

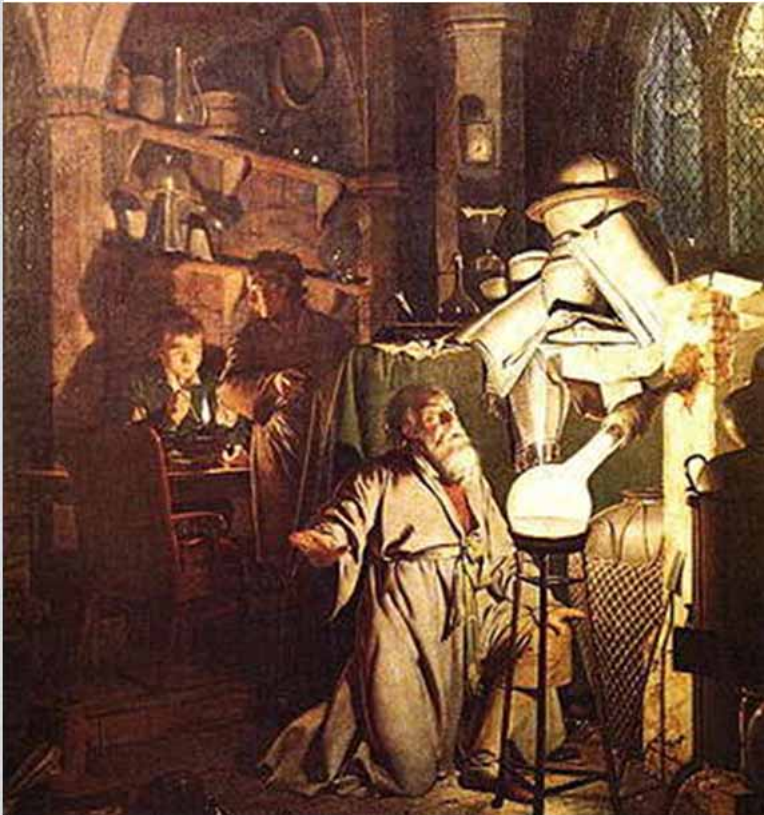
Chancen und Perspektiven des Phosphorrecyclings aus Abwasserteilströmen – die internationale Perspektive

31. Berliner Wasserwerkstatt

Kolloquium des Kompetenzzentrums Wasser Berlin
am 23. August 2012

Dr. Christian Kabbe

Phosphorrecycling aus dem Abwasserstrom



*Joseph Wright of Derby: Hennig Brand entdeckt
1669 den Phosphor (Lichtträger)*

Bedeutung

Abwasser/Klärschlamm als (P-)Reserve

Internationale Aktivitäten und P-REX

Ausblick

P-Kreislauf in Berlin?

Bedeutung des Phosphors für das Leben

*„We may be able to substitute
nuclear power for coal,
and plastics for wood,
and yeast for meat,
and friendliness for isolation*

– but for phosphorus there is neither substitute nor replacement“.

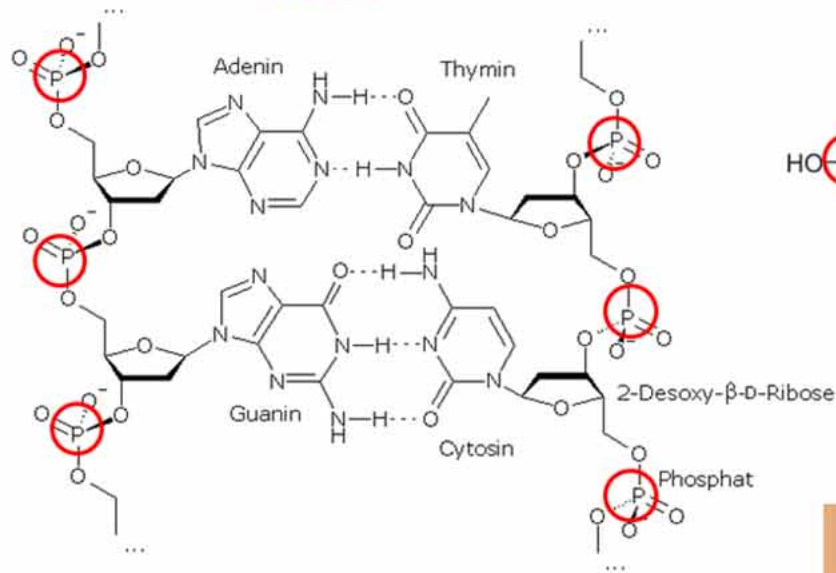
- Isaac Asimov (1920 bis 1992) -

P ist essentiell und durch nichts zu ersetzen!

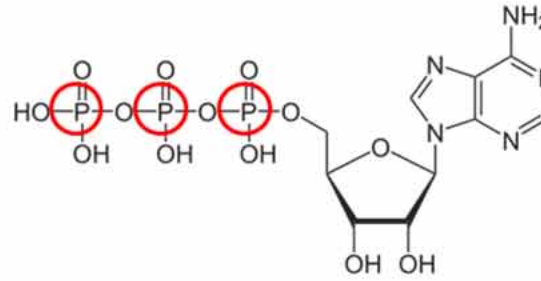
Begrenzte Verfügbarkeit → strategische Ressource

