

Neues zum Thema Klärschlamm

Übersicht

1. Rechtsrahmen
2. Verwertungswege inkl. Stand Bayern
3. Schwerpunkt Phosphorrückgewinnung:
Gründe, Bericht 2023/2027, Verfahren
4. Förderoptionen
5. Aktuelle Projekte in Bayern mit Bezug zur
Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung

Rechtsrahmen

Neue Eckpunkte für die bodenbezogene Verwertung von Klärschlämmen (Abfallklärschlammverordnung)

- Bereits jetzt: strenge Vorgaben hinsichtlich der Verwertung (Klärschlamm- und Bodenanalysen, Mengenbegrenzungen etc.)
- ab 01.01.2029 ist bodenbezogene Verwertung bei Kläranlagen > 100.000 EW nicht mehr zulässig (Artikel 5)
- ab 01.01.2032 ist bodenbezogene Verwertung bei Kläranlagen > 50.000 EW nicht mehr zulässig (Artikel 6)

Rechtsrahmen

- Aktuell
 - Klärschlamm ist möglichst hochwertig zu verwerten, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist
 - Es ist eine Phosphorrückgewinnung und die Rückführung des gewonnenen Phosphors anzustreben

- Ab 2029 bzw. 2032
 - grundsätzlich alle Betreiber von kommunalen Abwasserbehandlungsanlage unabhängig von der jeweiligen Ausbaugröße zu einer Phosphorrückgewinnung verpflichtet, ABER ...

Rechtsrahmen

... Klärschlammherzeuger einer Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von mehr als 100.000 EW (2029) bzw. mehr als 50.000 EW (2032) kann den in der Anlage anfallenden Klärschlamm einer anderweitigen Abfallentsorgung zuführen, sofern

- der Klärschlamm einen Phosphorgehalt von weniger als 20 Gramm je Kilogramm TM aufweist oder
- bereits einer Phosphorrückgewinnung nach § 3 Abs.1 Nr. 1 AbfKlärV erfolgt ist

