

## 8 Strassenabwasserbehandlung mit bepflanzten Sandfiltern

Walter Osterwalder, ilu AG, Uster



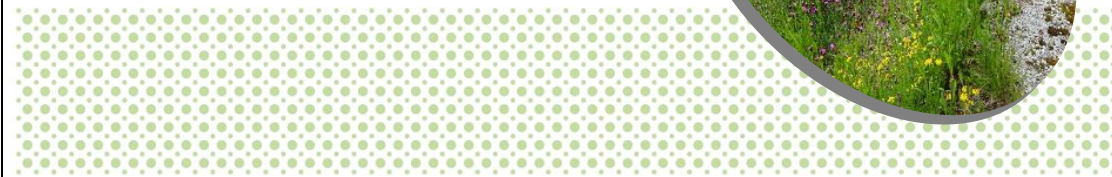
**ilu**

Ingenieure, Landschaftsarchitekten,  
Umweltfachleute

**Burgdorfer Abwassertage 2020**

### **Strassenabwasserreinigung mit bewachsenen Sandfiltern**

1. Belastung des Strassenabwassers
2. Behandlungsprozess in Sandfiltern
3. Technische Gestaltung eines bepflanzten 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/>)

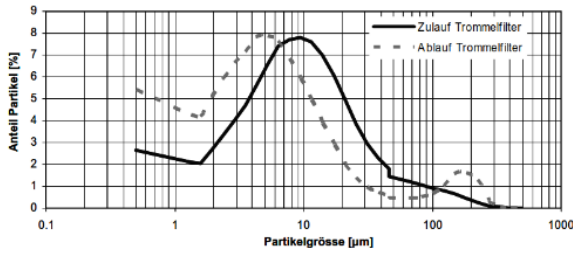




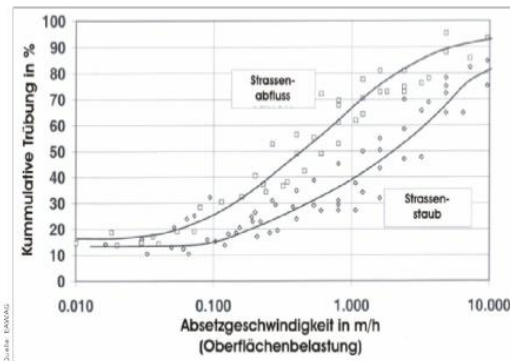
**Belastung des Strassenabwassers**

*Schadstoffpartikel*

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

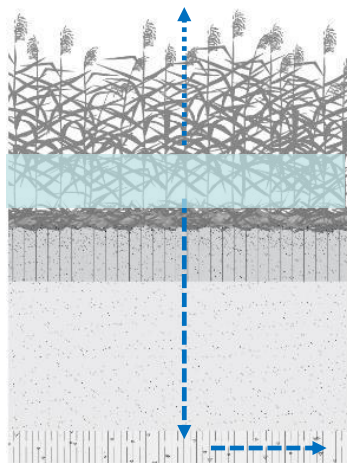


Fraktion	Schadstoffbelastung und Absetzverhalten
> 600 µm	unbelastete, absetzbare Stoffe
60-600 µm	mässig belastete, absetzbare Stoffe
6-60 µm	stark belastete, absetzbare Stoffe
< 6 µm	stark belastete, nicht absetzbare Stoffe



