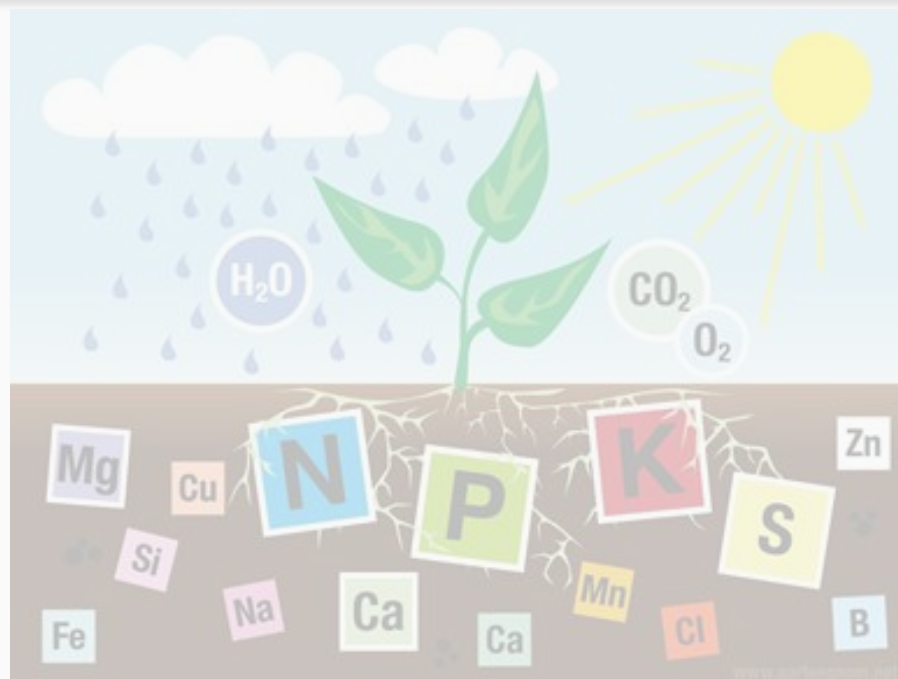




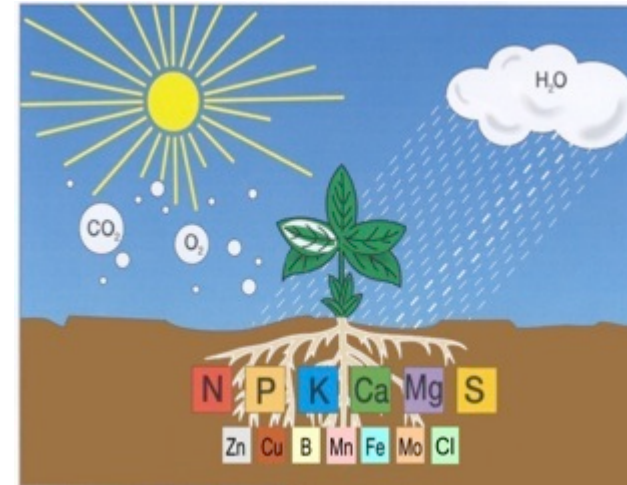
Phosphorrückgewinnung – lohnt sich das?

Dr. Daniel Frank



NÄHRSTOFFBEDARF IN DER LANDWIRTSCHAFT

- **Phosphor (P)**
 - Energieträger (ATP)
- **Stickstoff (N)**
 - Bestandteil von Proteinen
- **Kalium (K)**
 - reduziert Schädlingsanfälligkeit



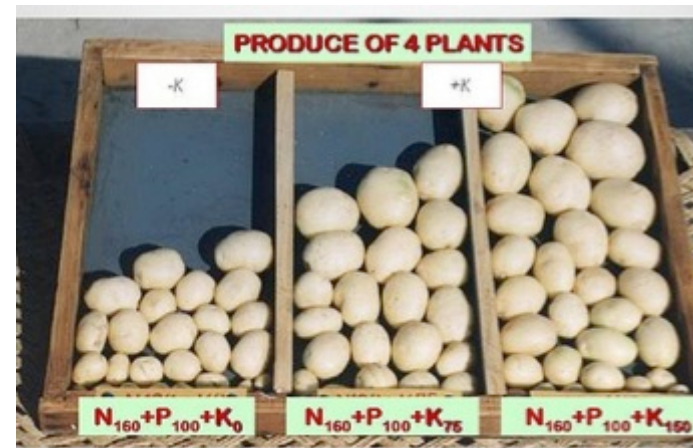
Pflanzenbedarf an Nährstoffen

0 kg/ha P

15 kg/ha P



www.stonegateagricom.com/s/CropNutrition.asp



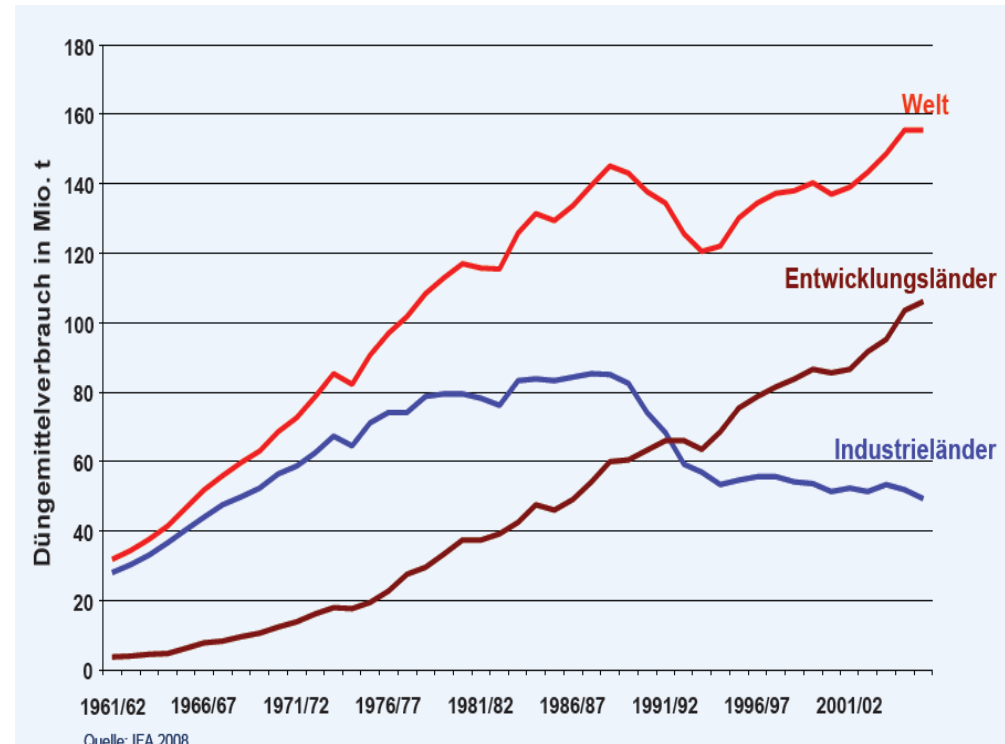
potash institute

DÜNGEMITTELVERBRAUCH

- Globaler Bedarf steigt stetig
- Probleme bei der Produktion von Düngemitteln:
 - P+K Reserven sind endlich
 - P kann nicht synthetisch erzeugt werden
 - N: Haber-Bosch-Process, energieintensiv