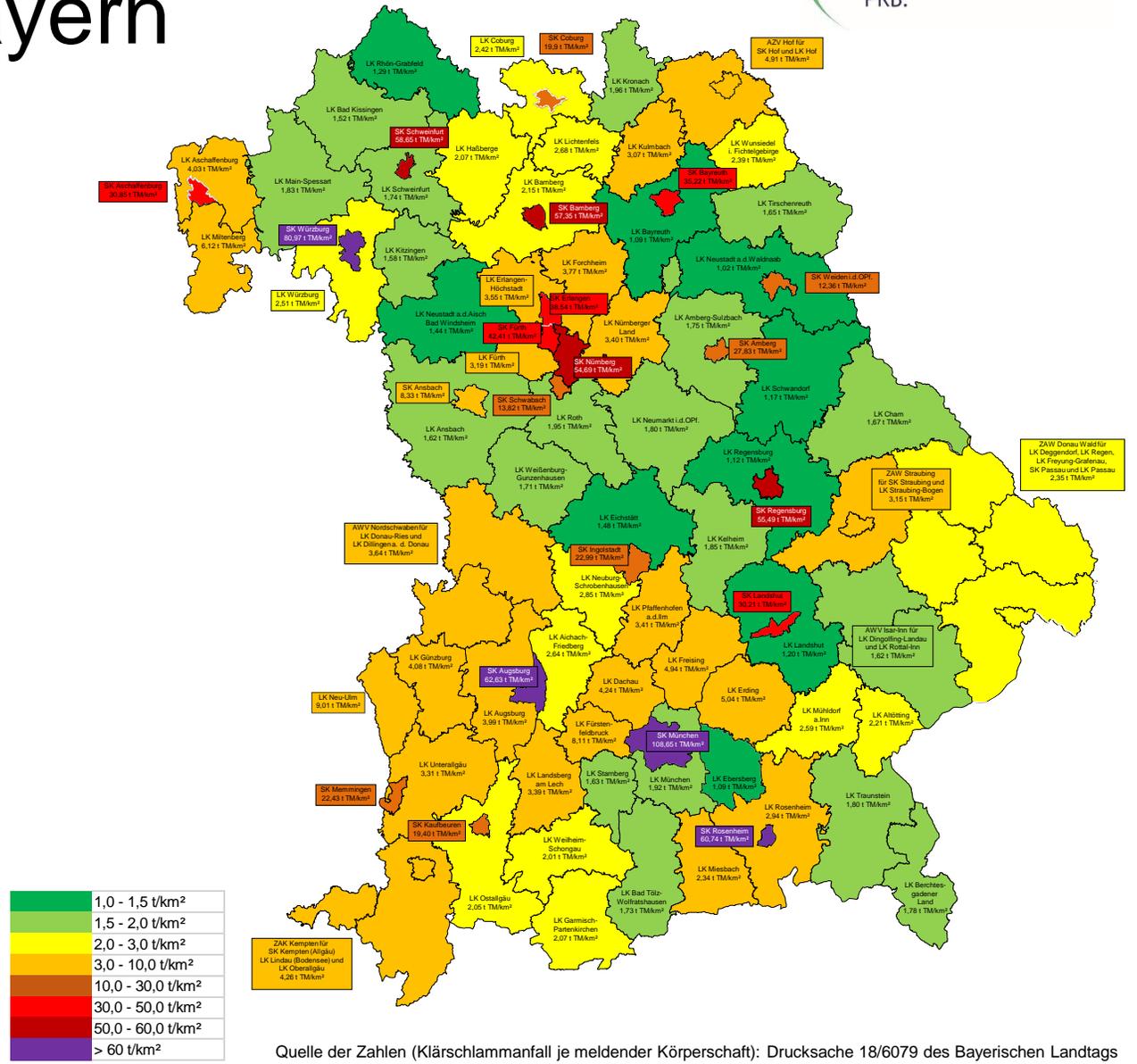
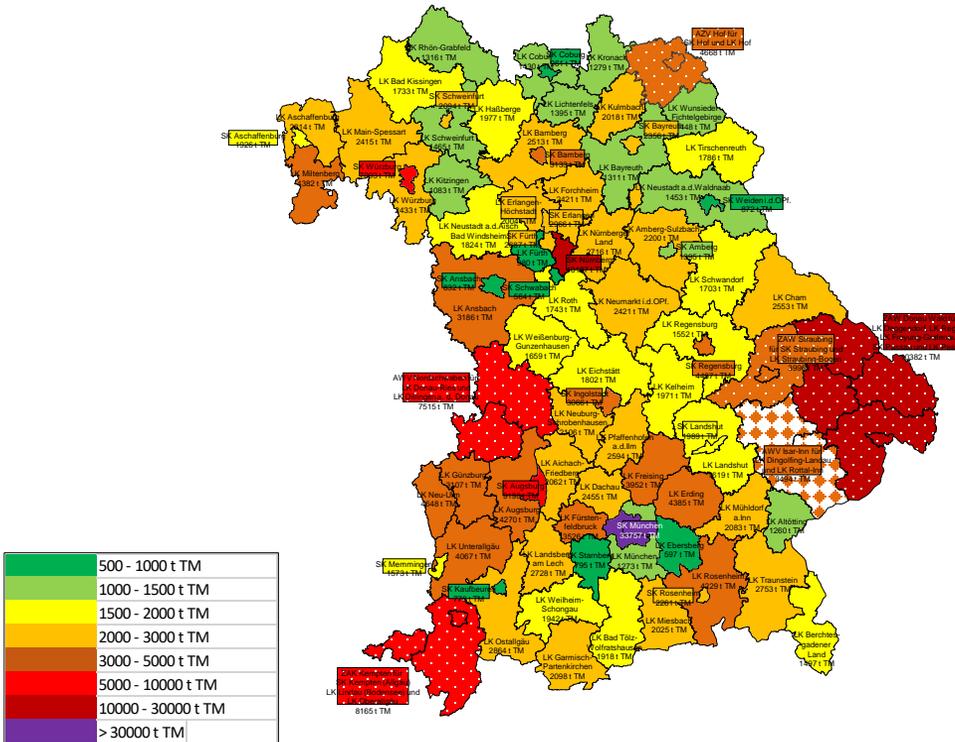
Rechtsrahmen

... Klärschlammherzeuger einer Abwasserbehandlungsanlage mit einer genehmigten Ausbaugröße von bis zu 100.000 EW (2029) oder bis zu 50.000 EW (2032) kann den in der Anlage anfallenden Klärschlamm unabhängig vom Phosphorgehalt

- entweder bodenbezogen verwerten oder
- nach Zustimmung der zuständigen Behörde einer anderen Abfallverwertung im Sinne des KrWG zuführen.

