

## Analyse PAK-Konzentration

### Messungen ARA Esslingen 2022



Verfasst von:  
Michael Pulfer

Muttenz, 21.12.2022

Qualitätssicherung:  
Prof. Dr. Michael Thomann

Muttenz, 21.12.2022

Auftraggeber:

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

## Inhaltsverzeichnis

|   |                 |   |
|---|-----------------|---|
| 1 | Hintergrund     | 2 |
| 2 | Grauwertmethode | 2 |
| 3 | Resultate       | 2 |

## 1 Hintergrund

Nachdem die ARA Esslingen im Jahr 2021 die PAK-Konzentration im Ablauf siebenmal übers Jahr verteilt, bestimmt hat, wurden im Jahr 2022 drei Messungen durchgeführt.

Um den Verlust der Aktivkohle über den Ablauf zu überprüfen, wurden Ablaufproben entnommen und durch die Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) analysiert. Dabei wird die an der FHNW neu entwickelte visuelle Grauwertmethode angewendet (Forschungsauftrag BAFU, 2020), welche in Kapitel 2 beschrieben wird.

## 2 Grauwertmethode

Für diese visuelle Methode zur Bestimmung von Aktivkohlerückständen im Ablauf von Kläranlagen wird die Ablaufprobe filtriert, der Filter laminiert, eingescannt und mit einem Matlab-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 Matlab-Code werden Rot-, Grün- und Blauwerte ausgelesen und über einen Algorithmus dann die Aktivkohlekonzentration bestimmt.

Zur Qualitätssicherung wird von jeder Probe eine Aufstockung mit Pulveraktivkohle durchgeführt. Dabei wird der zu untersuchenden Probe 0.1 mg Aktivkohle/L hinzugefügt und ebenfalls nach dem oben beschriebenen Verfahren untersucht. Damit kann überprüft werden, ob die dazugegebene Aktivkohle wiedergefunden wird und die Methode somit für die zu untersuchende Probe anwendbar ist.

## 3 Resultate

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

**Tabelle 1:** Resultate der PAK-Konzentrationsmessungen mittels Grauwertmethode von Proben der ARA Esslingen. Es wurden Zweifachmessungen durchgeführt.

| Datum<br>Probenahme | GUS<br>[mg/L]<br><i>Einzelmessungen</i> | GUS<br>[mg/L]<br><i>Mittelwert mit<br/>seiner Stan-<br/>dardabweichung</i> | CPAK<br>[mg/L]<br><i>Einzelmessungen</i>                 | CPAK<br>[mg/L]<br><i>Mittelwert mit<br/>seiner Standardabweichung</i> |
|---------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 18.07.2022          | <0.5<br><0.5                            | <0.5                                                                       | <0.1(=Nachweis-<br>grenze)<br><0.1(=Nachweis-<br>grenze) | <0.1(=Nachweis-<br>grenze)                                            |
| 19.09.2022          | <0.5<br><0.5                            | <0.5                                                                       | <0.1(=Nachweis-<br>grenze)<br><0.1(=Nachweis-<br>grenze) | <0.1(=Nachweis-<br>grenze)                                            |
| 22.11.2022          | 0.7<br>0.5                              | 0.6 ± 0.09                                                                 | 0.14<br>0.15                                             | 0.14 ± 0.005                                                          |

Zur Qualitätssicherung wurde von der Probe jeweils ein Teil mit 0.1 mg<sub>PAK</sub>/L aufgestockt und eine Messung durchgeführt. Die Resultate der Qualitätskontrolle sind in Tabelle 2 dargestellt. Liegt das Verhältnis Ist/ Soll zwischen 80% und 120% sind die Anforderungen der Qualitätskontrolle erfüllt.

**Tabelle 2:** Qualitätssicherung mit internem Standard. Für die Qualitätskontrolle wurde von den erhaltenen Proben jeweils ein Teil mit 0.1 mg<sub>PAK</sub>/L aufgestockt und gemessen (C<sub>PAK</sub>, IST, gemessen). Der erhaltene Wert wurde mit dem erwarteten Wert (C<sub>PAK</sub>, SOLL = C<sub>PAK</sub>, Mittelwert, + 0.1 [mg/L], siehe Tabelle 2) verglichen.

| Datum Probenahme | C <sub>PAK</sub> , IST, gemessen [mg/L]<br><small>Einzelmessungen der Aufstockungen</small> | C <sub>PAK</sub> , IST, Mittelwert [mg/L]<br><small>Mittelwert der Aufstockungen mit seiner Standardabweichung</small> | C <sub>PAK</sub> , SOLL [mg/L]<br><small>Sollwert der Aufstockung</small> | IST/SOLL |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------|
| 18.07.2022       | <0.1(=Nachweisgrenze)                                                                       | -                                                                                                                      | 0.1-0.2<br>(da Messwert ohne Aufstockung kleiner Nachweisgrenze = 0.1)    |          |
| 19.09.2022       | 0.13                                                                                        | -                                                                                                                      | 0.1-0.2<br>(da Messwert ohne Aufstockung kleiner Nachweisgrenze = 0.1)    | -        |
| 22.11.2022       | 0.20                                                                                        | -                                                                                                                      | 0.24<br>(= 0.14 + 0.1)                                                    | 84%      |

Im Ablauf der ARA Esslingen konnten während der gesamten Messperiode geringe Konzentrationen gemessen werden. Am 22.11.2022 wurde eine Konzentration von 0.14 mg<sub>PAK</sub>/L gemessen, die einzige Messung oberhalb der Nachweisgrenze.

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

Mit freundlichen Grüßen

MuttENZ, 21.12.2022



Michael Pulfer  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

MuttENZ, 21.12.2022



Prof. Dr. Michael Thomann  
Leiter Umwelt- und Wassertechnologie