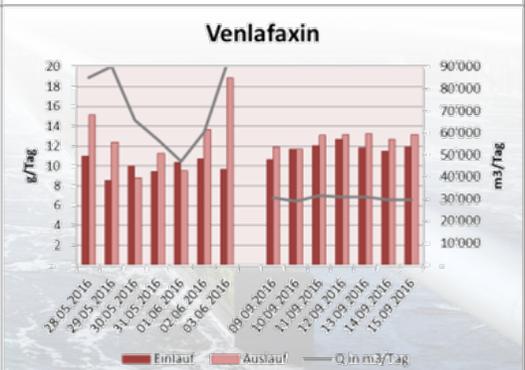
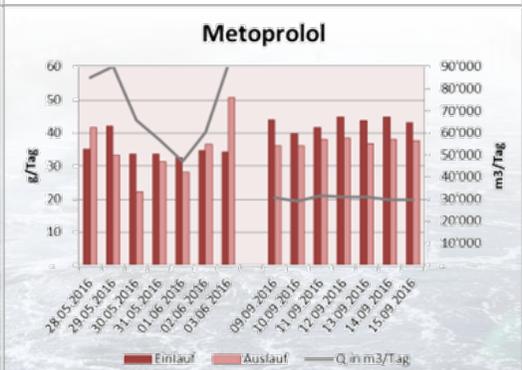
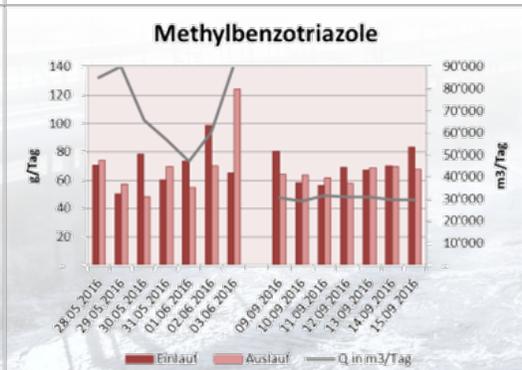
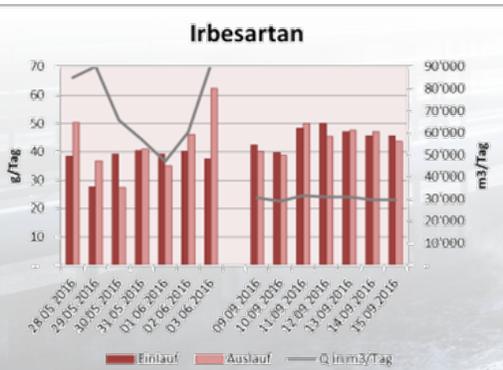
