



Berichte nach §3a AbfKlärV und aktueller Stand der Phosphorrückgewinnung



An abstract background graphic consisting of a dark blue base layer with irregular, glowing yellow and orange organic shapes resembling cells or microorganisms.

Simone Wollenberg
Dr. Wolfgang Waldmüller

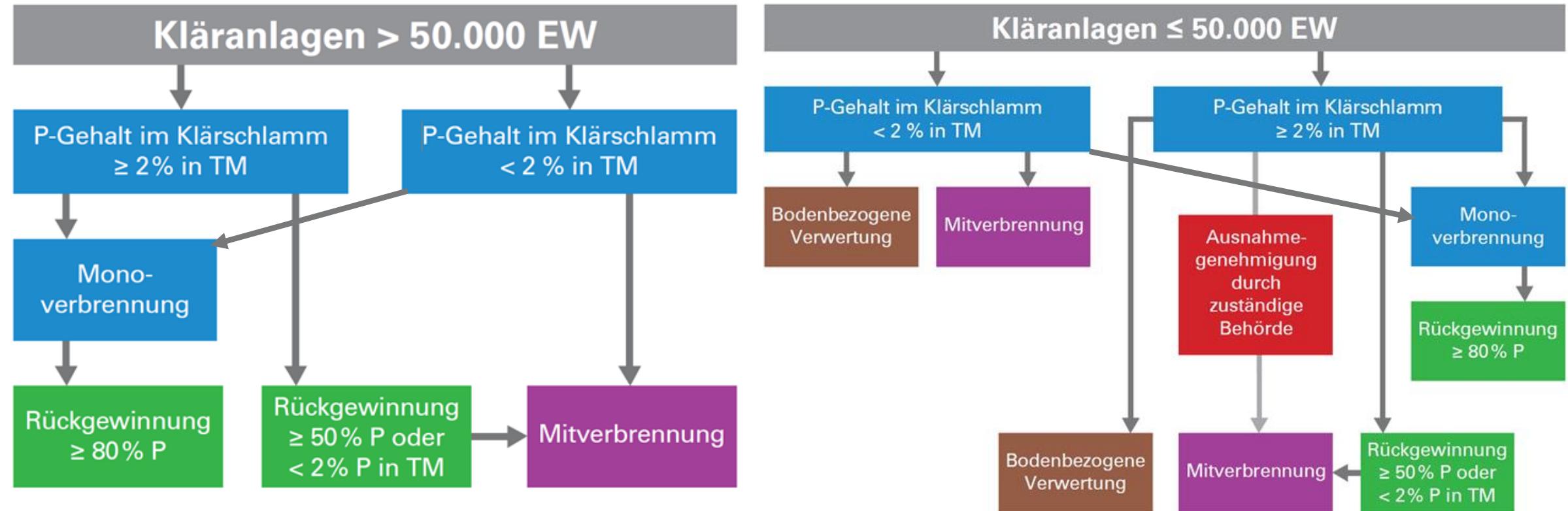


Die Beratungsstelle Phosphorrückgewinnung am LfU

- Schaffung einer aktuellen Datengrundlage für die Belange der Phosphorrückgewinnung
 - Klärschlammaufkommen
 - Verbrennungskapazitäten
 - Trocknungsanlagen
 - Daten weiterer relevanter Fachbereiche, wie Landwirtschaft, Boden
 - Kritische Betrachtung der Technologien
- Darstellung und Verschneidung der Daten im Raumbezug (GIS)
- Schaffung einer zentralen Anlaufstelle (Telefon, E-Mail)
- Unterstützung bei Förderanträgen
- Publikationen und Workshops



Verpflichtung zur Phosphorrückgewinnung gemäß Klärschlammverordnung





§ 3a AbfKlärV Ergebnisse

- Alle Kläranlagen der GK 5 haben einen Bericht abgegeben.
- Bei den Kläranlagen der GK 3 und 4 liegen ca. 93% der Berichte vor.
- Eine Aussage bezüglich der Vollständigkeit über die Berichtsabgabe der Kläranlagen der Größenklasse 1 und 2 ist nicht möglich.
 - Wir wissen nicht, was 100% sind, weil nur Kläranlagen, die Klärschlamm mit abgeschlossener Behandlung im Sinne der AbfKlärV entsorgen, berichtspflichtig sind.



Was erschwert die Auswertung?

- Eingabefehler:
 - TM? Beschreibt den Klärschlamm **OHNE** Wasser.
 - Alle Angaben sind auf 100%TM (oder TS) zu beziehen.

GRUNDSÄTZLICH

- Falsche P-Gehaltsangaben: gefragt wurde nach **g/kg** TM.
- Widersprüchliche Angaben:
 - Angabe Verbrennung und gleichzeitige Eingabe bei Maßnahmen „weiter bodenbezogene Verwertung“

Ordnungswidrigkeit !?



Berichte der Kläranlagen der GK 5

- In den Anlagen der GK 5 fallen ca. 133.656 Mg/a Klärschlamm an.
- Mit einem durchschnittlichen P-Gehalt von 34,08 g/kg TM.
- Die Bandbreite der P-Gehalte liegen zwischen 15 und 69 g/kg TM.
- Kein Klärschlammerzeuger hat sich bisher auf ein eigenes P-Rückgewinnungsverfahren festgelegt und 87% wollen die Leistung vergeben.

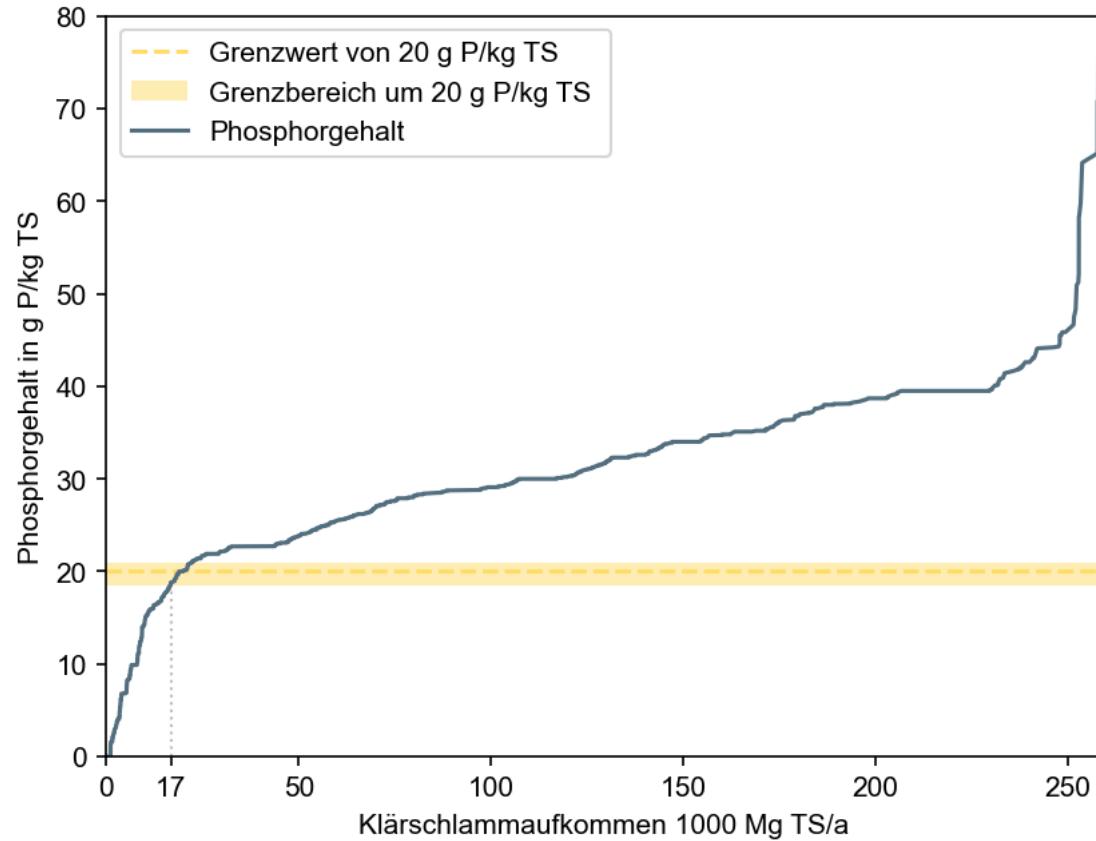


Berichte der Kläranlagen der GK 3 und 4

- Der durchschnittliche P-Gehalt liegt bei ca. 25 g/kg P TM.
- Der maximale Werte liegt bei ca. 58 g/kg P TM.
- Ca. 83 % der Betreiber geben an die Rückgewinnung durch Vergabe durchführen zu wollen.



Phosphorgehalt im Klärschlamm



- Mittlerer P-Gehalt (nach Klärschlammmenge):
32 g P/kg TS
- Über 90 % der Klärschlammmenge unterliegen
der Rückgewinnungspflicht.
- Mittlerer P-Gehalt nimmt mit Ausbaugröße
tendenziell zu.



Phosphorgehalt in den unterschiedlichen Größenklassen (GK)

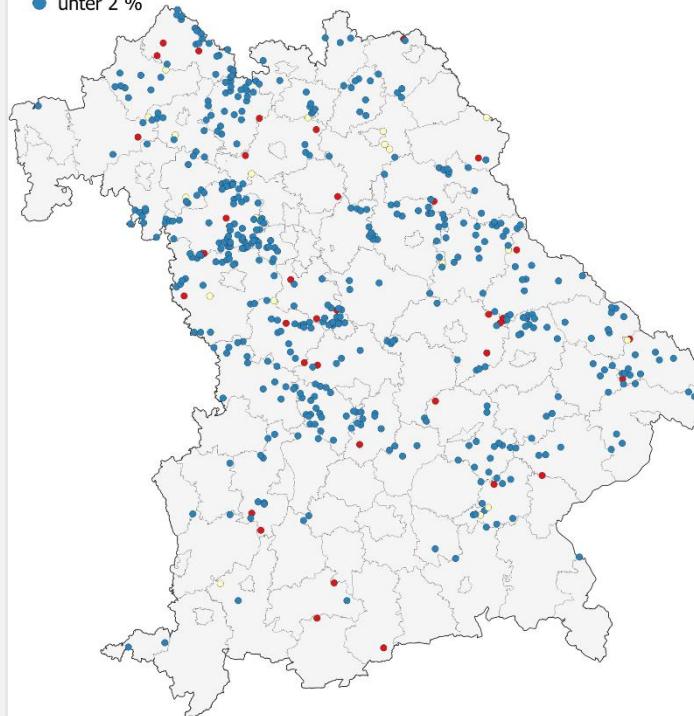
Übersicht über die Kläranlagen der Größenklasse 1

Phosphorgehalt

● über 2 %

● um 2 %

● unter 2 %



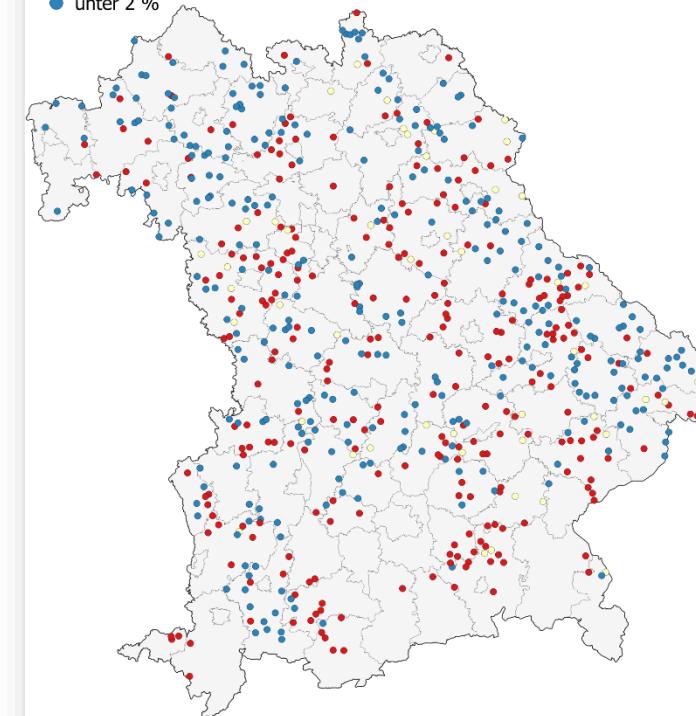
Übersicht über die Kläranlagen der Größenklasse 2

Phosphorgehalt

● über 2 %

● um 2 %

● unter 2 %



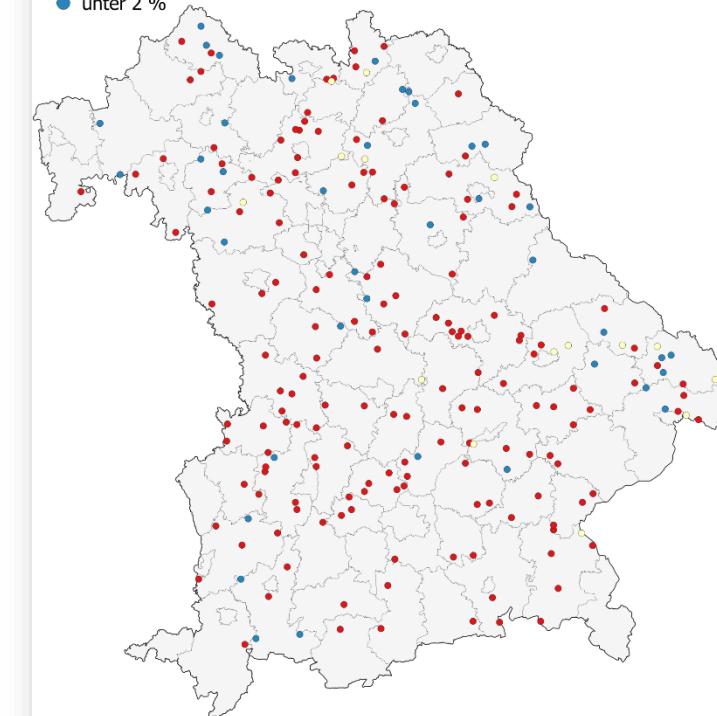
Übersicht über die Kläranlagen der Größenklasse 3

Phosphorgehalt

● über 2 %

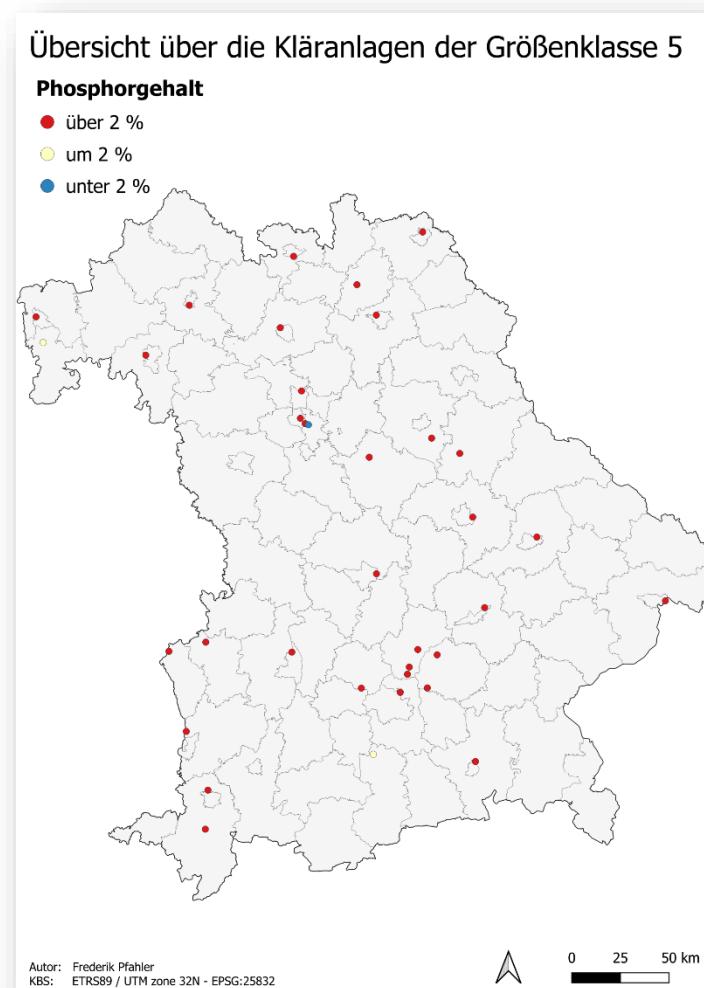
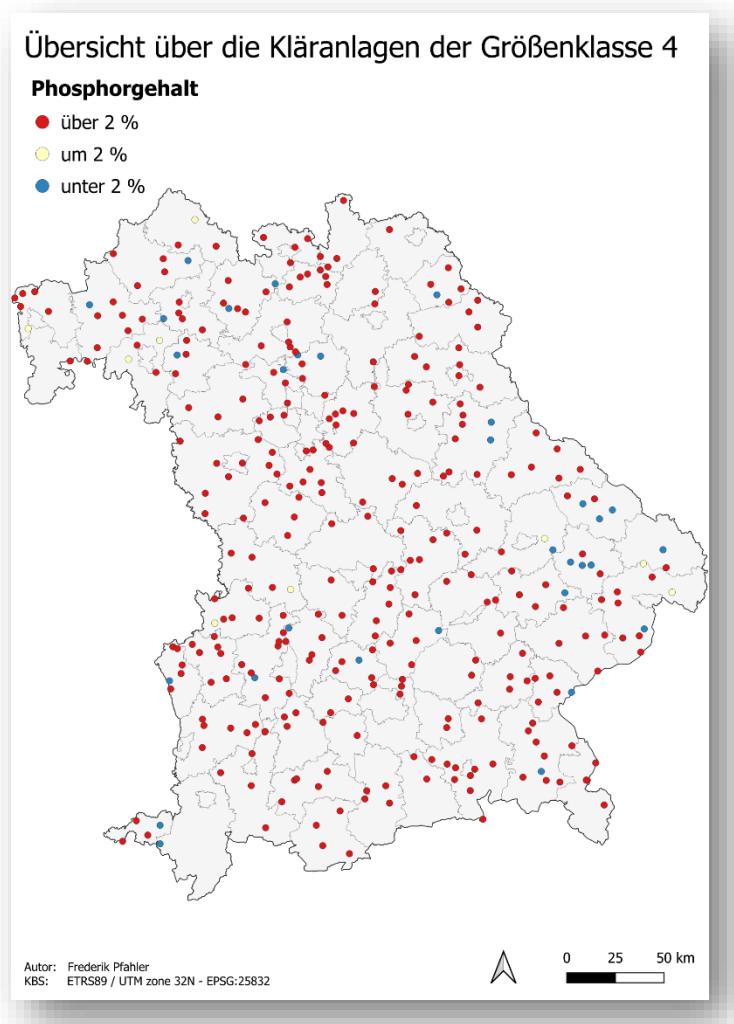
● um 2 %

● unter 2 %





Phosphorgehalt in den unterschiedlichen Größenklassen (GK)



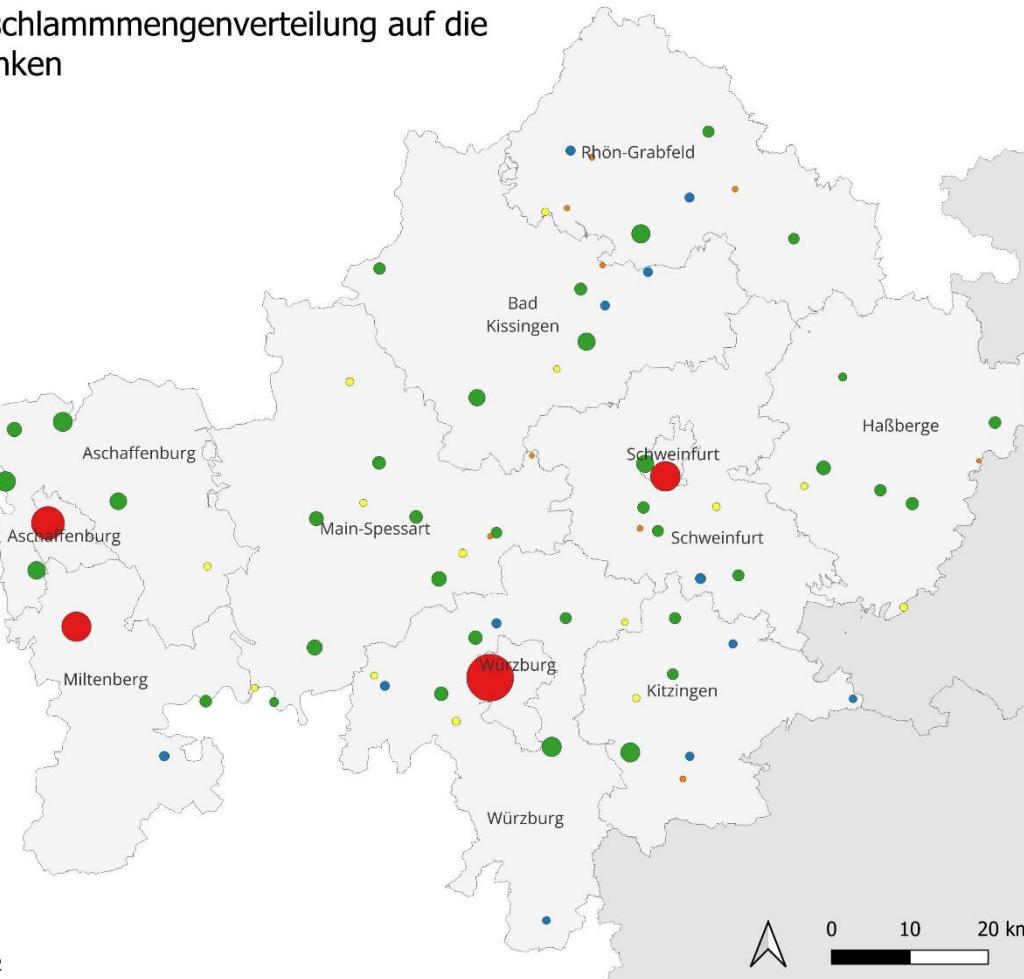


Klärschlammengenverteilung Unterfranken um/über 2 %

Übersicht über die Klärschlammengenverteilung auf die
Kläranlagen in Unterfranken

76 Kläranlagen
22.700 Mg/a TS Klärschlamm

- Größenklasse 5
1.640 bis 4.176 Mg/a TS Klärschlamm
4 Kläranlagen (5 %)
9.573 Mg/a TS Klärschlamm (42 %)
- Größenklasse 4
58 bis 694 Mg/a TS Klärschlamm
37 Kläranlagen (49 %)
11.470 Mg/a TS Klärschlamm (51 %)
- Größenklasse 3
49 bis 129 Mg/a TS Klärschlamm
12 Kläranlagen (16 %)
1.007 Mg/a TS Klärschlamm (4 %)
- Größenklasse 2
24 bis 59 Mg/a TS Klärschlamm
14 Kläranlagen (18 %)
571 Mg/a TS Klärschlamm (3 %)
- Größenklasse 1
2 bis 16 Mg/a TS Klärschlamm
9 Kläranlagen (12 %)
79 Mg/a TS Klärschlamm (\approx 0 %)



Autor: Frederik Pfahler
KBS: ETRS89 / UTM zone 32N - EPSG:25832

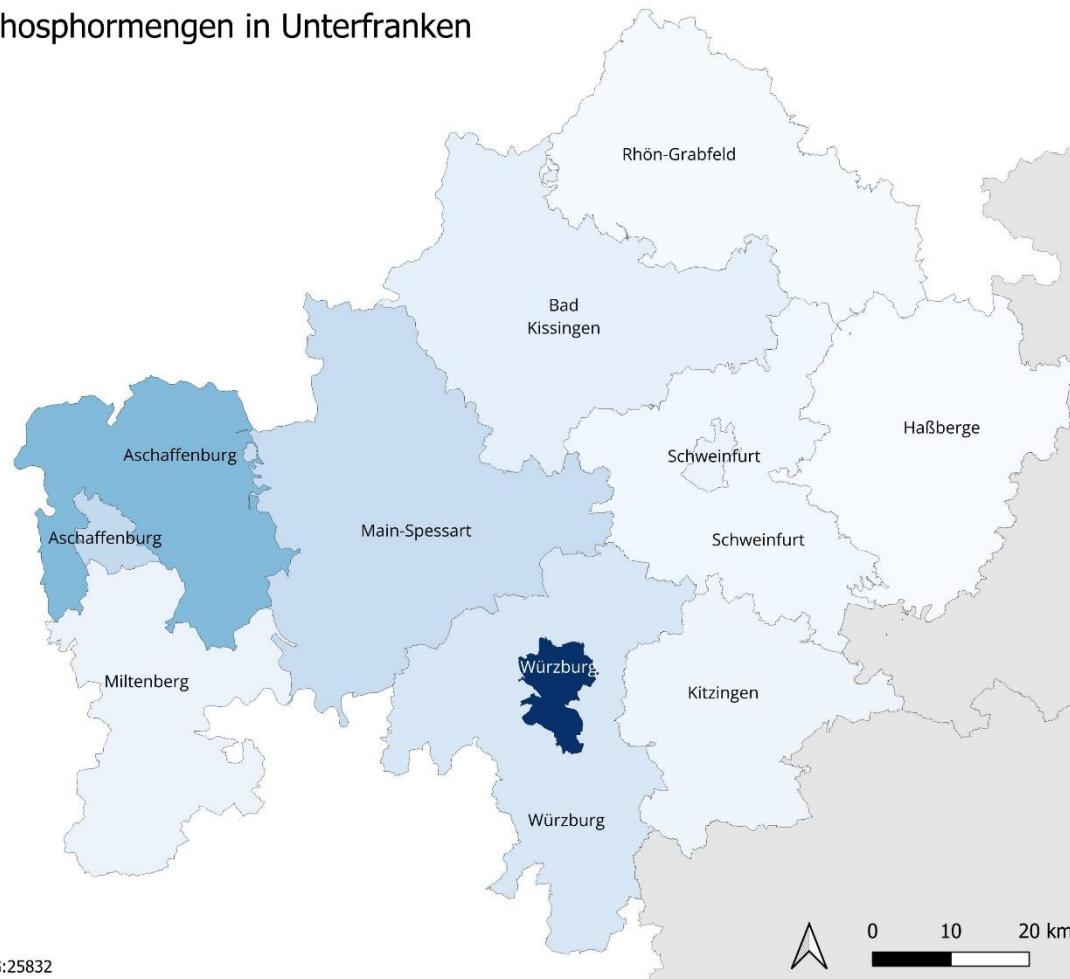


Phosphormengenverteilung Unterfranken

Übersicht über die Phosphormengen in Unterfranken

631 Mg/a Phosphor

- Landkreis Haßberge
29 Mg/a Phosphor (5 %)
- Landkreis Röhn-Grabfeld
31 Mg/a Phosphor (5 %)
- Landkreis Schweinfurt
34 Mg/a Phosphor (5 %)
- Landkreis Kitzingen
35 Mg/a Phosphor (6 %)
- Kreisfreie Stadt Schweinfurt
37 Mg/a Phosphor (6 %)
- Landkreis Miltenberg
37 Mg/a Phosphor (6 %)
- Landkreis Bad Kissingen
40 Mg/a Phosphor (6 %)
- Landkreis Würzburg
48 Mg/a Phosphor (8 %)
- Landkreis Main-Spessart
57 Mg/a Phosphor (9 %)
- Kreisfreie Stadt Aschaffenburg
60 Mg/a Phosphor (9 %)
- Landkreis Aschaffenburg
82 Mg/a Phosphor (13 %)
- Kreisfreie Stadt Würzburg
141 Mg/a Phosphor (22 %)

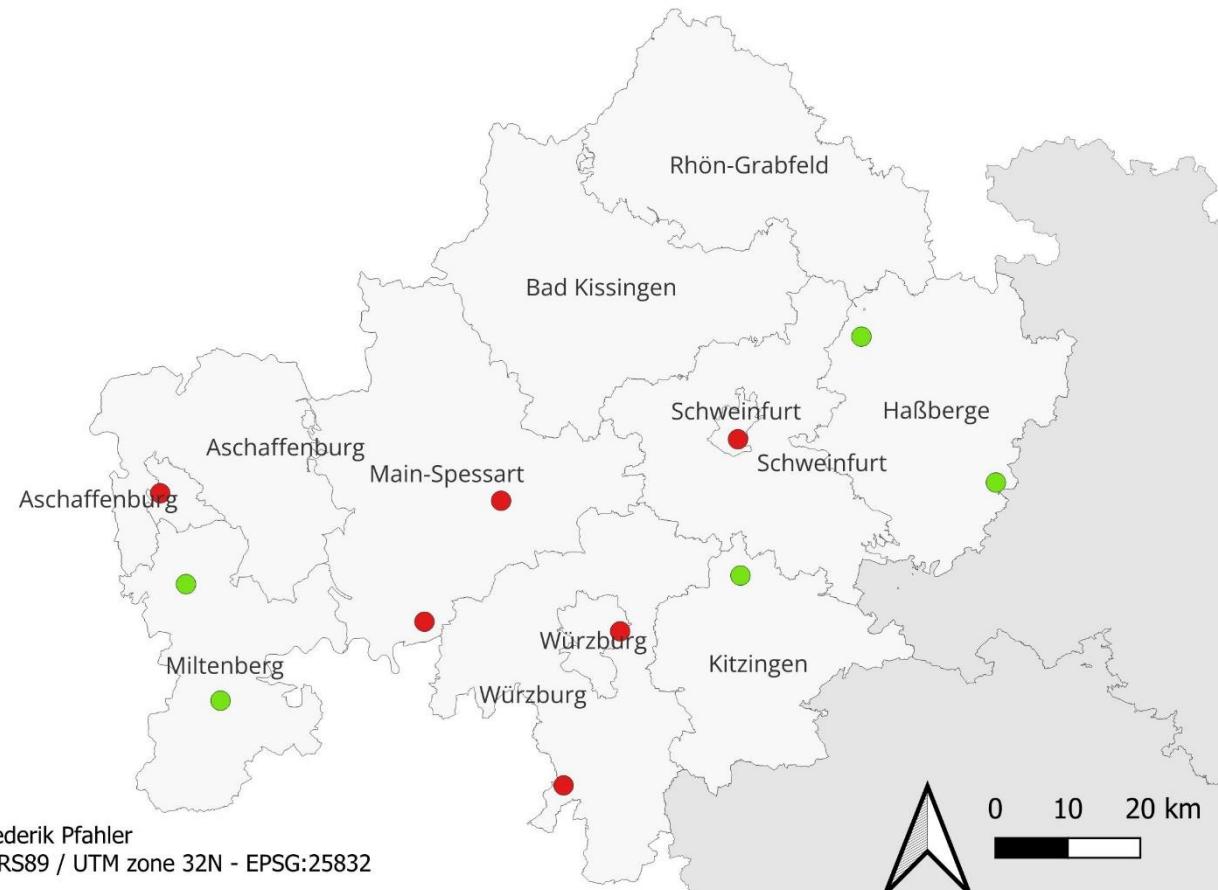


Autor: Frederik Pfahler
KBS: ETRS89 / UTM zone 32N - EPSG:25832



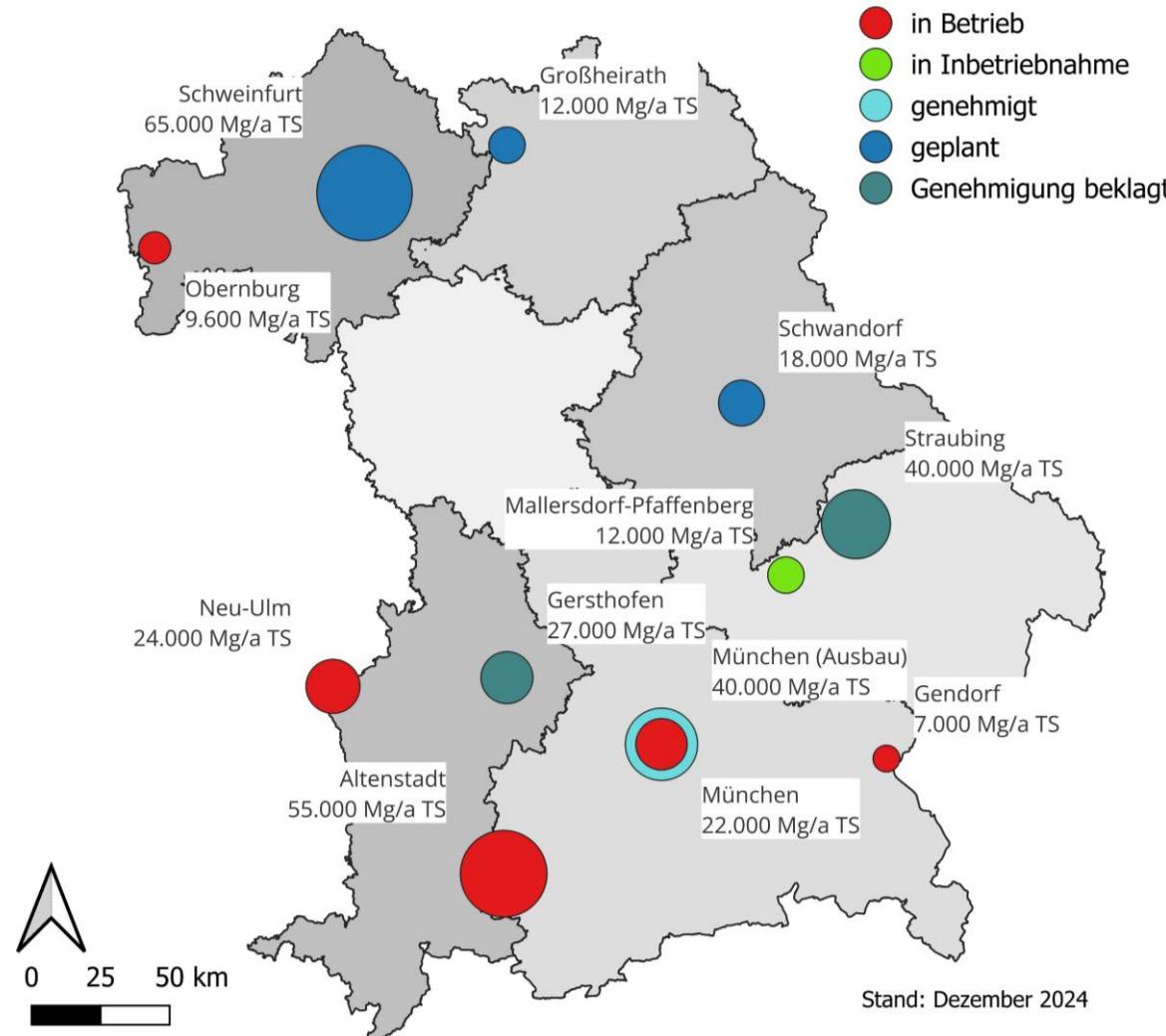
Übersicht über die Klärschlamm-trocknungsanlagen in Unterfranken

- Klärschlamm-trocknungsanlagen
- Kläranlagen und Zweckverbände, die ihren Klärschlamm selbst trocknen





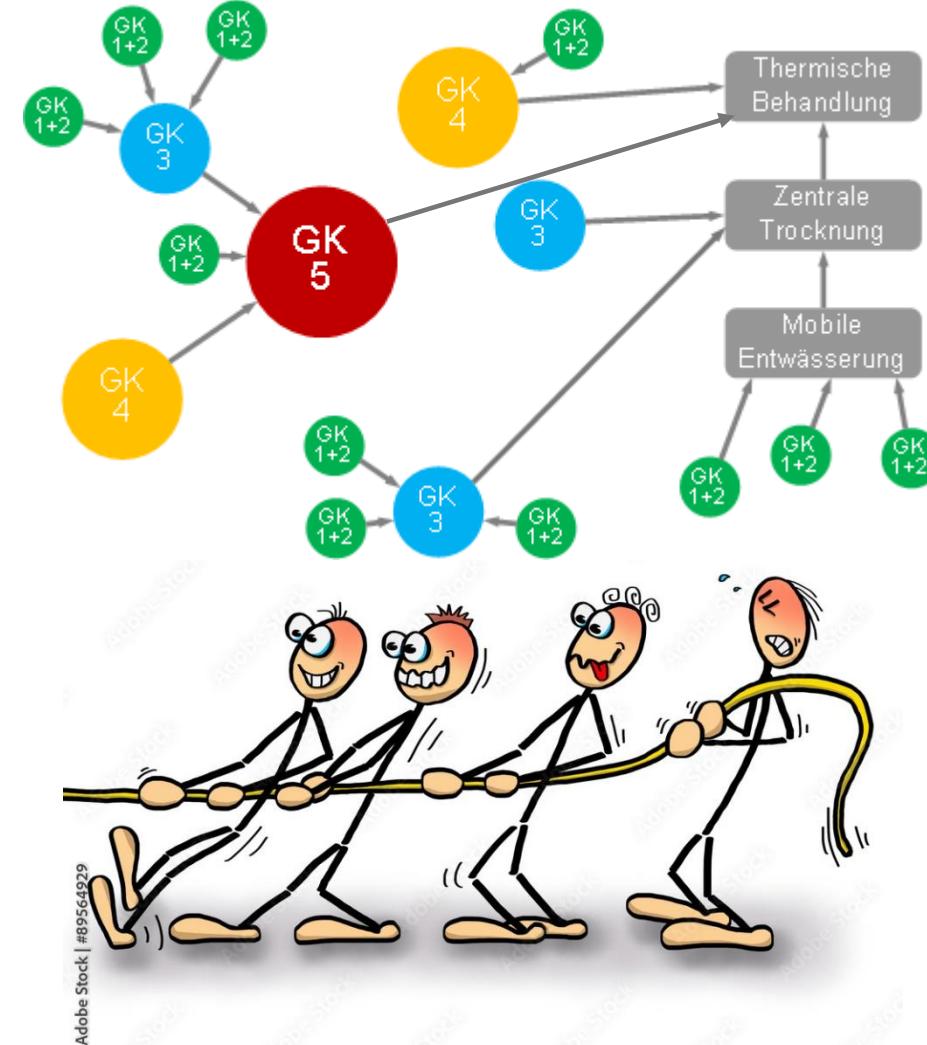
Klärschlammmonoverbrennungsanlagen mit Kapazitäten





Klärschlammkooperationen als wichtige Voraussetzung

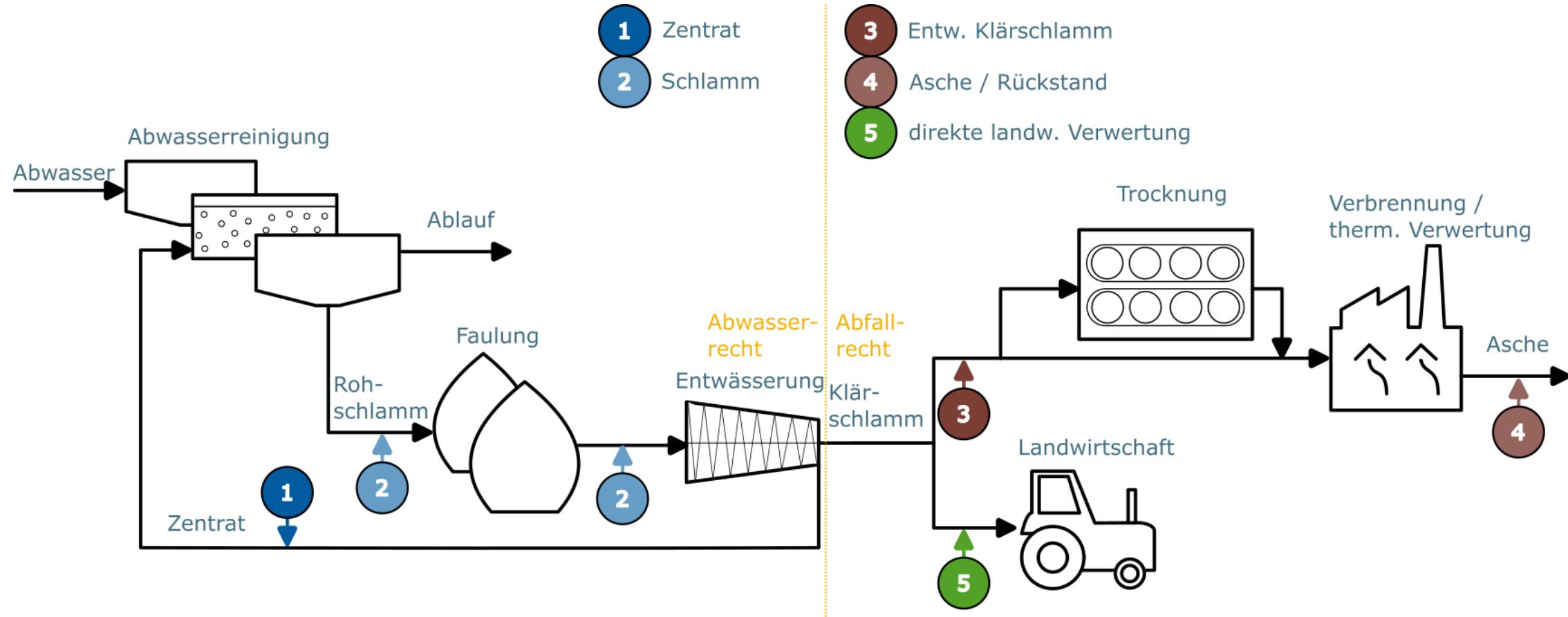
- Zunehmender Grad der Verarbeitung des Klärschlams sollte mit einer zunehmenden Zentralisierung der Anlagen einhergehen.
- Wirtschaftlichkeit oft nur mit großen Anlagen zu erzielen.
 - Steigende Transportkosten müssen gegengerechnet werden.
- Klärschlammtrocknung kann unabhängig vom Phosphorrückgewinnungsverfahren geplant werden.



Adobe Stock | #89564929

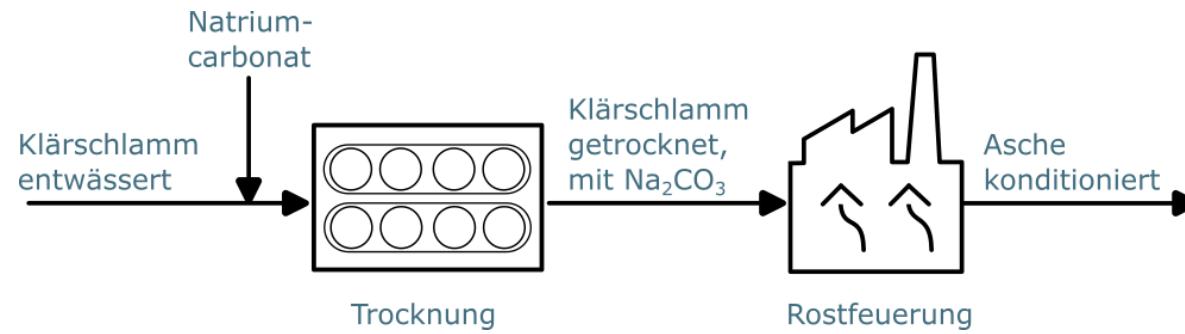


Ansatzpunkte zur Phosphorrückgewinnung





Thermochemische Behandlung von Klärschlamm (Ashdec Variante B)



 Rhenania

3

Entw. Klärschlamm

Technologiereife	Pilotierung (TRL 7-8)
Standort	In Monoverbrennung (Rostfeuerung) integriert
Ausgangsmaterial	entw. Klärschlamm, ggf. limitiert durch Schwermetallgehalte
Energie, Chemikalien	Natriumcarbonate
Abfälle	-
P-Ausbeute	> 95 %
P-Produkt	Konditionierte Asche, erhöhte Pflanzenverfügbarkeit, keine SM-Entfrachtung



Thermochemische Behandlung von Klärschlamm (EuPhoRe)

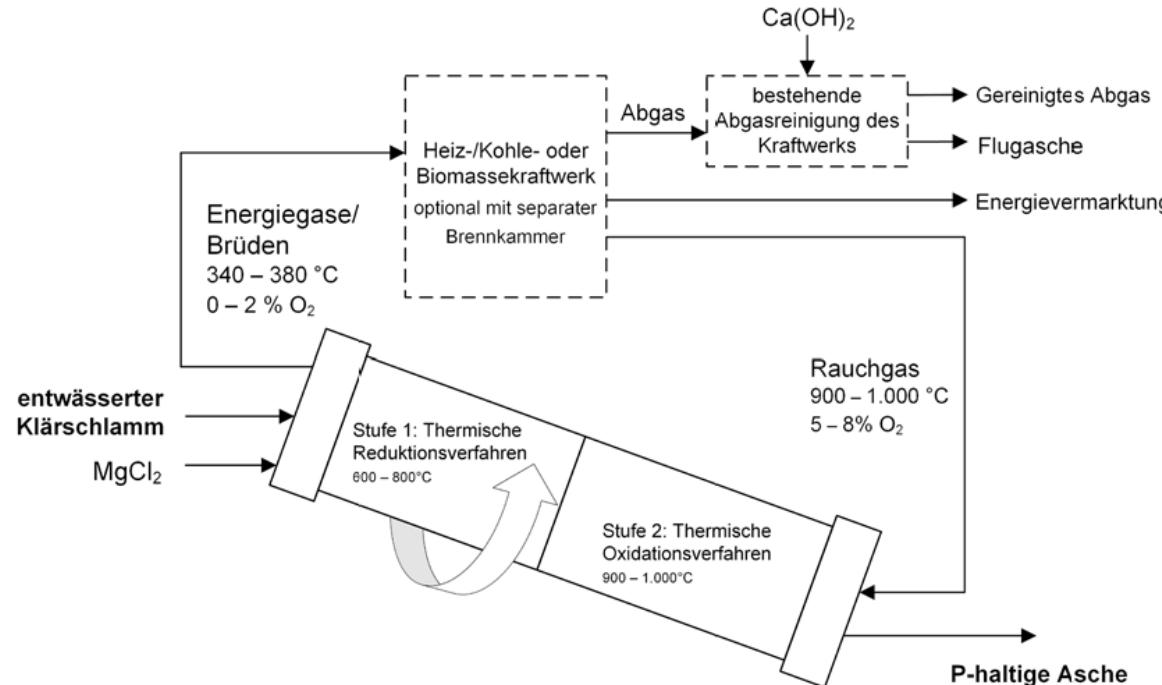


Abbildung: Lodwig, Claudia (2020): Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlamm und Klärschlammmasche. Eigenschaften verschiedener Verfahren. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). Recklinghausen.

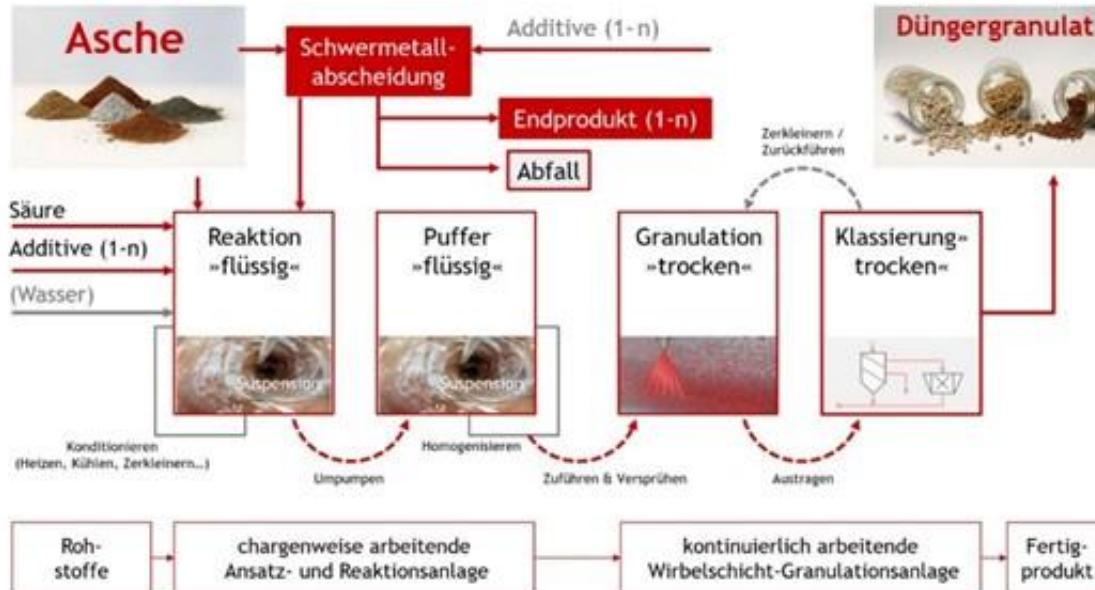
3

Entw. Klärschlamm

Technologiereife	Pilotierung (TRL 7-8)
Standort	Anbindung an thermisches Kraftwerk
Ausgangsmaterial	entw. Klärschlamm, ggf. limitiert durch Schwermetallgehalte
Energie, Chemikalien	(Erd-)Alkalosalze, Carbonate
Abfälle	Flugasche, über Abgasreinigung des thermischen Kraftwerks
P-Ausbeute	> 95 %
P-Produkt	Konditionierte Asche, Pflanzenverfügbarkeit fraglich



Konditionierung von Klärschlammmasche (Phos4Green)



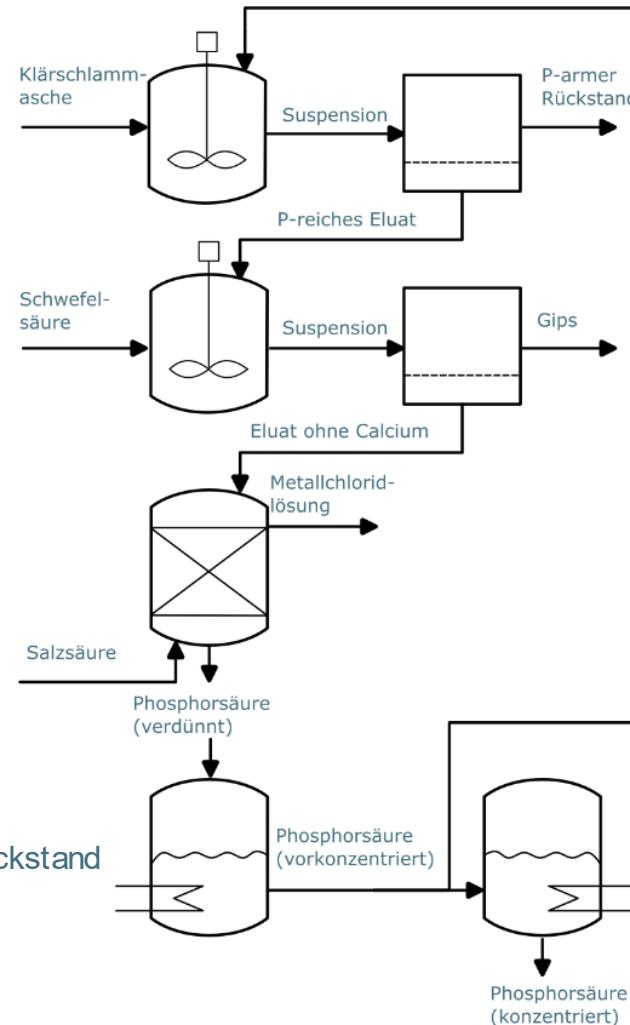
3

Entw. Klärschlamm

Technologiereife	Eine Anlage im Vollmaßstab (aktuell Stillstand, TRL 8)
Standort	Bei Wärmequelle (für Trocknung)
Ausgangsmaterial	Klärschlammmasche, konform zur DüMV, AbfKlärV
Energie, Chemikalien	Wärme zur Trocknung, weitere düngende Stoffe
Abfälle	keine
P-Rückgewinnungsquote	> 95 %
P-Produkt	Marktfähiger Phosphor- oder Mehrfachdünger