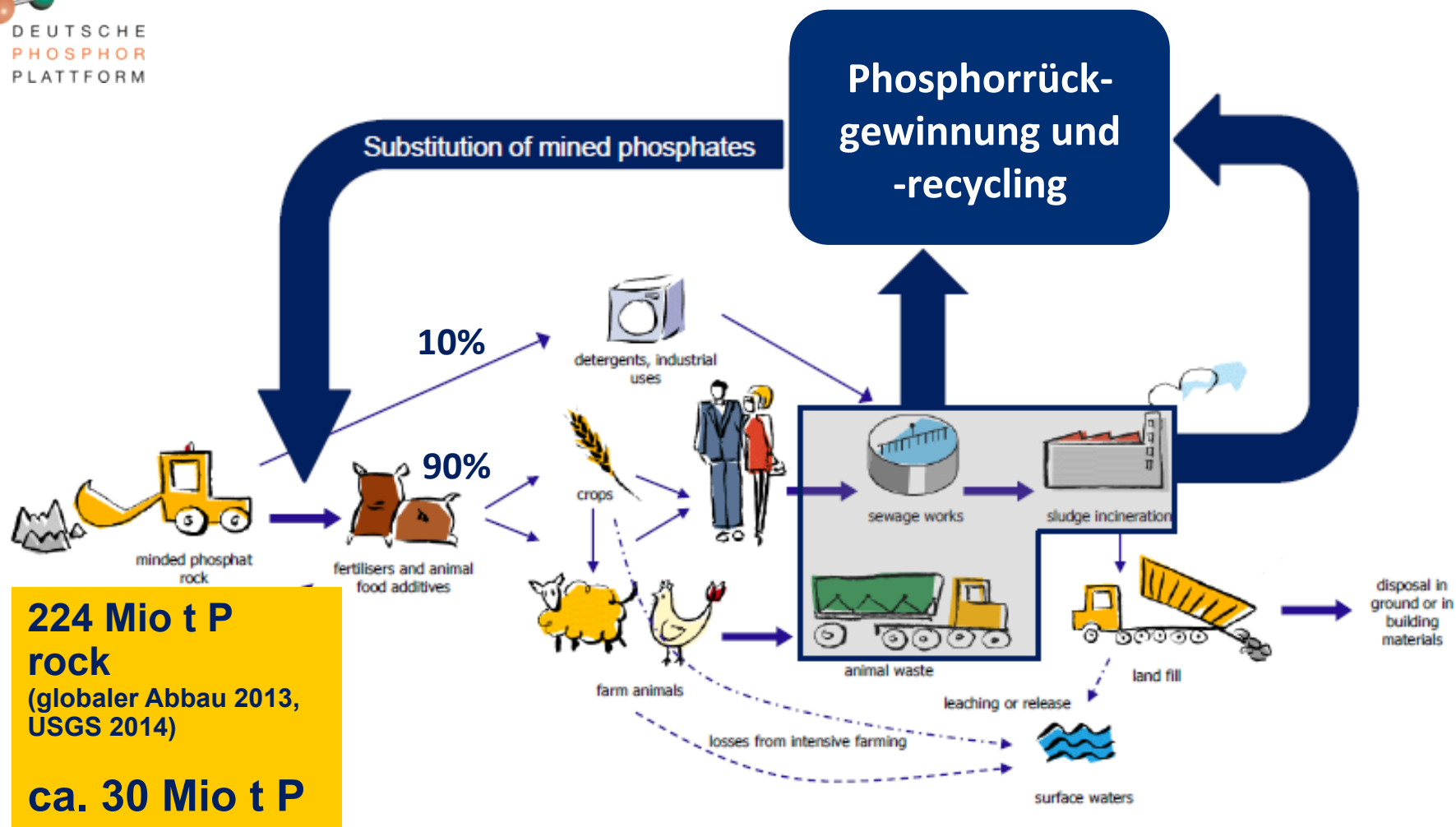


=> Recycling wird immer wichtiger!



