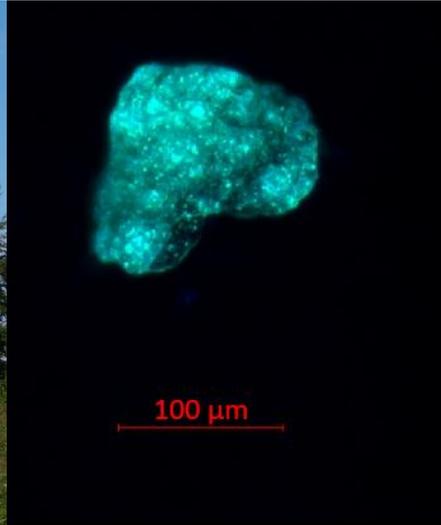
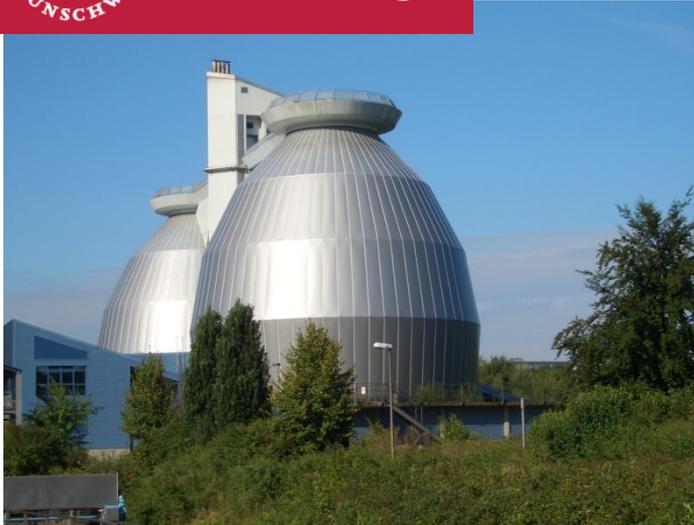




Technische
Universität
Braunschweig



Klärschlamm als Senke für Mikroplastik jetzt und in Zukunft?

Dr.-Ing. Katrin Bauerfeld

Kernfragen

Mikroplastikverbleib auf kommunalen Kläranlagen

Datenlage Klärschlammbelastung

Blickpunkt bodenbezogene Verwertung

2032: Quo vadis Mikroplastik?

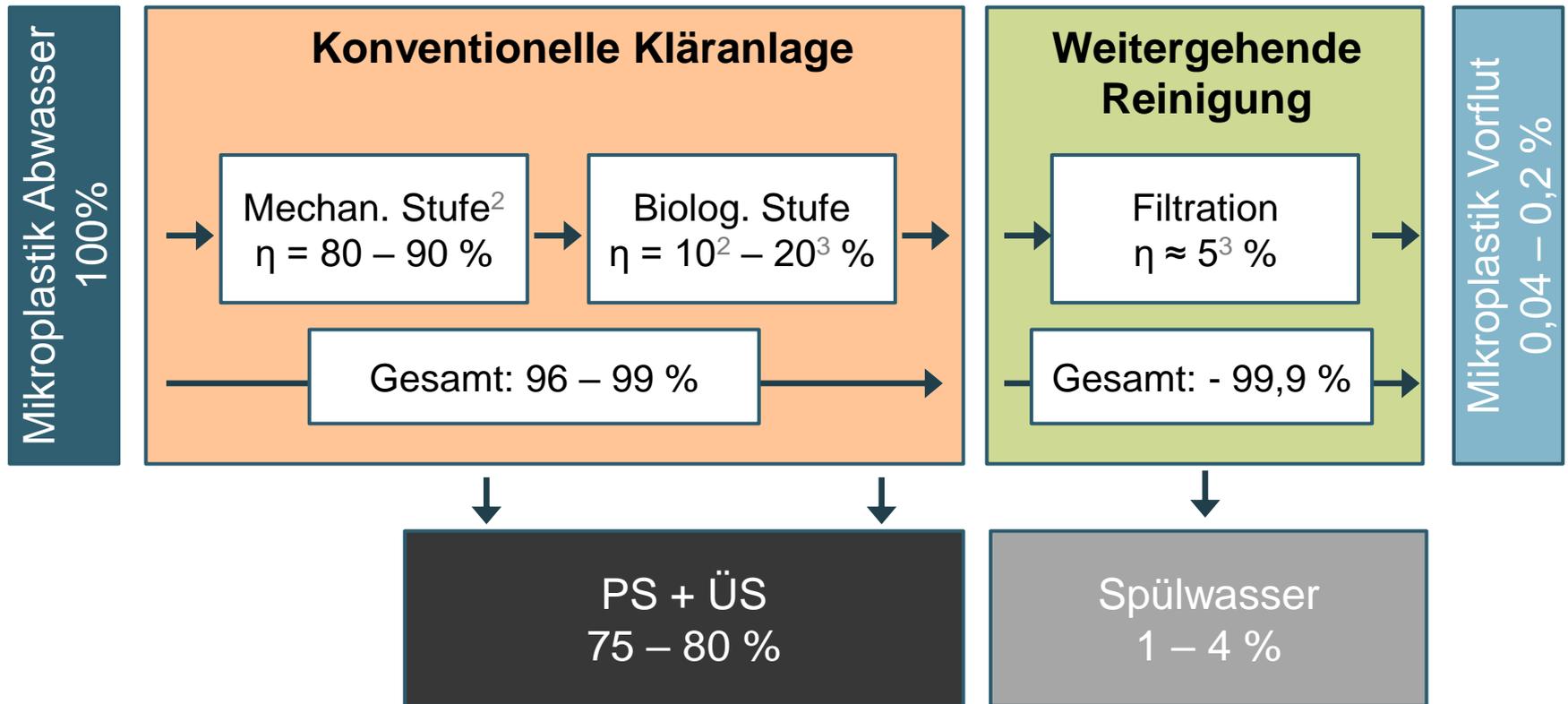
Mikroplastikverbleib auf kommunalen Kläranlagen

