

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trasse/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer          Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 1 von 8

## 1 Kurzbeschreibung

Die ASTRA – Richtlinie 18005 „Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen“ schreibt bei neuen, sogenannten Pilotprojekten, sowie bei veränderten bestehenden Verfahren eine einmalige Leistungsprüfung einer Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) vor. Dabei ist durch eine repräsentative Messkampagne der Wirkungsgrad der SABA bezüglich der gesamten ungelösten Stoffe (GUS), Zink ( $Zn_{tot}$ ) und Kupfer ( $Cu_{tot}$ ) zu ermitteln. Im Zusammenhang mit dem gemessenen hydraulischen Wirkungsgrad wird die Gesamtreinigungsleistung der Anlage bestimmt.

Dieses technische Merkblatt beschreibt das Vorgehen bei der Durchführung der 1-jährigen Leistungsprüfung einer SABA. Ferner wird definiert, welche Resultate in einem Schlussbericht aufzuführen sind. In einem zweiten Merkblatt wird auf die regelmässige Funktionsprüfung eingegangen.

## 2 Es gelten folgende Dokumente

ASTRA Richtlinie 18005, Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen

MISTRA SABA 68024, Datenerfassungshandbuch

ASTRA, Technisches Merkblatt 21 001-10469, Funktionsprüfung bei der Abnahme und bei der periodischen Kontrolle

SR 814.201, Gewässerschutzverordnung (GSchV)

BAFU 2013, Analysenmethoden im Abfall- und Altlastenbereich, Umweltvollzug Nr. 1334

## 3 Ausgangslage

Bekannte Verfahren sind Verfahren, deren Leistung erprobt sind. Neue Verfahren sind durch Leistungsprüfungen zu beschreiben und zu typisieren.

Das ASTRA entscheidet fallweise, ob eine Leistungsprüfung notwendig ist. Wesentlich sind die verfügbaren Daten über vergleichbare Verfahren.

Bei der Entscheidung über die Eignung der Anlage zur Durchführung einer Leistungsprüfung spielen die Umgebungsbedingungen, wie auch die Anlagenkonfigurationen eine entscheidende Rolle.

Die Leistungsprüfungen sollten ein gewisses Spektrum bezüglich der Anlagengrösse und dem Verkehrsaufkommen auf dem angeschlossenen Nationalstrassenabschnitt abdecken. Wird bei einer neuen Anlage keine Leistungsprüfung durchgeführt, so ist eine Funktionsprüfung bei der Abnahme der Anlage notwendig → technisches Merkblatt „Funktionsprüfung“. Bei einer bestehenden Anlage kann eine Leistungsprüfung nachgeholt werden, falls das Verfahren noch wenig bekannt ist. Abbildung 1 zeigt, wie sich die Leistungsprüfung von der Funktionsprüfung abgrenzen lässt.

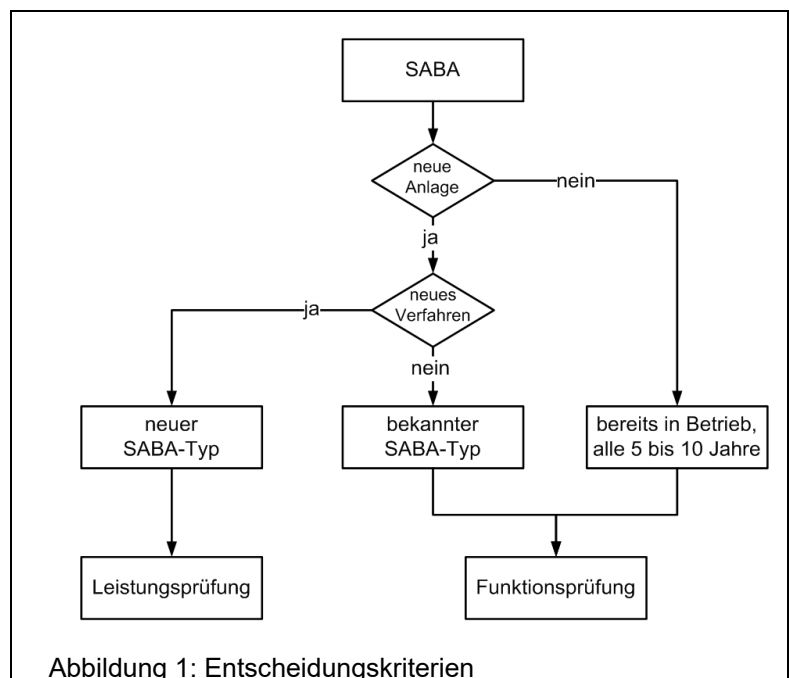
 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trassee/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 2 von 8

