

BMU-Umweltinnovationsprogramm zur Förderung von Demonstrationsvorhaben

**Ressourcenschonung in der kommunalen Abwasserreinigung
unter dem Aspekt der Nährstoffgewinnung von
Phosphor und Stickstoff
und der Energieoptimierung**

03./04. November 2016 in Berlin



Tiefbauamt
der Stadt Pirmasens



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Umwelt
Bundesamt

UMWELT  INNOVATIONS
PROGRAMM

KFW

Referenten

Michael Maas

Baudirektor der Stadt Pirmasens

Email: michaelmaas@pirmasens.de

Thomas Wolf

Betriebsleiter der Kläranlagen

Email: wolf@ka-ps.de



Tiefbauamt
der Stadt Pirmasens



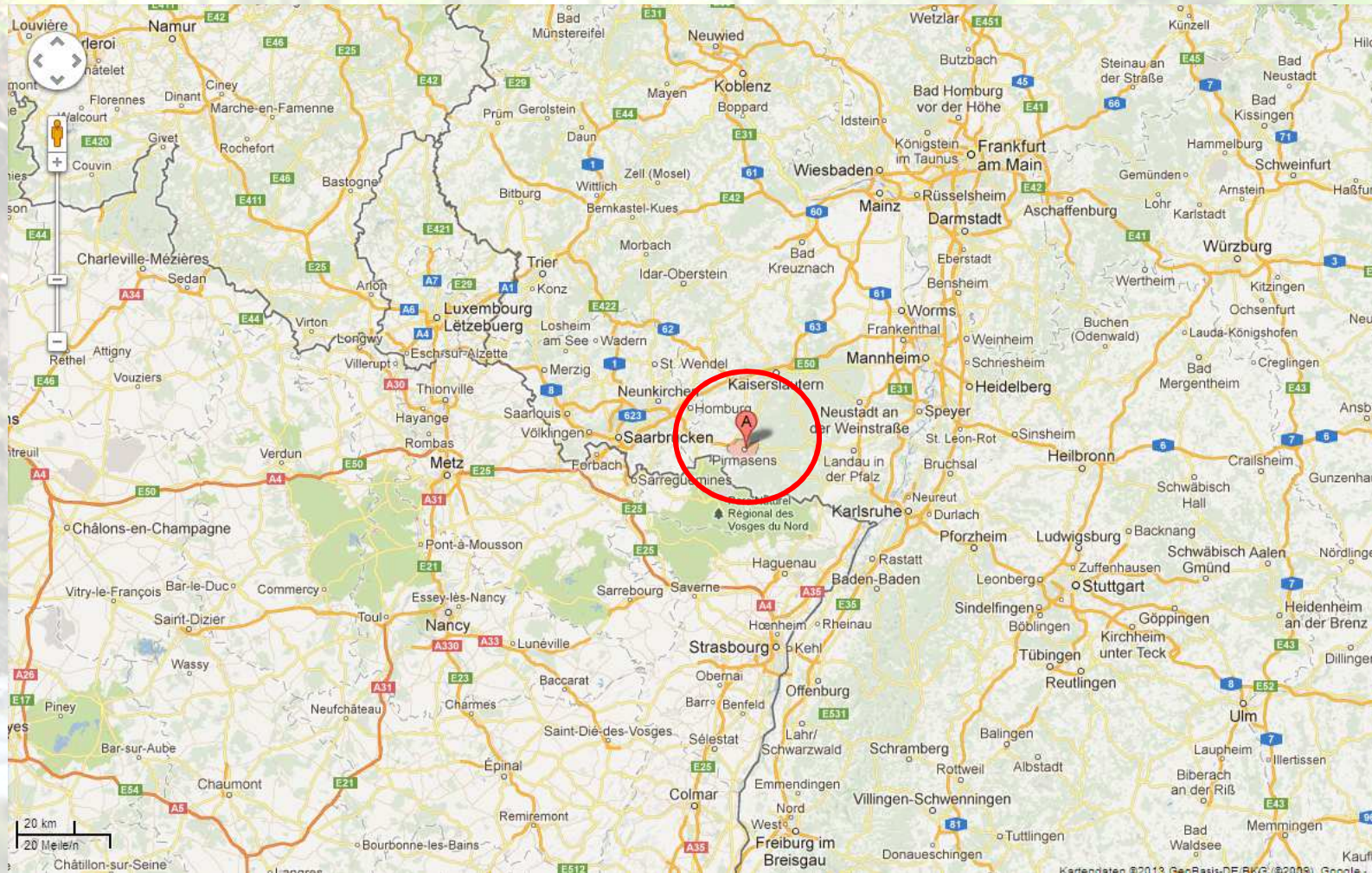
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit

Umwelt
Bundesamt

UMWELT  INNOVATIONS
PROGRAMM

KFW

Die Stadt Pirmasens



Angaben zur Stadt Pirmasens

Die kreisfreie Stadt Pirmasens liegt am Westrand des Pfälzerwaldes und ist Verwaltungssitz des Landkreises Südwestpfalz.

Sie verfügt mit ihren ca. 40.000 Einwohnern über eine mittelständische Wirtschaft mit einzelnen weltweit tätigen Industrieunternehmen.

Pirmasens war lange das Zentrum der deutschen Schuhindustrie bis sie gegenüber den niedrigeren ausländischen Produktionskosten nicht mehr konkurrenzfähig war. Daraufhin mussten viele Schuhfabriken geschlossen werden. Außerdem zog das amerikanische Militär aus Pirmasens ab, wodurch rund 10.000 Einwohner die Stadt verlassen haben und 4.000 Arbeitsplätze verloren gegangen sind. Insgesamt wurde ein Verlust von 19.000 Arbeitsplätzen verzeichnet, so dass die Arbeitslosenquote 2002 bei 14,9 % lag und im Februar 2015 noch immer 12,4 % betragen hat.

Die kreisfreie Stadt Pirmasens hat eine Bodenfläche von rund 61,37 km², wovon ein Drittel bewaldet ist. Sie befindet sich im größten zusammenhängenden Waldgebiet Deutschlands und ist in sieben Stadtbezirke - Erlenbrunn, Fehrbach, Gersbach, Hengsberg, Niedersimten, Windsberg und Winzeln – gegliedert.

Abwasserbeseitigungsbetrieb

- Eigenbetrieb im Sinne der EigAnVO
 - kaufmännische Buchführung, Jahresabschluss, Bilanz, GuV, Finanzplan
- 55 Beschäftigte
- Bilanzsumme rd. 94 Mio. €
- rd. 265 km Kanal (Misch- und Trennsystem)
- 21 Pumpstationen
- 2 Kläranlagen (100.000 EW)
- rd. 41.000 Einwohner

Vorstellung der Kläranlage Felsalbe



Hintergrund Ressource Phosphor

- ist für alles tierische und pflanzliche Leben essentiell
- Phosphor limitiert Pflanzenwachstum
- Vorwiegend Einsatz in Landwirtschaft
- Großteil des genutzten Phosphors gelangt ins Abwasser und wird im Klärschlamm gefällt
- restliches P „verschwindet“ nicht, wird aber durch Austrag in Ozean stark verdünnt
 - ☐ Zufuhr mineralischer Phosphordünger

Klärschlamm als Dünger:

- z.T. eingeschränkte Düngewirkung (Überdosierung von Fällmitteln)
- Eintrag von Schadstoffen (Hygiene, Schwermetalle, Organik, POP's) in Umwelt
 - ☐ Bei Entsorgung des Schlamms Verlust des Phosphors

Wirtschaftlicher Hintergrund

Rohphosphatreserven > 300 Jahre: **Warum also Recycling?**

- Lagerstätten auf wenige Länder beschränkt (Marokko/Westsahara, China, USA)
- Importabhängigkeit Europas, geopolitische Unsicherheiten
- Steigender Bedarf (Bevölkerung, Fleischkonsum)
- Abnehmende Rohphosphatqualität (Schadstoffe Cd, U)
- Hohe Umweltbelastung beim Tagebau
- Preisschwankungen



☐ **Rechtzeitig über Rückgewinnung nachdenken**

Bezug zur Siedlungswasserwirtschaft

Reinigung des Abwassers

- Einhaltung von Grenzwerten im Ablauf
- u.a. durch chemische / biologische P-Fällung
- ☐ Aber: Austrag mit Klärschlamm

