

Wasserforum 2019

Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Zwischenbilanz und Ausblick

**Erfolge durch die konsequente
Maßnahmenumsetzung in der Phosphor-Elimination**

Gliederung

- 1. Maßnahmenprogramm 2015 -2021: Anforderungen an die kommunalen Kläranlagen**
- 2. Praktische Umsetzung und Ergebnisse am Beispiel einer Kläranlage der Größenklasse 4**
Leistungsversuch einer Kläranlage GK 4 zur Erreichung des ortho-Phosphat-Phosphor Maximalwertes von 0,2 mg/l
- 3. Aktueller Stand – Ein Blick ins Gewässer.**



1. MP 2015 – 2021 Anforderungen

Kurzer Rückblick: Phosphor (gesamt) Frachten kommunaler Kläranlagen und Gewässer von 2010 bis 2015



Messtation	Frachten P_{ges} [t/a] Gewässer 2010-2015	Frachten P_{ges} [t/a] Kläranlagen 2010-2015	Anteil hess. komm. Kläranlagen an Gewässerfracht als P_{ges} 2010-2015
Fulda, Wahnhausen	Ø 298	Ø 179	60%
Lahn, Solms-Oberbiel	Ø 156	Ø 102	65 %
Nidda, Nied	Ø 88	Ø 75	85 %
Kinzig, Hanau	Ø 49	Ø 26	53 %



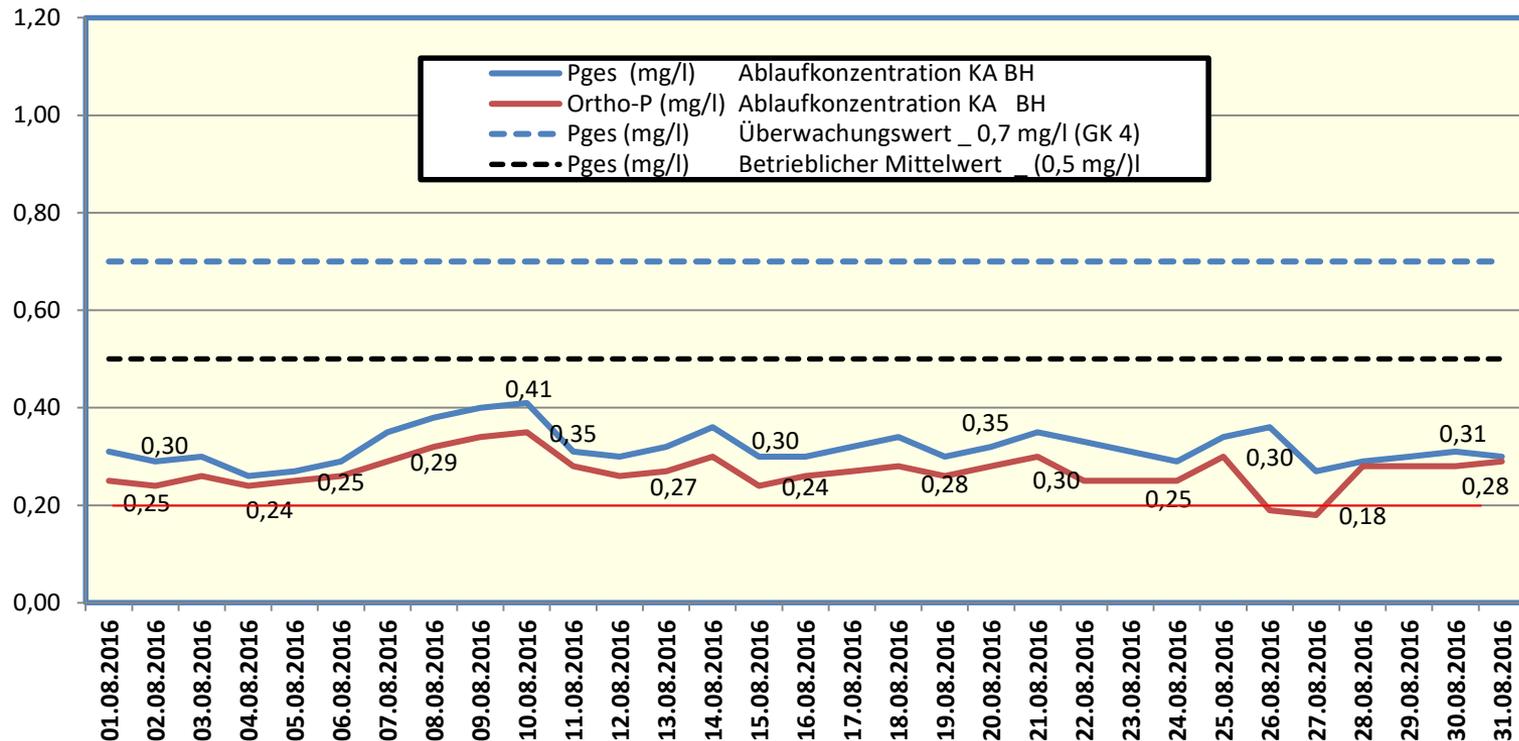
1. MP 2015 – 2021 Anforderungen

GK	Anzahl betr. Anlagen je GK	Anforderungen	Maßnahmen
5	8	P_{ges} (2-h-Mischprobe) Überwachungswert: 0,4 mg/l	in der Regel Filtration
4+	16	arith. Monatsmittelwert P_{ges} (24-h-Mischprobe) der Eigenkontrolle: 0,2 mg/l	
4	140	P_{ges} (2-h-Mischprobe) Überwachungswert: 0,7 mg/l arith. Monatsmittelwert P_{ges} (24-h-Mischproben) der Eigenkontrolle: 0,5 mg/l betriebl. Maximalwert für ortho-Phosphat-P (24-h-Mischprobe): 0,2 mg/l	Optimierung der vorhandenen Einrichtung zur Phosphorelimination
2, 3	292	P_{ges} (2-h-Mischprobe/ qualifizierte Stichprobe) Überwachungswert: 2,0 mg/l Ziel P_{ges} Jahresmittelwert von 1,0 mg/l der Eigenkontrolle	Neubau oder Optimierung der vorhandenen Einrichtung zur Phosphorelimination

