



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

Dokumentation

Ausgabe 2013 V1.01

Methodik zur Prüfung der Verhältnismässigkeit von Strassenabwasserbehandlungsanlagen

ASTRA 88003

ASTRA OFROU USTRA UVIAS

Impressum

Autoren / Arbeitsgruppe

Trocme Marguerite

(ASTRA N-SFS, Vorsitz)

Gutmann Martin

(SWR Infra AG, Dietikon)

Übersetzung

(Originalversion in Deutsch)

Herausgeber

Bundesamt für Strassen ASTRA

Abteilung Strassennetze N

Standards, Forschung, Sicherheit SFS

3003 Bern

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von www.astra.admin.ch herunter geladen werden.

© ASTRA 2013

Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung – unter Angabe der Quelle gestattet.

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht erläutert die Methode zur Beurteilung der Verhältnismässigkeit bei der Behandlung von Strassenabwasser, die für die Richtlinie ASTRA 18005 [3] neu entwickelt wurde. Diese Methode beruht auf einem einfachen Punktesystem, mit dem Informationen bewertet werden, die üblicherweise für ein Projekt sowieso erforderlich oder einfach ermittelbar sind. Die Punktebewertung erlaubt einen relativen Vergleich des Kosten- Nutzenverhältnisses verschiedener Strassenabwasserbehandlungsanlagen untereinander, jedoch keine weiteren Quervergleiche. Sie wurde so skaliert, dass eine einfache Erdfilteranlage an einem unempfindlichen Vorfluter deutlich mehr Nutzenpunkte als Aufwandpunkte erhält und somit in Übereinstimmung mit einem verbreiteten Konsens als verhältnismässig beurteilt wird.

Die Bewertung wurde anhand von 25 realen Beispielen erprobt und im Zusammenhang mit den Mitwirkungsverfahren und der Vernehmlassung der Richtlinie mehrfach angepasst.

Résumé

Ce rapport aborde une méthodologie pour l'évaluation de la proportionnalité des options de traitement des eaux de chaussée. Il a été initié dans le cadre de la directive OFROU 18005 [3].

La méthodologie basée sur un système de points calcule le ratio du coût / utilité pour différents procédés et situations de traitement des eaux de chaussée. Elle utilise des données faciles à collecter dans le cadre des projets et est pondérée de telle manière qu'une installation à filtre en terre déversant dans un cours d'eau de qualité moyenne obtienne un résultat favorable.

Pour obtenir le ratio du coût/utilité, la méthode utilise les indicateurs de coûts/utilité. Il existe deux types d'indicateurs d'utilité: immission et émission.

Les indicateurs d'émission sont :

- Le trafic journalier moyen;
- Situation de trafic local;
- Pente longitudinale;
- Pourcentage du trafic poids lourd;
- Présence de parois antibruit;
- L'efficacité du traitement.

Les indicateurs d'immission sont :

- Protection d'eaux souterraines;
- La valeur et la vulnérabilité des eaux superficielles;
- Taille du plan d'eau ou facteur de dilution;
- Elimination des impacts négatifs sur la qualité de l'eau à travers un traitement des eaux polluées;
- Infiltration du ruissellement traité.

Les indicateurs de coûts sont :

- Coûts de construction, d'évacuation et de maintenance;
- Nécessités de pompage;
- Surface nécessaire pour l'installation de traitement;
- Type de surface du site de traitement.

La méthodologie a été élaborée à l'aide de 25 cas d'étude et affinée durant un processus de consultation.

Summary

This report explains a methodology for evaluating the suitability (*Verhältnismässigkeit*) of water-treatment options for motorway wastewater runoff. It was created for the *Richtlinie ASTRA 18005* [3].

The points-system methodology calculates the cost-benefit ratio of wastewater treatment plants, and is structured in such a way that state-of-the-art plants receive favourable ratios. The input data for the methodology is easy to collect, and is typically collected as a part of the planning process.

To calculate the cost-benefit ratio, the tool makes use of benefit and cost indicators. There are two types of benefit indicator: immission- and emission-based.

The emission-based indicators are:

- Traffic volume;
- Local traffic;
- Gradient;
- Proportion of freight traffic;
- Noise barriers on roadside;
- Total efficacy.

The immission-based indicators are:

- Benefit for groundwater protection, particularly sources of drinking water;
- Value and susceptibility of water body or course as a habitat;
- Size of the water body or course;
- Avoided negative impacts on water quality through treatment of wastewater;
- Infiltration of the treated runoff.

The cost indicators are:

- Construction, running and maintenance costs;
- Necessity to pump;
- Size of site for treatment plant;
- Quality of land at site;

The methodology was calibrated with the help of 25 case studies and was fine-tuned during the consultation process for the *Richtlinie*.

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	2
	Zusammenfassung	3
	Résumé	5
	Summary	7
1	Einleitung	11
1.1	Zweck des Dokuments	11
1.2	Verhältnismässigkeitsprinzip	11
1.3	Verhältnismässigkeit bei der Strassenabwasserbehandlung	11
2	Überblick bestehender Beurteilungsansätze	12
2.1	Ansätze im Bereich Umweltschutz: Lärmschutz	12
2.2	Prüfung der Wirksamkeit: STORM bei Siedlungsentwässerung	12
2.3	Beurteilung des Nutzen: HAWRAT bei Strassenabwasserbehandlung	12
2.4	Beurteilung des Aufwands bei Strassenabwasserbehandlung	13
2.5	Ökobilanzierung	13
2.6	Fazit.....	13
3	Nutzen und Aufwand bei Strassenabwasserbehandlung	14
3.1	Nutzen	14
3.2	Aufwand	15
4	Grundsätze zur Beurteilung der Verhältnismässigkeit	16
4.1	Fragestellungen	16
4.2	Vergleichsbasis	16
4.3	Vergleichsgrössen.....	16
4.4	Fazit.....	18
5	Bewertung mit Nutzen und Aufwandindikatoren.....	20
5.1	Auswahl von Indikatoren	20
5.2	Emissionsbezogene Nutzenindikatoren	20
5.3	Immissionsbezogene Nutzenindikatoren	20
5.4	Aufwandindikatoren.....	21
5.5	Weitere mögliche Aufwandindikatoren.....	21
5.6	Anschluss an ein kommunales Mischsystem.....	22
6	Punktesystem und Skalierung.....	23
6.1	Beschreibung	23
6.2	Vorgehen bei der Skalierung.....	23
6.3	Nutzen: Emissionsbezogene Betrachtung	24
6.4	Nutzen: Immissionsbezogene Betrachtung	25
6.5	Aufwandindikatoren.....	26
7	Überprüfung der Methode an realen Beispielen	30
8	Hinweise zur Anwendung.....	31
8.1	EXCEL-Tabelle.....	31
8.2	Massgebende Einleitstelle	31
8.3	Empfindlichkeit der Modelle / Genauigkeit	31
8.4	Einstufung der Ergebnisse	31
8.5	Schrittweises, Vorgehen	32
8.6	Ausblick	32

Anhänge.....	33
Glossar.....	39
Literaturverzeichnis.....	41
Auflistung der Änderungen	43

1 Einleitung

1.1 Zweck des Dokuments

Dieses Dokument befasst sich mit der Verhältnismässigkeitsbeurteilung von Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA). Es dokumentiert die Methodik die im Kapitel 5 und Anhang III der Richtlinie ASTRA 18005 „Strassenabwasserbehandlungsanlagen an Nationalstrassen“ [3] thematisiert wird. Nach einem Überblick über die bestehenden Ansätze, werden der Aufbau des Modells mit seinen einzelnen Indikatoren und die gewählten Berechnungsansätze ausführlich präsentiert.

