

8 Strassenabwasserbehandlung mit bepflanzen Sandfiltern

Walter Osterwalder, ilu AG, Uster



ilu

Ingenieure, Landschaftsarchitekten,
Umweltfachleute

Burgdorfer Abwassertage 2020

Strassenabwasserreinigung mit bewachsenen Sandfiltern

1. Belastung des Strassenabwassers
2. Behandlungsprozess in Sandfiltern
3. Technische Gestaltung eines bepflanzen Sandfilters
4. Wichtige Details und Stolperfallen
5. Betrieb und Unterhalt
6. Vergleich mit alternativen Behandlungssystemen
7. Fragen?





Belastung des Strassenabwassers

Abschwemmung durch Strassenabwasser

- Abrieb von Pneu
- Korrosionsprodukte metallischer Teile des Fahrzeugs, Abrieb von Bremsbelägen
- Produkte aus dem Verbrennungsprozess (Russpartikel) sowie Öle und Schmiermittel
- Splitt
- Tausalz
- Belagsrückstände (PAK bei Teerbelägen)
- Abfall (Zigarettenstummel etc.)

siehe auch VSS SN 640 347

Zukunft mit Elektroautos?



Belastung des Strassenabwassers

Anteil Schadstoffe im Strassenabwasser

ca. 40% - 50% im Spritzwasser, ca. 50%- 60% im abgeleiteten Strassenabwasser

Typische Schadstoffkonzentrationen im Strassenabwasser

- Gesamte ungelöste Stoffe GUS 50 – 500 mg/l, im Mittel ca. 150 mg/l
- Kupfer Cu 0.05 – 0.1 mg/l, Zink Zn 0.3 – 0.8 mg/l
(Schwermetalle hauptsächlich in partikulärer, an GUS adsorbierter Form)
- Organischer Kohlenstoff DOC 10 – 50 mg/l

Frachten

- GUS 500 – 1'500 kg/ha/Jahr (1 ha = ca. 500 m NS oder 1'500 m KS)
(ergibt ca. 100 Pneu à ca. 10 kg bzw. 1 Pneu pro 5 m Nationalstrasse)
- Cu 0.4-0.7 kg/ha/Jahr, Zn 1-4 kg/ha/Jahr

Belastungsklasse hauptsächlich abhängig von Verkehr gemäss RiLi VSA/BAFU
Effektiv jedoch grosse Unterschiede auch kleinräumig je nach Lage.
Beeinflussungsfaktoren nicht eindeutig, für genaue Werte Messungen erforderlich.



Belastung des Strassenabwassers

Emissionen und Immissionen durch belastetes Strassenabwasser

- Entwässerung über Schulter
-> diffuse Anreicherung Schwermetalle im Boden, Beeinträchtigung Bodenfruchtbarkeit, Entsorgung
- Einleitung in Oberflächengewässer
-> lokale Sedimente mit Anreicherung Schwermetall, Beeinträchtigung aquatische Fauna, v.a Kleinstlebewesen
- Einleitung in Mischwasserkanalisation
-> Schwermetalle im Klärschlamm



Belastung des Strassenabwassers

Exkurs Mikroplastik

Abrieb von Autopneus wird häufig zum Mikroplastik gezählt (= Plastikpartikel zwischen 5 mm und 0.0001 mm)
Strenggenommen handelt es sich hierbei zwar um Mikrogummi.

Berechnungen EMPA: CH ca. 6'000 t / Jahr

Studie des Fraunhofer Instituts UMSICHT:
Pneubrieb als grösster Verursacher von Mikroplastik in der Umwelt in Deutschland. Der Abrieb von Asphalt liegt an dritter Stelle, Schuhsohlen an siebter und Fahrbahnmarkierungen an neunter Stelle.