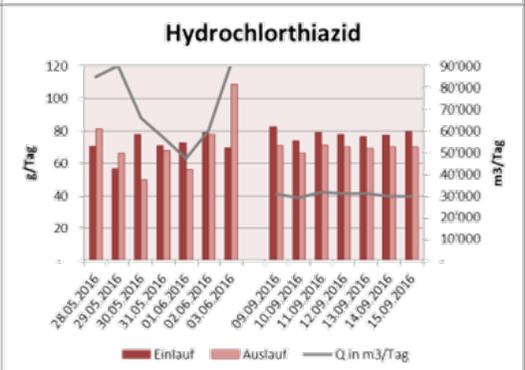
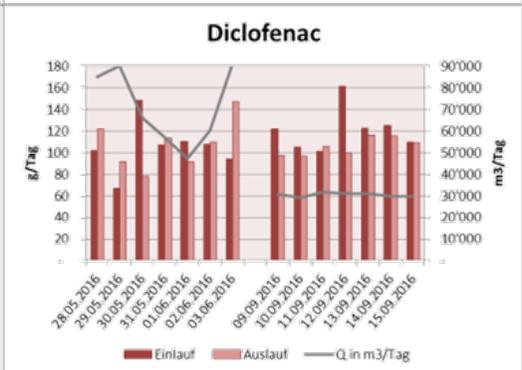
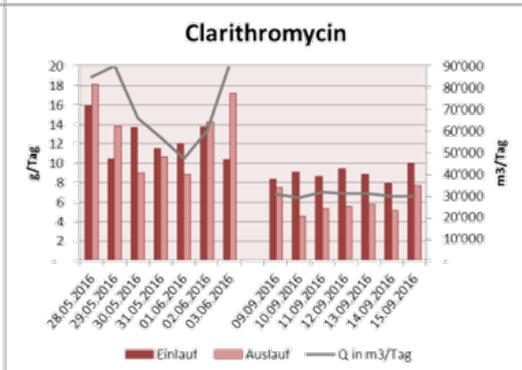
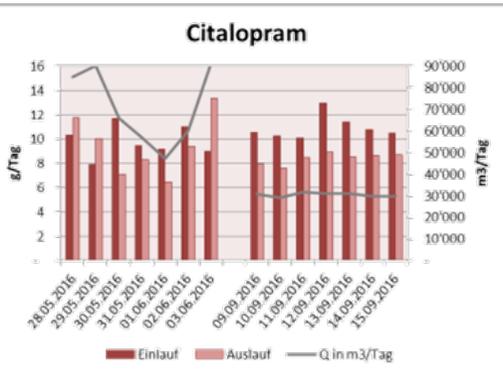
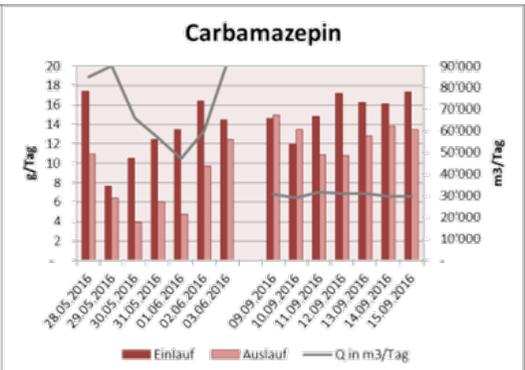