www.energybulletin.net/33164.html

Der anthropogene P-Kreislauf



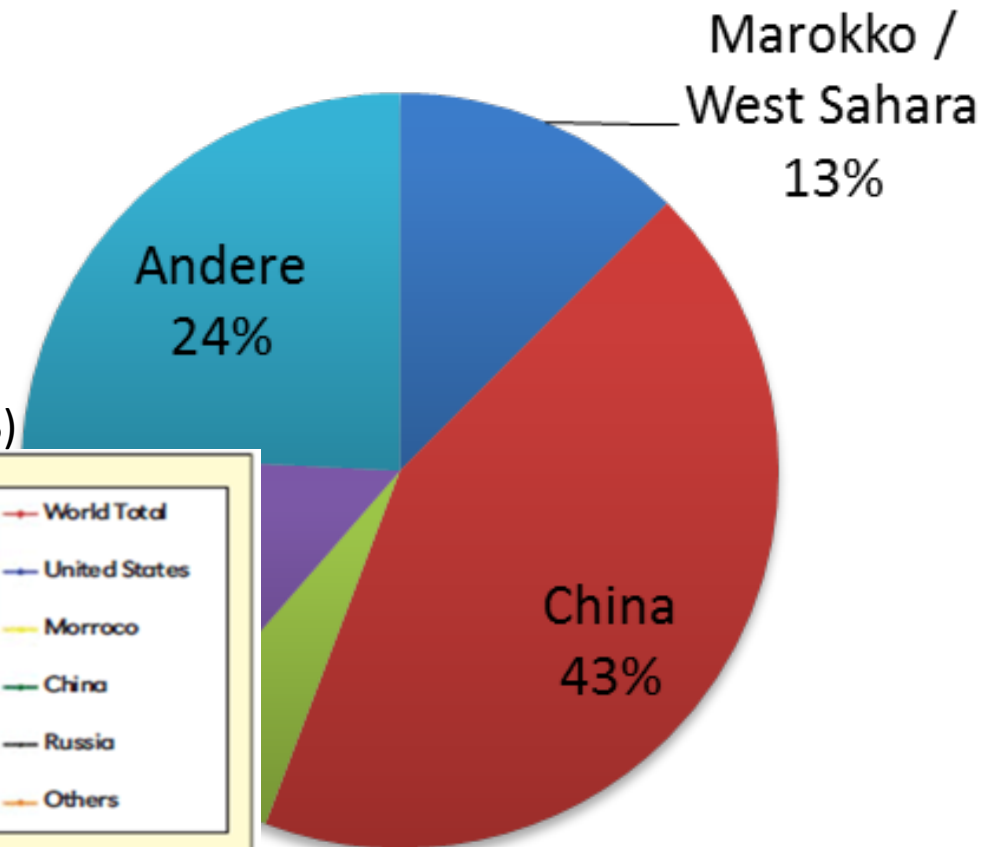
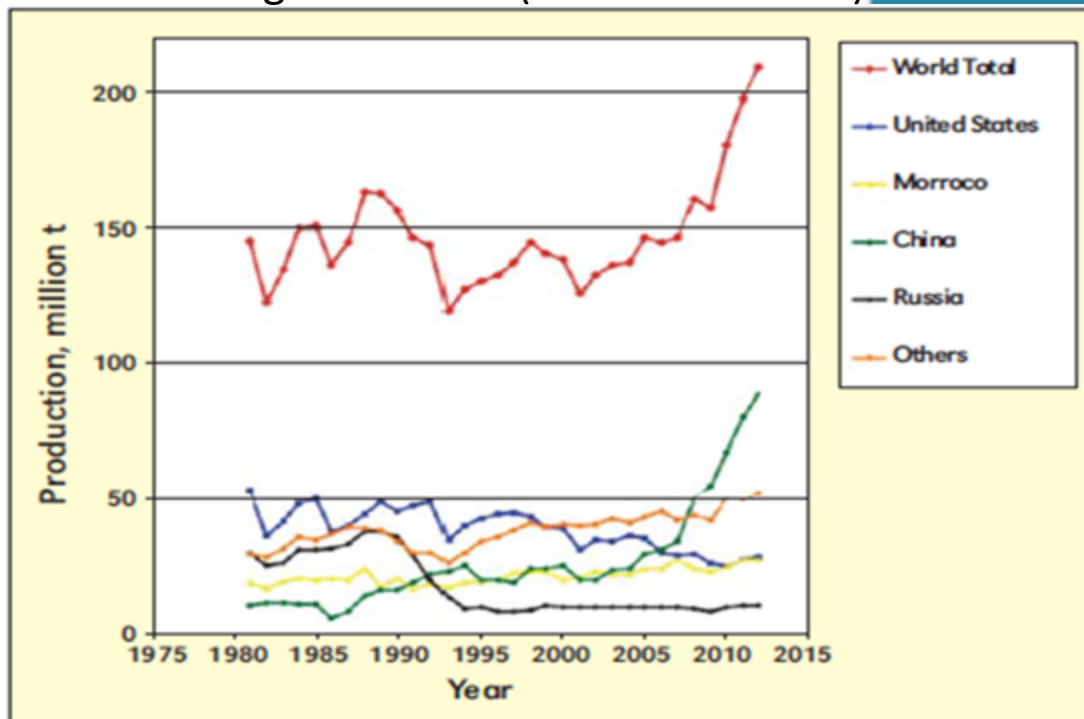
Modifiziert nach: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/phosphate-recovery/ceep11.htm>



Globale Minenproduktion 2013: 224 Mio t P-Erz

Hauptproduzent für Weltmarkt:
Marokko / West Sahara
Erhöhung der Minenproduktion
und Veredlung!
Monopolisierungsgefahr!

P rock mining 1981-2012 (USBM and USGS)

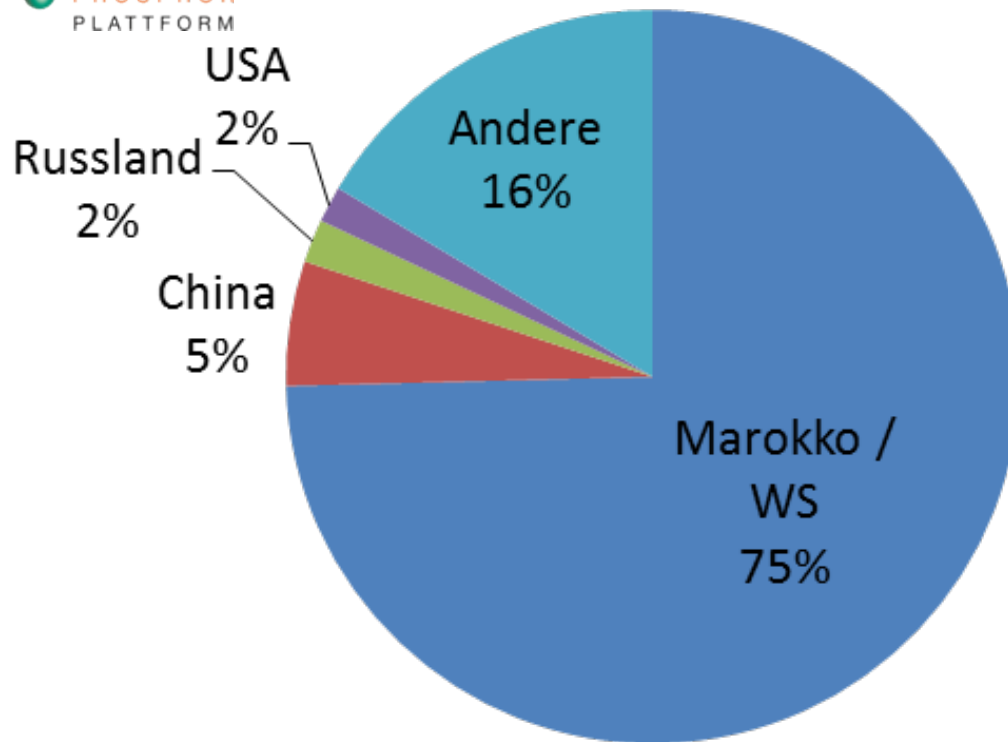


Nettoimporteure:
China, USA
57% nicht für Weltmarkt verfügbar
Deutschland muss importieren!