(<https://www.eawag.ch/de/forschung/wasser-fuer-die-oekosysteme/schadstoffe/mikroplastik/was-ist-mikroplastik/>)

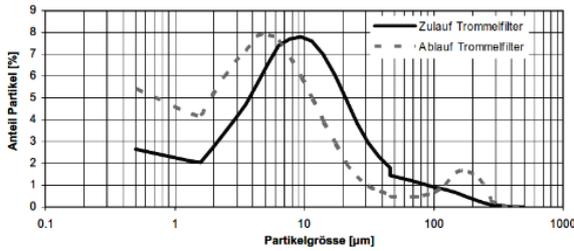




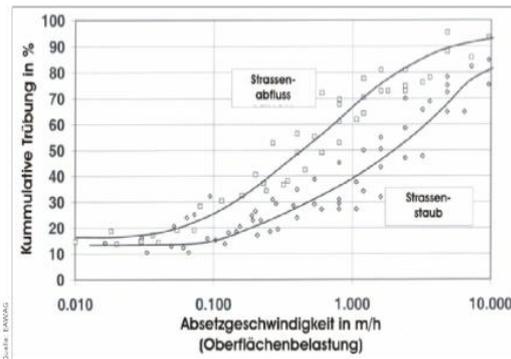
Belastung des Strassenabwassers

Schadstoffpartikel

Hauptsächlich im Mikrometer-Bereich -> nur geringe gravitäre Absetzung
 -> Filtration zur Elimination der Schadstoffpartikel erforderlich

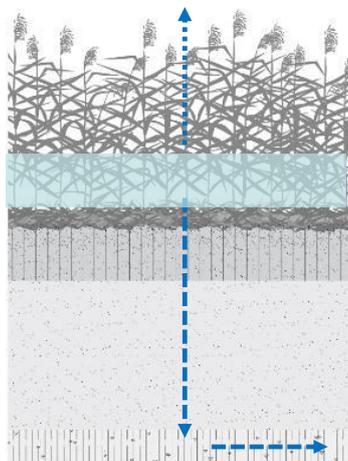


Fraktion	Schadstoffbelastung und Absetzverhalten
> 600 µm	unbelastete, absetzbare Stoffe
60-600 µm	mässig belastete, absetzbare Stoffe
6-60 µm	stark belastete, absetzbare Stoffe
< 6 µm	stark belastete, nicht absetzbare Stoffe



Behandlungsprozess in Sandfiltern

Schilfbewachsener Sandfilter einige Zeit nach Inbetriebnahme



Verdunstung / Evapotranspiration

Retention

Vertikale Durchströmung Sand 0-4 mm, ca. 60 cm

Sedimentauflage über der Sandschicht

Invasionszone, Sand mit eingelagertem Feinsediment

Physikalische Filtration von partikulären Stoffen

Sand

Adsorption in Sedimentauflage, aerobe Abbauprozesse

Drainkies



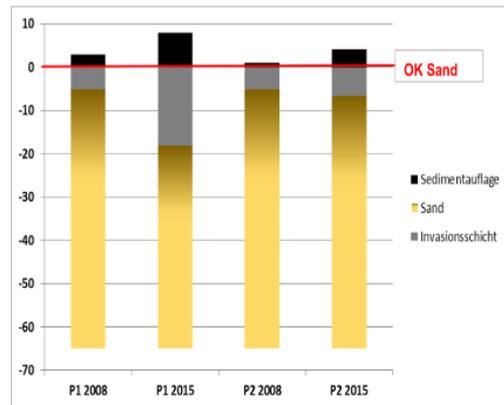
Behandlungsprozess in Sandfiltern

Bildung der obersten Ablagerungsschicht (Sedimentationsauflage)

Beispiel SABA Ristet, Vergleich 2015 zu 2008

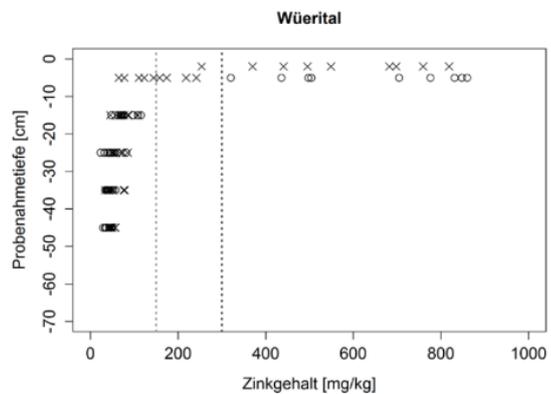


Sedimentauflage
 helle Sedimentschicht aus Böschung
 OK Sandschicht
 Invasionszone