Bedeutung des Phosphors für das Leben

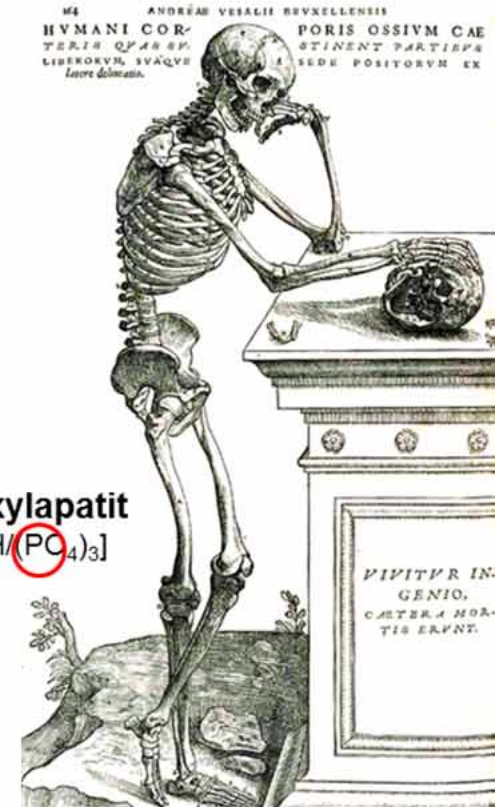
DNA



ATP

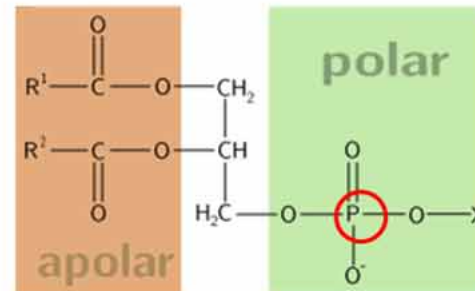


Knochen



Hydroxylapatit
 $\text{Ca}_5[\text{OH}(\text{PO}_4)_3]$

Zellmembranen



Phospholipide

P-Aufnahme: 1,5 g/d empfohlen (Mensch ca. 700g P)

Getreide: ca. 3 g/kg

Fleisch: ca. 3 g/kg (aber bis zu 10-facher Ressourcenverbrauch)

Coca Cola: 170 mg/L

Die Ressource Phosphor

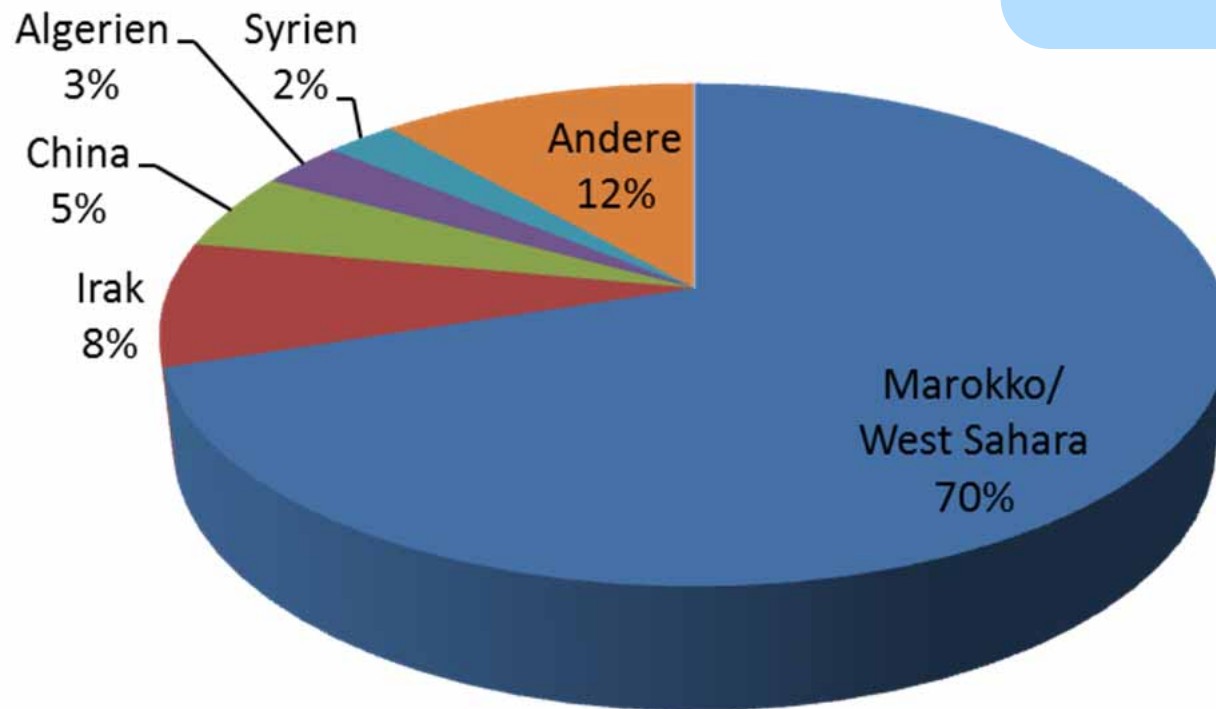
Massenanteil in Erdkruste: ~ 0,1% P

Reichweitediskussion?