1.2 Verhältnismässigkeitsprinzip

Der Grundsatz der Verhältnismässigkeit ist in der schweizerischen Gesetzgebung und Rechtsprechung verankert. Die schweizerische Bundesverfassung setzt fest, dass staatliches Handeln verhältnismässig sein muss (BV, Art. 5, Abs. 2) [1]. Das Umweltschutzgesetz [2] erwähnt die wirtschaftliche Tragbarkeit von Vorsorgemassnahmen im Bereich Emissionsschutz unter Art. 11 sowie in Art. 17 bezüglich Sanierungen.

1.3 Verhältnismässigkeit bei der Strassenabwasserbehandlung

Die BAFU Wegleitung „Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen“ [10] verlangt auch eine Prüfung der Verhältnismässigkeit der Abwasserbeseitigungsart an Hand eines Variantenvergleichs oder sonst durch eine Kosten/Nutzen-Analyse. Dabei ist der Nutzen einer Abwasserbeseitigungsart den Kosten gegenüberzustellen. Die Wegleitung misst den Nutzen an der Erreichung der gesetzten Ziele, d. h. am quantitativen und qualitativen Gewässerschutz. Bei den Kosten werden Investitionen und Betriebskosten erwähnt. Es ist nicht definiert, ab wann ein Projekt als unverhältnismässig zu betrachten ist. Ein anerkannter Beurteilungsmassstab zur Bewertung des Verhältnisses fehlt.

Zusätzlich stehen viele Projekte zur Strassenabwasserbehandlung wegen ihres Flächenverbrauchs in der Kritik. Weder der Flächenverbrauch noch die Ökobilanz oder der Energieverbrauch werden in der BAFU-Wegleitung [10] berücksichtigt.

Um diese Lücken zu schliessen, wurde im Rahmen der Richtlinie ASTRA 18005 „Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen“ [3], eine verfeinerte Kosten-/Nutzen-Analyse ausgearbeitet und publiziert. Diese erlaubt es, Nutzen und Aufwand mit einem Punktesystem zu bewerten und die Verhältnismässigkeit anhand des Quotienten aus den zwei Summen zu beurteilen. Sie wurde von UVEK, BAFU und KVV genehmigt.

1.4 Publikation und Änderungen

Die vorliegende Dokumentation wird am 17.12.2013 erstmals publiziert. Die „Auflistung der Änderungen“ ist auf Seite 43 zu finden.

2 Überblick bestehender Beurteilungsansätze

2.1 Ansätze im Bereich Umweltschutz: Lärmschutz

Im Sinne von Art. 17 USG [2] wurde im Bereich Lärmschutz eine Kosten-/Nutzen-Analyse für Sanierungsmassnahmen entwickelt. Es handelt sich um einen wirtschaftlichen Tragbarkeitsindex (WTI) der Bestandteil des Leitfadens Strassenlärm [4] ist. Unter Nutzen ist die durch die Lärmschutzmassnahme gewonnene Lärmreduktion zu verstehen, bzw. die dadurch erzielbare Wertsteigerung. Dieser wird den dafür erforderlichen Kosten gegenübergestellt. Die Effizienz (Verhältnis Kosten/Nutzen) und die Effektivität (Zielerreichungsgrad) werden beurteilt.

Die Methodik basiert auf einer Monetarisierung der Lärmbelastungen und einer Beurteilung der volkswirtschaftlichen Kosten und des Nutzens von Lärmschutzmassnahmen. Im Vergleich zur Strassenabwasserbehandlung und zum Gewässerschutz ist sie aber deutlich weniger komplex und die Problematik wesentlich einfacher strukturiert.

2.2 Prüfung der Wirksamkeit: STORM bei Siedlungsentwässerung

Für den Vollzug des Gewässerschutzes im Bereich der Siedlungsentwässerung wurde von der EAWAG und dem VSA die STORM Methodik entwickelt [11]. Dabei wird eine immissionsbezogene Betrachtung durchgeführt. Das Simulationsprogramm REBEKA ermöglicht es, die Wirksamkeit von Massnahmen zu prüfen. Die Methodik beurteilt die Auswirkung einer Einleitung in Gewässer, schätzt die Beeinträchtigung der Gewässerökologie ein und erarbeitet Lösungsansätze, wie diese auf ein erträgliches Mass reduziert werden kann. Sie verlangt eine komplexe Modellierung an Hand einer detaillierten Zustandsuntersuchung des Gewässers. Eine Betrachtung der Aufwandseite fehlt.

2.3 Beurteilung des Nutzen: HAWRAT bei Strassenabwasserbehandlung

Vergleichbar zu STORM wurde in Grossbritannien eine Methodik zur Beurteilung von Strassenabwasserbehandlungsmassnahmen unter dem Namen HAWRAT (Highways Agency Risk Assessment Tool) entwickelt [13]. Die HAWRAT-Methodik beurteilt den erzielbaren Nutzen mittels folgender Emissionsindikatoren:

- Verkehrsaufkommen (Kategorienbildung gemäss DTV);
- Klimaregion/Regencharakteristik;
- Wirkungsgrad der Anlage bezüglich Schwermetallen.

Auf der Immissionsseite werden folgende Indikatoren verwendet:

- Lage der Einleitstelle bezüglich Schutzgebiete;
- Einleitverhältnis (Basisabfluss im Gewässer und eingeleitete Abwassermenge);
- Wasserhärte im Vorfluter;
- Empfindlichkeit auf Sedimentation.

Die Aufwandseite wird auch in dieser Methodik nicht bewertet.

2.4 Beurteilung des Aufwands bei Strassenabwasserbehandlung

In Absprache zwischen dem Amt für Gewässerschutz und dem Tiefbauamt des Kantons Zürich werden SABA als verhältnismässig betrachtet, wenn sie nicht mehr als 10% der Sanierungs- bzw. 3% der Baukosten, der zu entwässernden Strassen kosten. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass er einfach ist und für die Anlageverantwortlichen der Strassen das Kostenrisiko begrenzt. Dabei wird der Nutzen für die Gewässer nicht direkt beurteilt.

Solche Ausschlusskriterien mit Grenzwerten stellen die Verhältnismässigkeit von SABA nicht sicher, da die Projektkosten der Strasse gar nicht, und die Kosten für die Behandlung des Strassenabwassers nur schwach, mit dem erzielbaren Nutzen korrelierbar sind.

2.5 Ökobilanzierung

Mittels Ökobilanzierung kann das Verhältnis von positiven und negativen Umweltauswirkungen beurteilt werden, soweit sie in Form von Stoffflüssen quantifizierbar sind. Die Ökobilanzierung hat den Vorteil, dass sie im Rahmen eines anerkannten Modells methodisch abgestützt ist, auf berechenbaren bzw. messbaren Daten beruht und einen Quervergleich mit anderen umweltrelevanten Aktivitäten erlaubt.