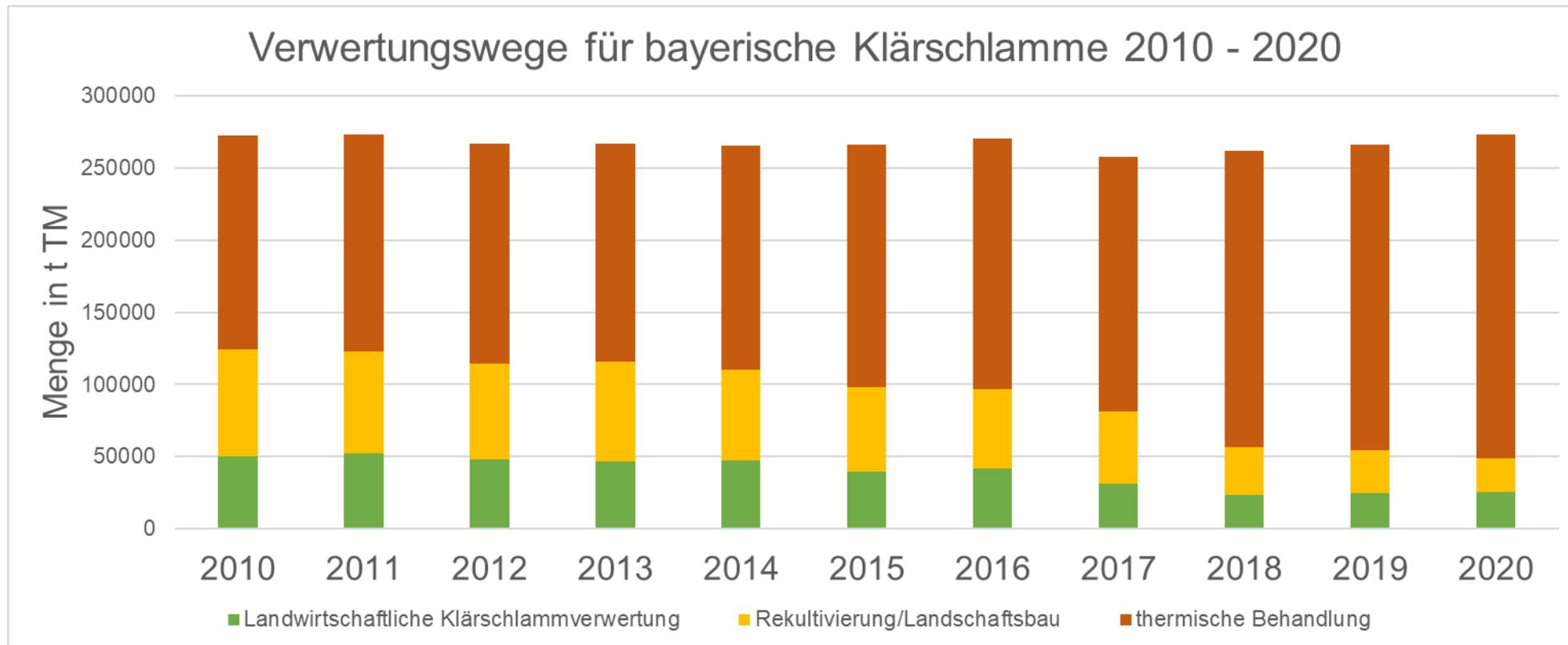
Klärschlammmanfall in Bayern

- Jährlich rd. 260.000 – 280.000 t TM
- hier dargestellt: durchschnittlicher Anfall in den Jahren 2014-2018 je meldender Körperschaft bzw. mit Flächenbezug