Größenordnung der MP-Konzentration im Abwasser¹:

x – xx mg/l

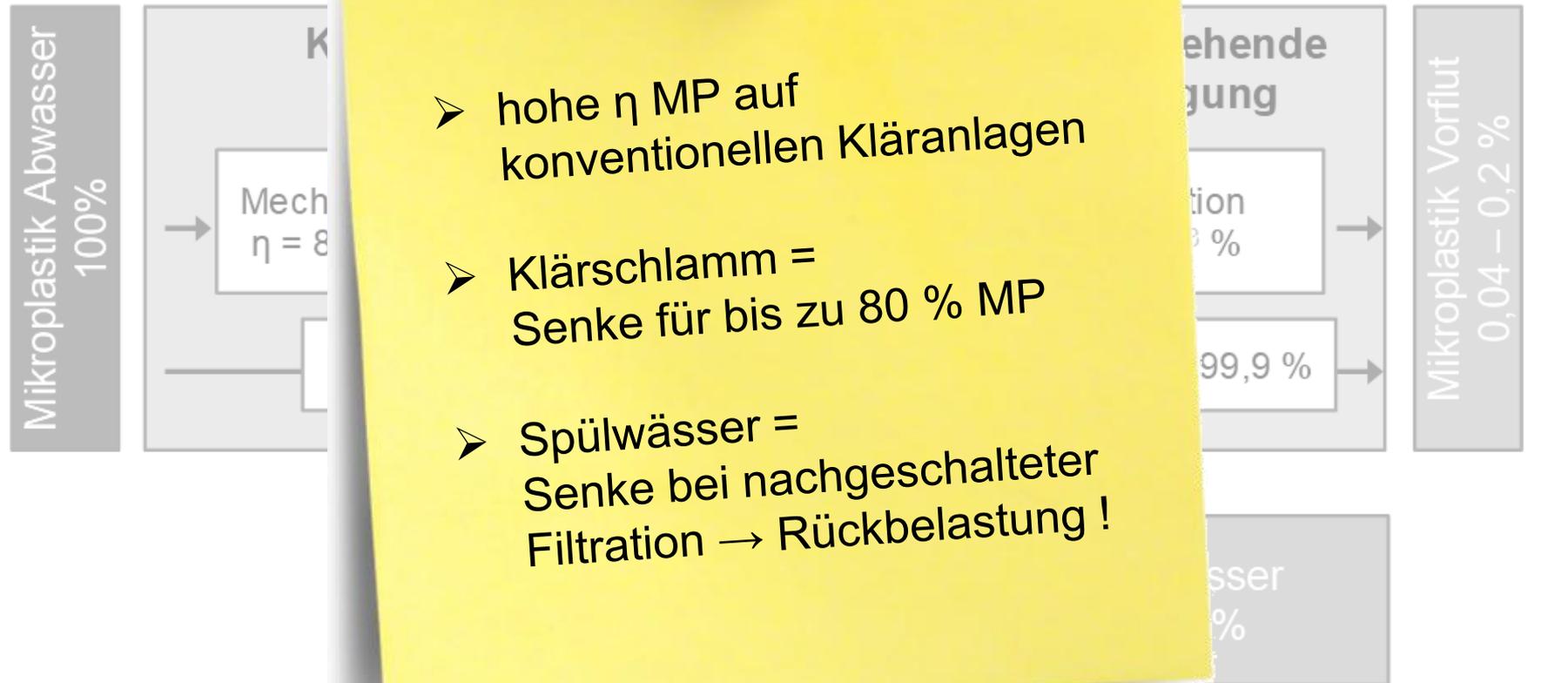
0,00x – 0,x mg/l

0,000x mg/l



Mikroplastikverbleib auf kommunalen Kläranlagen

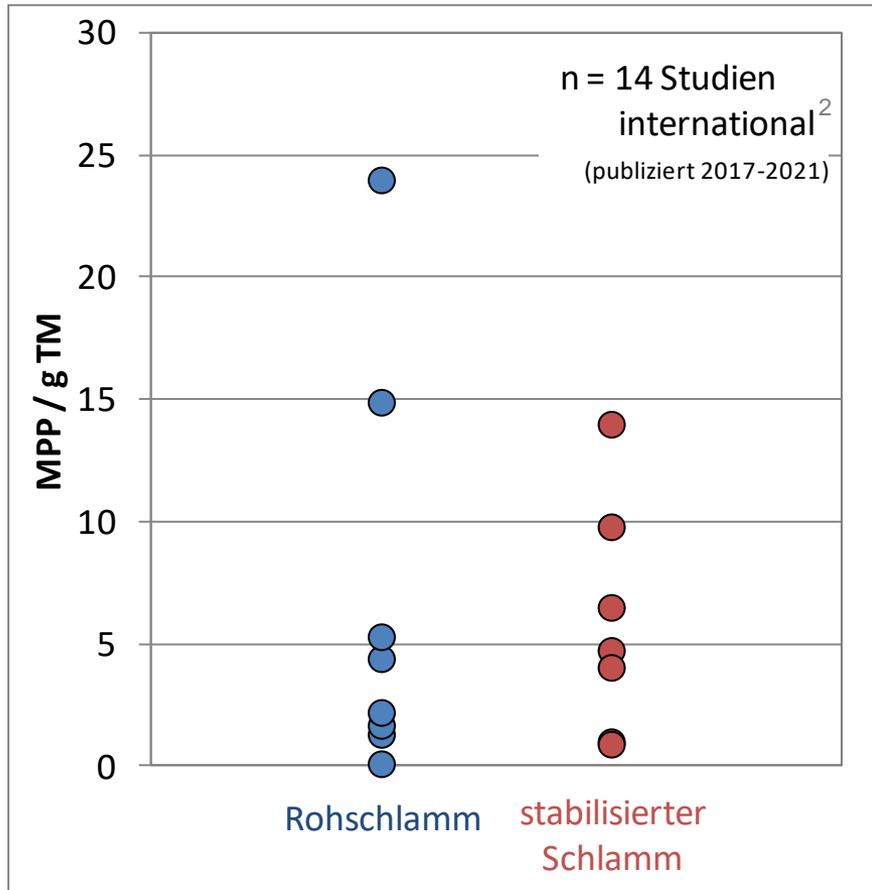
Größenordnung der MP-Konzentration in Abwasser:
x – xx mg/l



