

Analyse PAK-Schlupf

Messungen ARA Esslingen



Verfasst von:
Michael Pulfer

Muttenz, 16. Dezember 2025

Qualitätssicherung:
Prof. Dr. Michael Thomann

Muttenz, 16. Dezember 2025

Auftraggeber:
Philipp Oberholzer
Kläranlage Esslingen
Zweckverband ARA
Egg – Oetwil am See
Nideresslingen 1
8133 Esslingen

Inhaltsverzeichnis

1.	Hintergrund	3
2.	MIPA ² C-Methode	3
3.	Resultate	4

1. Hintergrund

Zur Überwachung des PAK-Schlupfs auf der kommunalen Kläranlage Esslingen werden Muster vom Ablauf gezogen. Diese sollen mittels MIPA²C-Methode auf Pulveraktivkohle (PAK) Rückstände untersucht werden.

2. MIPA²C-Methode

Für diese visuelle Methode zur Bestimmung von Aktivkohlerückständen im Ablauf von Kläranlagen wird die Ablaufprobe filtriert, der Filter laminiert, eingescannt und mit einem Python-Code ausgewertet. Für die Filtration werden Nitrat-Cellulose Filter mit einer Porengröße von 0.45 µm und einem Durchmesser von 45 – 55 mm verwendet. Die Trocknung der Proben findet in einem Vakuumtrockner für mindestens 4h bei 105°C statt. Eingescannt werden die laminierten Filter mit einem hochauflösenden Scanner, womit ein ca. 15 MB grosses Bild mit einer Auflösung von 2400 dpi generiert wird. Mit dem Python-Code werden Rot-, Grün- und Blauwerte ausgelesen und mit diesen dann die AktivkohleKonzentration bestimmt.

Um die variable Abwassermatrix in die Analyse einzubeziehen, wird ein Triplikat des Abwassers mit 0.2 mg/L PAK zusätzlich aufgestockt, um die Wiederfindung bestimmen zu können und somit den Rohwert des Abwassers zu korrigieren.

3. Resultate

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der PAK-Schlupf Messungen mittels der visuellen Grauwertmethode und die GUS-Werte der Proben.

Tabelle 1: Resultate der PAK-Schlupf Messung mittels MIPA²C-Methode. Es wurden Dreifachbestimmungen durchgeführt.

Datum Probenahme	GUS [mg/L] Einzelmessungen	GUS [mg/L] Mittelwert mit seiner Standardabweichung	Rohwert [mg/L] Einzelmessungen	Rohwert [mg/L] Mittelwert mit seiner Standardabweichung
04.03.2025	<1	<1	<0.1	<0.1
	<1		<0.1	
	<1		<0.1	
29./30.06.2025	<1	<1	<0.1	<0.1
	<1		<0.1	
	<1		<0.1	
01./02.12.2025	<1	<1	<0.1	<0.1
	<1		0.1	
	<1		<0.1	

Drei Teile der Mischproben wurden jeweils mit 0.2 mg_{PAK}/L aufgestockt (Triplikat) und gemessen. Die Resultate dieser zusätzlichen Aufstockungen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Für die Aufstockung wurde von den erhaltenen Mischproben jeweils ein Teil mit 0.2 mg_{PAK}/L aufgestockt und gemessen ($C_{PAK, IST, gemessen}$). Der erhaltene Wert wurde mit dem erwarteten Wert ($C_{PAK, SOLL} = C_{PAK, Mittelwert} + 0.2$ [mg/L], siehe Tabelle 1) verglichen.

Datum Probenahme	Einzelmessungen der Aufstockungen [mg/L]	Mittelwert der Aufstockungen [mg/L] mit seiner Standardabweichung	Sollwert der Aufstockungen [mg/L]	Wiederfindung
04.03.2025	0.23	0.22 ± 0.005	0.2-0.3 (=<0.1+0.2)	-
	0.21			
	0.22			
29./30.06.2025	0.19	0.19 ± 0.001	0.2-0.3 (=<0.1+0.2)	-
	0.19			
	0.19			
01./02.12.2025	0.25	0.26 ± 0.004	0.2-0.3 (=<0.1+0.2)	-
	0.27			
	0.27			

Tabelle 3: PAK Rückhaltequote der ARA an den Probenahmezeitpunkten. Gemäss Empfehlung VSA sollte der Rückhalt über 96% liegen. Bei Messwerten unter der Bestimmungsgrenze wird mit 0.1 mg_{PAK}/L gerechnet. $C_{PAK} = \text{Rohwert} / \text{Wiederfindung der Aufstockung}$.

Datum Probenahme	Dosierte AK-Konzentration ARA [mg/L]	C_{PAK} Mittelwert, korrigiert [mg/L]	Rückhaltequote
04.03.2025	5.3	<0.1	>97.5%
29./30.06.2025	5.2	<0.1	>98.1%
01./02.12.2025	4.2	<0.1	>97.6%

Die Proben wurden von Michael Pulfer analysiert und ausgewertet. Die Qualitätssicherung wurde von Prof. Dr. Michael Thomann wahrgenommen.

Mit freundlichen Grüßen
MuttENZ, 16. Dezember 2025

MuttENZ, 16. Dezember 2025

Prof. Dr. Michael Thomann
Leiter Umwelt- und Wassertechnologie

Michael Pulfer
Wissenschaftlicher Assistent