2. Umsetzung und Ergebnisse

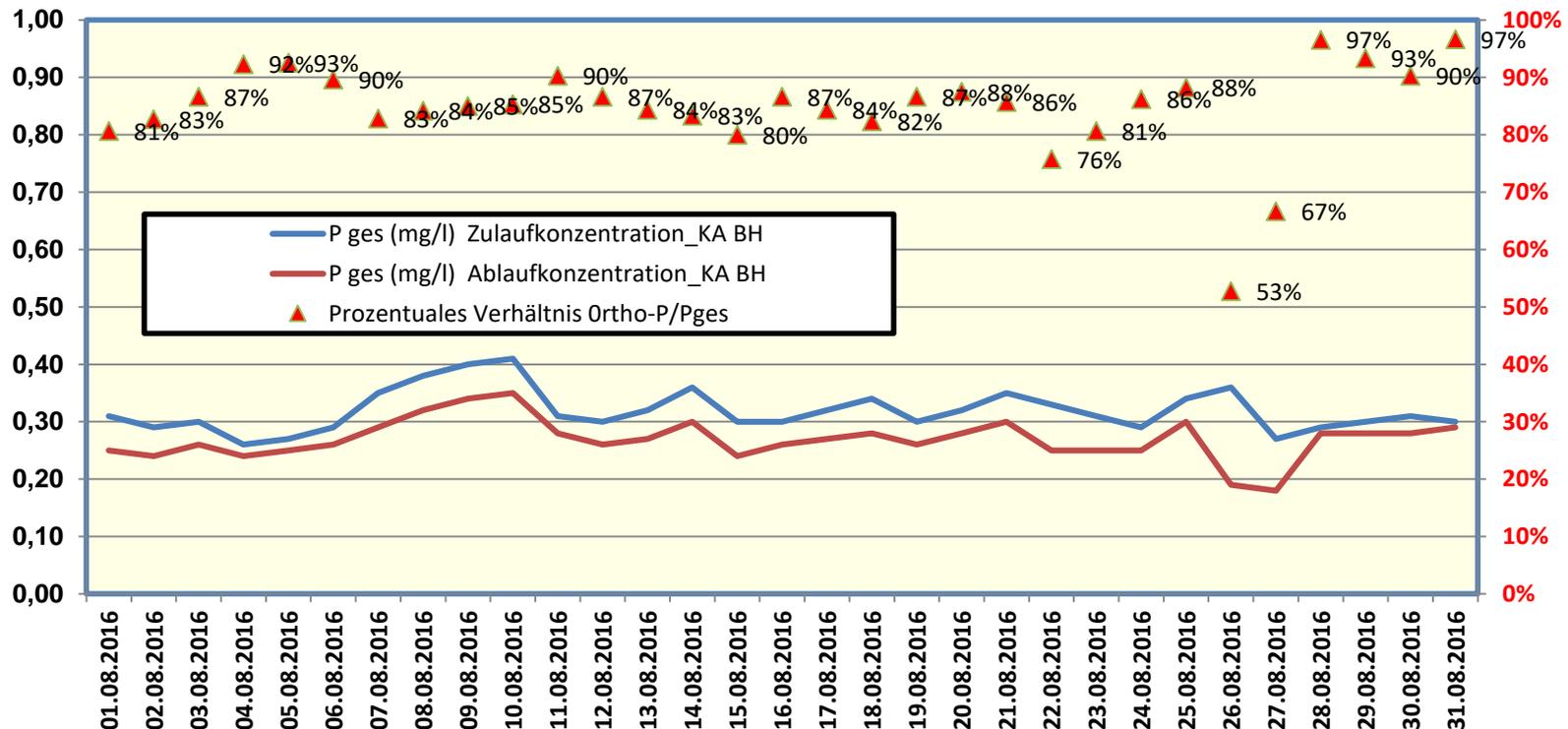
2. Umsetzung und Ergebnisse

Untersuchung der Ablaufwerte einer Kläranlage GK4 P_{ges} und ortho-Phosphat-Phosphor – Konzentrationen August 2016



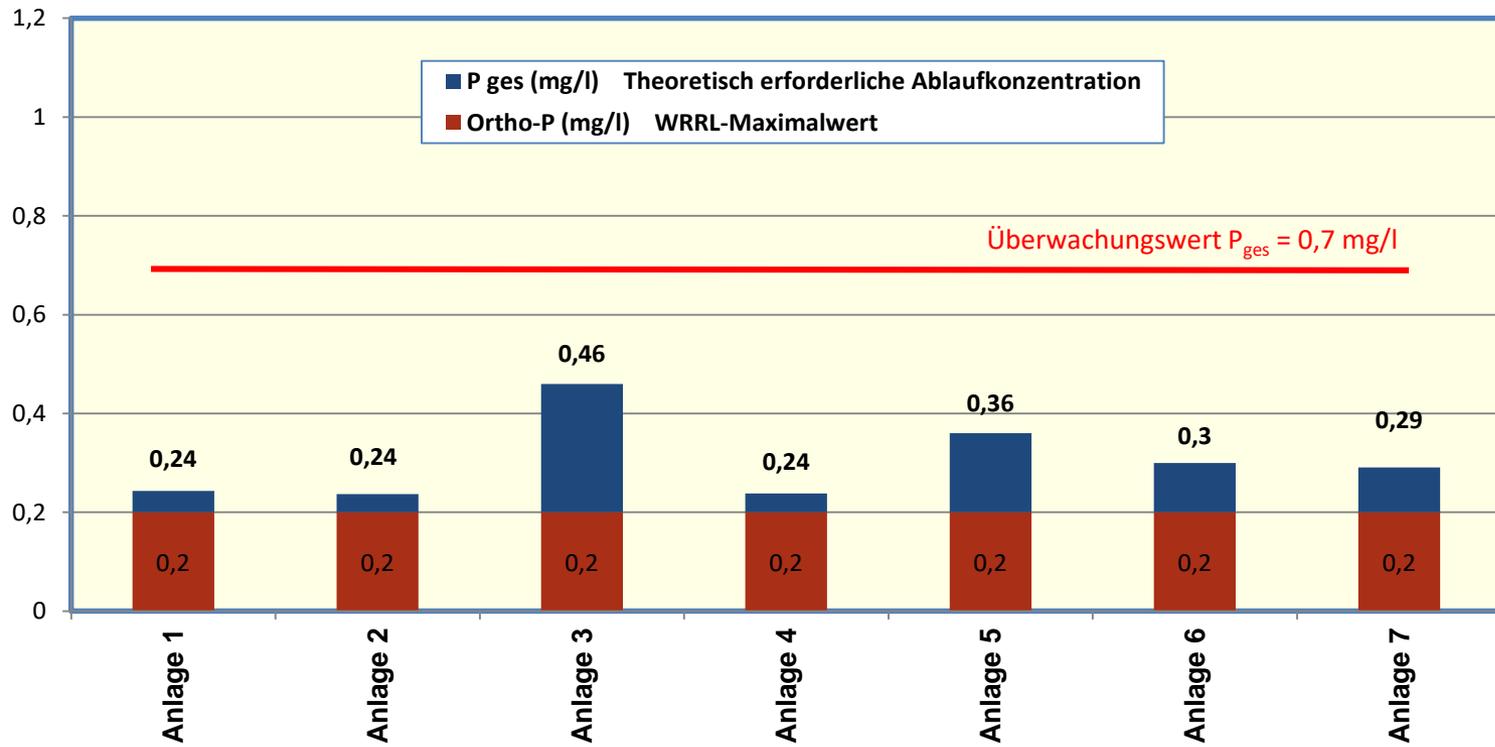
2. Umsetzung und Ergebnisse

Untersuchung der Ablaufwerte einer Kläranlage GK4 Prozentuales Verhältnis P_{ges} /ortho-Phosphat-Phosphor



