

Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Ressourcenschonung durch Phosphor-Rückgewinnung“

Bewertungsergebnisse und P- Rückgewinnungsstrategie

MR Martin Kneisel
Referat 25 - Kommunale Kreislaufwirtschaft, Abfalltechnik



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Phosphor-Rückgewinnungsstrategie Baden-Württemberg

Phosphor- Rückgewinnungs- strategie Baden- Württemberg



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Ziele:

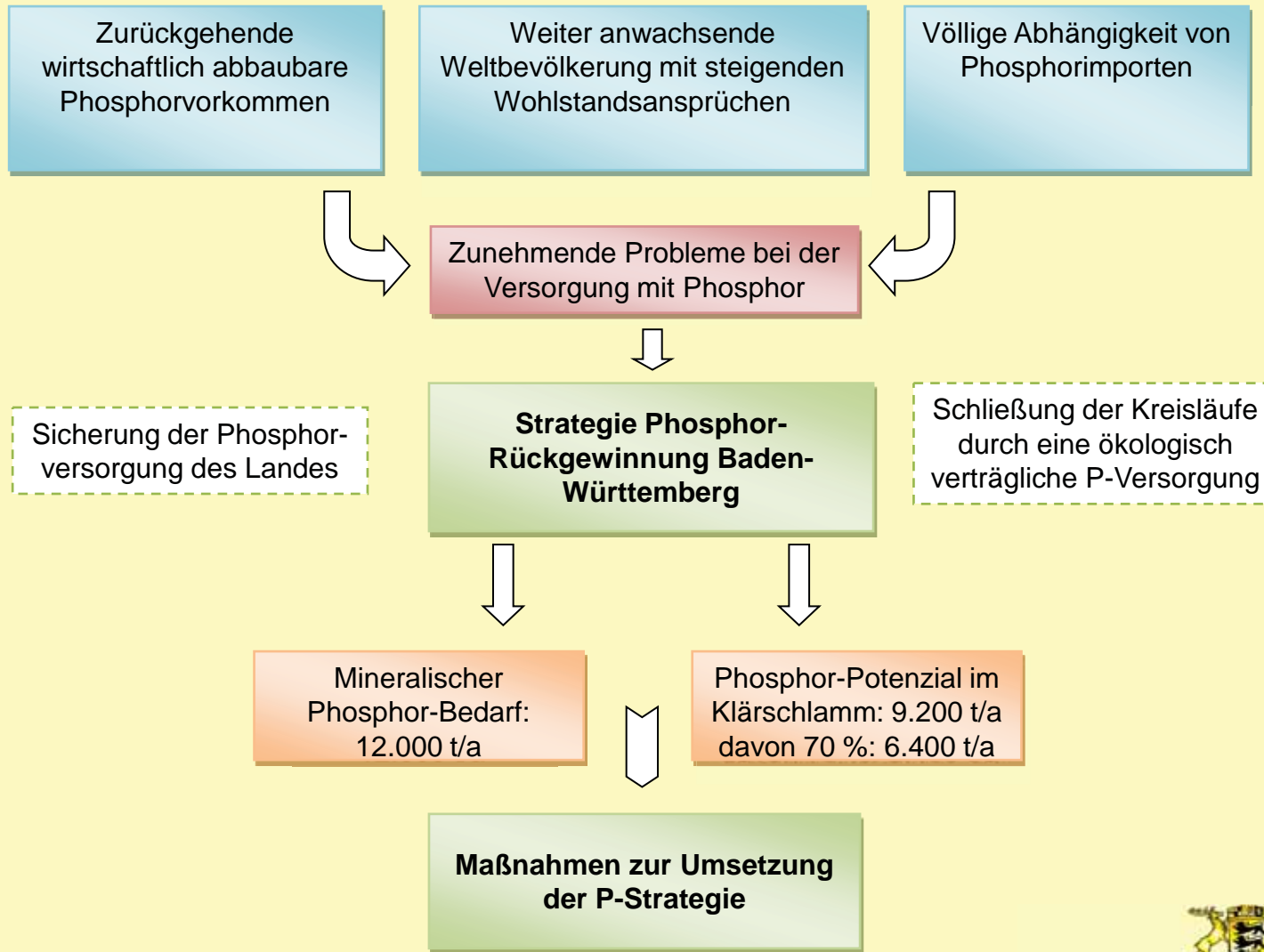
- Ökologisch und ökonomisch vertretbare Phosphorversorgung unter Nutzung von Sekundärphosphat
- Abhängigkeit von Phosphor-Importen lösen



