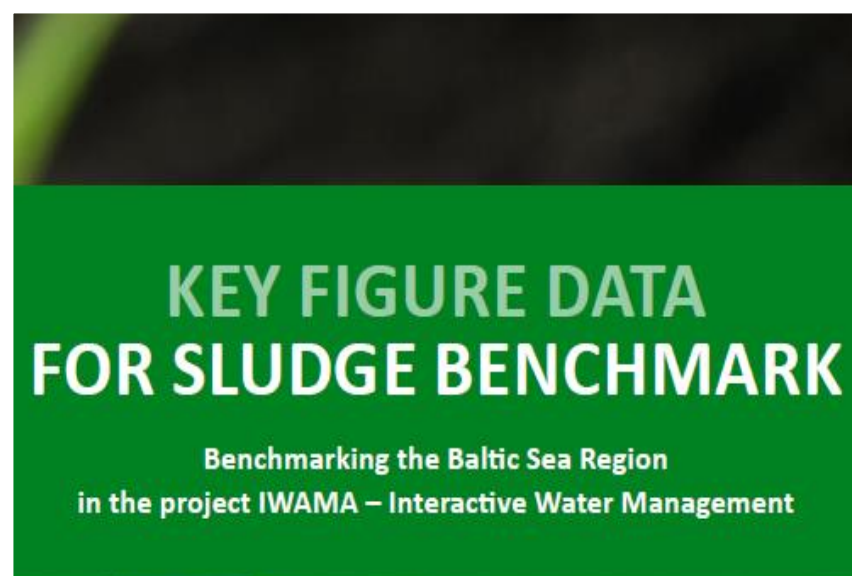


Klärschlamm entsorgung in der Ostseeregion

T. Tenno, M. Raudkivi, K. Klein, University of Tartu
K. Schulz, Technische Universität Berlin

IWAMA Nationaler Workshop – Energie- und Schlammoptimierung
Rostock, 28. Februar 2019



**Kennzahlenvergleich
Schlamm**



**Audit-Tool
Schlamm**



**Pilotvorhaben
Schlamm**

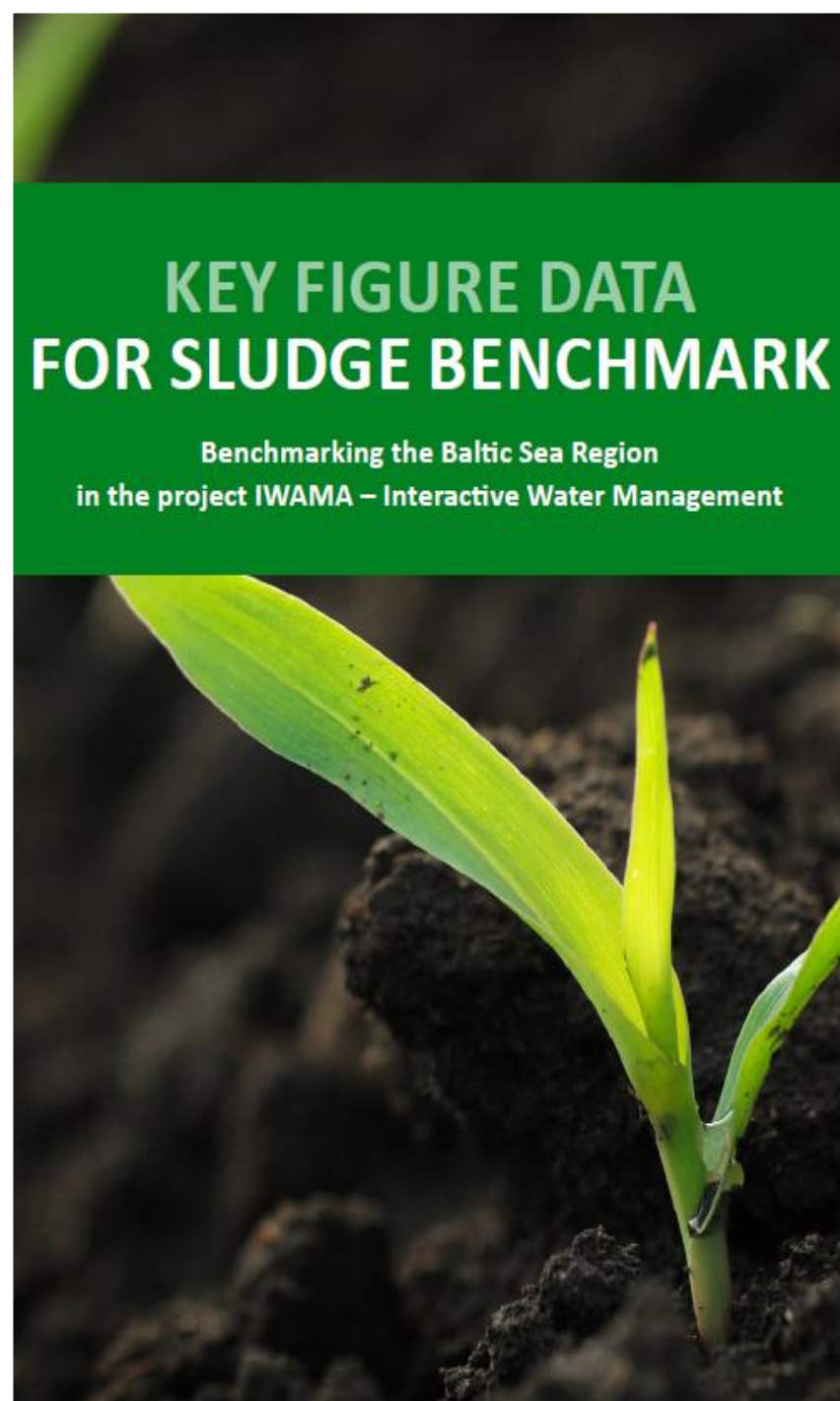
Kennzahlenvergleich Schlammbehandlung

Datenerhebung:

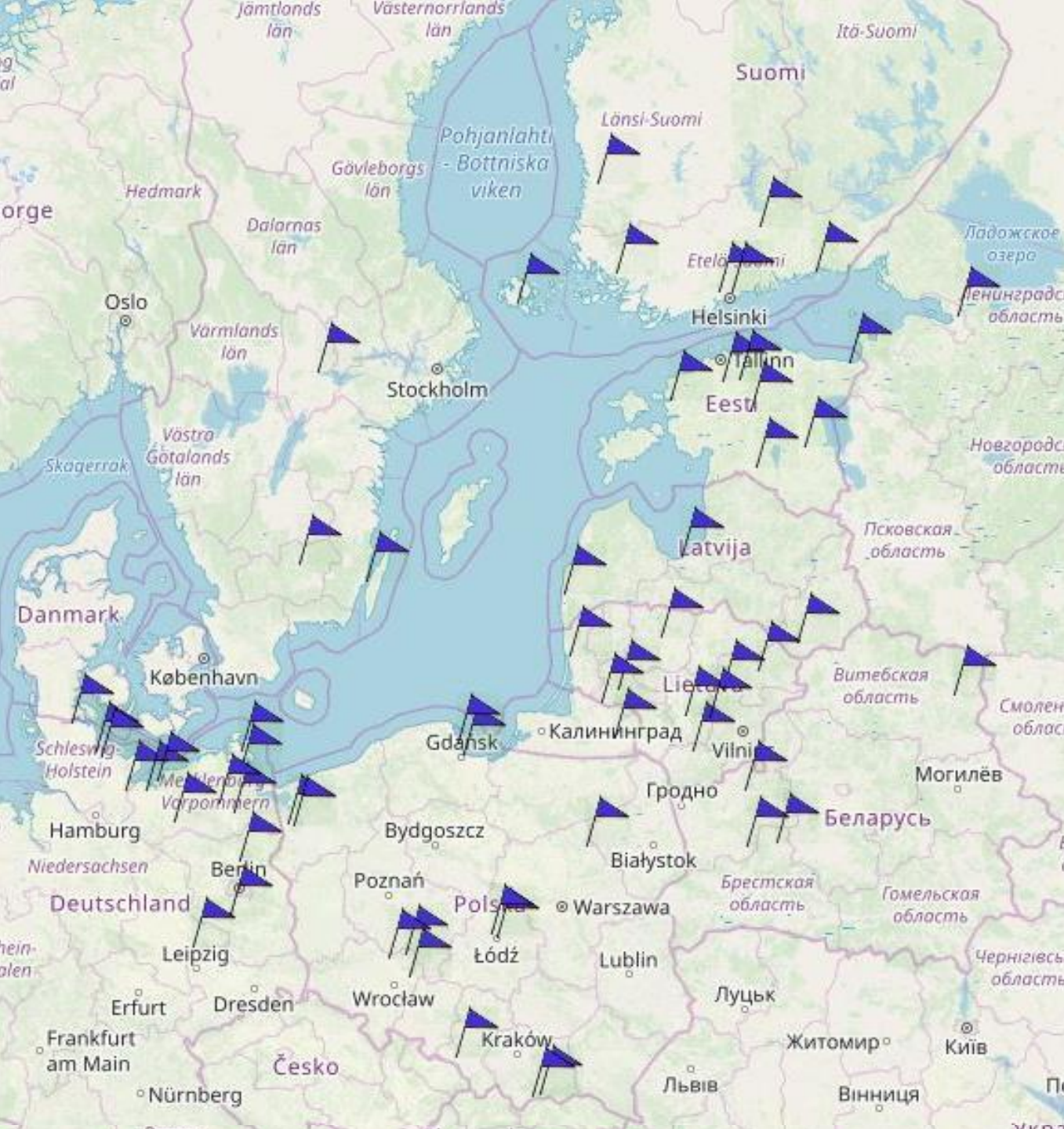
- Ausarbeitung und Versenden von Fragebögen
- Datenvalidierung
- Datensätze von 66 Kläranlagen

Auswertung der Daten hinsichtlich:

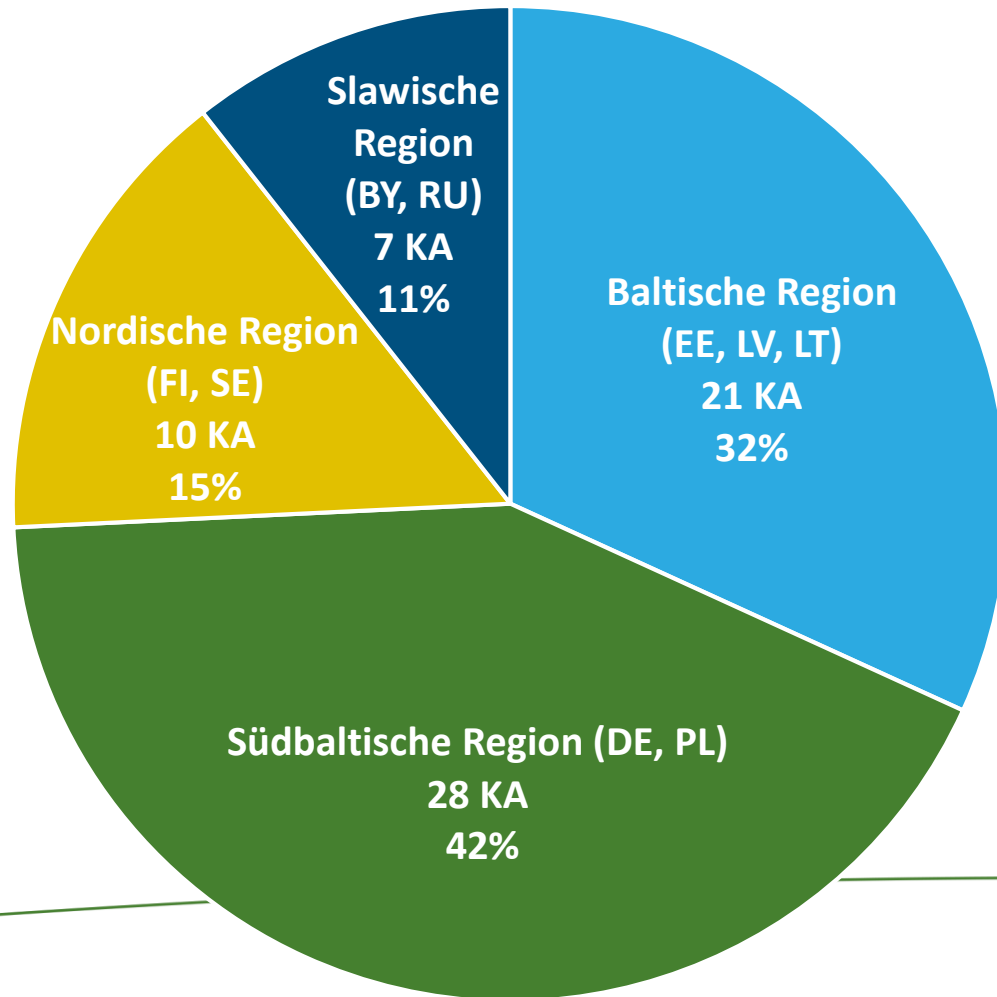
- Schlammcharakteristiken: Gehalt Schwermetall, ...
- Behandlungsverfahren
- Biogas- und Energieproduktion
- Klärschlammverwertung