P-Erz Reserven 2011: 71 Mrd t

Jahresfördermenge 2011: ca. 0.2 Mrd t

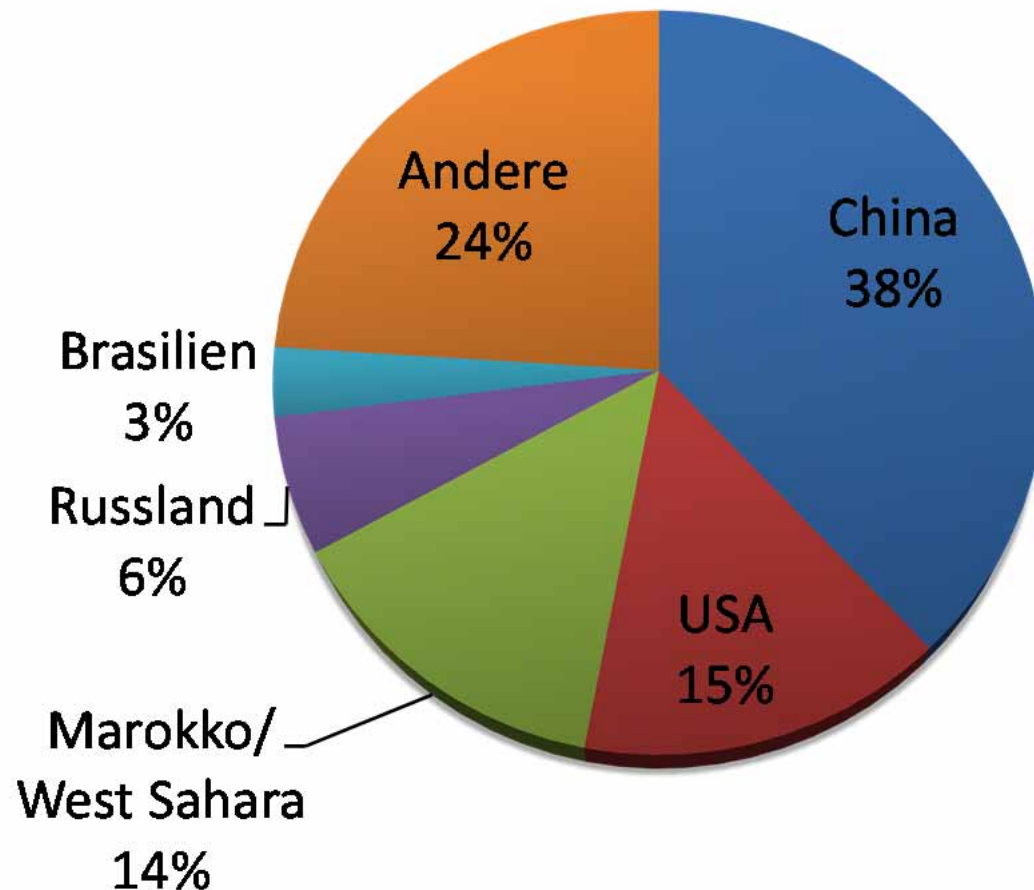
Statisch: > 350 Jahre



Globale Lagerstättenverteilung 2011 (USGS 2012)

Die Ressource Phosphor

P-Erzabbau – Globale Verteilung der Minenproduktion 2011 (USGS 2012)



Nettoimporteure:

China, USA

53% nicht für Weltmarkt verfügbar



Hauptproduzent für Weltmarkt:

Marokko / West Sahara

Erhöhung der Minenproduktion!

Monopolisierung???

Deutschland:

2010/2011: 123.000 t P_{mineral}

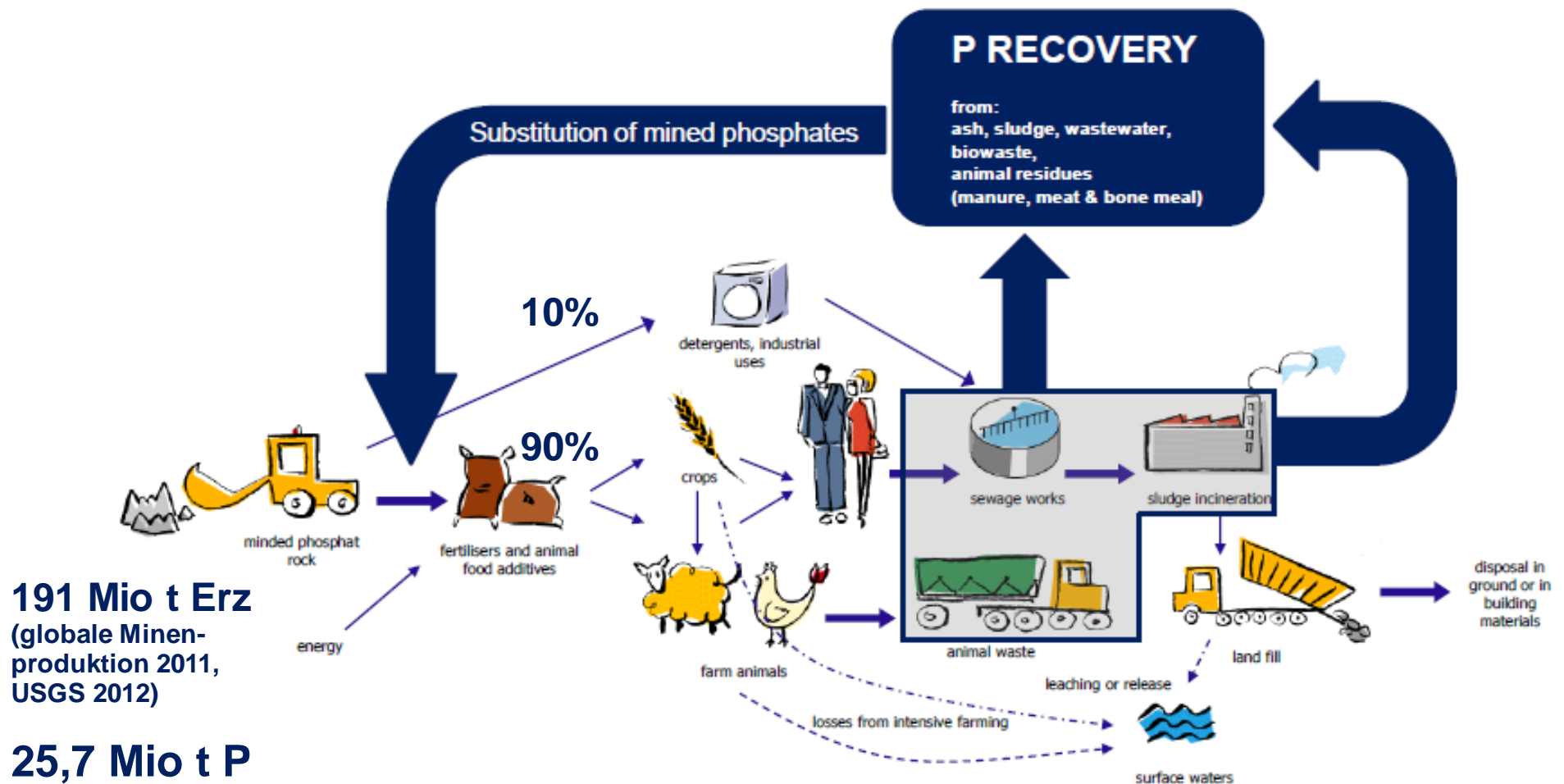
Importabhängigkeit!