Behandlungsprozess in Sandfiltern

Schadstoffverteilung im Sandfilter



Belastung bleibt auf und im Filter
 (im Gegensatz z.B. zu Langsandsfilter für Trinkwasser, welche rückgespült werden)



Behandlungsprozess in Sandfiltern

Vergleich mit Bodenfilter

- Durchfluss **Bodenfilter**
ca. 1-3 l/m² Min.
- Durchfluss eher inhomogen /
präferentielle Sickerwege
- Biologische Abbauprozesse

- Durchfluss **Sandfilter**
ca. 5-10 l/m² Min. ($k = 10^{-4}$ m/s)
- Durchfluss homogen

- Messungen zeigen, dass
Sandfilter eher wirksamer sind als
Bodenfilter
- Verwertung Sand bei Entsorgung
möglich



Behandlungsprozess in Sandfiltern

Effekt des Schilfbewuchses

- „Durchstossen“ / Lockerung oberste
Ablagerungsschicht (Sedimentationsauflage)
- „Grobfilter“ durch abgestorbene Schilfstengel,
dank Streu bleibt Sedimentauflage durchlässig
- Einpassung in Landschaft

- Bei guter Funktion kein Unterhalt (Schilf muss
nicht geschnitten werden) nötig

- Wichtig: genügend Wasserzufluss (Einstau bei
Regen), andernfalls Aufkommen von
Fremdpflanzen (Placken, Neophyten, Weiden
etc.) → Filtergrösse entsprechend planen
Temporärer Einstau als Unterhaltsmassnahme
(jedoch max. ca. 2-3 Wochen, da
Reinigungsleistung während Einstau geringer)





Behandlungsprozess in Sandfiltern



SABA Chringelbach (Forchstrasse): links nach Regen, rechts nach Trocken- bzw. Winterzeit



Behandlungsprozess in Sandfiltern



SABA Chringelbach: links nach Schilfmahd, rechts während Einstau für Schilfwachstum



Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Hauptelemente / Layout

- Zuleitung (evtl. Pumpen)
- Vorentlastung / Bypass
- Einlaufbauwerk mit Tauchwand
- Vorbehandlung (evtl.)
- Retentionsfilterbecken (2)
- Ableitung / Versickerung
- Zufahrt
- Abgrenzung / Umzäunung (Personen- / Amphibienschutz)
- Umgebung (ökologische Massnahmen)

(SABA Ristet)



Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Layout schematisch

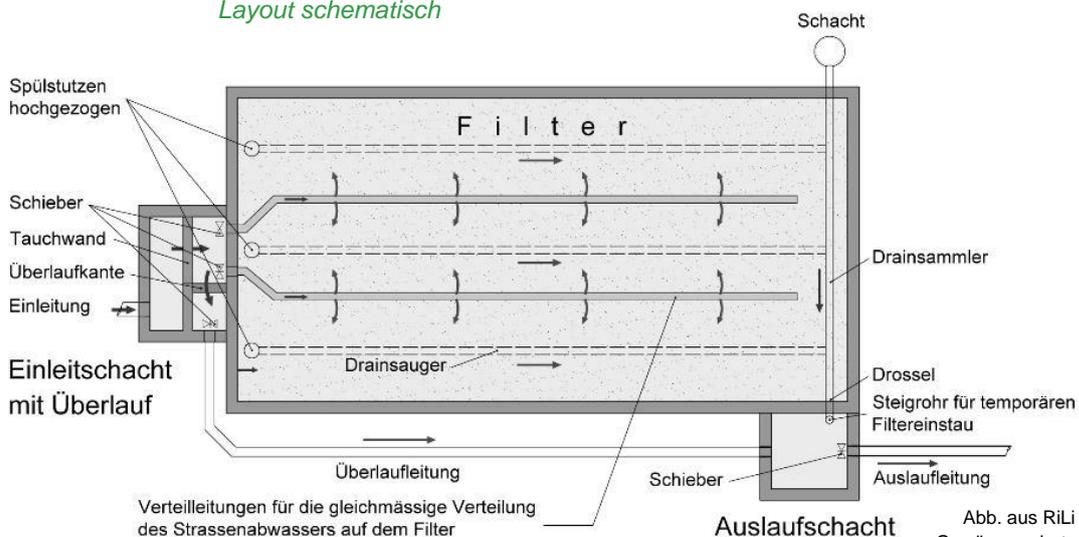


Abb. aus RiLi
 Gewässerschutz
 an Strassen
 TBA ZH

ilu Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Retentionsfilterbecken

A

- 60 cm Sand 0/4 mm gem. Vorgabe Filtersand
- Drainageschicht 30 cm, Kies für Gemische 4/16 mm
- Abdichtung
- Kiesgemisch 0-16 mm, 5cm
- Planum verdichtet

B

- 20 cm bindiges Untergrundmaterial
- Randanschluss für Dichtungsbahn
- Abdichtung
- max. Wsp.

Bepflanzung mit Schilf

ursprüngliches Terrain

max. Wsp.

Sickerleitung Ø 150

Ausschnitt A

Ausschnitt B

Abb. aus RiLi Gewässerschutz an Strassen TBA ZH

ilu AG • Ingenieure, Landschaftsarchitekten, Umweltfachleute • Zentralstrasse 2a • 8610 Uster

Seite 16

ilu Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Retentionsfilterbecken

SABA Buttisholz
 (Foto IUB)

ilu AG • Ingenieure, Landschaftsarchitekten, Umweltfachleute • Zentralstrasse 2a • 8610 Uster

Seite 17



Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Retentionsfilterbecken



SABA Buttisholz
(Foto IUB)



Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Retentionsfilterbecken



SABA Buttisholz
(Foto IUB)



Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Retentionsfilterbecken



SABA Buttisholz
(Foto IUB)



Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

Retentionsfilterbecken





Technische Gestaltung eines bepflanzen Sandfilters

Dimensionierung Hauptelemente

- Hydraulik siehe RiLi VSA/BAFU
- **Mächtigkeit Filtersand** > 60 cm (bei Becken mit Bodengefälle Mittel 70 cm)
 - wenn zu klein, Schilfwurzeln in Drainageleitung, präferentielle Fließwege, verringerte Reinigungsleistung
- **Filterfläche** 100 (- 150) m²/ha befestigte Strassenfläche
 - wenn zu klein -> Kolmatierung, Vernässung Filter -> Funktionsunfähigkeit
 - wenn zu gross -> zu geringe Ablagerungsschicht -> verringerte Leistung
 - wenn zu gross -> zu geringe Bewässerung, Fremdpflanzen -> erhöhter Unterhalt
- **Beschickung** 3-5 l/m² Min.
(massgebend für Wsp.Höhe bei Retention, häufig nicht entscheidend)
- **Vorbehandlung Absetzbecken** OF > 4 m/h und < 10 m/h oder Verzicht (*)
(für gedrosselten Zulauf $\eta = 90\%$)
 - wenn zu klein -> schnellere Akkumulation Ablagerungsschicht mit Abschälbedarf (*) nötig? Gemäss Erfahrungen D sowie CH Bsp. SABA Thur Süd nicht unbedingt nötig; RiLi TBA ZH: Grobabscheider + Tauchwand
 - wenn zu gross -> zu geringe Ablagerungsschicht -> verringerte Leistung Filter



Wichtige Details und Stolperfallen

Fremdwasser

Zu hoher Dauerzufluss -> Dauervernässung, Kolmatierung -> Funktionsunfähigkeit

- Messung vor Planung / Realisierung
- Abtrennung wo möglich
- Fremdwasserweiche (wichtig Robustheit des Systems)