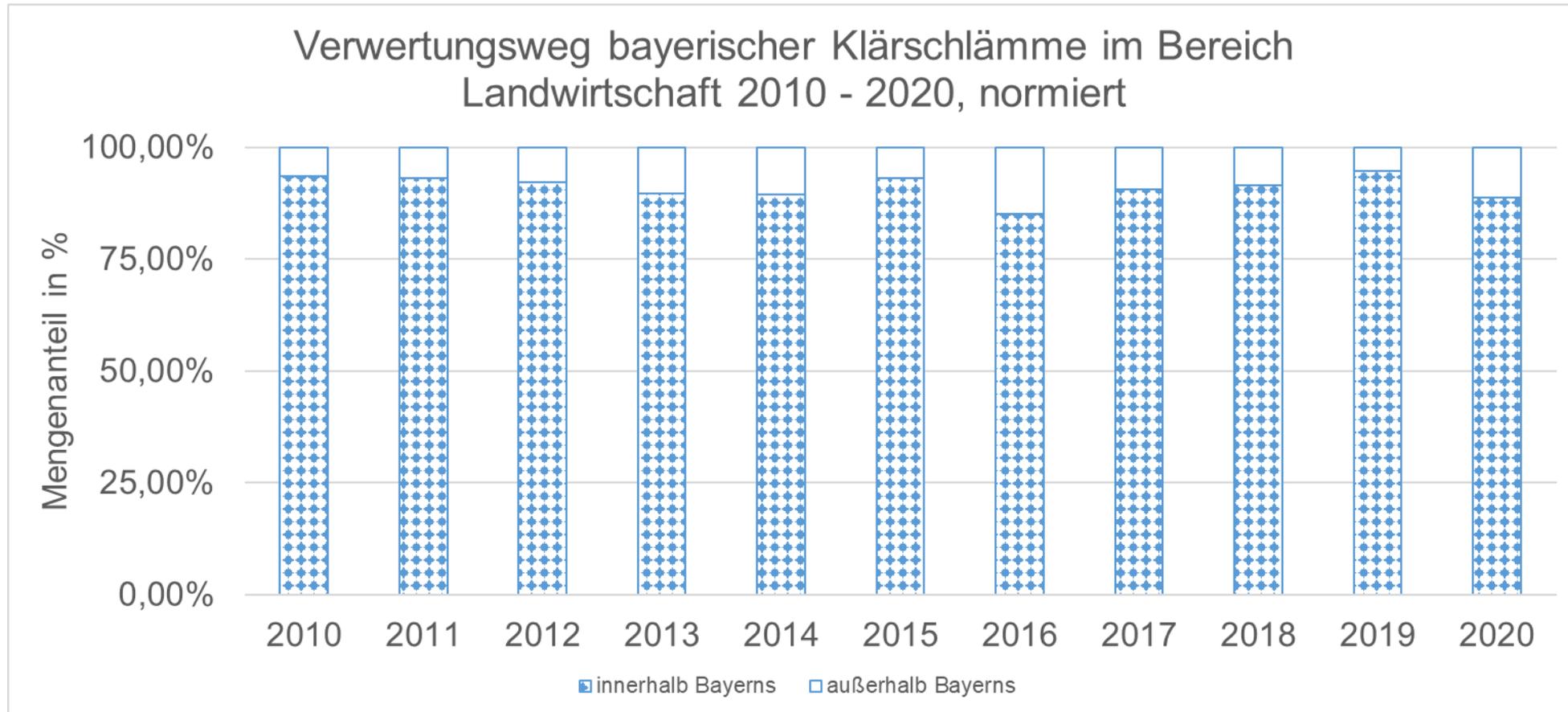
Verwertungswege in Bayern

- Entwicklung der Entsorgungswege



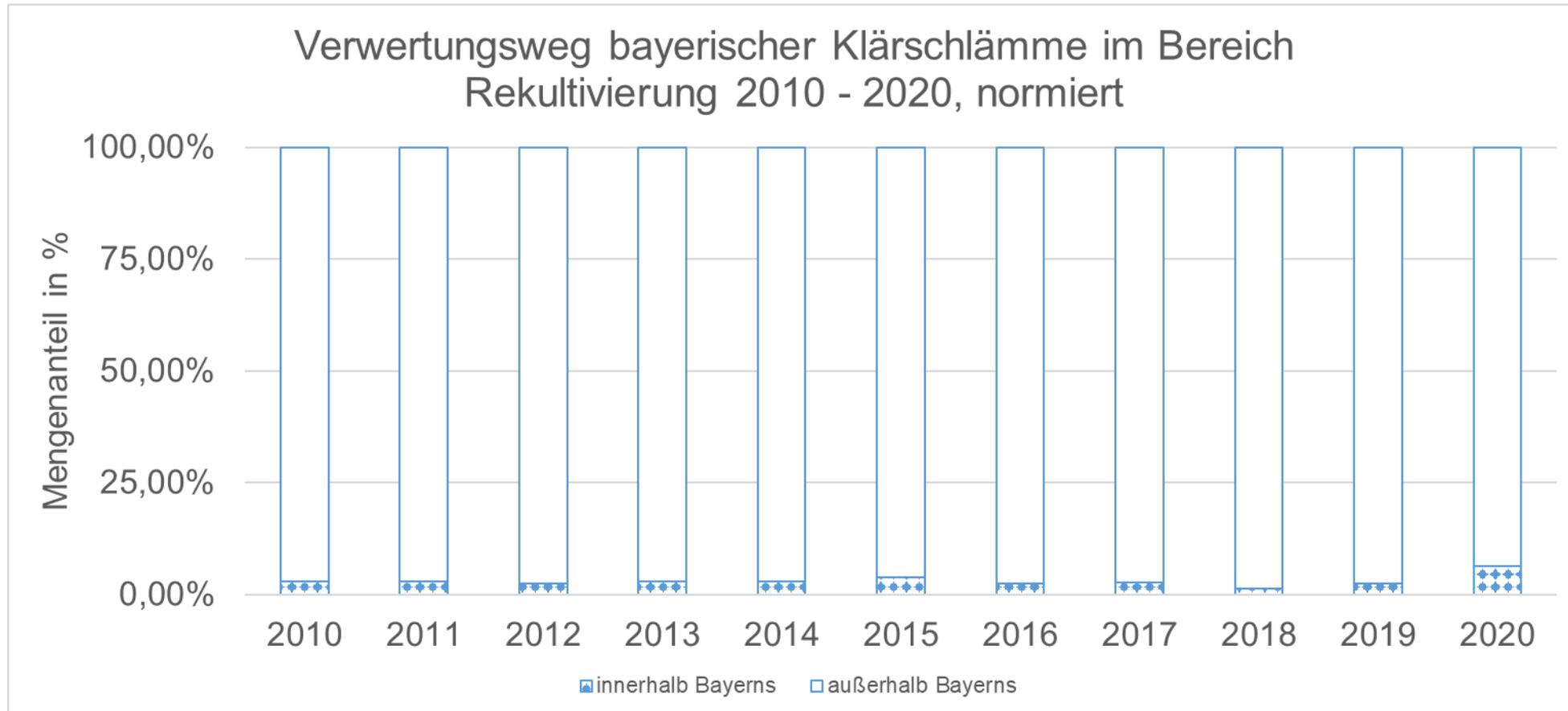
Verwertungswege innerhalb und außerhalb Bayerns

- Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung



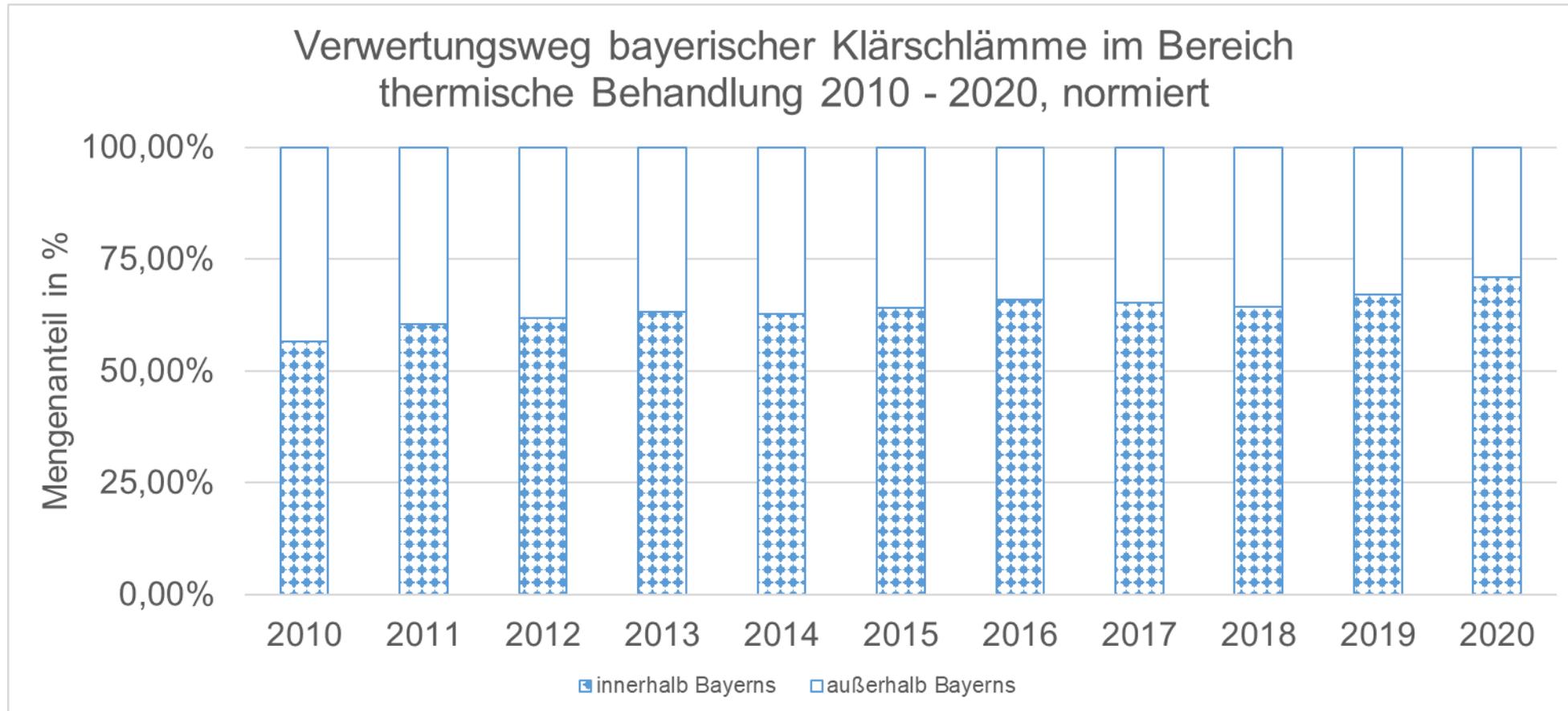
Verwertungswege innerhalb und außerhalb Bayerns

- Rekultivierung/Landschaftsbau



Verwertungswege innerhalb und außerhalb Bayerns

- Thermische Behandlung



Bodenbezogene Klärschlammverwertung

- Neben düngewirksamen Stoffen kann Klärschlamm auch Schadstoffe enthalten wie z. B. Schwermetalle, Kunststoffe sowie (antibiotikaresistente) Bakterien
- Ausgewählte Veröffentlichungen
 - Erarbeitung anspruchsvoller Standards für die mittelfristige Fortführung der bodenbezogenen Verwertung von Klärschlämmen aus Abwasserbehandlungsanlagen mit kleiner Ausbaugröße - Bakterielle Resistenzen in Klärschlamm (UBA, 2022, [hier](#))
 - Kunststoffe in der Umwelt – Erarbeitung einer Systematik für erste Schätzungen zum Verbleib von Abfällen und anderen Produkten aus Kunststoffen in verschiedenen Umweltmedien (UBA, 2020, [hier](#))

Unterstützungsoptionen in Bayern bei der landwirtschaftliche Klärschlammverwertung

- Bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung kann in Bayern das Programm POLARIS genutzt werden (inkl. Fach- und IT-Hotline) → weitere Informationen erhalten Sie auf der Homepage des LfU ([hier](#))
- Übersicht der Vorgaben im Bereich der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung (Veröffentlichung der Landesanstalt für Landwirtschaft: [hier](#))
- Zu beachten: zukünftiges Verbot der bodenbezogenen Verwertung für Klärschlämme aus Abwasserbehandlungsanlagen über 100.000 EW (ab 2029) bzw. 50.000 (ab 2032)