2. Umsetzung und Ergebnisse

Anforderung an P_{ges} (mg/l) bei theoretischer Zielerreichung für ortho-Phosphat-Phosphor von 0,2 mg/l



2. Umsetzung und Ergebnisse

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz
Landwirtschaft und Verbraucherschutz



**Arbeitshilfe zur
Verminderung der Phosphoremissionen
aus kommunalen Kläranlagen**

Überarbeitung des Kap. 5 der Arbeitshilfe vom
18.02.2011

**„Exemplarische Darstellung und Bewertung von Maß-
nahmen zur P-Elimination“**

April 2015

erarbeitet durch

Technische Hochschule Mittelhessen THM
Zentrum für Energie- und Umweltsystemtechnik (ZEuUS)
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft und anaerobe Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Ulf Theilen
Wiesenstraße 14
35390 Gießen



Stand: 15. April 2015

2. Umsetzung und Ergebnisse

Inhalt der Arbeitshilfe:

1. Konzept zur Beratung der Betreiber
2. Grundsätzliche Darstellung der Verfahren der Phosphor-Elimination auf der Kläranlage
3. Kostenbetrachtungen
4. Liste aller Kläranlagen bei denen eine P-Reduktion erforderlich wäre



2. Umsetzung und Ergebnisse

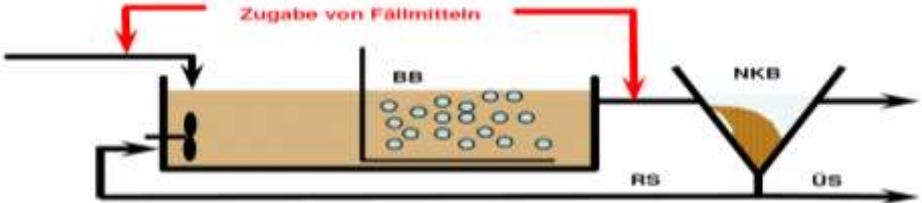


Abbildung 4.3-4: Verfahren der Simultanfällung; hier Dosierung im Zulauf zum Belebungsbecken bzw. im Zulauf zum Nachklärbecken

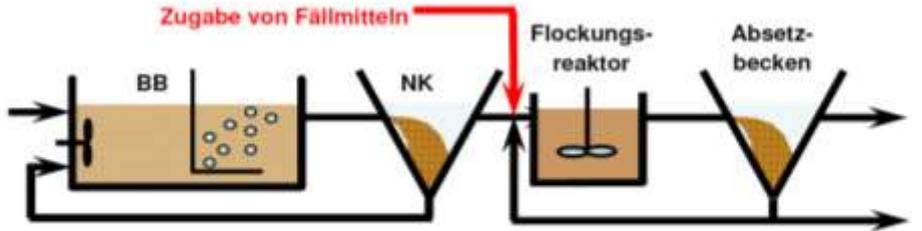
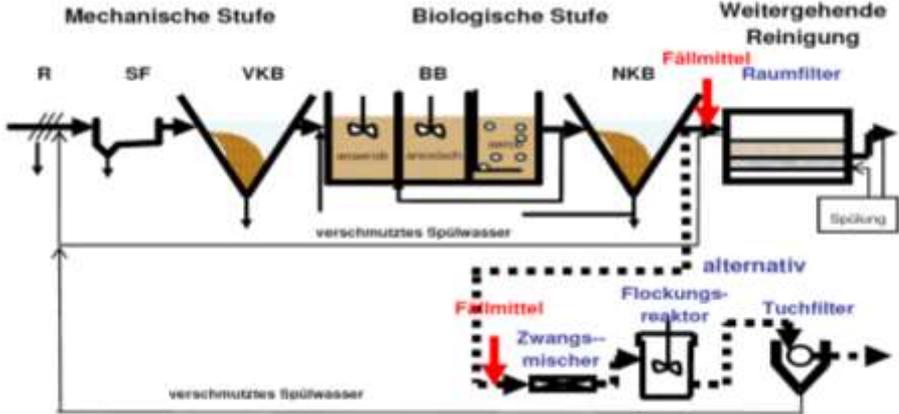
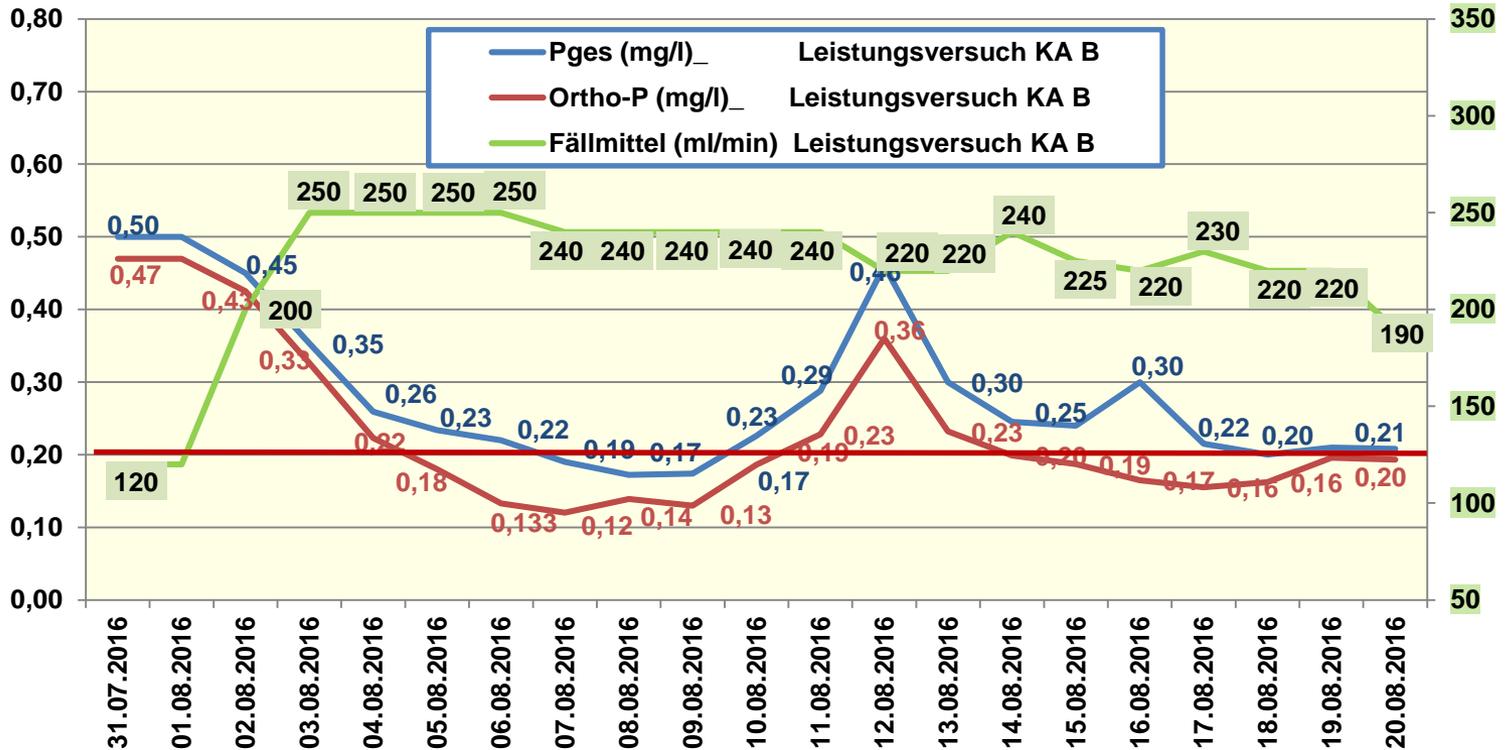


