

# Herausforderungen und Ansätze zur Verringerung der Stoffeinträge aus dem Abwasser

## 44. Gewässerforum am 16.05.2024 in Oschatz

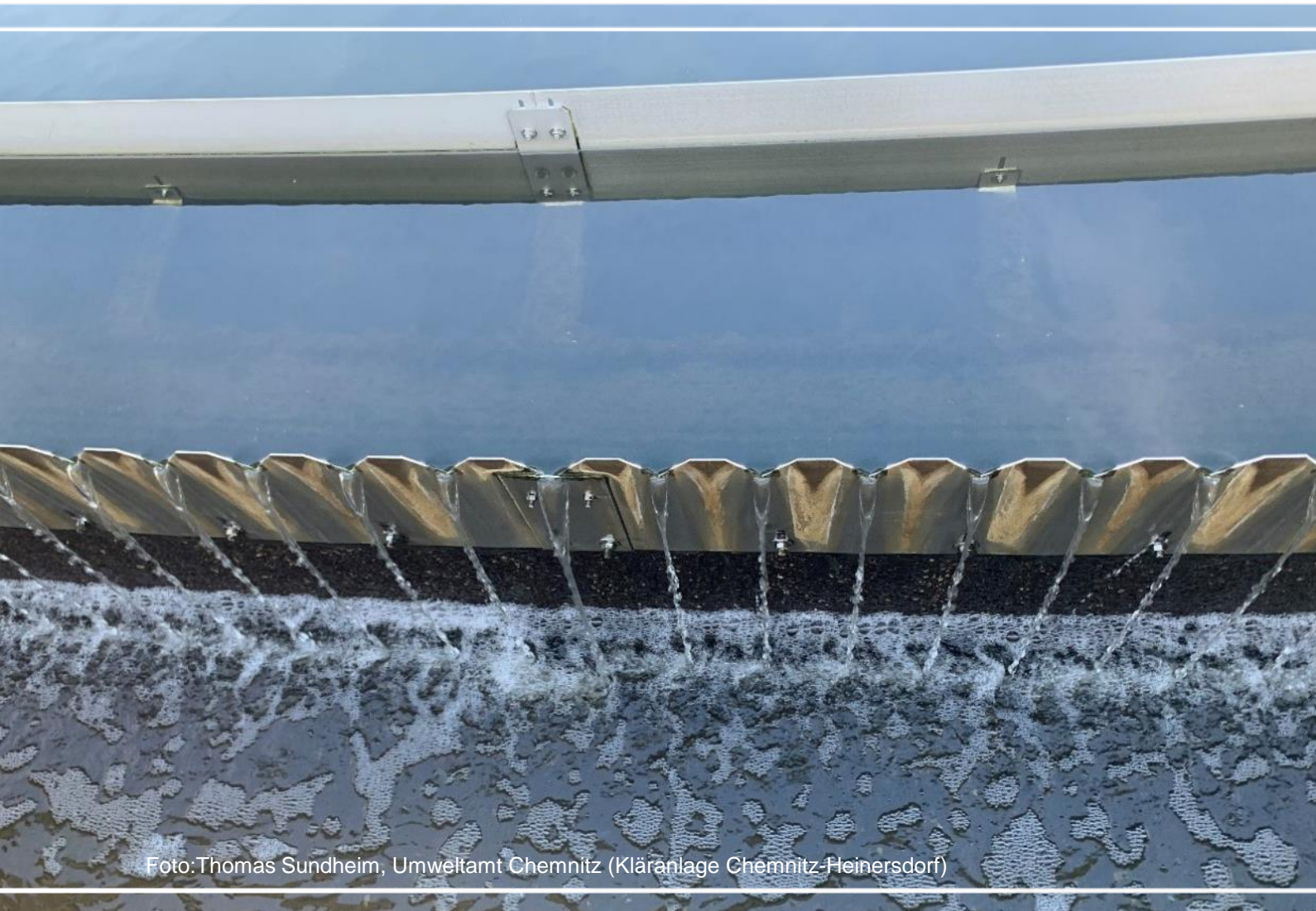
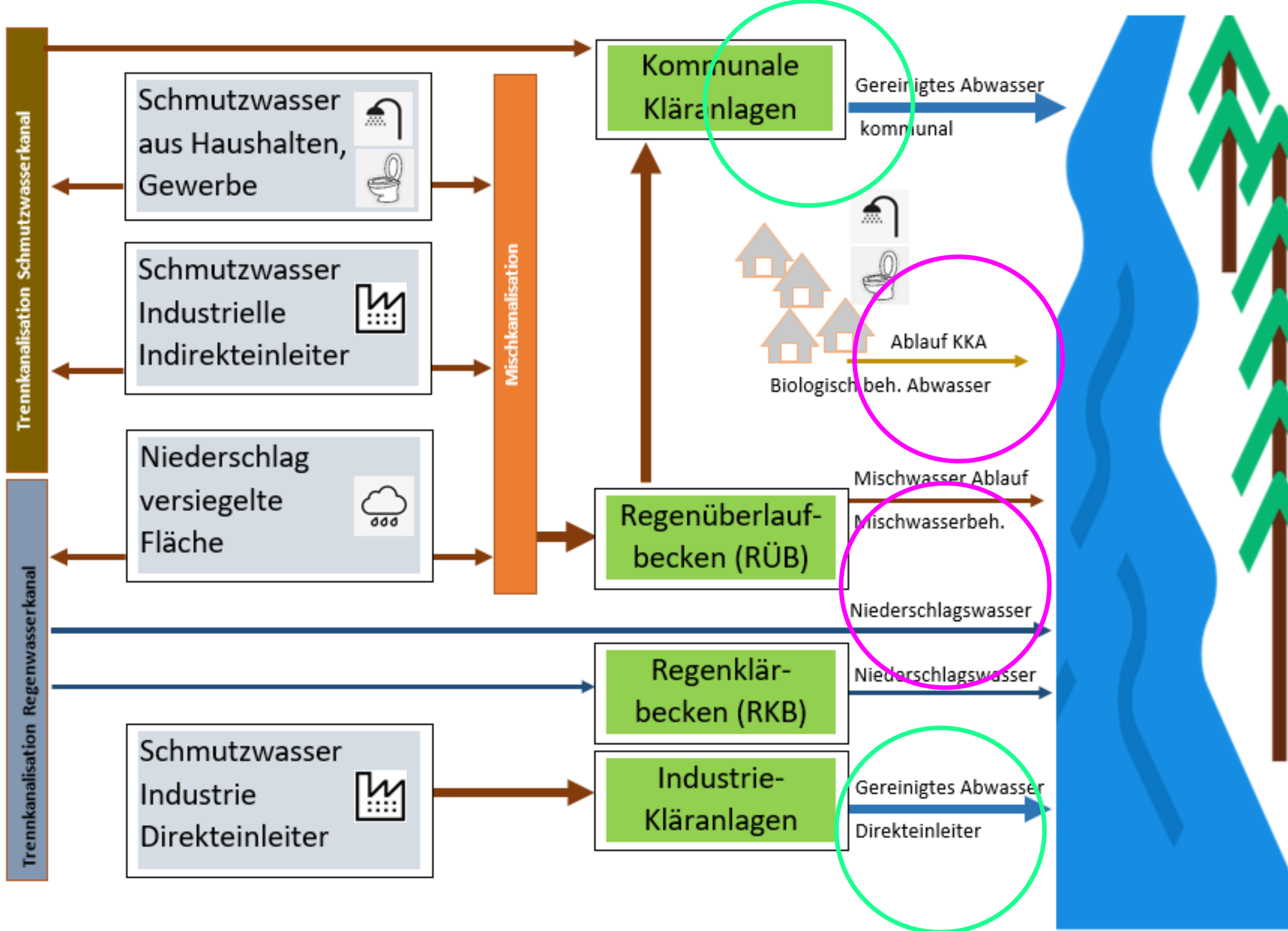