DEUTSCHE
PHOSPHOR
PLATTFORM

Lagerstättenverteilung 2013: 67 Mrd t P-Erz



© Kabbe 2012

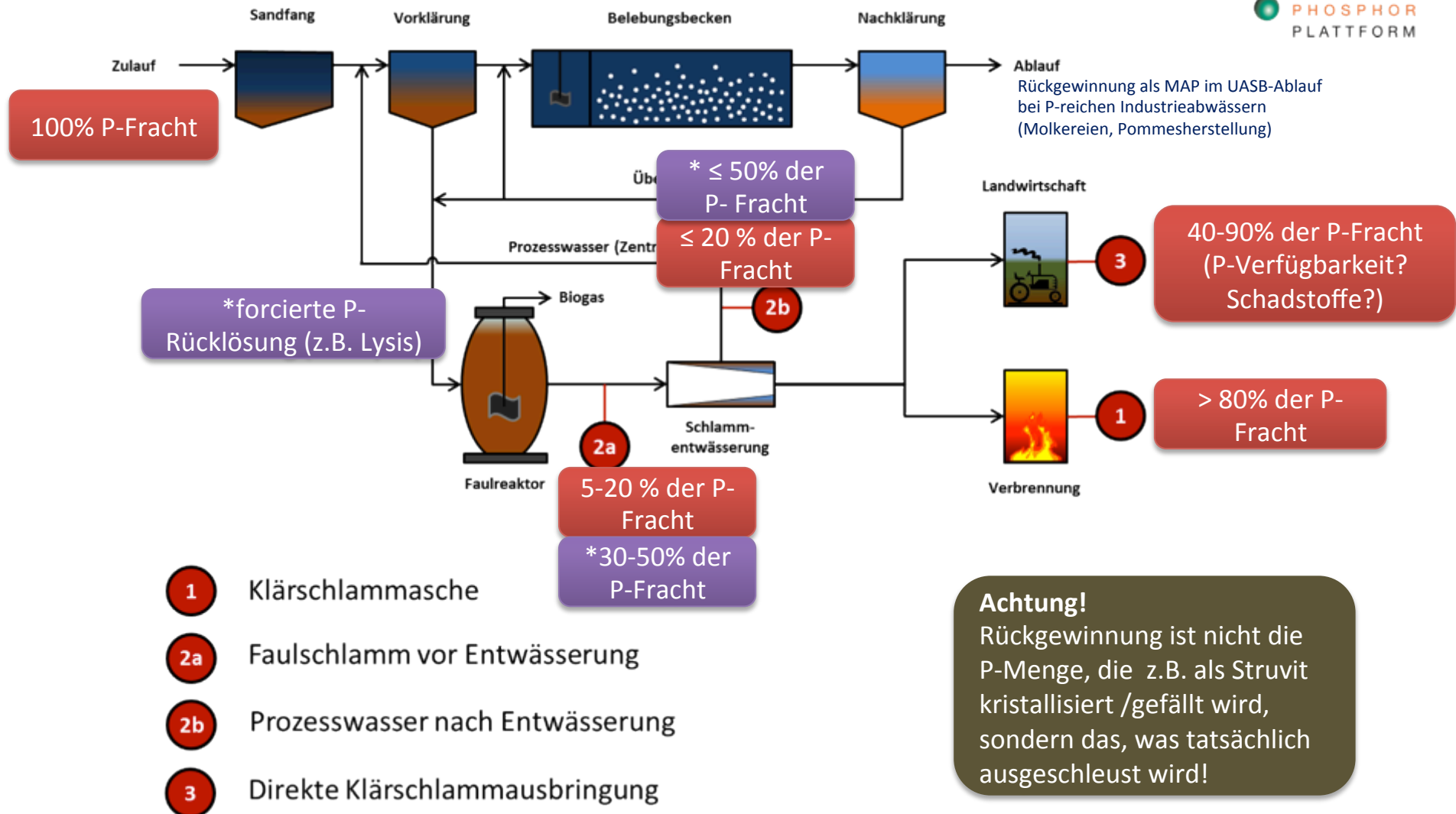
Risiken für Ernährungssicherheit:

- Bevölkerungswachstum/Energiepflanzenproduktion (Steigender Bedarf)
- Geopolitische Ressourcen-/Reservenverteilung (Versorgungssicherheit, EU28 zu 92% Importabhängig!)
- Abnehmende Qualität (sinkende P-Gehalte, schwankende Cd- u. U-Gehalte)
- Zunehmende Nährstoffdissipation und Bodendegradation

Fakt ist...

- Phosphatrohstoffe sind weltweit extrem ungleich verteilt
- Phosphatrohstoffe sind nicht knapp, aber verunreinigt und endlich
- P-Recycling ist sachlich begründet
- Entkoppelung von Schadstoff- und Nährstoffkreisläufen ist erforderlich

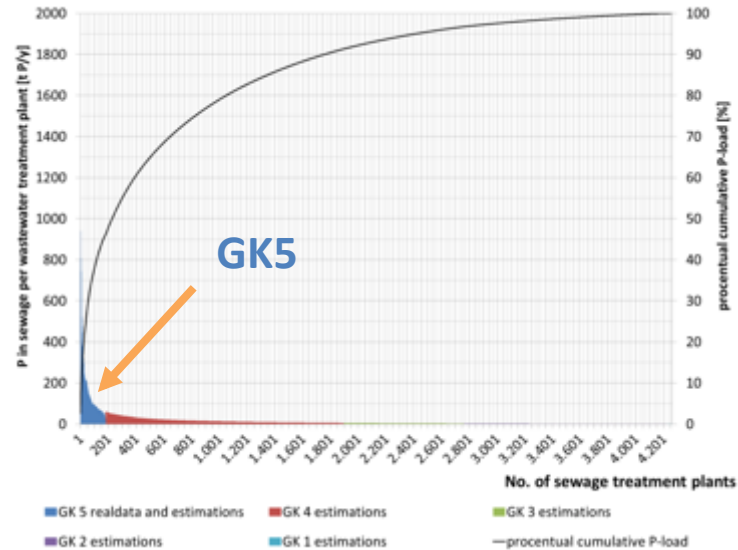
Hot spots für P-Rückgewinnung aus dem Abwasserpfad



Wo macht P_{rec} überhaupt Sinn?

Kläranlagen-Größenklasse	Anzahl	Ausbau-EW [Mio. EW]	mittlere EW-Belastung [Mio. EW]	P_{ges} -Fracht Zulauf [t/a]	P_{ges} -Fracht im Schlamm [t/a]	P_{ges} -Fracht Ablauf [t/a]
GK 1	943	461 014	430 115	322	193	129
GK 2	1597	4 333 385	3 680 303	2670	1836	834
GK 3	727	5 635 427	4 478 836	3151	2561	590
GK 4	1680	55 735 942	41 233 419	27 328	24 832	2496
GK 5	221	72 909 184	55 555 704	33 169	31 155	2014
Gesamt	5168	139 164 952	105 378 377	66 640	60 577	6063

