

GUS-Elimination durch strassenbürtige Abfälle

Kennwerte für eine stark belastete Strasse im Kanton Zug

Nettoyage routier et élimination des matières en suspension

Valeurs référentielles pour une route à fort trafic du canton de Zoug

Les déchets routiers d'une route à fort trafic du canton de Zoug ont fait l'objet d'une analyse dont les résultats sont intéressants: le nettoyage de la chaussée s'avère aussi efficace pour l'élimination des matières en suspension (MES) que le décanteur d'une installation de traitement des eaux de ruissellement à un seul palier. La vidange annuelle des collecteurs de boues situés le long de la chaussée est en revanche moins efficace. Compte tenu de ces résultats estimatifs, l'effet du nettoyage routier semble avoir été largement sous-estimé jusqu'ici du point de vue du captage des MES en milieu urbain.

Elimination of Total Undissolved Materials through Road Refuse

Specific Values for a Heavily Used Road in the Canton of Zug

An example of a heavily used road in the Canton of Zug is presented in which a range of road refuse accumulates. It turned out that street cleaning can contribute in a similar magnitude to the elimination of total undissolved materials as settling tanks of a single-stage technical road effluent treatment facility. The annual draining of the street slurry collector, on the other hand, contributes less to the elimination of undissolved materials. Based on these estimates, the effect of street cleaning with regard to the reserve of total undissolved materials in the inner city area may have been underestimated.

Joachim Hürlimann



Am Beispiel einer stark befahrenen Strasse im Kanton Zug wird aufgezeigt, in welcher Grössenordnung strassenbürtige Abfälle anfallen. Es erwies sich, dass die Strassenreinigung in einer ähnlichen Grössenordnung zur Elimination der gesamten ungelösten Stoffe (GUS) beitragen kann wie Absetzbecken einer einstufigen technischen Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA). Das jährliche Entleeren der Strassenschlammsammler trägt hingegen weniger zur GUS-Elimination bei. Basierend auf diesen Einschätzungen dürfte der Effekt der Strassenreinigung hinsichtlich des totalen GUS-Rückhalts im innerstädtischen Bereich bisher unterschätzt worden sein.

1. Einleitung

Die untersuchte stark befahrene Kantonsstrasse in Cham (Kanton Zug) führt durch dicht besiedeltes Gebiet. Sie wies im Jahr 2005 ein *tägliches Verkehrsaufkommen* (DTV) von rund 20 000 Fahrzeugen auf (Abb. 1). Aufgrund dieses hohen Verkehrsaufkommens handelt es sich gemäss der Wegleitung *Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen* des Bundesamtes für Umwelt [1] um hoch belastetes Abwasser, das behandelt werden muss. Weil die Schadstoffe des Strassenabwassers (Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe) zu einem grossen Teil an sehr feinen Partikeln haften, kann z. B. als einfaches Mass für den jährlichen Schadstoffrückhalt der Rückhalt der *gesamten ungelösten Stoffe* (GUS) eruiert werden.