Foto: Thomas Sundheim, Umweltamt Chemnitz (Kläranlage Chemnitz-Heinersdorf)



Foto: Wallgraben in Delitzsch in Sachsen, 1.9.2021, SMEKUL/Jan Oelker, 2021

# Stoffeinträge aus Abwasser – Punktquellen und diffuse Quellen



## Ansätze im Modell „Stoffbilanz“ für Einträge von Nährstoffen (P und N)

- Punktquellen**
  - Kommunale Kläranlagen
  - Industrielle Direkteinleiter
- Diffuse Einträge von Siedlungen**
  - Kleinkläranlagen bis 50 EW
  - Niederschlagswassereinleitungen in Trenn- bzw. Mischsystem

# Nährstoffe

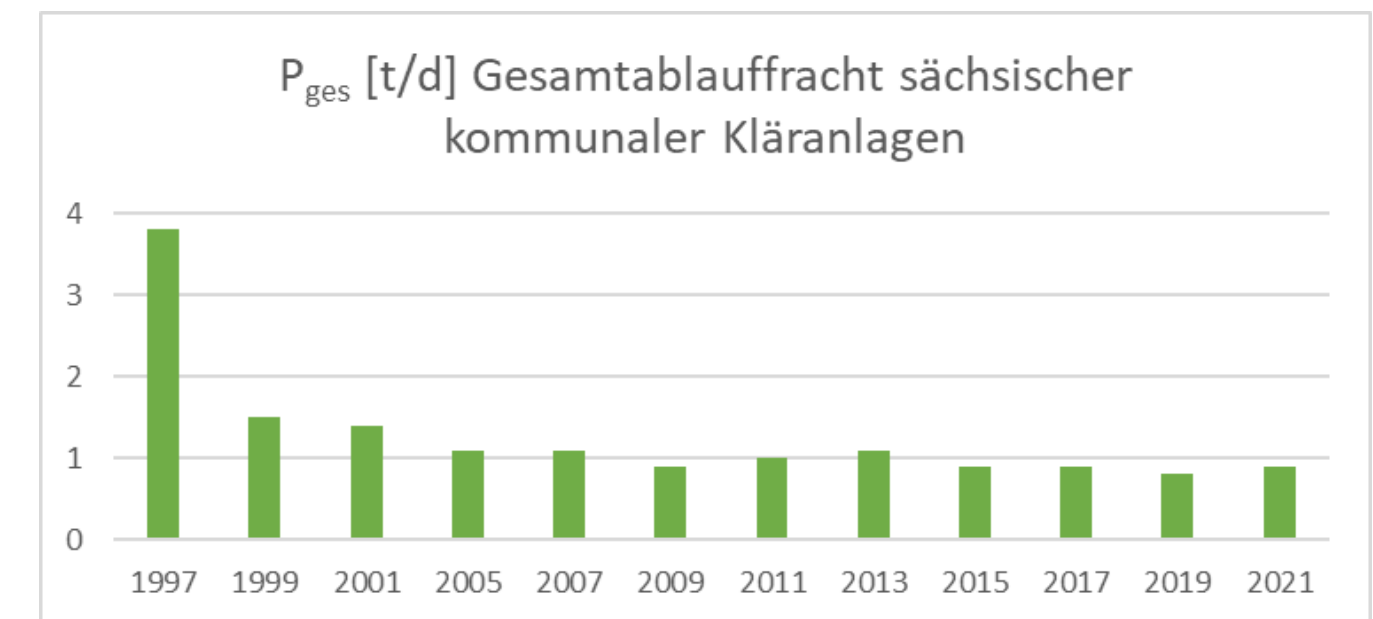
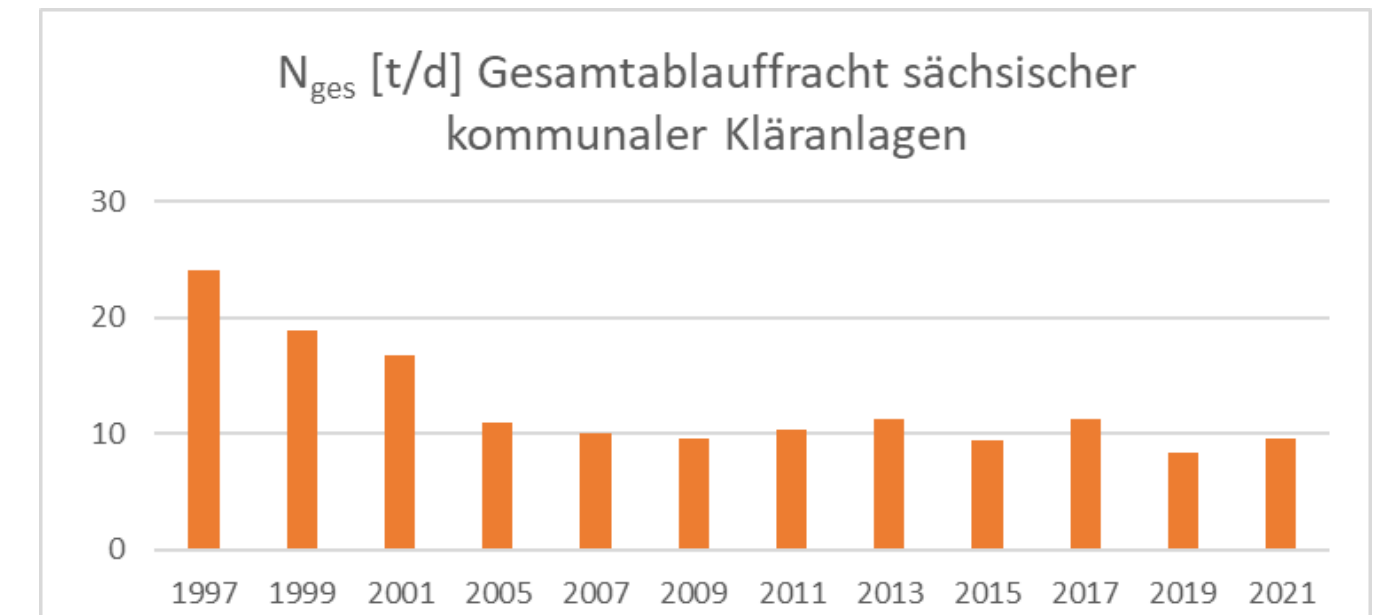
## Stand der N- und P-Elimination aus kommunalen Kläranlagen



umwelt.sachsen.de

Die Daten werden alle zwei Jahre im Rahmen der Aktualisierung der Kommunalabwasserdatenbank erhoben.

Abwassereinleitung													
Bezeichnung	Einheit	1997	1999	2001	2005	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
N <sub>ges</sub>	t/d	24,0	18,8	16,8	10,9	10,0	9,5	10,3	11,2	9,4	11,3	8,3	9,6
P <sub>ges</sub>	t/d	3,8	1,5	1,4	1,1	1,1	0,90	1,0	1,1	0,9	0,9	0,8	0,9
Stand	03.04.2023												