Abbildung 4.3-5: Verfahren der Nachfällung; hier Dosierung im Ablauf des Nachklärbeckens



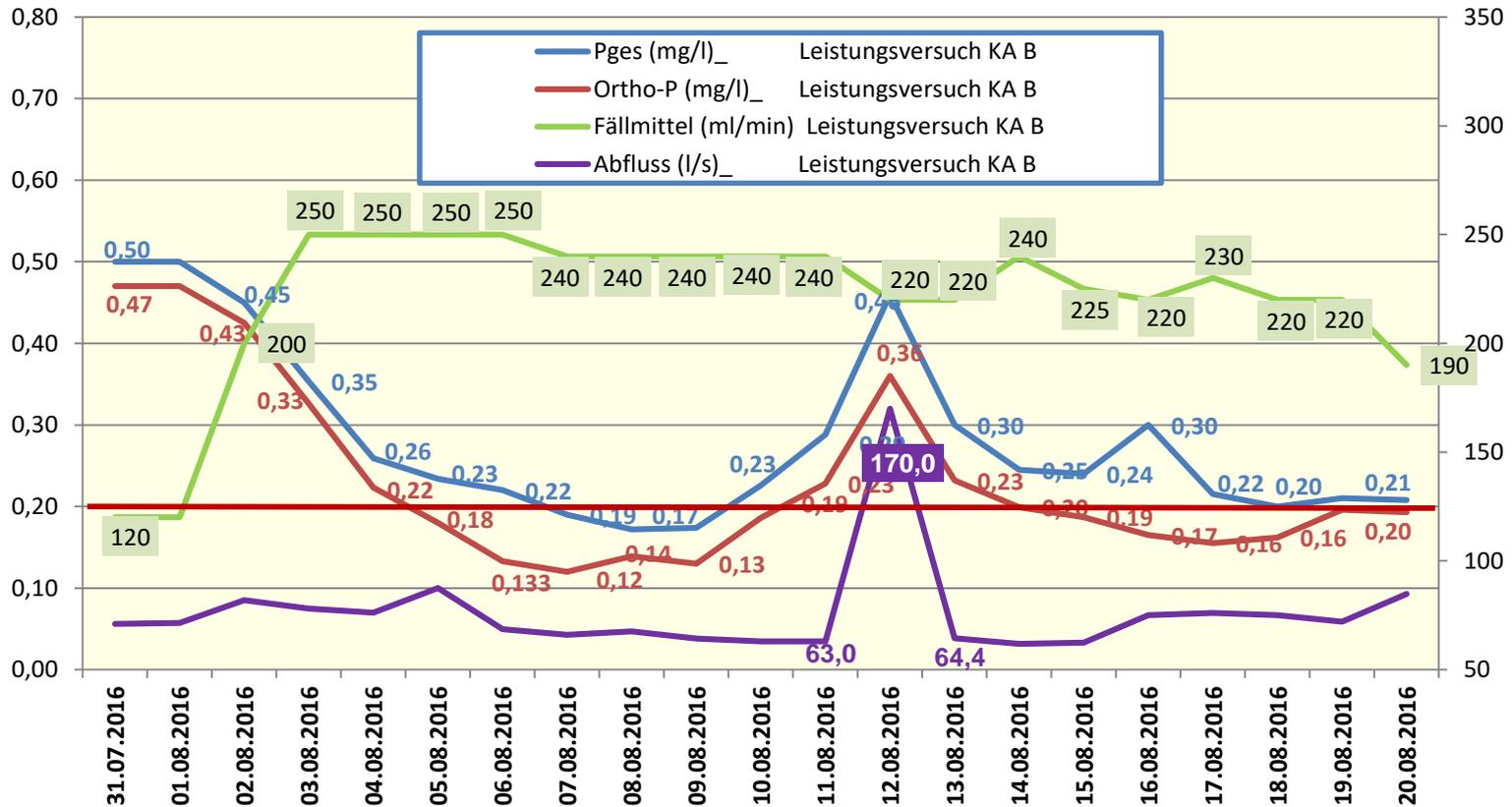
2. Umsetzung und Ergebnisse

P_{ges} Ablaufkonzentrationen einer Kläranlage GK 4
 Leistungsversuch zur Erreichung des ortho-Phosphat-Phosphor
 Maximalwertes von 0,2 mg/l



2. Umsetzung und Ergebnisse

P_{ges} Ablaufkonzentrationen einer Kläranlage GK 4
 Leistungsversuch zur Erreichung des ortho-Phosphat-Phosphor
 Maximalwertes von 0,2 mg/l



2. Umsetzung und Ergebnisse

Worauf kommt es an?

1. optimierte frachtabhängige Dosierung
2. Errichtung einer Zweitpunkt- bzw. Mehrpunktfällung
3. richtige Dosierstelle wählen
4. für eine optimale Durchmischung sorgen
5. verschiedene Szenarien ausprobieren