**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



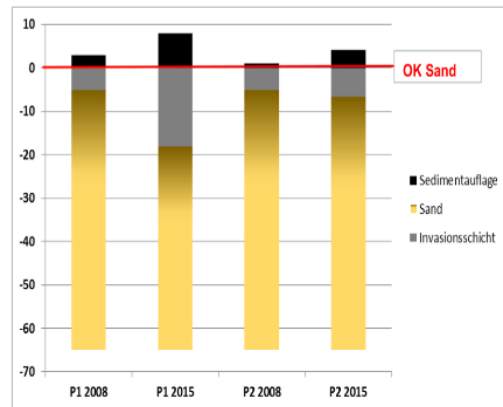
**Behandlungsprozess in Sandfiltern**

*Bildung der obersten Ablagerungsschicht (Sedimentationsauflage)*

Beispiel SABA Ristet, Vergleich 2015 zu 2008

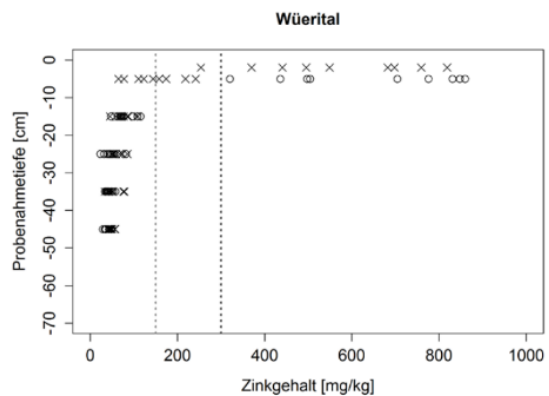
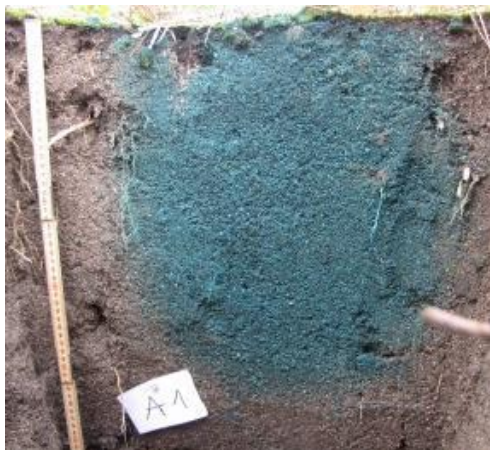


Sedimentauflage  
 helle Sedimentschicht aus Böschung  
 OK Sandschicht  
 Invasionszone



**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/m<sup>2</sup> Min.
- Durchfluss eher inhomogen /  
präferentielle Sickerwege
- Biologische Abbauprozesse
  
- Durchfluss **Sandfilter**  
ca. 5-10 l/m<sup>2</sup> 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 Unterhaltmassnahme  
(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*

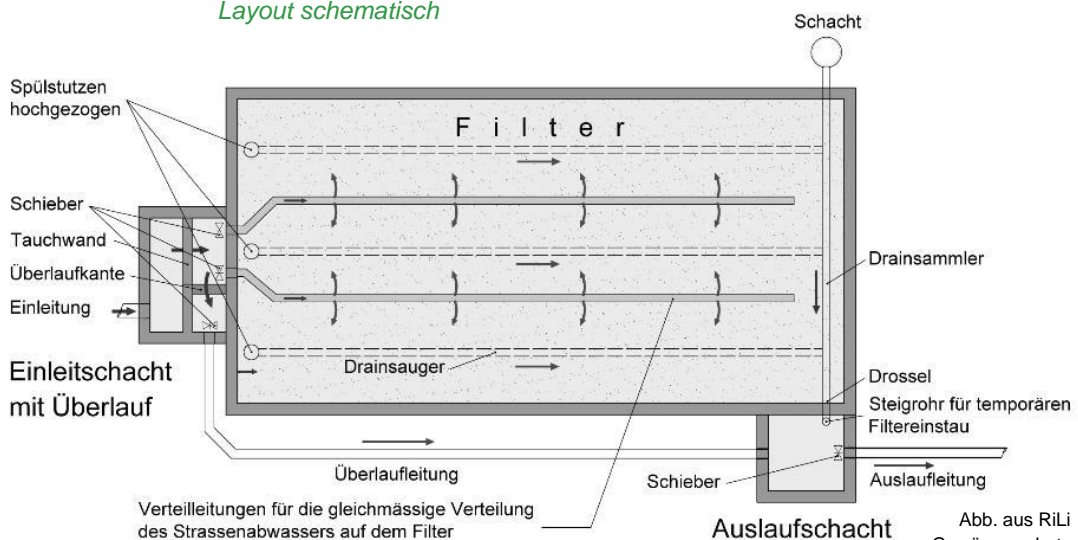


Abb. aus RiLi  
 Gewässerschutz  
 an Strassen  
 TBA ZH



**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



## Technische Gestaltung eines bepflanzten Sandfilters

### Retentionsfilterbecken





## 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) m<sup>2</sup>/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/m<sup>2</sup> 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)