Warum P-Recycling?

- Umweltzerstörung bei P-Abbau und Aufbereitung (Tagebau, radioaktive Gipshalden)
- Abnehmende Rohphosphatqualität (steigende Schadstoffkonzentrationen (Cd, U))
- Zunehmende Sensibilität der Verbraucher gegenüber Schadstoffen im traditionellen Kreislauf und bislang ungenutzte Potentiale
- Geopolitische Unsicherheiten (Abhängigkeit, drohende Verteilungskämpfe, Monopolisierung)
- Steigender Bedarf (Weltbevölkerung, Energiepflanzen, Fleischkonsum)
- P verschwindet nicht nach Gebrauch, sondern kann recycelt werden! (vor Verdünnung in Umwelt)



Die Ressource Phosphor – der moderne Kreislauf



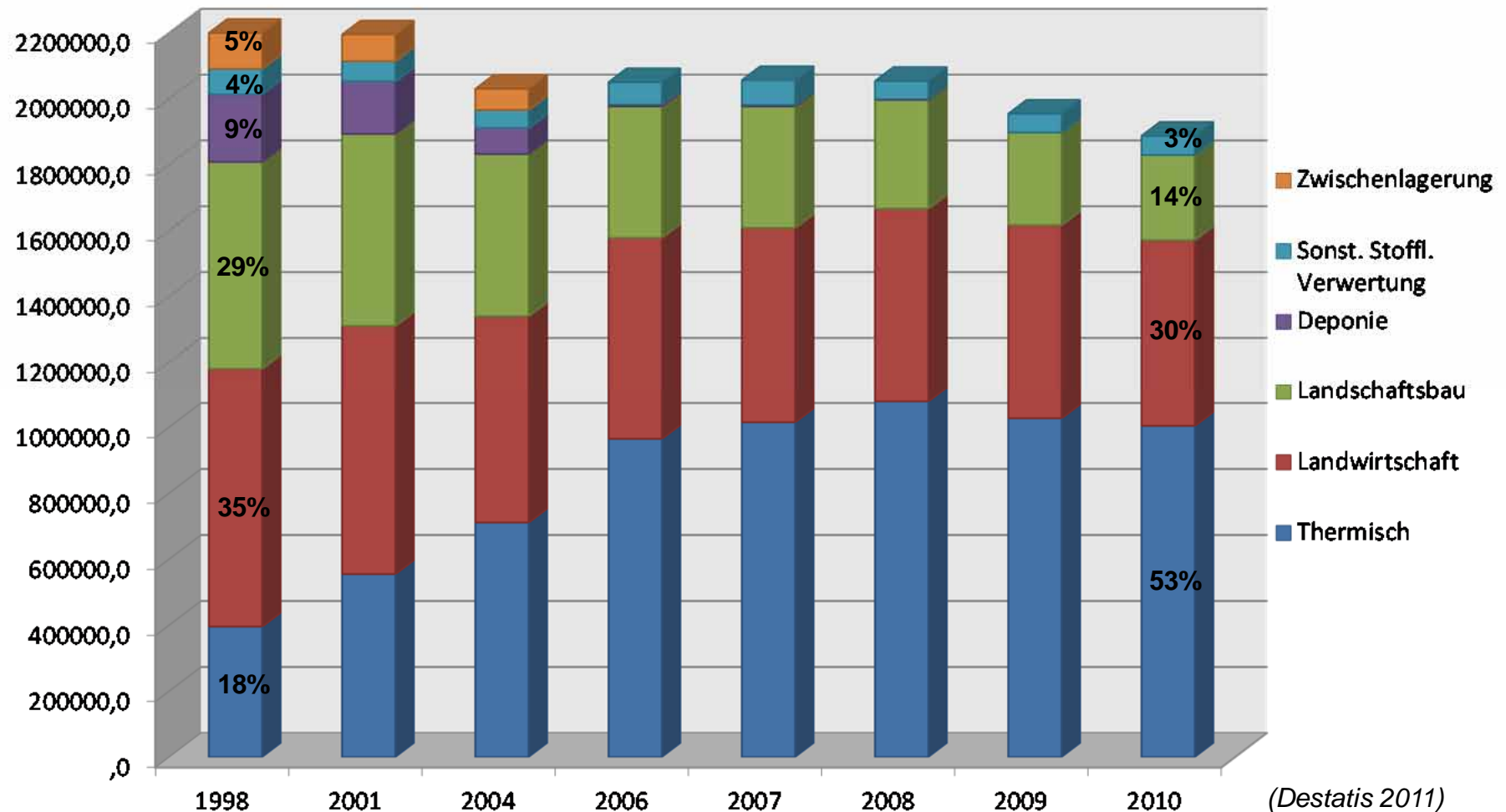
Modifiziert nach: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/phosphate-recovery/ceep11.htm>

