„Phosphorrecycling – Ökologische und wirtschaftliche Bewertung verschiedener Verfahren und Entwicklung eines strategischen Verwertungskonzepts für Deutschland“ (PhoBe)

Resümee und Schlussfolgerungen aus den Gesamtergebnissen der Vorhaben der Förderinitiative

Institut für Siedlungswasserwirtschaft der RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. J. Pinnekamp
Dipl.-Ing. W. Everding
Dr.-Ing. D. Montag

Grundlagen

- Phosphor ist keine endliche Ressource
- Phosphor ist ein essentielles Element und nicht substituierbar
- Begrenzt verfügbare wirtschaftlich ausbeutbare Phosphorreserven
- Annahme statische Lebensdauer der Reserven zwischen 90 und 370 Jahren

Grundlagen

- Zunahme des Phosphorbedarfs ist abhängig vom Wachstum und Wohlstand der Weltbevölkerung
- Abhängigkeiten von Ländern mit Phosphorlagerstätten (Marokko, China, Naher-Osten)
- Deutschland ist zu 100% auf Importe angewiesen
- Durch Rohstoffsicherungsaktivitäten der Exportländer werden die Phosphorpreise in den nächsten Jahren ansteigen
- Abnehmende Qualität der Phosphorerze (Uran, Cadmium)

Förderinitiative

- **Forschungsprojekte**
  - Zeit- und antragsgerecht abgeschlossen
  - Große Fülle an verwertbaren Erkenntnissen
  - Interdisziplinarität fruchtbar
  - Begleitprojekt sinnvoll
  - Schlusspräsentation erfolgreich
  - Dank an BMBF, Projektträger und Gutachtergremium
- **Investitionsprojekte**
  - Zögerlicher Beginn
  - Verfahren noch nicht umsetzungsreif
  - Finanzierungs- und Genehmigungsprobleme
- **Normale Reihenfolge**

Technologien

- **Untersuchte Phosphorquellen**
  - Abwasser/Trübwasser
  - Klärschlamm (Überschussschlamm, Faulschlamm)
  - Klärschlammasche
- **Andere Quellen nicht intensiv untersucht**
- **Prozessschritt Rücklösung**
  - mechanisch / thermochemisch / nasschemisch / biologisch
- **Prozessschritt Produktgewinnung**
  - Fällung / Kristallisation
- **Bewertung**
  - Unterschiedliche Praxisreife, Wirtschaftlichkeit, Einsatzgebiete
  - Einige Technologien sind reif für eine großtechnische Pilotanlage
  - Asche tendenziell bevorzugte P-Quelle

Qualität der Produkte

- **Düngewirksamkeit**
  - Direkte Anwendung oder Rohstoff für die Düngemittelindustrie
  - Düngewirkung nachgewiesen, aber uneinheitlich
  - Bedeutung des Bodens hoch
  - Eher zur Grunddüngung geeignet
  - Pflanzenverfügbarkeit stärker beachten
  - Technische Produktqualität gut

- **Schadstoffgehalt**
  - Deutliche Entfrachtung bei allen Verfahren
  - Grenzwerte werden sicher eingehalten
  - Vergleichbare oder geringere Schadstoffbelastung
  - Schwermetall-Transfer in Pflanze ohne Unterschied zu TSP