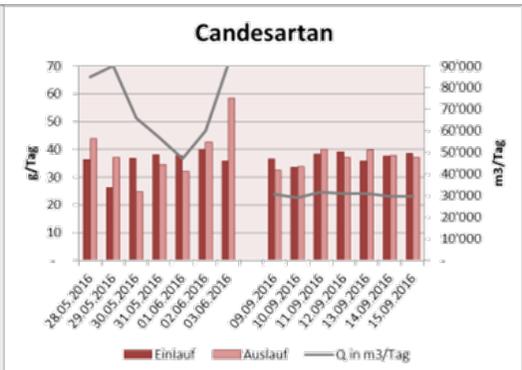
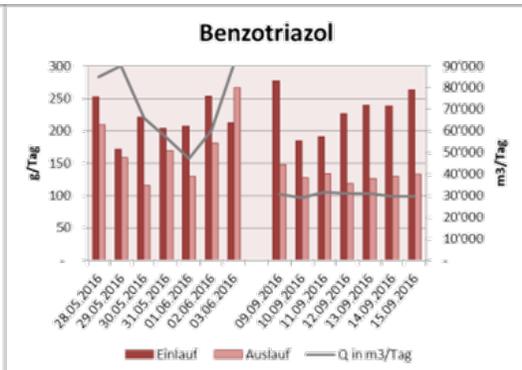
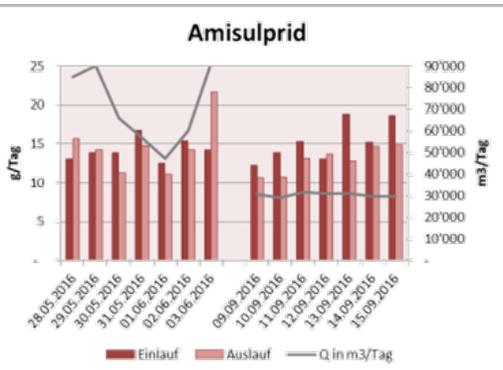
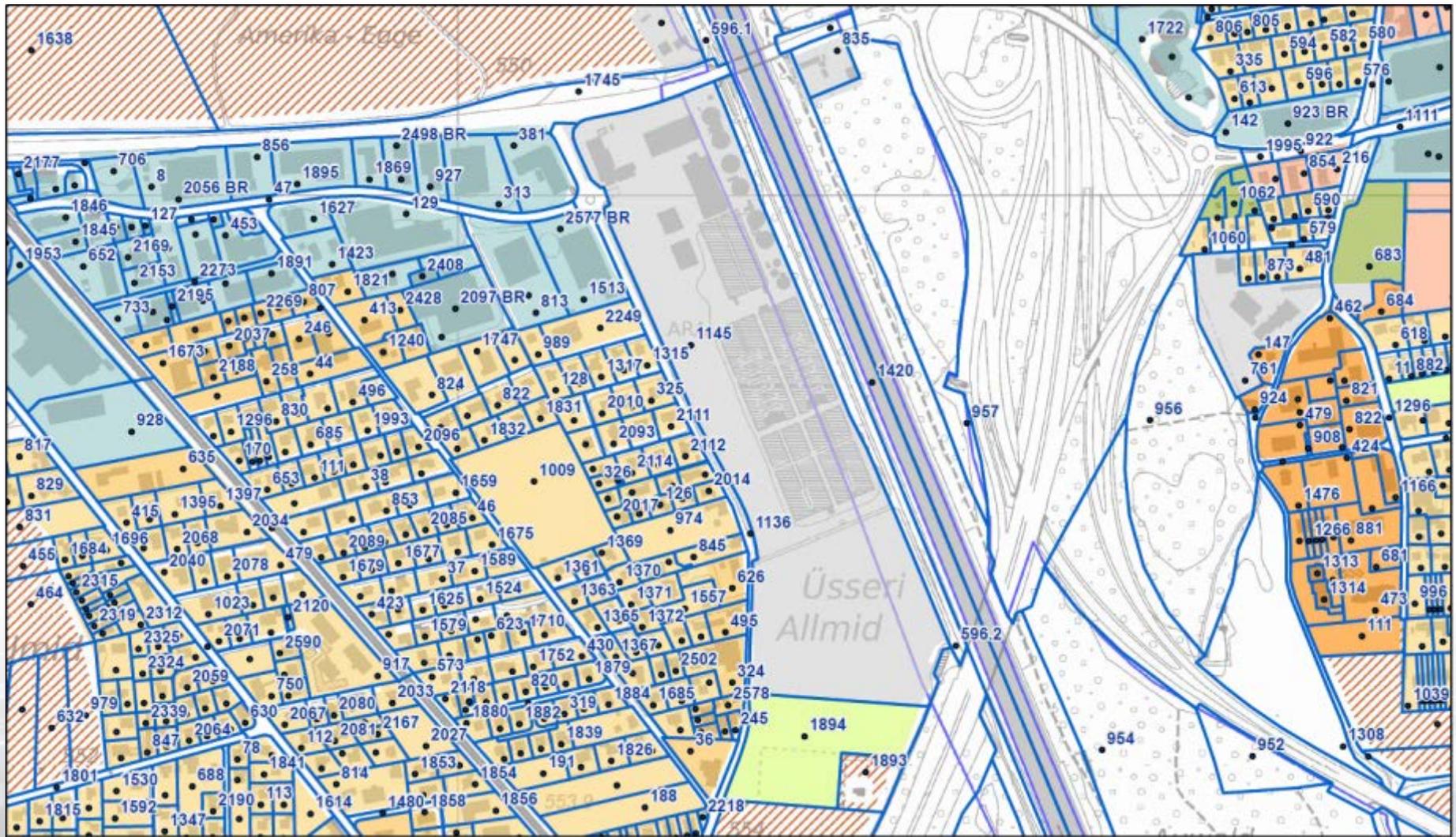