### 3.1 Eignung der Anlage zur Durchführung einer Leistungsprüfung

Alle notwendigen baulichen Massnahmen zur Überprüfung der SABA müssen im Projekt berücksichtigt werden. Das frühzeitige Einplanen der Messstellen spart aufwendige Nachrüstungen. Dazu zählen:

- Alle Entlastungsbauwerke, inkl. vorgelagerter Becken sind zur Erfassung der Entlastungsmenge entsprechend eingerichtet.
- Für eine zuverlässige Zu- und Abflussmengenmessung und zur Entnahme der Proben müssen die Bauwerke geeignet sein (Stauration, Staublech). Zusätzlich ist es sinnvoll, bei einer SABA, bei welcher eine Leistungsprüfung vorgenommen wird, die Zuflussmengenmessung fest zu installieren.
- Bei neu erstellten SABA mit Sand-, oder Splittfilter wird vor Inbetriebnahme immer das verbaute Ausgangsmaterial zur Feststellung der Grundbelastung untersucht. Eine repräsentative Mischprobe des Substrates ist für die spätere Beurteilung der Schadstoffdeposition notwendig. Das Substrat von SABA, die bereits seit längerem in Betrieb stehen, können mit drei Tiefenprofilen auf die eingelagerten Schadstoffe untersucht werden.
- Teilweise versickert das behandelte Strassenabwasser nach der Behandlung direkt in das Grundwasser. Diese SABA verfügen über kein Auslaufbauwerk und eignen sich nicht für eine Leistungsprüfung.
- Die SABA benötigt zur Durchführung der Leistungsprüfung einen permanenten Stromanschluss.

Bevor mit einer Leistungsprüfung begonnen werden kann, ist mit einer Funktionsüberwachung gemäss Betriebshandbuch zu überprüfen, ob sich die Anlage in einem einwandfreien Zustand befindet. Bei Funktionsmängeln sind zweckmässige Massnahmen mit den ASTRA-Filialen zu planen.



## 4 Messkampagne

Die Leistungsprüfung erfolgt über mindestens 1 Jahr und bedingt die ununterbrochene Aufzeichnung der hydraulischen Messdaten. Es werden Sammelpuben über die gesamte Zeitspanne entnommen. Damit werden jahreszeitliche Schwankungen erfasst und können auf einen repräsentativen Jahresmittelwert umgerechnet werden.

Um aussagekräftige, reproduzierbare und vergleichbare Messergebnisse zu erzielen, sind die in die Messung involvierten Becken vor dem Start der Messkampagne auf Dichtigkeit zu prüfen.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trassee/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer          Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 3 von 8

#### 4.1 Ausrüstung der SABA mit der notwendigen Messtechnik

Für die Durchführung der Leistungsprüfung wird über die Zeitdauer der Überprüfung die notwendige Messtechnik vor Ort installiert. Die nötige Messtechnik zur Erhebung und Aufzeichnung der Messdaten sowie die Steuerung der Probenahmegeräte können in einem mobilen Messcontainer installiert werden. Ein Regenmesser kann vorteilhafterweise zur Berechnung des Abflussbeiwerts dienen, ist aber nicht zwingend erforderlich. Die Anordnung der Messsonden und Probenahmegeräte in den entsprechenden Bauwerken ist in der folgenden Skizze schematisch dargestellt.