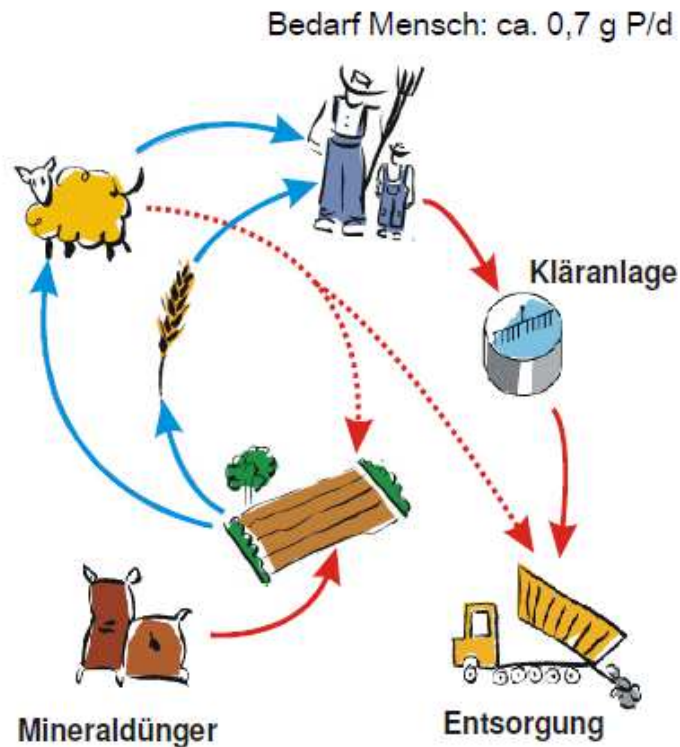


Kenndaten Gesamtfracht Deutschland

Kommunales Abwasser:	Industrielles Abwasser:
1,6 – 2 g P/E · d	
ca. 52.000 t P/a	ca. 19.000 t P/a

Σ ca. 71.000 t P/a

Motivation Ressourcenschonung



„Wir können Kohle durch Kernkraft ersetzen, Holz durch Kunststoffe, Fleisch durch Hefe, Freundlichkeit durch Isolation – aber für Phosphor gibt es keinen Ersatz.“

Isaac Asimov

bis zu 50 % der Phosphatimporte könnten bei vollständiger
P-Rückgewinnung aus Klärschlamm substituiert werden

Quelle: Ritterbusch

Politische Entwicklung

In Deutschland:



- Koalitionsvertrag für die 18. Legislaturperiode:
Wir werden die Klärschlammausbringung zu Düngungszwecken beenden und Phosphor und andere Nährstoffe zurückgewinnen.
- LAGA: Arbeitsgruppe zur Nutzung sekundärer Phosphorreserven
 - ☐ Bericht an Umweltministerkonferenz

In Europa:



- Mitteilung der Kommission zur Versorgungssituation
- seit 2014 ist P kritischer Rohstoff (Versorgungssicherheit)
 - ☐ Konferenzen und Forschungsprogramme auf EU und nationaler Ebene
 - Förderung von Rückgewinnungsverfahren, Zwischenlagerungskonzepten, Bewertung und Vergleich der Verfahren