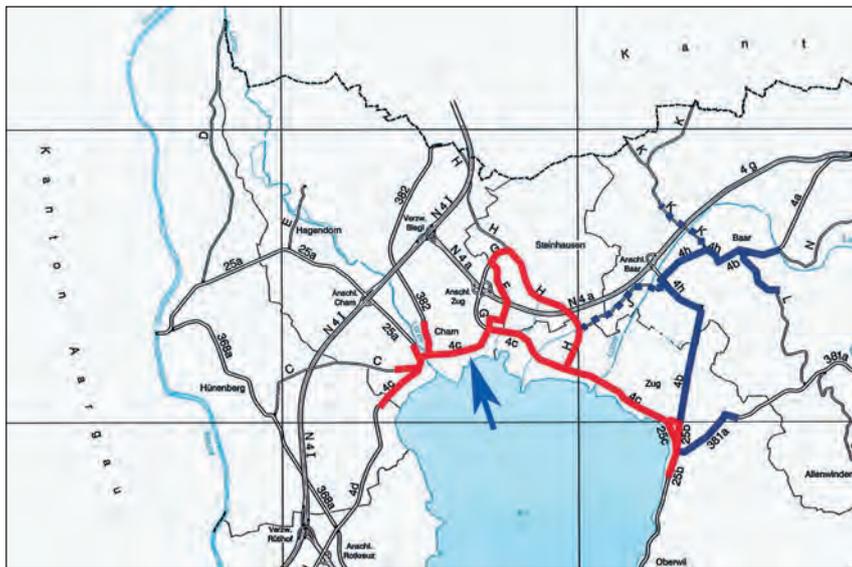


Abb. 1 Strassenreinigung im Kanton Zug (Freitagsreinigung). Im Sommer 2007 wurden die rot eingezeichneten Strassen gewischt und das Wischgut der Fahrbahn und des Gehweges separat gewogen und dokumentiert. Die im Text erwähnte SABA befindet sich beim blauen Pfeil.

Die Behandlung von Strassenabwasser in dicht besiedelten innerstädtischen Gebieten ist aber infolge enger Platzverhältnisse, hoher Landpreise und zum Teil infolge des geringen Niveauunterschiedes zum Gewässer bis heute selten optimal möglich. Neue technische Lösungen von solchen *Strassenabwasserbehandlungsanlagen* (SABA) werden zur Zeit auf die Reinigungsleistung und Tauglichkeit (inkl. Unterhalt) hin getestet [2].

Mit dem vorliegenden Beitrag wird am Beispiel der erwähnten stark befahrenen Kantonsstrasse in Cham abgeschätzt, welchen Beitrag zur GUS-Elimination die Strassenreinigung, das Entleeren der Strassenschlammsammler und eine einstufige SABA mit Absetzbecken leisten.

2. Strassenwischgut

Die Menge Strassenwischgut, die bei der Strassenreinigung anfällt, wird über zwei Wege quantifiziert, nämlich mit den *jährlich anfallenden Wischgutmengen* und dem Ver-

such *Strassenreinigung*, welcher durch den Strassenunterhalt des Tiefbauamtes des Kantons Zug (TBA ZG) durchgeführt wurde. Beide Verfahren liefern Kennwerte für stark befahrene Strassen.

2.1 Wischgutmengen im Jahr 2007

Gemäss Angaben des Strassenunterhalts des TBA ZG fielen im Jahr 2007 von allen gereinigten Strassen- und Gehweg-/Radwegflächen 607 Tonnen *feuchtes Strassenwischgut* an. Die gereinigte Fläche betrug rund 100 ha. Damit wog die tägliche und auf die Hektare Strassenfläche normierte Strassenwischgutmenge zirka 17 kg FG/ha/Tag (FG = *Feuchtgewicht*).

Das Trocknen auf der Abtropfanlage Hinterberg (Abb. 2) verminderte das Jahresgewicht von 607 auf 392 Tonnen. Die Abnahme betrug damit 215 Tonnen, was auf einen Wassergehalt von 35% und auf eine *getrocknete Wischgutmenge* von 11 kg TG/ha/Tag (TG = *Trockengewicht*) schliessen lässt. Der Anteil an GUS ist aufgrund der erhobenen Daten

nicht bekannt. Aufgrund der Beschaffenheit des Wischguts wird angenommen, dass der gewichtsmässige GUS-Anteil geschätzt 5–10% bis maximal 20% beträgt (Abb. 2). Der GUS-Anteil variiert stark in Abhängigkeit der Jahreszeit wie auch der niedergegangenen Regenmenge (Intensität, Dauer, Zeit ohne Regen vor der Reinigung) während der Periode zwischen zwei Reinigungen. Damit dürften im Wischgut, basierend auf der oben hergeleiteten trockenen Wischgutmenge des Jahres 2007 von 11 kg TG/ha/Tag rund 0,6 bis 1,1 bis maximal 2,2 kg GUS/ha/Tag anfallen.