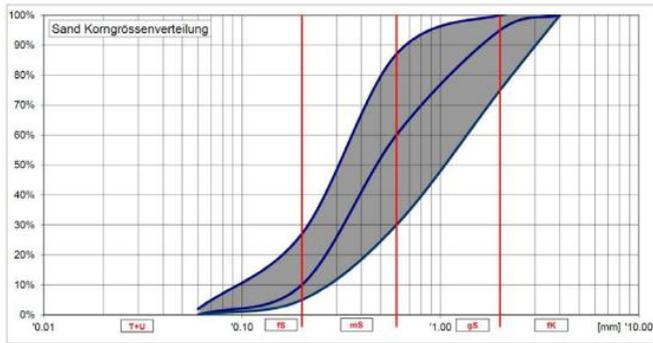


Wichtige Details und Stolperfallen

Filtersand

wenn zu fein -> zu geringe Durchlässigkeit, Vernässung -> Funktionsbeeinträchtigung
 wenn zuwenig abgestuft -> innere Kolmatierung / Ausspülung, geringere Reinigung

- Vorgaben für Unternehmer (Siebcurve, Durchlässigkeit)
- Allenfalls direkte Beschaffung bei geeignetem Kieswerk (Seesand)



Eigenschaft	Forderung	Empfehlung
Ausgangs-Durchlässigkeit	$k > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	
Strömungsmechanische Belastbarkeit	Feinanteil < 2%	Steile Körnungslinie mit $d_{60}/d_{10} \leq 4$
Hohe Reinigungsleistung		Steile Körnungslinie mit $d_{60}/d_{10} \leq 4$

Abb. aus RiLi
 Gewässerschutz
 an Strassen
 TBA ZH



Wichtige Details und Stolperfallen

Dichtheitsprobe

Wenn ungenügende Dichtigkeit Abdichtung -> Einstau praktisch nicht möglich für Einwachszeit Schilf oder Unterhaltsmassnahme Einstau (gewässerschützerisch weniger problematisch, da durchsickerndes Wasser schon behandelt wurde)

- Dichtheitsprobe nach Einfüllen Sand: 24 Std. Absenkung < 1 cm (max. 4 cm)



SABA Buttisholz
 (Fotos IUB)





Wichtige Details und Stolperfallen

Zeitpunkt Inbetriebnahme

Keine Einleitung von Baustellenabwasser! (Kolmatierung)

- Einleitung ca. 2-6 Monate nach Schilfbepflanzung
- Vorgängige Spülung Zuleitungen



Wichtige Details und Stolperfallen

Einleitung in Retentionsfilterbecken

Wenn ungenügend verteilt -> Beschickung inhomogen

- Zu beachten: Unterhalt, Spülen, Frost



Abb. aus RiLi
Gewässerschutz
an Strassen
TBA ZH



Wichtige Details und Stolperfallen

Einstau- und Messmöglichkeit

Wenn fehlend -> schwierige / aufwendige Massnahmen für Einstau während Einwachszeit Schilf oder Unterhaltsmassnahme Einstau sowie für Funktionsprüfung

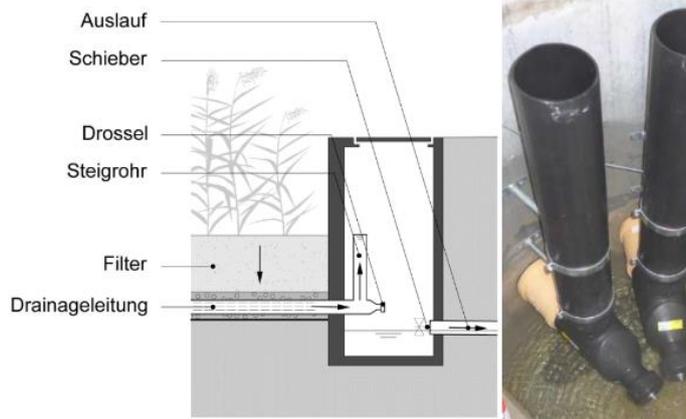


Abb. aus RiLi
 Gewässerschutz
 an Strassen
 TBA ZH



Wichtige Details und Stolperfallen

Landschaftliche Eingliederung

Zusammenarbeit mit Landschaftsarchitekt / ökologischer Fachperson empfohlen



SABA Chlosterschür



SABA Heubergbach



Wichtige Details und Stolperfallen

Landschaftliche Eingliederung



Betrieb und Unterhalt

Bei guter Funktion sehr einfacher Unterhalt

- Kontrollen monatlich bzw. nach starken Regenereignissen
- Entleerung abgesetztes Material bei Einlaufbauwerk alle 2-5 Jahre
- Mähen Böschungen / Umgebung (bei Magerwiese genügt ein Schnitt / Jahr)
- Schilf nicht mähen (abgestorbene Stengel belassen)
- Kosten ca. CHF 2'000 / Jahr