2. Umsetzung und Ergebnisse

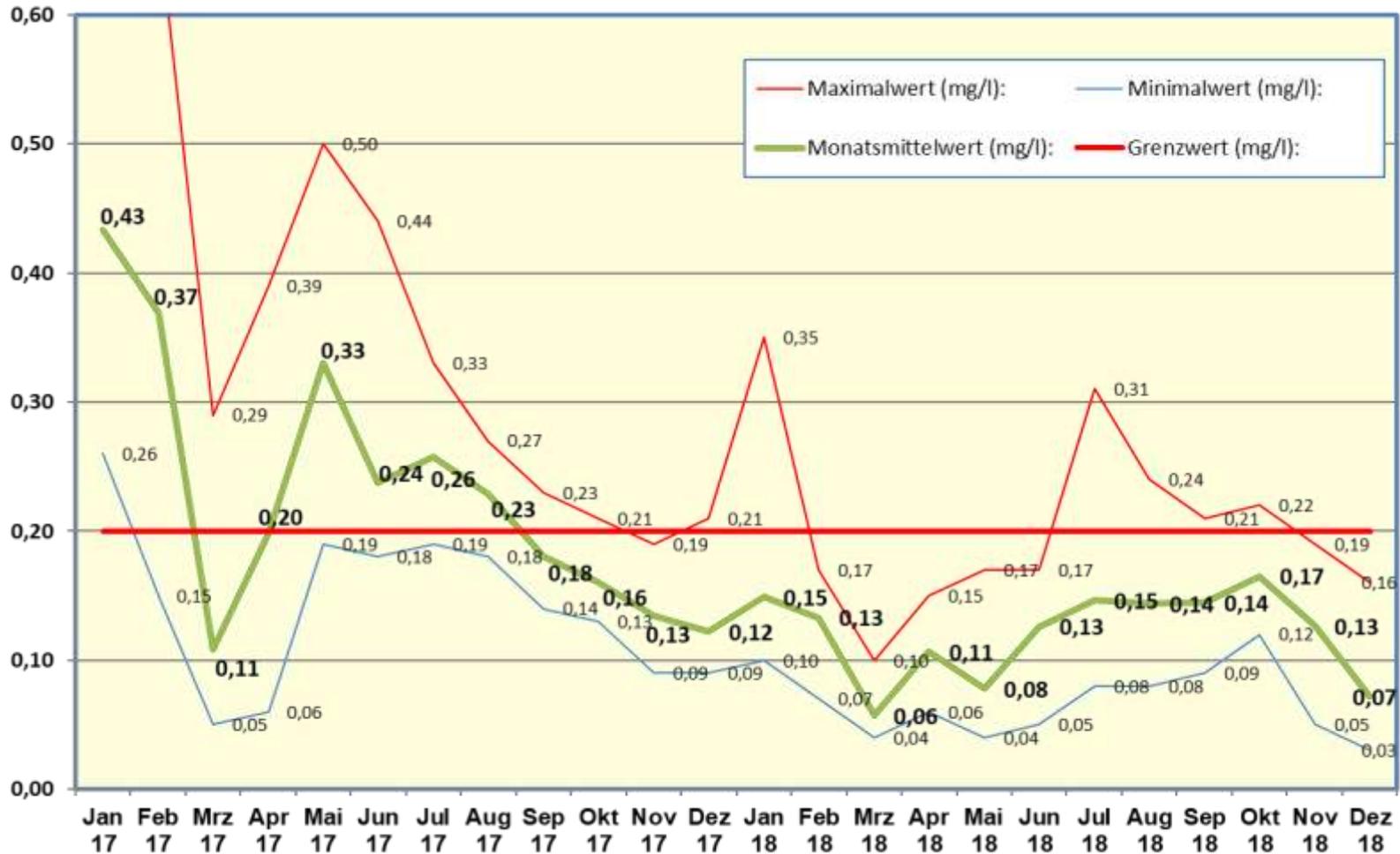
Kläranlage:	Ortho-Phosphat-P	(24-h-Mischprobe im Ablauf der Kläranlage)
--------------------	-------------------------	---

Tage	Jan 17	Feb 17	Mrz 17	Apr 17	Mai 17	Jun 17	Jul 17	Aug 17	Sep 17	Okt 17	Nov 17	Dez 17	Jan 18	Feb 18	Mrz 18	Apr 18	Mai 18	Jun 18	Jul 18	Aug 18	Sep 18	Okt 18	Nov 18	Dez 18
1	0,42	0,37	0,2	0,07	0,37	0,22	0,27	0,24	0,21	0,14	0,15	0,15	0,14	0,08	0,05	0,08	0,13	0,05	0,18	0,16	0,13	0,13	0,19	0,16
2	0,34	0,36	0,19	0,06	0,45	0,26	0,26	0,23	0,22	0,17	0,13	0,16	0,11	0,13	0,05	0,06	0,13	0,05	0,18	0,16	0,13	0,13	0,19	0,15
3	0,37	0,34	0,19	0,07	0,31	0,44	0,26	0,25	0,2	0,13	0,15	0,13	0,1	0,17	0,05	0,08	0,13	0,08	0,15	0,16	0,15	0,12	0,15	0,05
4	0,56	0,33	0,25	0,06	0,3	0,2	0,21	0,26	0,16	0,14	0,14	0,1	0,11	0,17	0,05	0,07	0,13	0,08	0,16	0,17	0,13	0,13	0,14	0,05
5	0,45	0,37	0,29	0,08	0,22	0,21	0,22	0,27	0,2	0,15	0,17	0,09	0,11	0,15	0,05	0,11	0,09	0,09	0,16	0,15	0,13	0,13	0,13	0,06
6	0,41	0,33	0,29	0,09	0,24	0,24	0,26	0,26	0,21	0,21	0,15	0,09	0,11	0,15	0,05	0,08	0,07	0,1	0,18	0,15	0,11	0,15	0,13	0,08
7	0,44	0,3	0,18	0,07	0,28	0,18	0,33	0,23	0,21	0,19	0,18	0,1	0,13	0,15	0,07	0,09	0,06	0,1	0,16	0,16	0,13	0,15	0,14	0,07
8	0,52	0,32	0,18	0,09	0,27	0,21	0,29	0,24	0,23	0,14	0,14	0,1	0,13	0,16	0,08	0,1	0,07	0,11	0,13	0,15	0,14	0,14	0,12	0,05
9	0,62	0,32	0,08	0,11	0,27	0,25	0,26	0,25	0,2	0,14	0,14	0,09	0,14	0,15	0,07	0,09	0,08	0,12	0,15	0,16	0,14	0,15	0,13	0,05
10	0,52	0,3	0,07	0,09	0,32	0,22	0,33	0,26	0,16	0,15	0,14	0,09	0,15	0,15	0,07	0,09	0,07	0,13	0,08	0,14	0,13	0,15	0,17	0,05
11	0,46	0,41	0,09	0,09	0,29	0,19	0,33	0,24	0,15	0,15	0,14	0,09	0,16	0,16	0,05	0,08	0,09	0,13	0,1	0,13	0,14	0,16	0,17	0,06
12	0,43	0,47	0,07	0,13	0,37	0,27	0,28	0,24	0,14	0,17	0,19	0,11	0,16	0,15	0,06	0,09	0,1	0,12	0,08	0,13	0,14	0,2	0,19	0,08
13	0,53	0,47	0,06	0,14	0,5	0,18	0,21	0,22	0,15	0,17	0,15	0,1	0,17	0,15	0,06	0,09	0,06	0,12	0,09	0,14	0,16	0,18	0,1	0,09
14	0,43	0,41	0,05	0,15	0,47	0,19	0,19	0,23	0,14	0,18	0,11	0,09	0,17	0,13	0,05	0,1	0,06	0,12	0,09	0,12	0,17	0,15	0,11	0,09
15	0,3	0,39	0,06	0,19	0,45	0,26	0,22	0,23	0,14	0,17	0,11	0,09	0,16	0,14	0,05	0,1	0,07	0,13	0,1	0,1	0,17	0,17	0,11	0,09
16	0,28	0,46	0,05	0,17	0,46	0,26	0,21	0,23	0,14	0,18	0,09	0,11	0,15	0,14	0,05	0,11	0,05	0,14	0,1	0,12	0,16	0,16	0,12	0,08
17	0,26	0,67	0,05	0,24	0,31	0,19	0,19	0,21	0,16	0,18	0,1	0,12	0,12	0,14	0,04	0,11	0,05	0,14	0,11	0,14	0,17	0,16	0,13	0,07
18	0,29	0,62	0,08	0,24	0,3	0,23	0,19	0,23	0,14	0,18	0,12	0,11	0,13	0,15	0,05	0,1	0,06	0,17	0,13	0,14	0,2	0,16	0,13	0,07
19	0,35	0,56	0,1	0,22	0,38	0,2	0,31	0,22	0,14	0,17	0,12	0,11	0,15	0,12	0,05	0,1	0,08	0,13	0,13	0,14	0,21	0,17	0,08	0,07
20	0,4	0,53	0,08	0,19	0,28	0,2	0,3	0,21	0,17	0,15	0,12	0,09	0,17	0,12	0,05	0,12	0,05	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,05	0,06
21	0,4	0,37	0,09	0,26	0,25	0,27	0,27	0,21	0,19	0,14	0,13	0,13	0,17	0,12	0,05	0,12	0,06	0,15	0,19	0,19	0,16	0,16	0,06	0,04
22	0,41	0,3	0,07	0,34	0,24	0,23	0,26	0,21	0,21	0,17	0,12	0,12	0,14	0,11	0,05	0,14	0,06	0,17	0,31	0,17	0,13	0,15	0,07	0,06
23	0,45	0,33	0,05	0,33	0,19	0,28	0,24	0,2	0,22	0,16	0,13	0,12	0,15	0,12	0,05	0,13	0,06	0,16	0,15	0,15	0,11	0,16	0,08	0,08
24	0,46	0,29	0,06	0,34	0,21	0,25	0,27	0,21	0,21	0,16	0,14	0,13	0,15	0,11	0,05	0,11	0,06	0,15	0,14	0,24	0,09	0,18	0,11	0,03
25	0,38	0,2	0,07	0,35	0,28	0,21	0,26	0,23	0,18	0,16	0,14	0,13	0,15	0,11	0,05	0,13	0,13	0,13	0,15	0,15	0,12	0,19	0,1	0,06
26	0,39	0,17	0,06	0,35	0,33	0,25	0,24	0,24	0,19	0,16	0,11	0,14	0,14	0,11	0,05	0,15	0,17	0,14	0,15	0,1	0,14	0,2	0,12	0,08
27	0,48	0,15	0,06	0,34	0,38	0,28	0,26	0,18	0,18	0,16	0,1	0,19	0,13	0,11	0,05	0,13	0,05	0,15	0,16	0,08	0,15	0,2	0,13	0,07
28	0,48	0,21	0,07	0,39	0,41	0,25	0,26	0,2	0,19	0,15	0,1	0,13	0,17	0,07	0,05	0,15	0,05	0,15	0,18	0,09	0,15	0,2	0,15	0,07
29	0,52		0,06	0,35	0,35	0,25	0,26	0,22	0,2	0,17	0,15	0,17	0,35		0,08	0,14	0,05	0,16	0,17	0,14	0,15	0,22	0,14	0,08
30	0,56		0,07	0,36	0,38	0,25	0,27	0,22	0,17	0,14	0,16	0,2	0,2		0,1	0,15	0,05	0,17	0,16	0,14	0,12	0,2	0,16	0,06
31	0,53		0,08		0,38		0,26	0,22		0,14		0,21	0,1		0,09		0,04		0,17	0,13		0,18		0,07