Thermische Behandlung

- Klärschlammverbrennung
- Mitverbrennung in
 - Zementwerken
 - Kohlekraftwerken
 - Müllheizkraftwerken

Schwerpunkt Phosphor

- Die weltweiten Phosphorreserven sind begrenzt und auf wenige Länder konzentriert
- Die EU verfügt über keine Reserven und ist weitgehend auf Importe angewiesen
→ Phosphor wurde daher als „kritischer Rohstoff“ eingestuft



Schwerpunkt Phosphor

- Die weltweiten Phosphorreserven sind begrenzt und auf wenige Länder konzentriert
- Die EU verfügt über keine Reserven und ist weitgehend auf Importe angewiesen
→ Phosphor(it) wurde daher als „kritischer Rohstoff“ eingestuft

Rohstoffe	Phase	Weltweit größte Erzeuger	Wichtigste Lieferländer der EU	Importabhängigkeit	EoL-RIR	Ausgewählte Verwendungen
			Auf der Grundlage von inländischer Produktion und Einfuhren (ohne Ausfuhr)	IA = (Einfuhr – Ausfuhr) / (Inlandsproduktion + Einfuhr – Ausfuhr)	Die End-of-Life-Recycling-Einsatzquote (EoL-RIR) ist der Prozentsatz der Gesamtnachfrage, der durch Sekundärrohstoffe gedeckt werden kann.	
Phosphorit	Förderung	China (48 %) Marokko (11 %) Vereinigte Staaten (10 %)	Marokko (24 %) Russland (20 %) Finnland (16 %)	84%	17%	Mineraldünger, Phosphorverbindungen
Phosphor	Verarbeitung	China (74 %) Kasachstan (9 %) Vietnam (9 %)	Kasachstan (71 %) Vietnam (18 %) China (9 %)	100%	0%	Chemische Anwendungen, Verteidigungsanwendungen

Bericht 2023 / 2027

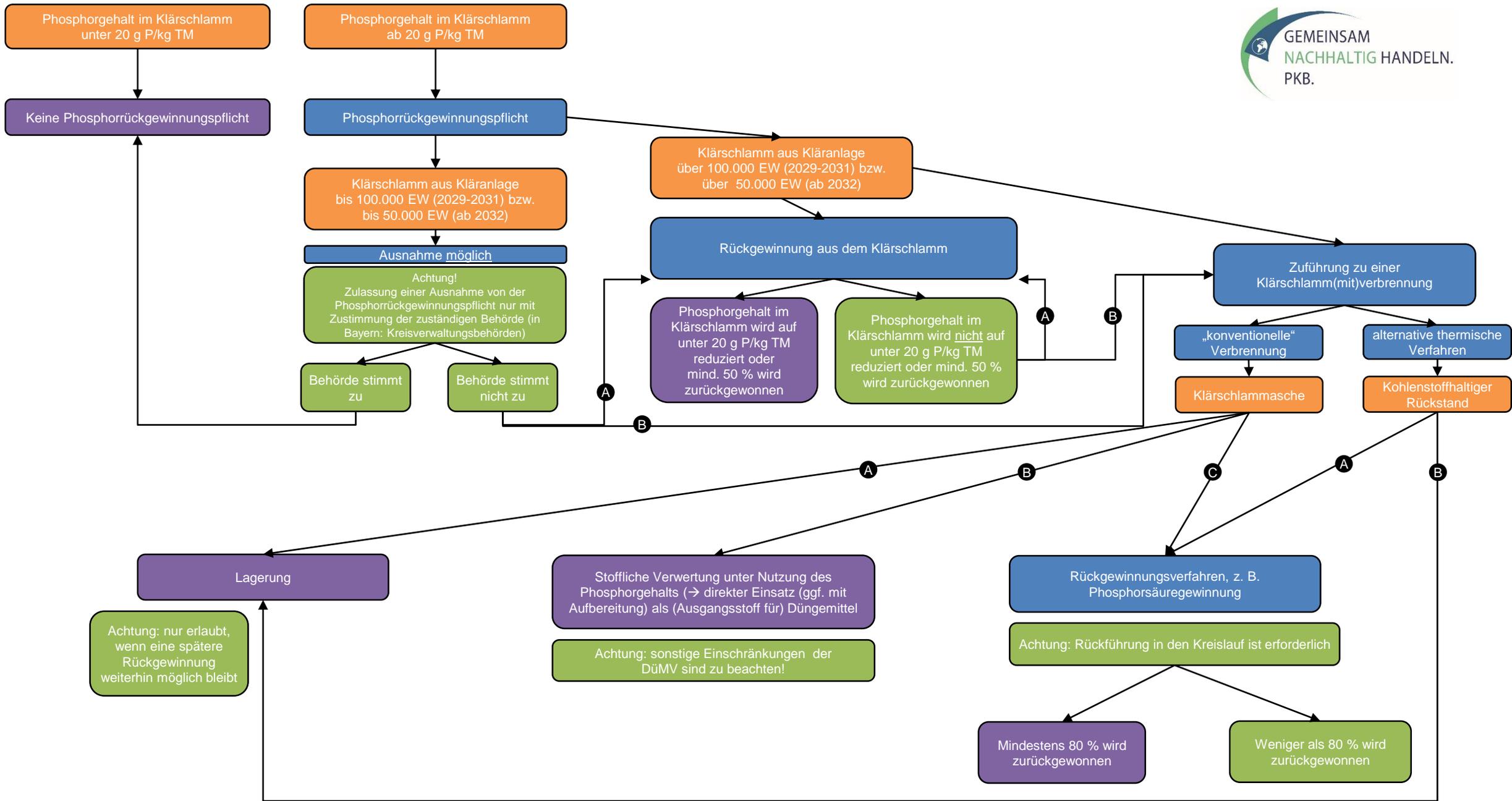
- für alle Klärschlhammerzeuger
- Zu messende Parameter
(nach den Bestimmungen des § 32 Abs. 1 und 3 AbfKlärV):
 - Phosphorgehalt und Gehalt an basisch wirksamen Stoffen, angegeben als Calciumoxid
 - Wichtig: keine eigene Probenahme und Analytik, nur unabhängige und notifizierte Untersuchungsstellen (Recherche von Untersuchungsstellen z. B. über ReSyMeSa, [hier](#))
 - Wiederholungsmessung 2027