Bei ungünstigen Entwicklungen

- Bei Fremdpflanzen im Schilf: Einstau max. 2-3 Wochen, Jäten, Mähen
- Bei Sandsenken durch innere Erosion: Nachfüllen

Periodisch (alle 20 (?) Jahre)

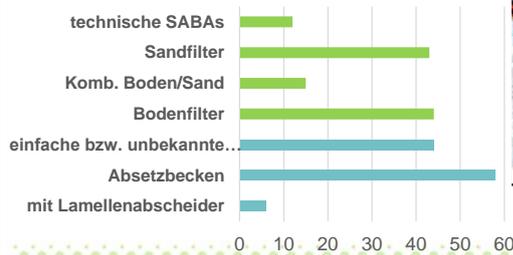
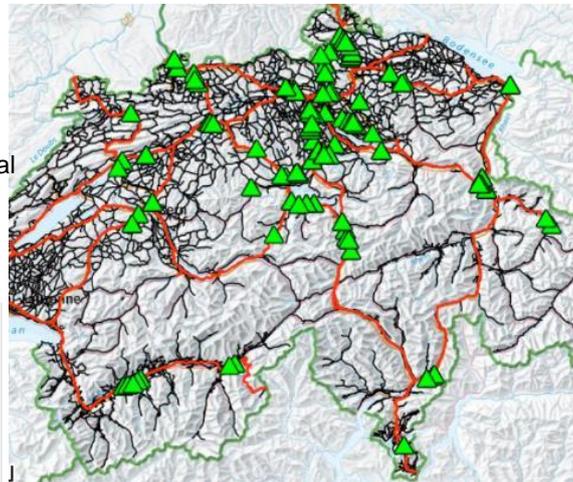
- Abschälen oberste Ablagerungsschicht und Entsorgung, allenfalls Schilfnachpflanzung
- Zeitpunkt anhand Funktionsprüfungen zu bestimmen



Vergleich mit alternativen Behandlungssystemen

Kurze Historie (grobe Jahresangaben)

- seit 1960 Oelrückhaltebecken
 nach 1980 mit Lamellenabscheider
- seit 1970 Retentions-Absetzbecken
- seit 1980 Bodenfilter
- seit 1990 erste Sandfilter
- seit 2010 technische Systeme zentral
 (Trommelfilter „Schnellsandfilter“)
- seit 2010 Systeme dezentral
 (Filtersack, Adsorberschacht)



SABA Kataster ASTRA, Abgriff Okt 2020



Vergleich mit alternativen Behandlungssystemen



SABA Riedmatt Flughafen Fläche 2 ha (Boden)



SABA Seetalplatz Luzern (Trommelfilter)



Vergleich mit alternativen Behandlungssystemen

Summarische Grobbeurteilung der Hauptaspekte

SABA-Typ	Flächenbedarf	Wirksamkeit	Kosten	Betrieb Unterhalt
Absetzbecken	+++	+	+++++	+++
mit Lamellenabscheider	+++	++	++++	++
Bodenfilter bewachsen	+	++++	+++	+++
Sandfilter schilfbewachsen	++	+++++	++	++++
Technische SABA zentral	++++	+++	+	+
Systeme dezentral	+++++	+++	+	+

Schilfbewachsener Sandfilter = in der Regel bevorzugte Lösung wenn machbar



Besten Dank für die
Aufmerksamkeit

Adresse für Fragen:

Die Königin von SABA
(ca. 1'000 v.Chr.)

„Eine Königin mit
unermesslichem
Reichtum und eine
Frau von großer
Weisheit.“