Im Rahmen der Forschungsarbeit „Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung“ [9] wurde eine Tabelle entwickelt, die eine Bilanzierung von SABA anhand üblicher Kenngrössen erlaubt. Der Bericht und die Tabelle können von der Website des VSS heruntergeladen werden. Die durchgeführten Bilanzierungen zeigen, dass aufwändige Anlagen zur Behandlung von Strassenabwasser, je nach Bewertungsmethode, einen geringen oder sogar negativen Nutzensaldo erreichen. Dies rechtfertigt es, deren Verhältnismässigkeit in Frage zu stellen. Bei der Ökobilanzierung handelt es sich allerdings um eine globale Betrachtungsweise. Lokale Effekte an einer empfindlichen Einleitstelle können ebenfalls eine Massnahme mit negativer Ökobilanz rechtfertigen. Deshalb muss die Ökobilanzierung durch eine immissionsbezogene Betrachtung ergänzt werden.

2.6 Fazit

Sowohl bezüglich des Entwicklungsaufwands als auch der Akzeptanz und Anwendung, wäre es sehr vorteilhaft, eine bereits etablierte und bewährte Methode für SABA anzuwenden. Leider beantwortet keine der bekannten und hier beschriebenen Ansätze vollumfänglich die Frage, in wie weit eine Strassenabwasserbehandlungsanlage verhältnismässig ist. Es stellt sich daher die Frage, wie eine Beziehung zwischen Aufwand und Nutzen ermittelt werden kann. Wie beim Lärmschutz bedarf es einer transparenten Methodik damit ein Konsens erreicht werden kann.

3 Nutzen und Aufwand bei Strassenabwasserbehandlung

3.1 Nutzen

3.1.1 Rückhalt von Schad- und Nährstoffen

Der Zweck von Strassenabwasserbehandlungsanlagen liegt darin, Schmutzfrachten aus dem Strassenabwasser zurückzuhalten. Diese Schmutzfrachten können in Gewässern verschiedene negative Effekte haben:

- Vergiftung infolge kurzfristig erhöhter Schadstoffkonzentrationen (sehr selten);
- Sauerstoffmangel infolge erhöhter Nährstoffkonzentrationen im Gewässer (Eutrophierung): mittelfristiges Problem;
- Anreicherung der Schadstoffe in den Sedimenten (langfristiges Problem);
- Anreicherung von Feststoffen in der Gewässersohle (Kolmation, Verschlammung: die Sohle kann nicht als Laichgrund und Lebensraum dienen).

Die Schmutzfrachten im Strassenabwasser und die Reinigungsleistung der SABA lassen sich anhand von Erfahrungszahlen, Messwerten und Berechnungen quantifizieren, vergleichen und bilanzieren (emissionsbezogene Betrachtung).

Die konkreten Auswirkungen einer bestimmten Einleitung sind sehr stark von der Grösse und dem Zustand des belasteten Gewässers abhängig. Ihre Beurteilung erfordert eine immissionsbezogene Betrachtung.

3.1.2 Schadenbegrenzung im Havariefall / Störfall

Strassenabwasserbehandlungsanlagen können gefährliche Flüssigkeiten, welche bei einem Havarie-, oder Störfall freigesetzt werden (Treibstoff aus Fahrzeug, Ladung von Tankwagen, verschmutztes Löschwasser) in der Regel auffangen, bevor diese zu weiteren Umweltverschmutzungen führen. Der belastete Teil von Erdfiltern muss dann in der Regel ersetzt werden.

Die möglichen Schadstoffeinträge aus Havarien und Störfällen lassen sich grundsätzlich anhand von statistischen Auswertungen und Wahrscheinlichkeitsrechnungen abschätzen. Bisher liegen dafür aber nur unzureichende Grunddaten vor. Auch wenn einzelne Ereignisse grosse Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wird im Allgemeinen die Summe dieser Emissionen – im Vergleich zu denjenigen aus dem Normalbetrieb – als gering betrachtet. Sie werden deshalb hier nicht weiter betrachtet. Im Einzelfall, bei besonders wertvollen und empfindlichen Gewässern, insbesondere auch bei der Versickerung ins Grundwasser, muss der mögliche Havarie- bzw. Störfall jedoch berücksichtigt werden (immissionsbezogene Betrachtung).

3.1.3 Weitere positive Auswirkungen von SABA

Wird gereinigtes Strassenabwasser der Versickerung zugeführt, kann das Niederschlagswasser von befestigten Oberflächen dem natürlichen Wasserkreislauf zugeführt werden und die negative Auswirkung der Bodenversiegelung auf den Grundwasserhaushalt können abgemildert werden. Eine Versickerung sollte deshalb immer dort erfolgen, wo die Möglichkeit dazu besteht.

Mit jeder Behandlung des Abwassers erfolgt auch eine Dämpfung der maximal eingeleiteten Wassermenge und somit eine Reduktion der Abflussspitze im Gewässer. Vor allem mit Erdfiltern wird eine ausgleichende Wirkung nicht nur auf die Abflussmenge, sondern auch auf die Temperatur des Abwassers erzielt.

3.2 Aufwand

3.2.1 Kosten

Wenn die Entwässerung nicht durch Versickerung über das Bankett erfolgt, dann verursacht die Behandlung des Strassenabwassers Kosten in Form von Investitionen, Unterhalts- und Betriebskosten.

Der grösste Teil der Kosten der Strassenentwässerung fällt für Sammler, Ableitungen und Kanäle an. Die Investitionen für eigentliche Behandlungsanlagen sind im Vergleich dazu oft klein. Allerdings können ganz erhebliche Folgekosten für Betrieb und Unterhalt, sowie für den Ersatz von technischen Anlagebestandteilen, deren Lebensdauer wesentlich kürzer ist als diejenigen von baulichen Anlagen, anfallen.

3.2.2 Ressourcenverbrauch und Umweltbelastung

SABA können negative Auswirkungen auf Boden, Wald oder Landschaft haben. Sie verursachen auch einen zusätzlichen Verbrauch natürlicher Ressourcen (Rohstoffe und Energie). Diese Auswirkungen müssen in einem Vergleich zwischen Kosten und Nutzen auf der Aufwandseite berücksichtigt werden. Zwischen den monetären Kosten und den Kosten für die Umwelt besteht zwar im Allgemeinen, aber nicht in jedem Einzelfall, eine gewisse Korrelation. Mittels Ökobilanzierung lassen sich die Auswirkungen quantifizieren, bewerten und mit dem erzielten Nutzen vergleichen.

Abb. 3.1 Ressourcenverbrauch

Ressourcen	Verwendung
Rohstoffe	Anlagebestandteile
(Fossile) Energieträger	Energie für Bau, Betrieb (Pumpen) und Rückbau der Anlage
Raum (Vgl. Abs. 3.2.3)	Platzbedarf der Anlage

Meist sind die in Tabelle Abb. 3.1 aufgeführten negativen Auswirkungen relativ gering. Sie können jedoch auch wesentlich grösser als der Nutzen sein (negative Ökobilanz). Dann lassen sich die Ausgaben für den Bau der Behandlungsanlage nur rechtfertigen, wenn zumindest am Ort der Einleitstelle ein erkennbarer positiver Effekt erwartet werden kann.