Bericht 2023 / 2027

- Sonstige Inhalte 2023:
 - Bereits eingeleitete oder geplante Maßnahmen zur Sicherstellung der durchzuführenden Phosphorrückgewinnung, der Auf-/Einbringung in Böden oder der anderweitigen Abfallverwertung
 - Vorlage (Anlage zur LAGA M 39) ist [hier](#) verfügbar
- Die Bayerische Klärschlammplattform setzt sich für eine digitalisierte und gebündelte Erfassung anhand einer genaueren Vorlage ein

Phosphorrückgewinnung

- Untersuchungspflichten:
 - Messung je angefangene 500 t TM, höchstens jedoch in Abständen von 6 Monaten, auf Phosphor und Gehalt an basisch wirksamen Stoffen, bewertet als Calciumoxid
 - Wiederholung kann entfallen, wenn Klärschlamm eine Klärschlammverbrennung oder –mitverbrennung zugeführt wird
- Ab 20 g P/kg TM → Phosphorrückgewinnungspflicht außer (für kleinere Anlagen) bei bodenbezogener Verwertung oder mit Zustimmung der Behörde bei anderweitiger Abfallverwertung



Phosphorrückgewinnung

- Aus dem Klärschlamm
 - Eher geeignet bei P-Gehalt um den Grenzwert und bei biologischer P-Elimination im Abwasserpfad
 - Veröffentlichung zum Thema: Phosphorrückgewinnung bei der Abwasserbehandlung (Abschlussbericht [hier](#) verfügbar)

- Fazit: P-Rückgewinnung unter Berücksichtigung der Vorgaben der AbfKlärV (mind. 50 % bzw. auf unter 20 g/kg TM) i.d.R. nur mittels chemischer Verfahren möglich

Phosphorrückgewinnung

- Beispiel AirPrex-Verfahren
 - in Verbindung mit einer biologischen Phosphatelimination
 - nach der Faulung wird der Klärschlamm einer Luftstrippung unterzogen, durch Luftzuführung wird hierbei CO_2 ausgegast und der pH-Wert auf ca. 8 (+/- 0,2) angehoben, durch Zugabe von Magnesiumchlorid (MgCl_2) bilden sich Magnesium-Ammonium-Phosphat-Kristalle (MAP, Struvit), welche anschließend im Prozess abgetrennt und aufgereinigt werden
 - Umsetzung erfolgte z. B. am Standort KA Waßmannsdorf der Berliner Wasserbetriebe (BWB) → Produkt „Berliner Pflanze“, aber: zukünftige Vorgaben der AbfKlärV (50%) konnten nicht erreicht werden, zukünftig wird auf thermische Behandlung umgestellt werden

Phosphorrückgewinnung

- Aus der Klärschlammasche/dem kohlenstoffhaltigen Rückstand
 - Zum Einsatz als (Ausgangsstoff für) Düngemittel
 - Derzeit nur Klärschlammasche gelistet, keine Karbonisate o.ä.
 - verschiedene Düngemitteltypen möglich (P-Dünger oder durch Kombination mit anderen Einsatzstoffen Mehrnährstoffdünger wie NPK-Dünger)
 - Achtung: zusätzliche Vorgaben der DüMV sind zu beachten (P-Löslichkeiten, Granulierung etc.)
 - Phosphorsäure