## Elimination von Spurenstoffen mit dem Ulmer-Verfahren

- Realisierung ohne Schwierigkeiten
- Beschaffung der PAK







# Auswahl der PAK: Für 6 Produkte wurden Offerten eingeholt



pharmA-Clean



# Offertanfrage

**Offertanfrage:**  
Pulveraktivkohle zur Elimination von organischen  
Spurenstoffen in der Abwasserreinigung



ARA Thunersee  
Aarestrasse 62  
CH-3661 Uetendorf  
[www.arathunersee.ch](http://www.arathunersee.ch)

Fragen an: Bruno [Bangerter](mailto:bangerter@arathunersee.ch), Geschäftsführer  
+41 (0)31 346 03 81  
[bangerter@arathunersee.ch](mailto:bangerter@arathunersee.ch)

## Anwendung:

Elimination von organischen Spurenstoffen im nachgeschalteten „Ulmer Verfahren“. Daten zu Abwassermenge, aktuellen Auslaufdaten und Ergebnisse der bisherigen Spurenstoffanalysen liegen bei, ebenso ein Verfahrensschema der bestehenden Biologie und des neuen PAK-Anlageteils. Die Beschickung der PAK-Anlage ist auf 800 l/s begrenzt. Die 12 untersuchten Spurenstoffe sind ab Inbetriebnahme der PAK-Anlage bei Trockenwetter zu mindestens 85 % zu eliminieren, gemessen zwischen Rohzulauf und Auslauf.

## Lagerung / Anlieferung / Abladung der PAK:

In zwei Silos à 80 m<sup>3</sup>; Zufahrt mit Transporten bis 40 Tonnen möglich. Der Ablad bzw. das Einblasen der PAK ins Silo ist Aufgabe des Transporteurs. Vor dem Einblasen ist eine Druckprüfung des Förderschlauchs obligatorisch. Der Vorgang ist in einer Beilage beschrieben.

## Fremdstoffe

Die angelieferte PAK ist frei von Fremdstoffen. Zur Vermeidung des Eintrags von grossen Fremdstoffen schaltet der Lieferant ein Sieb von 5 mm Maschenweite zwischen Silofahrzeug und anlagenseitiger An- und Abkupplung. Andernfalls haftet der Lieferant für Schäden am Silo und an der Dosiereinrichtung, die durch Fremdstoffe entstehen.

## Erste Lieferung vorgesehen:

Mai 2018; die Bestellung mit genauem Lieferdatum erfolgt mindestens 14 Tage im Voraus.

## Lieferumfang:

Angefragt werden vorerst Einzellieferungen à rund 15 Tonnen. Es ist vorgesehen, in der Einfahrphase mehrere Produkte zu testen und mit begleitenden Untersuchungen eine Beurteilungsbasis für diese zu erstellen. Längerfristige Lieferverträge erfordern eine öffentliche Ausschreibung, bei der die geschaffene Beurteilungsbasis zur Anwendung kommen kann.

Angebote sind einzureichen bis **Freitag, 2. März 2018**. Das Angebot wird begleitet von einem Muster des angebotenen Produkts von mindestens 100 g.

-  2\_Verfahrensschema.pdf
-  3a\_Auswertung\_2016.pdf
-  3b\_Auswertung\_2017.pdf
-  4\_Spurenstoff\_Analysen\_2016.pdf
-  5\_Beschreibung\_Silobefüllung.pdf
-  6\_R+I-Schema\_PAK-Aufbereitung.pdf

## Angebot

Das Angebot muss folgende Angaben enthalten:

<b>Produktbezeichnung</b>		
Liefermenge		t pro Lieferung
Preis pro t (inkl. Transport, Einblasen ins Silo und Zoll, exkl. Mehrwertsteuer)		CHF pro t
Preis pro Lieferung (inkl. Transport, Einblasen ins Silo und Zoll, exkl. Mehrwertsteuer)		CHF
garantierter Wassergehalt	<	Gewichts-%
Ausgangsprodukt(e): Beschreibung		
Ausgangsprodukt(e) - nachwachsend - <del>Recyclat</del> - fossil	... ... ...	% % %
CO <sub>2</sub> -Fussabdruck <sup>1</sup> (Gewinnung, Aufbereitung, Transporte und Verbrennung)		t CO <sub>2</sub> -Äqu. / t Produkt
Empfohlene Dosiermenge		mg / L kg / Tag
Zertifizierungen Umweltverträglichkeit (Gewinnung und Aufbereitung)		
Zertifizierungen Sozialverträglichkeit (Gewinnung und Aufbereitung)		
Referenzen (Klärwerk, Kontaktperson mit Telefonnummer und E-Mail)		
Lieferfrist ab Bestelleingang		Tage
Gültigkeit der Offerte bis		Datum

Bitte beilegen: Kenndatenblatt / [technical data sheet](#)

Ort, Datum:

Unterschrift:

<sup>1</sup> Gestützt auf den Artikel: Aktivkohleeinsatz auf kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffentfernung; Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe KA-8.6; Korrespondenz Abwasser, Abfall -2016 (63) -Nr. 12, werden je nach Rohstoff folgende Werte angenommen:  
- Stein- und Braunkohle frisch: 18; reaktiviert: 3 t CO<sub>2</sub>-Äqu./t AK  
- nachwachsende Rohstoff frisch: 7; reaktiviert: 1 t CO<sub>2</sub>-Äqu./t AK  
Tiefere Werte sind nachzuweisen.

Lieferant						
Hersteller						
Produkt						
PAK-Probe	A	F	D / -	C	B	E
Beschreibung	Braunkohle (Nebenprodukt aus einer Grossanlage)	nachwachsende Rohstoffe (biogene Sekundär- und Nebenprodukte);	Lignit 60% und <u>Reaktivat</u> 40% / Lignit	Steinkohle	nachwachsend (0-25%) <u>Recyclat</u> (0-25%) fossil (50-75%) <i>vertraulich</i>	Steinkohle (Australien) (Nebenprodukt aus Grossanlage)
CO2-Fussabdruck t CO2-Äqu / t Produkt	< 4 18	5-7 ( <u>csc</u> ) 7	5.08 / 7.41 12 / 18	11-18 18	8.3 14 (15;15;70)	ca. 8 18
Umweltverträglichkeit	bestätigt (ISO 9001)		ISO 14'000	ja (ISO 14'000)	ja (ISO 14'001)	
Sozialverträglichkeit	bestätigt (ISO 9001)		ISO 18'000	ja ( <u>sustainability report</u> )	ja (ISO 18'001)	
Referenzen	Mannheim, Sindelfingen, Ulm, Lahr, <u>Stockacher</u> Ach, <u>Kressbronn</u> und weitere	AZV <u>Mariatal</u> ; Mannheim; <u>Ergolz 1</u> (Sissach)	Albstadt, Lahr (und KOMS A. Rössler)	Ulm, Berlin, Hechingen, AZV <u>Mariatal</u>	Mannheim, Sindelfingen, Dülmen (plus diverse Pilotanlagen)	Lahr, Öhringen, <u>Laichingen</u> , Ulm
Liefersicherheit	14-28 Werktage	8-10 Werktage	2-4 Wochen	10 Werktage	3 Wochen	ca. 2 Wochen / 10 Werktage
Liefermenge	15 t	14 t	15 t / 15 t	20 t	15t / 18 t	15 t
Preis €/kg	1.77	1.65				
Preis CHF / kg	2.035	1.905 <sup>1</sup>	2.02 / 2.12 <sup>2</sup>	1.93	1.97 / 1.93 <sup>3</sup>	2.085
Wassergehalt	< 4%	< 10%	< 8% / < 10%	< 5%	< 6%	<5%
Jodzahl (mg/g)	800 – 1'000	>1'000	>800/>850	850	>950	850
Innere Oberfläche (m <sup>2</sup> /g)	1'150	>1'050	900 / 900	-	1'050	880
Schüttdichte (kg/m <sup>3</sup> )		< 300	325 / 300	350	375	450
Empf. Dosierung	3-15 mg/L	10 mg/L (evtl. tiefer)	10 – 20 mg/L	ca. 10 mg/L	10-20 mg/L	10 mg/L
Besonderes						

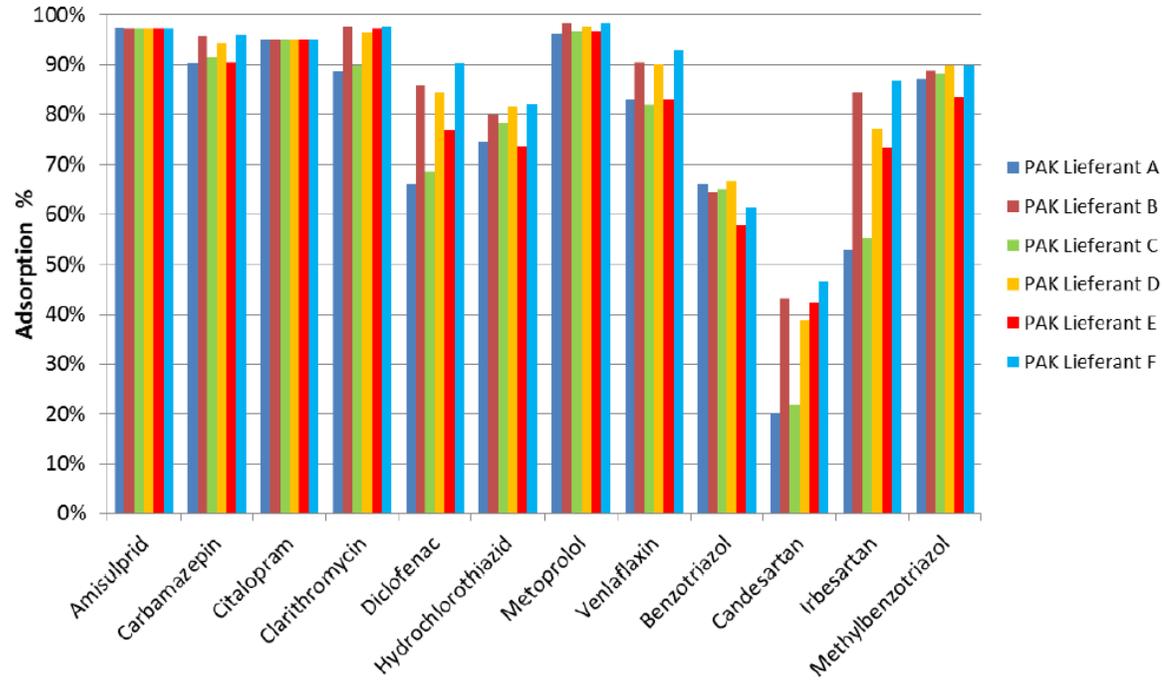
## Adsorption von Spurenstoffen an Pulveraktivkohle

Laborversuche zur Ermittlung der optimalen  
Aktivkohle für die ARA Thunersee

Probe Nr.	Wassermenge (l)	Zugabe PAK (mg)
1834	0.5	0.5
1835	0.5	0.5
1837	0.5	0.5
1838	0.5	0.5
1839	0.5	0.5
1840	0.5	0.5
1841	0.5	0.5
1842	0.5	0.5
1843	0.5	0.5
1846	0.5	0.5

