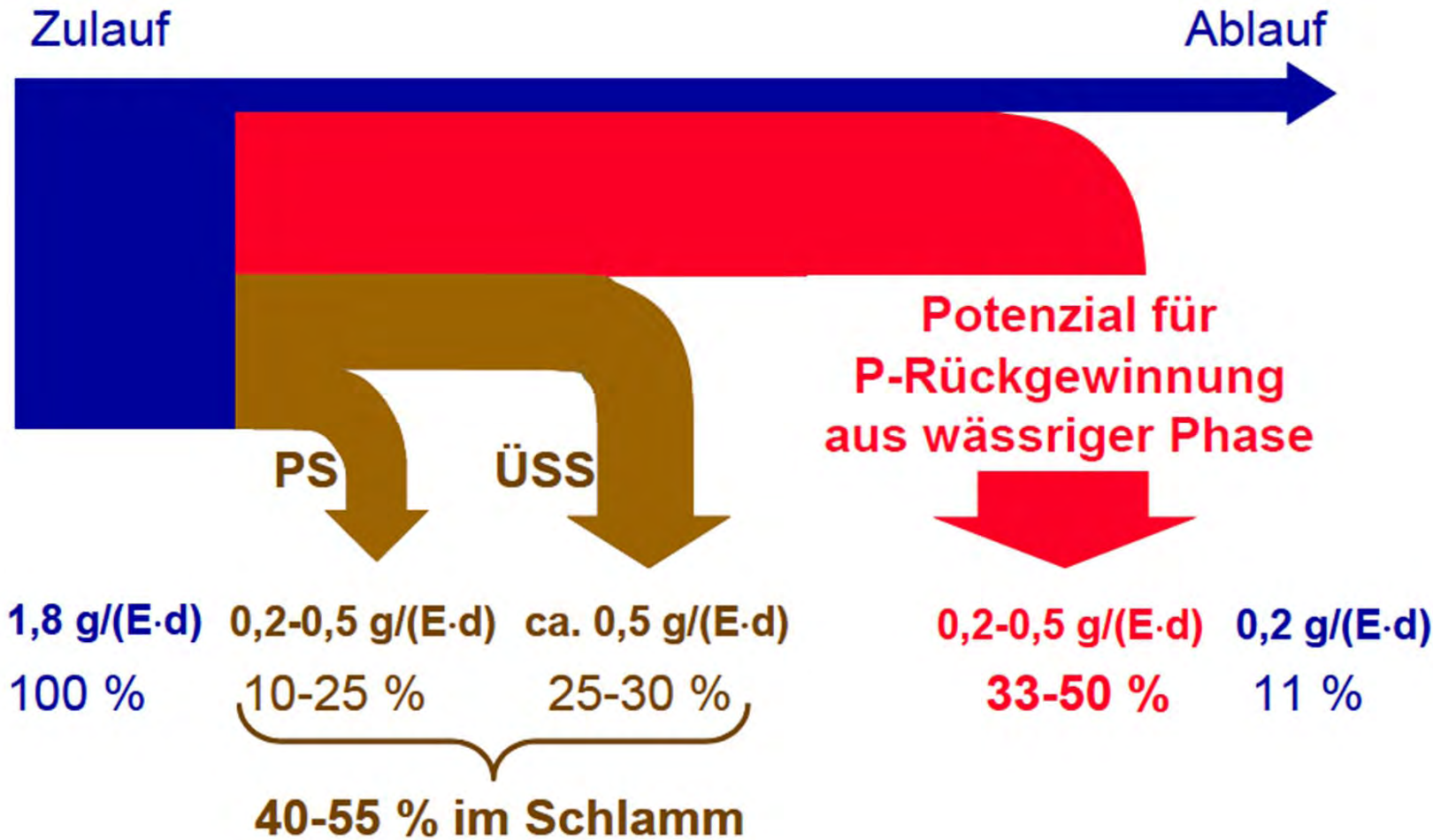
davon

- Ausscheidung 1,3 g/Einwohner · d⁻¹
- Lebensmittelreste 0,2 g/Einwohner · d⁻¹
- Waschen/Putzen 0,4 g/Einwohner · d⁻¹