3.2.3 Raumbedarf

Der Bau von Strassenentwässerungssystemen benötigt Raum, zumeist auf Kosten von unverbauten, naturnahen oder landwirtschaftlich genutzten Flächen. Der effektive Raumbedarf ist abhängig von der Wahl des Entwässerungssystems und den lokalen Verhältnissen.

Eine Schätzung (Hochrechnung) geht davon aus, dass für die Strassenabwasserbehandlung des ganzen Nationalstrassennetzes ca. 100 bis 150 ha Fläche notwendig wären. Im Vergleich dazu verbraucht ein Golfplatz ca. 50 - 80 ha.

4 Grundsätze zur Beurteilung der Verhältnismässigkeit

4.1 Fragestellungen

Die Verhältnismässigkeit wird immer anhand eines Vergleichs beurteilt. Es gilt also festzulegen:

- womit ein Vorhaben zur Behandlung des Strassenabwassers verglichen werden soll (Vergleichsbasis);
- anhand welcher Eigenschaften der Vergleich erfolgen soll (Vergleichsgrössen). Diese Vergleichsgrössen müssen die Kriterien für Aufwand und Nutzen abbilden und entweder selbst messbare bzw. beobachtbare Indikatoren sein, oder nachvollziehbar aus diesen hergeleitet werden können;
- wie die verschiedenen Vergleichsgrössen für die Kosten- und Nutzenaspekte auf einen gemeinsamen Nenner gebracht werden können (Bewertungsansatz).

In den folgenden Abschnitten sollen diese Fragestellungen möglichst vollständig diskutiert und durch Abwägung von Vor- und Nachteilen dann eine geeignete Methode herleitet werden.

4.2 Vergleichsbasis

Abb. 4.1 Möglichkeiten zur Vergleichsbasis

Vergleichsbasis	Betrachtungsziel	Bemerkungen
Baukosten der Strasse	Aufwendungen für den Gewässerschutz in Relation zum auslösenden Vorhaben begrenzen	Keine Differenzierung bezüglich des Nutzens. Würde nur dieser Ansatz angewandt, würden Gewässerbelastung / Gewässerschutz nie Massnahmen auslösen.
Anderer SABA	Schutz der Gewässer vor Strassenabwasser pro ausgegebenen Franken optimieren	Einfacher, plausibler Vergleich, Datenbestand / Erfahrung noch klein. Die grundsätzliche Frage, wie viel Aufwand für SABA getrieben werden soll, wird damit nicht beantwortet.
Anderer Massnahmen für den Gewässerschutz	Gewässerschutz insgesamt pro ausgegebenen Franken optimieren	Beurteilungsmassstab Gewässerschutz ist nicht einheitlich definiert
Anderer Massnahmen für den Umweltschutz	Umweltschutz pro ausgegebenen Franken optimieren	Ökobilanzierung erforderlich, umstritten
Ausgangslage / Zustand ohne Behandlung	Kontraproduktive / im Saldo negative Massnahmen auf jeden Fall vermeiden	Lokal wird mit der Behandlung immer ein Nutzen erzielt. Bei umfassender oder globaler Betrachtung kann sich ein Negativsaldo ergeben (z.B. Platzbedarf Behandlungsanlage, Ökobilanz)

Es zeigt sich, dass ein Vergleich der SABA mit anderen Massnahmen für den Umwelt- oder Gewässerschutz schwierig und rechtlich problematisch ist. Die Verhältnismässigkeit soll somit im Vergleich der Strassenentwässerungssysteme (Zustand mit/ohne SABA, unterschiedliche Lösungsansätze und Varianten) beurteilt werden. Dies ist eine einfache Methodik, da keine Querbezüge zu anderen Themen notwendig sind. Der Entscheid legitimiert sich aus dem verbreiteten Konsens, nach dem die Behandlung von stark verschmutztem Strassenabwasser als verhältnismässig erachtet wird.

4.3 Vergleichsgrössen

Entsprechend den Ausführungen in Kapitel 3 lassen sich zusammengefasst folgende Kriterien für den Vergleich von Aufwand und Nutzen formulieren:

- Wie gross ist die erzielte Reduktion der Emissionen von Schmutzfrachten?
- Welche (positiven) Effekte werden durch die Behandlung im Gewässer erzielt (immissionsbezogene Betrachtung)?

- Wie viel kostet die Behandlung?
- Welche negativen Auswirkungen haben die Behandlungsanlage und ihr Betrieb?

In den folgenden zwei Tabellen sind Vergleichsgrössen aufgezählt und erläutert, mit denen sich die Erfüllung dieser Kriterien messen oder zumindest abbilden lässt.

Abb. 4.2 Mögliche Vergleichsgrössen für den Nutzen

Vergleichsgrösse	Einheit	Bemerkungen
Abwassermengen und Schmutzfrachten (Reduktion der Emissionen)		
Erfasste Fahrzeugkilometer	DTV mal Strassenlänge	Grundlage in der BAFU-Wegleitung: Behandlung ab 12'000 Fzg/d erforderlich
Gereinigte Menge Strassenabwasser	m ³	Lässt sich aus der Annahme, dass ab 3'000 Fzg/d die Schmutzkonzentration nicht mehr steigt, herleiten. Keine Differenzierung bezüglich Wirkung der Anlage und im Gewässer - dafür sehr einfach.
Erfasste Strassenfläche	m ²	
Erfasste Strassenlänge	Laufmeter Strasse	
Erfasste Schmutzfrachten	Eliminierte kg GUS, kg Zn, kg Cu, PAK, etc...	Frachtbilanz erforderlich
Ökobilanz der Behandlung	Eco-points / Schadschöpfungseinheiten / Umweltbelastungspunkte	Berücksichtigt lokale Effekte nicht
Erwarteter Erfolg für Gewässer, lokale Effekte (immissionsbezogene Betrachtung)		
Relative Belastung des Gewässers durch die Einleitung	Verhältnis Gewässergrösse Q ₃₄₇ zu Einleitmenge	Üblicher Ansatz für Retention
Reduktion des hydraulischen Stresses durch die Behandlung	Häufigkeit von Geschiebetrieb nach REBEKA	Erfordert nur Retention, noch nicht wirklich bewährt
Sichtbare Verbesserung des Gewässerzustands	Erkennbare Schäden, die mit der Massnahme zukünftig vermieden werden	Idealfall, aber bisher kaum Beispiele mit nachvollziehbarer Erfolgskontrolle
Positive Veränderung von Flora und Fauna	Artenzahl Schlüsselarten Makroindex	Bisher kaum Beispiele mit nachvollziehbarer Erfolgskontrolle
Geringere Verschmutzung mit ungelösten Stoffen	Wahrscheinlichkeit / Dauer von Kolmatierung, anaeroben Verhältnissen	STORM als Standard, GUS als Leitparameter für Schwermetalle
Geringere Belastung mit giftigen Stoffen	Eingeleitete kg GUS, kg Zn, kg Cu, PAK, etc...	Unterschiede in der Reinigungsleistung und Ungenauigkeiten in der Berechnung machen sich bei der immissionsbezogene Betrachtung stärker bemerkbar als bei der Elimination / Reinigungsleistung, da die Restfrachten erheblich kleiner sind als die eliminierten Frachten. Die Bewertung über Ökobilanzierung ist in der Regel nicht spezifisch für das Gewässer. Stoffbelastungen werden deshalb unter Emissionen geführt.