66 mitwirkende Kläranlagen im Ostseeraum

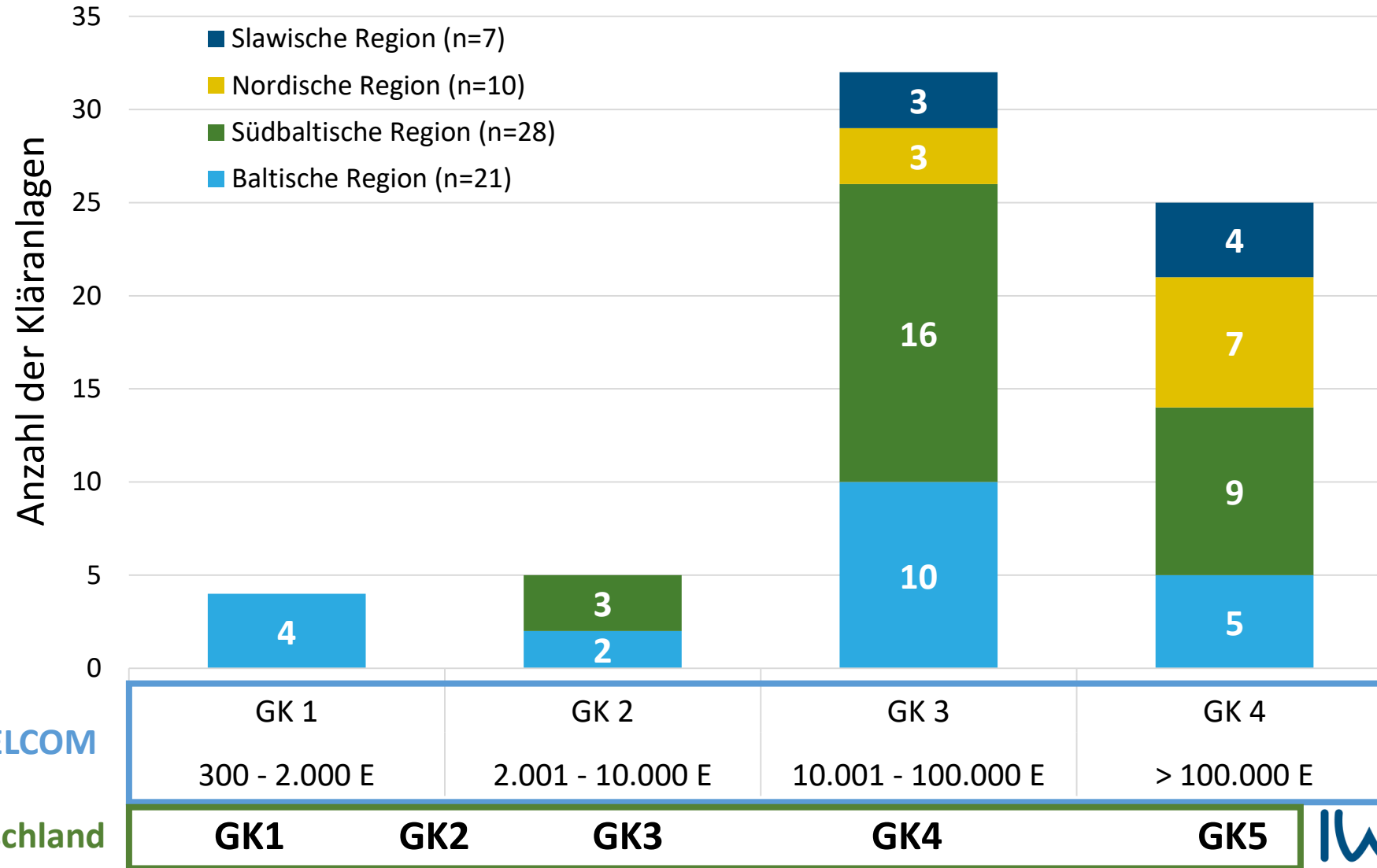


Regionalisierung der Antworten



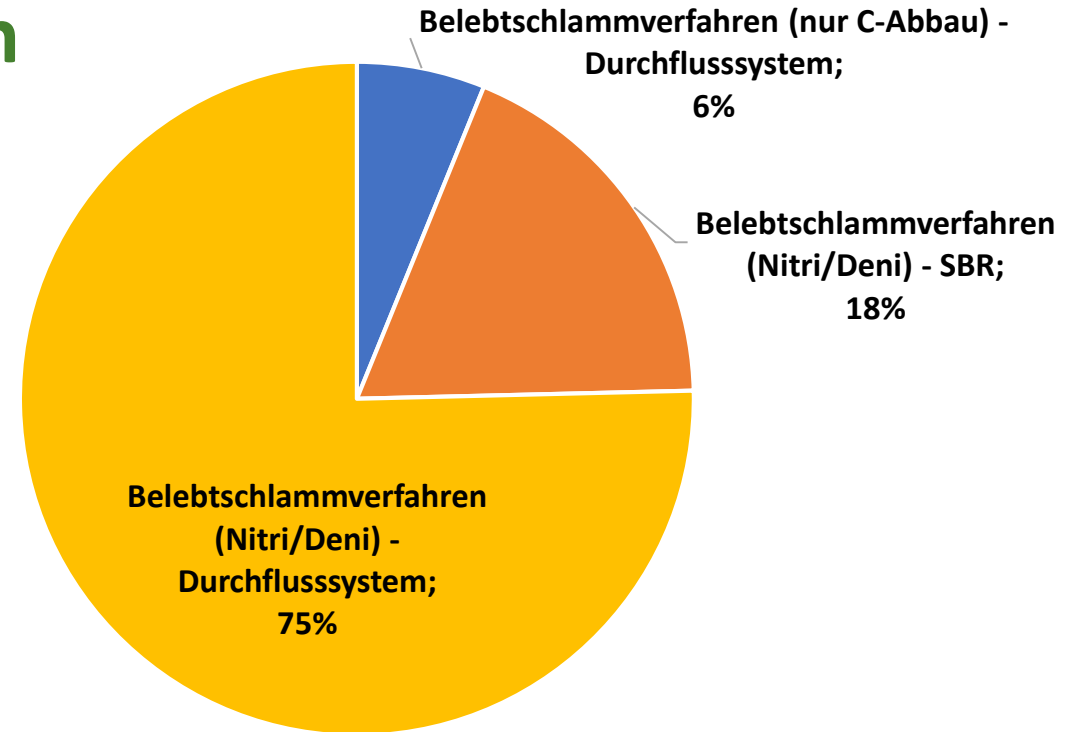
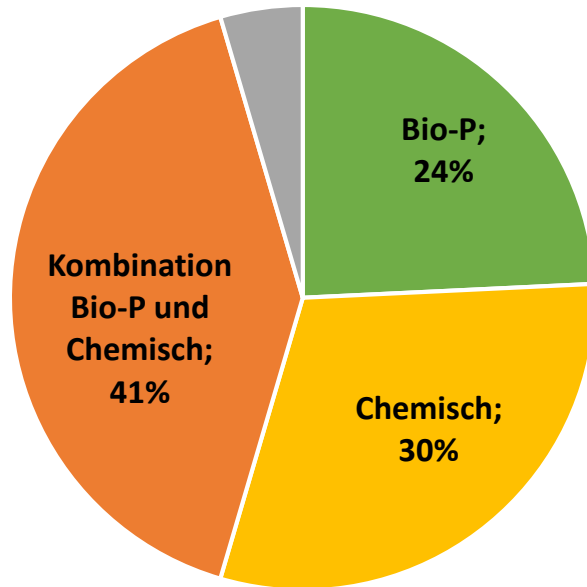
Größenverteilung

Referenzjahr 2015



Abwasserbehandlungsverfahren

- 65 % der Anlagen haben eine Vorklärung
- P-Eliminierung:
Nicht angewendet; 5%



- Belüftung:
 - 90 % feinblasige Druckbelüftung
 - 5 % Oberflächenbelüftung

Regional sehr unterschiedliche Zulaufbelastungen

- DE/PL sehr konzentriertes Abwasser, FI/SE sehr verdünnt

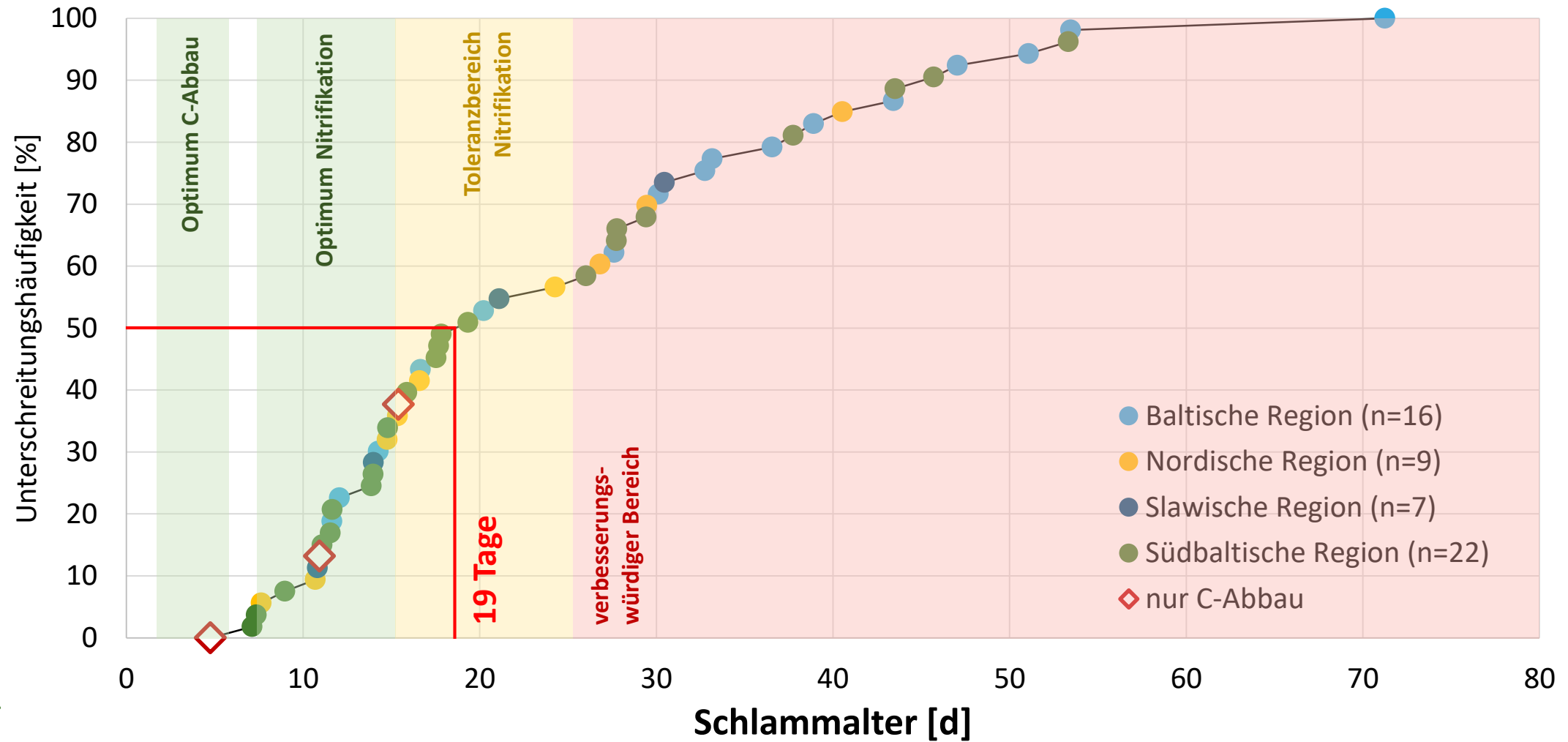
mgCSB/L	min	max	Median
Baltische Region	320	1.573	741
Südbaltische Region	498	2.637	1.002
Nordische Region	416	896	557
Slawische Region	396	813	704