Zur Phosphorrückgewinnung geeignete Stoffströme

Auf kommunalen Kläranlagen

- **Schlammwasser**
- **Klärschlamm**
- **Klärschlammaschen**

} Potenzial: ca. 60.000 Mg P/a

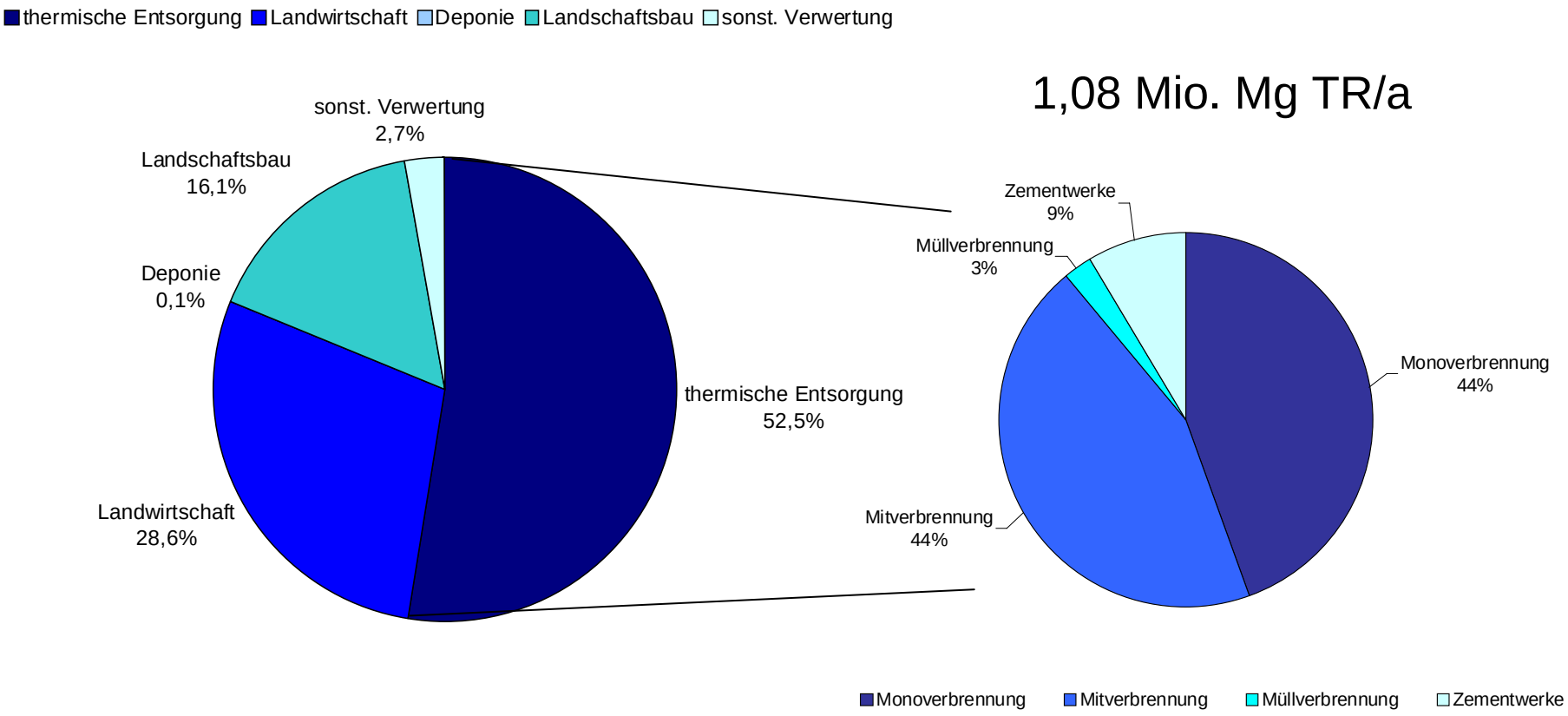
Landwirtschaft

- **Wirtschaftsdünger** Potenzial: ca. 360.000 Mg P/a
  - Werden bereits größtenteils für die Düngung verwendet
  - Bedarfsgerechtere Ausbringung um Überdüngung zu vermeiden
  - Im Grundsatz auch Rückgewinnung möglich