2.2 Versuch Strassenreinigung

Der Versuch zur Quantifizierung der Strassenreinigung erfolgte im Sommer 2007 an den in



Abb. 2 Oben: Abtropfanlage Hinterberg des Strassenunterhalts des Tiefbauamtes des Kantons Zug. Mitte: Strassenwischfahrzeug MF5000. Unten: Entleeren des Wischguts.

Abbildung 1 rot eingezeichneten Strassenstücken. Dazu wurden 28,3 km Fahrbahn mit dem Fahrzeugtyp MFH 5000 (Wischbreite 2,2 m, total 6,23 ha) und 20,7 km Gehweg mit dem Fahrzeugtyp MFH 2500 (Wischbreite 2,0 m, total 4,14 ha) gereinigt. Nach der Reinigung wurde das Fahrzeug mitsamt Wischgut und dem Wasseranteil im Wischgut gewogen (= Fahrzeug Vollgewicht). Anschliessend wurde das Wischgut mitsamt Wasseranteil in die Abtropfanlage Hinterberg entleert (Abb. 2) und das Fahrzeug erneut gewogen (Fahrzeug Leergewicht). Der Wasseranteil betrug gemäss einem Erfahrungswert des Chauffeurs für das Fahrzeug MFH 5000 rund 200 Liter (MFH 2500 rund 100 l). Aufgrund dieser Messungen und Annahmen konnten die feuchte Wischgutmengen pro Hektare berechnet werden. Sie befinden sich in Tabelle 1. Gehweg und Fahrbahn zusammen führten in der Untersuchungsperiode normiert zu 20 kg FG/ha/Tag Wischgut. Das Wischgut der beiden Flächentypen enthielt neben Schlammwasser unterschiedliche Anteile an Grobstoffen wie Sand, Kies, Gras, Heu, Stroh und Baumblüten sowie Abfälle (PET- und Glas-Flaschen, Plastik). Mit der Strassenreinigung werden somit neben GUS auch viele Grobstoffe zu Gunsten der Verkehrssicherheit und des Unterhalts sowie der Betriebszuverlässigkeit der Entwässerungsleitungen und -anlagen entnommen.

Gemäss Angaben des Strassenunterhaltes beträgt der Wasseranteil beim feuchten Wischgut rund 35 % (Kap. 2.1). Damit fallen rund 13 kg

TG/ha/Tag Wischgut und bei wiederum 5–10 % bis maximal 20 % GUS-Anteil rund 0,7–1,3 bis maximal 2,6 kg GUS/ha/Tag an.

Sowohl der Jahresdurchschnitt des Jahres 2007 wie auch der Versuch im Sommer 2007 führten zur gleich hohen GUS-Elimination von geschätzt ca. 0,6 bis maximal 2,6 kg GUS/ha/Tag (mittlere Werte geschätzt 1–2 kg GUS/ha/Tag).

3. Strassenschlamm-sammler

Strassenschlamm-sammler werden einmal jährlich im Spätherbst geleert und gereinigt. Die Schlammmenge aus den Strassenschlamm-sammlern aller Kantonsstrassen und Nationalstrassen betrug gemäss Strassenunterhalt des TBA ZG im Jahr 2007 total 320 Tonnen FG. Das Trockengewicht dieser Schlämme betrug 192 Tonnen. Der Wassergehalt lag demnach bei ca. 40 %. Von den rund 5 000 Schächten der Kantonsstrassen werden rund 500 Schächte infolge laufender Baustellen separat entleert. Bei den Nationalstras-

sen sind es ca. 2380 Schächte. Das oben erwähnte Schlammvolumen des Jahres 2007 stammt somit von rund 6880 Schächten. Pro Schacht und Jahr ergibt dies rund 47 kg FG Schlamm, respektive bei einem Wassergehalt von ca. 40 % um 28 kg TG/Schacht/Jahr. Gemäss BUWAL (heute BAFU) [3] beträgt beim Strassenschlamm der Anteil an Fein- und Feinstschlamm (= Annahme dies sei GUS) 5–10 %. Damit dürfte der GUS-Rückhalt geschätzt um 1,4–2,8 kg GUS/Schacht/Jahr betragen.