DWA, 2014



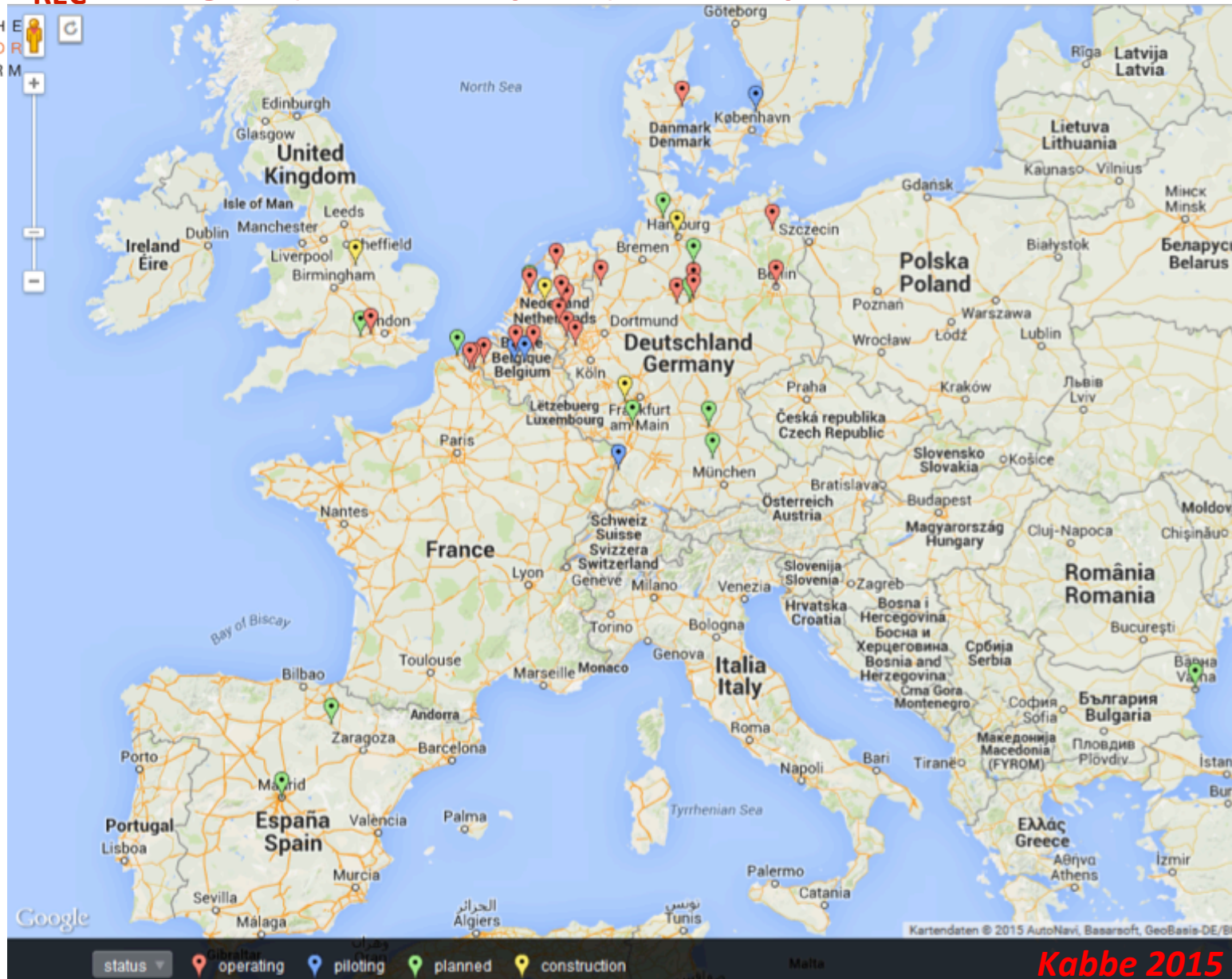
According to UBA, 2014

- Ca. 50% des im dt. Abwasser enthaltenen P in GK5 (nur ca. 200 Anlagen)
- Ca. 41%P in GK4 (über 1600 Anlagen!!!) ... Beschränken nur auf dicke Fische vertretbar
- Aufwand für die restlichen 9% P in GK3-1 nicht vertretbar!!!



DEUTSCHE
PHOSPHOR
PLATTFORM

P_{REC}-Anlagen (Abwasserpfad) in Europa (2015/16)



<https://de.batchgeo.com/map/0f9d56a3aa57a51379a3cb23af27d202>

Potential der P-Rückgewinnung

Aus Schlachtnebenprodukten und biobasierte Reststoffen

23.705 Tonnen Phosphor

Weizenstroh

8 Millionen Tonnen Weizenstroh könnten thermisch verwertet werden

→ 9.600 Tonnen Phosphor

Abwasser / Klärschlamm

~60.000 Tonnen Phosphor (Schlamm aller KA) und ca.28.000 Tonnen aus Schlamm der KA-GK 5

→ MV: 2% der KS-Menge (davon 50% in 12 Anlagen)

Aus Gülle und Gärresten

Jährliches Aufkommen in Deutschland:

Gülle: 150 Millionen Tonnen

Gärreste 63 Millionen Tonnen

→ 173.000 Tonnen Phosphor

Gesamtpotential

ca. 250.000 t Phosphor

Deutscher Gesamtbedarf in der Landwirtschaft (UBA, 2014): ca. 500.000 t Phosphor

Verfahren

Schlamm	Ohne Laugung	AirPrex [®]	NuReSys [®]	PHOSPAQ™	PhoStrip	
	Mit Laugung	Crystalactor [®]	Seaborne	Stuttgarter-Verfahren	KREPRO	Budenheim
	Thermisch	EUPHORE	LysoPhos	Mephrec [®]		
	Adsorption	FixPhos				
Zentrat	Adsorption	P-RoC				
	Kristallisation	PEARL [®]	Fraunhofer			
Asche	Unbehandelt	sePura				
	Mit Laugung	CleanMAP [®]	LeachPhos	PASCH	P-Bac	RecoPhos [®]
	Thermisch	ASH DEC				

Kontinuierliches Update durch die DPP als Folgeaktivität

modifiziert nach LFU 2015 [D.Frank]

