

Erfahrungsbericht der Ozonierung ARA Reinach





ARA Reinach

Ausbaugrösse: 55'300 EWG

Belastung momentan: 25'000 natürliche Einwohner, 22'000 Gewerbe und Industrie

Max. Zulauf: 410 l/s

Abwasseranfall täglich zwischen 10 – 35 Millionen Liter Abwasser

Wieso Stufe Elimination Mikroverunreinigungen in Reinach?

In Sommermonaten bis 25% Anteil gereinigtes Abwasser in Vorfluter Wyna

In eigener Sache

Die Ozonanlage der ARA Reinach funktioniert nach anfänglichen Kinderkrankheiten **sehr gut**. Wir hatten seit Mitte 2018 bis heute praktisch keine Ausfälle mehr.



Mitten im Ausbau der ARA Reinach wurde die Ozonanlage in Betrieb genommen. Das diente einer geordneten Inbetriebnahme nicht.
Wir hatten schlicht keine Zeit!

Eckdaten zum Ausbau der ARA Reinach

- 01.04.2014 Baubeginn
- März 2016 Inbetriebnahme neue Reinigungsstrasse mit halber biologischer Kapazität
- Februar 2016 Entscheid Vorstand AOW «Realisierung Ozonanlage ARA Reinach jetzt»
- Juli 2016 Inbetriebnahme Filtration
- 1. Oktober 2016 Start mit der Ozonbehandlung **Befreiung Abgabe von 9.- Sfr. an Bund ab 2017**
- Juni 2017 Inbetriebnahme komplette Biologie
- Juli 2017 Inbetriebnahme neue Faulung
- ab Mitte 2018 Dauerbetrieb mit kompletter Biologie

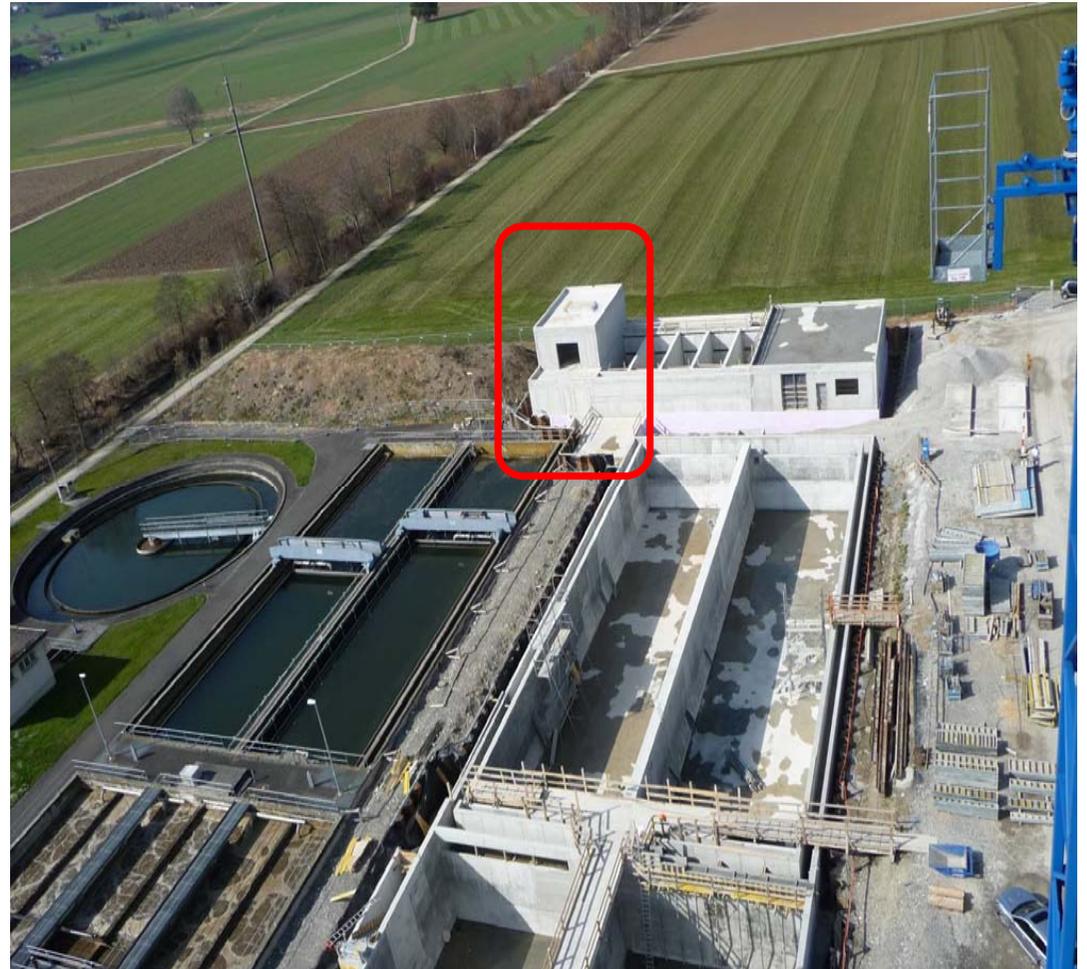
Investitionskosten Filtration und Ozonanlage

Investitionskosten Filtration:	CHF 3'376'016
Investition Ozonung:	<u>CHF 2'018'633</u>
Total	CHF 5'394'649
Bundesbeitrag	- <u>CHF 3'860'227</u>
<u>Netto-Investition</u>	<u>CHF 1'534'422</u>

(Werte exkl. MWSt)

Der Bundesbeitrag wurde verfügt und bis Ende 2017 ausbezahlt.

- Bereits im Bau wurde im Gebäude der Filtration der Platz zur Elimination der Mikroverunreinigungen vorgesehen.
- Dem Planer war schon damals klar das es eine Ozonanlage geben würde.
- Aufgrund der Vorgaben musste die Ozonanlage 2-Strassig sein was die Umsetzung erheblich erschwert hat und noch heute Konsequenzen nach sich zieht.
- über 1 Strasse ist ein Teilbetrieb möglich.



Vor oder während dem Bau zu Beachten.



- Bitte Merkblatt Max Schachtler studieren über den Bau einer Ozonanlage!
- Schalungsverbinder sind nicht ozonbeständig.
- Nägel sollten rostfrei sein.
- Guter Baumeister, billig ist nicht zwingend günstig!
- Genügend lange Aufenthaltszeit des Wassers im Becken.