- hohe η MP auf konventionellen Kläranlagen
- Klärschlamm = Senke für bis zu 80 % MP
- Spülwässer = Senke bei nachgeschalteter Filtration → Rückbelastung !

Datenlage Klärschlammbelastung

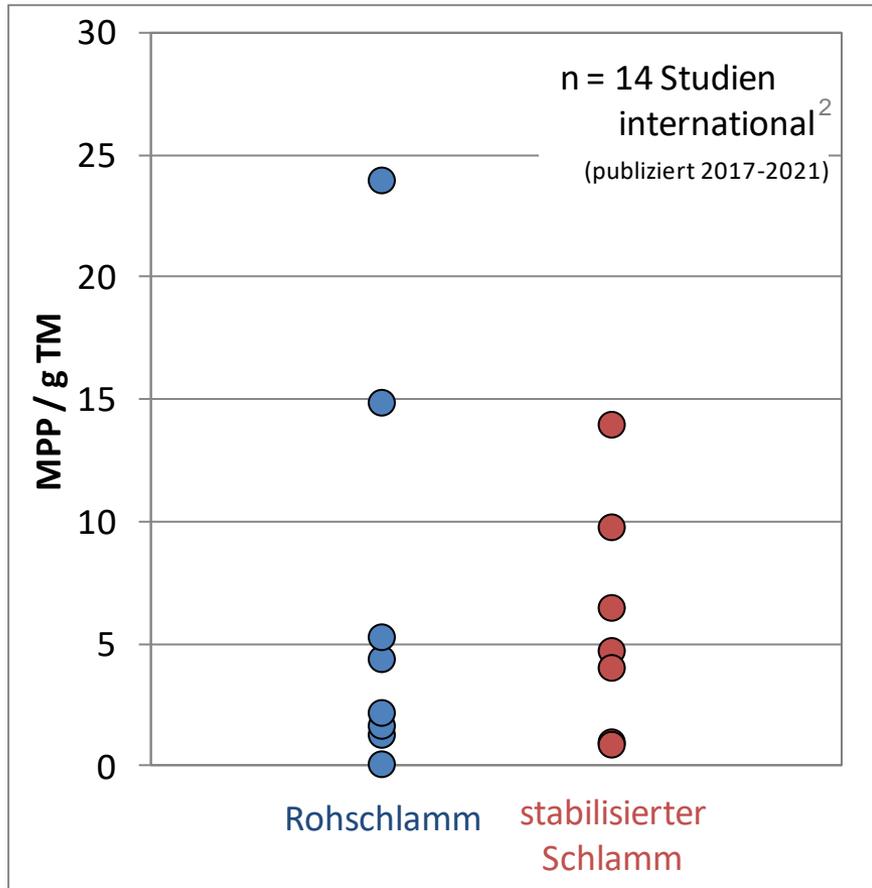
Herausforderung Detektion



! Hochrechnung MPP ↔ MP Masse-Konzentration?