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Phosphor-Rückgewinnungsstrategie für Baden-Württemberg



Maßnahmen zur Umsetzung der P-Strategie I

1. Aufbau von Pilotanlagen:

- Anlage zur Rückgewinnung aus Klärschlammmasche
- Weitere Anlagen zur Rückgewinnung aus dem Klärschlamm auf Kläranlagen, vorrangig auf großen Kläranlagen

EFRE-Förderprogramm (Förderperiode 2014-2020)

- Entwicklung und Bau von Pilot- und großtechnischen Anlagen zur P-Rückgewinnung aus Klärschlamm und Klärschlammmasche
- Förderung von Anlagen auf Kläranlagen > 100.000 EW
- Wissenschaftliche Begleitung erforderlich



Maßnahmen zur Umsetzung der P-Strategie II

2. Erarbeitung von Aussagen zu den Eigenschaften der Produkte (Löslichkeit im Boden, Pflanzenverfügbarkeit, Schadstoffe)
3. Bewertung der Produkte vor dem Hintergrund der rechtlichen Regelungen zu Düngemitteln
4. Vertriebskonzepts zum Absatz des Sekundär-Phosphor in der Landwirtschaft und Düngemittelindustrie
5. Weitere Erhöhung der Verbrennungsquote für Klärschlamm und Ausbau der Monoverbrennungskapazitäten für Klärschlamm



Maßnahmen zur Umsetzung der P-Strategie III

P-Rückgewinnung auf Kläranlage AZV Offenburg

- Erste großtechnische P-Rückgewinnungsanlage
- Dimensionierung: 8.000 EW (entspricht ca. 5%)
- Akzeptanzerhöhung von P-Verfahren

P-Rückgewinnung aus Schweinegülle

- Pilotprojekt in Boxberg (P-RoC-Verfahren) im März 2014 eingeweiht



ISWA Stuttgart



KIT NEULAND 2012



Bund-Länder-AG „Ressourcenschonung durch P-Rückgew.“

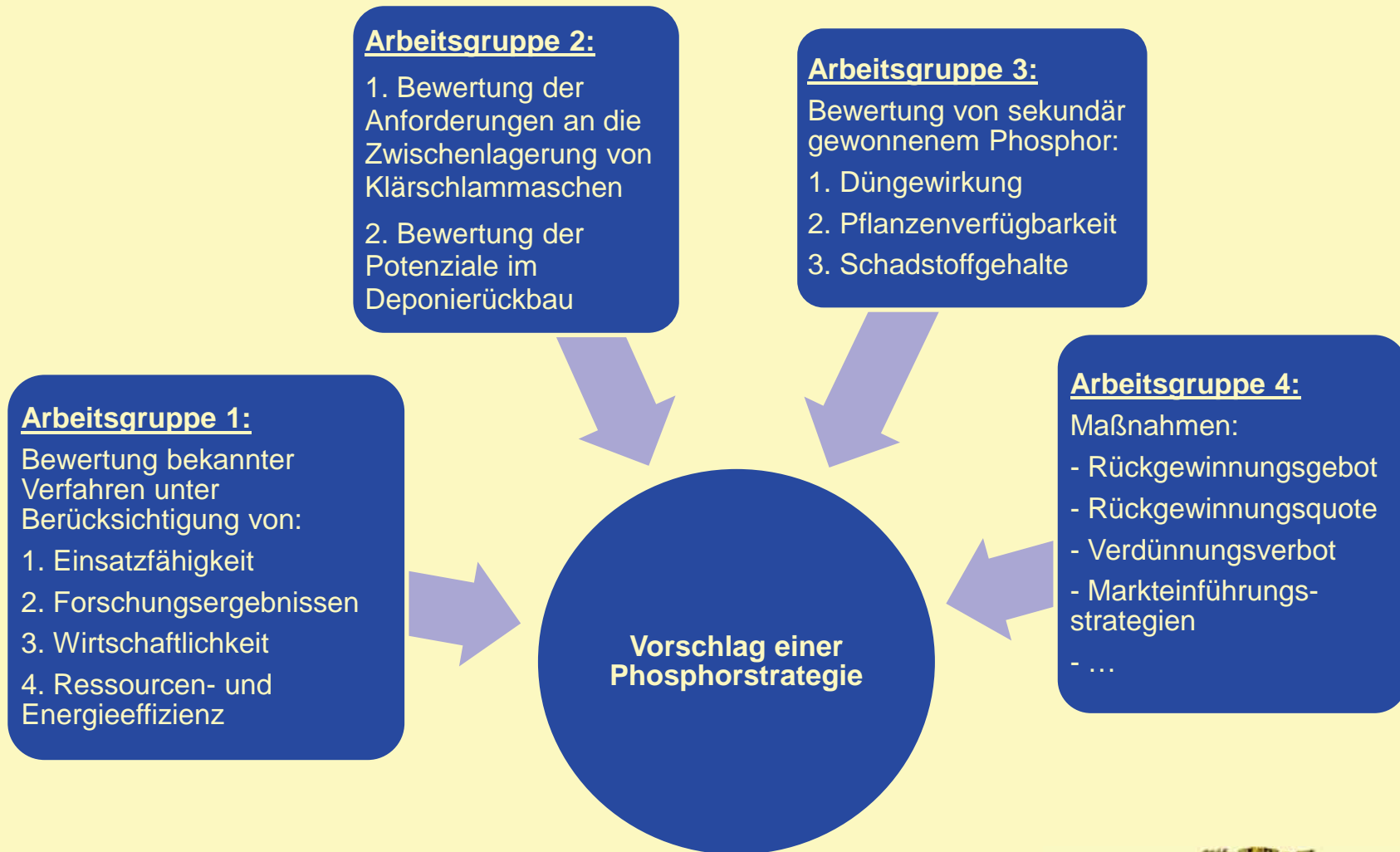
Beschluss der 80. UMK vom 07.06.2013 zu TOP 16