→ Fokussierung auf die Stoffströme kommunaler Kläranlagen

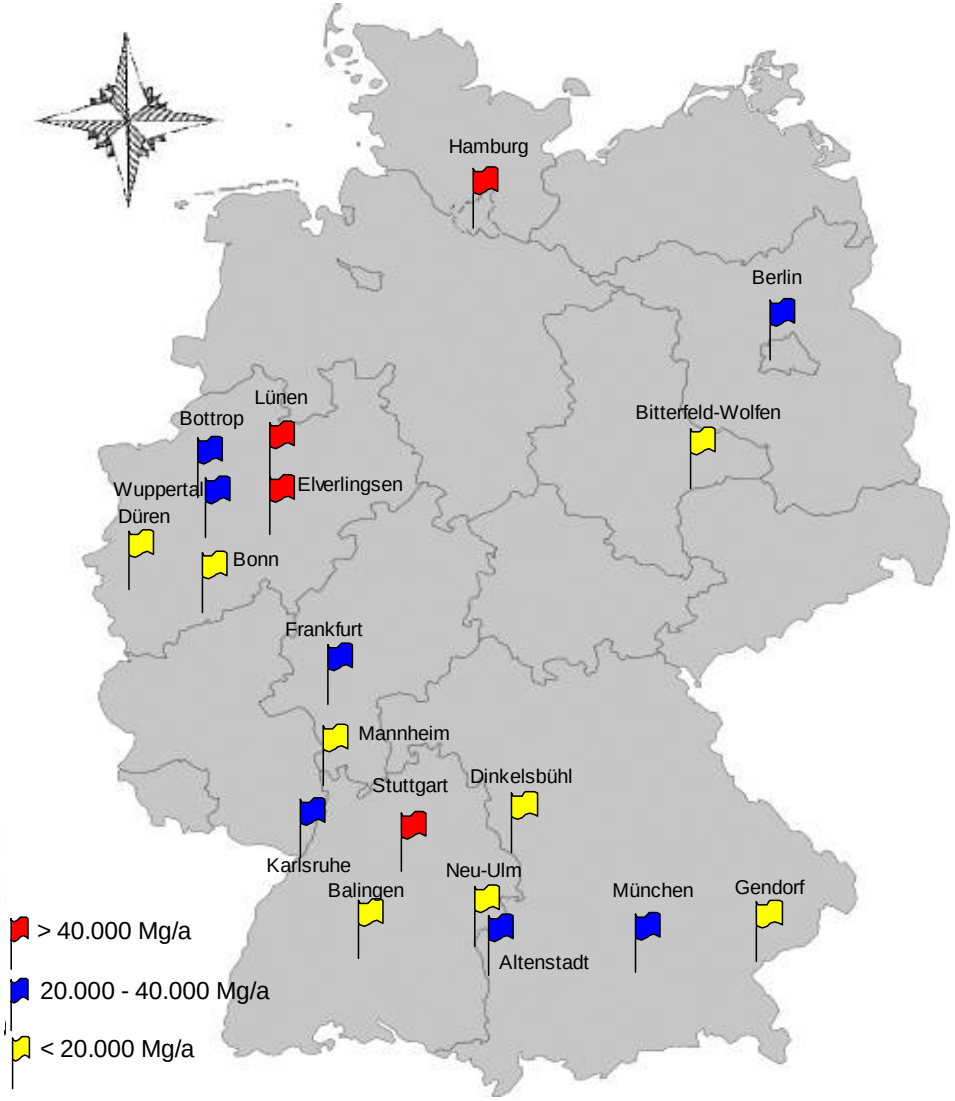
Entsorgungswege Stoffstrom Klärschlamm (2008)