BEKANNTE VERFAHREN ZUR P-RÜCKGEWINNUNG

Klärprozess

Kristallisations- u.
Fällungsverfahren

Ionentauschverfahren

Kombinations- u.
Sonderverfahren

Klärschlamm

Kristallisationsverfahren

Adsorptionsverfahren

Säureaufschluss

Hydrothormaler
Aufschluss / Oxidation

Thermochemischer
Aufschluss

Asche

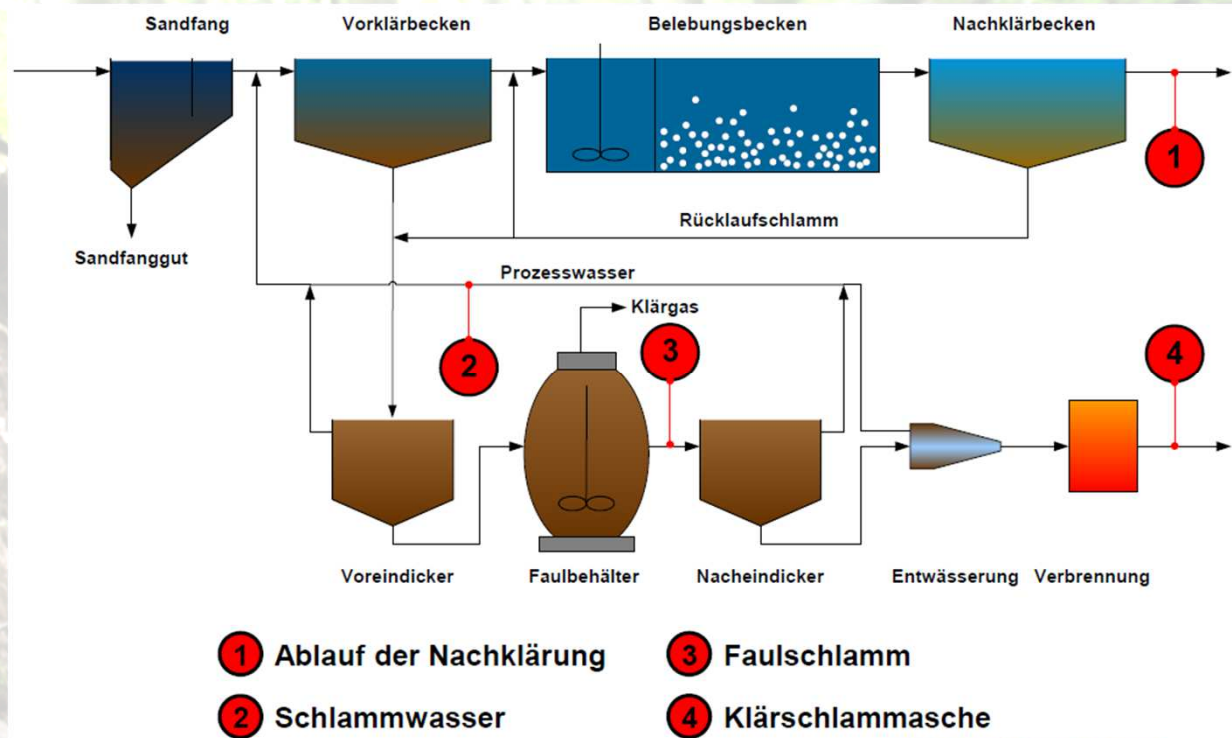
Nasschemischer
Aufschluss