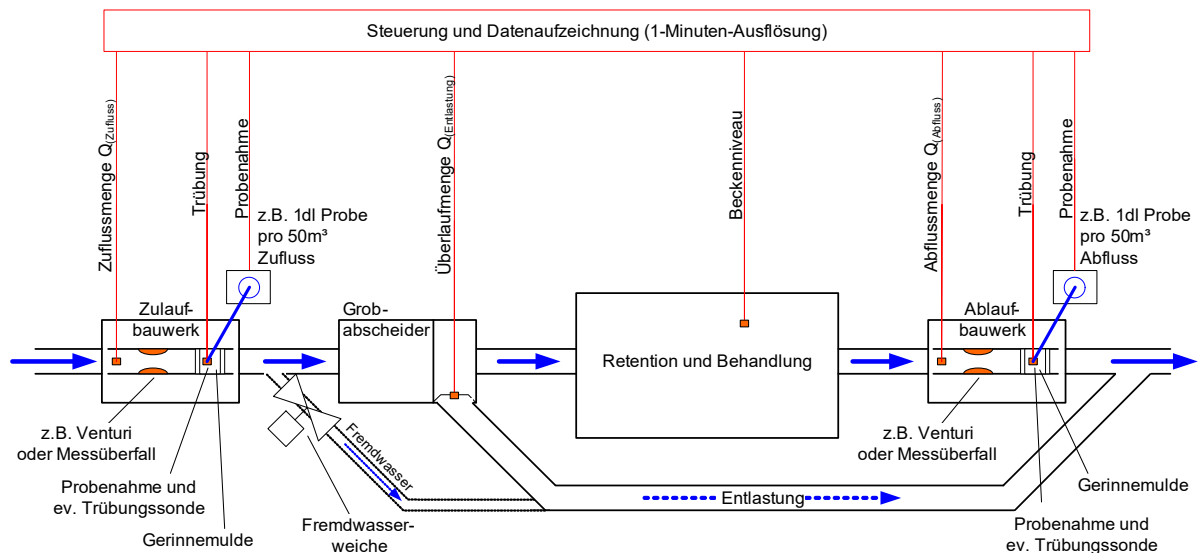


Abbildung 2: Schematische Skizze mit den wichtigsten Bauwerken und der benötigten Messtechnik

##### 4.1.1 Zulaufbauwerk

Im Zulaufbauwerk der SABA wird der Gesamtzufluss vor der Entlastung erfasst. Bei einer SABA, bei welcher eine Leistungsprüfung durchgeführt wird, sollte die Messung der Zuflussmenge fest installiert sein. Bei einem Freispiegelzufluss variieren die Zuflussintensitäten sehr stark und können nur mit entsprechender Messtechnik genau erfasst werden. Zusätzlich ist es bei grossen Messbereichen zweckmässig, die Erfassung in einen unteren und einen oberen Messbereich aufzuteilen. Grundsätzlich sind Messüberfälle die genauesten Messverfahren. Teilweise lässt sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur eine Messung mittels Venturikanal realisieren.

Wurde im Zulaufbauwerk eine Gerinnemulde gebaut, so kann an dieser Stelle die Probenentnahme und eine allfällige Trübungssonde platziert werden. Anderenfalls lässt sich die Probenentnahme im Zuflussbereich des Grobabscheiders platzieren. Der Probennehmer im Zulaufbauwerk wird mit der Zuflussmengenmessung gekoppelt. Üblicherweise werden die Proben in einem 10 Liter Sammelbehälter im gekühlten Innenraum des Probennehmers gefasst, welcher je nach Witterung ca. alle 2 Wochen gewechselt wird. Zu lange Standzeiten der Proben sollten vermieden werden. Die Probenmenge sollte im Durchschnitt ca. 5 Liter betragen. Zum Beispiel resultiert bei einer Jahreszuflussmenge von ca. 60'000m³ und einer Entnahmemenge pro Einzelprobe von 1dl, ein Entnahmeintervall von 50m³ pro Einzelprobe. Diese Einstellung sollte während der gesamten Leistungsprüfung nicht verändert werden.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trasse/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer          Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 4 von 8