Abb. 4.3 Mögliche Vergleichsgrösse für den Aufwand

Vergleichsgrösse	Bemerkungen
„Kosten“, bestehend aus folgenden Anteilen:	Berücksichtigung folgender Anteile:
<ul style="list-style-type: none"> • Baukosten; • Bau-, Betriebs-, Unterhaltskosten; • Rückbau und Entsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Seitens der Betriebe gewünscht: inklusiv Schlamm Entsorgung • Gesamter Lebenszyklus
Negative Umweltauswirkungen	Zur Verrechnung unterschiedlicher Umweltauswirkungen werden Ökobilanzen eingesetzt. Auf Grund der Prämisse, dass der Saldo der bewerteten Umweltauswirkungen positiv sein soll, wird die Ökobilanz im vorliegenden Bericht auf der Nutzenseite behandelt.
Flächenbedarf	Die beanspruchten Flächen sind unterschiedlich zu bewerten.

4.4 Fazit

Die folgende Tabelle stellt eine Übersicht über bereits verfolgte und mögliche neue Ansätze dar, nach denen die Verhältnismässigkeit beurteilt werden kann. Dabei kommen Vergleichsbasen gemäss Abschnitt 4.2 und Vergleichsgrössen gemäss Abschnitt 4.3 zur Anwendung.

Abb. 4.4 Mögliche Bewertungsansätze

Bewertungsansatz Mögliche Ausprägung	Bemerkungen Vorteile (+) und Nachteile (-)
Einhalten von Standards	<ul style="list-style-type: none"> + Bei der Entwicklung von Standards fliessen in der Regel Aufwand / Nutzenüberlegungen ein. Auf der allgemeinen Konzeptstufe ist das auch in der BAFU-Wegleitung und in der neuen Richtlinie erfolgt. – Für konkrete Projekte zur Strassenentwässerung fehlen entsprechende Vorgaben und Grundlagen zu deren Herleitung
<ul style="list-style-type: none"> • Stand der Technik 	<ul style="list-style-type: none"> + Rechtlich verankerter Begriff, grundsätzlich konsensfähig – Es werden neue, manchmal sehr aufwändige Anlagen erstellt. Der Aufwand für diese zeigt die Notwendigkeit einer systematischeren Kosten-/Nutzenabwägungen.
<ul style="list-style-type: none"> • STORM (für Siedlungsentwässerung entwickelt) 	<ul style="list-style-type: none"> + Vereinheitlichung mit Siedlungsentwässerung, Synergie – aufwändige Verfahren und Untersuchungen.
Punktbewertung für verschiedene Vergleichsgrössen	<ul style="list-style-type: none"> + Berücksichtigung unterschiedlichster Vergleichsgrössen möglich + Einfache Berechnung – In Einzelfällen sind nicht plausible Resultate möglich, die dann korrigiert werden müssen
<ul style="list-style-type: none"> • Positive Punkte für Nutzen-, negative für Aufwandindikatoren, Summenbildung 	<ul style="list-style-type: none"> + Weiterentwicklung aus BAFU-Wegleitung möglich – Willkürlichkeit der Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> • Punkte für Nutzenindikatoren und Aufwandindikatoren, Quotientenbildung 	<ul style="list-style-type: none"> + Transparent Ansatz zur Verhältnisbildung – Empfindlichkeit der Bewertung
Wahl einer stellvertretenden Vergleichsgrösse für den Nutzen Kosten als Vergleichsgrösse für den Aufwand	<ul style="list-style-type: none"> + Einheitliche Vergleichsgrösse CHF – Grosses Gewicht der Kosten (Ausser bei Ökobilanzierung keine Berücksichtigung anderer negativer Auswirkungen) – Probleme bei der Kostenermittlung (vgl. Abs. 3.2.1)
<ul style="list-style-type: none"> • CHF / m³ behandeltes Strassenabwasser 	<ul style="list-style-type: none"> – Der Parameter m³ Strassenabwasser gibt den Nutzen, der mit der Behandlung erzielt werden kann, sehr undifferenziert wieder.
<ul style="list-style-type: none"> • CHF / kg GUS 	<ul style="list-style-type: none"> + GUS kann als Leitparameter für alle Schadstoffe betrachtet werden, da die meisten Schmutzfrachten des Strassenabwassers an Partikel gebunden sind. + In STORM / REBEKA wird GUS massgebend berücksichtigt.
<ul style="list-style-type: none"> • CHF / kg Cu 	<ul style="list-style-type: none"> + Bewertung der eliminierten eigentlichen Schadstoffe
<ul style="list-style-type: none"> • CHF / kg PAK 	<ul style="list-style-type: none"> – Betrachtung nur eines Schadstoffes befriedigt nicht, andere Nutzenaspekte werden nicht erfasst.
<ul style="list-style-type: none"> • CHF / kg Zn 	
<ul style="list-style-type: none"> • CHF / Ecopoint (oder Punktwerte aus einer anderen Ökobilanzierung) 	<ul style="list-style-type: none"> + Vorteil, dass Quervergleiche möglich sind (vgl. auch Abs. 2.5)
Einfache Ausschlusskriterien	<ul style="list-style-type: none"> + Einfacheres Vorgehen, ja/nein-Entscheid + Über einige Ausschlusskriterien besteht ein Konsens, für weitere könnte ein solcher etabliert werden – Als alleiniges Beurteilungskriterium nicht ausreichend
<ul style="list-style-type: none"> • Festlegen von Bedingungen, unter denen eine Behandlungsanlage sicher unverhältnismässig ist 	<ul style="list-style-type: none"> z.B. kann die Strassenabwasserbehandlung in folgenden Fällen als unverhältnismässig erachtet werden: <ul style="list-style-type: none"> • Anlagen, die mehr als 10% der Bausumme für die Strasse kosten (vgl. Abs. 0) • Anlagen für Strassen mit einem DTV von < 9'000 Fzg/d (ergibt sich aus der BAFU-Wegleitung) • Technische Anlagen, für die gepumpt werden muss und die in ein Gewässer mit $Q_{347} > 5 \text{ m}^3/\text{s}$ entwässern • Anlagen, die in einem Naturschutzgebiet gebaut werden müssten

Um ein neues Vorgehen in der Praxis zu etablieren, muss der Einstieg für Anwender und Aufsichtsbehörden einfach sein. Die Methodik muss so transparent sein, dass ein Konsens über die erzielten Ergebnisse erwartet werden kann. Deshalb sollen möglichst bereits bekannte und etablierte Prinzipien und Parameter verwendet werden. Daraus folgt, dass als Vergleichsbasis zur Zeit nur die Behandlung anderer Strassenabschnitte oder andere Varianten zur Entwässerung dienen können.