4. Absetzbecken

Beim untersuchten Strassenabschnitt in Cham befindet sich eine einstufige SABA mit einem Absetzbecken ohne Filtration. Die an die SABA angeschlossene Strassenfläche beträgt rund ein Hektar. Der GUS-Rückhalt dieser einstufigen SABA wurde durch Ausmessen und Beprobieren der im Absetzbecken akkumulierten Schlammmenge eruiert (Abb. 3). Dazu wurde zuerst die Ölschicht entnommen und dann vorsichtig das sich über dem sedimentierten Schlamm befindende Wasser abgesaugt. Anschliessend konnte das Becken begangen und die Schlammstärke gemessen werden (Abb. 3). Aufgrund der Schlammanalysen konnte die Menge GUS bestimmt und der Schlamm charakterisiert werden. Während zehn Monaten Betrieb fielen im Absetzbecken 370 kg GUS an. Dies ergibt hochgerechnet auf das erste Betriebsjahr 440 kg GUS/ha/Jahr oder 1,2 kg GUS/ha/Tag.

5. Abschätzung der jährlichen GUS-Eliminationen

Bei der als Beispiel genommenen stark befahrenen Kantonsstrasse in Cham erfolgt die Partikel- und damit die GUS-Elimination mit der

Datum der Strassenreinigung	Zeit seit letzter Reinigung [Tage]	Fahrzeugtyp ¹	Wischbreite [m]	Strassenfläche [ha]	Wischgut				Zusammensetzung ⁵
					Bruttogewicht ² [kg]	Wasseranteil ³ [kg]	Nettogewicht ⁴ [kg FG]	normiertes Feuchtgewicht [kg FG/ha/Tag]	
27.7.07	7	MFH 5000	2,2	6,23	1180	200	980	22	S, PET etc.
27.7.07	7	MFH 2500	2,0	4,14	760	100	660	23	PET, L, G, B
3.8.07	7	MFH 5000	2,2	6,23	660	200	460	11	B, H, PET, K
3.8.07	7	MFH 2500	2,0	4,14	560	100	460	16	B, H, PET, L
17.8.07	14	MFH 5000	2,2	6,23	1780	200	1580	18	St, PET, K, S
27.7.- 3.8.07	14	MFH 5000	2,2	6,23	1840	200	1640	19	
27.7.- 3.8.07	14	MFH 2500	2,0	4,14	1320	100	1220	21	
27.7.- 3.8.07		beide MFH	2,2 / 2,0	10,37	3 160	300	2 860	20	

¹ MFH 5000 = Reinigung der Fahrbahn, MFH 2500 = Reinigung des Gehweges.

² Bruttogewicht, das heisst Gewicht des Wischgutes mit dem Wasseranteil.

³ Wasseranteil geschätzt: Beim MFH 5000: 200 l resp. 200 kg, MFH 2500: 100 l resp. 100 kg.

⁴ Nettogewicht = Bruttogewicht - Wasseranteil, FG = Feuchtgewicht.

⁵ S = Sand, K = Kies, PET = PET-Flaschen, L = Laub, G = Gras, H = Heu, St = Stroh, B = Baumblüten.

Tab. 1 Versuch Strassenreinigung zur Ermittlung der Wischgutmengen stark befahrener Strassen im Sommer 2007. Der Versuch wurde durch das Personal des Strassenunterhaltes des Tiefbauamtes des Kantons Zug durchgeführt. Fahrstrecken siehe Abbildung 1.



Abb. 3 Oben: Absetzbecken der einstufigen SABA. Mitte: Akkumulierter Schlamm. Unten: Absaugen der akkumulierten Schlammmenge.

Strassenreinigung (Wischgut), mit den Strassenschlamm-sammlern sowie mit der einstufigen SABA. Das System «Strasse» hat jedoch grundsätzlich noch weitere Stoffwege (Abb. 4). Es sind dies die weiträumige Verfrachtung über die Luft, der Sprühverlust durch Fahrtwind und der Stoffrückhalt im Belag selber. Diese zusätzlichen Stoffverluste konnten im Rahmen der durchgeführten Erhebungen nicht quantifiziert werden.