Maximalwert (mg/l):	0,62	0,67	0,29	0,39	0,50	0,44	0,33	0,27	0,23	0,21	0,19	0,21	0,35	0,17	0,10	0,15	0,17	0,17	0,31	0,24	0,21	0,22	0,19	0,16
Minimalwert (mg/l):	0,26	0,15	0,05	0,06	0,19	0,18	0,19	0,18	0,14	0,13	0,09	0,09	0,10	0,07	0,04	0,06	0,04	0,05	0,08	0,08	0,09	0,12	0,05	0,03
Monatsmittelwert (mg/l):	0,43	0,37	0,11	0,20	0,33	0,24	0,26	0,23	0,18	0,16	0,13	0,12	0,15	0,13	0,06	0,11	0,08	0,13	0,15	0,14	0,14	0,17	0,13	0,07
Grenzwert (mg/l):	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Anzahl der Messwerte:	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Überschreitungen:	31	25	3	13	30	22	28	28	8	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Anz. Zul. Überschreitungen:	6,2	5,6	6,2	6	6,2	6	6,2	6,2	6	6,2	6	6,2	6,2	5,6	6,2	6	6,2	6	6,2	6,2	6	6,2	6	6,2
80-Perzentil eingehalten?	nein	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja														
100 % Überschreitungen:	20	9	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



2. Umsetzung und Ergebnisse



2. Umsetzung und Ergebnisse

Fazit:

1. Die Kläranlage (GK 4) halten durch die optimierte Phosphorelimination den durch die WRRL geforderten Überachtungswert (ÜW) von 0,7 mg/l für P_{ges} sicher ein.
2. Viele Kläranlagen haben ein ortho-Phosphat-P/ P_{ges} Verhältnis von ca. 80%. Bei Einhaltung eines ortho-Phosphat-P-Wertes von 0,2 mg/l werden damit automatisch sehr niedrige P_{ges} – Ablaufwerte erreicht, die deutlich unterhalb des ÜW von 0,7 mg/l liegen.
3. Das Erreichen eines ortho-Phosphat-P Werte von 0,2 mg/l ist mit optimierter geregelter P-Elimination möglich; für einen Teil der Kläranlagen ist jedoch zusätzlicher Fällmitteleinsatz erforderlich.
4. Durch die Verrechnungsmöglichkeit mit der Abwasserabgabe waren die erforderlichen Investitionskosten weitestgehend abgedeckt.
5. Eine Verbesserung der Gewässergüte hat sich den Parameter Phosphor bereits kurzfristig nach Optimierung der Anlagen eingestellt.