Als Bewertungsansatz soll ein Punktesystem benutzt werden. Punktesysteme sind weit verbreitet, flexibel und leicht zu bedienen. Sie können auch qualitative Werte leicht integrieren und eignen sich deshalb besonders gut, um verschiedene Aufwand- und Nutzenaspekte und eine Vielzahl von Vergleichsgrössen zu berücksichtigen.

5 Bewertung mit Nutzen und Aufwand- indikatoren

5.1 Auswahl von Indikatoren

Es wurde hergeleitet, dass die Beurteilung der Verhältnismässigkeit anhand eines Punktesystems erfolgen soll. Die Punkte sollen für verschiedene Indikatoren vergeben werden, die in ihrer Gesamtheit den Aufwand und den Nutzen der Behandlung des Strassenabwassers ausreichend (oder möglichst vollständig) erfassen und so vergleichbar machen. Um die Bewertung verlässlich zu machen und die Unsicherheiten einzelner Indikatoren zu reduzieren, ist es vorteilhaft, möglichst alle verfügbaren Informationen zu verwenden. Wo Redundanzen bestehen, müssen diese durch eine entsprechend geringere Gewichtung kompensiert werden.

Die folgenden Abschnitte geben eine Übersicht über alle geprüften Indikatoren. Ihre Gewichtung und Bewertung mit Punkten wird in Kapitel 5 erläutert.

5.2 Emissionsbezogene Nutzenindikatoren

Der Nutzen einer Anlage liegt in erster Linie in der Reduktion der in die Umwelt gelangenden schädlichen Stoffe. Der Nutzen ergibt sich aus einer Reduktion der Schadstoffe, die im Strassenabwasser enthalten sind, also aus einer Reduktion der Menge und der Schmutzbelastung des Abwassers. Folgende Indikatoren wurden in der BAFU-Wegleitung [10] verankert und sollen deshalb weiter verwendet werden (Die Buchstaben entsprechen der Indizierung in der Richtlinie und in den weiteren Erwähnungen der Indikatoren in diesem Bericht):

- A: Verkehrsaufkommen;
- B1: Ortsverkehr;
- B2: Steigung;
- B3: Anteil Güterverkehr;
- C: Lärmschutzwände an den Strassenseiten;
- D: Gesamt-Wirkungsgrad.

Der Wirkungsgrad der Anlage bestimmt, wie gross der eliminierte Anteil dieser Schadstoffe und somit der erzielte Nutzen letzten Endes ist.

5.3 Immissionsbezogene Nutzenindikatoren

Der erkennbare und wahrgenommene Nutzen einer SABA hängt primär von der Belastung und Empfindlichkeit des Gewässers ab, zu dessen Schutz sie dienen soll. Dieser immissionsbezogene Nutzen ist schwierig zu quantifizieren und kann daher, unabhängig vom Detaillierungsgrad des Vergleichs, nur qualitativ behandelt werden.

Auf Grund der Bedeutung des Grundwasserschutzes und des Schutzes der Oberflächengewässer werden die folgenden Indikatoren bestimmt:

- E: Nutzen für den Schutz des Grundwassers, insbesondere genutzten Grundwassers;
- F: Wert und Empfindlichkeit des Gewässers als Lebensraum;
- G: Grösse des Gewässers;
- H: Erkennbare oder erwartete Beeinträchtigung der Gewässerqualität durch die Einleitung;
- I: Versickerung des behandelten Abwassers.

5.4 Aufwandindikatoren

5.4.1 Kosten

In der Regel kann zumindest eine Kostenschätzung für den Kosten/ Nutzenvergleich herangezogen werden.

Um die Vergleichbarkeit verschiedener Anlagentypen zu gewährleisten, werden die zu erwartenden Jahreskosten (Investitions- und Betriebskosten) verglichen.

5.4.2 Landbedarf

Der Landverbrauch kann anhand der Grösse und Art der beanspruchten Fläche charakterisiert werden.

Je nach Betrachtungsweise wird die beanspruchte Fläche unterschiedlich gewichtet.

Abb. 5.1 Mögliche Bewertungsansätze

Kriterium	Bemerkungen
Ökologische Bedeutung	Brachflächen, ungenutztes Land ist ökologisch besonders wertvoll
Landwirtschaftliche Bedeutung	Fruchtfolgeflächen sind im Interesse der Bauern zu schützen
Ökonomische Bedeutung	Aus Kostengründen sind im Siedlungsgebiet keine oder nur sehr raumsparende Behandlungsanlagen möglich
Schutz des Waldes	Das Forstgesetz schützt den Bestand an Waldflächen in der Schweiz. SABA dürfen somit in Waldgebieten nur über Ausnahmegenehmigungen erstellt werden, wenn kein anderer Standort möglich ist. Die notwendige Ersatzaufforstung tangiert wiederum andersartige Flächen.
Bodenschutz	In Bodenfilteranlagen werden Schadstoffe im bewachsenen Boden absorbiert und akkumuliert. Es gilt der Grundsatzentscheid, dass Erdmaterial in Behandlungsanlagen als Anlagenteil und nicht als Boden gilt

5.5 Weitere mögliche Aufwandindikatoren

Folgende Indikatoren können Hinweise auf den Aufwand zur Behandlung des Strassenabwassers geben:

- Flurabstand/Höhendifferenz zum Vorfluter;
- Die Notwendigkeit, das Abwasser für die Behandlung zu pumpen (Einfluss auf Investitions- und Betriebskosten, erhöhter Energieverbrauch);
- Länge der erforderlichen Anschlussleitungen und Kanalisation;
- Fremdwasseranteil;
- Einleitung in ein kommunales Mischsystem.

Zwischen den Kosten und den negativen Umweltauswirkungen ist eine gewisse Korrelation festzustellen, denn ein Grossteil der Umweltauswirkungen wird durch den Transport und Verbrauch von Baumaterialien oder den Energieverbrauch verursacht. Dies sind auch Faktoren, welche einen massgebenden Einfluss auf die Bau- und Betriebskosten einer Anlage haben.

Für das in der Richtlinie beschriebene Punktesystem wird als einziger der oben genannten Aufwandindikatoren die Notwendigkeit zu pumpen bewertet, weil diese sich betrieblich/organisatorisch bezüglich Folgekosten und Umweltauswirkungen besonders stark auswirkt. Die anderen Indikatoren fliessen in die Dimensionierung, die Kostenschätzung und die Abschätzung des Wirkungsgrads der Behandlungsanlage ein und sind damit ausreichend berücksichtigt. Sie können aber allenfalls für eine vorgezogene erste Beurteilung direkt verwendet werden.

5.6 Anschluss an ein kommunales Mischsystem

Die Prüfung der Verhältnismässigkeit muss auch für einen Anschluss an die Kanalisation der Siedlungsentwässerung möglich sein. Diese Option soll erst in letzter Priorität wahrgenommen werden. Sie wird aber sehr oft in Betracht gezogen und auch realisiert, weil damit das Problem der Abwasserbehandlung an eine bestehende und darauf spezialisierte Organisation delegiert werden kann. Die Reduktion der Gewässerbelastung an der Einleitstelle, die man ohne diese Anschlussmöglichkeit wählen müsste, sowie der Aufwand auf Seiten des Strasseneigentümers (Sammeln, Ableiten, ev. Retention und Pumpen) lassen sich mit den bereits beschriebenen Indikatoren bewerten.