**Fast doppelte
CSB-Schmutzfracht
in gleicher Abwassermenge**

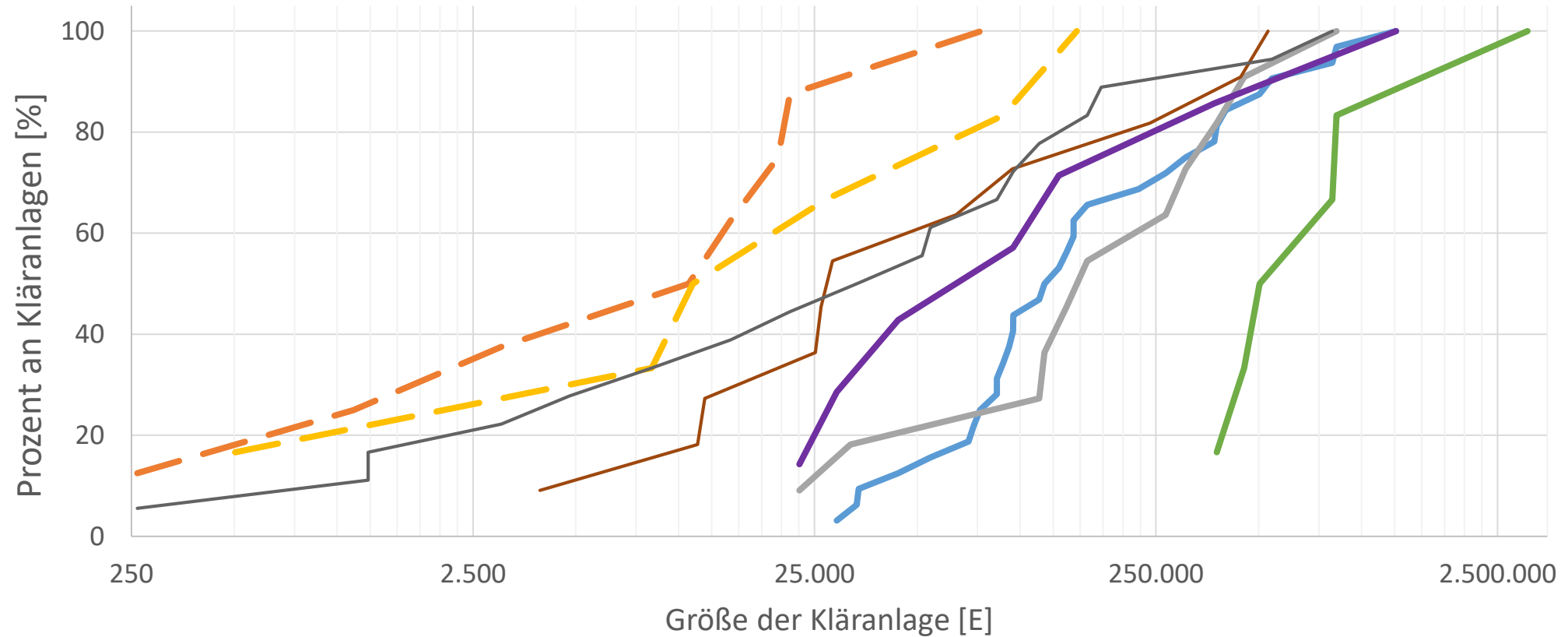
$L / (E_{CSB,120} \cdot d)$	min	max	Median
Baltische Region	60	385	165
Südbaltische Region	46	241	120
Nordische Region	134	294	218
Slawische Region	148	303	171

Schlammalter

basierend auf BSB₅-Fracht im Zulauf zur Belebung



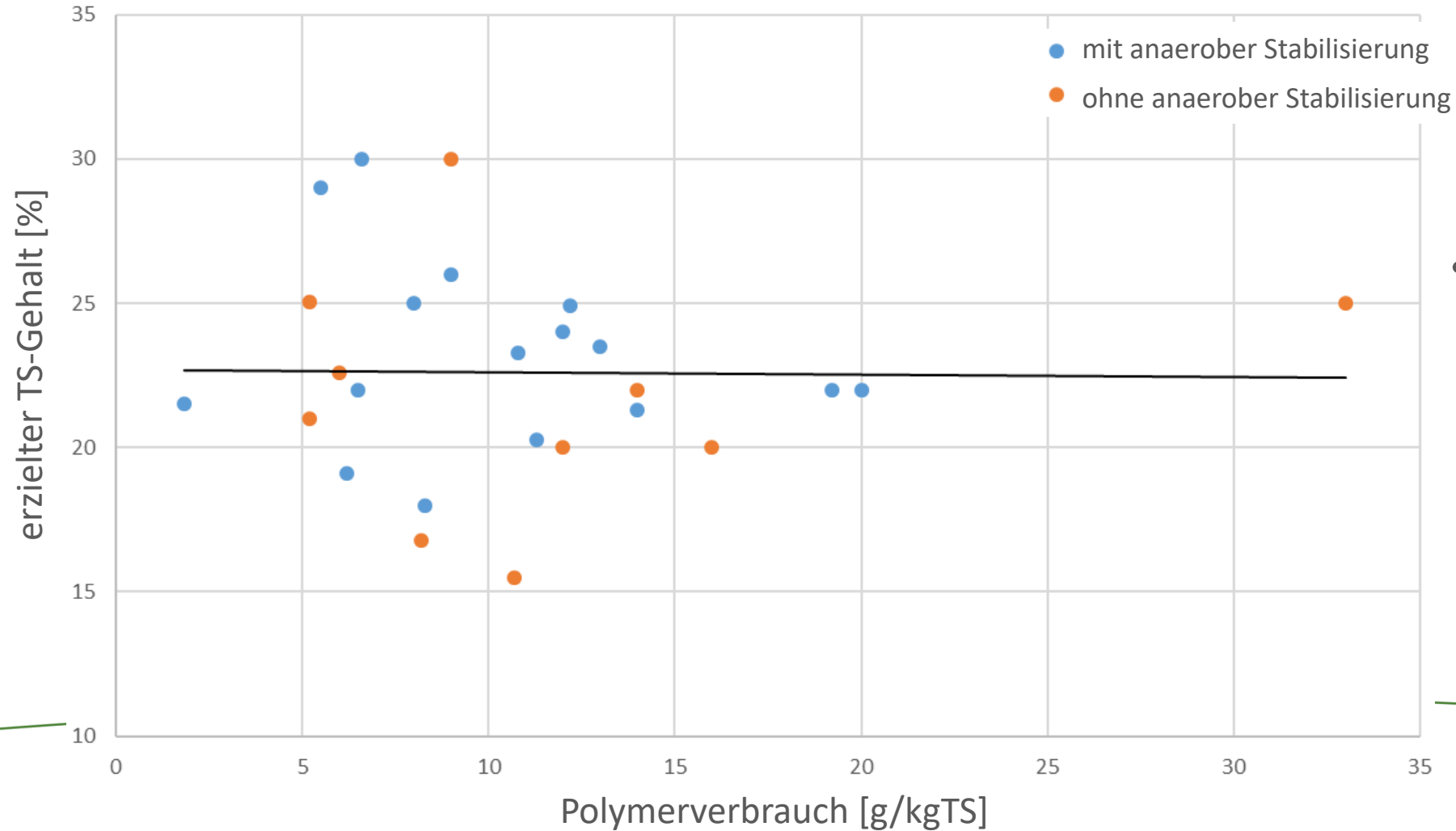
Schlammbehandlung nach Größe



- | | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--|
| — Anaerob/ Faulung | — Kompostierung | — Trocknung | — Kompostierung nach der Behandlung |
| — Aerobe Schlammstabilisierung | — Verbrennung | — keine Behandlung bzw. extern | — Sonstige (Vererdung, Kalkstabilisierung) |