3. Aktueller Stand

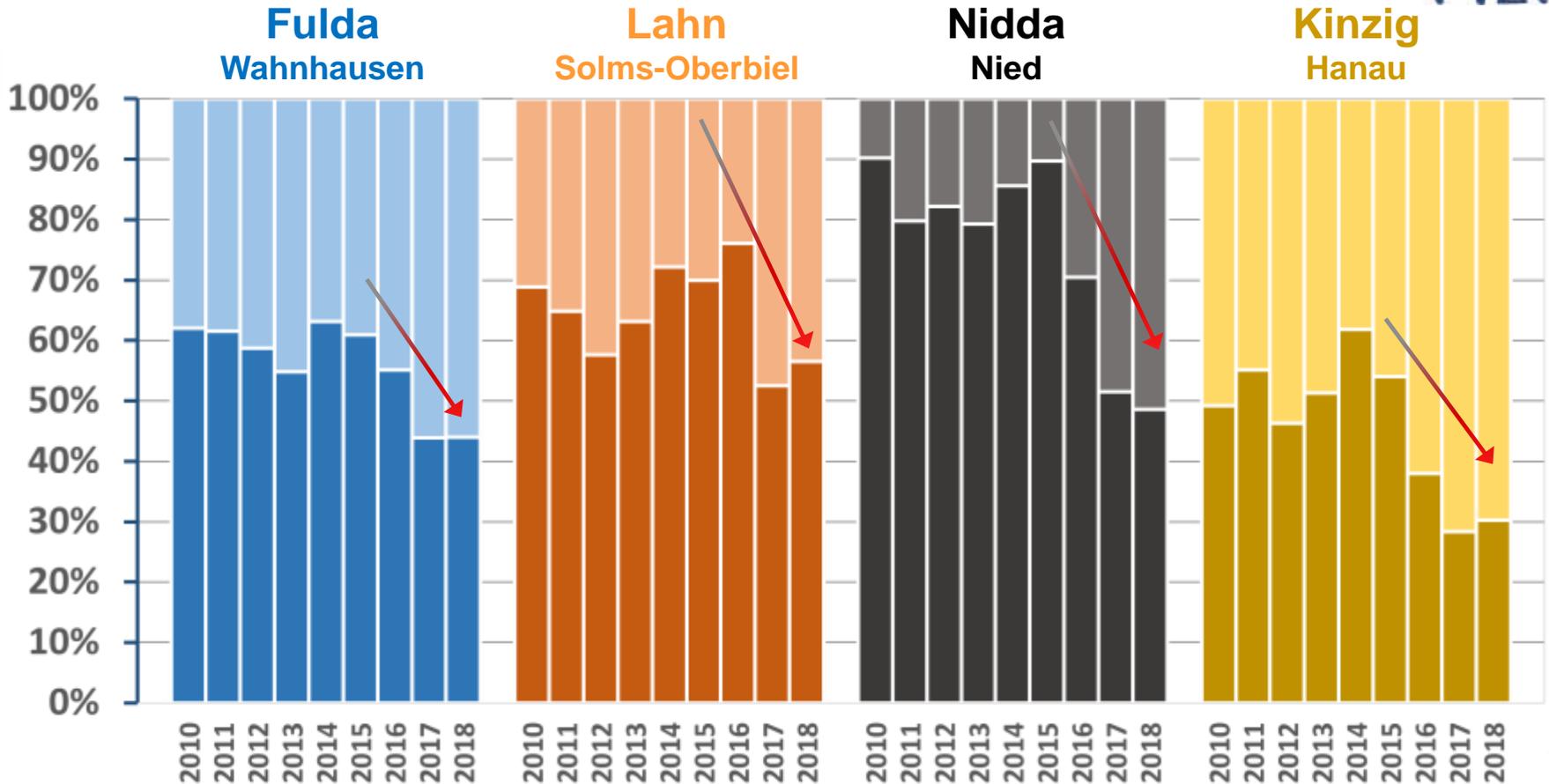
Phosphor (gesamt) Frachten kommunaler Kläranlagen und Gewässer von 2016 bis 2018



Messstation	Frachten P_{ges} [t/a] Gewässer 2016-2018	Frachten P_{ges} [t/a] Kläranlagen 2016-2018	Anteil hess. komm. Kläranlagen an Gewässerfracht als P_{ges} 2016-2018	
Fulda, Wahnhausen	Ø 225	Ø 108	48 %	60 %
Lahn, Solms-Oberbiel	Ø 119	Ø 73	61 %	65 %
Nidda, Nied	Ø 66	Ø 37	56 %	85 %
Kinzig, Hanau	Ø 41	Ø 13	31 %	53 %

3. Aktueller Stand

Anteil kommunaler Kläranlagen an Phosphor (gesamt)
Fracht der Gewässers



3. Aktueller Stand

Phosphor (gesamt) Frachten aus hessischen kommunalen Kläranlagen

(ohne Einleiter im Rhein und Wisper)



GK	Vergleichszeitraum P-Frachten Ø 2010 – 2012 [t/a]	Aktuell P-Frachten 2018 [t/a]	Änderung P-Frachten
1	35	32	- 9 %
2	159	82	- 48 %
3	89	46	- 48 %
4	321	125	- 61 %
5	113	88	- 22 %
Σ	717	373	- 48 %



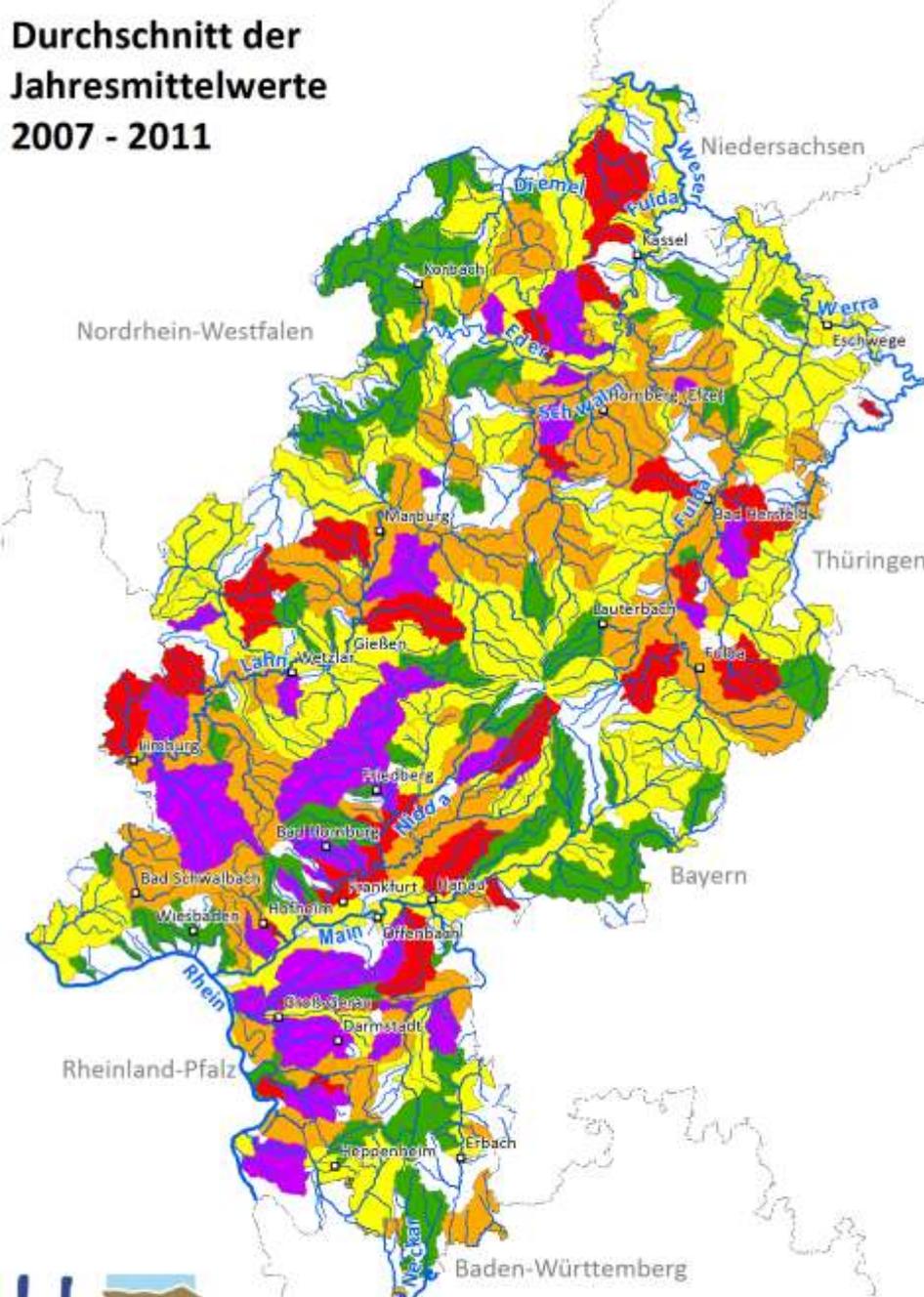
3. Aktueller Stand – Ein Blick ins Gewässer.