Ziffer 2: LAGA wird gebeten, unter Beteiligung der LAWA, der LABO und der Acker- und Pflanzenbaureferenten die **bekanntesten Verfahren zur P-Rückgewinnung** auf Grundlage aktueller Forschungsergebnisse zu **bewerten**. Die **Anforderungen an die Lagerung von Klärschlammmaschen** sind darzustellen sowie **Düngewirkung, Pflanzenverfügbarkeit und Schadstoffgehalte** von sekundär gewonnenem Phosphor im Vergleich zu Rohphosphaten zu **bewerten**.

Ziffer 5: Die LAGA wird gebeten, einen **Vorschlag für eine Phosphorstrategie** zu erarbeiten und der UMK im Herbst 2015 darüber zu berichten.



Arbeitspakete der LAGA AG Phosphor



Berücksichtigung aktueller Forschungsergebnisse

- P-Rex: Sustainable sewage sludge management fostering phosphorus recycling and energy efficiency
- UFOPLAN 1: Bewertung konkreter Maßnahmen einer weitergehenden Phosphorrückgewinnung aus relevanten Stoffströmen sowie zum effizienten Phosphoreinsatz
- UFOPLAN 2: Monitoring von Klärschlammaschen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zur Ermittlung ihrer Rohstoffgewinnungspotentiale
- ZwiPhos: Entwicklung eines Zwischenlagerungskonzepts für Klärschlammmonoverbrennungssaschen für Deutschland mit dem Ziel einer späteren Phosphorrückgewinnung
- Aktuelle Veröffentlichungen