Strassenreinigung

Mit der Strassenreinigung wird im Kanton Zug durchschnittlich um 11 kg TG/ha/Tag eliminiert (Kap. 2).

Hochgerechnet auf ein Jahr ergibt dies rund 4000 kg TG/ha/Jahr. Bei einem GUS-Anteil von geschätzt 5–10 % bis maximal 20 % lässt sich auf eine GUS-Elimination von rund 200 bis maximal 800 kg GUS/ha/Jahr schliessen (Tab. 2).

Strassenschlamm-sammler

Die Stoffelimination durch das jährliche Entleeren der Strassenschlamm-sammler beträgt pro Schacht um 28 kg TG/Jahr. Bei einem GUS-Anteil von 5–10 % wird somit pro Schacht um 1,4 bis 2,8 kg GUS/Schacht/Jahr entfernt. Für den untersuchten Strassenabschnitt (rund 1 ha Strassenfläche), bei welchem 42 Schächte vorhanden sind, ergibt dies rund 60–120 kg GUS/ha/Jahr (Tab. 2). Basierend auf diesen Einschätzungen dürften die Strassenschlamm-sammler im Verhältnis zur wöchentlichen Strassenreinigung weniger effizient zum GUS-Rückhalt

beitragen. Ob ein pro Jahr mehrmaliges Entleeren der Schächte die GUS-Elimination erhöhen würde, ist nicht bekannt. Bei der hohen Anzahl Schächte dürfte der Aufwand im Verhältnis zum Nutzen sehr gross sein.

Absetzbecken

Die Stoffelimination durch die einstufige SABA mit dem Absetzbecken betrug 440 kg GUS/ha/Jahr. Nach Kaufmann [4] sind es berechnet für die einstufige SABA in Cham um 1900 kg GUS/ha/Jahr. Dabei geht Kaufmann für diese einstufige SABA von einer Zulaufmenge von rund 8200 m³ Strassenabwasser und einer GUS-Zuflusskonzentration gemäss der VSA-Richtlinie Regenwasserentsorgung [5] von 240 mg/l GUS aus. Gemäss STORM [6] weisen städtische Strassen im Mittel 200 mg/l GUS (Bereich 150 bis 400 mg/l GUS) und Autobahnen etwas weniger, nämlich 150 mg/l GUS (Bereich 100 bis 300 mg/l GUS) auf. Je nach Zuflusskonzentration beträgt die jährliche Zuflussmenge an GUS auf die einstufige SABA 1230 kg (Basis 150 mg/l GUS) bis 3280 kg (Basis 400 mg/l GUS). Der GUS-Rückhalt von 440 kg GUS/ha/Jahr entspricht damit bezogen auf die GUS-Zulaufmenge (= 100 %) einer GUS-Elimination von ca. 13 % (Basis 3280 kg) bis ca. 36 % (Basis 1230 kg). Dies entspricht in der Grössenordnung der Eliminationsrate für