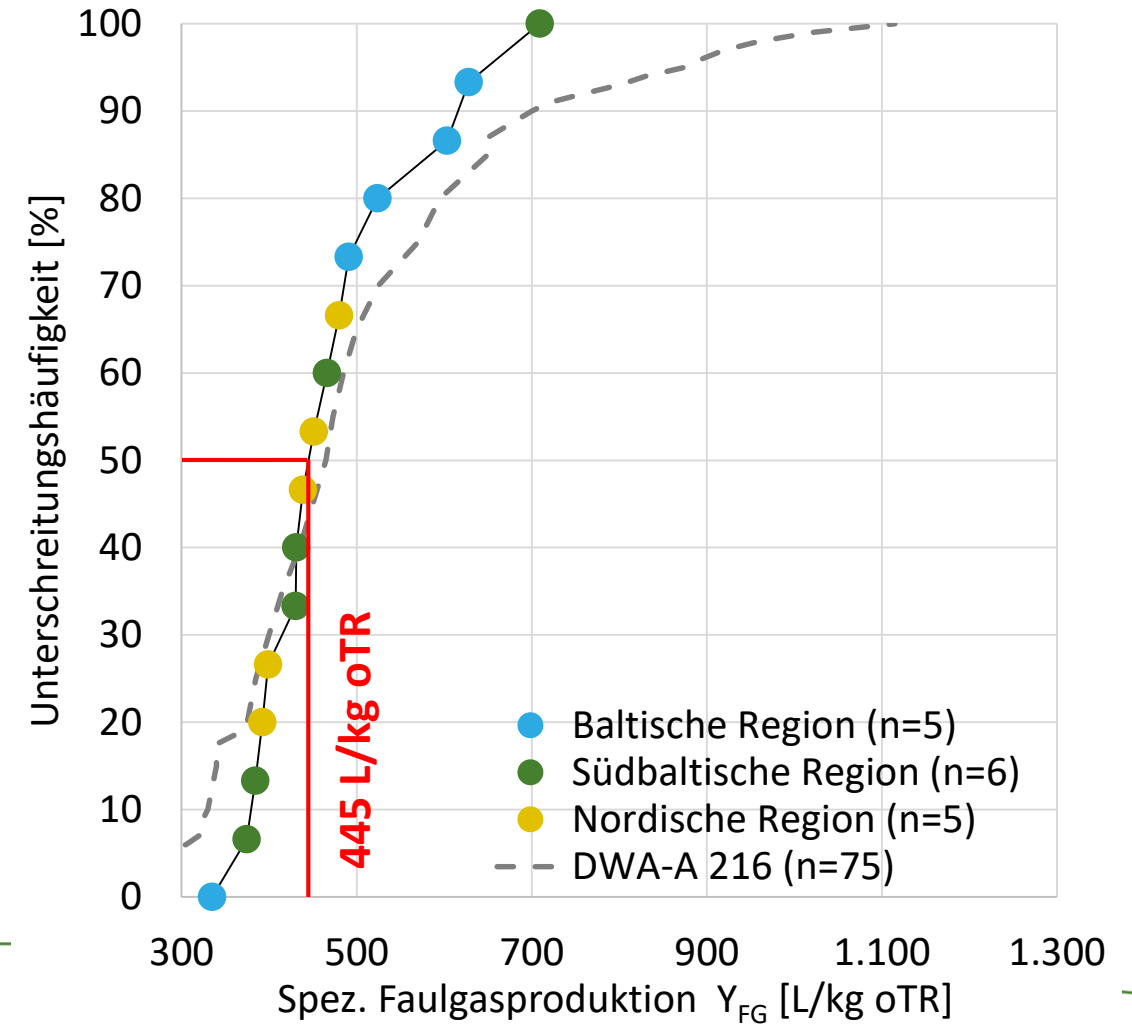
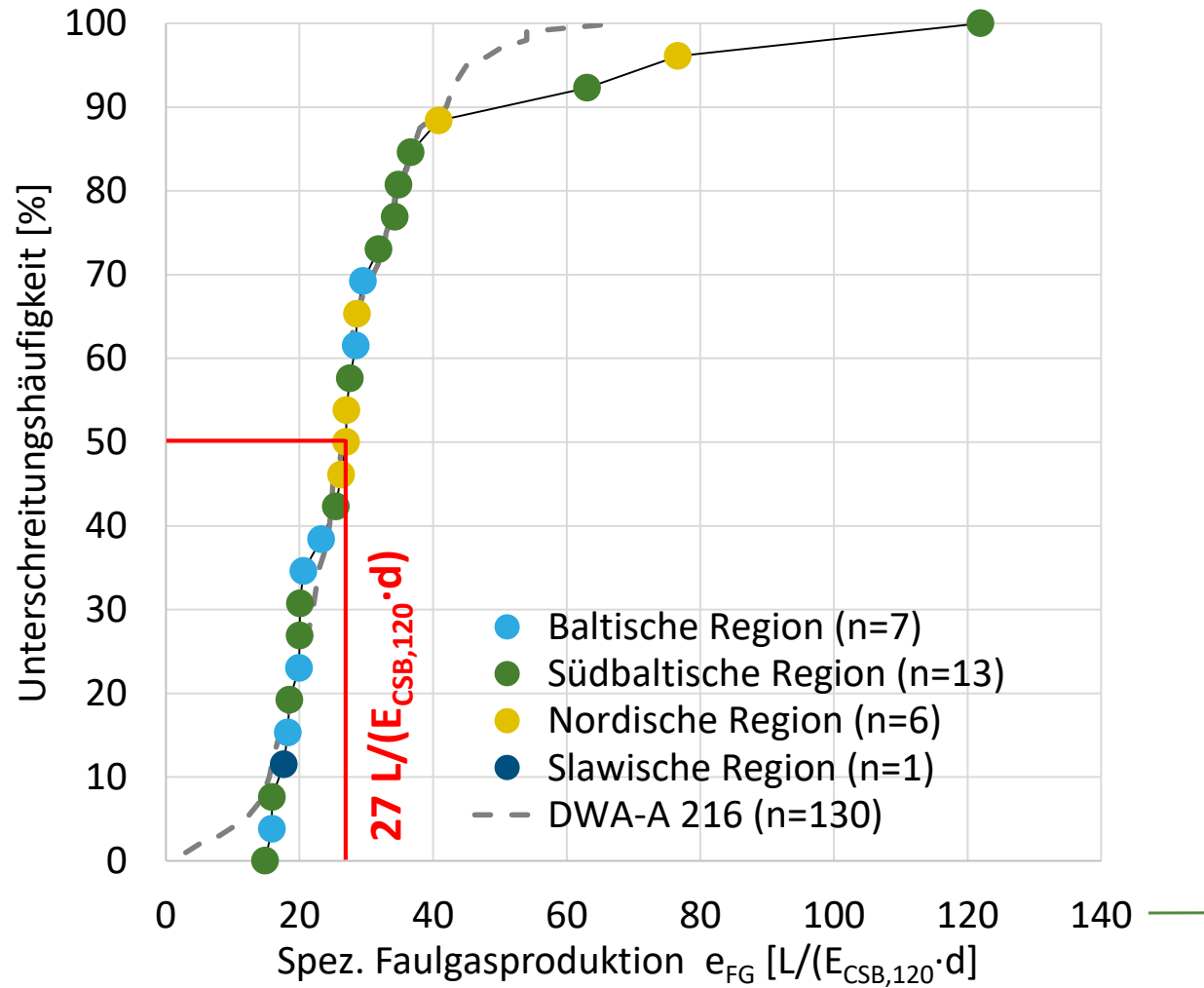
Polymerdosierung zur besseren Entwässerung

Führt eine höhere Polymerdosierung zu besseren Ergebnissen?

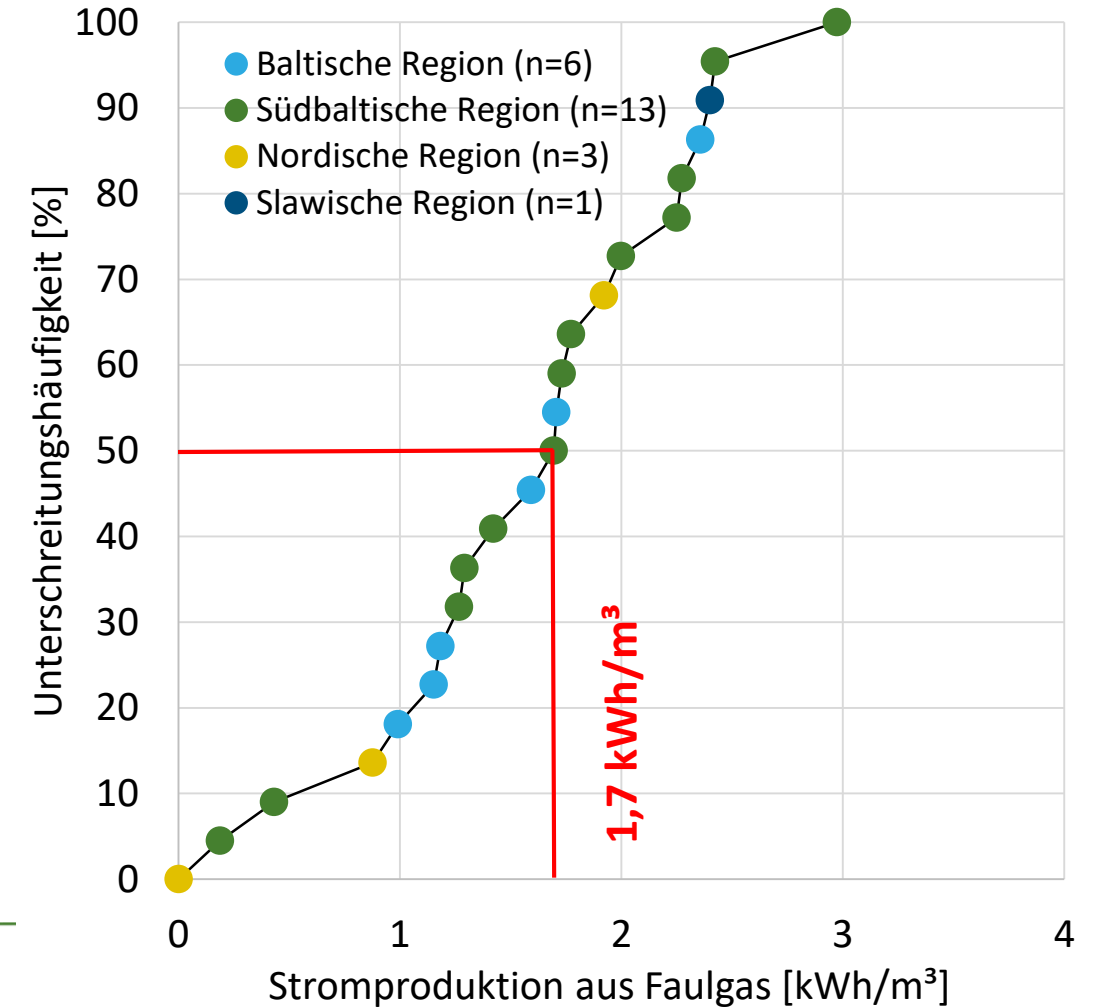
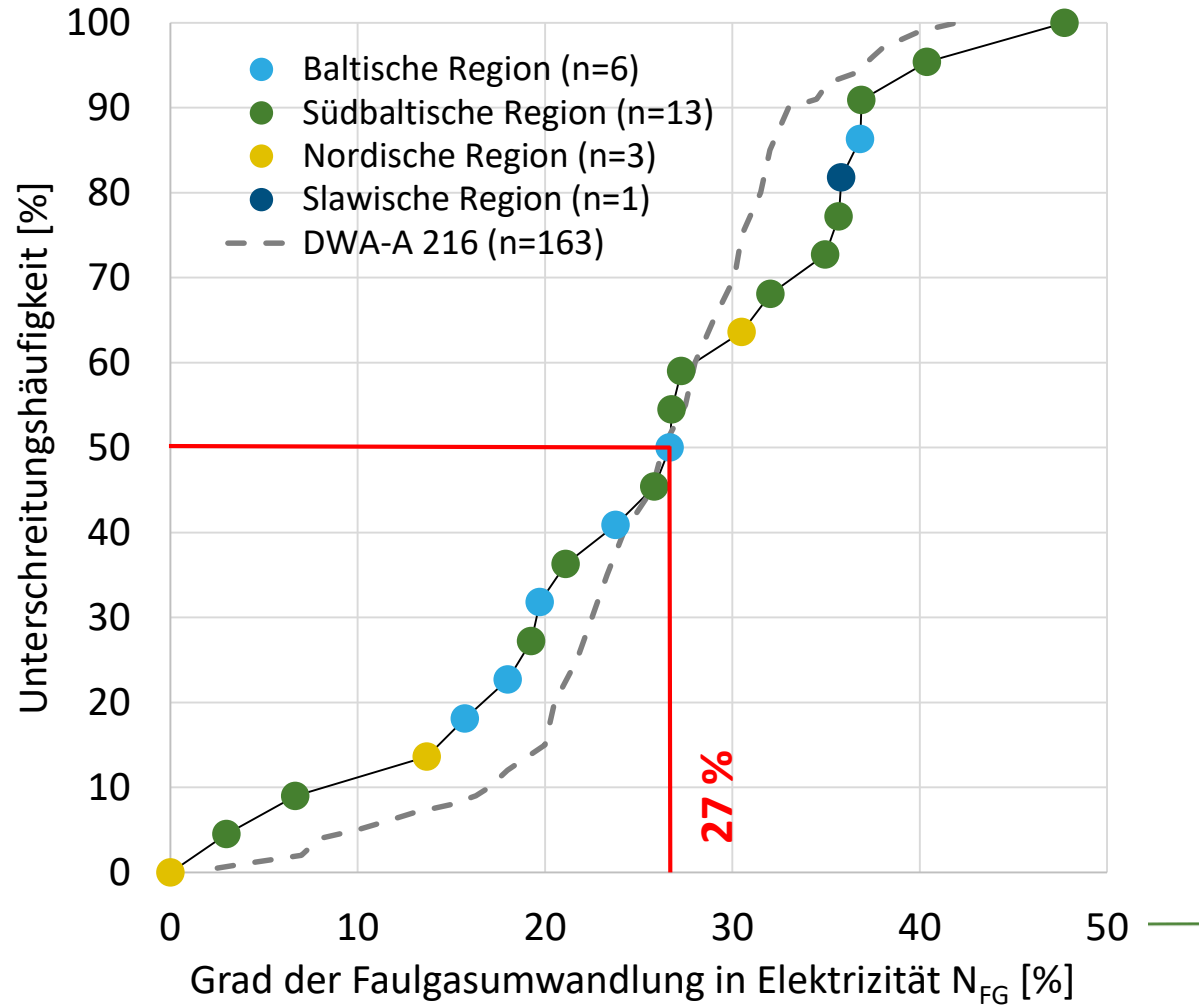