Datenlage Klärschlammbelastung

Herausforderung Detektion



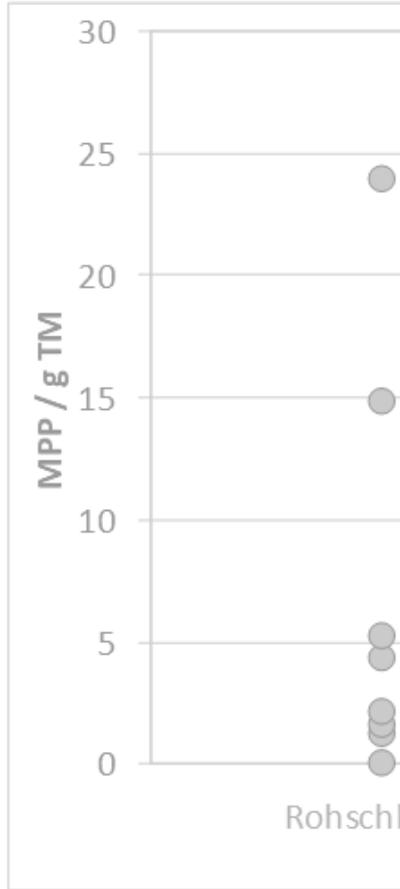
~~Hochrechnung MPP ↔ MP Masse-Konzentration?~~

Ansätze:

1. Zulaufkonzentration MP (4,5 mg/l¹), Klärschlammmanfall und Transferrate von 80 %² in den Klärschlamm
2. MP-Konzentration Klärschlamm (PE+PP+PS): 3,7 – 3,9 mg MP/g TR³

Datenlage Klärschlammbelastung

Herausforderung Detektion



- heterogene, „dünne“ Datenlage
- Keine signifikanten Abhängigkeiten zu Verfahrenstechnik, Randbedingungen
- Partikelzählungen ungeeignet für Belastungsabschätzungen
- MP-Massekonzentrationen in Größenordnung $x - xx$ mg/kg TM

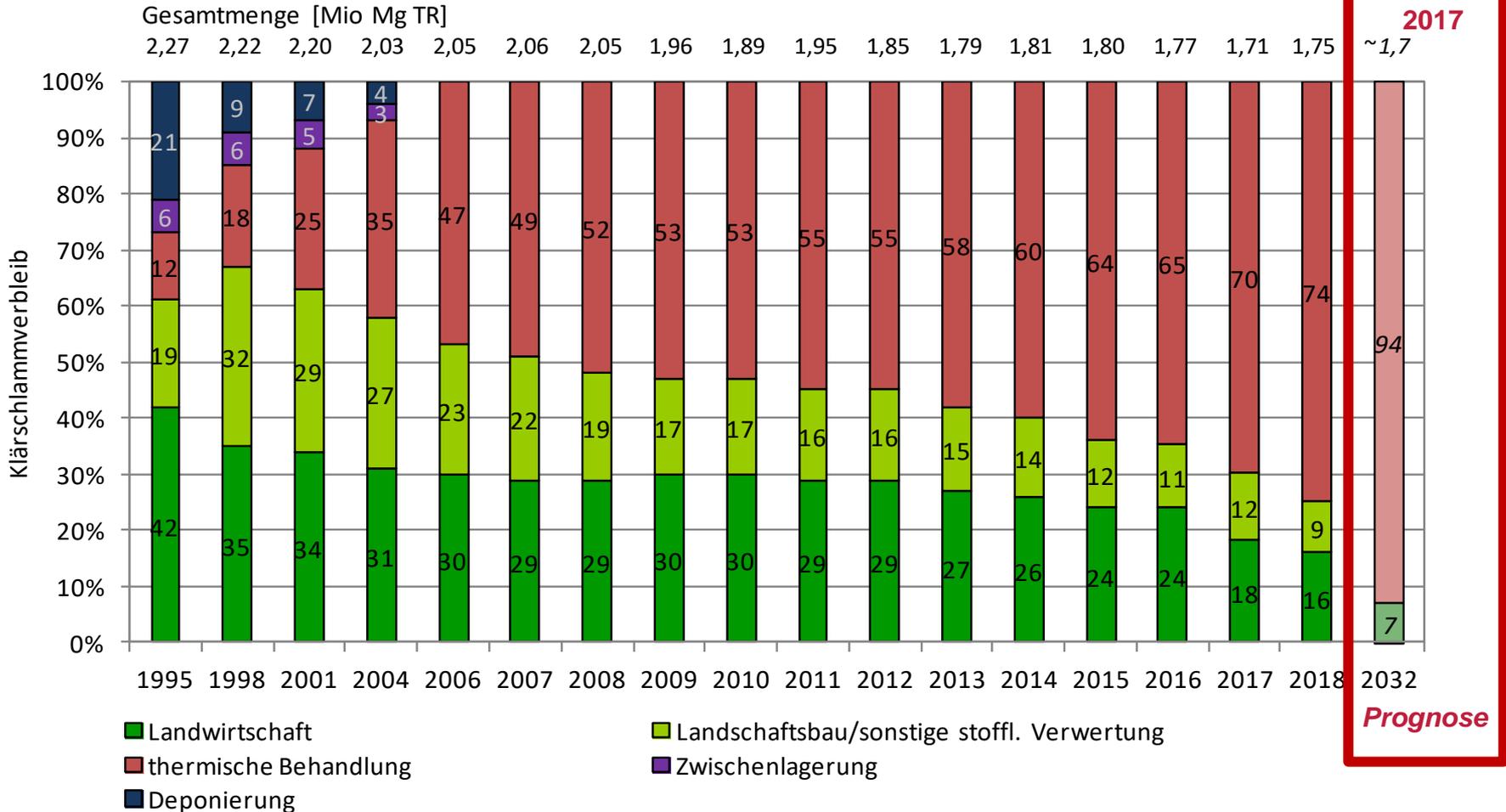
mp MPP ↔
Konzentration?