Einsatzstellen zur Phosphorrückgewinnung in kommunalen Kläranlagen



Phosphorbilanz für eine konventionelle Belebungsanlage ohne Phosphorelimination



Zusammensetzung des Klärschlammes (Auswahl)

Element	Konzentrationsbereich (mg/kg TM)
Phosphor	2.000-55.000
Blei	70-100
Cadmium	1,5-4,5
Kupfer	300-350
Zink	100-300

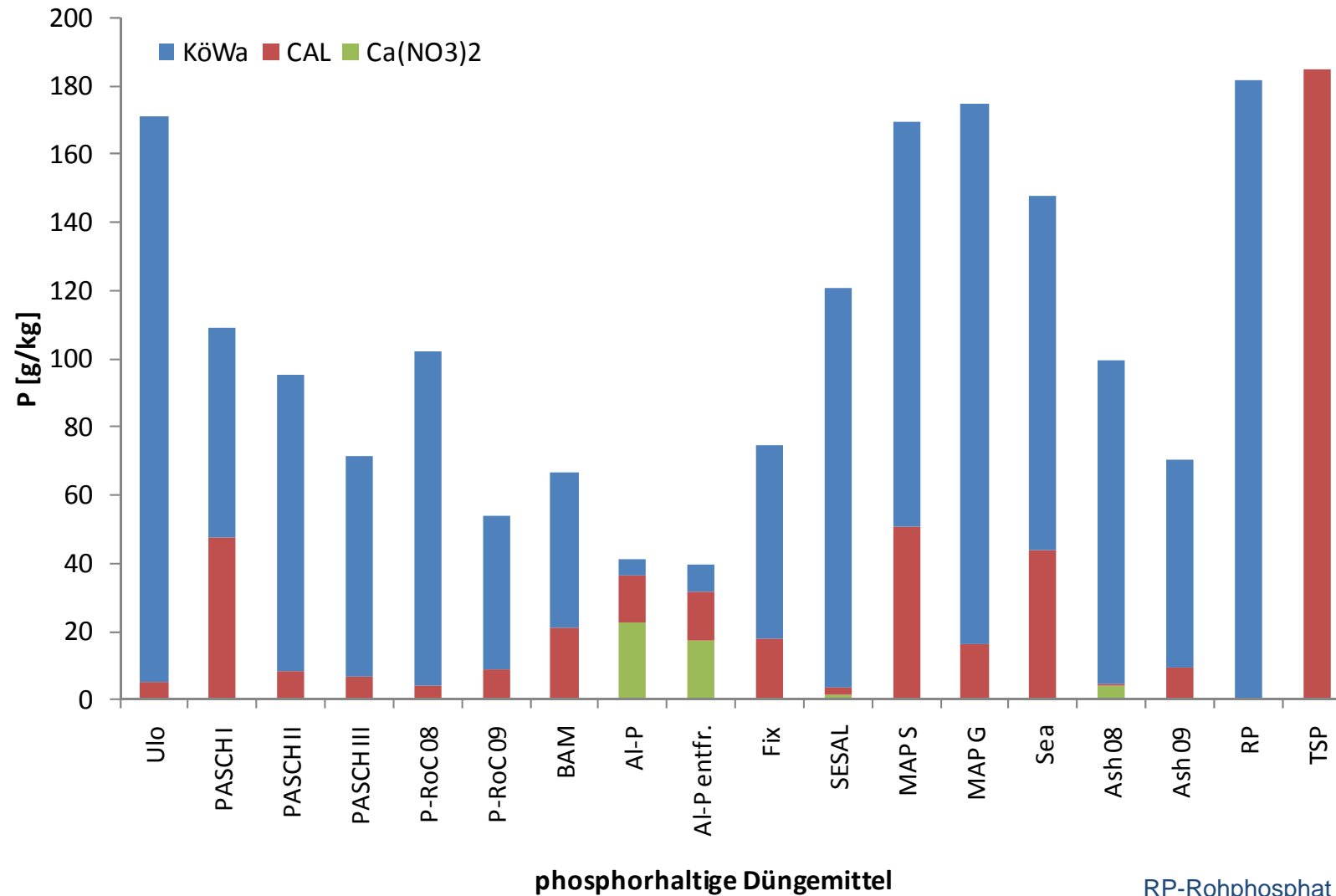
Aufbereitungsmöglichkeiten bei der P-Rückgewinnung