- Höhere Dosierung an Polymeren gewährleistet nicht immer höhere TS-Gehalte

Faulgasproduktion

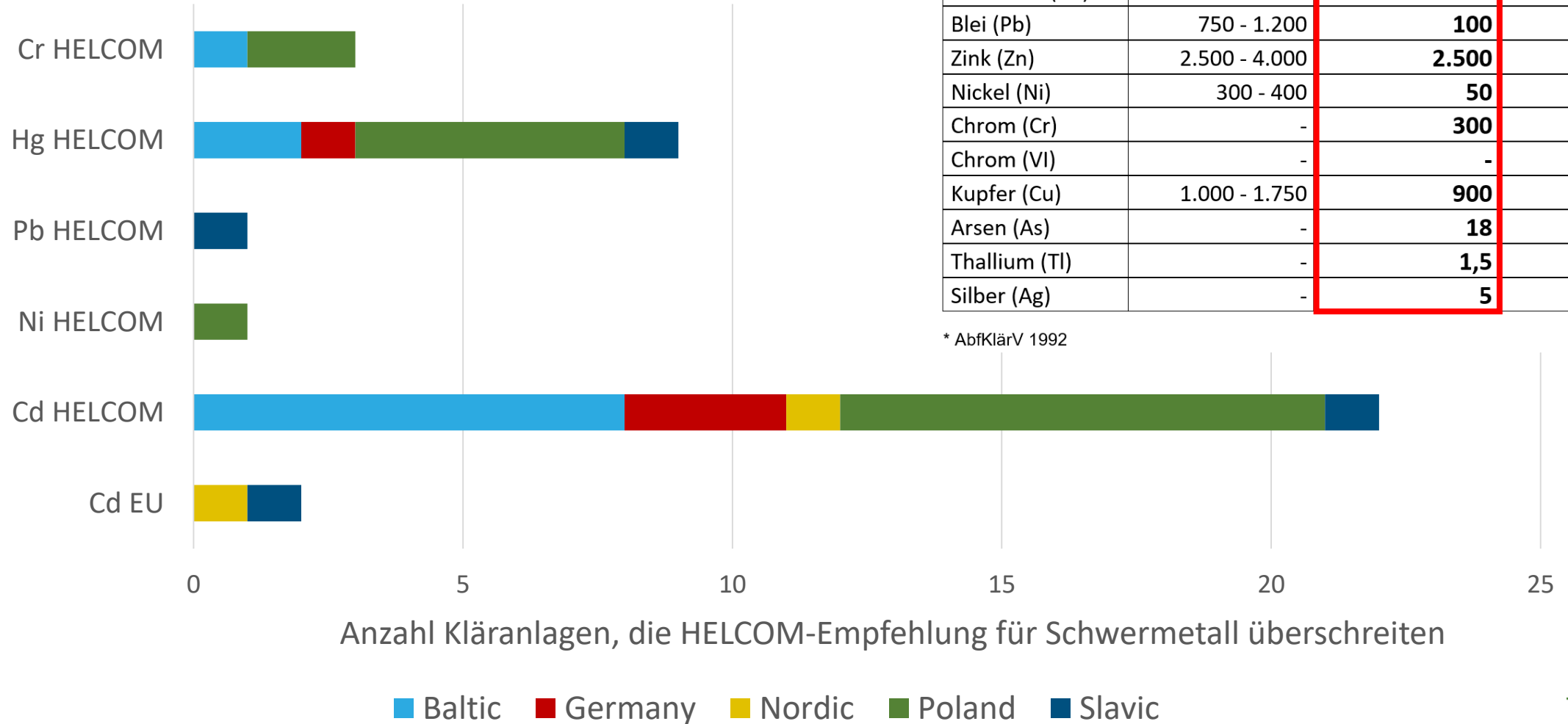


Energieproduktion aus Faulgas



- Effizienz des BHKWs

Schwermetallbelastung



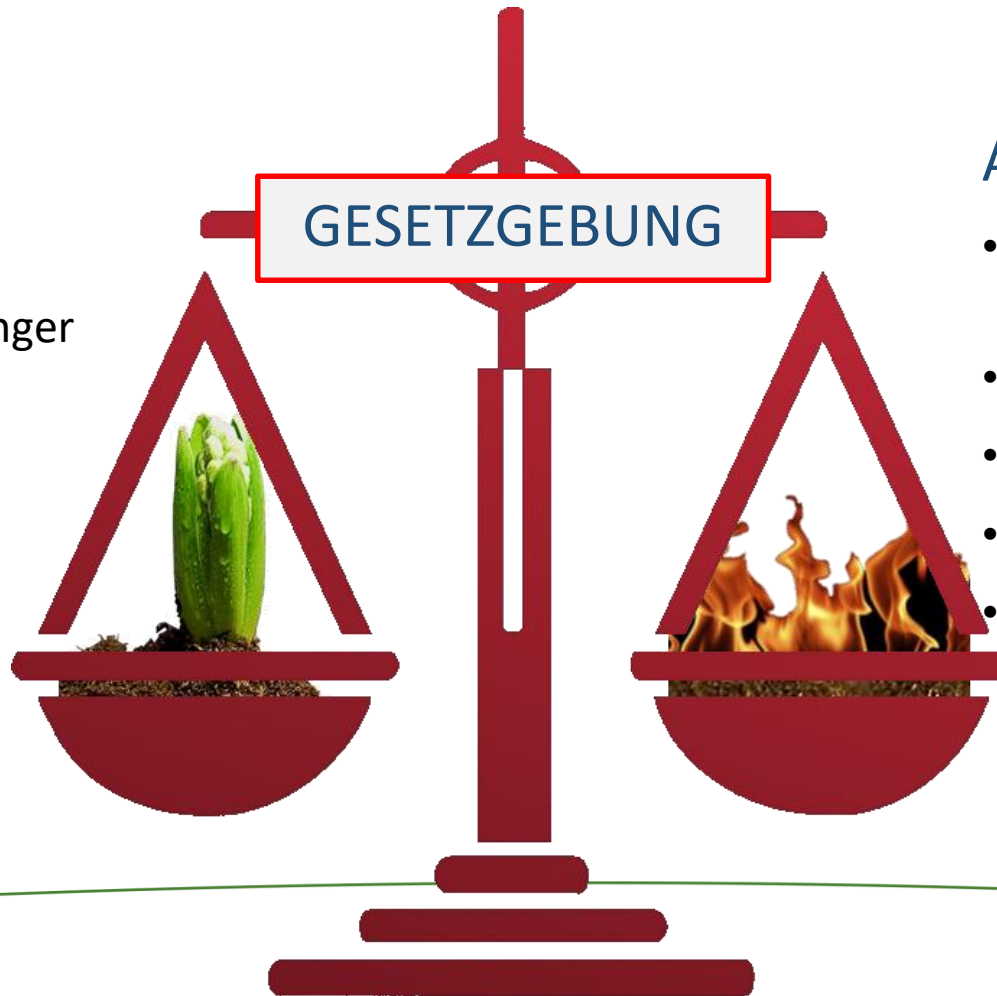
Schwermetall	EU Klärschlamm-richtlinie	HELCOM-Empfehlung	Deutschland
	Grenzwerte [mg/kg TS]		
Quecksilber (Hg)	16 - 25	1	1
Cadmium (Cd)	20 - 40	1	1,5
Blei (Pb)	750 - 1.200	100	150
Zink (Zn)	2.500 - 4.000	2.500	4.000
Nickel (Ni)	300 - 400	50	80
Chrom (Cr)	-	300	900 *
Chrom (VI)	-	-	2
Kupfer (Cu)	1.000 - 1.750	900	900
Arsen (As)	-	18	40
Thallium (Tl)	-	1,5	1
Silber (Ag)	-	5	-

* AbfKlärV 1992

Das Schicksal des Klärschlammes: Nutzen vs. Gefahr

DÜNGER

- N, P, K, Mg, ...
- organischer Dünger
- preiswert



ABFALL

- Anthropogene Verunreinigungen:
- Organik
- Pathogene
- Schwermetalle
- Spurenstoffe, Pharmazeutika

Wie wird Klärschlamm im Ostseeraum genutzt?

Faulgas

Landwirtschaft,
Landschaftsbau

Faulgas,
Kompostierung

Landwirtschaft,
Landschaftsbau

Faulgas,
andere

Verbrennung,
Landschaftsbau,
Deponierung

Faulgas
Kompostierung

Landwirtschaft,
Landschaftsbau

Faulgas,
Kompostierung

Landwirtschaft

Faulgas,
Trocknung

Landwirtschaft,
Deponierung

Faulgas

Verbrennung,
Landwirtschaft

Faulgas

Verbrennung

Audit-Tool Schlammbehandlung

keine Beispiele zur Durchführung eines Schlammaudits
→ Eigenentwicklung

Ziel:

- Methode entwickeln, die folgende Parameter bewertet/ überprüft:
 - Effizienz der Schlammbehandlung/ Identifizierung von betrieblichen Problemen
 - Nährstoffpotenziale im Schlamm
 - Kostenanalyse zu angewendeten Verfahren/ Technologien
 - Qualität des Endprodukts
 - Hinweise zu Optimierungsmaßnahmen



Audit-Tool Schlammbehandlung

Um aussagekräftige Ergebnisse zu ermitteln, sind „gute“ und umfangreiche Betriebsdaten erforderlich

- z.B. CSB-, GesN-, P- sowie TS-Gehalte der Schlämme an verschiedenen Stufen im Behandlungsprozess nötig (z.B. vor/nach der Eindickung, nach der Faulung sowie als Endprodukt)

Weitere Analysen sind empfohlen um Ergebnisse zu vervollständigen:

- Pathogene (E. Coli)
- Schwermetalle (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr)
- Schwer abbaubare organische Verunreinigungen (Pharmazeutika etc.)