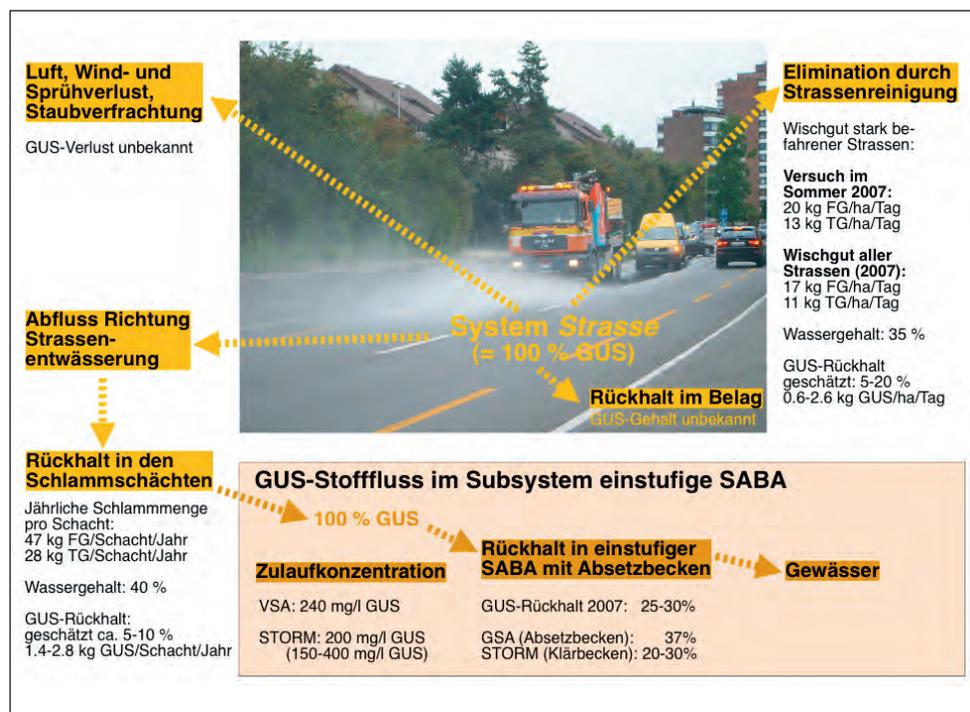


Abb. 4 GUS-Stoffflüsse und GUS-Eliminationen des Systems «Strasse» mit dem Subsystem «einstufige SABA mit Absetzbecken». FG = Feuchtwicht, TG = Trockengewicht.

Absetzbecken wie es im Kanton Bern [2] auch festgestellt wurde. So wiesen Absetzbecken je nach Stoffgruppe eine Eliminationsrate von 20 bis 37 % und diejenige für GUS 37 % auf. Nach STORM [6] weisen Klärbecken Absetzleistungen von 20–30 % (± 30 %) auf.

6. Schlussfolgerung

Basierend auf diesen Erkenntnissen kann eine wöchentliche Strassenreinigung pro Hektare Strassenfläche ähnlich viel zur GUS-Elimination beitragen wie eine einstufige SABA mit einem einfachen Absetzbecken (Tab. 2, Abb. 5). Dass die Strassenreinigung einen nicht zu unterschätzenden Effekt hinsichtlich der Stoffelimination hat, kommt auch in der Wegleitung *Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen* [1] zum Ausdruck. So kann gemäss Tabelle 3 dieser Wegleitung die Anzahl Belastungspunkte um die Anzahl maschineller Reinigungen pro Monat reduziert werden.

Aufgrund dieser Einschätzungen wird es als gerechtfertigt erachtet, auch im Bereich der Strassenreinigung entsprechende Technologien und Strategien zur effizienten GUS-Elimination in Betracht zu ziehen. Zumindest im innerstädtischen Bereich und bei Strassen mit hoher Verkehrsdichte bzw. an Orten mit wenig Platz für eine SABA kann die Strassenreinigung auch einen nennenswerten Beitrag zur GUS-Elimination leisten. Die Strassenreinigung hat zudem den Vorteil, dass sie mobil sowie schnell einsatzbereit ist und flexibel eingesetzt werden kann.

Abschliessend gilt es aber zu bemerken, dass mit dieser Einschätzung der Bau, Betrieb und die Entwicklung von neuen Technologien von SABAs in keiner Art und Weise in Frage gestellt werden. Die erarbeiteten Kennwerte zeigen auf, dass die GUS-Elimination im System «Strasse» an verschiedenen Orten stattfinden kann. Die Strassenreinigung spielt dabei je nach Situation nicht nur eine marginale Rolle.

Literaturverzeichnis

- [1] BUWAL (2002): Wegleitung: Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen. Vollzug Umwelt, 57 S.
- [2] GSA (2006): Erforschung des Dach- und Strassenabwassers. Informationsbulletin 3/06.
- [3] BUWAL (2001): Vollzugshilfe für die Entsorgung von Strassensammlerschlämmen und Strassenwischgut. Schreiben vom Mai 2001.
- [4] Kaufmann, P. (2006): Sanierung Zugerstrasse. Bauprojekt. Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA). Bericht zur vorgeschlagenen Behandlung des Strassenabwassers. Im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Zug.