Quelle	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie												



## Nährstoffe

### Stand der N-Elimination in Sachsen (Kläranlagen und Kapazität 2022)

Größenklasse	Anzahl Kläranlagen (Stand 2022)	davon KA'n biologisch (keine N-Elimination)	davon KA'n biologisch + P-Elimination (keine N-Elimination)	davon KA'n biologisch + Nitrifikation + P-Elimination	davon KA'n biologisch mit Nitrifikation	davon KA'n biologisch + Nitrifikation + Denitrifikation	davon KA'n biologisch + Nitrifikation + Denitrifikation + P-Elimin.
GK 5 > 100.000 EW	<b>7</b>	-	-	-	-	-	7
GK 4 > 10.000 – 100.000 EW	<b>78</b>	-	-	-	-	-	78
GK 3 > 5.000 – 10.000 EW	<b>40</b>	-	-	4	6	15	15
GK 2 1.000 – 5.000 EW	<b>140</b>	68	1	5	15	37	14
GK 1 < 1.000 EW	<b>427</b>	374	5	3	26	9	10
<b>Summe Kläranlagen</b>	<b>692</b>	<b>442</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>47</b>	<b>61</b>	<b>124</b>
<b>Gesamtkapazität (gerundet)</b>	<b>5.731.000 EW</b>	<b>267.000 EW (Anteil 5%) keine N-Elimination</b>		<b>131.000 EW (Anteil 2%) Nitrifikation</b>		<b>5.333.000 EW (Anteil 93%) Nitrifikation + Denitrifikation</b>	