Thermochemischer
Aufschluss

Elektrokinese

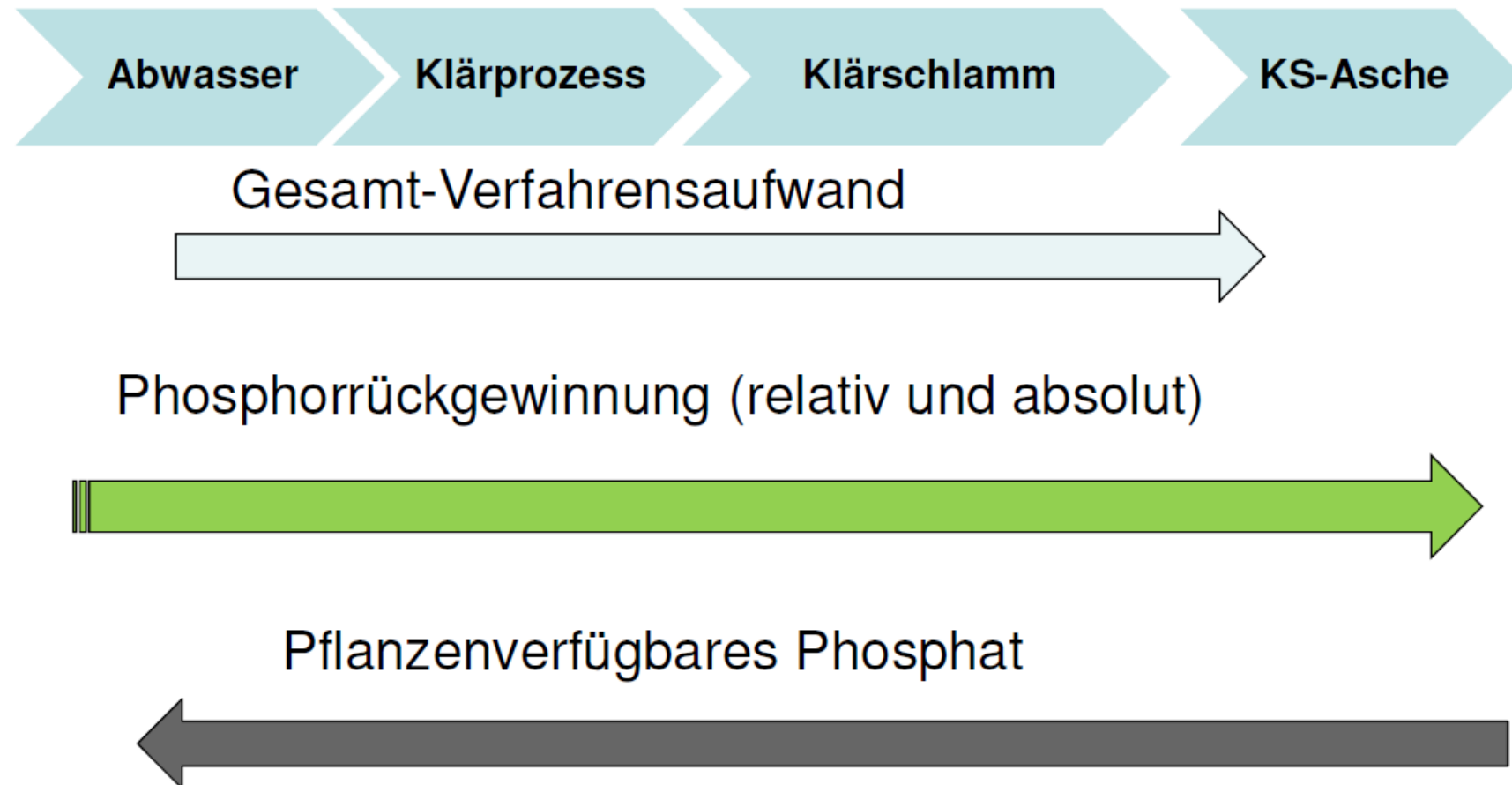
Bioleaching

Möglichkeiten der Rückgewinnung

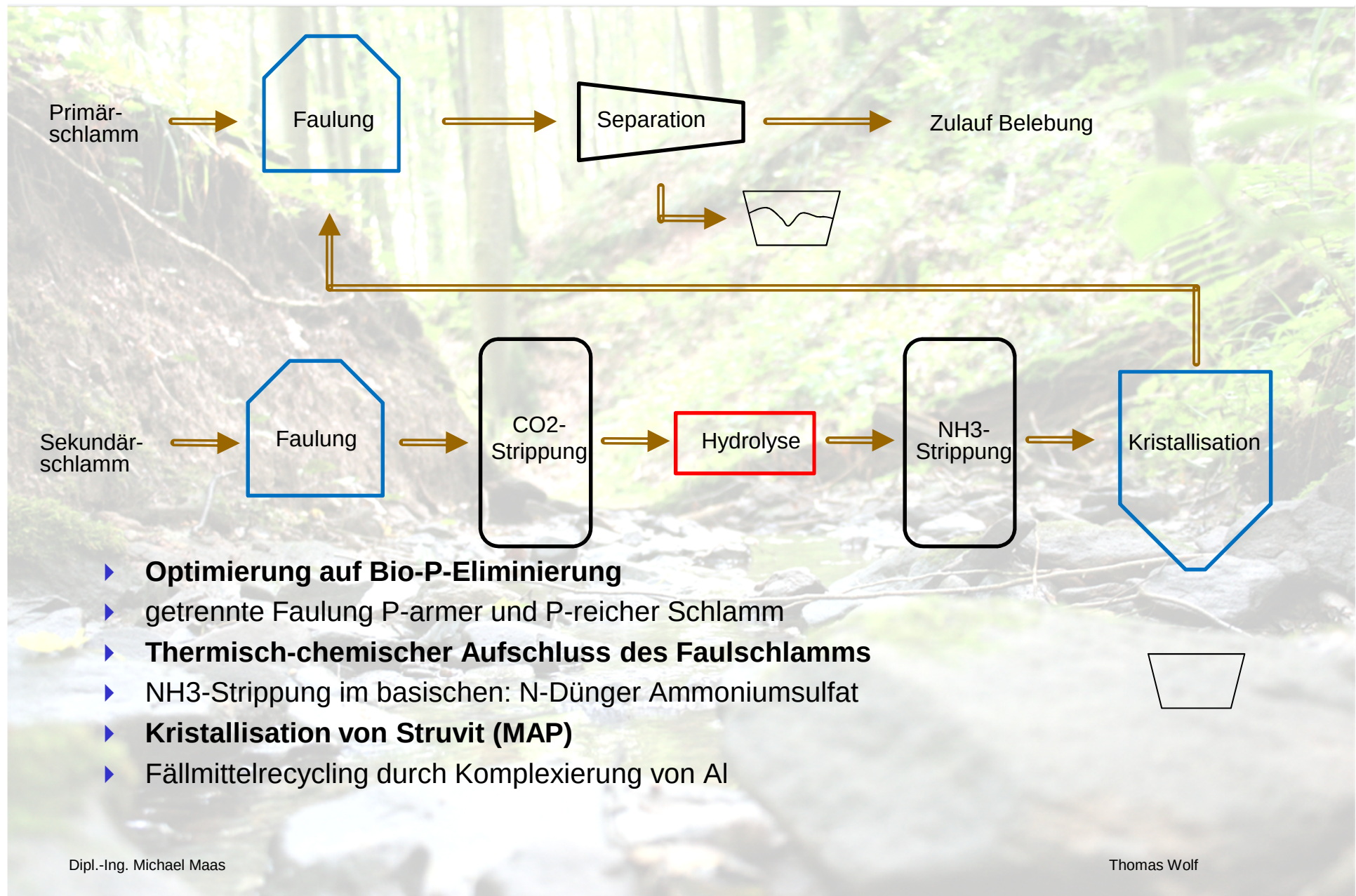


- 1: + einfaches Verfahren
 - niedrige Konzentration (hohe Verdünnung), - geringes Potential
- 2: + höhere Konzentration (Teilstrom), abhängig von Rücklösung (erfordert Bio-P), + einfaches Verfahren
 - mittleres Potential