Aufwand wird auch im kommunalen Abwassersystem generiert. Die Kosten für Kanalisations- und Abwasserreinigungsgebühren müssen in die Jahreskosten einfließen. Zudem sind die negativen Auswirkungen einer Einleitung in das kommunale System zu berücksichtigen. Die möglichen negativen Auswirkungen werden in folgenden Indikatoren abgebildet, die gegebenenfalls zu bewerten sind:

- Aus dem (kommunalen) Mischsystem entlasteter Anteil Regenabwasser (Mischung aus kommunalen Mischsystemen und Strassenabwasser);
- Grösse der beanspruchten kommunalen ARA (wegen der starken Korrelation der Grösse einer Anlage mit deren Wirksamkeit und Umweltbilanz). Die Grösse der ARA wirkt sich im Übrigen auch auf die Kosten aus.

6 Punktesystem und Skalierung

6.1 Beschreibung

Die Methode zur Beurteilung der Verhältnismässigkeit ist in der Richtlinie ASTRA 18005 [3] Kapitel 5 dargestellt. Im Anhang III der Richtlinie wird die konkrete Anwendung beschrieben. Dies ist im vorliegenden Dokument als Anhang I wiedergegeben. Für die Anwendung steht zudem eine EXCEL-Tabelle zur Verfügung (vergleiche Ziffer 8.1).

6.2 Vorgehen bei der Skalierung

Für die Skalierung der Bewertungen wurde von einer „normalen“ Anlage ausgegangen: Einem Erdfilterbecken, das im freien Gefälle beschickt und entwässert wird und das zum Schutz eines grossen Gewässers wie der Aare, Reuss, Limmat oder des Rheins dient. Eine solche Anlage entspricht dem anerkannten Stand der Technik und wird gemeinhin als verhältnismässig erachtet. Somit muss sie mehr Punkte auf der Nutzenseite erhalten als auf der Kostenseite.

Auf der Nutzenseite soll die immissionsbezogene Betrachtung, also die erwartete Verbesserung des Gewässerzustands an der Einleitstelle etwa ein gleich hohes Gewicht erhalten wie die grundsätzlich mess- und berechenbare Reduktion der Emissionen. Denn der Nutzen einer Anlage wird höher bewertet und der Aufwand lässt sich besser begründen, wenn sie eine erkennbare oder nutzbare Verbesserung des Gewässerzustands bringt (bzw. eine Verschlechterung verhindert).

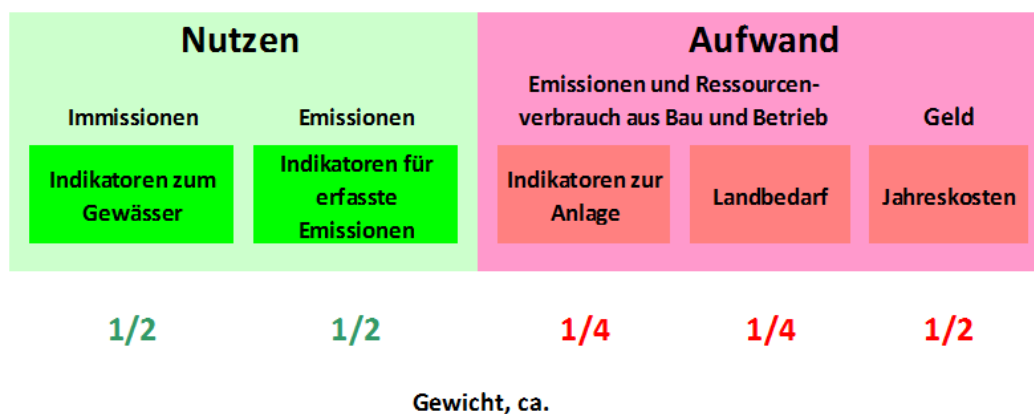


Abb. 6.1 Nutzen und Aufwand.

Willkürlich werden 10 Punkte als Zielgrösse für eine „normale“ Anlage festgesetzt:

- Auf der Nutzenseite sollen für die Reduktion der Emissionen im Mittel 5 Punkte vergeben werden;
- Wird für die immissionsbezogene Betrachtung ein Mittelwert von ebenfalls 5 Punkten angestrebt, sind somit Punkte zu vergeben, die in der Summe einen Wertebereich von 0 bis maximal 10 Punkten abdecken;
- Auf der Aufwandseite werden die Punkte so verteilt, dass die Kosten einer „normalen“ Anlage 5 Punkte ausmachen und zusätzliche Nachteile werden ebenfalls mit Zusatzpunkten bewertet.

Die Überlegungen bei der Skalierung der einzelnen Punktbewertungen werden nachfolgend beschrieben.

6.3 Nutzen: Emissionsbezogene Betrachtung

6.3.1 A: Verkehrsaufkommen

In der BAFU-Wegleitung [10] ist die Verkehrsbelastung das wichtigste Kriterium bei der Beurteilung der Emissionen. Es ist plausibel, dass die emittierten Schadstoffe proportional zur Anzahl Fahrzeugkilometer sind, so lange alle anderen Bedingungen gleich bleiben.

Andererseits zeigt eine Auswertung der Datenbestände zu Schadstoffkonzentrationen im Strassenabwasser kaum eine Korrelation mit der Verkehrsfrequenz. Vermutlich liegt dies daran, dass die Verwehung der Schadstoffe mit dem Verkehr zunimmt und dass eine hohe Verkehrsfrequenz durch flüssigen Verkehr begünstigt wird, bei dem weniger Beschleunigungs- und Bremsvorgänge auftreten. Das Verkehrsaufkommen wird deshalb nicht proportional, sondern logarithmisch in einen Punktwert umgerechnet.

Für die Schadstoffe im Strassenabwasser einer Strasse mit einer Verkehrsbelastung von 100'000 Fahrzeugen werden als Basis für die weitere Berechnungen 5 Nutzenpunkte vergeben. Dies entspricht den Nutzenpunkten für die in Abschnitt 6.1 erwähnte „normale Anlage“. Eine Verkehrsbelastung von 20'000 Fahrzeugen erzeugt einen Ausgangswert von 4.3.

6.3.2 B1: Kreuzung, Einmündung, Engpass

In der BAFU-Wegleitung trägt das Kriterium „Ortsverkehr“ dem Umstand Rechnung, dass die Emissionen pro Fahrzeugkilometer wesentlich grösser sind, wenn der Verkehr auf der Strecke nicht gleichmässig fliesst, sondern gebremst und beschleunigt wird. Da das ASTRA nicht für die Strassen mit Ortsverkehr zuständig ist, wurde der Indikator für die Punktebewertung in „Kreuzung, Einmündung, Engpass“ unbenannt, die auch auf Nationalstrassen vorkommen können. Solche Strecken werden zusätzlich mit einem Punkt bewertet.

6.3.3 B2: Steigung

Die BAFU Wegleitung [10] vergibt 1 Punkt für 4% Steigung. Bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit werden für das Verkehrsaufkommen deutlich weniger Punkte verteilt. Deshalb wäre bei gleicher Bewertung das Gewicht dieses Kriteriums zu hoch ausgefallen. Es wird darum 1 Punkt für 8% Steigung vergeben.