Sekundäre Phosphorreserven in Deutschland

Stoffstrom	Menge des Stoffstroms	P-Reserve	Bezug auf P-Importmenge ~ 120.000 Mg
Abwasser (kommunal)	~ 9,4 Mrd. m ³ /a	~ 75.000 t P/a	~ 63 %
davon im Klärschlamm (TS)	~ 2 Mio t/a	~ 67.500 t P/a	~ 57 %
Fleischknochenmehl	~ 180.000 t/a	~ 10.800 t P/a	~ 9 %
Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche, Gärreste, Festmist)	Flüssig: ~ 190 Mio m ³ /a	~ 444.000 t P/a	Vollständig aber nicht bedarfs- gerecht verteilt!
	Fest: k.A.		

(Verschiedene Quellen inkl. DESTATIS)

Klärschlamm: Verwertung und Entsorgung in Deutschland

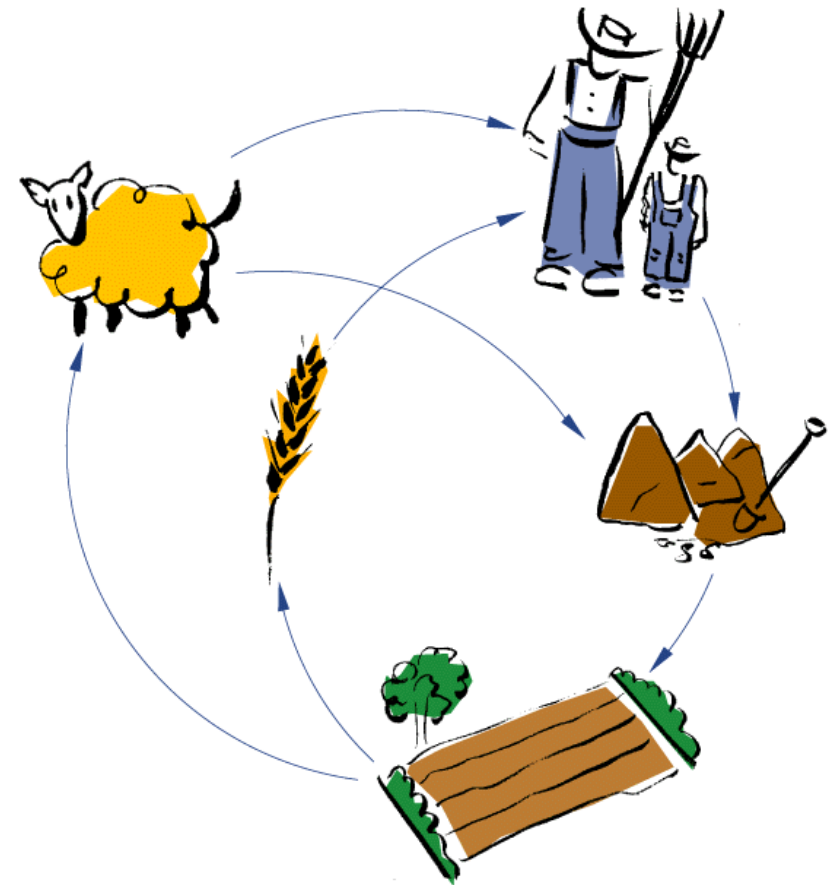


- Verbrennung** hat die Verluste bei landwirtschaftlichen , landschaftsbaulichen und (ab)gelagerten Mengen kompensiert. Anteil **von 18% auf 53% gestiegen!**
- „**Stoffliche**“ **Verwertung** in LW und LB von 64% auf 44% **gesunken.**

Traditionelles P-Recycling aus dem Abwasserstrom

- weltweit bewusst bzw. unbewusst umgesetzt (direktes, lokales „Recycling in der Landwirtschaft“)
- Problematik: - Schadstoffe, sinkende Akzeptanz in Industriestaaten

**Aus Abwasserstrom global:
Ende 20 Jh. nur noch ca. 30% recycelt!**
(Liu et al. 2008)



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

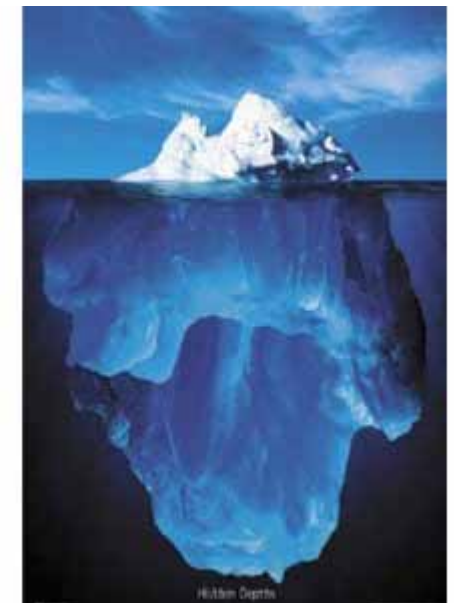
Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft

Parameters in mg(TE)/kg TS	EU 1986	Germany		US CFR 40 § 503/13	Japan
		1992	2011*		
Heavy Metals					
As - Arsenic	--	--	--	41	50
Cd - Cadmium	20 - 40	5/10	2.5/3	39	5
Cu - Copper	1000 - 1750	800	700	1500	--
Hg - Mercury	16 - 25	8	1.6	17	2
Ni - Nickel	300 - 400	200	60	420	300
Pb - Lead	750 - 1200	900	120	300	100
Se - Selenium	--	--	--	100	--
Zn - Zinc	2500 - 4000	2000/2500	1500	2800	--
Cr - Chromium (III)	--	900	100	--	500
Cr - Chromium (IV)	--				
Organic Compounds					
PCB		0.2	0.1		
Dioxines/Furanes		0.1	0.03		
AOX		500	400		
Beno[a]pyrene		--	1		
PFC (PFOA + PFOS)		--	0.1		

* Entwurf der Novelle der AbfKlärV, Stand 2011

**Was der Bauer
nicht kennt,
dass isst er nicht???**
(Deutsches Sprichwort)

**Was der Analytiker
nicht kennt,
dass misst er nicht!!!**



Was ist mit dem Rest des Eisbergs?

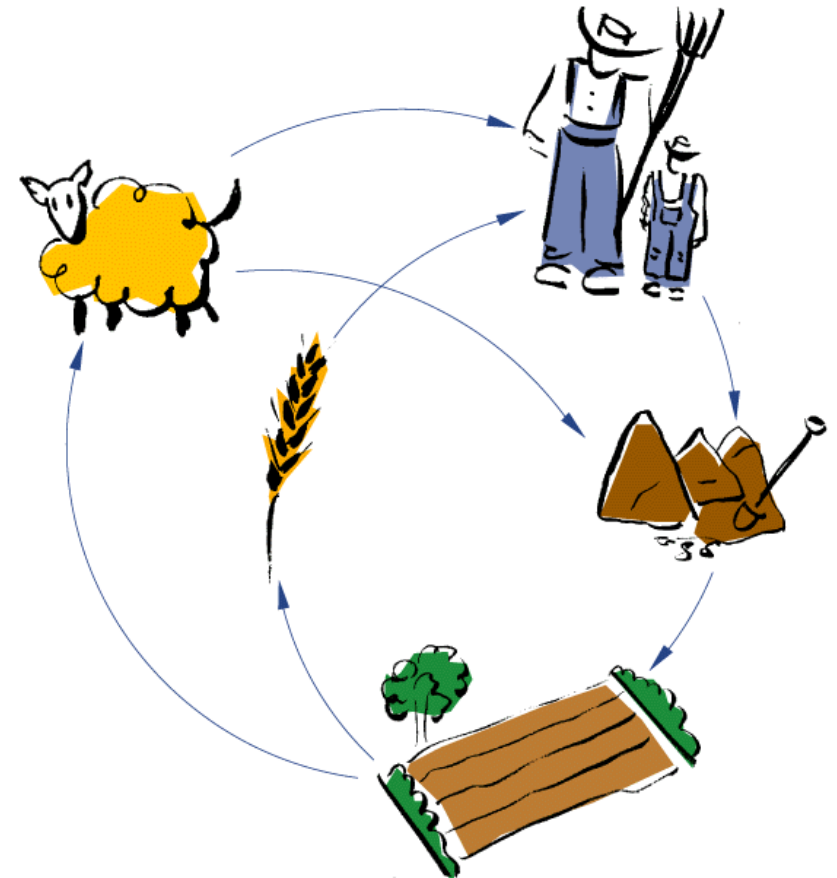
Substananalytik bietet keine Unschädlichkeitsaussage!

Alternative:

Nur **biologische Wirktests** sinnvoll, um seriöse Aussage
Über (Un-)Schädlichkeit heterogener Substanzgemische
Wie Klärschlamm zu liefern.