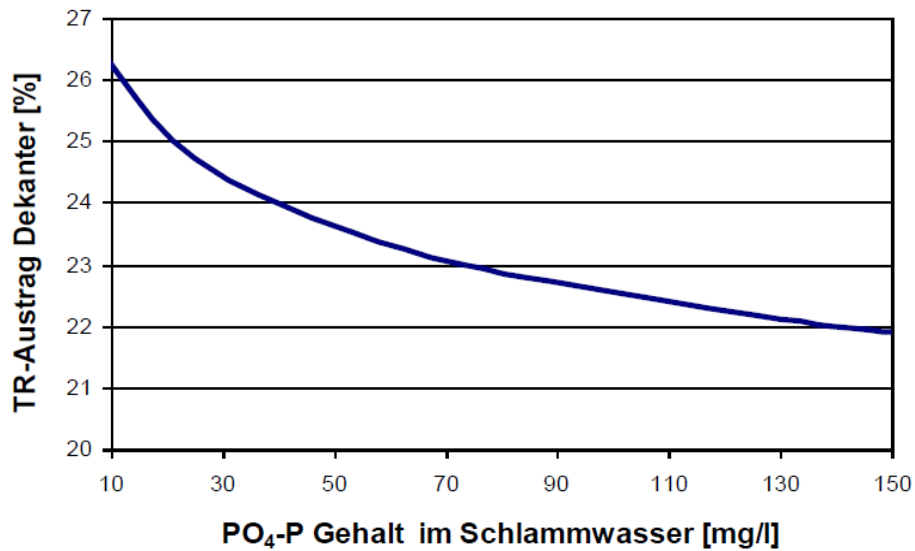
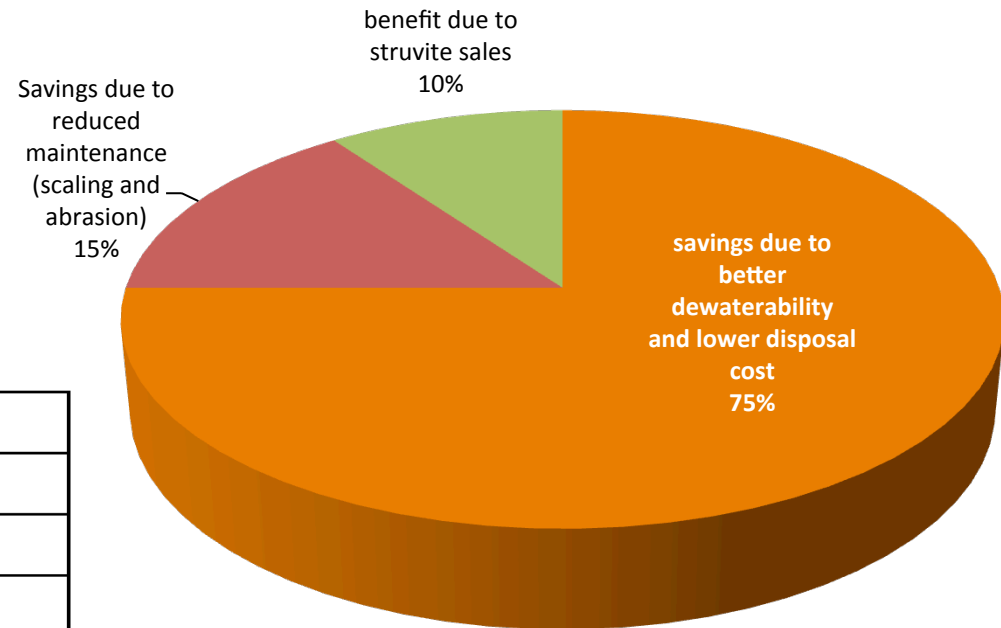
Why Struvite?

A feasibility example.

The practical example of WWTP Neuwerk (Niersverband)