Verfahrensübersicht nach dem Ort der Rückgewinnung

1. Ort der P-Rückgewinnung		Randbedingungen auf der Anlage		Randbedingungen der Verfahren	
		techn. Voraussetzungen	Anlagengröße (bezogen auf EW oder Klärschlammmenge)	Verfahrensprozess (Grundlage des Verfahrens)	Rückgewinnungs-Potential (bezogen auf KA Zulauf/ auf Klärschlamm TM)
Kläranlage	Abwasser	keine gezielte P-Elimination vorab, Flockungsreaktor und Sedimentationsbecken nach dem NKB	Ausbaugröße > 50.000 EW	Nachfällung	42 % auf Zulauf
		Dosierstation nach der Vorklärung bzw. im Zulauf zum BB	Ausbaugröße > 10.000 EW	alkalische Fällung mit Natriumaluminat (ALTON)	80-90 %
		separater Reaktor nach der biologischen Stufe		Kristallisation	max. 37 % auf Zulauf
		Ionenaustauscherstufe nach der biologischen Stufe		Ionenaustausch und Kristallisation	
		Adsorptionsstufe nach der Biologie		Adsorption/Desorption und Fällung	
		Magnetseparation nach der biologischen Stufe		Fällung	
		Nebenstrom bei integrierter P-Rückgewinnung		biologisch mit Rücklösung und Fällung	30% auf Zulauf
		Festbett-, Rühr- oder Schwebebettreaktor nach dem NKB		Kristallisation	40 % auf Zulauf
	Prozesswasser aus der Schlammbehandlung		Ausbaugröße > 20.000 EW	Fällung	40 % auf Zulauf; 90 % des Phosphatphosphors im Prozesswasser
		Filtrationsanlage, Ionenaustauscherstufe,, Elektrodeionisationsstufe		Ionenaustausch und Elektrodialyse	
zusätzliche Stripp- und Fällreaktoren			Strippung und Fällung		
Klärschlamm (Roh-, Faul-)	biologische Phosphateliminiierung; zusätzliche Reaktoren zur Fällung		Fällung	max. 90 % auf Zulauf	
	zusätzliche Reaktoren, Filter, Absetzbecken und Fällungsreaktor zusätzliche Extraktions- und Fällungsreaktoren		nasschemischer Aufschluss mit Salz- oder Schwefelsäure und anschließende Fällung Extraktion und Fällung	50 % auf Zulauf	
Klärschlammmasche			nasschemischer Aufschluss	ca. 90 % [1]	



Verfahrensübersicht nach dem Rückgewinnungsprozess

Verfahrensprozess	Ort der Rückgewinnung (auf der KA, nach Monoverbrennung)	techn. Voraussetzungen (z.B. Art der Fällung)	Eigenschaften (Vor- u. Nachteile)	Verfahren (Verfahrensbeispiele)
Fällung	Schlammwasser	Strippung mit Luft und anschließende Fällung		NuReSys /Belgien
Fällung	Abwasser nach der Vorklärung	Fällung mit alkalisch stabilisierter Tonerdelösung (ALTON) im Verhältnis $Al_2O_3 : Na_2O = 1:1,2$	keine Aufsalzung des Abwassers, Verbesserung der Wirkung von FHM auf Acrylatbasis	EP 0383 156
Ionenaustausch/ Elektrodialyse	Filtrat aus der Klärschlammwässerung		kein Chemikalieneinsatz	selektiver Ionenaustausch(PHOSIEDI-Verfahren)
Kristallisation	Faulschlammwasser			Kristallisation an Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen (P-RoC-Verfahren/KIT); Strippung und Fällung als MAP in Verbindung mit Bio-P-Fällung (Air-Prex) [4]
Extraktion	Klärschlamm	Extraktion mit CO_2 und anschließender Fällung	CO_2 und Kalkmilch	Budenheimer Kohlensäure-Verfahren [4]
nasschemischer Aufschluss	Faulschlamm nach dem Faulturn; Asche nach der Monoverbrennung	Aufschluss mit Säuren oder Laugen, Extraktion, Feststofftrennung	Direkteinsatz in Landwirtschaft möglich, gute Pflanzenverfügbarkeit, schwermetalldarm, Behandlung von Restwässern (Neutralisation) erforderlich [1]	Aufschluss mit Säuren oder Laugen (HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 oder NaOH), Feststofftrennung, Prozesswasserbehandlung mit dem Ziel einer Trennung Metalle/Phosphor (Fällung, Kristallisation, Flüssig-flüssig-Extraktion); Produktfällung mit Calcium/Magnesium Behälter für Aufschluss und Fällung, Mixer Settler für Extraktion, Aggregate zur Feststofftrennung (z.B. Pasch-Verfahren/RWTH Aachen, LEACH-Phos/BSH in Bern (CH), SESAL-Phos/IWAR TU Da, SEPHOS, P-bac/INORE) [1, 2, 3] RecoPhos Consult Deutschland [4], TetraPhos)
thermochemischer Aufschluss	Asche nach der Monoverbrennung	Drehrohrofen	gute Pflanzenverfügbarkeit, schwermetalldarm, Pellets oder Weiterverarbeitung zu Mehrstoffdünger; hohe Cl-Konzentration kann Material in	a) Zugabe von Ca- bzw. Mg-Chloriden, $T > 1.000\text{ °C}$ im Drehrohrofen, Überführung der Phosphate in verfügbare Form (Ca- bzw. Mg-Phosphate), Überführung der Metalle als Metallchloride in die Gasphase und Abtrennung über Rauchgasreinigung, b) Behandlung Asche, $T > 1.300\text{ °C}$, Zugabe Koks, Sand, Abtrennung Phosphor über Gasphase als P_4