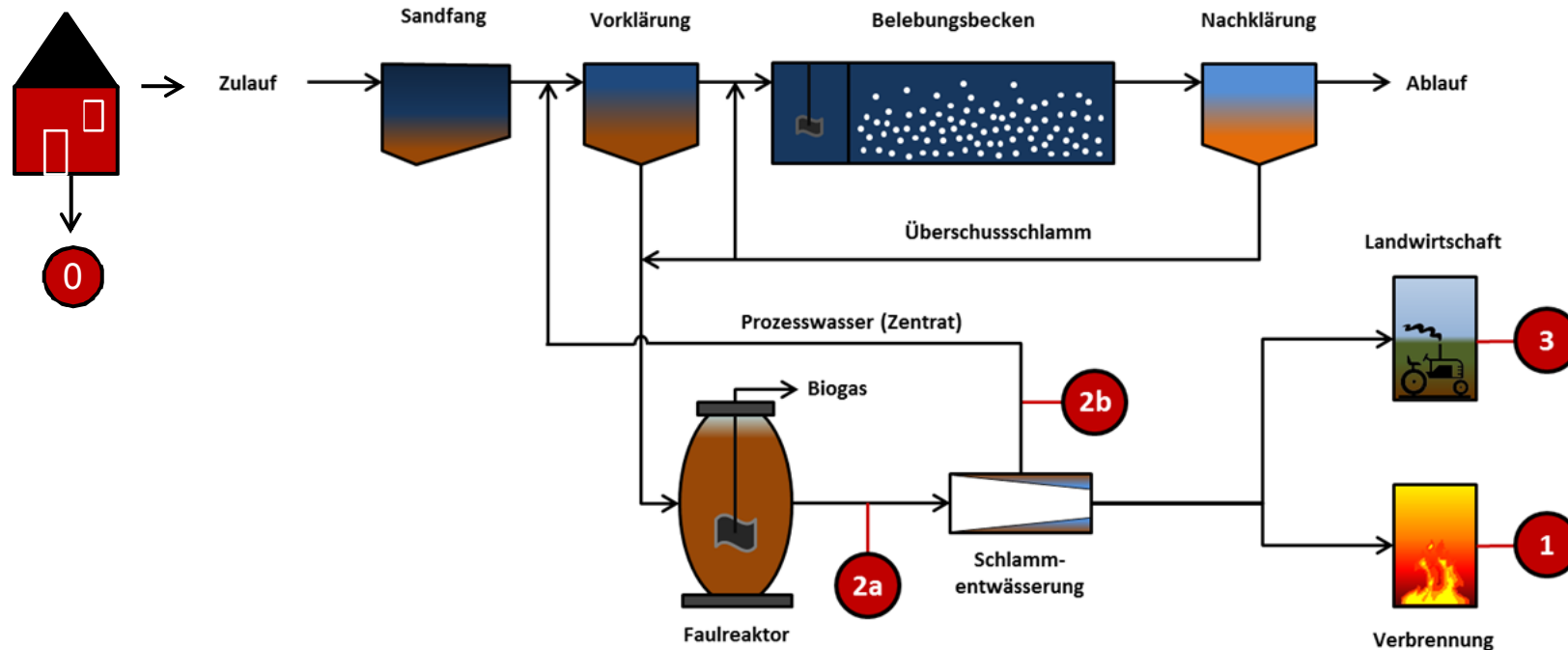
Lösungsansätze um landwirtschaftliche Verwertung sicherer zu gestalten

- Wirksames, harmonisiertes und wirkungsbasiertes Monitoring
- Qualitätssiegel ohne Schlupflöcher (keine Lockerungen in Überwachung)
- Vermeidung von Schadstoffeinträgen
- Substitution von gefährlichen Stoffen
- Strikte Indirekteinleiterüberwachung
- **Regionales** Kreislaufmanagement



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

P-Recycling aus dem Abwasserstrom - Ansatzpunkte



- 0 Trennsysteme (NASS)
- 1 Klärschlammmasche > 80% (Prozente beziehen sich auf P im Kläranlagenzulauf)
- 2a Faulschlamm vor Entwässerung 10-50%
- 2b Prozesswasser nach Entwässerung 20-50%
- 3 Direkte Klärschlammausbringung 40-80% je Fe-Gehalt (Pflanzenverfügbarkeit)

(Modifiziert nach Montag)

Internationale Aktivitäten

Globale Netzwerke:



Nordamerika/ Japan:

- Verschiedene Anlagen in Betrieb, Nischenmarkt
- Nationale Plattform: Phosphorus Recycling Promotion Council of Japan

Europa:



- **EU-Kommission:** „Green Paper“ zur Nachhaltigen Phosphornutzung
- Forschungs- und Entwicklungsförderung (**P-REX**)
- Online Resource Efficiency Platform (OREP)
http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/



- **Schweiz:** wohl erstes Land mit konkreten rechtlichen Vorgaben zum P-Recycling (mind. 50%)
- **Schweden:** „Waste Plan“ (2005) -> 60% P-Recycling aus Abwasser in Landwirtschaft bis 2015



- **Niederlande:** Thermphos = größter technischer P-Recycler
mehrere neue MAP-Anlagen in Vorbereitung
- **Dutch Nutrient Platform** und **Phosphate Value Chain Agreement**

Nationale Aktivitäten

- **Deutschland:** BMBF/BMU Förderinitiative,
- großtechnische Umsetzungen
- Bund-Länder AG -> Strategie zur nachhaltigen Phosphornutzung ->
- Novellierung der AbfKlärV: P-Verdünnungsverbot! (Untersagung der Klärschlammmitverbrennung ab 2% P_2O_5 ab 2020?)



- **Berlin:** MAP-Verfahren im Klärwerk Wassmannsdorf (Faulschlamm)
- Planung SUSAN (Outotec/RETERRA) in Königswusterhausen
- Berücksichtigung in Abfallwirtschaftskonzept und -plan



(BWB)

MAP-Reaktor im KW Wassmannsdorf



(BWB)

P-REX

>> From Prototype To Market <<



Koordination:	Christian Kabbe (KWB)
Konsortium:	15 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft (inkl. 9 KMU) aus 7 Ländern (A, CH, CZ, D, F, FI, E)
Berater:	5 angesehene Experten aus den europäischen Vorreiter- staaten (B/F, CH, NL, S, D) und relevanten Sektoren wie (Industrie, Wissenschaft und Politik)
Laufzeit:	36 Monate (2012-2015)
Volumen:	4,3 Mio € (EU 2,9 Mio €)

P-REX

Projektziele

- Prozesse:**
- Demonstration und Validierung der Leistungsfähigkeit großtechnischer Anlagen zum P-Recycling aus Klärschlamm
 - Identifizierung technischer Bedingungen bei der Schlammbehandlung, die P-Recycling begünstigen.
- Konzepte:**
- Erarbeitung von Strategien zur P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom unter Berücksichtigung regionaler Gegebenheiten und der landwirtschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Leistungsfähigkeit der technischen Optionen -> Fallstudien -> Empfehlungen.
- Markt:**
- Quantifizierung des Marktpotentials für Recyclingprodukte
 - Identifizierung technischer, ökonomischer und institutioneller Marktbarrieren
 - Empfehlungen zu deren Überwindung



Flächendeckende Implementierung des P-Recyclings in Europa!