#### 4.1.2 Grobabscheider / Entlastung

Üblicherweise entlastet die SABA vor der eigentlichen Behandlungsstufe. Idealerweise wird ein Grobabscheider, der allfälliges Schwemmgut und Geschiebe zurückhält, der Entlastung vorgeschaltet. Mit einer Sonde zum Erfassen des Beckenniveaus und einer entsprechenden Überlaufgeometrie, kann diese Entlastungsmenge bestimmt werden. Entlastungen von vorgelagerten Becken werden mit der gleichen Methode erfasst. Das Ermitteln der Entlastungsmenge mittels Differenzmessung Zuflussmenge/Abflussmenge eignet sich aufgrund von Messfehlern und Verdunstung nicht.

Eine Fremdwasserweiche zur Abtrennung von unverschmutztem Wasser erfolgt im Zulaufbereich der SABA. Abhängig vom angewandten Abtrennmechanismus wird sie vor oder nach dem Entlastungsbauwerk eingebaut. Der Fremdwasseranteil wird über die Zuflussmengenmessung ermittelt.

#### 4.1.3 Retention und Behandlung

Vorzugsweise werden Sand- oder Splittfilter mit einer Sonde zur Erfassung des Wasserstandes im Becken ausgerüstet. Diese Messung kann eine Aussage über die hydraulische Leistung des Filters machen. Auf diese Art kann eine Abnahme der Leistungsfähigkeit (Kolmation) des Filters entdeckt und somit den Zeitpunkt des Unterhalts definiert werden.

#### 4.1.4 Ablaufbauwerk

Im Ablaufbauwerk der SABA wird die gesamte behandelte Abwassermenge erfasst. Eine fest installierte Abflussmessung ist für den Betrieb von SABA vorteilhaft. Grundsätzlich sind Messüberfälle die genauesten Messverfahren. Teilweise lässt sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nur eine Messung mittels Venturikanal realisieren.

Wurde im Ablaufbauwerk eine Gerinnemulde gebaut, so kann an dieser Stelle die Probenentnahme und eine allfällige Trübungssonde platziert werden. Andernfalls kann die Probenentnahme mit einem temporär eingebauten Rückstaublech entnommen werden. Der Probennehmer im Ablaufbauwerk wird mit der Abflussmengenmessung gekoppelt. Üblicherweise werden die Proben in einem 10 Liter Sammelbehälter im gekühlten Innenraum des Probennehmers gefasst, welcher je nach Witterung ca. alle 2 Wochen gewechselt wird. Zu lange Standzeiten der Proben sollten vermieden werden. Die Probenmenge sollte im Durchschnitt ca. 5 Liter betragen. Zum Beispiel resultiert bei einer Jahresabflussmenge von ca. 60'000m<sup>3</sup> und einer Entnahmemenge pro Einzelprobe von 1dl, ein Entnahmeintervall von 50m<sup>3</sup> pro Einzelprobe. Diese Einstellung sollte während der gesamten Leistungsprüfung nicht verändert werden.

#### 4.1.5 Absetzbecken als Hauptbehandlung

Bei Absetzbecken als Hauptbehandlung sind volumenproportionale Sammelproben von GUS, Kupfer und Zink im Zu- und Ablauf vorzusehen.

### 4.2 Qualitätssichernde Aspekte

Ein Mindestmass an qualitätssichernden Massnahmen ist bei der Durchführung einer Leistungsprüfung erforderlich. Die Aspekte der Probenahme und der Analytik sind durch ein qualifiziertes Labor abzudecken.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trassee/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer          Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 5 von 8

#### 4.2.1 Hydraulische Messungen

Das eingesetzte hydraulische Messverfahren bedingt ein hohes Mass an Messgenauigkeit für die Berechnung des hydraulischen Wirkungsgrades wie auch zur mengenproportionalen Entnahme von Sammelproben. Besonders im Zufluss zur SABA kann durch allfälliges Fremdwasser im Freispiegelzufluss, ein grosser Messfehler verursacht werden. Daher ist es ratsam, das Messprinzip und den Messbereich der Situation anzupassen. Vor dem eigentlichen Start der Leistungsprüfung sind die einzelnen hydraulischen Messungen mit einem zweiten Messverfahren zu vergleichen. Zum Beispiel kann die Zu- mit der Abflussmessung oder mit dem Beckenvolumen verglichen werden.