MP (4,5 mg/l¹),
und Transferrate
Klärschlamm

Klärschlamm
3,9 mg MP/g TR³

Blickpunkt bodenbezogene Verwertung

Klärschlammanfall und -entsorgung im Bundesgebiet



Blickpunkt bodenbezogene Verwertung

Klärschlamm Entsorgung - Frachtenabschätzung MP Verbleib

				
Klärschlamm 2018¹	Mio Mg TR	1,29	0,28	0,16
davon MP nach 1.	Mg	12.546	2.709	1.507
davon MP nach 2.	Mg	5.049	1.090	606

Summe Klärschlammverbleib \neq 100%
 → geringfügige Abweichung Frachtsummen

Anhaltswerte für Größenordnung!

Blickpunkt bodenbezogene Verwertung

Klärschlamm Entsorgung - Frachtenabschätzung MP Verbleib

				
Klärschlamm 2018¹	Mio Mg TR	1,29	0,28	0,16
davon MP nach 1.	Mg	12.546	2.709	1.507
davon MP nach 2.	Mg	5.049	1.090	606
Klärschlamm 2032²	Mio Mg TR	1,60	0,12	0
davon MP nach 1.	Mg	15.505	1.178	0
davon MP nach 2.	Mg	6.240	474	0

Summe Klärschlammverbleib ≠ 100%
 → geringfügige Abweichung Frachtsummen

Anhaltswerte für Größenordnung!

Blickpunkt bodenbezogene Verwertung

Klärschlamm Entsorgung - Frachtenabschätzung MP Verbleib

				
Klärschlamm 2018¹	Mio Mg TR	1,29	0,28	0,16
davon MP nach 1.	Mg	12.546	2.709	1.507
davon MP nach 2.	Mg	5.049	1.090	606
Klärschlamm 2032²	Mio Mg TR	1,60	0,12	0
davon MP nach 1.	Mg	15.505	1.178	0
davon MP nach 2.	Mg	6.240	474	0

- 72%

Summe Klärschlammverbleib ≠ 100%
 → geringfügige Abweichung Frachtsummen

Anhaltswerte für Größenordnung!

Blickpunkt bodenbezogene Verwertung

Klärschlamm Entsorgung - Frachtenabschätzung - Verwertung MP Verbleib

**Klärschlamm
2018¹**

davon MP nach

davon MP nach

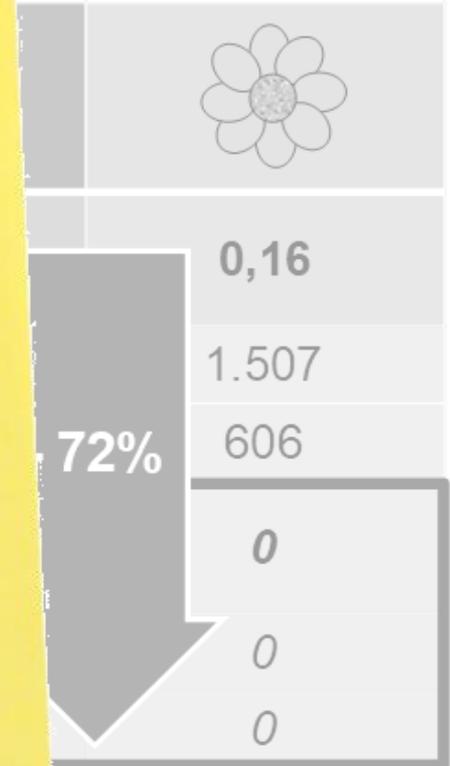
**Klärschlamm
2032²**

davon MP nach

davon MP nach

Summe Klärschlammverwertung
→ geringfügige Abweichung

- Neuordnung der Klärschlamm Entsorgung nach AbklärV, 2017
- Massive Reduktion der direkten stofflichen Klärschlammverwertung
→ Reduktion der MP-Einträge



Werte für Größenordnung!