# Nährstoffe

## Stand der P-Elimination in Sachsen (Kläranlagen und Kapazität 2016 - 2022)

Größenklasse	Anzahl Kläranlagen gesamt Stand 2022	Anzahl Kläranlagen mit P-Elimination Stand 2022	Anzahl Kläranlagen mit P-Elimination Stand 2020	Anzahl Kläranlagen mit P-Elimination Stand 2018	Anzahl Kläranlagen mit P-Elimination Stand 2016
GK 5 > 100.000 EW	<b>7</b>	7	8	8	8
GK 4 > 10.000 – 100.000 EW	<b>78</b>	78	76	76	76
GK 3 > 5.000 – 10.000 EW	<b>40</b>	19	19	19	19
GK 2 1.000 – 5.000 EW	<b>140</b>	20	21	20	19
GK 1 < 1.000 EW	<b>427</b>	18	18	17	13
<b>Summe Kläranlagen</b>	<b>692</b>	<b>142</b>	<b>142</b>	<b>140</b>	<b>135</b>
<b>Gesamtkapazität EW (gerundet)</b>		<b>5.731.000</b>	<b>5.738.000</b>	<b>5.767.000</b>	<b>5.712.000</b>
<b>Gesamtkapazität EW mit P-Elimination</b>		<b>5.108.000 (89%)</b>	<b>5.109.000 (89%)</b>	<b>5.132.000 (89%)</b>	<b>5.073.000 (89%)</b>

# Nährstoffe

## Rechtliche Anforderungen – Abwasserreinigung – Ablaufwert $P_{ges}$

Größenklasse / Größenzuordnung der Kläranlage  (1)	Bund AbwV Anhang 1 1. April 1997; Neufassung 2004*  (2)	Bund BLAK Abwasser AG Nährstoffe (Vorschlag 14.01.2021)*  (3)	EU 91/271/EWG 21. Mai 1991 Kommunalabwasser- richtlinie**  (4)	EU neue Kommunalabwasser- richtlinie (10. April 2024)**  (5)
GK 5 > 6.000 kg/d BSB <sub>5</sub> (roh) > 100.000 EW	1 mg/l	0,7 mg/l	1 mg/l 80% Verringerung	0,5 mg/l 90% Verringerung (> 150.000 EW)
GK 4 > 600 bis 6.000 kg/d BSB <sub>5</sub> (roh) > 10.000–100.000 EW	2 mg/l	1 mg/l	2 mg/l 80% Verringerung	0,7 mg/l 87,5% Verringerung (10.000 - 150.000 EW)
GK 3 > 300 bis 600 kg/d BSB <sub>5</sub> (roh) > 5.000 – 10.000 EW		2 mg/l		
> 2.000 – 5.000 EW		2 mg/l		
* Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe; 4-aus-5 und 100-Regel			** 24-Stunden-Proben; Jahresmittelwert (anzuwenden ist der Konzentrationswert oder die prozentuale Verringerung)	

# Nährstoffe

## Ablaufwert $P_{ges}$ – Ansatz im sächsischen P-Minderungskonzept

Größenklasse / Größenzuordnung der Kläranlage  (1)	Vorschlag $P_{ges}$ Ablaufwert entsprechend P-Minderungskonzept 2023  (2)	P-Konzept Anzahl Kläranlagen  (3)
GK 5 > 100.000 EW	0,4 mg/l (0,2/0,1 mg/l) <sup>1)</sup> (Eigenkontrolle Jahresmittelwert)	8
GK 4 > 10.000–100.000 EW	0,6 mg/l (Eigenkontrolle Jahresmittelwert)	76
GK 3 > 5.000 – 10.000 EW	0,8 mg/l (Eigenkontrolle Jahresmittelwert)	40
GK 2 1.000 – 5.000 EW		
2.000 – 5.000 EW	1,2 mg/l (Eigenkontrolle Jahresmittelwert)	89


**$\Sigma = 213$**

<sup>1)</sup> Werte 0,1 / 0,2 mg/l nur mit zusätzlicher Flockungsfiltration erreichbar (Umsetzung zurückgestellt; ggf. mit Umsetzung KARL bei Realisierung 4. Reinigungsstufe gem. Art. 8)

Hessen, Anforderungen nach MP 2015-2021* (zusätzlich $PO_4$ -P, hier nicht dargestellt)  (4)
$\leq 0,4$ mg/l (ÜW) $\leq 0,2$ mg/l (EKVO)
$\leq 0,7$ mg/l (ÜW) $\leq 0,5$ mg/l (EKVO, Monatsmittel)
$\leq 2$ mg/l (ÜW) $\leq 1$ mg/l (EKVO, Jahresmittel)
$\leq 2$ mg/l (ÜW) $\leq 1$ mg/l (EKVO, Jahresmittel)

\* Quelle: Vortrag zur Dresdner Abwassertagung, Praxisforum am 23.04.2024, Herr Dr.-Ing. Wernfried Schier, Universität Kassel