#### 4.2.2 Probenentnahme

Die Entnahme von Sammelproben über längere Zeit erfordert spezielle Vorkehrungen zur Verhinderung der Probenverdunstung. Probenahmegeräte, die eingesetzt werden, verfügen vorzugsweise über einen thermostatisierten Innenraum. Des Weiteren muss gewährleistet sein, dass die entnommene Probenmenge gleich bleibend proportional zu den Zu- bez. Abflussmengen verlaufen.

Die in den 10 Liter Kunststoff-Sammelbehältern gefassten Proben werden mittels Schütteln gut durchmischt und in 1 resp. 2 Liter Kunststoff-Probengefässe überführt. Beim Probentransfer ist auf anhaftende Ablagerungen in den Sammelbehältern zu achten.

#### 4.3 Sand- oder Splittprobenahme

Vor einer Leistungsprüfung ist das Ausgangsmaterial zu untersuchen. Ohne Angaben über den Einbauzustand des Materials können später keine Angaben über die Einlagerung von Schadstoffen gemacht werden. Bei den Probenahmen muss davon ausgegangen werden, dass das zur Verfügung stehende Filtermaterial nicht homogen ist. Daher ist es ratsam, eine repräsentative Anzahl von Teilproben (ca. 50 Stück) pro Materialtyp während der Bauphase zu entnehmen. Die zusammengeführten Teilproben werden anschliessend gut durchmischt und davon zwei Proben à 1kg für die Laboruntersuchungen entnommen.

Für bestehende Anlagen wendet man das gleiche Verfahren wie bei der Funktionsprüfung an → technisches Merkblatt „Funktionsprüfung“, Kapitel 4.3.

#### 4.4 Laboranalysen

Die Laboranalysen sind von einem akkreditierten Labor durchzuführen. Die Bestimmungsgrenzen sind der Fragestellung anzupassen.

##### 4.4.1 Proben vom Zu- und Abfluss

Es werden die GUS, der gesamte Anteil an Zink und Kupfer ( $Zn_{tot}$ ,  $Cu_{tot}$ ) bestimmt. Bei der Probenvorbereitung ist auf anhaftende Ablagerungen in den Probengefässen zu achten. Die GUS werden durch die Filtration über einen  $0.45\mu m$  Filter gravimetrisch bestimmt. Für die Untersuchung der Gesamtanteile der Metalle genügt ein Mikrowellen-Druckaufschluss mit 10% Salpetersäure (Konz.  $HNO_3$  65%).

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trassee/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer          Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 6 von 8

#### 4.4.2 Proben des Ausgangsmaterials

Die Proben des Ausgangsmaterials (Substrat) für den Boden-, Splitt- oder Sandfilter werden für die Metallanalytik mittels Mikrowellen-Druckaufschluss mit Königswasser gemäss BAFU 2013 aufgearbeitet und analysiert. Die zu bestimmenden Parameter sind Zink, Kupfer, Blei, Chrom, Cadmium, Nickel, Kohlenwasserstoffe (Summe C10-C40) und PAK 16-EPA (Einzelsubstanzen und Summe). Eine Rückstellprobe des Ausgangsmaterials ist für nachträgliche Analysen zweckmässig.

## 5 Auswertung

Die Resultate der Leistungsprüfung werden in einem Bericht zusammengefasst. Im SABA-Kataster werden die benötigten Ergebnisse eingetragen.