Technische
Universität
Braunschweig

... | MP Klärschlamm | KBU Konferenz, 03.12.2020 | Folie 12

1 DESTATIS, 2019

2 Mengenschätzung nach Kläser und Langeohl, 2020

ISU
Institut für Siedlungswasserwirtschaft

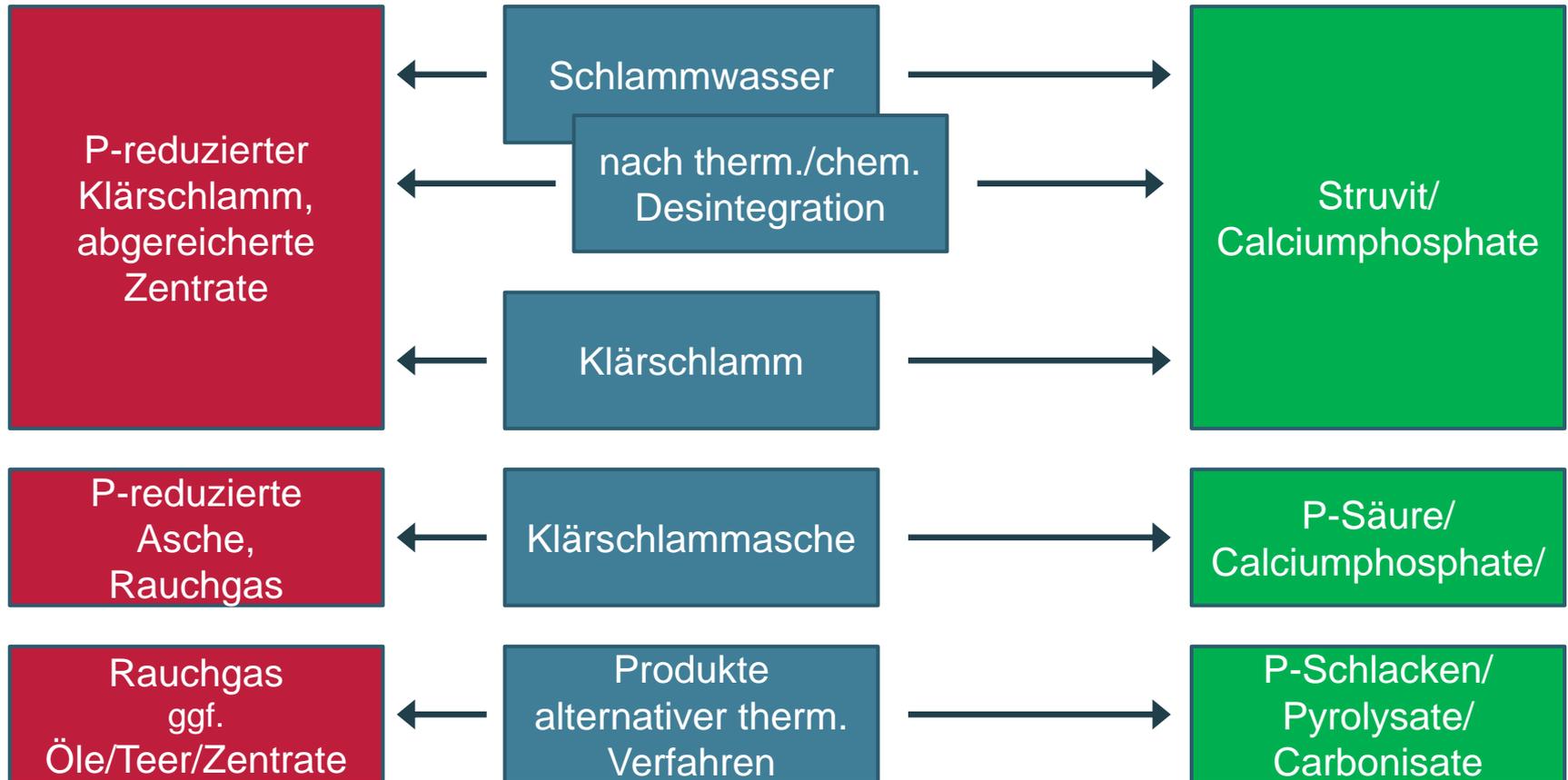
2032: Quo vadis Mikroplastik?