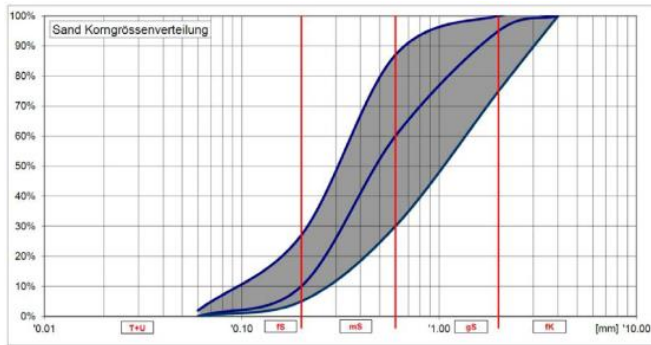


**Wichtige Details und Stolperfallen**

*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

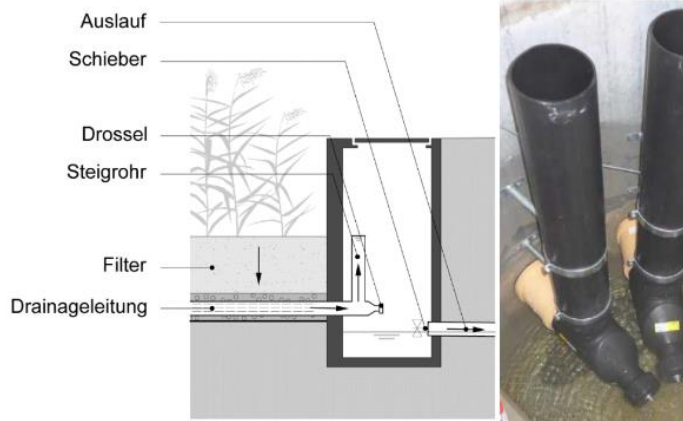


Abb. aus RiLi  
 Gewässerschutz  
 an Strassen  
 TBA ZH



**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

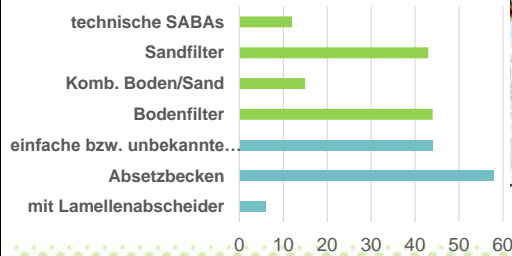
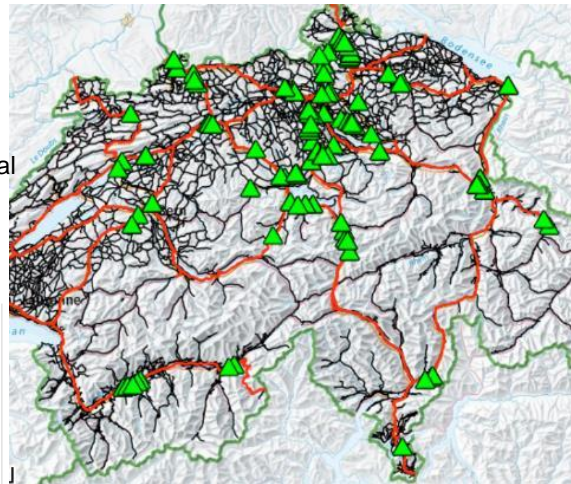




**Vergleich mit alternativen Behandlungssystemen**

*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.“