2,05 Mio. Mg TR/a



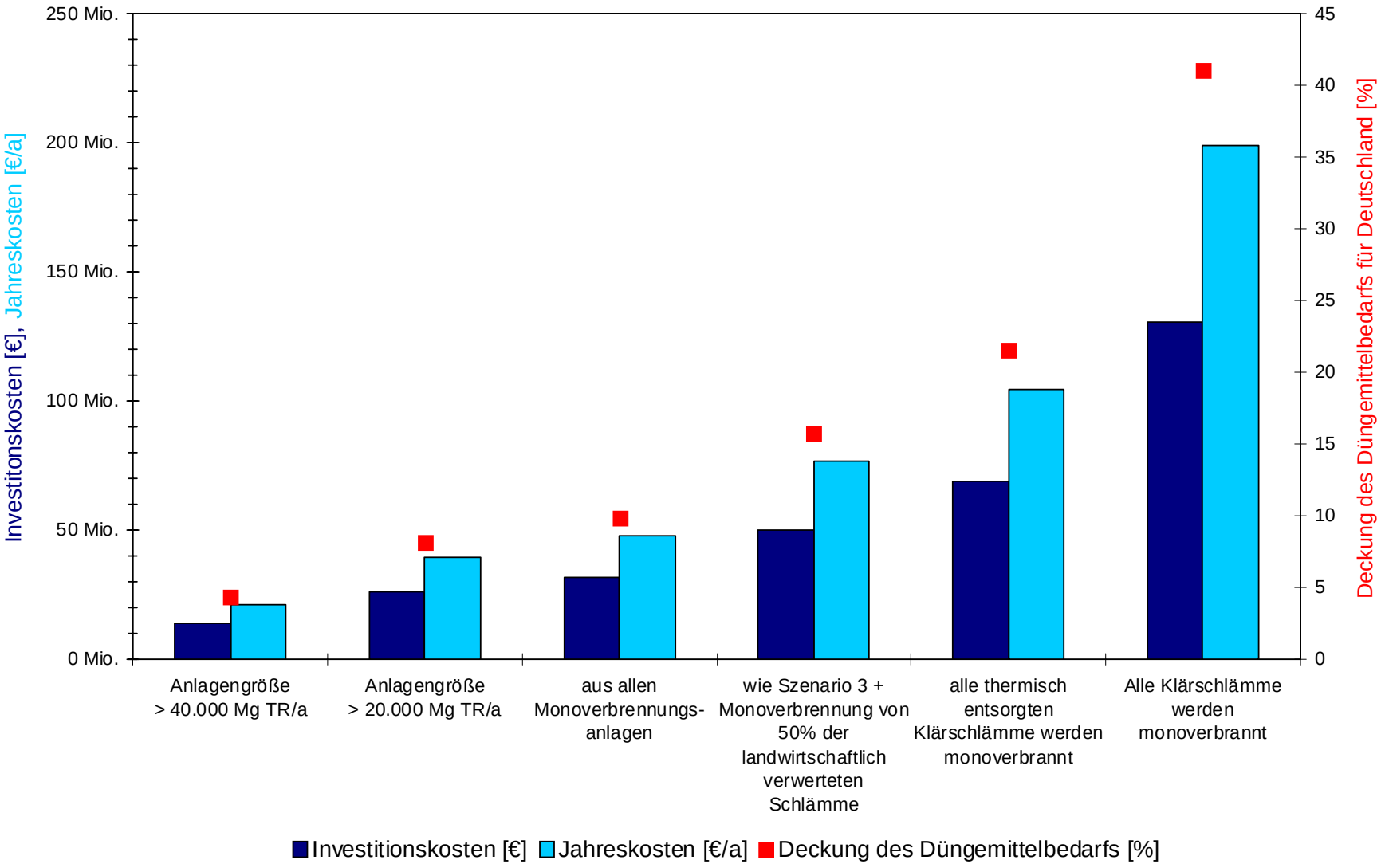
Datenquelle: Destatis (2009), Lehrmann (2010)