Erwartete **Verringerung der ortho-Phosphat-Phosphor Konzentrationen im Gewässer** durch die geplanten Maßnahmen an Kläranlagen

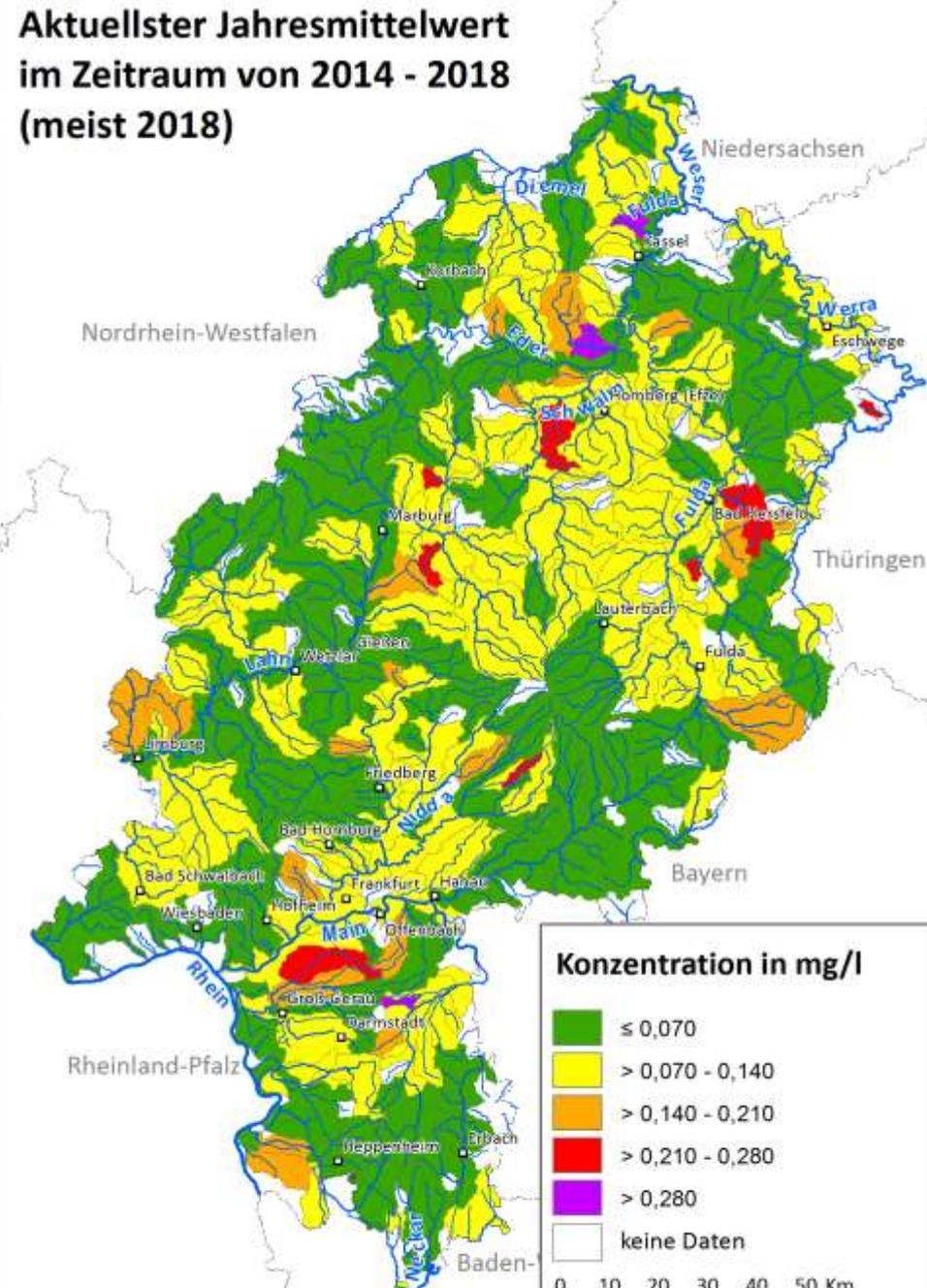


Messstation	ortho-Phosphat-P [mg/l] Gewässer 2010 - 2012	ortho-Phosphat-P [mg/l] Gewässer Prognose	Änderung [%]
Fulda/ Wahnhausen	Ø 0,122	Ø 0,074	- 39 %
Lahn/ Oberbiel	Ø 0,131	Ø 0,077	- 41 %
Nidda/ Nied	Ø 0,233	Ø 0,091	- 61 %
Kinzig/ Hanau	Ø 0,127	Ø 0,082	- 35 %

Durchschnitt der Jahresmittelwerte 2007 - 2011



Aktuellster Jahresmittelwert im Zeitraum von 2014 - 2018 (meist 2018)



Konzentration in mg/l

- ≤ 0,070
- > 0,070 - 0,140
- > 0,140 - 0,210
- > 0,210 - 0,280
- > 0,280
- keine Daten

0 10 20 30 40 50 Km

Datengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2013 (Daten verändert)
Geofachdaten/ Bearbeitung: © Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie - alle Rechte vorbehalten



Ortho-Phosphat-Phosphor

Wasserforum 2019

Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen – Zwischenbilanz und Ausblick

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!