## P-Minderungskonzept Sachsen – Nutzung des Modells Stoffbilanz

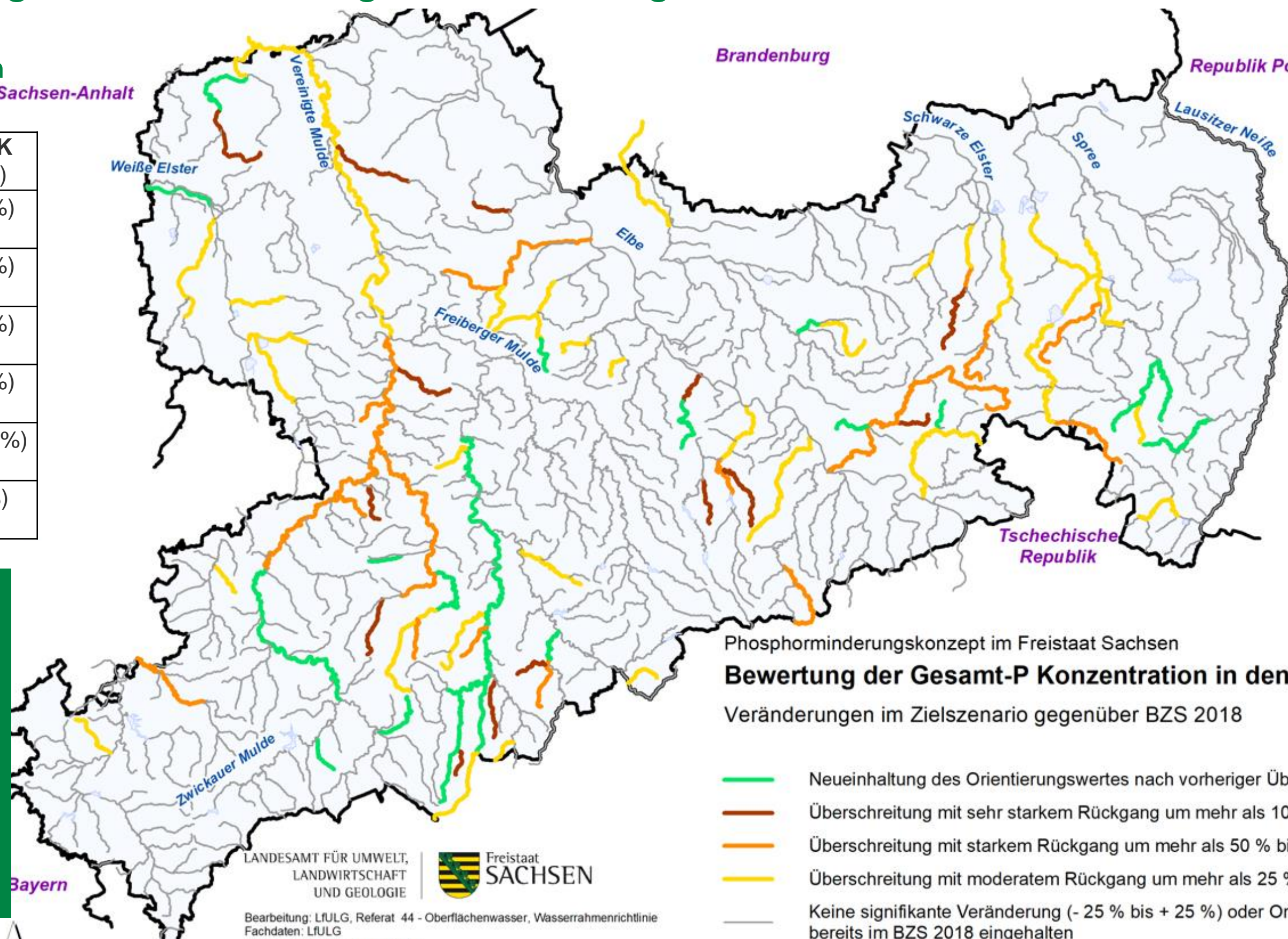
- Bilanzierungsmodell zur Nährstoffeintragsmodellierung in Grundwasser und Oberflächengewässer
- Werkzeug zur Umsetzung der WRRL, Berechnung Ist-Zustände und Bewirtschaftungsszenarien, Zeitschnitte 2000, 2005, 2012, 2018
- auf Basis des Zeitschnittes 2018 wurde ein aktualisiertes Basisszenario entwickelt:
  - Frachten für Punktquellen aktualisiert (Kläranlagen ab 2.000 EW, Industrie-Direkteinleiter)
  - Frachten für diffuse Quellen abgemindert (Landwirtschaft – Anteil Gewässerrandstreifen )
  - sonstige Eintragsquellen unverändert (Kläranlagen < 2.000 EW, Kleinkläranlagen, Niederschlagswassereinleitungen, diffuse nicht landwirtschaftliche Einträge)
- Minderungsszenarien für Kläranlagen ab Kapazität 2.000 EW, schrittweise Minderung (Ablaufwert  $P_{ges}$ ) in Abhängigkeit der Kläranlagen-Größenklasse
  - Szenario 1 – 5: Fällungstechnologie (Ablaufwerte 0,4 bis 1,2 mg/l im Jahresmittel)
  - Szenario 6a/6b: Flockungsfiltration (0,1 / 0,2 mg/l im Jahresmittel; nur Kläranlagen der GK 5)



# Modell Stoffbilanz – Auswertung durch Prüfung der angestrebten Zielerreichung der Einhaltung des Orientierungswertes für Pges

Karte: Abweichungen vom P-Orientierungswert der FWK (Veränderungen im Zielszenario gegenüber BZS 2018)