### 5.1 Bilanzierung der hydraulischen Leistung

Im Schlussbericht der Leistungsprüfung werden die hydraulischen Messdaten über die gesamte Zeitdauer der Überprüfung zusammengetragen. Die Daten werden in normalisierter Form als m<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>/Jahr und m<sup>3</sup>/Jahr und Hektar aufgeführt.

#### 5.1.1 Hydraulischer Wirkungsgrad

Mit dem hydraulischen Wirkungsgrad des Entwässerungssystems kann eine Aussage über den Anteil des behandelten Strassenabwassers gemacht werden. Zur Berechnung des Wirkungsgrades werden die zugeflossenen und behandelten Strassenabwassermengen über die gesamte Zeitdauer der Leistungsprüfung benötigt.

Zugeflossenes Strassenabwasser = Gesamthaft zugeflossenes Strassenabwasser  $Q_{\text{(Zufluss)}}$  während der Leistungsprüfung in m<sup>3</sup> auf 365 Tage umgerechnet.

Behandeltes Strassenabwasser = Gesamthaft behandeltes Abwasser  $Q_{\text{(Abfluss)}}$  während der Leistungsprüfung in m<sup>3</sup> auf 365 Tage umgerechnet.

$$\text{Hydraulischer Wirkungsgrad [\%]} \quad \eta_{\text{hydr}} = \frac{\text{Behandeltes Strassenabwasser [m}^3\text{/Jahr]}}{\text{Zugeflossenes Strassenabwasser [m}^3\text{/Jahr]}} \cdot 100$$

#### 5.1.2 Hydraulisches Retentionsvermögen

Mit dem hydraulischen Wirkungsgrad werden allfällige Messfehler und Verdunstungen innerhalb der Anlage ausser Acht gelassen. Das Retentionsvermögen des Entwässerungssystems kann nur über die insgesamt entlastete Strassenabwassermenge errechnet werden.

Entlastetes Strassenabwasser = Im Einzugsgebiet entlastetes Strassenabwasser  $Q_{\text{(Entlastung)}}$  während der Leistungsprüfung in m<sup>3</sup> auf 365 Tage umgerechnet.

$$\text{Hydraulisches Retentionsvermögen [\%]} \quad \eta_{\text{ret}} = 100 - \left( \frac{\text{Entlastetes Strassenabwasser [m}^3\text{/Jahr]}}{\text{Zugeflossenes Strassenabwasser [m}^3\text{/Jahr]}} \right) \cdot 100$$

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trassee/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer          Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 7 von 8

### 5.1.3 Fremdwasseranteil

Der Fremdwasseranteil lässt sich oft nur indirekt messen. Daher kann die Fremdwassermenge meist nur über eine Formel abgeschätzt werden. Erfahrungswerte zeigen, dass Regenereignisse, nachfliessendes Niederschlagswasser und Schmelzwasser nicht länger als 50% einer Messperiode dauern. Während Trockenperioden kann davon ausgegangen werden, dass ausschliesslich Fremdwasser zufliesst. Mit dem Median der zugeflossenen Wassermengen lässt sich eine mittlerer Fremdwassermenge abschätzen.

$$\text{Fremdwasseranteil [\%]} \quad f_{FW} = \frac{\text{mittlere Fremdwassermenge [l/s]} \cdot 31536000 \text{ [s/Jahr]}}{\text{Zugeflossenes Strassenabwasser [m}^3\text{/Jahr]} \cdot 1000} \cdot 100$$

## 5.2 Bilanzierung der Schadstoffe

Der Wirkungsgrad in Bezug auf die Elimination der Schadstoffe lässt sich aus den hydraulischen Messdaten und den erhobenen Analysendaten während der Leistungsprüfung errechnen. Der Wirkungsgrad wird durch den Gehalt an GUS und dem gesamten Anteil an Zink und Kupfer bestimmt (Zn tot, Cu tot).

### 5.2.1 Schadstofffrachten

Die Schadstofffrachten errechnen sich aus den Abwassermengen pro Probe und den Konzentrationen in den einzelnen Sammelproben. Die Produkte werden über die gesamte Messperiode der Überprüfung summiert.