Audit-Gruppe mit Studierenden

- 2-tägiges Audit-Training
- 9 Audits wurden durchgeführt (Energie und Schlamm):
 - Szczecin (Pomorzany, Zdroje) und Gdansk (PL)
 - Kaunas (LT)
 - Daugavpils und Jurmala (LV)
 - Tartu und Türi (EE)
 - Grevesmühlen (DE)
- Audit-Tools wurden entwickelt und getestet
- 2 Treffen zur Diskussion der Ergebnisse mit teilnehmenden KA

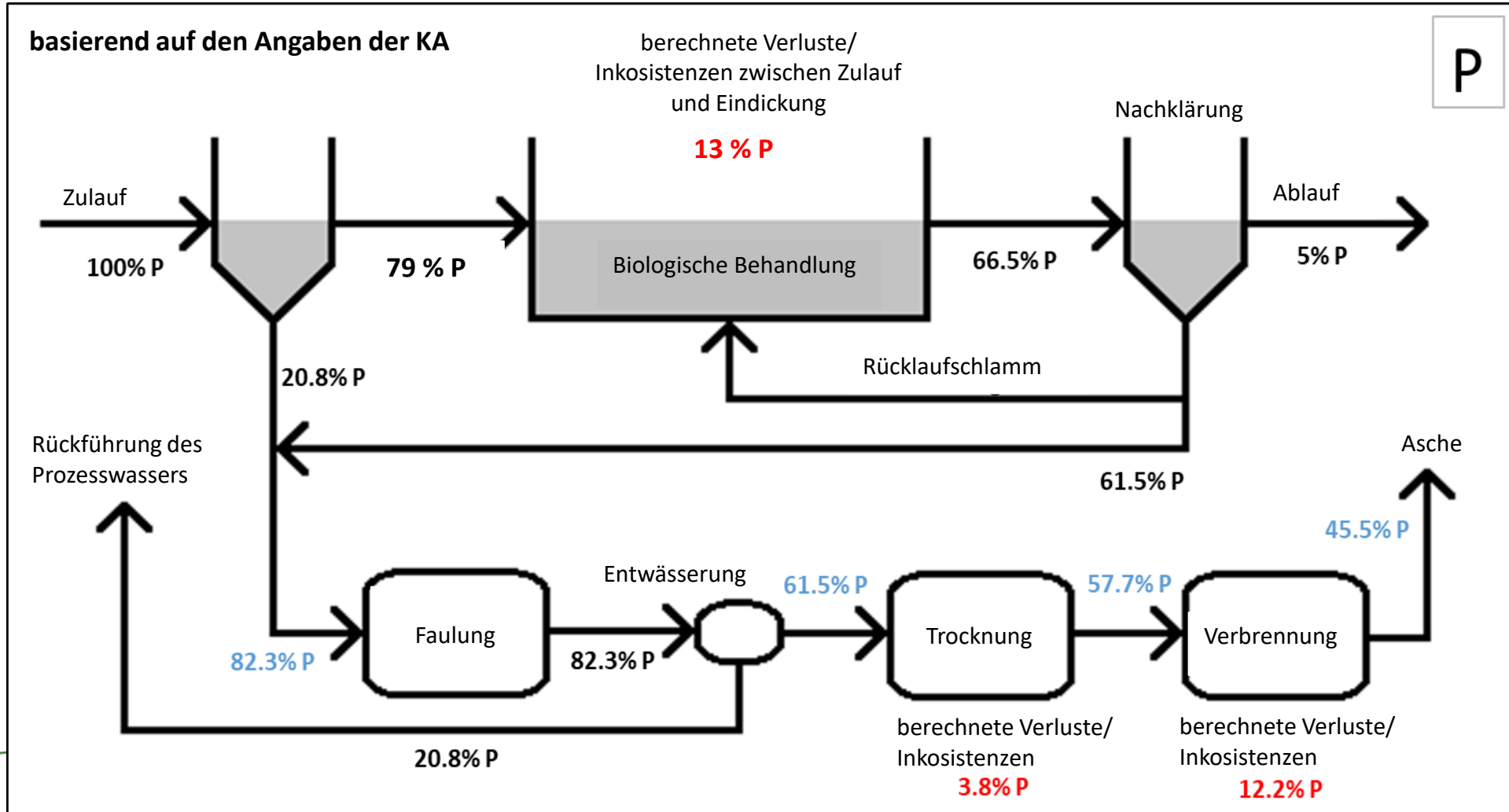


Audit-Tool Schlamm: Dateneingabe

3) Thickening					
Is primary sludge thickened separately?	Yes				
What type of thickening is used for primary sludge?	Mechanical				
Type of mechanical thickening	Decanting centrifuge				
Are chemicals (polymers) added into the process?	Yes				
Chemical consumption		[g/kg TS]			
Amount of primary sludge after thickening	310	[m ³ /d]			
Solids content in thickened primary sludge	21	[g/L]			
Total mass of primary sludge after thickening	6510	[kg TS/d]			Marked yellow, if more than 20% different from the optimal primary sludge production range of 35-45 gSS/PE*d, based on PE by COD (fits in range 28-54)
Calculated mass of primary sludge	6600	[kg TS/d]			Marked yellow, if difference with reported primary sludge mass more than 20% different.
Is primary sludge thickened together with secondary (surplus) sludge?	Yes				
What type of thickening is used for mixed sludge?	Mechanical				
Type of mechanical thickening	Belt thickener				
Are chemicals (polymers) added into the process?	Yes				

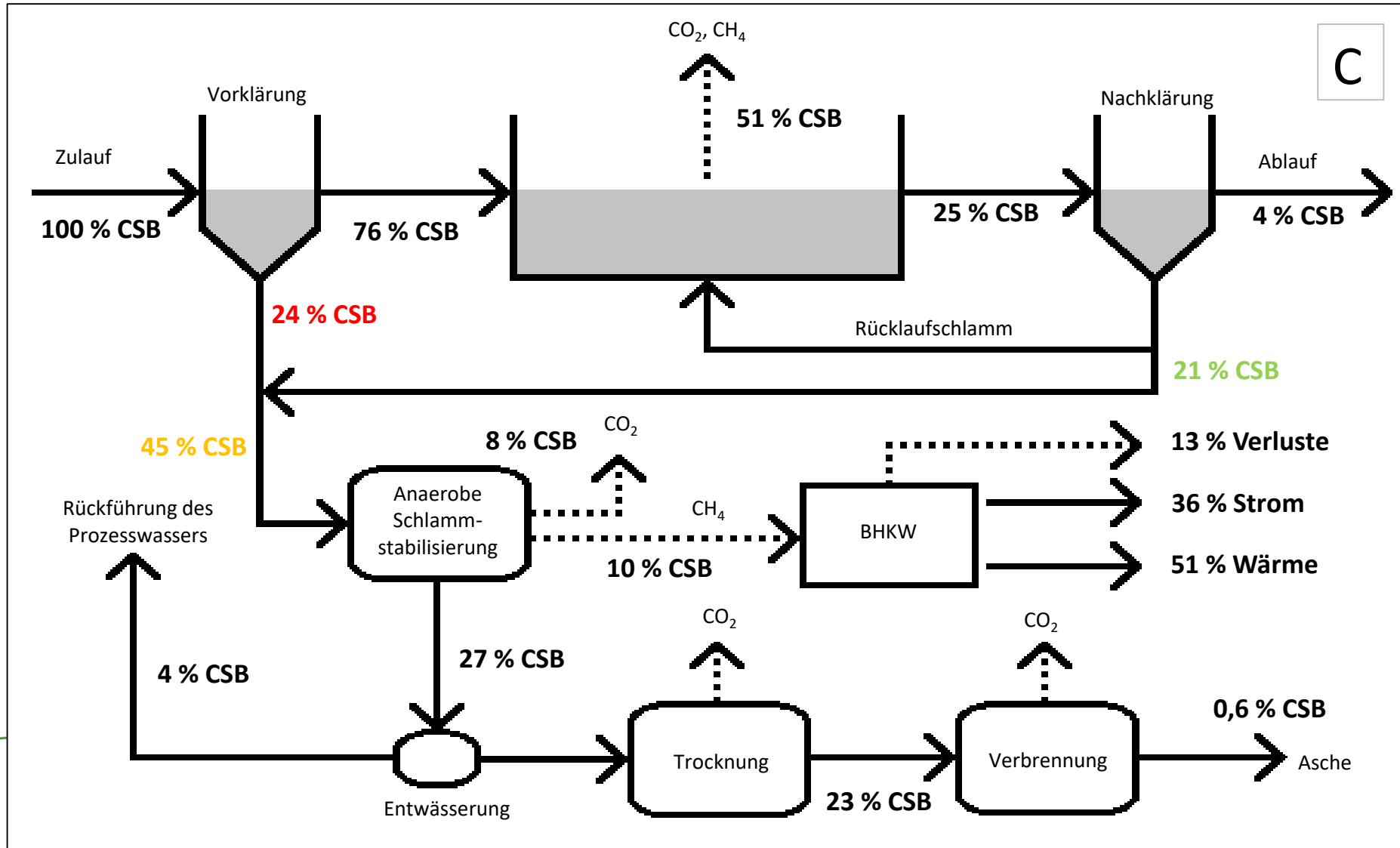
- Daten aus der Key Figure Collection (Kennzahlenvergleich) liegen im Hintergrund und dienen als Referenz

Audit-Tool Schlamm: Resultate - Nährstoffbilanzen

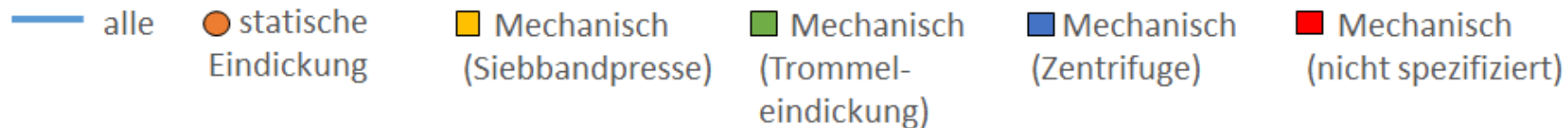
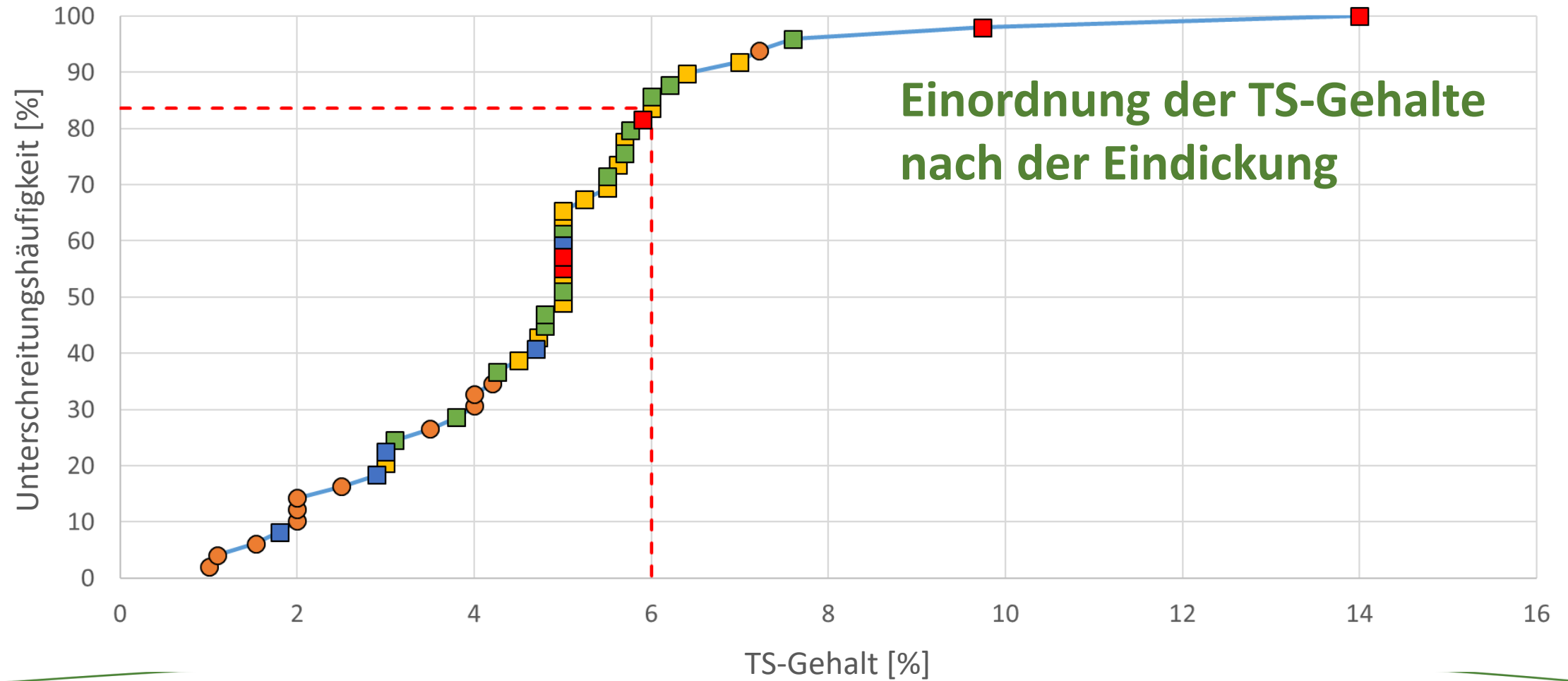


P kann nicht ausgasen und kann daher gut genutzt werden, um die Richtigkeit der Daten zu überprüfen

Audit-Tool Schlamm: Resultate - Nährstoffbilanzen

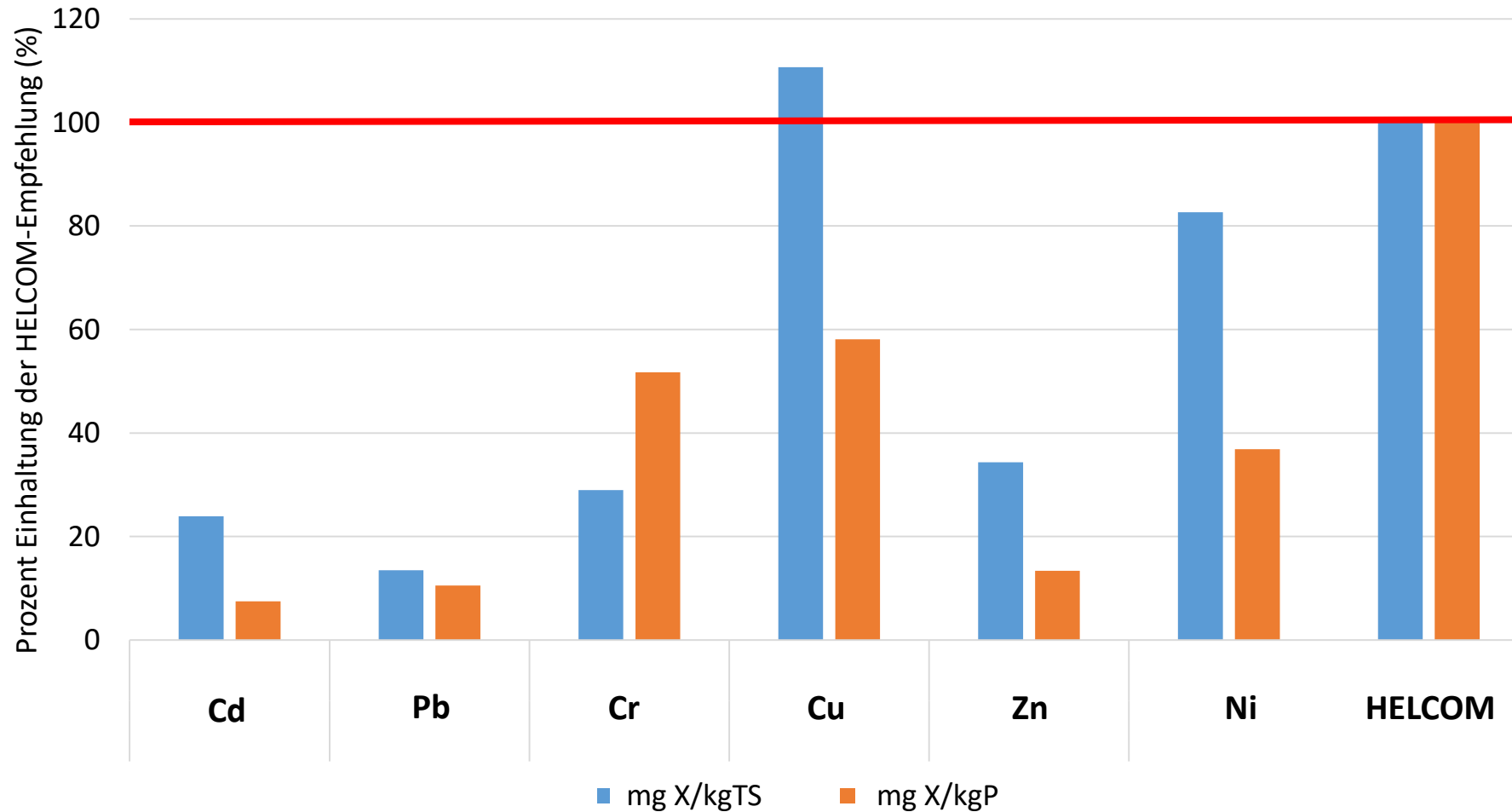


Audit-Tool Schlamm: Resultate



Audit-Tool Schlamm: Resultate

Schwermetallanalyse (im Vgl. zu HELCOM-Empfehlungen)



Medikamentenrückstände

25

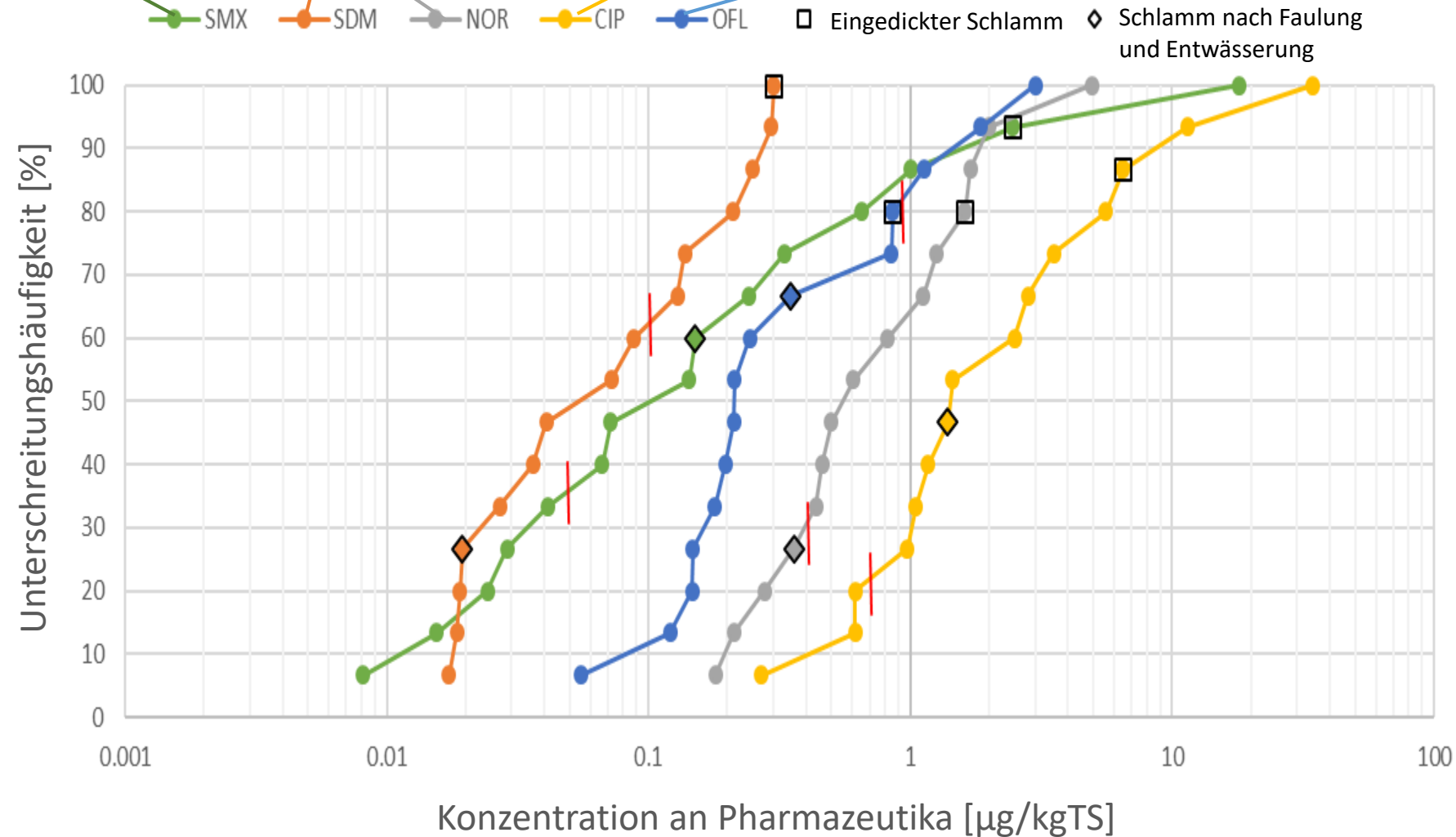
Veterinärmedizin

Antibiotikum u.a.
gegen Bronchitis

Antibiotikum u.a. gegen
Blasenentzündung

preiswertes Antibiotikum
gegen Darminfektionen

Antibiotikum u.a. gegen
Augen- und Ohrinfektionen



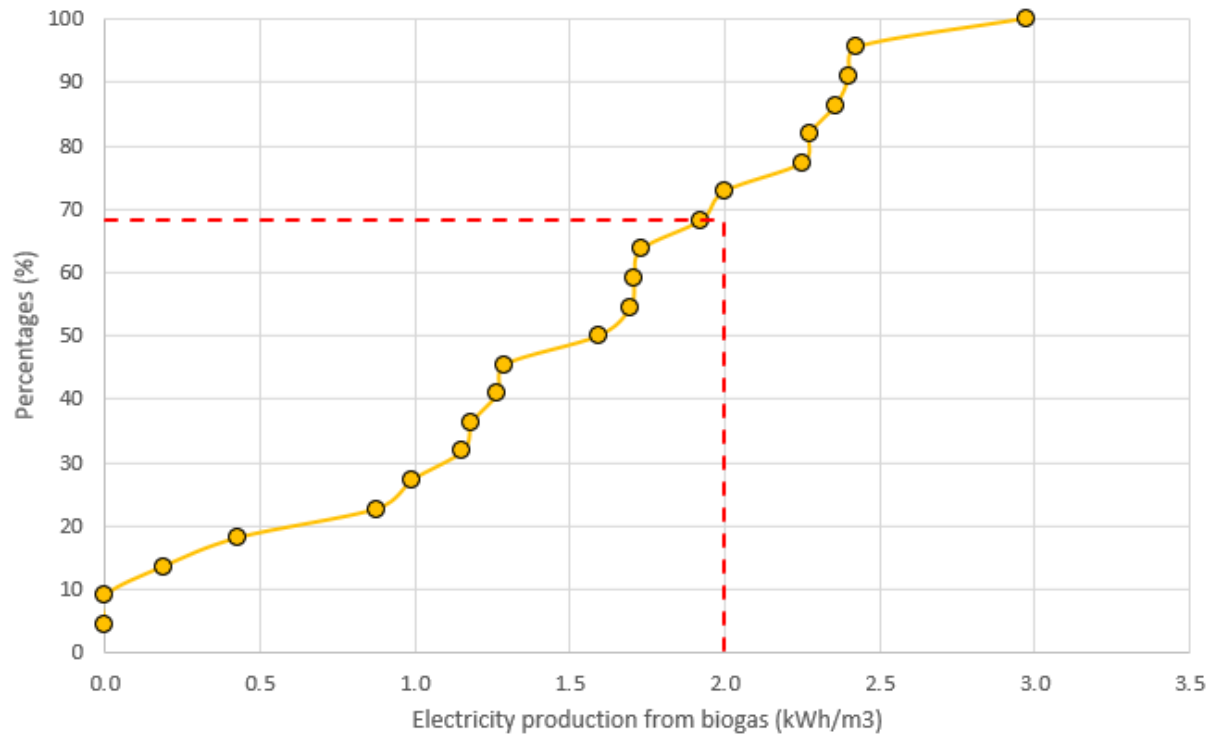
- Alle 5 getesteten Pharmazeutika waren im Schlamm vorhanden
- Beachtliche Reduzierung nach anaerober Schlammstabilisierung
- Für einige Schlammtypen liegen die Medikamentenrückstände unterhalb der analysierbaren Limits/ Detektiergrenze