Zofingen, März 2018

Im Auftrag des Gemeindeverbands ARA Thunersee



# Beurteilung Kosten

Bewertung Laborergebnisse, daraus geschätzte Dosiermenge						
PAK-Schlüssel	A	F	D	C	B	E
Reduktionsleistung	76%	86%	84%	77%	85%	81%
<b>Dosiermenge in mg/L</b>	<b>11.18</b>	<b>9.88</b>	<b>10.12</b>	<b>11.04</b>	<b>10.00</b>	<b>10.49</b>
garantierter Wassergehalt	4%	10%	8%	5%	6%	5%
gemessener Wassergehalt	5.1%	1.0%	0.4%	1.4%	2.5%	8.8%
<b>Dosiermenge korrigiert</b>	<b>11.06</b>	<b>10.87</b>	<b>10.95</b>	<b>11.46</b>	<b>10.37</b>	<b>10.07</b>
Preis pro kg / Kosten pro m3 Abwasser						
PAK-Schlüssel	A	F	D	C	B	E
Fr./kg	2.035	1.905	2.02	1.93	1.93	2.085
<b>Kosten PAK in Fr. / m3</b>	<b>0.0225</b>	<b>0.0207</b>	<b>0.0221</b>	<b>0.0221</b>	<b>0.0200</b>	<b>0.0210</b>
<b>Kosten Schlamm</b>	<b>0.0101</b>	<b>0.0093</b>	<b>0.0096</b>	<b>0.0103</b>	<b>0.0093</b>	<b>0.0091</b>
<b>Summe</b>	<b>0.0326</b>	<b>0.0300</b>	<b>0.0317</b>	<b>0.0325</b>	<b>0.0293</b>	<b>0.0301</b>

# allgemeine Beurteilung und Bewertung

allgemeine Beurteilung						
PAK-Schlüssel	A	F	D	C	B	E
CO2-Fussabdruck	-	1.0	0.6	-	0.4	-
Zertifikate	0.5	-	1.0	0.5	1.0	0.3
Referenzen	1.0	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0
<b>Mittelwert mal 2</b>	<b>1.00</b>	<b>1.33</b>	<b>1.37</b>	<b>1.00</b>	<b>1.24</b>	<b>0.83</b>

Bewertung PAK: Offerte und Labortest						
Lieferant						
Hersteller						
PAK-Schlüssel	A	F	D	C	B	E
Produkt						
Allgemeine Beurteilung	1.00	1.33	1.37	1.00	1.24	0.83
Kosten PAK	1.55	1.90	1.67	1.57	2.00	1.89
Summe	2.55	3.23	3.04	2.57	3.24	2.72
<b>Rang</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

# Vergleich erste Lieferung

Bewertung Laboregebnisse, daraus geschätzte Dosiermenge						
PAK-Schlüssel	A	F	D	C	B	E
Reduktionsleistung	76%	86%	84%	77%	85%	81%
Dosiermenge in mg/L	11.18	9.88	10.12	11.04	10.00	10.49
garantierter Wassergehalt	4%	10%	8%	5%	6%	5%
gemessener Wassergehalt	5.1%	1.0%	0.4%	1.4%	2.5%	8.8%
Dosiermenge korrigiert	11.06	10.87	10.95	11.46	10.37	10.07

Wassergehalt

Liefermenge

Schüttdichte

Besonderes

**7.2 %**

O: 14.0 t

L: 12.2 t

O: < 300 kg/m<sup>3</sup>

L: 247 kg/m<sup>3</sup>

CO-Alarm

**0.5 %**

O: 18.0 t

L: 14.9 t

O: 375 kg/m<sup>3</sup>

L: 367 kg/m<sup>3</sup>

31. Mai 2018



CC – AR: Juni 2018

# Flockenbild im 1. gerührten Becken: nach 20 Stunden Betriebszeit mit PAK und Fe



# Flockenbild im 4. gerührten Becken: nach 20 Stunden Betriebszeit mit FHM



PAK: 10 mg/l  
Fe: 2 mg/l  
FHM: 0.3 mg/l