Bezeichnung in Legende	Anzahl FWK (Anteil in %)
Neueinhaltung Orientierungswert nach vorheriger Überschreitung	25 (4,5 %)
Überschreitung mit sehr starkem Rückgang um > 100 %	14 (2,5 %)
Überschreitung mit starkem Rückgang um > 50 % bis 100 %	17 (3,0 %)
Überschreitung mit moderatem Rückgang um > 25 % bis 50 %	36 (6,5 %)
Keine signifikante Veränderung (- 25 % bis + 25 %)	232 (41,5 %)
Orientierungswert bereits im BZS 2018 eingehalten	234 (42 %)

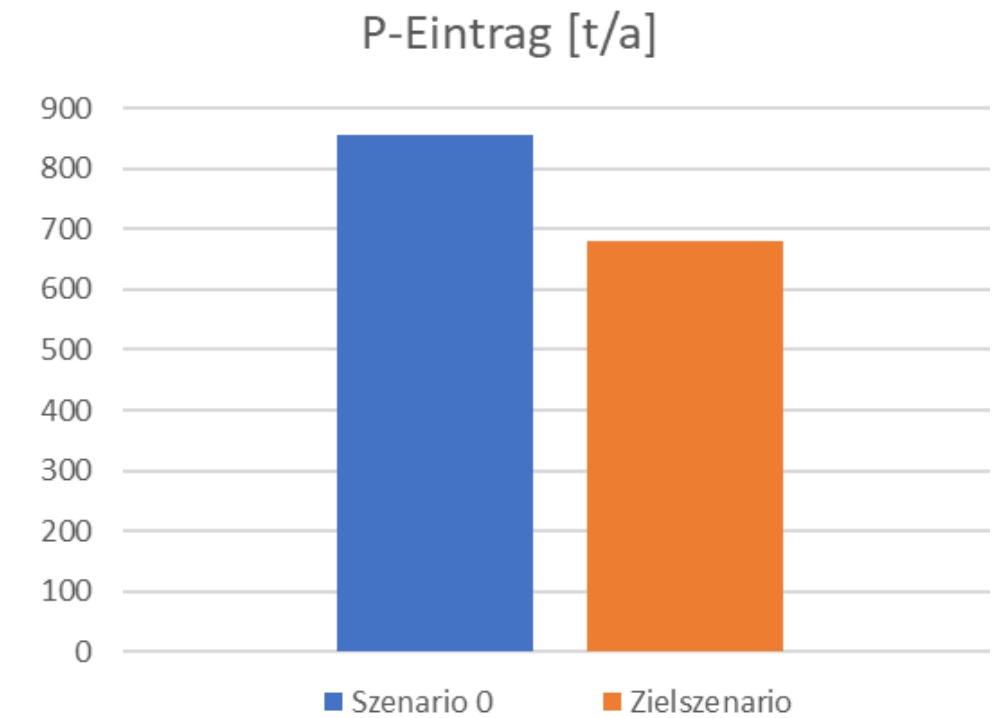


## Ergebnis der Modellierung

197 der 213 Kläranlagen erhalten eine Anforderung für weitergehende P-Elimination; davon müssen ca. 157 Kläranlagen Investitionen in Neubau oder Ertüchtigung der Fällungsanlagen tätigen

## Handlungsbedarf in Auswertung des P-Minderungskonzeptes

- Kläranlagen  $\geq 2.000$  EW: Reduzierung des P-Eintrages in Fließgewässer von 298 t/a auf 170 t/a bei Umsetzung der Maßnahmen Szenario 1 – 5 (Neubau / Ertüchtigung Fällungsanlagen)
- Niederschlagswassereinleitungen (103 t/a): Mischwasserbehandlung nach Stand der Technik sicherstellen (Datenstand 2022: 299 von 1635 MWB sind nicht SdT)
- Kleinkläranlagen (137 t/a): perspektivisch Anschluss an öffentliche Abwasserentsorgung
- Landwirtschaft (206 t/a): weitere Maßnahmen zur Vermeidung von P-Einträgen (Umsetzung Düngerecht, Vermeidung Bodenerosion)