- 3: + höhere Konzentration, + gutes Potential (Rücklösung notwendig)
 - Verfahren komplexer
- 4: + hohe Konzentration, hohes Potential
 - Verfahren komplexer, Düngewirkung der Asche verfahrensabhängig (Aufarbeitung)

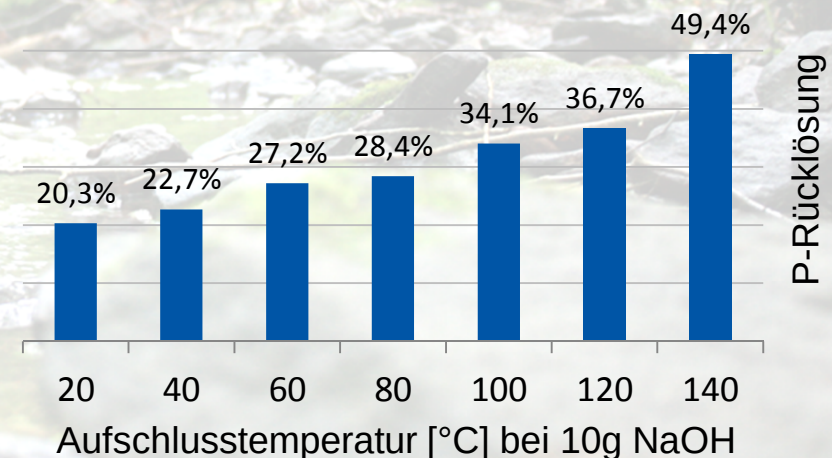
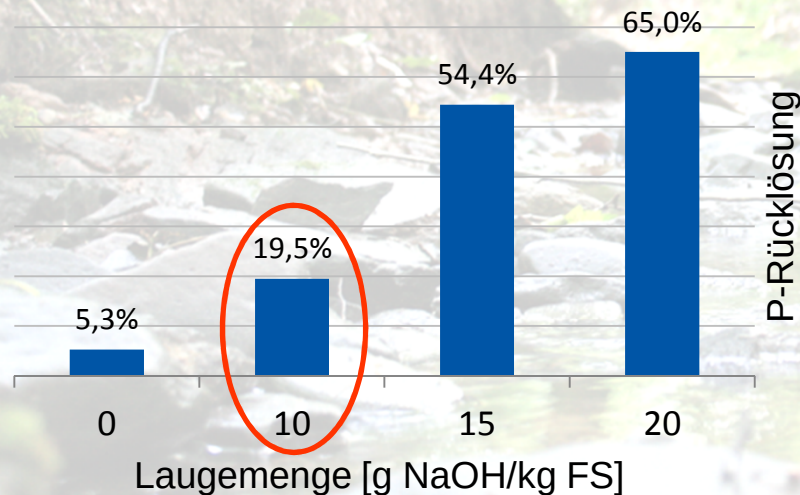
Komplexität P-Recycling am Beispiel einer kommunalen Kläranlage



