



HUNZIKER BETATECH

WASSER
BAU
UMWELT



VSA Projekt: Leitfaden Funktionssicherheit ARA

Datum: 13. Juni 2019

Autor: Erich Hungerbühler

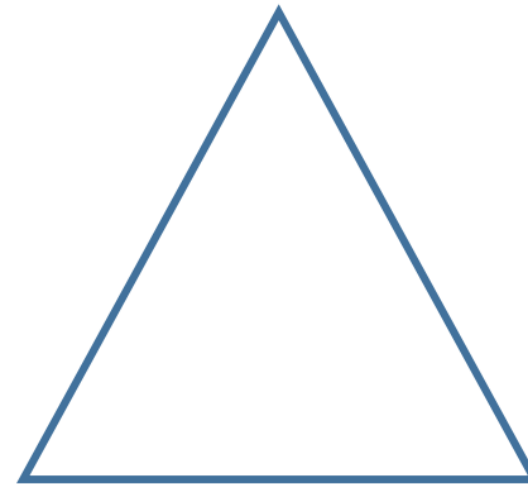


Motivation

- Verminderung des Risikos einer Gewässerverschmutzung bei:
 - Ausfall eines Aggregats / einer Strasse
 - Stromausfall
 - Ausserbetriebnahmen
- Nicht Bestandteil:
 - Störfallkonzept
 - Hochwassergefährdung
 - Brand
 - Personensicherheit u.a.

Zielgruppen

ARA Betreiber & Inhaber



Vollzugsbehörde

Planer



Gesetzliche Grundlagen

- Gewässerschutzgesetz und Verordnung
- Normen (EN 12255)



- > Die von den Behörden definierten Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers sind auch bei Sanierungs- und Wartungsarbeiten einzuhalten. Es sind die notwendigen bau- und regeltechnischen Massnahmen vorzukehren (z. B. Stapel- und Rückhaltevolumen, Redundanzen wie Mehrstrassigkeiten, Notstromgruppe). Anforderungen an allfällige Provisorien werden im Einzelfall festgelegt. Für ungeplante Ausfälle (z. B. Stromausfall, Aggregatdefekte, etc.) sind verhältnismässige Massnahmen vorzusehen, um die Reinigungsleistung möglichst hoch zu halten. Der Anlageinhaber ist gefordert, ein Notfallkonzept zu erstellen.

Ausfallsicherheit



Best Practice

ARA Grössen	kleine Anlagen	> 200 - 5'000 EW
	mittlere Anlagen	> 5'000 - 50'000 EW
	grosse Anlagen	> 50'000 EW

		Reaktionszeit in der Regel
Relevanz für	1 sehr hoch	< 12 h
Schadensausmass	2 hoch	< 1 - 2 d
Beeinträchtigung Gewässer	3 Mittel	< 1 Woche
	4 gering	< 2 Wochen

Relevanz 1:

Hebwerk, hydraulischer Fluss durch ARA

Biologiestufe & Nachklärung: Lufteintrag, Umwälzung, RLS Förderung, Räumer
(Vorbehandlungsanlagen relevanter Industriebetriebe)



Best Practice Beispiele

Verfahrensstufen	Relevanz	Empfohlene Anzahl Strassen / Aggregate	ARA Grösse	Reaktionszeit
Hebewerk Rohwasser Zwischenhebewerk SBR & Festbett	1	≥ 2	unabhängig von ARA Grösse	bestimmt durch t Verweil Netz, RKB ARA
Vorklärbecken	2	1 2 ≥ 2	klein mittel gross	1 d Primärschlammpumpe 3 d Räumler



Best Practice EMV

Tabelle 15: Notwendige Redundanz für eine Teilverfügbarkeit der Reinigungsstufe (90% der Zeit)

ARA Grösse	Ozon			PAK			
	Anzahl Strassen Kontaktreaktor	Anzahl Ozon-Generatoren	Anzahl Sauerstoff-tanks	Anzahl Strassen Kontaktreaktor und Sedimentation	Anzahl PAK-Silos	Anzahl PAK-Dosiereinrichtungen	Anzahl Actiflo® Carb-Module
5'000 – 10'000 E	1	1	1	1	1	1	1
10'001 – 20'000 E	1	1	1	1	1	1	1
20'001 – 50'000 E	1	1	1	1	1	1	1
50'000 – 100'000 E	1	1	1	2 ¹⁾	1	1	1
100'001 - 200'000 E	2	2 ⁴⁾	2 ²⁾	5 ¹⁾	2 ³⁾	2 ³⁾	2 ¹⁾

Technische Begründung für mehrfache Ausführung:

¹⁾ Maximale Dimension, z.B.
 – Ulmer-Verfahren: NKB max. 70x10m = 700m²
 – ActifloCarb: max Durchmesser = 11m

²⁾ Lagerkapazität erhöht

³⁾ Zwei PAK-Silos und Dosiereinrichtung für Einsatz unterschiedlicher PAK

⁴⁾ Vermeidung von energetisch ineffizientem Betrieb



Redundanzüberprüfung im Ausbauprojekt

Anlageteil	Anzahl Strassen	Massgebende Bemessungsgrösse	Auslegung für Revisionsfall
Rechen	2	$Q_{\max} = 300 \text{ l/s}$, By pass	2 x 225 l/s ($1.5 \times Q_{\text{TWA}}$)
Sandfang	2	$Q_{\max} = 330 \text{ l/s}$	2 x 255 l/s ($1.5 \times Q_{\text{TWA}} + \text{RL}$)
Vorklärbecken	2	$Q_{\max} = 330 \text{ l/s}$	1 VKB t Verweil bei 330 l/s: > 20 min
Belüftung und Nachklärung	4	27'000 EW / 330 l/s	Ausfall 1 Strasse: 0.75 Q max
Ozonung	1	$Q_{\max} = 330 \text{ l/s}$	0
Filtration	4	$Q_{\max} = 330 \text{ l/s}$ $Q_{\max \text{ pro Filter}} = 110 \text{ l/s}$	330 l/s (bei Ausfall einer Filterzelle bzw. beim Rückspülprozess)



Umsetzung Beispiel ARA Glarnerland

- Hebewerk: 2 grosse, 2 kleine Schnecken. 3 genügen für Q max
- Rechen: 3. 2 genügen für Q max
- SF: 2 Strassen
- VKB: neu 2 Strassen
- Biologie: 4 Strassen. 3 genügen 100% hydraulisch & biologisch (intermittierende Belüftung)
- RLS: total 8 Pumpen
- Notstromdiesel: für HW, Rechen, Umwälzung Biologie, Hilfsbetriebe: Minima
- BHKW zur wahlweisen Zuschaltung VKB, Biologie, NKB, Faulung



Reaktionszeit Ersatzstrom

Grundlagendaten	Einheit	ARA A			ARA B		
		Rückhalt [h]		Regen	Rückhalt [h]		
		TW Mittel	Regen		TW Mittel	Regen	
Einleitbedingungen							
NH4-N	[mg/l]	1			-		
NO2-N	[mg/l]	0.3			0.3		
CSB	[mg/l]	40			45		
GUS	[mg/l]	5			15		
Hydraulische Bel.							
Q TWA Mittel	[m3/h]	500			288		
Q TWA max	[m3/h]	810			460		
Q max	[m3/h]	1620			920		
Netz							
V RKB + Rückhalt Kanal	[m3]	2520	5.0	1.6	3100	10.8	3.4
V RKB ARA	[m3]	900	1.8	0.6	500	1.7	0.5
FK vor ARA	[m3]				730	2.5	0.8
Anteil Volumen	[%]	52			67		
ARA							
Hebewerk auf ARA		Ja			Nein		
V BB aerob	[m3]	6210			3040		
70% im Sommer	[m3]				2100	7.3	2.3
50% im Sommer	[m3]	3205	6.4	2.0			
10% im Winter	[m3]	620					
V NKB	[m3]	3750			2940		
Summe Rückhalt inkl. Anteil BB	[h]		13.3	4.1		22.3	7.0



Robustheit Vorfluter

Verdünnung	C NO ₂ -N Ablauf ARA [mg/l]			
	0,3	0,5	1	2
	C NO ₂ -N im Vorfluter [mg/l] < 10 mg Cl/l			
1:1	0,15	0,25	0,5	1
1:5	0,06	0,1	0,2	0,4
1:10	0,03	0,05	0,1	0,2
1:20	0,015	0,025	0,05	0,1
1:50	0,006	0,01	0,02	0,04
1:100	0,003	0,005	0,01	0,02

Verdünnung	C BSB ₅ Ablauf ARA [mg/l]			
	15	20	30	40
	C BSB ₅ im Vorfluter [mg/l]			
1:1	7,5	10	15	20
1:5	3	4	6	8
1:10	1,5	2	3	4
1:20	0,75	1	1,5	2
1:50	0,3	0,4	0,6	0,8
1:100	0,15	0,2	0,3	0,4



Robustheit Vorfluter

Verdünnung	C NH4-N Ablauf ARA [mg/l]					NH3-N im Vorfluter bei 30 mg/l NH4-N & T 12oC, pH 8.2	NH3-N kritisch für Bachforellen	
	1	2	5	10	30		2 h	24 h
	C NH4-N im Vorfluter [mg/l] T ≥ 10oC oder pH 9							
1:1	0,5	1	2,5	5	15	0,50		
1:5	0,2	0,4	1	2	6	0,20		
1:10	0,1	0,2	0,5	1	3	0,10		
1:20	0,05	0,1	0,25	0,5	1,5	0,05	0,038	
1:50	0,02	0,04	0,1	0,2	0,6	0,02		0,026
1:100	0,01	0,02	0,05	0,1	0,3	0,01		

Wie kritisch ist NH4-N?

aus VSA A8 Pius Niederhauser, Limnologie

Welche Ammoniak-Konzentration sind bei welcher Expositionszeit für Bachforellen kritisch?

$NH_3_{krit} = A + B/t$

NH_3_{krit} = kritische Ammonium-Konzentration in Abhängigkeit der Expositionszeit

A = kritische Langzeit-Konz. [0.025 mg/l]

B = zeitabhängige Komponente 1.5 [(mg/l) min]

t = Expositionszeit in Minuten

Nach: Frutiger et al., 1999 (LC-Werte aus Whitelaw & Solubé, 1989)

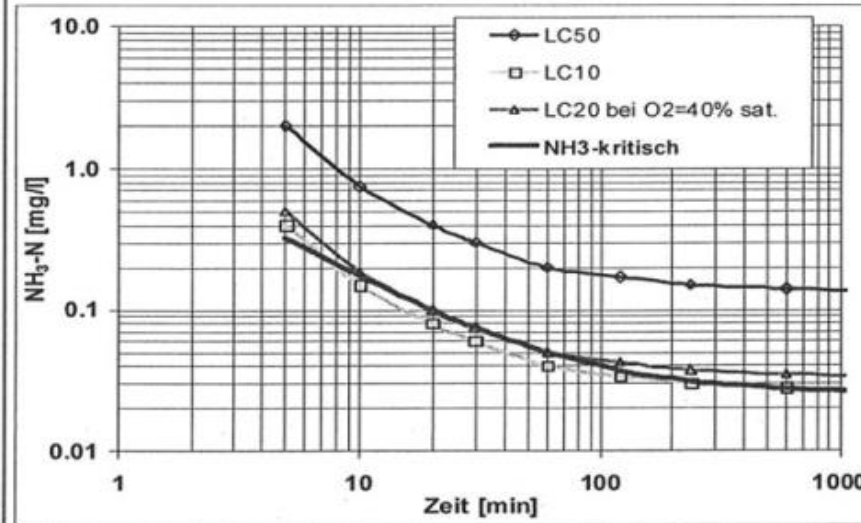


Abb. 25: Berechnung der kritischen Ammoniak-Konzentration für Bachforellen in Abhängigkeit der Expositionszeit.



Ausserbetriebnahmen: Biologiestrasse

Vorgaben Vollzugsbehörde	
Q max	z.B. 0.75 Q max Biologie Auslegung
Einleitbedingungen	z.B. Nitrifikation
Datengrundlage	
VKB	Volumen, CSB Elimination, Aufenthaltszeit bei Q TW & Q max, Belastung der Biologie im 85% Wert
Biologie	Volumen, TS, Sauerstoffeintrag
Abklärungen	Genügt die Restkapazität um die geforderten Einleitbedingungen einzuhalten? Notwendiges Schlammalter für Einleitbedingungen bei der gegebenen Abwassertemperatur? Erreichbares Schlammalter bei reduzierter Kapazität Zu beachten: n-1 NKB bedeutet auch weniger TS in der Biologie wegen der höheren hydraulischen Belastung pro verbleibendem NKB Sauerstoffeintragskapazität in der Restbiologie. Richtet sich auch nach Anzahl verfügbarer Belüfter.
Beurteilung 1	Die Restkapazität genügt. Arbeiten bei Vollzugsbehörde melden, Bewilligung einholen. Arbeiten ausführen. Parameter überwachen. Die Restkapazität genügt nicht. Bei Anlagen mit < 4 Biologiebecken / NKB meist der Fall.
Massnahmen	Vorfällung zur Entlastung der Biologie. Es kann mit +10% CSB Elimination gerechnet werden. Das heisst statt durchschnittlich 35% CSB Elimination ohne Vorfällung mit 45% CSB Elimination mit Vorfällung. Rückläufe aus Schlammbehandlung zurückhalten, extern abgeben Arbeiten bei geringerer Belastung und höherer Abwassertemperatur ausführen (Sommer - & Herbstferien, Betriebsferien Industrie) Q max diskutieren. Q max = 0.75 Q max aktuell möglich? Erlaubt höhere TS & höheres Schlammalter. Reinsauerstoff in Biologie
Beurteilung 2	Die Restkapazität genügt nun. Arbeiten bei Vollzugsbehörde melden, Bewilligung einholen. Arbeiten ausführen. Parameter überwachen. Die Restkapazität genügt noch immer nicht sicher:
Massnahmen	Einleitbedingungen diskutieren Abfischen der notwendigen Fliesstrecke des Vorfluters



Fragen an das Plenum: Wie wichtig ist (Skala 0 – 3)

- EMSRL: Wartung, Überwachung, Lagerhaltung
- Notstromkonzept
- Anleitung für Ausserbetriebnahmen
- Vorgaben für Mehrstrassigkeit, Redundanzen in der Planung
- Angaben zur Robustheit des Vorfluters
- Andere.....

Wir schreiben gerade den Bericht und möchten das drin haben, das interessiert



HUNZIKER **BETATECH**

WASSER
BAU
UMWELT