Phosphorrückgewinnung

- Beispiel EuPhoRe
 - thermochemisches Verfahren in einem Drehrohrofen
 - durch Alkali/Erdalkalisulfat/chloridzugabe wird der Klärschlamm konditioniert, wobei hierdurch ein Schwermetallaustrag angestoßen und die spätere Phosphorlöslichkeit in der Asche erhöht wird; Reduktion der Metalle in einer Pyrolysestufe und Überführung von Chloriden in die Gasphase
 - beim Übergang in die Verbrennungsstufe werden organische Schadstoffe zerstört und es erfolgt eine "Umkristallisation" der Mineralik, wodurch eine erhöhte Phosphatlöslichkeit umgesetzt wird

→ IFAT 02.06.2022, Halle C3: Vortrag zum INTERREG-Projekt Phos4You

Phosphorrückgewinnung

- Beispiel TetraPhos
 - Nasschemisches Verfahren
 - Aufschluss von Klärschlammasche mit Phosphorsäure (Schwermetalle und Phosphor in Lösung) → Durch Sulfidzugabe werden einige Schwermetalle gefällt und abfiltriert → Das Filtrat (enthält auch Eisen, Aluminium, Calcium und Phosphor) wird unter Zugabe von Schwefelsäure behandelt, wobei Gips ausgefällt und abgetrennt wird → Eisen und Aluminium werden über Ionenaustauscher entfernt, sodass am Ende eine etwa 25%ige Phosphorsäure erzeugt wird, welche teilweise wieder im Prozess rückgeführt und zum Aufschluss der nächsten Asche eingesetzt werden kann
 - Derzeit: großtechnische Umsetzung in Hamburg

Unterstützende Stellen und Informationen

- Beratungsstelle Phosphorrückgewinnung des LfU (weitere Informationen [hier](#) oder Anfragen an klaerschlamml@lfu.bayern.de)
- Deutsche Phosphor Plattform (weitere Informationen [hier](#))
- Ausgewählte Veröffentlichungen:
 - Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung (Umweltbundesamt, 2019, [hier](#))
 - Bewertung konkreter Maßnahmen einer weitergehenden Phosphorrückgewinnung aus relevanten Stoffströmen sowie zum effizienten Phosphoreinsatz (Umweltbundesamt, 2015, [hier](#))

Förderoptionen

Bund

- Kommunalrichtlinie des Bundes (weitere Informationen [hier](#)):
Förderung von Zusammenschlüssen, Förderung von Anlagen zur gemeinsamen Klärschlammverwertung, z.B.
 - Anlagen der Größenklasse 1, 2 und 3: Vorklärbecken, Entwässerung, Mischung
 - Anlagen der Größenklasse 4 und 5: Annahme, Weiterverarbeitung und Verwertung

Förderoptionen

Bayerische Förderleistungen

- **StMI:** Förderung der interkommunalen Zusammenarbeit (weitere Informationen [hier](#))
- **StMWi:** Förderung von Energiekonzepten, z.B. zur Standortfindung gemeinsam genutzter Faulbehälter, Entwässerungen und Trocknungsanlagen (weitere Informationen [hier](#)), Bayerisches Energieforschungsprogramm (weitere Informationen [hier](#))

www.foerderdatenbank.de (mit verbesserter Stichwortsuche)

Aktuelle Projekte mit Bezug zur Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung

- Beispiel BAYOSINE
 - 100.000 t TM (entspräche einem Drittel des bayerischen Klärschlammes)
 - TCR-Technologie (thermokatalytisches Reforming)
 - Pyrolysegas → theoretisch Potential zur Wasserstoffherstellung
 - Pyrolyseöl → weitere Aufbereitung, z.B. zu Kerosin, Diesel
 - Pyrolysekohle (nicht direkt als Düngemittel verwertbar), als Energieträger für weitere Verbrennung
 - weitere Informationen [hier](#)

Aktuelle Projekte mit Bezug zur Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung

- Beispiel R-Rhenania
 - Projekt im Rahmen der RePhor-Fördermaßnahme
 - Errichtung und Betrieb einer großtechnischen AshDec®-Demonstrationsanlage (15.000 t/a) zur Herstellung von Phosphatdüngemitteln aus Klärschlammmaschen am Standort Altenstadt, Bayern
 - weitere Informationen [hier](#)

Aktuelle Projekte mit Bezug zur Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung

- Beispiel VerKlär²
 - Konzeption, Umsetzung, Inbetriebnahme, technische Prüfung/Optimierung und langfristige Demonstration einer Wirbelfeuerung als modulares Verbrennungsaggregat für Klärschlamm
 - dezentrale energetische Klärschlammverwertung für kommunale Kläranlagen der Größenklasse 4a mit 10.000-50.000 Einwohnerwerten in ländlichen Regionen (am Beispiel der Stadt Haßfurt) mit vollständiger Einkopplung der Prozesswärme in die Infrastruktur der Kläranlage
 - weitere Informationen [hier](#)

KOOPERATIONSPROJEKT

Plattform zur **Koordinierung** der
kommunalen Klärschlammverwertung
in **Bayern - PKB**

klaerschamm@dwa-bayern.de