Optionen Klärschlamm Entsorgung mit P-Rückgewinnung^{1,2} und MP-Verbleib (vereinfacht)



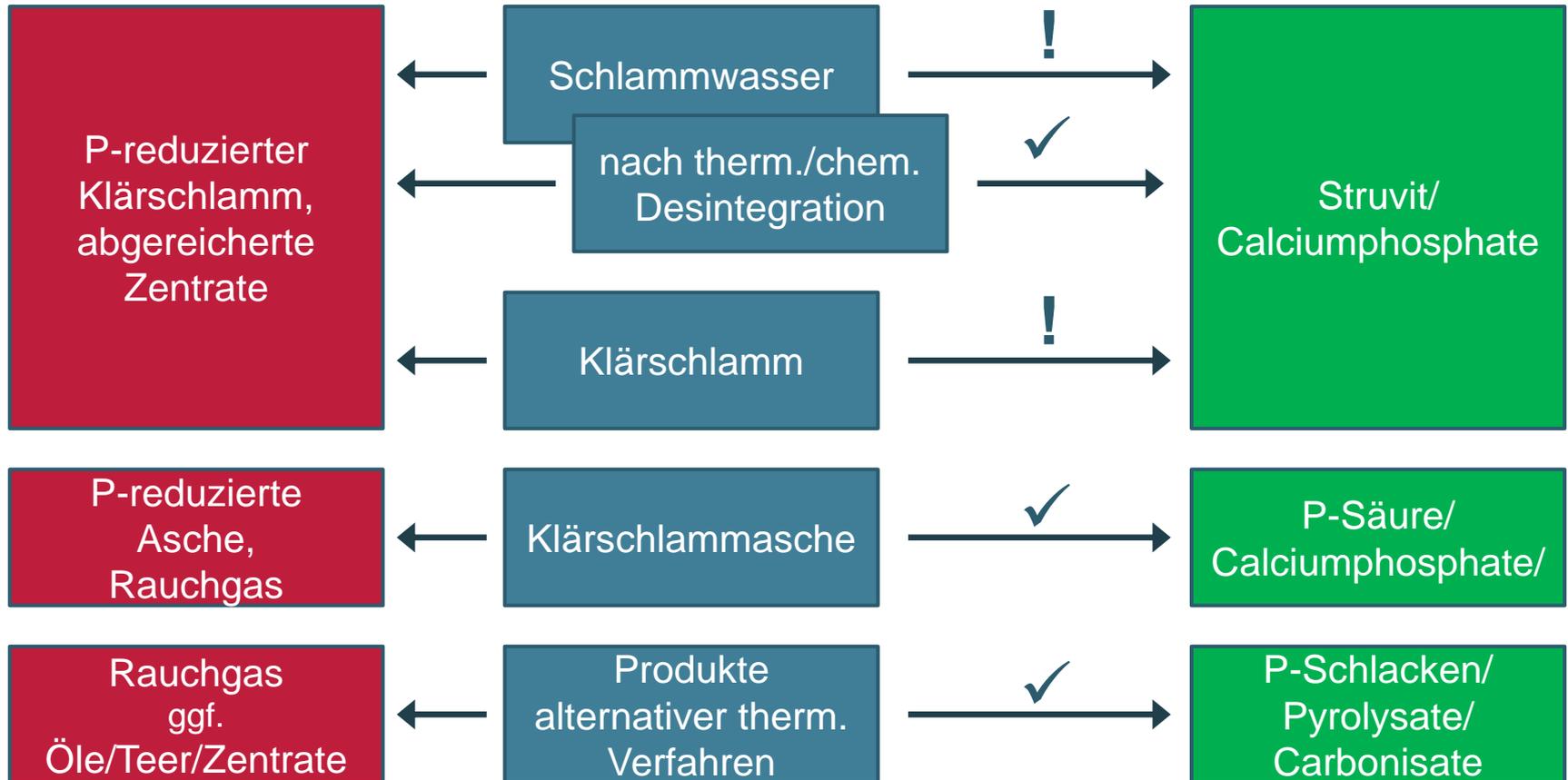
2032: Quo vadis Mikroplastik?

Optionen Klärschlamm Entsorgung mit P-Rückgewinnung^{1,2} und MP-Verbleib (vereinfacht)



2032: Quo vadis Mikroplastik?

Optionen Klärschlamm Entsorgung mit P-Rückgewinnung^{1,2} und MP-Verbleib (vereinfacht)



2032: Quo vadis Mikroplastik?

Optionen Klärschlammbehandlung mit P-Rückgewinnung und MP-Verbleib (vereinfacht)