Nasschemische Verfahren aus der Klärschlammäsche (Tetraphos)



4

Asche / Rückstand

Technologiereife	Eine Anlage im Vollmaßstab (TRL 8)
Standort	Monoverbrennung oder Chemiestandort
Ausgangsmaterial	Klärschlammäsche
Energie, Chemikalien	Salzsäure, Schwefelsäure, Verdampferwärme
Abfälle	Laugungs- und Fällungsabfälle
P-Ausbeute	> 90 %
P-Produkt	technische Phosphorsäure, hohe Marktfähigkeit



Nasschemische Verfahren aus der Klärschlammmasche (Ash2Phos)

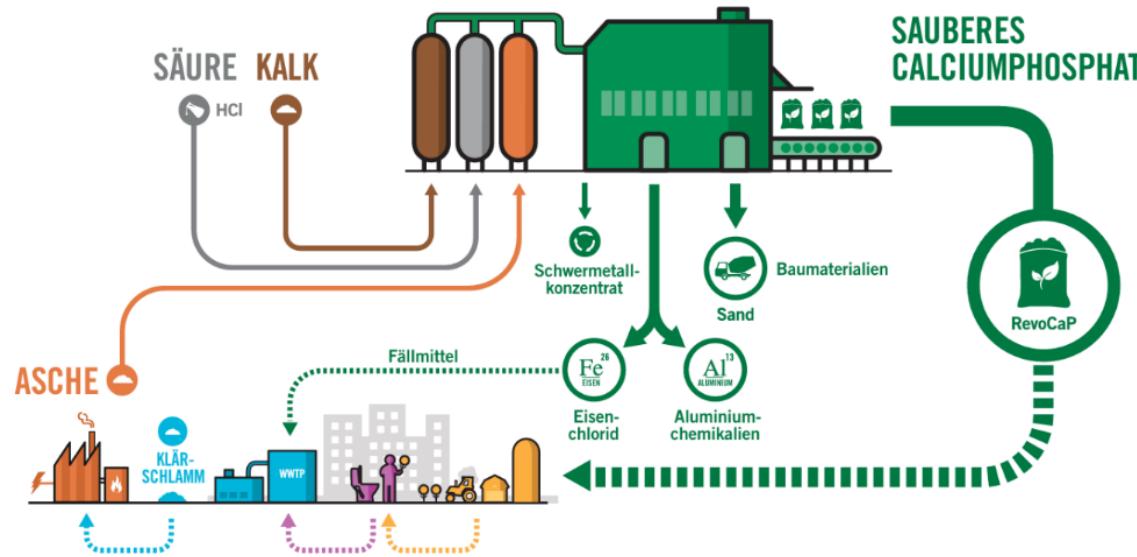


Abbildung: https://www.easymining.com/globalassets/easymining.com/documents/ash2phos_folder_2310_de_2.pdf

4

Asche / Rückstand

Technologiereife	Pilotanlage (TRL 7)
Standort	Monoverbrennung oder Chemiestandort
Ausgangsmaterial	Klärschlammmasche
Energie, Chemikalien	Salzsäure, org. Lösemittel, Fluoride, Verdampferwärme
Abfälle	Laugungs- und Fällungsabfälle
P-Ausbeute	> 90 %
P-Produkt	technische Phosphorsäure oder Calciumphosphat

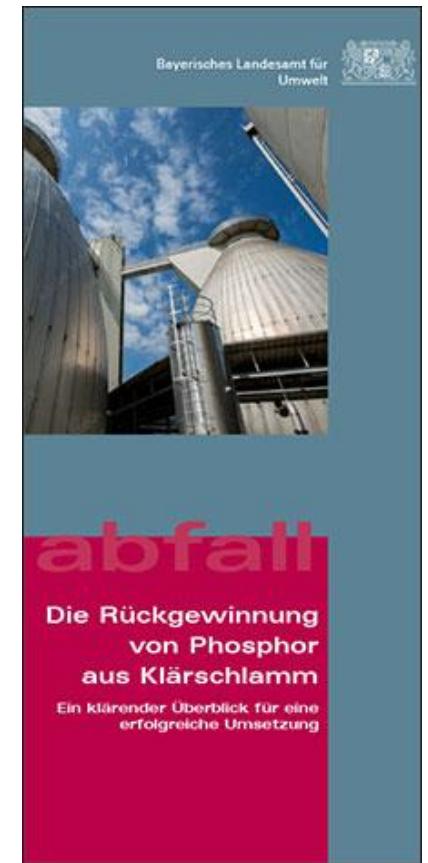
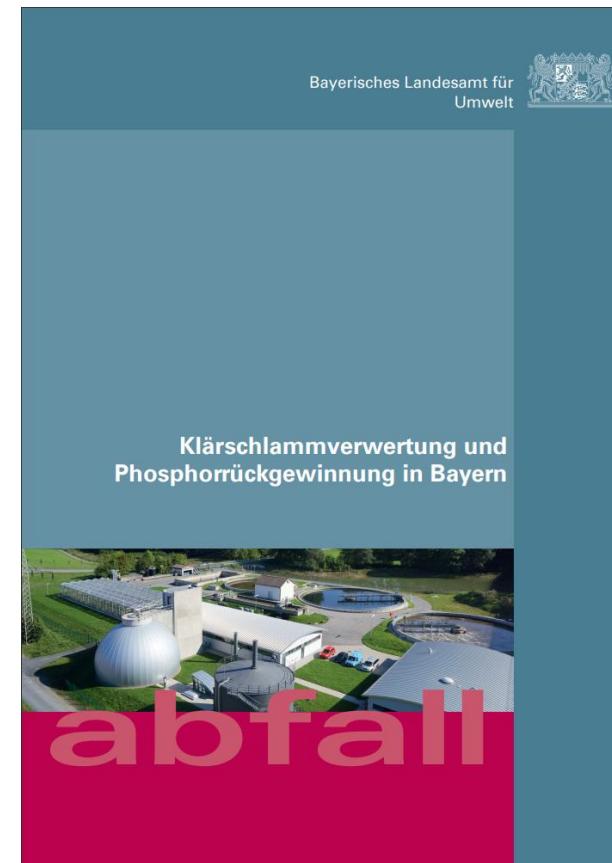


Gegenüberstellung verschiedener Verfahren

	EuPhoRe	Phos4Green	Ashdec Variante B	Ash2Phos TetraPhos
Entwicklungsstand (TRL)	8	8	8	7/8
Anforderungen Klärschlamm	Grenzwerte (AbfKlärV, DüMV)	Grenzwerte (AbfKlärV, DüMV)	Grenzwerte (AbfKlärV, DüMV)	-
Standort	Zentral	Zentral	Zentral	Zentral
Produktqualität (Verwertbarkeit, Pflanzen-verfügbarkeit)	Pflanzen-verfügbarkeit fraglich	Pflanzen-verfügbarkeit fraglich	Konditionierte Asche, als Dünger verwertbar	marktfähiges (Zwischen-) Produkt



Publikationen des LfU zum Thema Klärschlamm und Phosphorrückgewinnung



<https://www.lfu.bayern.de/publikationen/index.htm>



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Kontakt: klaerschlamm@ifu.bayern.de