Mögliches Rückgewinnungskonzept

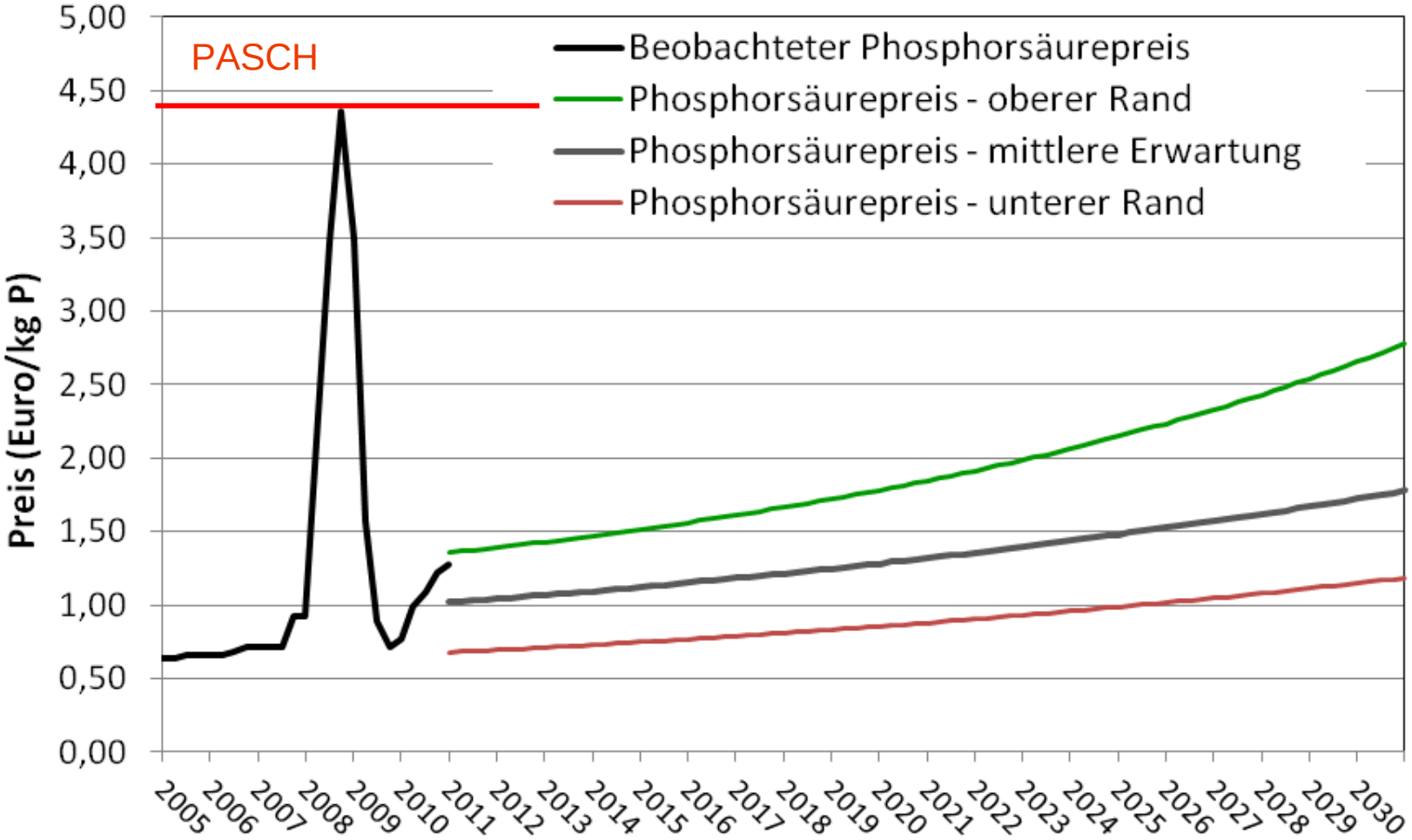


nach
UBA (2004)
Lehrmann (2010)

Substitutionspotential und Kosten des Konzepts



Wirtschaftlichkeit



nach Sartorius, 2011

Resümee…

- **Wirtschaftlicher Betrieb der Anlagen ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich (2 – 13 €/kg P)**
  - Jahreskosten von ca. 2,5 €/(E•a)
- **Durch Rückgewinnung Deckung der P-Importe bis zu ca. 41% in der BRD möglich**
- **Bis 2030 wird nach Expertenmeinung die P-Rückgewinnung wirtschaftlich**
- **Bildung eines Vorreiter- bzw. Lead-Marktes durch den Bau von Rückgewinnungsanlagen**
- **Wettbewerbsvorteile durch ausreichend Know-how steht zur Verfügung**

….. und Schlussfolgerungen

- **Phosphorrückgewinnung wird Stand der Technik**
- **Finanzielle Anreize für Betreiber schaffen**
- **Rückgewinnungsgebot entsprechend den Wirkungsgraden**
- **Zulassung der Sekundärphosphate als Düngemittel und Beimischungsquoten für mineralische Düngemittel**
- **Förderung von Demonstrationsanlagen um Know-how nicht zu verlieren**
- **Diskussion eines Mitverbrennungsverbots für Klärschlamm**
- **Erweiterung / Neubau von Monoklärschlammverbrennungen notwendig**
- **Zwischenlagerung der Klärschlammaschen**
  - Schaffung von gesetzlichen Rahmenbedingungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit