

1. Erfahrungsaustausch für die Baustellen- / Umweltschutzkontrolleure

Thema: Neutralisation von Baustellenabwässern

25. November 2008

Liebfrauenkirche, Zürich

Technology for Water



ENVIROCHEMIE

Inhalt Präsentation

- **Abwasserchemie**
 - was heisst Neutralisieren?
 - Neutralisationsmittel
 - Säureverbrauch der verschiedenen Neutralisationsmittel
 - Alkalität von Betonabwasser
- **Entwässerungsschema „Baustelle“**
 - Verschiedene Anwendungsfälle der Abwasserbehandlung auf Baustellen
- **Dimensionierung der Absetzbecken nach SIA 431**
 - Berechnung
 - Tabelle
- **Neutralisationsanlagen / Konzepte**
 - Chargenbehandlung (manueller Betrieb)
 - Durchlaufanlagen NOM 4 – 40

Inhalt Präsentation

- **Hydraulische Auslegung der Neutralisationsanlagen**
 - Tunnel (Geologie, Vortriebswasser, Jettingbetrieb)
 - Baustelle (Berechnete Fläche \Rightarrow Niederschlagstabelle ERZ, Pfählungen im Grundwasserbereich \Rightarrow separieren von Teilströmen)
- **Richtpreise Betriebskosten**

Allgemeines zur Neutralisation von Abwässern

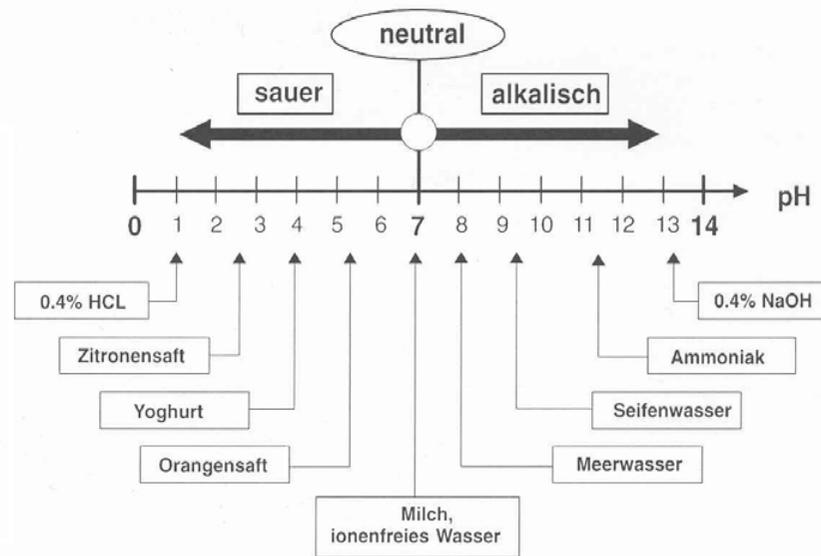
- pH-Belastungen:
- Verwendung von Säuren und Laugen in der Industrie
 - Verwendung von Beton und Zement auf Baustellen
 - Geologische Gegebenheiten (Tunnelbaustellen in Karstgebirgen)

- Anforderung an pH-Wert:
- Einleitung in Kanalisation pH 6,5 – 9,0 gemäss
 - Einleitung in Vorfluter pH 6,5 – 9,0 GSchV 1998

pH-Definition:

Die pH-Messung wird eingesetzt um festzustellen wie sauer oder wie alkalisch wässrige Medien reagieren. Sie ist im weitesten Sinne eine Messung der **Protonenkonzentration (H⁺)** im Wasser.

$$\text{pH} = -\log c(\text{H}^+)$$



Der pH-Wert umfasst eine Skale von 0 bis 14, wobei pH-Werte kleiner als 7 saure Lösungen und pH-Werte grösser als 7 alkalische Lösungen kennzeichnen. Neutrale Lösungen enthalten gleich viele Hydronium-Ionen und Hydroxid-Ionen. Ihr pH-Wert ist gleich 7.

Neutralisationsmittel

In der Abwassertechnik werden üblicherweise folgende Neutralisationsmittel eingesetzt:

Für alkalische Abwässer:	Für saure Abwässer:
Schwefelsäure (H ₂ SO ₄)	Natronlauge (NaOH)
Salzsäure (HCl)	Kalkmilch Ca(OH) ₂
Kohlendioxid/Rauchgas (CO ₂)	Soda, Natriumcarbonat NaCO ₃

Es ist zu beachten, dass aufgrund der Definition des pH-Wertes (dekadischer Logarithmus) eine pH-Wert-Einheit eine 10-fach höhere Säure-, bzw. Laugen-Konzentration bedeutet, d.h. 2 pH-Wert Einheiten \triangleq 100-fach höhere Konzentration.

Säureverbrauch für verschiedene Neutralisationsmittel

NaOH (kg/m ³)	pH	CO ₂ (kg/m ³)	HCl (30 %) (kg/m ³)	H ₂ SO ₄ (96) % (kg/m ³)
0,004	10,0	0,004	0,012	0,005
0,013	10,5	0,014	0,038	0,016
0,04	11,0	0,044	0,12	0,05
0,13	11,5	0,14	0,38	0,16
0,4	12,0	0,44	1,22	0,51
1,3	12,5	1,39	3,84	1,6
4,0	13,0	4,4	12,2	5,1
12,6	13,5	13,9	38,4	16,1
40	14,0	44	122	51

Stöchiometrische Umrechnung zur Neutralisation von ungepufferter Natronlauge mit unterschiedlichen Säuren auf pH 8,5.

Alkalität von Betonabwasser

Im Zement ist ein beträchtlicher Anteil von CaO Calciumoxid vorhanden.
(Brennen von Kalkstein $\text{CaCO}_3 + \text{Wärme} \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)

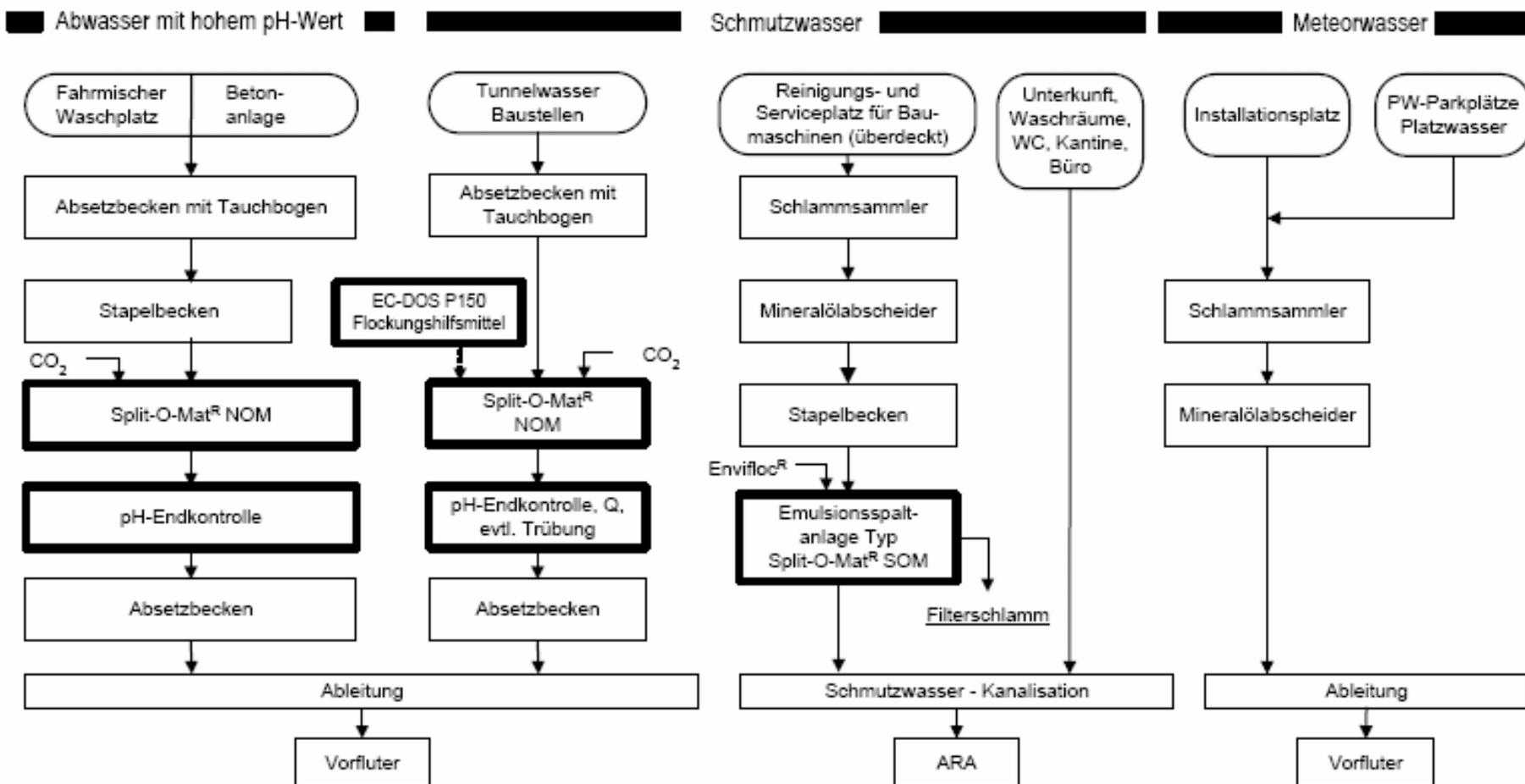
Durch die Zugabe von Wasser bildet sich $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Calciumhydroxid

$(\text{OH})^-$ als Hydroxid bewirkt die **Alkalität** des Betons.

Vor- und Nachteile der verschiedenen Säuren

	Vorteile	Nachteile
HCl	<ul style="list-style-type: none"> - keine Ausfällungen - starke Säure 	<ul style="list-style-type: none"> - Personenschutz, Wassergefährdung - Salzsäure-Dämpfe - wirkt stark korrodierend - Entlüftung - Aufsalzung im Abwasser
H ₂ SO ₄	<ul style="list-style-type: none"> - starke Säure - keine Dämpfe 	<ul style="list-style-type: none"> - Personenschutz, Wassergefährdung - Gips kann ausfallen CaSO₄ - erhöhte Sulfatkonzentration im Abwasser (Sulfatbeständigkeit von Beton) - Aufsalzung des Abwassers
CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> - schwache Säure, einfache Handhabung - umweltfreundliches Verfahren - zusätzlicher Fällungseffekt auf Trübstoffe - keine Aufsalzung des Abwassers - Wasserrecycling - keine Übersäuerung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - evtl. höhere Betriebskosten - Kalkausfällung CaCO₃ (Bildung unlöslicher Kalk)

BAUSTELLEN - ENTWÄSSERUNGSSCHEMA



IHR KOMPETENTER PARTNER FÜR BAUSTELLEN-ABWASSER

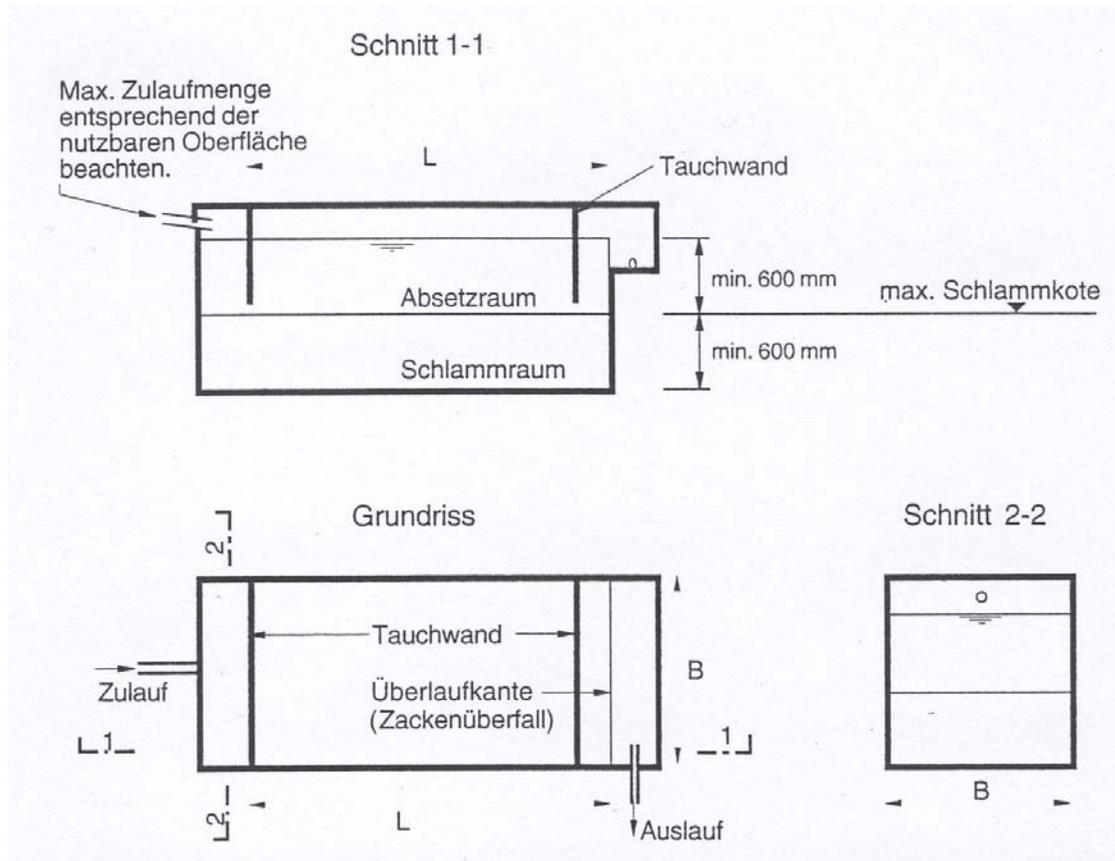
Dimensionierung der Absetzbecken nach SIA 431

Für die Projektierung von Absetzbecken sind folgende Kriterien und Berechnungsgrundlagen zu beachten:

Grundlagen/Kriterien	Ableitung in Kläranlage	Ableitung in Oberflächengewässer	Versickerung
zulässige Beschickungsmenge pro m ² nutzbare Oberfläche oder erforderliche spezifische Oberfläche des Absetzraumes a _{min}	50 l/min 0.02 m ² pro l/min	30 l/min 0.033 m ² pro l/min	40 l/min 0.025 m ² pro l/min
bei einer minimalen Tiefe des Absetzraums von 60 cm resultiert die minimale Aufenthaltszeit im Absetzraum	12 Minuten	20 Minuten	15 Minuten
massgebende mittlere Wassermenge Q _m (l/min)	maximale Wassermenge, die während 12 Minuten anfällt, gleichmässig verteilt auf 12 Minuten	maximale Wassermenge, die während 20 Minuten anfällt, gleichmässig verteilt auf 20 Minuten	maximale Wassermenge, die während 15 Minuten anfällt, gleichmässig verteilt auf 15 Minuten
Tiefe des Absetzraums	min. 60 cm	min. 60 cm	min. 60cm
Tiefe des Schlammraums	min. 60 cm	min. 60 cm	min. 60 cm

Erforderliche nutzbare Oberfläche A (m²) = Q_m x a_{min}

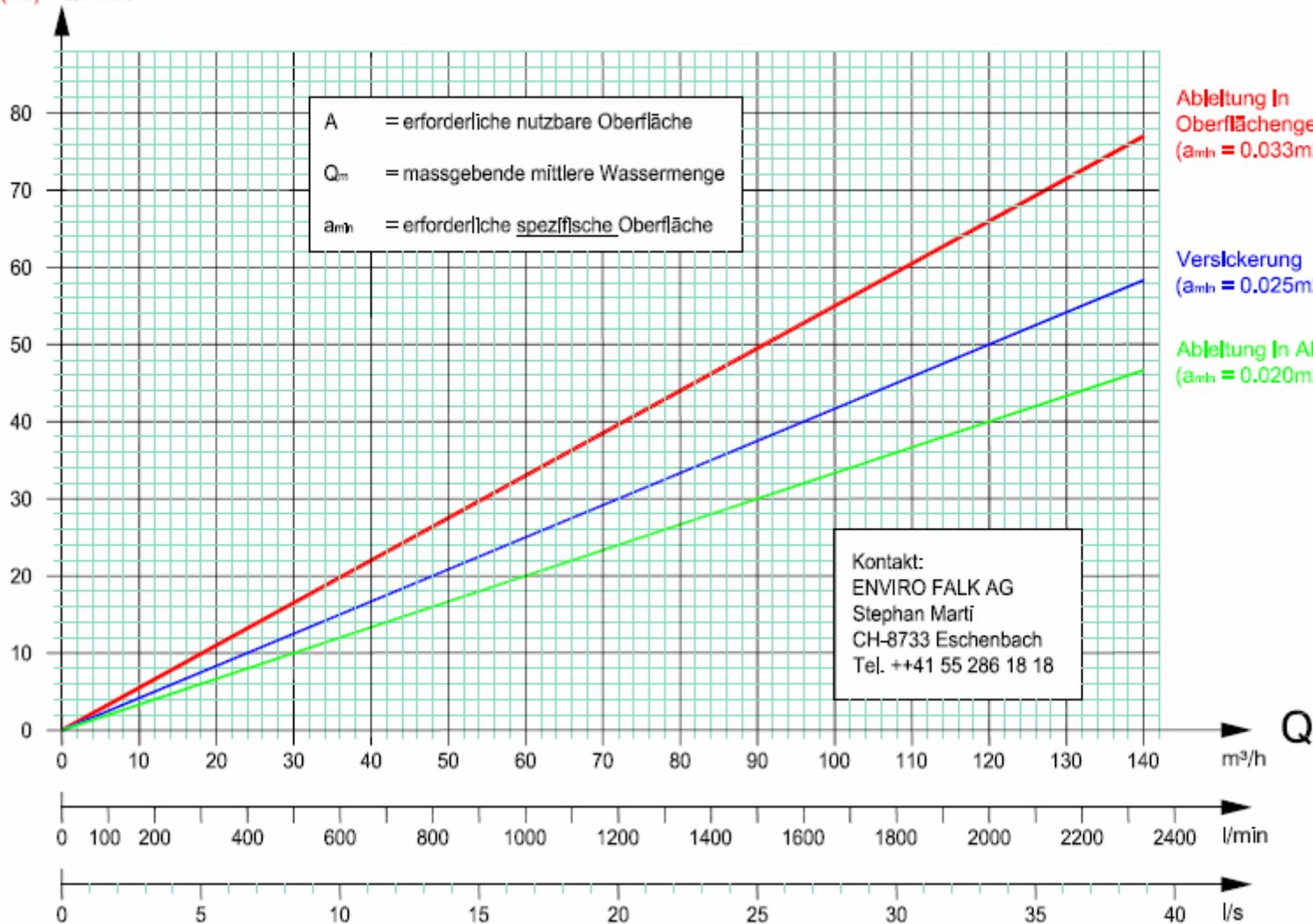
Für die Nachsedimentationsbecken bei Flockungsbetrieb kann gleich dimensioniert werden



Auslegung von Absetzbecken

nach SIA 431

m^2
nutzbare Oberfläche
 $A(m^2) = Q_m \times a_{min}$



A = erforderliche nutzbare Oberfläche
 Q_m = massgebende mittlere Wassermenge
 a_{min} = erforderliche spezifische Oberfläche

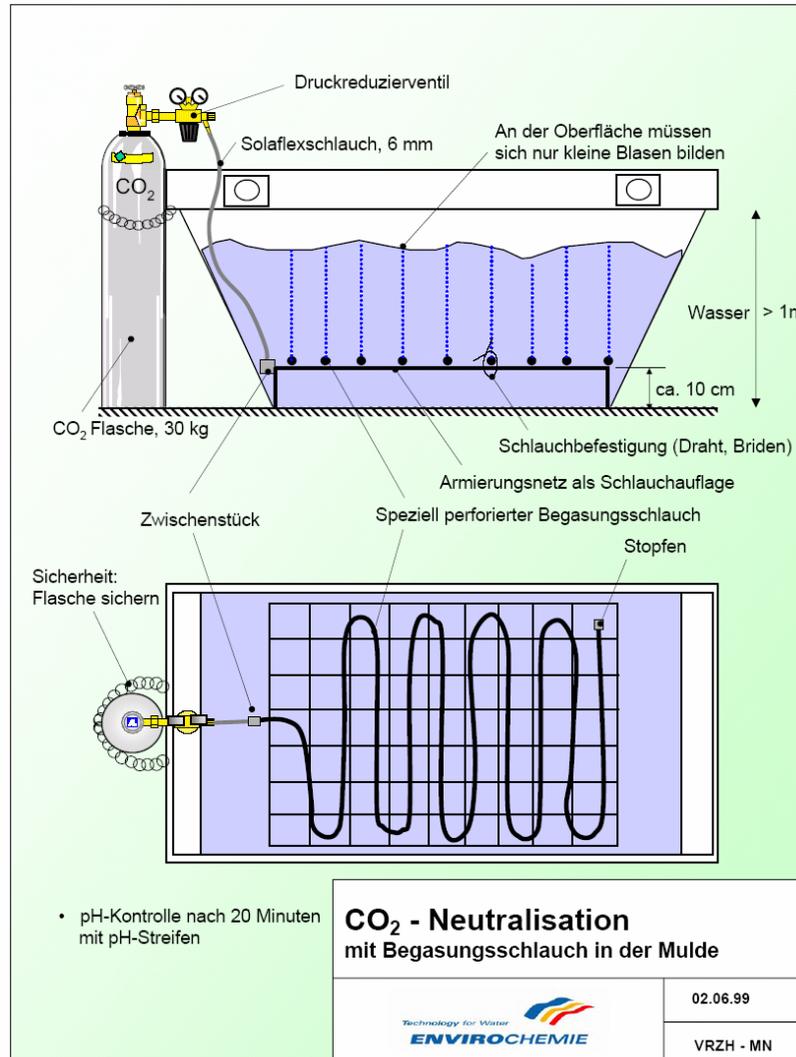
Kontakt:
 ENVIRO FALK AG
 Stephan Marti
 CH-8733 Eschenbach
 Tel. ++41 55 286 18 18

Ableitung in
 Oberflächengewässer
 ($a_{min} = 0.033 m^2$ pro l/min)

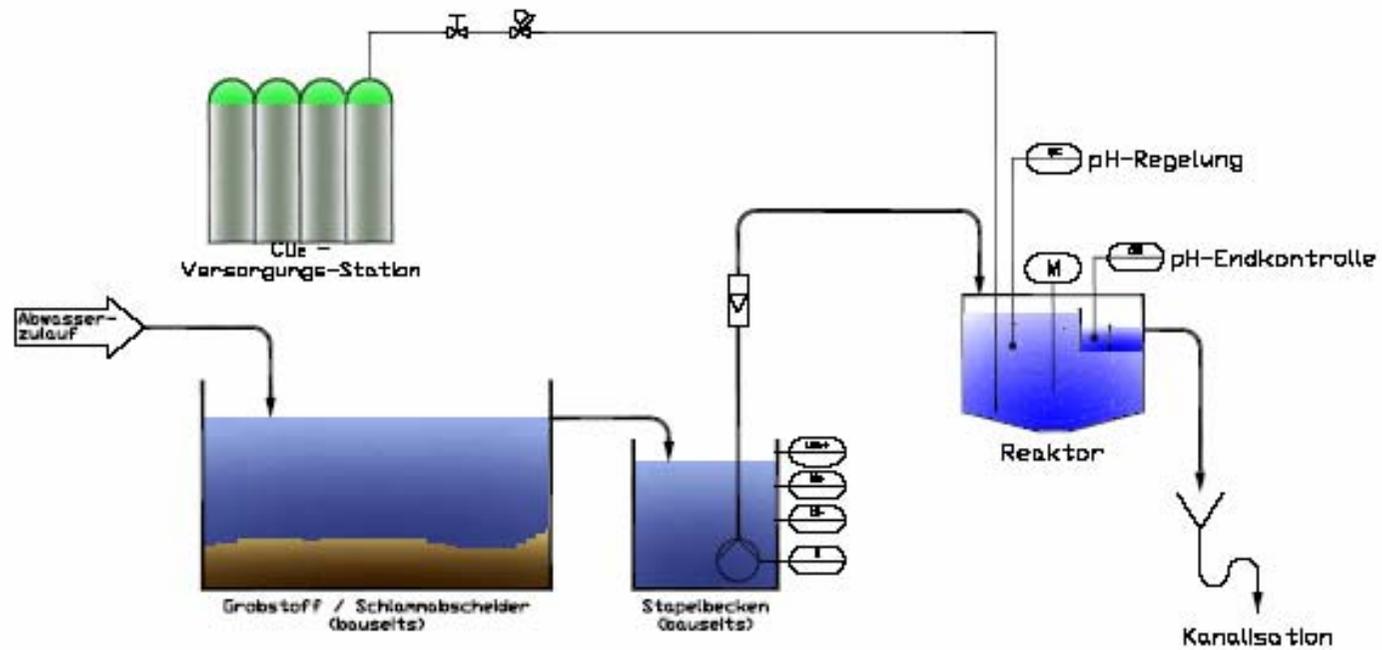
Versickerung
 ($a_{min} = 0.025 m^2$ pro l/min)

Ableitung in ARA
 ($a_{min} = 0.020 m^2$ pro l/min)

Chargenanlage (manuell)



Durchlaufverfahren



Split-O-Mat® NOM 40 S

CO₂-Abrollcontainer-Neutralisationsanlage
Leistung bis 40 m³/h

Abrollcontainer

Abmessungen (LxBxH): 700 x 250 x 250 cm

Transportgewicht: 5200 kg

Betriebsgewicht: 40000 kg

Unterteilt in:

- Grobstoff-Ölabscheider (V = ca. 19 m³)
- Neutralisationsbecken
- Flockungshilfsmittel-Einmischbehälter
- Technikraum

Ansicht Abrollcontainer Split-O-Mat® NOM 40 S
In der Neunbrunnenstrasse, Zürich



Split-O-Mat® NOM 40 S

CO₂-Abrollcontainer-Neutralisationsanlage

- 1 Flockungshilfsmittel-Ansetzstation
- 2 Dosierpumpe FHM
- 3 Durchflussmesser
- 4 Steuerkasten mit pH-Regelung und Endkontrolle
- 5 Umwälzpumpe Abwasser

Technikraum Innenansicht



Split-O-Mat® NOM 4 B / NOM 8 B / NOM 16 B

CO₂-Container-Neutralisationsanlage

Neutralisationscontainer

Abmessungen: (LxBxH) 405 x 245 x 265 cm

Transportgewicht: 2000 kg

Die Neutralisationsanlagen mit Leistungen von 4 m³/h, 8 m³/h und 16 m³/h sind komplett in einen isolierten und beheizten Container eingebaut.

Diese Container sind konzipiert für kurze sowie langfristige Einsätze auf Baustellen sowie für Kies- und Betonwerke

Ansicht Neutralisationscontainer vor Belchentunnel



Split-O-Mat® NOM 4 B / NOM 8 B / NOM 16 B

CO₂-Container-Neutralisationsanlage

Innenausstattung bestehend aus:

- Licht, elektrische Heizung, Zusatzsteckdose

Anlage bestehend aus:

- Reaktor, Druckreaktor, Steuerung, pH-Elektrode, Frischwasseranschluss, CO₂-Anschluss, Halterung für CO₂-Ersatzflasche, Wartungsarbeiten

Innenansicht Neutralisationscontainer
Split-O-Mat® NOM 8 B (Leistung bis 8 m³/h)



Hydraulische Auslegung

- Tunnel: Einflussfaktoren
- Geologie
 - Wasser aus Vortrieb (TBM)
 - Spritzbeton / Ankerung
 - Jettingbetrieb (Tunnelsanierung)

- Baustelle: Einflussfaktoren
- Grundwasser (Pfählung)
 - Hangwasser
 - Trennbarkeit der Teilströme
 - Berechnete Fläche
 - Retentionsvolumen Baugrube
 - Meteorwasser (berechnete Fläche)

Durchschnittliche monatliche Regenmengen (Errechnetes Mittel von 1864 – 2002)

Monat	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Menge (l/m ²)	58	74	75	85	118	133	128	128	105	84	83	78

Berechnung:

(Regenmenge während der geplanten Bauzeit) • Sicherheitsfaktor (1.5) • Fläche Baugrube • Abflussbeiwert

Bei gut sickerfähigem Untergrund kann ein Faktorwert von 0.5 (Abflussbeiwert) als Korrektur des Regenwasseranfalls eingesetzt werden. Die Beurteilung der Sickerfähigkeit erfolgt anhand eines geologischen Gutachtens (Baugrunduntersuchung).

Berechnungsbeispiel: Geplante Bauzeit: April bis Juli Baugrubenfläche: 500 m² Gut sickerfähiger Boden: Faktor 0.5

$(85 + 118 + 133 + 128) \text{ l/m}^2 \cdot 1.5 \cdot 500 \text{ m}^2 \cdot 0.5 = 174 \text{ m}^3$

Betriebskosten

Betriebskosten Neutralisationsanlage

Aufgrund unserer Erfahrungen ist mit folgenden Richtgrößen zu rechnen:

- Alkalienpotential	AP = 0,4 kg CO ₂ /m ³ Abwasser	ca.	CHF	1,00/m ³ Abwasser
- elektrische Energie		ca.	CHF	-,05/m ³ Abwasser
- Betriebskosten für Flockungshilfsmittel		ca.	CHF	-,05 bis -,10/m ³ Abwasser

Servicevertrag

Service alle 4 Monate	Pauschal	ca.	CHF	500,--/Service
-----------------------	----------	-----	-----	----------------

Bauseitige Wartungsarbeiten

Aufwand	ca.	1 Stunde/Woche
---------	-----	----------------

- Eichen der pH-Messgeräte
- evtl. CO₂-Nachschub
- pH-Registrierstreifen auswechseln

Zusatzausstattung: Flockungsstufe

Für Abwässer mit schlecht absetzbaren Trübstoffen kann die Anlage mit einer Flockungsstufe ergänzt werden, um eine gezielte, verbesserte Absetzung dieser Stoffe in einem nachgeschalteten Absetzbecken (bauseits) zu erreichen.

Anlagenkosten (Richtpreis ab Werk, exkl. MWST)

Ansetz- und Dosierstation für Flockungshilfsmittel EC-DOS P150

inkl. Dosierpumpe für Flockungshilfsmittel

Betriebskosten

ca.	CHF	14'600,--
ca.	CHF	-,05 bis -,10/m ³ Abwasser