Vor oder während dem Bau zu Beachten



- Einstieg in Becken sollte gefahrlos sein
- Zugang von Becken zu Becken sollt mittels Türe möglich sein
- Entleerungsrohr sollte genug gross sein und möglichst bodeneben angebracht sein.
- Falls nicht möglich genug grosser Pumpensumpf

Vor der Inbetriebnahme der Ozonanlage

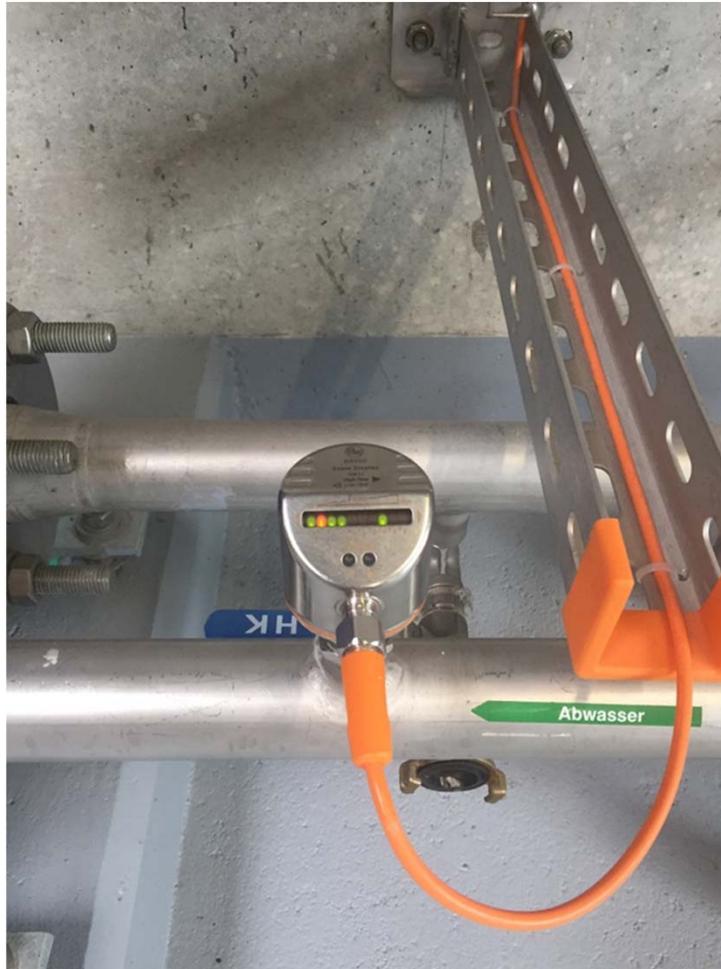


- Ohne eine gut funktionierende Biologie und Filtration ist eine konstante Elimination der Mikroverunreinigungen mittels Ozonanlage nur schwer möglich. z.B. Abbau Nitrit durch Ozon, Verschlammung Ozonbecken
- Begleitung durch Ersteller oder Ingenieur über längere Zeit muss gesichert sein.

Was für Auswirkungen die Qualität des Brauchwassers auf den Betrieb einer Ozonanlage haben kann!

Problem? / Lösung?

Entscheid: Wärmetauscher öffnen!



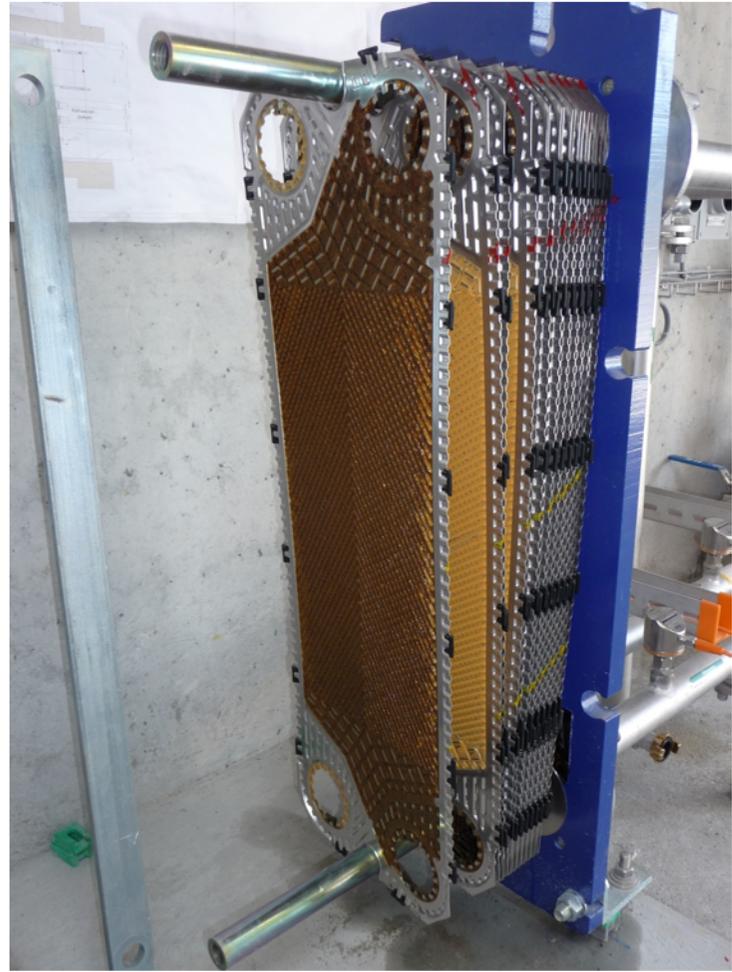
Meldung:
kein Durchfluss Kühlwasser!
ganze Anlage geht ausser Betrieb

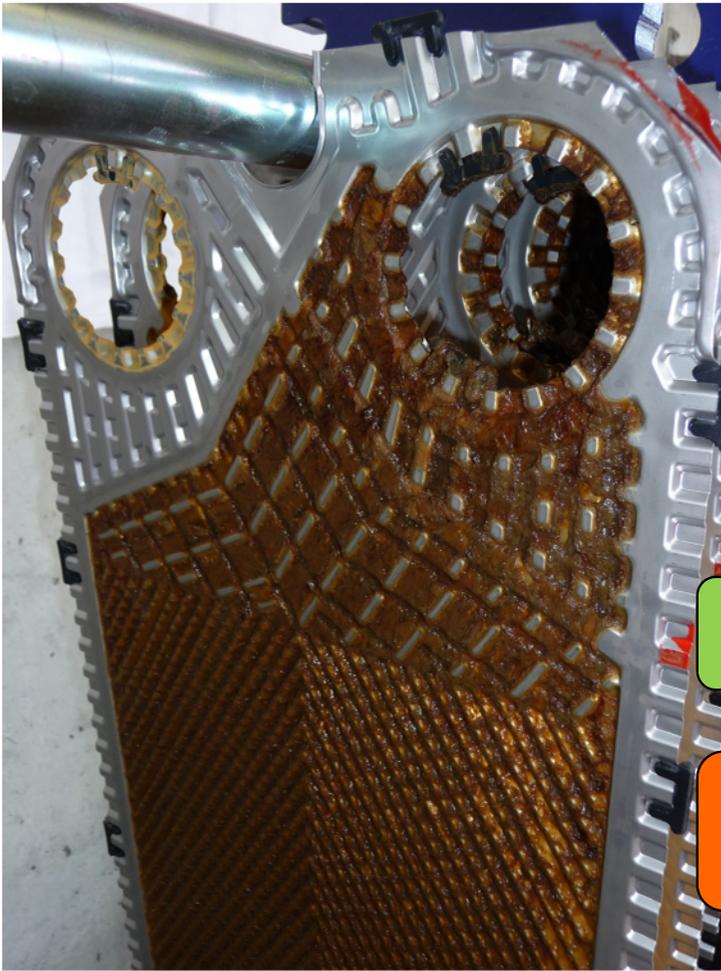
Schlechter Durchfluss! Gut sichtbar auf Durchflussmesser, Kühlwasserpumpen aber i.o.