Für die Berechnung der Schadstofffracht im Zufluss  $L_{(\text{Zufluss})}$  werden die Mess- und Analysendaten im Zufluss verwendet. Die Schadstofffracht der Entlastung  $L_{(\text{Entlastung})}$  errechnet sich aus den Zuflusskonzentrationen und den entlastenden Abwassermengen. Die Fracht im Abfluss  $L_{(\text{Abfluss})}$  wird aus den Mess- und Analysendaten im Abfluss berechnet.

$n$  = Anzahl Messungen der gesamten Messperiode

$C_k$  = Konzentration der Sammelprobe der Zeitperiode  $k$  [g/m<sup>3</sup>]

$V_k$  = Strassenabwassermenge während der Zeitperiode  $k$  [m<sup>3</sup>]

$k$  = Zeitperiode

$$\text{Schadstofffracht [g]} \quad L = \sum_{k=1}^n C_k \cdot V_k$$

Im Schlussbericht der Leistungsprüfung werden die Schadstofffrachten in normalisierter Form aufgeführt. Die Ergebnisse für GUS werden in kg für die gesamte Messperiode, in kg/Jahr und kg/Jahr und Hektar umgerechnet. Für die Parameter Zink und Kupfer werden die Ergebnisse in g für die gesamte Messperiode, in g/Jahr und g/Jahr und Hektar umgerechnet.



 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch T/U (Trasse/Umwelt)  <b>Technisches Merkblatt Bauteile</b>  Entwässerung und Strassenabwasserbehandlung	<b>21 001-10468</b>
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  <b>Bundesamt für Strassen ASTRA</b>	<b>Leistungsprüfung neuer Verfahren</b>	V1.02 01.07.2024
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 8 von 8

### 5.2.2 Wirkungsgrad der SABA

Der Wirkungsgrad der SABA beschreibt die Leistung der SABA in Bezug auf die Schadstoffentfernung. Zur Berechnung des Wirkungsgrades werden die jährlichen Schadstofffrachten benötigt.

$$\text{Wirkungsgrad der SABA [\%]} \quad \eta_{\text{SABA}} = \frac{L_{(\text{Zufluss})} - L_{(\text{Entlastung})} - L_{(\text{Abfluss})}}{L_{(\text{Zufluss})} - L_{(\text{Entlastung})}} \cdot 100$$

### 5.2.3 Gesamtwirkungsgrad des Entwässerungssystems

Der Gesamtwirkungsgrad des Entwässerungssystems beschreibt die Leistung des gesamten Systems in Bezug auf die Schadstoffentfernung. Zur Berechnung des Gesamtwirkungsgrades werden die jährlichen Schadstofffrachten benötigt. Zurückgehaltene Schadstofffrachten in vorgelagerten Becken werden in  $L_{(\text{Zufluss})}$  miteingerechnet.

$$\text{Gesamtwirkungsgrad [\%]} \quad \eta_{\text{tot}} = \frac{L_{(\text{Zufluss})} - L_{(\text{Entlastung})} - L_{(\text{Abfluss})}}{L_{(\text{Zufluss})}} \cdot 100$$

### 5.2.4 Frachtgewogene mittlere Konzentration

Pro Parameter lässt sich der repräsentative Mittelwert der Schadstoffkonzentration nur aus den Frachten berechnen. Damit sind alle jahreszeitlichen Witterungsunterschiede sowie die verschiedenen Sammelperioden im richtigen Verhältnis eingerechnet.

$$\text{Frachtgewogene mittlere Konzentration [mg/l]} \quad c = \frac{\text{Schadstofffracht [g/Jahr]}}{\text{Wassermenge [m}^3\text{/Jahr]}}$$

### 5.2.5 Sand- und Splittfilter

Die Analysenresultate der zu bestimmenden Schadstoffkonzentrationen im Ausgangsmaterial (Substrat) des Sand- und Splittfilter werden in mg/kg TS aufgeführt (Gehalt im trockenen Material).