Kurzcharakterisierung der Verfahren zur Phosphorrückgewinnung

	Einsatzfähigkeit (Anwendbarkeit)	Leistungsfähigkeit	Rezyklatqualität (Pflanzenverfügbarkeit, Schadstoffe)	Wirtschaftlichkeit	Ressourcen- und Energieeffizienz	Reife des Verfahrens
Fällung, Kristallisation, Adsorption	++	+	++	+++	++(+)	+++
Nass- chemischer Aufschluss	+++	++	+++	++	+	++
Thermo- chemischer Aufschluss	++(+)	+++	++	+	+	+
metallurgisch	++(+)	+++	++	+(+)	++	+

+ = eher gering
 ++ = eher mittel
 +++ = eher gut



Bewertung der Rückgewinnungsverfahren

- Einsatzfähigkeit mehrerer Verfahren belastbar nachgewiesen
- Großtechnische Umsetzung möglich
- Allgemeingültige vergleichende Verfahrensbewertung nicht möglich, da unterschiedliche
 - Randbedingungen vor Ort
 - Entwicklungsstände der Verfahren
- Vergleich der Wirtschaftlichkeit nur begrenzt möglich
 - Fehlen großtechnischer Anlagen
 - Datenbasis klein
 - Daten sehr unterschiedlich und daher nur schwer vergleichbar



Bewertung der Rückgewinnungsverfahren



Gesamt-Verfahrensaufwand/Kosten



Phosphorrückgewinnungspotenzial (relativ und absolut)



Pflanzenverfügbares Phosphat



Bewertung von Asche-Zwischenlagerung und Deponierückbau

- Aufbau der P-Rückgewinnungsinfrastruktur prioritär anzustreben
- Zwischenlagerung der Aschen nicht vorrangig
 - hohe Kosten
 - weitere Problempunkte: Abfalleigentum, Rückhol- und Recyclingverpflichtung, Lagerungsbegrenzung nach DepV bis 2023
- Deponierückbau nur in wenigen Ausnahmefällen sinnvoll
 - Vorliegen zwingender anderer Gründe wie Grundwasserschutz
 - extrem hohe Kosten



Bewertung von Recycling-P

- Hohe Pflanzenverfügbarkeit möglich
- Deutlich geringere Schadstoffgehalte als Klärschlamm
- Geringere Schadstoffgehalte als Dünger auf Rohphosphatbasis
- Klärschlamm-Monoverbrennungsaschen sind vor der Ausbringung generell aufzubereiten und von Schadstoffen zu entfrachten



Eckpunkte für eine Phosphorstrategie

- Die großtechnische P-Rückgewinnung ist jetzt möglich und sinnvoll
- Es sind rechtliche Vorgaben für die P-Rückgewinnung zu entwickeln
- Mitverbrennung von Klärschlamm nur nach P-Rückgewinnung
- Beginn der P-Rückgewinnung bei Kläranlagen der Größenklassen 4 und 5 und Monoverbrennungsanlagen; später Ausweitung auf andere P-Quellen (tierische Nebenprodukte)
- Übergangszeitraum: 10 Jahre
- Spätere Prüfung, ob P-Rückgewinnung auch bei kleineren Kläranlagen ökologisch und ökonomisch sinnvoll



Eckpunkte für eine Phosphorstrategie

- Freiwillige Selbstverpflichtung der Düngemittelindustrie zur Sekundär-P-Nutzung
- Für alle P-haltigen Düngemittel und Sekundär-P-Dünger sind Qualitätsanforderungen und standardisierte Prüfverfahren zu entwickeln und verbindlich vorzugeben
- Verdünnungsverbot für Material mit mehr als 2 % P
- Erweiterung der Strategie auf die Ebene der EU erforderlich (Verbindliche Anforderungen an die Düngemittelindustrie)



Arbeitsstand und weiteres Vorgehen

- Abschlussbericht der AG liegt vor
- Abfalltechnik-Ausschuss der LAGA
16./17.06.2015: Zustimmung
- LAGA-Vollversammlung 23.09.2015
Abschließende Diskussion
- Herbst-UMK 2015: Einbringung entspr.
dem Auftrag der 80. UMK
- Einbringung in die Novelle der AbfKlärV



Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall

LAGA Ad-hoc-AG

**Ressourcenschonung durch Phosphor-
Rückgewinnung**

7. Arbeitsentwurf

Stand 22. Mai 2015





Vielen Dank.