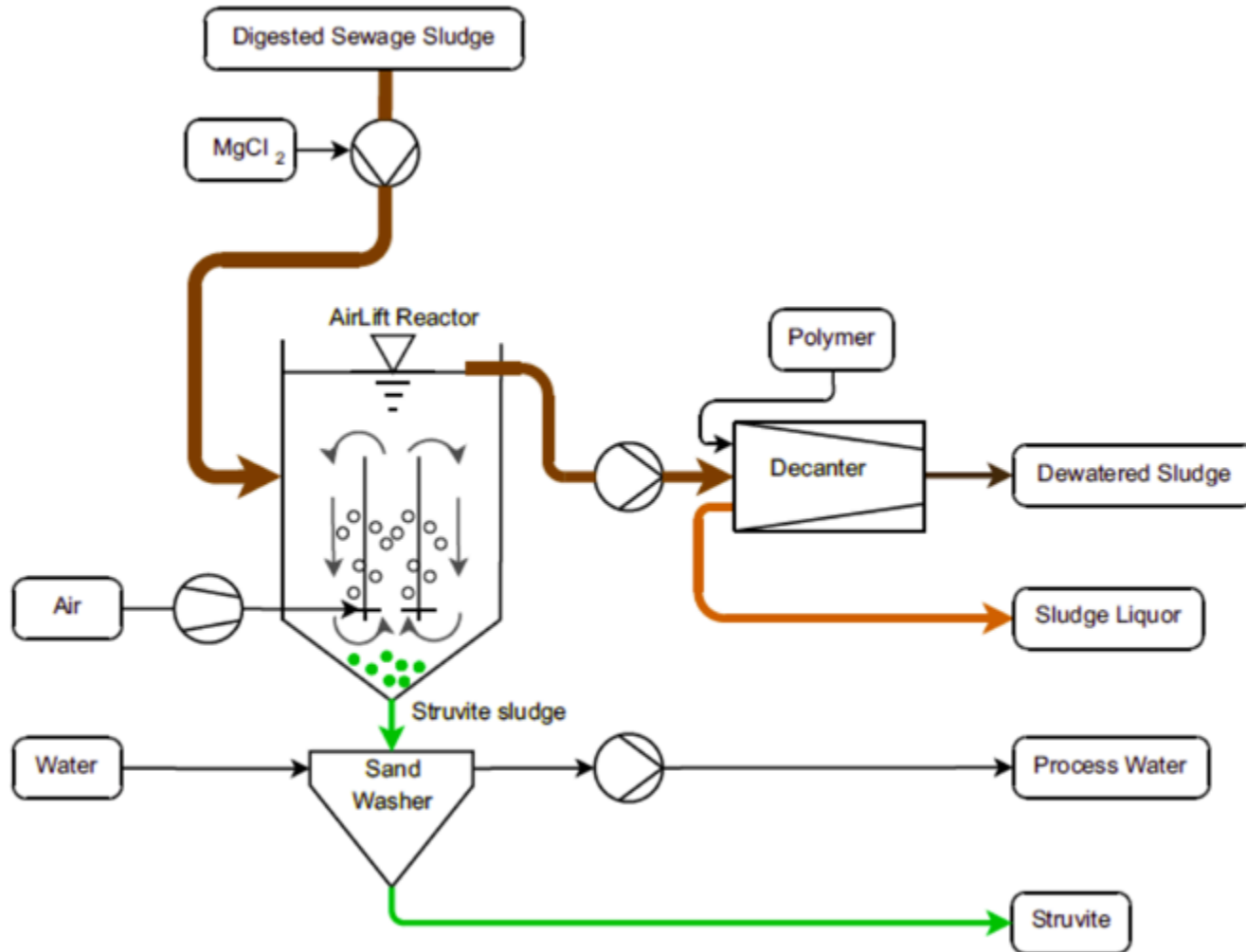


Total savings: 474,000 €/a



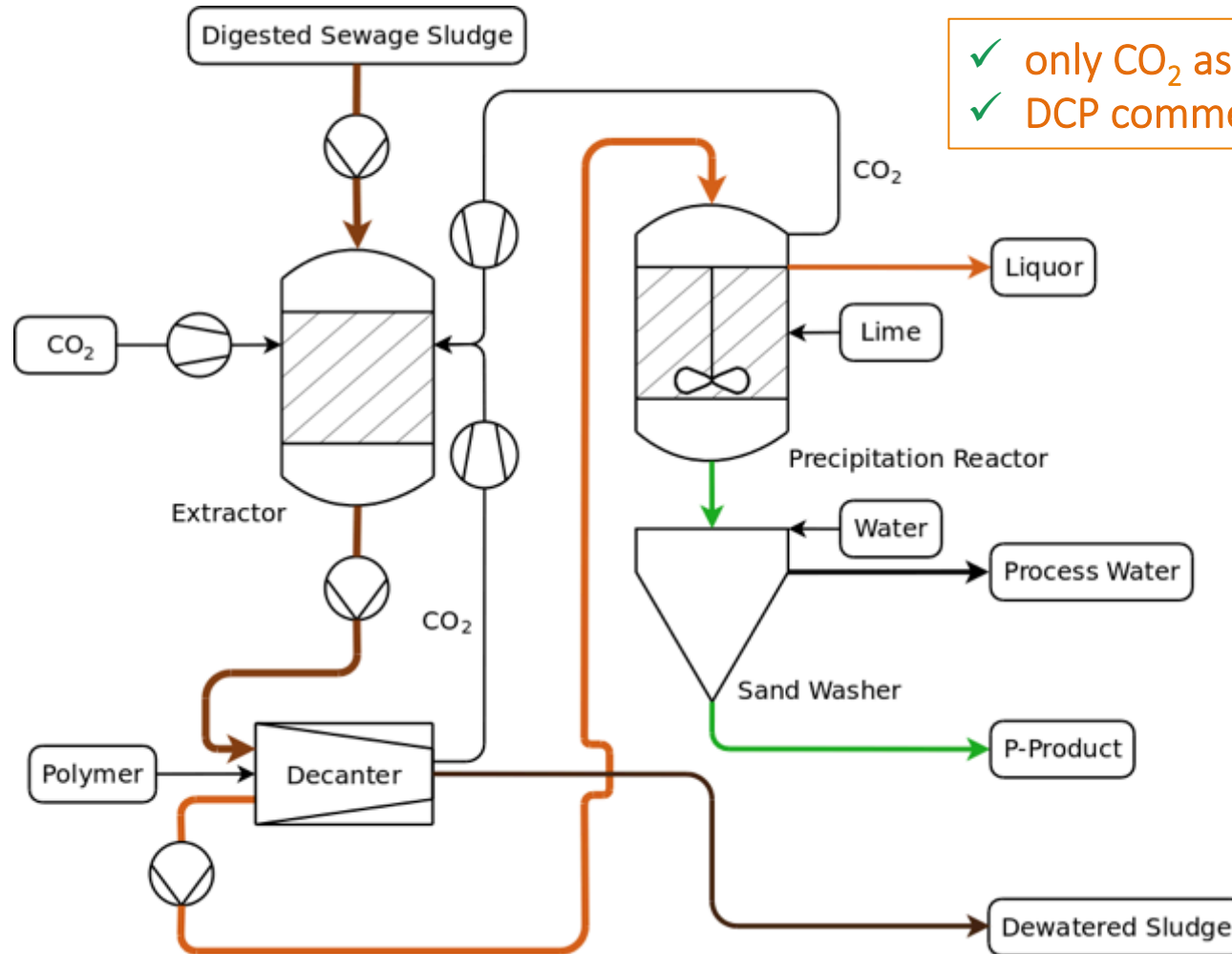
Sources: Niersverband and P.C.S.