Wärmetauscher ist verstopft?

Grenzwert Alarm Strömungswächter reduzieren?

Wärmetauscher rückspülen!



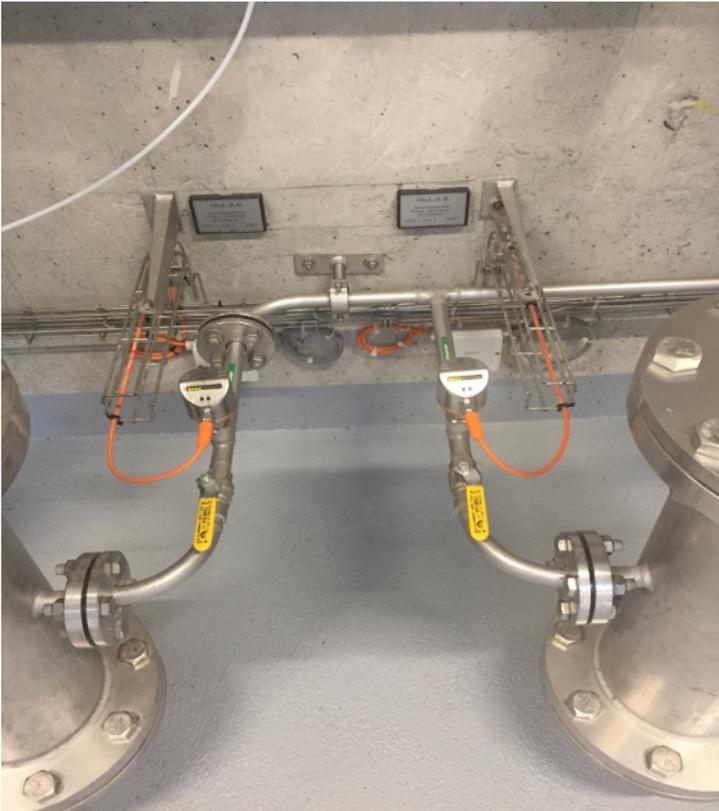


Lösung?

Leider Nein!!



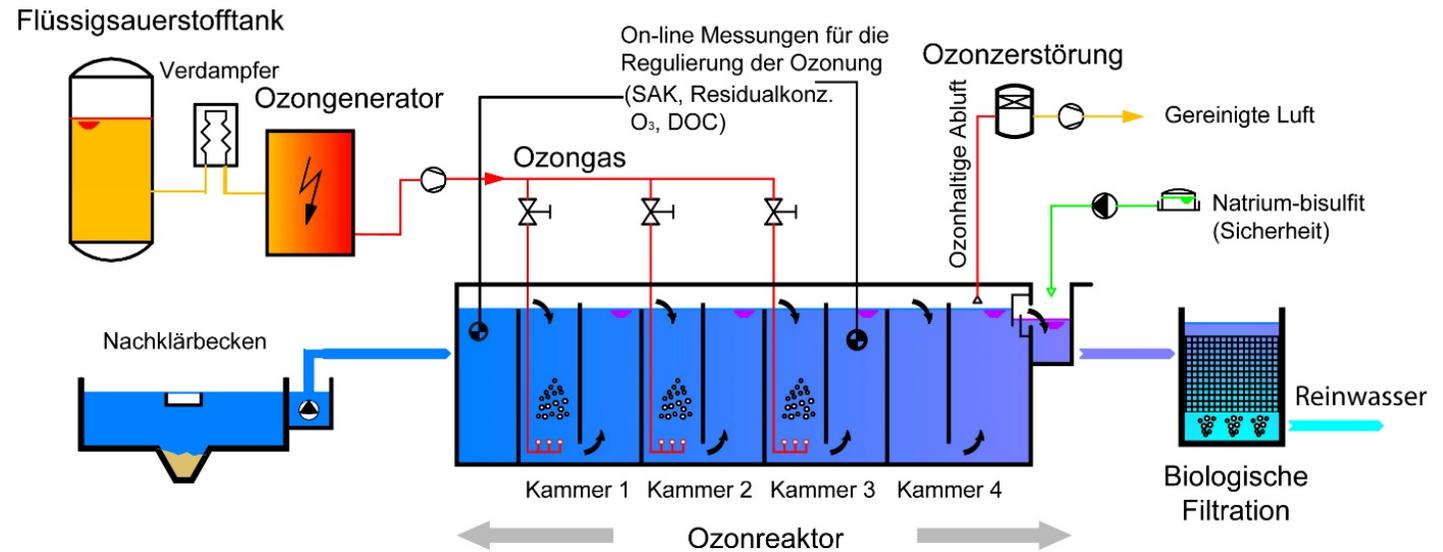
Massnahmen ARA Reinach



- Strömungsmesser die einen Brauchwasserdurchfluss messen und im Medium eingetaucht sind, müssen zwingend wöchentlich gereinigt werden.
- Durch diese Massnahme wurden die Betriebsstörungen erheblich reduziert.

Leeren Ozonbecken ARA Reinach

- Das Ozonbecken sollte einmal jährlich gereinigt werden (Fangbecken)
- Erste Öffnung des Beckens nach einem halben Jahr Betrieb
- Mögliche Mängel werden sichtbar