Audit-Tool Schlamm: Resultate

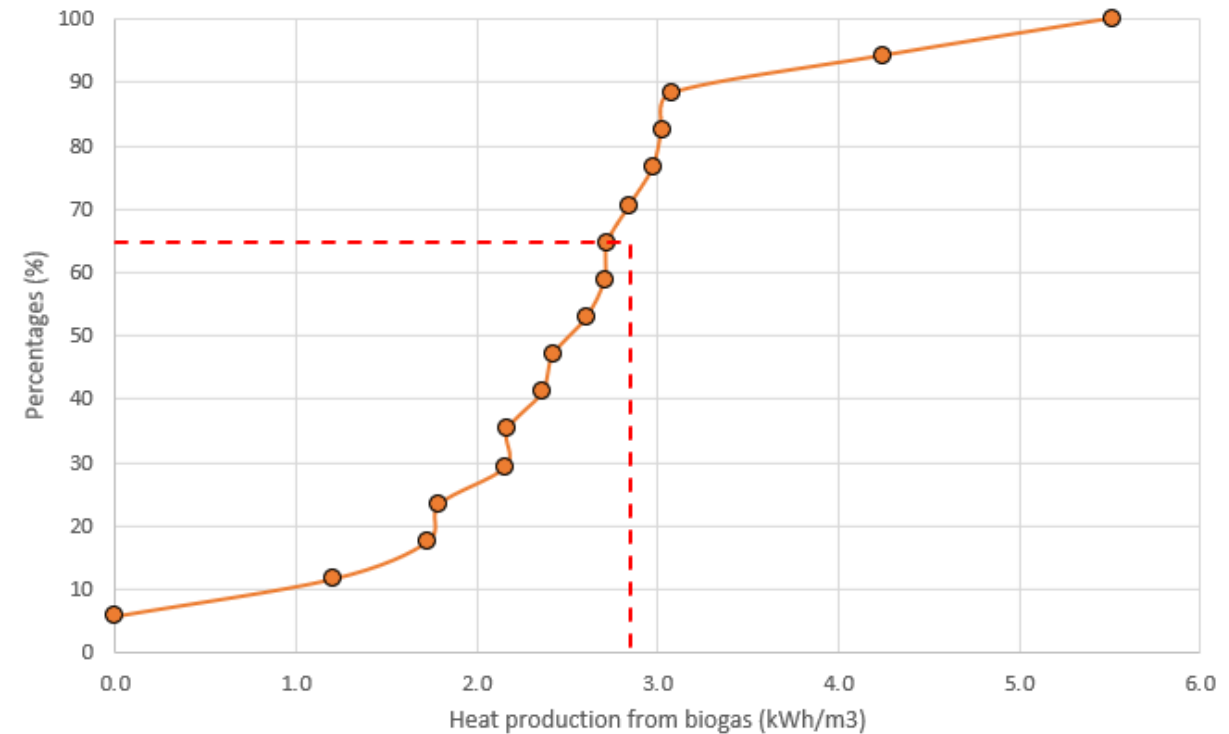
Auswertungen zur Energieproduktion

Biogas utilisation and energy production

Electricity production per m³ biogas



Heat production per m³ biogas



Pilotvorhaben Schlamm



Pilotvorhaben im Schlammbereich

5 ... 50 ... 100 ... 500 ... 1000 ... 5000 ... 10 000 ... 50 000 ... 100 000 ... 500 000 EW

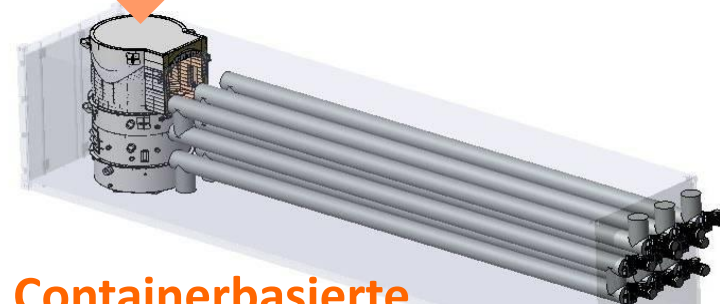
**Türi
Oisu**

Jurmala

Tartu



Klärschlammvererdung



**Containerbasierte
Trocknung und Verbrennung**



**Schlammwasserbehandlung
Deammonifikation**

Pilotvorhaben Schlamm: Vererdung in Türi

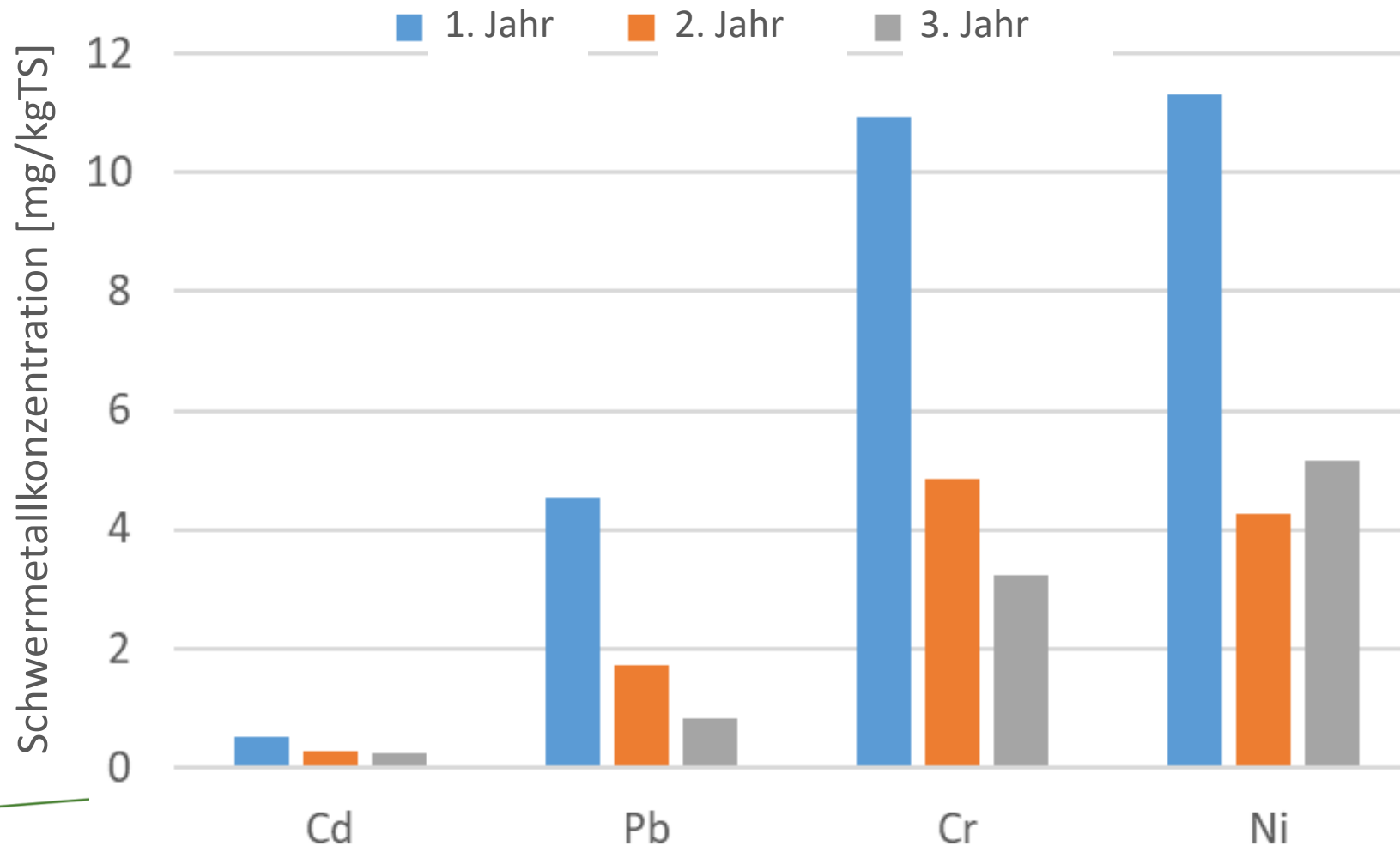
- Größe: 4.500 EW
- Q_d : 1.500 m³/d
- Baujahr: 2010
- Behandlungsschritte:
 - Mechanische Reinigung (2 Rechen, Sandfang)
 - Biologische Behandlung in Kombination mit Nachklärung
 - Statische Eindickung
 - Entwässerung mit Zentrifugen

Klärschlammvererdungsfeld in Türi

- Entwässerter Schlamm wird auf Asphaltfläche verteilt
- Im Frühjahr werden dem Schlamm manuell Weidelgras-Samen beigemischt
- Wurzeln lockern den Schlamm auf
- Nach einigen Monaten (3-7) kann das Grass abgeerntet werden und eine neue Schlammschicht mit Samen wird aufgetragen
- Vorgang kann 2-5 Jahre wiederholt werden
- TS-Gehalte von 40 - 60 % durch Vererdung
- In regelmäßigen Abständen werden Mischproben von mind. 5 Probenahmepunkten genommen
- Pathogene und Schwermetalle wurden reduziert



Vererdung – Ergebnisse: Schwermetalle im Weidelgras



- ✓ Schwermetalle wurden von den Pflanzen aufgenommen
- Das Weidelgras sollte nach der ersten Vegetationsphase abgeerntet werden und als Sondermüll behandelt werden

Zusammenfassung

- Kennzahlenvergleich Schlamm:
Betriebsdaten von 66 Kläranlagen im Ostseeraum ausgewertet
→ online verfügbar unter: www.iwama.eu
→ demnächst auch in Deutsch verfügbar
→ benutzerfreundliche Graphen, um eigene Kläranlagenwerte mit denen aus dem Ostseeraum zu vergleich
- Schlammaudit-Tool:
Datensammlung aus Kennzahlenvergleich dient als Referenz
→ Einordnung der KA: Wo steht meine KA?
→ Erstellung von Nährstoffbilanzen, Einhaltung von Grenzwerten
→ Wo besteht Optimierungspotenzial?
- Pilotvorhaben Schlamm:
→ Klärschlammvererdung ist eine gute Option für kleine KA
→ erfolgreicher Abbau von Schwermetallen



Karin Schulz

Technische Universität Berlin

k.schulz@tu-berlin.de

bei Fragen:

Taavo Tenno & Markus Raudkivi

University of Tartu, Estonia

Taavo.Tenno@ut.ee

Markus.Raudkivi@ut.ee



EUROPEAN UNION

EUROPEAN
REGIONAL
DEVELOPMENT
FUND