- nasschemisch unter Einsatz verschiedener Chemikalien, z.B. durch Säurebehandlung und Laugung
 - MAP-Verfahren (Magnesium-Ammonium-Phosphat)
 - CSH (Calcium-Silikat-Hydrat)
- thermochemisch durch chemische Vorbehandlung und anschließende thermische Behandlung im Drehrohrofen
 - AshTec

➔ Ziel: P-Aufkonzentrierung bei gleichzeitiger Schwermetallentfrachtung



Phosphorgehalte und -verfügbarkeiten verschiedener P-Recyclate und mineralischer Düngemittel



phosphorhaltige Düngemittel

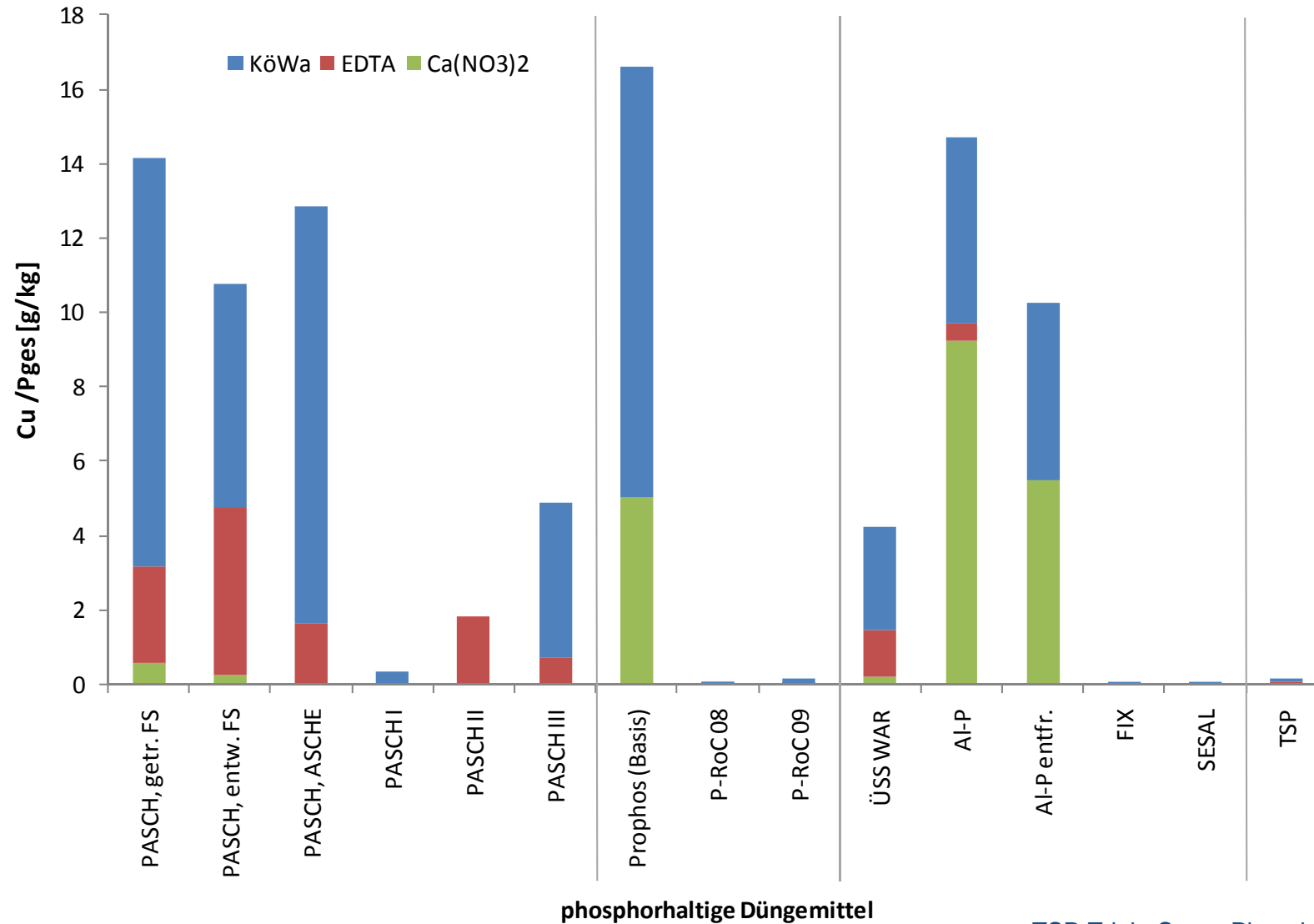
RP-Rohphosphat
TSP-Triple-Super-Phosphat