Beneficial Struvite Recovery



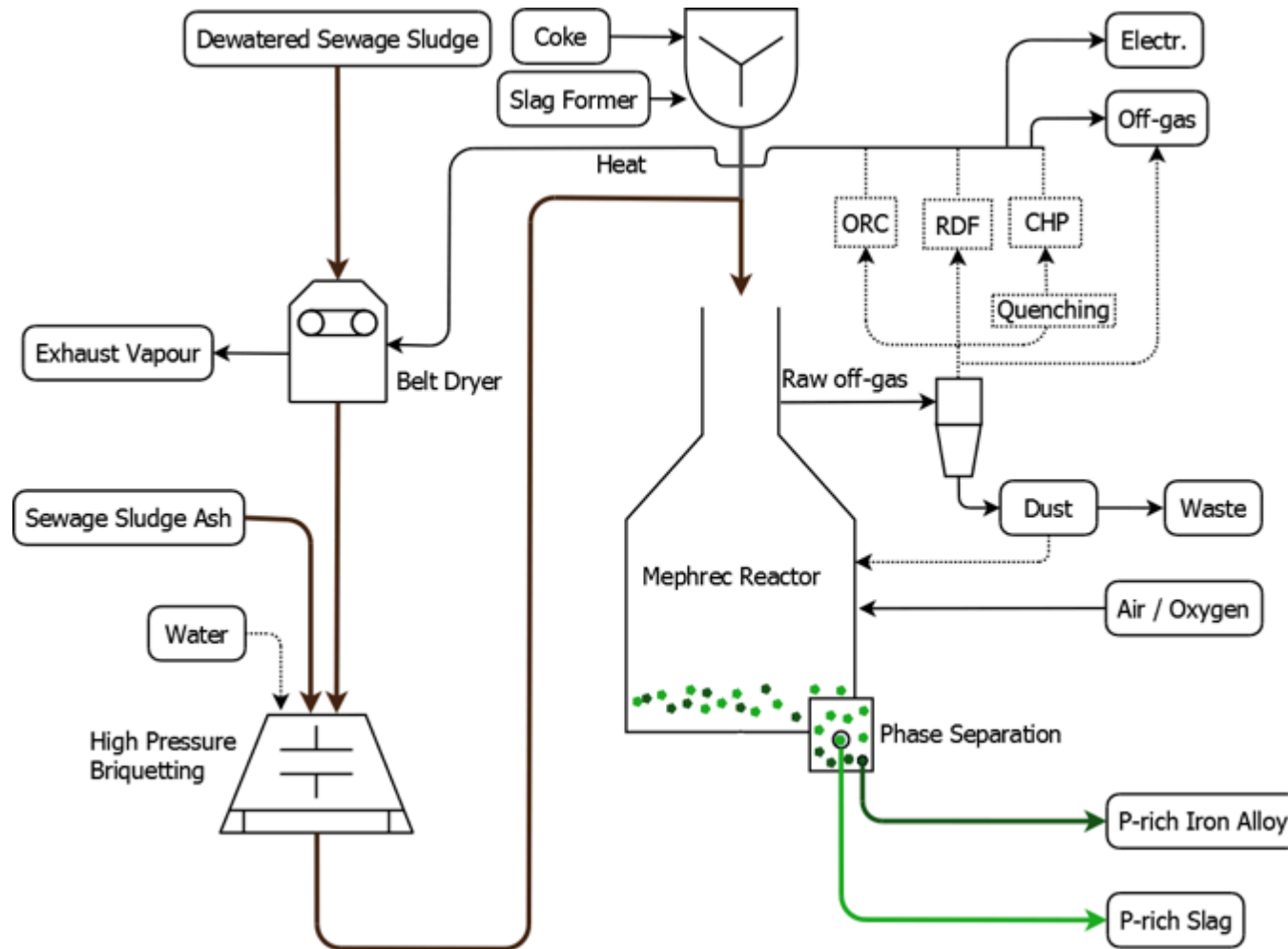
© Kabbe, AirPrex unit in Amsterdam

Source: P-REX factsheet 2015

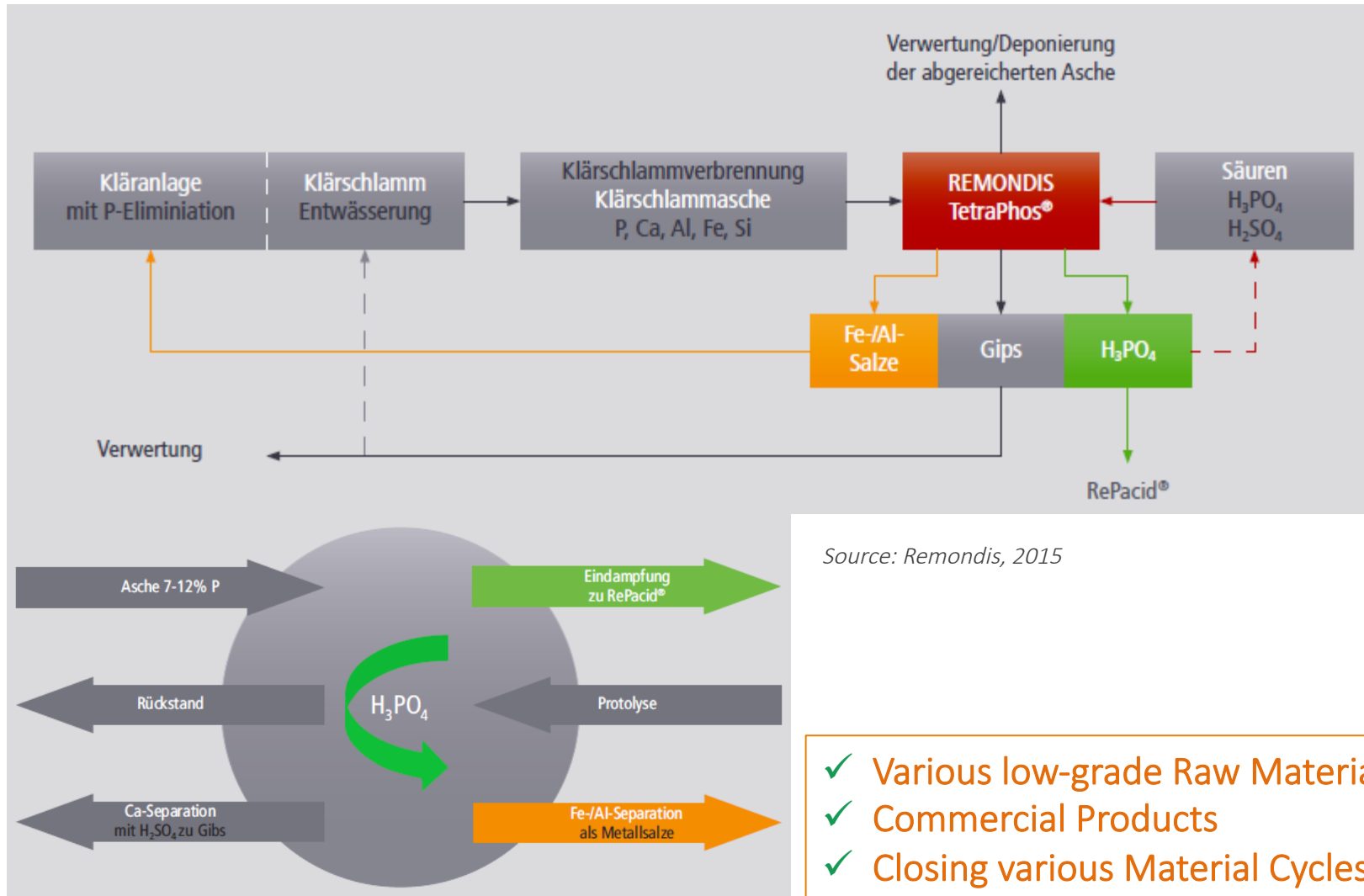


Source: P-REX 2015

MEPHREC (Sludge/Ash)



Source: P-REX factsheet 2015



- ✓ Various low-grade Raw Materials
- ✓ Commercial Products
- ✓ Closing various Material Cycles

...und die Zukunft?



- Ressource Klärschlamm
 - Entsorgungssicherung steht derzeit im Vordergrund
 - Mono-Verbrennung oder Co-Verbrennung, was ist der Königsweg?
- Maßnahmen zu Ende denken
 - Recycling zu Dünger und Säure, wohin damit?
 - Recyclingreste, wohin damit?
 - Energieeffizienz vs. Rückgewinnungsrate
- Vollständige stoffliche und energetische Verwertung anstreben
- Perspektiven für P-Management
 - P aus Klärschlamm: Mono- und Co-Verbrennung, landwirtschaftliche Nutzung
 - P aus Gülle und aus Gärresten: wohin mit dem N?
 - P aus Schlachtabfällen: mit Recyclingsäure zu TSP?

■ Potential tierischer Gülle als Phosphor Ressource

- Tierproduktion in der EU: 153,2 Millionen Schweine
88,5 Millionen Rinder
1.285 Millionen Hühner
...

■ Güllemanagement

- Lagerung, Transport und Ausbringen auf landwirtschaftlichen Flächen

Ausbringung landwirtschaftlicher Reststoffe

+

Nährstoffquelle (z.B. P, N)
und organisches Material

- Reduzierung mineralischer Düngemittel
- Nachhaltige Phosphornutzung



-

Nährstoffverhältnisse sind nicht ausgewogen
für optimales Pflanzenwachstum

- Phosphorübersättigung
- Eutrophierung von Grund- und
Oberflächenwasser



Mitglieder





Deutsche Phosphor-Plattform DPP e.V.



+49 (0) 171 2269 953



info@deutsche-phosphor-plattform.de



<http://www.deutsche-phosphor-plattform.de>