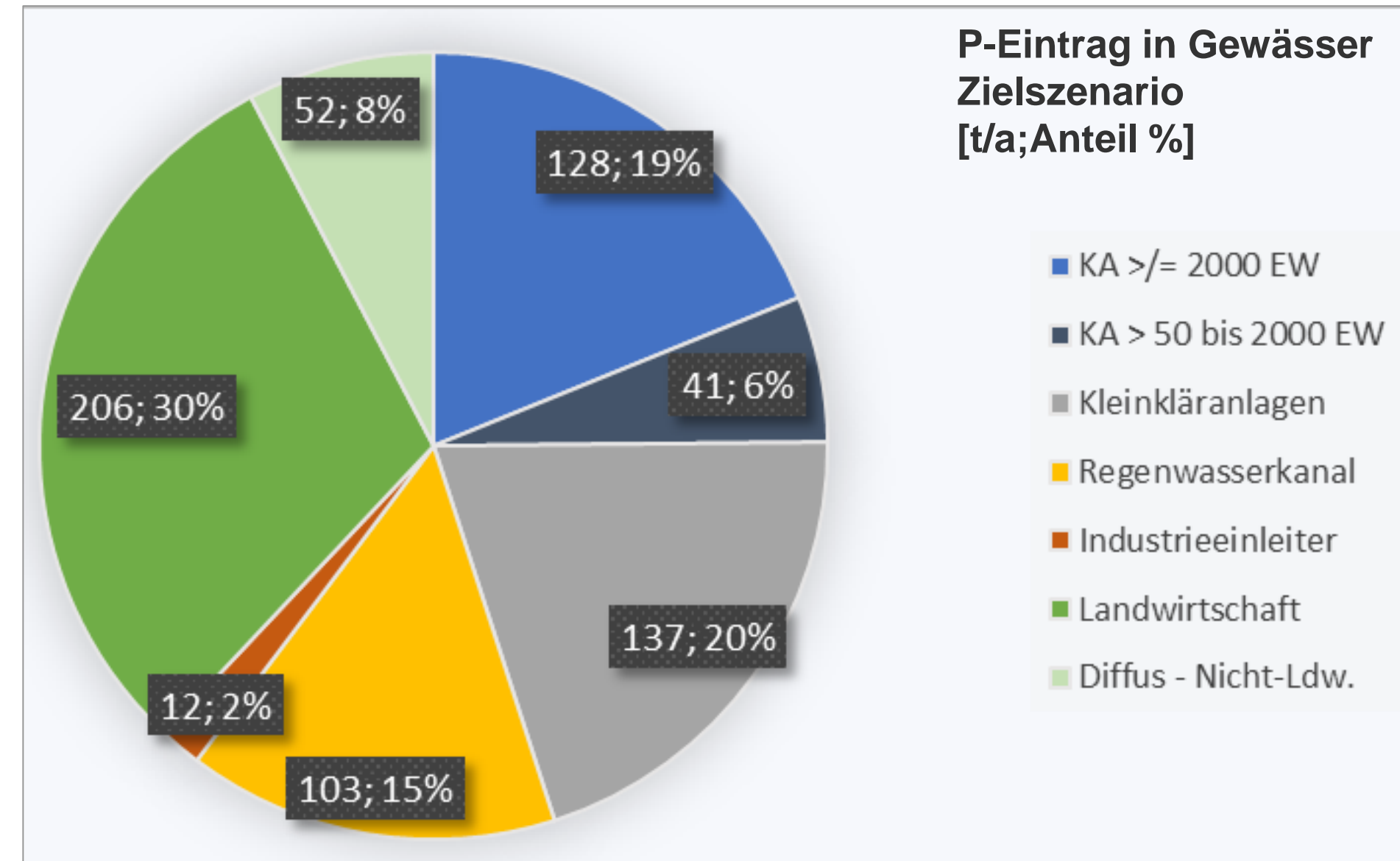


Gesamt:	850 → 680 (20%)
KA (Szenario 1-5):	298 → 170 (43%)
KA (Szenario 1-6b):	298 → 128 (57%)

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/42777>

## Handlungsbedarf in Auswertung des P-Minderungskonzeptes

- Kläranlagen  $\geq 2.000$  EW: Reduzierung des P-Eintrages in Fließgewässer von 298 t/a auf 170 t/a bei Umsetzung der Maßnahmen Szenario 1 – 5 (Neubau / Ertüchtigung Fällungsanlagen)
- Niederschlagswassereinleitungen (103 t/a): Mischwasserbehandlung nach Stand der Technik sicherstellen (Datenstand 2022: 299 von 1635 MWB sind nicht SdT)
- Kleinkläranlagen (137 t/a): perspektivisch Anschluss an öffentliche Abwasserentsorgung
- Landwirtschaft (206 t/a): weitere Maßnahmen zur Vermeidung von P-Einträgen (Umsetzung Düngerecht, Vermeidung Bodenerosion)

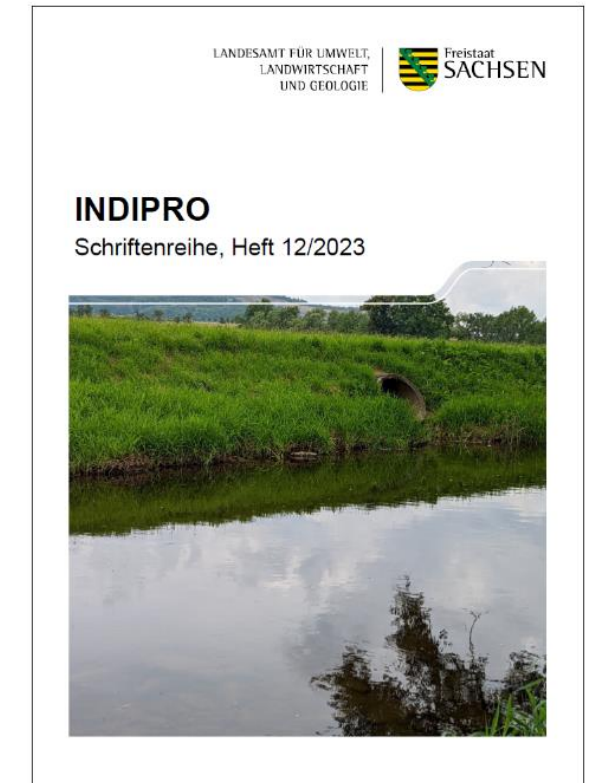


<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/42777>

## Weiteres Projekt zu P-Einträgen - Kurzvorstellung

### ■ Nährstoffeintragsanalyse für Phosphor IndiPro (Indizienprozess) Projekt 2021-2023

- Vertiefende Auswertung vorhandener Daten für Fließgewässer mit hohen Nährstoffbelastungen, Ableitung von Belastungspfaden zur Ermittlung möglicher Reduzierungsmaßnahmen
- Mithilfe von Indikatorsubstanzen  
→ Hinweise auf Quellen/Herkunft anthropogener P-Einträge
- Bei Einträgen aus kommunalem Abwasser Unterscheidung der Quellen möglich  
(KA-Abläufe, Mischwasserentlastung, Kleinkläranlagen)  
→ Ableitung Handlungsanleitung (Bsp. Keppritzbach)