JUSTUS-LIEBIG-
UNIVERSITÄT
GIESSEN

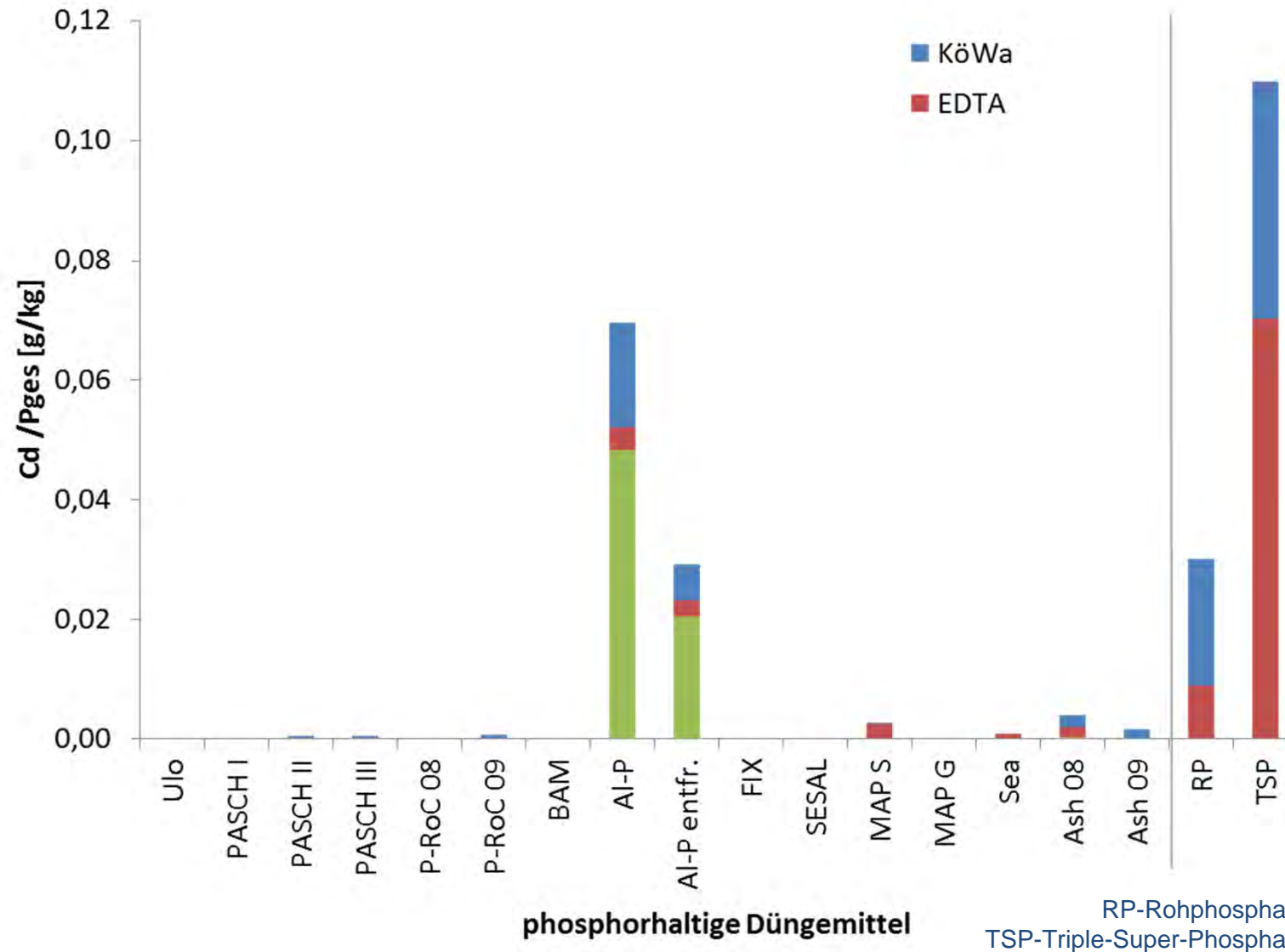


Professur für Abfall- und
Ressourcenmanagement

Kupfer-Gehalt und –verfügbarkeit verschiedener P-Recyclate und mineralischer Düngemittel



Cadmium-Gehalt und –verfügbarkeit verschiedener P-Recyclate und mineralischer Düngemittel