T.Grimplet / J.Margot

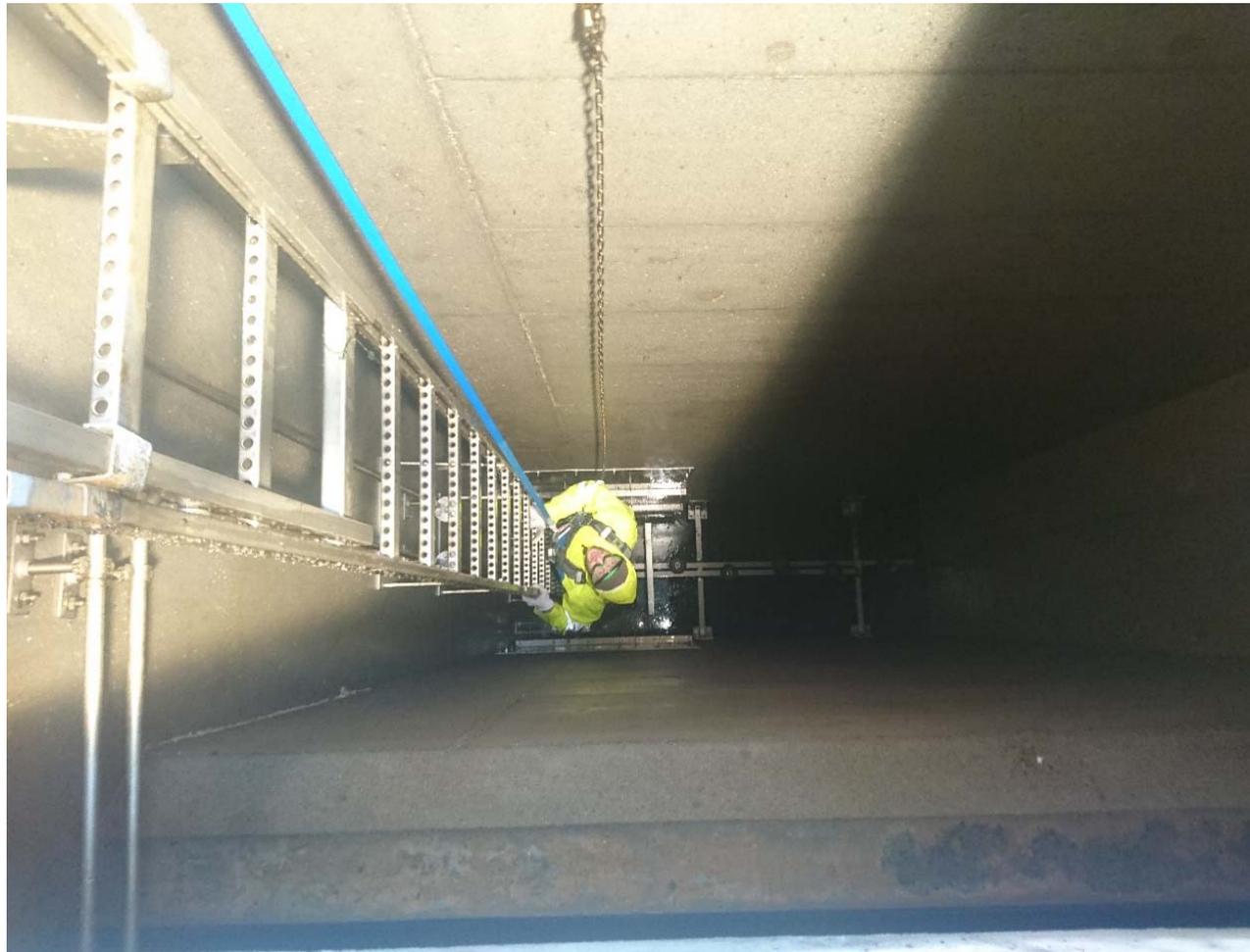


**Überraschung beim Öffnen des
Bodendeckels....
....und es lebt doch, trotz Ozon!**

Beckentiefe 6 Meter



**Einstieg ins
Ozonbecken**



Am Boden nur Schlamm
und Schnecken



**Ansicht der ersten Kammer
nach einem halben Jahr
Betrieb. Die Keramikdome sind
stark verschmutzt.**





Ablauf des Beckens ist ca. 30cm ab Boden!



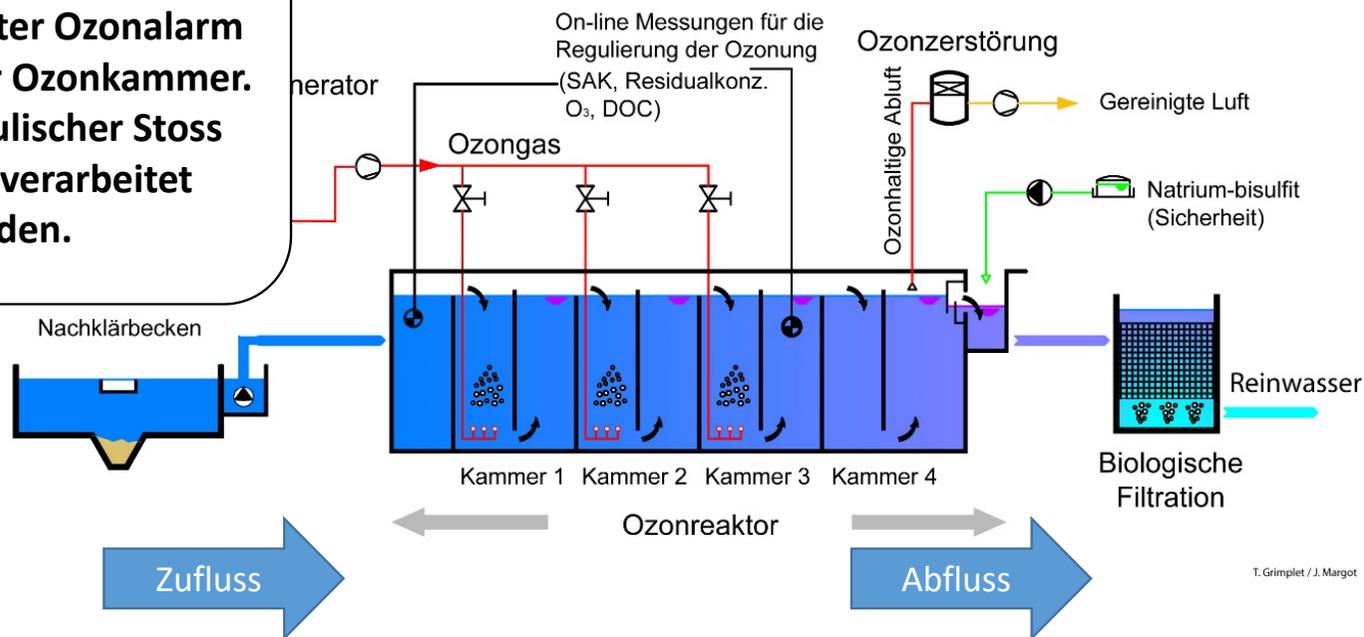
Betrieb Ozonanlage bei Regenwetter

- bei Trockenwetter 80% Elimination kein Problem
 - 80% Elimination schwierig bei Regenwetter
- Von im Zulauf «nicht Nachweisbar» kann nicht 80% eliminiert werden

Es stellt sich die Frage....
- wie Sinnvoll ist die vollständige Elimination bei Regenwetter? Grösster Teil des Wasser entlastet vor ARA in Vorfluter!
 - sehr viel Energie und Ressourcen für wenig Ertrag!