P-reduzierter Klärschlamm, abgereicherte Zentrats

P-reduzierte Asche, Rauchgas

Rauchgas ggf. Öle/Teer/Zentrats

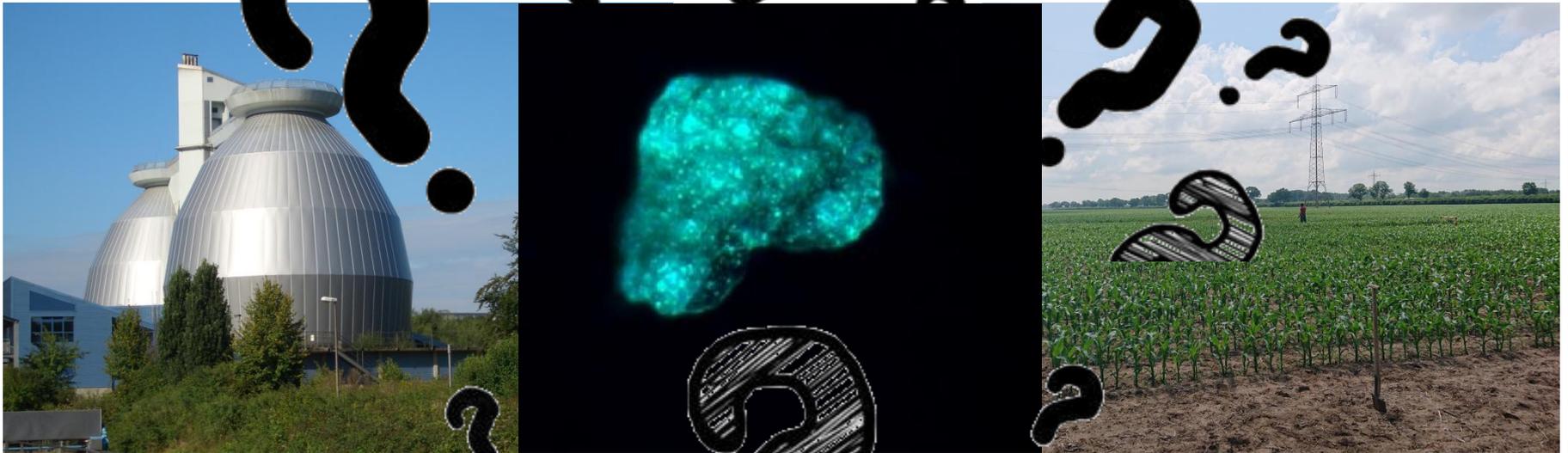
Struvit/
Calciumphosphate

P-Säure/
Calciumphosphate/

P-Schlacken/
Pyrolysate/
Carbonisate

- Direkter MP Transfer in Düngemittel v.a. bei Fällprodukten möglich (Feststoffabscheidegrad Zentrats !)
- Transferprodukte v.a. bei thermischen Verfahren zur P-Rückgewinnung ?

Diskussion



Quellenverzeichnis

Adam, C. 2018. Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm. Berliner Klärschlammkonferenz, 5./6.11.2018, Berlin.

Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Vollzugshilfe Klärschlammverordnung“ der LAGA, 2020. Mitteilung der Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Abfall(LAGA) 39 ATA -Ad-hoc-Ausschuss Vollzugshinweise zur Umsetzung der Klärschlammverordnung, 02/2020, https://www.laga-online.de/documents/laga-m-39-vollzugshinweise-zur-klärschlammverordnung_stand-10-02-2020-_rederg_1601897506.pdf, Zugriff 27.11.2020

DESTATIS und DWA-KEK 1.2. 2015. Abwasser und Klärschlamm in Deutschland – statistische Betrachtungen – Teil 2: Klärschlamm, Klärgas, Rechen- und Sandfanggut. Gemeinsamer Arbeitsbericht des Statistischen Bundesamtes und der DWA-Arbeitsgruppe KEK 1.2 „Statistik“, KA Korrespondenz Abwasser, Abfall, Jg. 62, Nr.1, pp.46-53.

DESTATIS. 2018. Umweltstatistische Erhebungen, Wasserwirtschaft: Klärschlamm Entsorgung aus der öffentlichen Abwasserbehandlung 2013-2016. <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Tabellen/TabellenKlaerschlammverwertungsart.html>, Zugriff 15.01.2018.

DESTATIS. 2019. Pressemitteilung Nr. 479 vom 12. Dezember 2019. https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/12/PD19_479_32214.html, Zugriff 25.09.2020

Dierkes, G., Lauschke, T., Becher, S., Schumacher, H., Földi, C., Ternes, T. 2019. Quantification of microplastics in environmental samples via pressurized liquid extraction and pyrolysis-gas chromatography. Analytical and Bioanalytical Chemistry, <https://doi.org/10.1007/s00216-019-02066-9>, Zugriff 01.09.2020.

Kläser und Langeohl, 2020. In: Zukunft der Klärschlamm Entsorgung in vielen Punkten offen. EU-Recycling 06/2020, p.24, <https://eu-recycling.com/Archive/27750>, Zugriff 28.11.2020.

Meyer, S., Bauerfeld, K. 2020. Mikroplastikverbleib in kommunalen Kläranlagen und im Klärschlamm. DWA Seminar Mikroplastik im Abwasser – ein Problem? 01.10.2020, Kassel.

Talvitie, J., Heinonen, M. 2014. Preliminary study on synthetic microfibers and particles at a municipal waste water treatment plant. Baltic Marine Environment Protection Commission HELCOM.

Fotos Titelfolie/Diskussion: Institut für Siedlungswasserwirtschaft TU Braunschweig, v.links nach rechts: Bauerfeld, K. 2006; Schäffer S.-M., 2019; Bauerfeld, K. 2020.

Die Ergebnisse praktischer und theoretischer Untersuchungen zum Thema sind am ISWW der TU Braunschweig im Rahmen des BMBF Forschungsschwerpunktes „Plastik in der Umwelt“, Verbundprojekt REPLAWA, Fkz. 02WPL1445C. entstanden. Die Autorin dankt für die Forschungsförderung. Mehr Infos unter www.replawa.de.