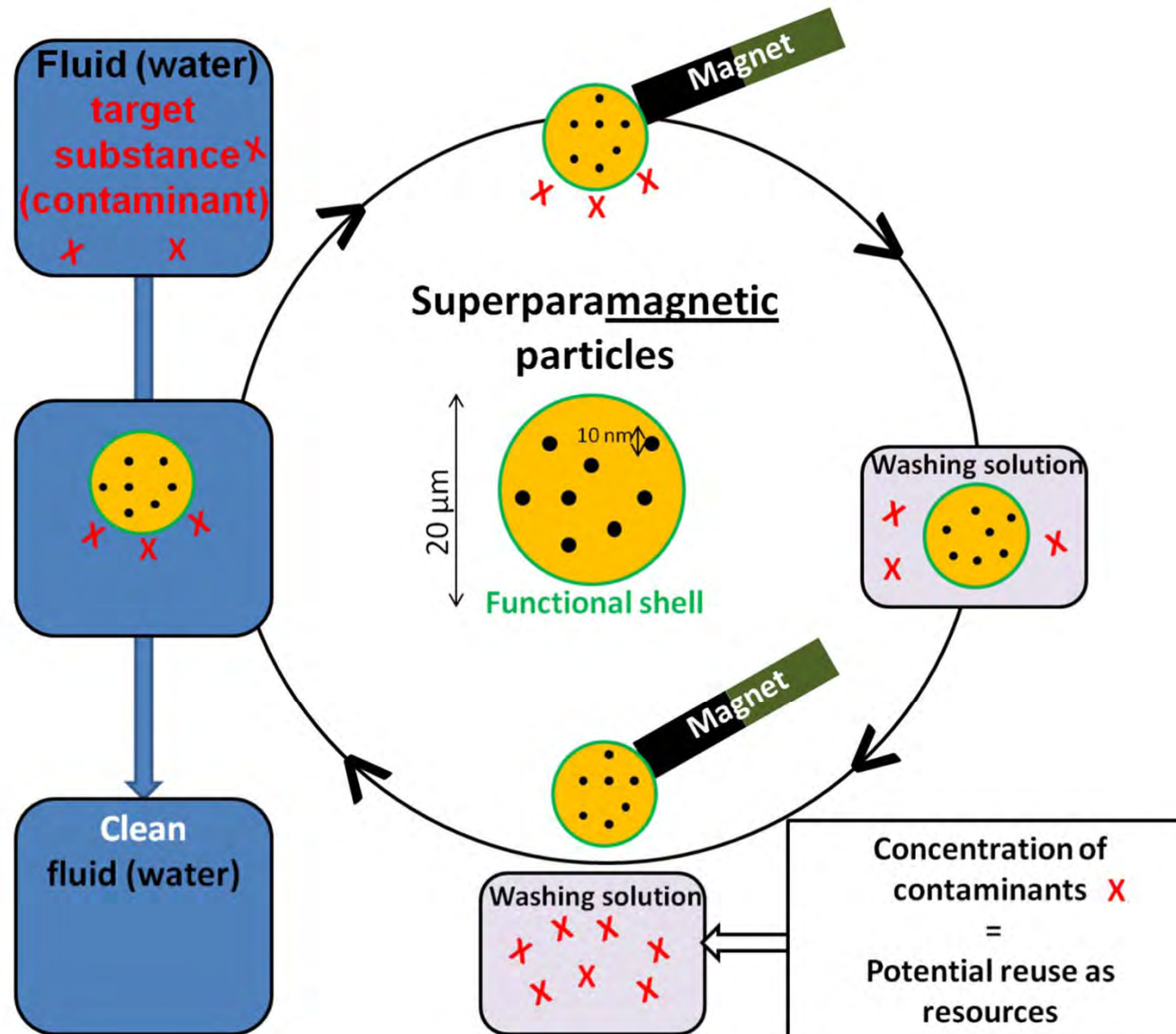


Schwermetallminderungspotenzial verschiedener P-Recyclate in % vom Ausgangsprodukt

Material	Verfahren	Schwermetallminderungspotenzial in % vom Ausgangsprodukt
Abwasserrecyclat	P-Roc	0,7 - 2,2 %
Klärschlammrecyclat	MAP	1,8 - 3,5 %
	Seaborne	0,5 %
	Fix	0,8 %
	AI-P	156 - 236 %
Klärschlammasche	PASCH	2,7 - 15,6 %
	BAM	13,1 %