GUS-Fracht	Einheit	von	bis	Mittelwert
Rückhalt Strassenreinigung	[kg GUS/ha/Jahr]	200	800	500
Rückhalt Schlammschächte	[kg GUS/ha/Jahr]	60	120	90
Rückhalt SABA Typ Absetzbecken	[kg GUS/ha/Jahr]	440	440	440
Fracht in das Gewässer*	[kg GUS/ha/Jahr]	790	2840	1815
Totale GUS-Fracht	[kg GUS/ha/Jahr]	1490	4200	2845
Anteil Strassenreinigung	[%]	13	19	18
Anteil Schlammschächte	[%]	4	3	3
Anteil SABA Typ Absetzbecken	[%]	30	10	15
Anteil Fracht in das Gewässer	[%]	53	68	64
Total	[%]	100	100	100

*Berechnung: Minimale (1230 kg GUS/ha/Jahr) und maximale jährliche GUS-Fracht (3280 kg GUS/ha/Jahr) abzüglich GUS-Rückhalt der SABA (= 440 kg GUS/ha/Jahr).

Tab. 2 Absoluter und relativer jährlicher GUS-Rückhalt durch die wöchentliche Strassenreinigung, die jährliche Entleerung der Strassenschlammschächte und durch eine einstufige SABA (Typ Absetzbecken) sowie die GUS-Fracht in das Gewässer.

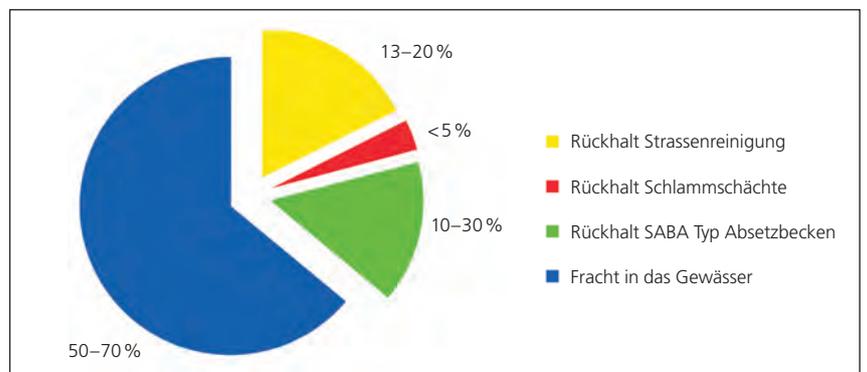


Abb. 5 Anteile des jährlichen GUS-Rückhalts durch die wöchentliche Strassenreinigung, die jährliche Entleerung der Strassenschlammschächte und durch eine einstufige SABA (Typ Absetzbecken) sowie die GUS-Fracht in das Gewässer. Datengrundlage siehe Tabelle 2, Spalte «Mittelwert».

- [5] VSA (2002): Regenwasserentsorgung – Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser aus Siedlungsgebieten.
- [6] VSA (2007): VSA-Richtlinie «Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM)».

Keywords

Strassenabwasser – Wischgut – Strassensammlerschamm – Strassenabwasserbehandlungsanlage – SABA – GUS – Stoffelimination

Adressen der Autoren

Joachim Hürlimann, Dr. phil II
AquaPlus

Bundesstrasse 6
CH-6300 Zug
Tel. +41 (0)41 729 30 00
Fax +41 (0)41 729 30 01
joachim.huerlimann@aquaplus.ch

Bruno Mathis, dipl. Natw. ETH
Amt für Umweltschutz Zug
Gewässer- und Bodenschutz
Aabachstrasse 5
CH-6301 Zug
Tel. +41 (0)41 728 53 82
Fax +41 (0)41 728 53 79
bruno.mathis@bd.zg.ch