<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/42657>

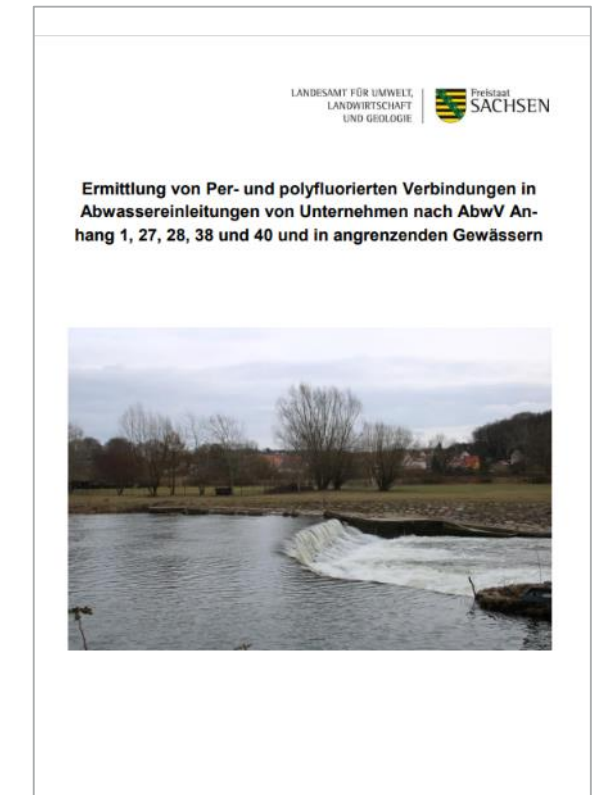
# Spurenstoffe aus Abwassereinleitungen

Arzneimittelwirkstoffe				Industriechemikalien			Pestizide		
<b>Allgemeine Medizin</b>				<b>Korrosionsschutzmittel</b>			<b>Pflanzenschutzmittel</b>		
Carbamazepin	★	★	✱	Benzotriazol	★	✱	Glyphosat	★	✱
Diclofenac	★	★	✱						
Ibuprofen		★	✱						
Irbesartan	★		✱						
<b>Antibiotika</b>				<b>Beschichtungsmittel</b>			<b>Biozide</b>		
Clarithromycin	★	★		Bisphenol A	★	✱	Imidacloprid	★	✱
Sulfamethoxazol			✱						

- ★ Kommunalabwasserrichtlinie Entschließung vom 10.04.2024 (Artikel 8 - 80% Entfernung, mind. 6 aus 12 Stoffen)
- ★ Entwurf zur Novelle der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und ihrer Tochterrichtlinien zu prioritären Stoffen und Grundwasser [COM 2022/540]
- ✱ Untersuchungsprogramm des Projektes LfULG – LDS 2024

## ■ Ermittlung von Per- und polyfluorierten Verbindungen in Abwassereinleitungen und in Gewässern, Projekt 2020-2022

- 72 Stichproben von 18 Einleitern (z. T. gewerbliche Direkteinleiter, z. T. kommunale KA mit hohen Indirekteinleiteranteilen an PFAS), 20 Stichproben in 7 angrenzenden Fließgewässern
- **PFOS:** seit 2006 verboten, wurde aber in 21% der Abwasserproben nachgewiesen (jetziger Erkenntnisstand: PFOS wird wieder neu gebildet), 2 Direkteinleiter und 1 Kläranlage auffällig
- **AOF als Summenparameter geeignet für Abwasserüberwachung?**  
Hilfreich als Anzeiger für PFAS-Verbindungen; nicht geeignet als Überwachungsparameter (z. T. schwankende, unplausible Ergebnisse); keine Anwendung im Gewässer (zu hohe Bestimmungsgrenzen)



[https://www.wasser.sachsen.de/download/PFAS\\_in\\_Abwaessern\\_in\\_Sachsen\\_2022\\_09\\_22.pdf](https://www.wasser.sachsen.de/download/PFAS_in_Abwaessern_in_Sachsen_2022_09_22.pdf)

## Projekte - Kurzvorstellung

- 2023/24 – Aktuelles Projekt LfULG – LDS: „Ermittlung von Schad- und Spurenstoffen aus Direkt- und Indirekteinleitungen und die Situation im Gewässer“
  - Auftragnehmer: Südsachsen Wasser GmbH, Probenahme: LDS
  - Untersuchung von 19 Kläranlagen auf insgesamt 84 Schad- und Spurenstoffe, Vergleich mit Gewässerdaten des LfULG aus den Jahren 2018 bis 2023
  - Auswahl insbesondere an Gewässern, die auch zur Trinkwassergewinnung aus Uferfiltrat genutzt werden
  - Je nach Befundlage - Option zur Untersuchung von weiteren Direkt- und Indirekteinleitungen

Ergebnisse 1. Messkampagne [ $\mu\text{g/l}$ ]

**Ausblick**  
**Gewässerforum 2025**  
**Ergebnispräsentationen...?**

■ 1H-Benzotriazol ■ Diclofenac ■ Irbesartan