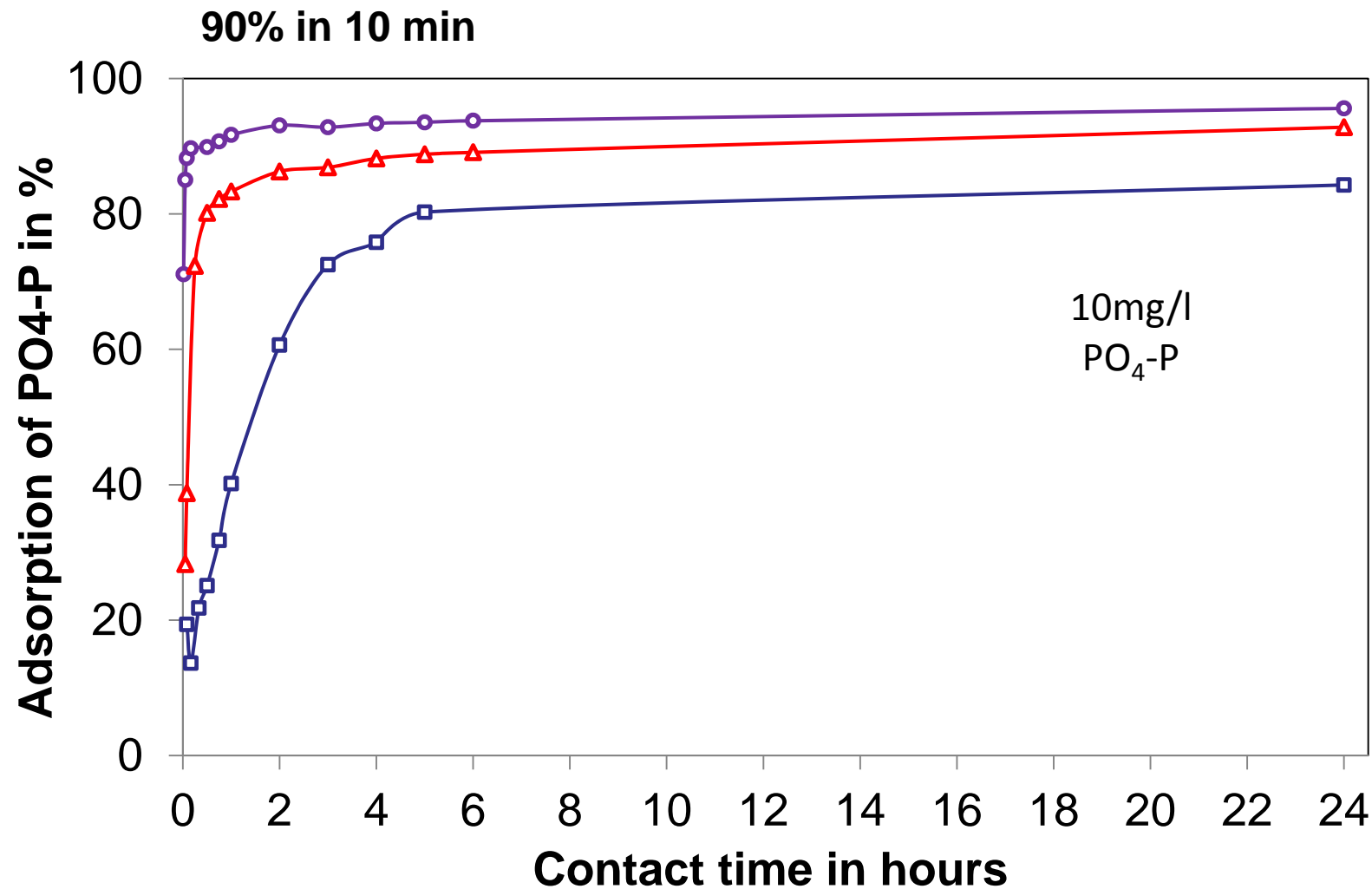


Phosphor-Recycling mit Hilfe magnetisierbarer Nanomaterialien





P-Extraktion mit magnetischen Nanomaterialien





Justus Liebig
50. Chemischer Brief

„ES GIEBT EIN RECEPT FÜR DIE FRUCHTBARKEIT UNSERER FELDER, UND FÜR DIE EWIGE DAUER IHRER ERTRÄGE...: (...) DIE LANDWIRTHE SOLLTEN ... MIT VEREINIGTEN MITTELN **ANSTALTEN ZUR AUFSAMMLUNG DER MENSCHLICHEN UND THIERISCHEN AUSLEERUNGEN BEGRÜNDEN**, UND IHRE ÜBERFÜHRUNG IN EINE VERSENDBARE FORM BEWERKSTELLIGEN. (...) UM DIES MÖGLICH UND AUSFÜHRBAR ZU MACHEN, SOLLTEN DIE REGIERUNGEN UND POLIZEIBEHÖRDEN IN STÄDTEN SORGE DAFÜR TRAGEN, DASS **DURCH EINE ZWECKMÄSSIGE EINRICHTUNG DER LATRINEN UND CLOAKEN EINEM VERLUST AN DIESEN (Nähr-)STOFFEN VORGEBEUGT WIRD.**“



Fazit

- Ressourceneffizienten Umgang lernen – Phosphor schonend und nutzeneffizient einsetzen
- Sekundärquellen nutzen – Primärquellen schonen
- Technologien zur Marktreife bringen
- Monoverbrennung keine Mitverbrennung
- P-Aschen deponieren - Depotverordnung