Hydrauliktest Ozonbecken ARA Reinach

**Problem ARA Reinach:
Bei Regenwetter Ozonalarm
im Auslauf der Ozonkammer.
Erster hydraulischer Stoss
kann nicht verarbeitet
werden.**



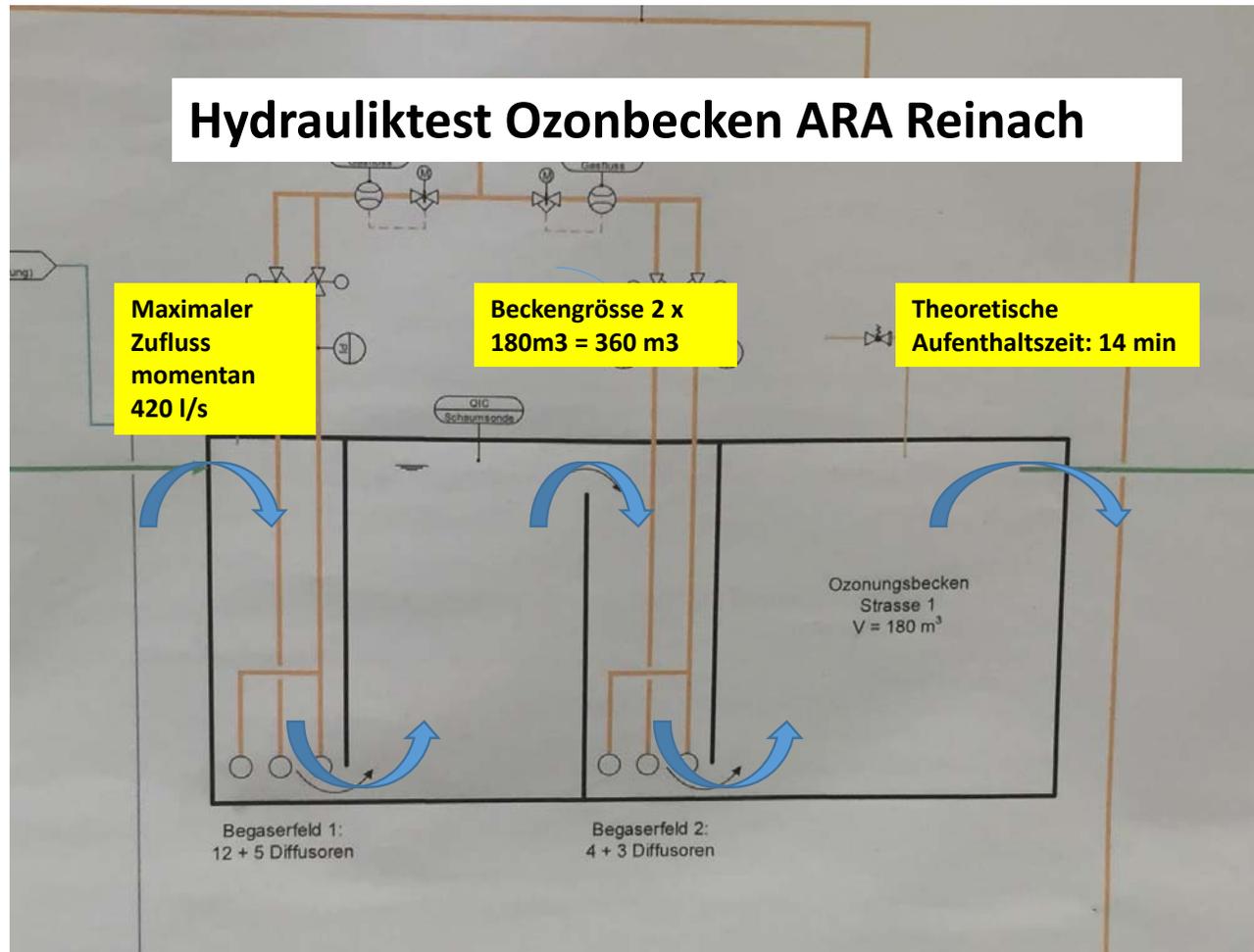
T. Grimplet / J. Margot

Max. Zufluss
410 l/s

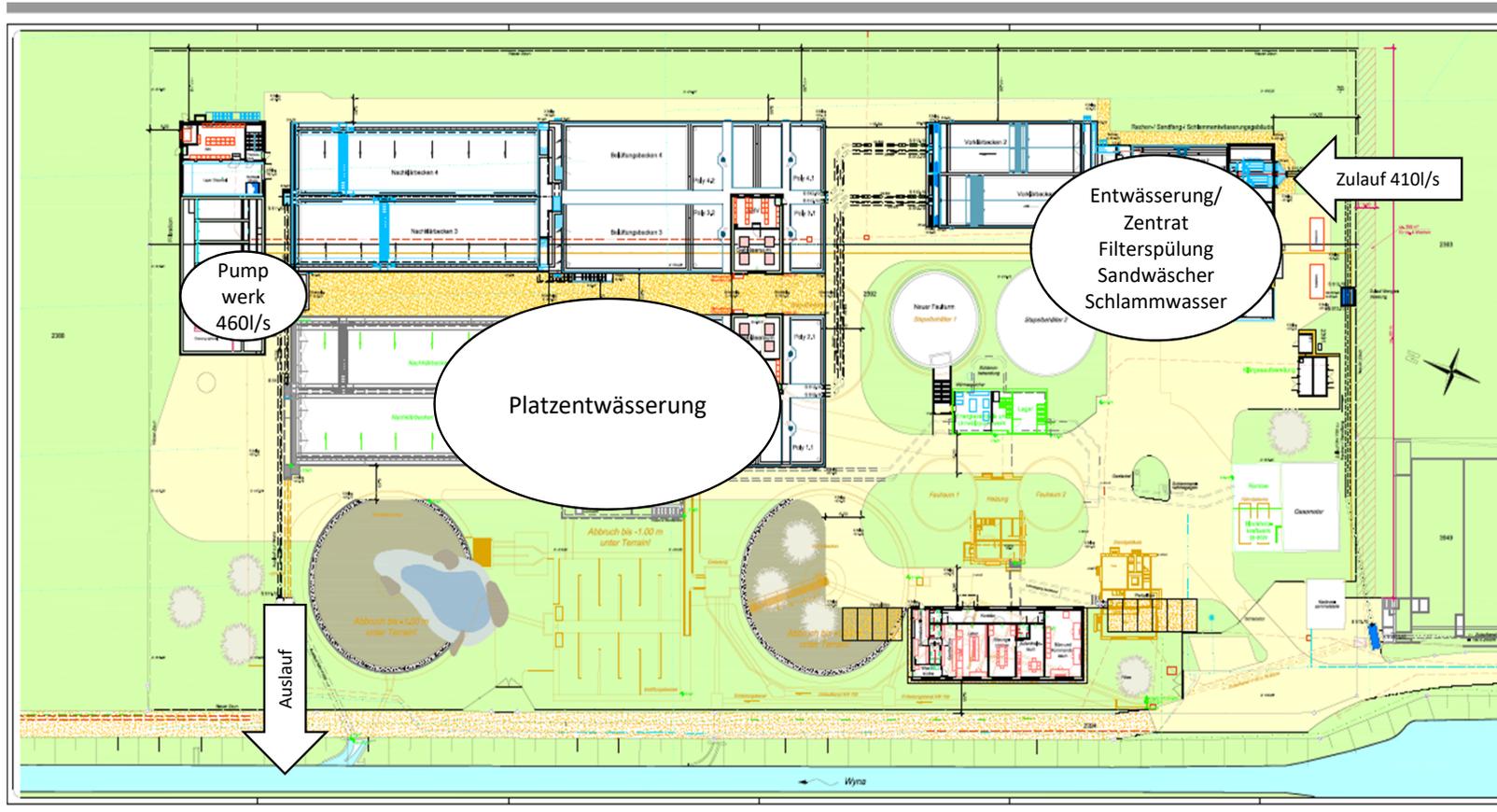
Beckengröße 380 m³

Theoretische
Aufenthaltszeit 15 min

Hydrauliktest Ozonbecken ARA Reinach



Zufluss zur Ozonanlage effektiv



Fluoreceinbeigabe in
den Zulauf
Ozonanlage



Sichtbare
Veränderung im
Auslauf der
Ozonanlage nach 3
Min. 20 Sek.



Filtration nach ca. 4
Min 30 Sek.



**Abhilfe des Problems.
Sobald im Zulauf
Regenwetter detektiert wird
schaltet die Anlage auf eine
mengenproportionale,
homöopathische Dosis**

11.10.2019 11:37:34

P SAK-Abnahme Quittieren

Bedienung Sollwert Kurve SAK/Off-Gas Kurve Tagesgang Information Einstellungen

Vorwahl

<input type="checkbox"/> BA: Fixe Ozonmenge	Fixe Ozonmenge	<input type="checkbox"/> SAK Abnahme Kurve (d)	SAK ab Kurve
<input type="checkbox"/> BA: Mengenproportional	Mengenproportional	<input checked="" type="checkbox"/> SAK Abnahme Regler (d)	SAK vom Regler
<input checked="" type="checkbox"/> BA: SAK-Abnahme	SAK-Abnahme		
<input type="checkbox"/> BA: SAK-Zulauf	SAK-Zulauf		
<input checked="" type="checkbox"/> Restozonkorr.aktiv (f)	Restozonk.Ein/Aus	<input type="checkbox"/> Regenwetterzufl.detektier	
<input type="checkbox"/> Tagesgangkorr.aktiv (e)	Tagesgangk.Ein/Aus		
<input type="checkbox"/> SAK-Mess.mit Trübung	Mit Trübung Ein/Aus		

Soll-/Istwerte

Berechnete Ozonmenge	1700 gO3/h	Fixe Ozonmenge (a)	1800 gO3/h
Min.Ozonmenge (minO3)	1700 gO3/h	Mengenprop.Ozonmenge (b)	3.0 gO3/m3
Max.Ozonmenge (maxO3)	5200 gO3/h	Mengenprop.mit SAK (c1)	1.0 gO3/m3
Faktor SAK Abnahme (d)	0.00 -	Faktor SAK Zulauf (c2)	0.20 -
Berechnet Tagesgang (e)	1.32 -	SAK Abn.Regler (dSAKPID)	40 %
Berechnet Restoz Off-Gas (f)	0.73 -	Mengenprop.bei Regenw.(c3)	1.30 gO3/m3
Regenwetterzufluss	300 l/s	Rohwasserzulauf gedämpft	632 m3/h
Schaltverz.Regenw.->Normal	120 min		

Rezeptur

<input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="X"/> (None) ...	<input type="button" value="..."/> <input type="button" value="..."/> <input type="button" value="X"/> (None) ...
---	---

OK Abbrechen Übernehmen

SAK Messung im Zulauf und Ablauf



Für den Betrieb der Ozonierung über die SAK-Messung ist eine funktionierende Messung sehr wichtig. Eine konventionelle SAK-Messung im Zulauf und Ablauf der Ozonanlage sollte eine mechanische Reinigung aufweisen. Ansonsten wird der Wartungsaufwand zu gross.

Es dürfen sich vorgängig durchaus Gedanken über den Standort und die Anzahl SAK-Messungen gemacht werden.

Ev. Rat bei Betreibern von Ozonanlagen holen.

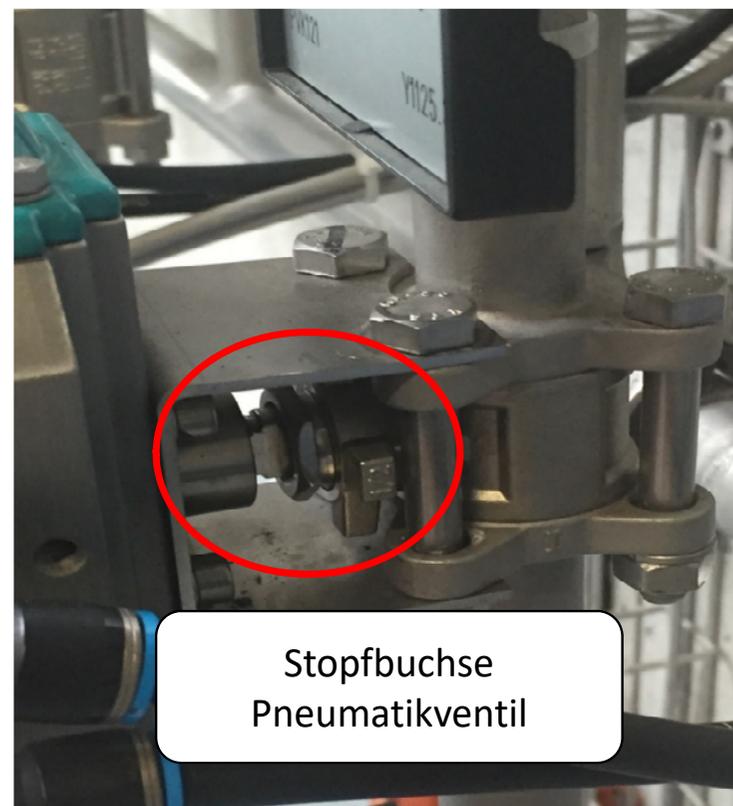
Verschiedene Sonden im Zulauf oder Auslauf der Ozonanlage



**Probenahmestelle ARA Reinach im Zulauf inkl. Säuredosierung!
Die Probenahme erfolgt im Zulaufrohr zur Ozonanlage aus dem Unterdruck!**



Pneumatikventile Ozoneintrag



Ozongenerator



Sauerstoff der in Generator gelangt sollte genug trocken sein.

Temperatur des Trockners nicht zu niedrig einstellen.

Proben zur Berechnung Elimination 2017 ARA Reinach

Anzahl Proben	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Total
Amisulprid *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
Carbamazepin *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7
Citalopram *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
Clarithromycin *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11
Diclofenac *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25
Hydrochlorothiazid *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25
Metoprolol *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25
Venlafaxin *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	23
Benzotriazol **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25
Candesartan **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24
Irbesartan **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25
Tolytriazol **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	25
Anzahl Proben zur Berechnung Reinigungseffekt	6	9	9	6	9	9	9	9	9	9	9	9	3	6	9	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	

* Stoffe der Gruppe 1

** Stoffe der Gruppe 2

■ Für die Eliminationsberechnung relevant

■ Ausgeschlossen! Verhältnis Substanzen 1 und 2 muss 2:1 sein

■ Konzentration im Zulauf nicht 10-fach über Bestimmungsgrenze

MV-Proben 2018 ARA Reinach

Anzahl Proben	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
Amisulprid *	■	■	■	■	■									10
Carbamazepin *	■	■	■	■	■									8
Citalopram *	■	■	■	■	■									9
Clarithromycin *	■	■	■	■	■									10
Diclofenac *	■	■	■	■	■									10
Hydrochlorothiazid *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
Metoprolol *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
Venlafaxin *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
Benzotriazol **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11
Candesartan **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
Irbesartan **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	13
Tolyltriazol **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8
Anzahl Proben zur Berechnung Reinigungseffekt	6	6	6	6	8	12	12	12	12	12	12	12	12	

- Juni 2017
- Juli 2017
- ab Mitte 2018

Inbetriebnahme komplette Biologie
 Inbetriebnahme neue Faulung
 Dauerbetrieb mit kompletter Biologie

* Stoffe der Gruppe 1

** Stoffe der Gruppe 2

■ Für die Eliminationsberechnung relevant

■ Ausgeschlossen! Verhältnis Substanzen 1 und 2 muss 2:1 sein

■ Konzentration im Zulauf nicht 10-fach über Bestimmungsgrenze

MV-Proben 2019 ARA Reinach

Anzahl Proben	1	2	3	4	5	6	7	Total
Amisulprid *								6
Carbamazepin *								5
Citalopram *								7
Clarithromycin *								6
Diclofenac *								6
Hydrochlorothiazid *								7
Metoprolol *								7
Venlafaxin *								7
Benzotriazol **								6
Candesartan **								7
Irbesartan **								7
Tolyltriazol **								5
Anzahl Proben zur Berechnung Reinigungseffekt	10	12	12	12	9	9	12	

* Stoffe der Gruppe 1

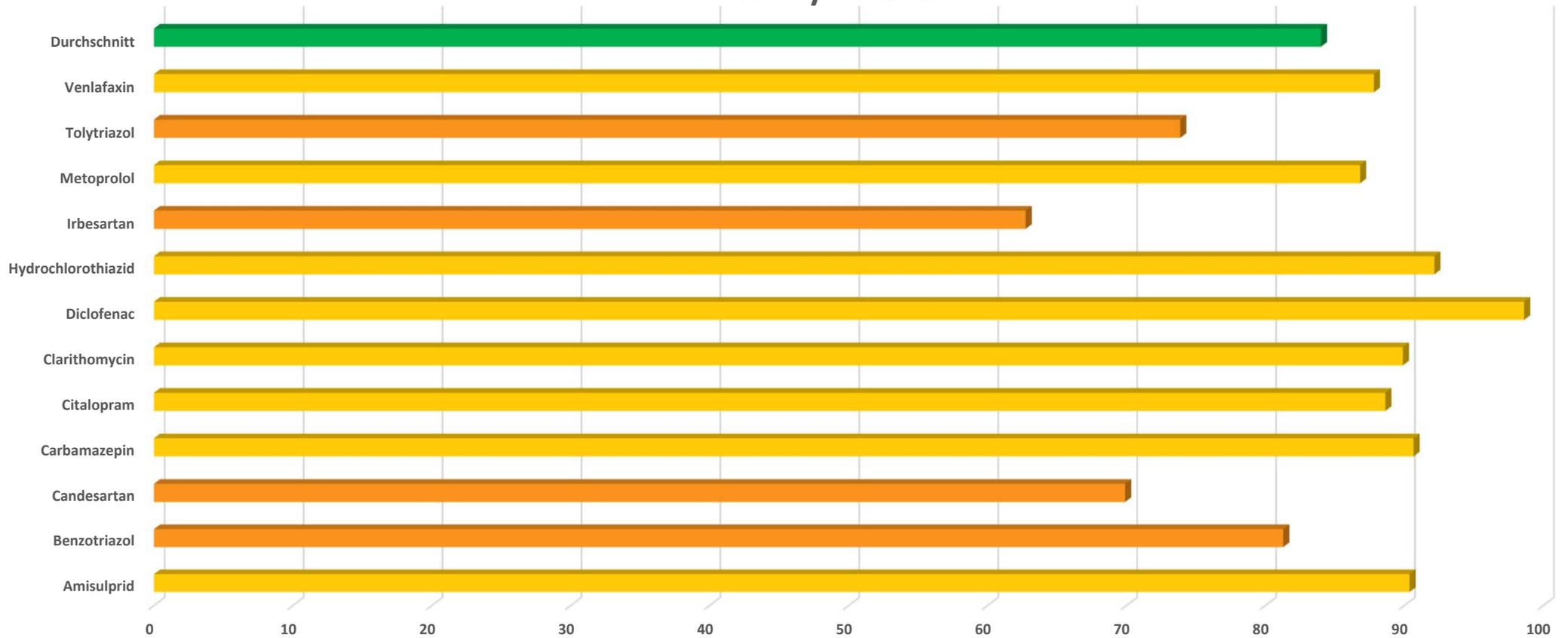
** Stoffe der Gruppe 2

■ Für die Eliminationsberechnung relevant

■ Ausgeschlossen! Verhältnis Substanzen 1 und 2 muss 2:1 sein

■ Konzentration im Zulauf nicht 10-fach über Bestimmungsgrenze

Analysen 2019



2 Stolpersteine

201907514.pdf - Adobe Acrobat Reader DC
Datei Bearbeiten Anzeige Fenster Hilfe
Start Werkzeuge 201907514.pdf x

	32648) Nr.: 32650		32647 + 32649) Nr.: 32651			
Bachema AG Rütistrasse 22 CH-8952 Schlieren Telefon +41 44 738 39 00 Telefax +41 44 738 39 90 info@bachema.ch www.bachema.ch Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser, Boden, Abfall, Recyclingmaterial) Akcreditiert nach ISO 17025 STS-Nr. 0064	Amisulprid	1	µg/l	0.10	<0.01	90
	Carbamazepin	1	µg/l	0.20	<0.01	95
	Citalopram	1	µg/l	0.20	<0.01	95
	Clarithromycin	1	µg/l	<0.2	<0.02	*
	Diclofenac	1	µg/l	2.50	0.01	**
	Hydrochlorothiazid	1	µg/l	1.50	0.07	95
	Metoprolol	1	µg/l	0.60	0.04	93
	Venlafaxin	1	µg/l	0.30	0.02	93
	Benzotriazol	2	µg/l	6.30	0.96	**
	Candesartan	2	µg/l	0.60	0.14	77
	Irbesartan	2	µg/l	0.80	0.22	73
	Tolyltriazol	2	µg/l	4.10	1.35	67

* Diese Substanz wurde für die Berechnung des mittleren Reinigungseffekts nicht berücksichtigt, da die Konzentration im Zulauf nicht 10-fach über der Bestimmungsgrenze liegt.
** Diese Substanz wurde für die Berechnung des mittleren Reinigungseffekts nicht berücksichtigt, damit das Verhältnis der Substanzen der Kategorie 1 und 2 bei 2:1 bleibt (gemäss Erläuternder Bericht zur Verordnung des UVEK). Nach Rücksprache mit dem AFU Aargau werden im Sinne der Vorsorge ab dem 4.10.2017 die Substanzen mit der tiefsten Eliminationsrate für die Berechnung des Reinigungseffekts verwendet.

Kategorie 1: sehr gut eliminierbare Substanzen
Kategorie 2: gut eliminierbare Substanzen

Die Substanz Tolyltriazol verfügt über mehrere Namen unter anderem auch Methyl-1H-benzotriazol.

z.B. finde 4 Stoffe der Gruppe 2 und 7 Stoffe der Gruppe 1
es kommen nur 3 Stoffe der Gruppe 2 und 6 Stoffe der Gruppe 1 in die Berechnung.
Verhältnis 1:2

Auftrags-Nr. Bachema: 201905048

Berechnung des Reinigungseffektes

Grundlagen für die Berechnung:

- Verordnung des UVEK zur Überprüfung des Reinigungseffektes von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen, Stand 3. November 2016
- Erläuternder Bericht zur obigen Verordnung, Stand 15. Februar 2016

Berechnung

Resultate der frachtproportionalen Mischproben und Eliminationsraten:

Substanz	Kategorie	Einheit	Zulauf ARA Misch- probe vom 20.05. + 21.05.19 (aus 22015 + 22017) Nr.: 22019	Auslauf Filtration Misch- probe vom 20.05. + 21.05.19 (aus 22016 + 22018) Nr.: 22020	Eliminations- rate
Amisulprid	1	µg/l	<0.05	<0.01	*
Carbamazepin	1	µg/l	<0.05	<0.01	*
Citalopram	1	µg/l	<0.05	<0.01	*
Clarithromycin	1	µg/l	<0.1	<0.02	*
Diclofenac	1	µg/l	0.35	<0.01	97
Hydrochlorothiazid	1	µg/l	0.25	0.03	88
Metoprolol	1	µg/l	0.09	0.03	*
Venlafaxin	1	µg/l	0.06	<0.01	*
Benzotriazol	2	µg/l	1.35	0.56	**
Candesartan	2	µg/l	0.08	0.05	*
Irbesartan	2	µg/l	0.16	0.11	31
Tolytriazol	2	µg/l	0.34	0.26	**

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren
Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für
die Prüfung von
Umweltproben
(Wasser,
Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)
Akkreditiert
CEN 17025
SN Nr. 0064

* Diese Substanz wurde für die Berechnung des mittleren Reinigungseffektes nicht berücksichtigt, da die Konzentration im Zulauf nicht 10-fach über der Bestimmungsgrenze liegt.
** Diese Substanz wurde für die Berechnung des mittleren Reinigungseffektes nicht berücksichtigt, damit das Verhältnis der Substanzen in Kategorie 1 und 2 nicht (gemäss Erläuternder Bericht zur Verordnung des UVEK). Nach Rücksprache mit dem AFU Aargau werden im Sinne der Vorsorge ab dem 4.10.2017 die Substanzen mit der tiefsten Eliminationsrate für die Berechnung des Reinigungseffektes verwendet.

Kategorie 1: sehr gut
Kategorie 2: gut eliminiert
Die Substanz Tolytriazol
Reinigungseffekt
Der Reinigungseffekt

- Eine Substanz liegt in einer ausreichenden Konzentration vor, wenn die Konzentration im Zulauf der ARA mindestens das 10-fache der Bestimmungsgrenze der Substanz im Ablauf der ARA beträgt.

MV-Proben ARA Reinach Regenwetter

Anzahl Proben	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Amisulprid *	■	■	■										3
Carbamazepin *	■	■											2
Citalopram *	■	■	■	■									5
Clarithromycin *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7
Diclofenac *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	4
Hydrochlorothiazid *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	12
Metoprolol *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	11
Venlafaxin *	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	8
Benzotriazol **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7
Candesartan **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	7
Irbesartan **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	10
Tolyltriazol **	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3
Anzahl Proben zur Berechnung Reinigungseffekt	3	9	9	5	6	6	3	6	9	9	6	9	
	72	66	71	74	77	79	78	77	76	74	62	73	
	81	71	76	80	85	81		82	80	80	77	75	

rot: Berechnung mit schlechtestem Wert Gruppe 2
 grün: Berechnung mit bestem Wert Gruppe 2

- * Stoffe der Gruppe 1
- ** Stoffe der Gruppe 2
- Für die Eliminationsberechnung relevant
- Ausgeschlossen! Verhältnis Substanzen 1 und 2 muss 2:1 sein
- Konzentration im Zulauf nicht 10-fach über Bestimmungsgrenze

Überwachungskonzept AWEL Zürich

telwert der prozentualen Eliminationen aller zur Berechnung herangezogenen Substanzen massgebend.

Im Kanton Zürich erfolgt die **Berechnung des Reinigungseffekts** aufgrund der praktischen Handhabung **wie folgt:**

- Falls die Konzentration einer Substanz im Ablauf der ARA kleiner als die Bestimmungsgrenze ist, wird sie für die Berechnung der prozentualen Elimination der Substanz gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt.
- Für die Berechnung des Gesamtreinigungseffekts wird die prozentuale Elimination sämtlicher Substanzen der Kategorie 1 und 2 herangezogen, die in einer ausreichenden Konzentration vorliegen.
- Eine Substanz liegt in ausreichender Konzentration vor, wenn die Konzentration im Zulauf der ARA mindestens das 10-fache der Bestimmungsgrenze der Substanz im Ablauf der ARA beträgt.
- Der Gesamtreinigungseffekt wird anschliessend als der im Verhältnis 2 zu 1 gewichtete Mittelwert des arithmetischen Mittelwerts aller prozentualen Eliminationen der Substanzen aus Kategorie 1 zum arithmetischen Mittelwert aller prozentualen Eliminationen der Substanzen aus Kategorie 2 berechnet.

Kosten Ozonanlage 2018

Stromkosten	CHF	15'000.-
Miete Gastank	CHF	9'800.-
Sauerstoff	CHF	20'000.-
Service Ozonanlage	CHF	15'000.-
Leeren Ozonbecken Saugwagen	CHF	2'000.-
Abschreibung 1'500'000 CHF auf 15 Jahre	CHF	100'000.-
Abschreibung Gebäude 500'000 CHF auf 40 Jahre	CHF	12'500.-
Betriebskosten Mitarbeiter Jährlich	CHF	<u>40'000.-</u>
Jährliche Kosten	CHF	<u>214'300.-</u>

(exkl. MWSt.)

Jährliche Abgaben Einwohner: 25'000 Einwohner à CHF 9.- = 225'000.-

Fragen?





Wönsche allne ganz en schöne Tag!