Quelle: Schneichel -MUEEF RLP



1. **thermisch** durch Zerstörung der Zellen und Hydrolyse des biologisch gebundenen Polyphosphats, Hygienisierung des Schlammes
2. **chemisch** (pH) durch Zusatz von Säure/Lauge (Zerstörung der Zellen und Lösen des anorganisch gebundenen Phosphors u.a. aus chemischer Phosphoreliminierung)
 - Säure löst auch weitere Metalle (Fe, Ca) und Schwermetalle
 - Lauge (Natronlauge) löst nur AlPO_4 sowie Bio-P
 Kombination aus Lauge und Temperatur effektiver



Produkt MAP

Struvit/ MAP = **M**agnesium-**A**mmonium-**P**hosphat-6-Hydrat

- ▶ Kann direkt als Dünger eingesetzt werden
- ▶ Alle drei Komponenten (Mg, NH₄, P) sind düngewirksam
- ▶ Besitzt gute Düngewirkung:
Hohe Pflanzenverfügbarkeit im Vergleich mit anderen
Recyclaten und konventionellen Handelsdüngern;
vergleichbar zu Triplesuperphosphat (TSP)
- ▶ Langzeitdünger (geringe Wasserlöslichkeit, gut citratlöslich)
- ▶ Hohe Reinheit durch Kristallisation
- ▶ Geringe Belastung mit Schadstoffen
- ▶ Zulassung ähnlicher Produkte (Berlin, NuReSys)



Verfahrensdaten

- Gesamtschlammmenge ~ 21.000 t/a
- Davon ~ 9.000 t/a Belebtschlamm
- Rückgewinnungsquote > 60%
- Menge an MAP > 200 t/a
- Entspricht > 25 t/a P
- Zusätzlich bis 20 t/a $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Kosten: rd. 1,6 Mio. €
- Projektlaufzeit: 24 Monate zzgl. 12 Monate Evaluation

Vorteile/ Nachteile

- + Dezentrales Verfahren
 - + Ganzheitlicher Ansatz der Nährstoffrückgewinnung (P und N) und Schlammbehandlung
 - + Klärschlamm flexibel verwertbar
 - + Erhöhung des Gasertrags um 15% durch Festbettreaktor und TDH
 - + Reduktion der Klärschlammmenge um 10 – 15 %
 - + Einsparung Fällmittel (ca. 2/3) und Polymer (ca. ½)
 - + Energieverbrauch auf Kläranlagen in PS sinkt, Eigenenergieerzeugung steigt
 - + Zielwerte PO₄-P Ablauf von 0,5mg/l bis 0,3 mg/l sind möglich und wirtschaftlich umsetzbar.
 - + Günstiges Nährstoffverhältnis im Abwasser durch N Reduktion und Zugabe von Zitronensäure für das Aluminiumrecyclingverfahren, lässt eine Verbesserung der Ablaufwerte erwarten
-
- ☐ **Die geforderten Kriterien >50% Rückgewinnungsquote, oder 20g PO₄-P/kg TM werden eingehalten.**
 - ☐ **Es entsteht ein hochwertiger Dünger mit sehr geringer Schwermetallbelastung**
-
- Hygienisierung des Schlamms erfolgt nur teilweise
 - Hohe Anforderung an Personal und Technik, komplexe Verfahrenstechnik
 - Aufkonzentrieren der Schadstoffe im Klärschlamm

pirmasens.de

ps: Sieh an!

Herzlich
willkommen



Natur pur ...!



Strecktal-Park
Panorama Pirmasens



Hl. Pirmineus



Rhenberger-Komplex
mit DYNAMIKUM



Stadtbücherei



Stadtbücherei

Schuhmacher "Loß"
am Schusterbrunnen
in der Fußgängerzone

Stadt Pirmasens