P-REX

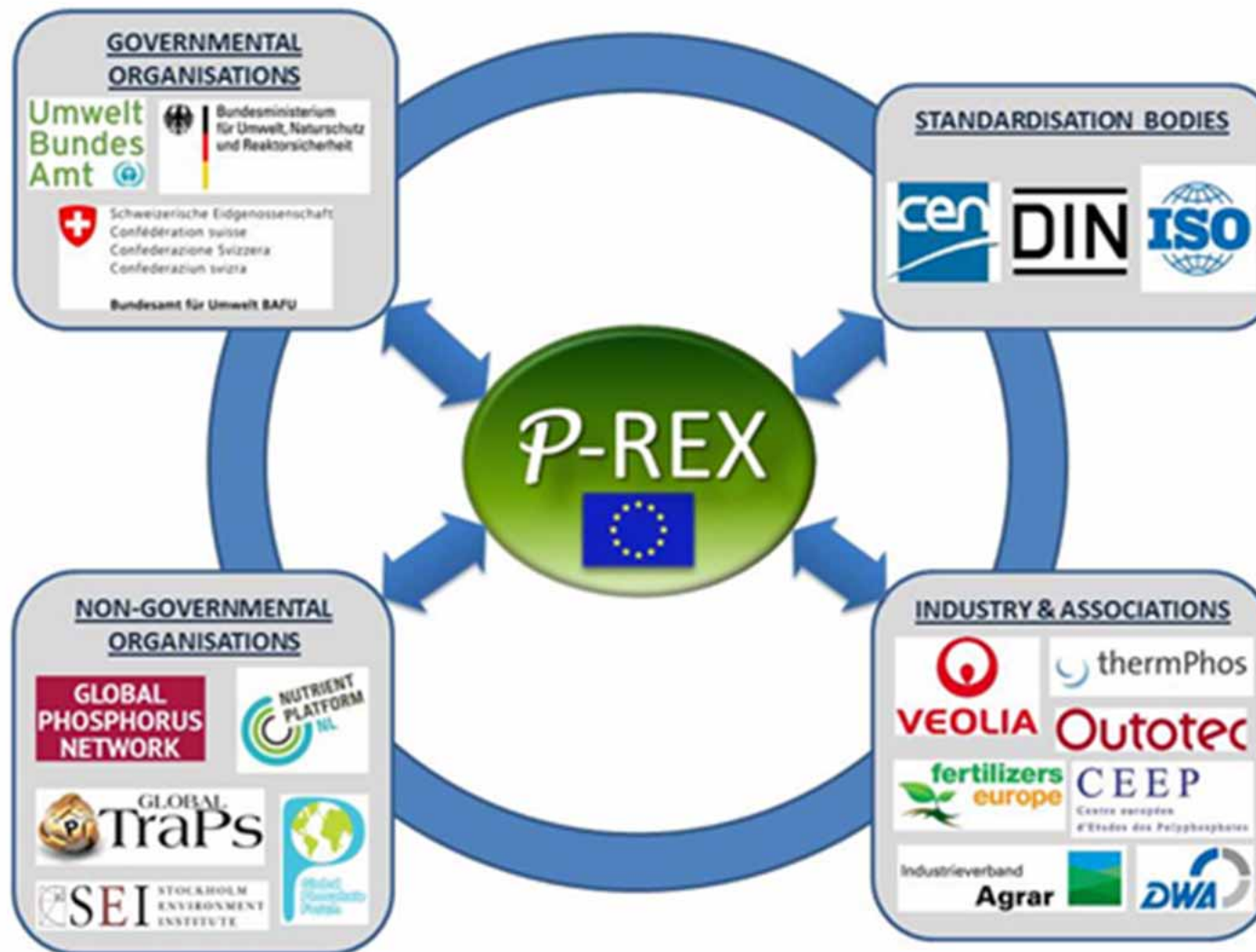
Projektstruktur



Großtechnische Demonstration -> reale Daten -> Schließen bedeutender Wissenslücken -> realistische Empfehlungen

Regionale Fallstudien zur Umsetzung des Masterplans: „80% P-Recycling“ (Berlin, Schweiz, Tschechien, ...)

P-REX im globalen P-Netzwerk



Fazit/Ausblick

- **P-Recycling** ist **wichtig** (Bedarf, KS und Düngerqualität, Akzeptanz)
- P-Recycling ist **machbar** -> erste DEMO-Anlagen (P-REX)
- Konkrete und verlässliche politische Unterstützung zur Implementierung wünschenswert (Maßnahmen bekannt und seit 2009/10 in Diskussion)
 - Mut zu Innovation
 - Planungssicherheit
 - Schnellere Genehmigungsverfahren
- Harmonisierung aller betroffenen gesetzlichen Regelungen auf EU Ebene
 - Abfall
 - Klärschlamm
 - Düngemittel
 - Bodenschutz
- Bessere Koordination und Vernetzung der Aktivitäten geboten
 - Regionale/nationale P-Plattform
 - Transparente und effektive Politikberatung (Beispiel Japan)
 - Ausdehnung auf EU-Ebene

YES, TOGETHER
WE CAN !!!
If we want to !!!

P-Kreislaufkompetenz in Berlin „Masterplan: 80% R-Recycling“?