6.3.4 B3: Anteil Güterverkehr

In Anlehnung an die BAFU-Wegleitung [10] werden die erhöhten Emissionen des Güterverkehrs mit maximal einem Punkt bewertet, der für einen Güterverkehrsanteil von 8% vergeben wird, bzw. bei einem geringeren Güterverkehrsanteil wird der Wert entsprechend reduziert.

6.3.5 C: Lärmschutzwände an Strassenseiten

Durch Lärmschutzwände wird der Austrag der Schadstoffe auf die benachbarten Flächen (durch Verwehungen und Spritzverluste) reduziert und ein höherer Anteil der Schadstoffe kann der Behandlung zugeführt werden. Je nach örtlichen Verhältnissen kann der Anteil der Verwehungs- und Spritzverluste über 50% betragen. Somit wäre es vertretbar, für Strecken mit Lärmschutzwänden den Punktwert für Emissionen massiv zu erhöhen. Allerdings halten auch Lärmschutzwände Verwehung nicht vollständig zurück, und es gibt auch andere Faktoren wie Streckeneinschnitte, Stützmauern, Windexposition, die die Verwehung massgeblich beeinflussen. Deshalb wird für Lärmschutzwände pro Strassenseite ein halber Punkt vergeben. Bei zweiseitigen Lärmschutzwänden entspricht das einer angenommenen Zunahme der abgeschwemmten Frachten um 20%.

6.3.6 D: Gesamtwirkungsgrad

Mit den Punkten gemäss Abschnitt 6.3.1 bis 6.3.5 wird bewertet, welche Schmutzfrachten anfallen und in Richtung SABA abgeleitet werden. Wesentlich ist jedoch, wie viel davon über die Behandlung zurückgehalten werden kann. Daher wird die ermittelte Summe mit dem Gesamtwirkungsgrad der SABA multipliziert und so der Punktwert für die Reduktion der Emissionen bestimmt.

6.4 Nutzen: Immissionsbezogene Betrachtung

6.4.1 E: Nutzung des Wassers im Gewässer

Wird das Wasser in einem Gewässerschutzbereich A_0 oder A_u eingeleitet, wird für die Behandlung des Strassenabwassers ein Punkt vergeben, weil zusätzlich zum globalen Nutzen noch eine potentielle Beeinträchtigung von Trinkwasser verhindert wird.

6.4.2 F: Wertvoller, empfindlicher Lebensraum

Lebensräume seltener Arten oder solche mit einer hohen Artenvielfalt sowie Lebensräume, die sich für menschliche Erholung und Freizeitaktivitäten eignen, werden als wertvoll eingestuft und ihre Verschmutzung als schwerwiegender Schaden betrachtet. Deshalb rechtfertigt ihr Schutz einen erhöhten Aufwand und dafür werden einer SABA bis zu zwei Punkte auf der Nutzenseite dazu gerechnet. Neben dem Wert des Lebensraums soll dabei auch die Empfindlichkeit der Flora und Fauna auf Verschmutzungen berücksichtigt werden.

Die Einstufung kann nach Augenmass (vergleiche die folgenden Bilder bestehender Einleitstellen von Strassenabwasser als Beispiele) gemäss der BAFU Publikation „Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, in der Schweiz, Ökomorphologie Stufe F“ [12] erfolgen.

Abb. 6.2 Beispiele von möglichen Vorflutern



Wenn der Punktwert dieses Indikators für die Gesamtbeurteilung massgebend wird und Zweifel über die richtige Einstufung bestehen, muss ein Ökologe beigezogen werden. Ist das Gewässer zur Zeit durch Strassenabwasser beeinträchtigt, sind für den Aspekt „Wert“ die Flora und Fauna zu beurteilen, die in einem solchen Lebensraum normalerweise auftreten würden. Die Differenz zwischen aktuellem "wünschenswertem" Zustand ist dann ein Hinweis auf die Empfindlichkeit. Die Grösse des Gewässers hat einen starken Einfluss auf die Empfindlichkeit; sie wird aber nicht mit diesem Indikator, sondern separat beurteilt.

6.4.3 G: Grösse des Gewässers

Die Grösse des Gewässers bestimmt die Verdünnung und somit die Wirkung der eingeleiteten Schadstoffe, sowie die allfällige Veränderung der Abflussverhältnisse durch die Einleitung (hydraulischer Stress). Sie ist somit von grosser Relevanz für die Beurteilung der Immissionen. Dieser Parameter lässt sich zudem wie im Folgenden dargestellt, nachvollziehbar und einfach ermitteln und soll deshalb mit bis zu 2 Punkten bewertet werden:

Bei **Fliessgewässern** hat sich als Kenngrösse das **Einleitverhältnis V** zwischen dem Niedrigwasserabfluss Q_{347} des Vorfluters und der eingeleiteten Abwassermenge Q_e etabliert. Bei einem kleinen Einleitverhältnis ist die Belastung des Gewässers und somit der Nutzen aus deren Beseitigung grösser. Somit muss der Punktwert als Kehrwert des Einleitverhältnisses bestimmt werden.

Stehende Gewässer werden im Vergleich zu Fliessgewässern generell als empfindlicher erachtet. Wenn Strassenabwasser in ein stehendes Gewässer eingeleitet wird, so wird dessen Behandlung deshalb jedenfalls mit einem Punkt auf der Nutzenseite honoriert. Ein zweiter Punkt kann maximal für die Grösse bzw. die Kleinheit des stehenden Gewässers vergeben werden. Der Wert errechnet sich als Kehrwert der Gewässeroberfläche in Hektaren und er erreicht sein Maximum für alle Seen und Weihern, die kleiner als 1 ha sind.

6.4.4 H: Durch Behandlung vermiedene Gewässerbelastung: Kolmatierung, Verschlammung

Die Schadstoffe im Strassenabwasser sind zum grössten Teil an feste Partikel gebunden. Wenn in einem Gewässer überhaupt eine Verschmutzung aus Strassenabwasser sichtbar ist, dann besteht sie aus abgesetztem Feinmaterial, und manifestiert sich als Verschlammung oder Kolmatierung der Gewässersohle. Die Bewertung dieser Probleme über den Parameter GUS in der Methodik STORM (vergleiche Abschnitt 2.2) lässt sich auch auf Strassenabwasser anwenden.

Wenn die Einleitstelle sichtbar mit Feinmaterial belastet ist, oder wenn bei einer zukünftigen Einleitstelle ohne Behandlung eine solche unzulässige Belastung erwartet werden muss (z. B. anhand einer Berechnung mit REBEKA), dann sind für die Behandlung auf der Nutzenseite zwei Punkte zu vergeben. In leichten oder zweifelhaften Fällen kann der Wert auf einen Punkt reduziert werden.

6.4.5 I: Versickerung des Abwassers

Wenn die Einleitung von Strassenabwasser in ein Oberflächengewässer durch Versickerung vollständig vermieden werden kann, dann wird das mit zwei Punkten bewertet. Voraussetzung dafür ist selbstverständlich, dass der qualitative Grundwasserschutz durch eine ausreichende Reinigungswirkung gewährleistet ist.

Diese vergleichsweise hohe Bewertung rechtfertigt sich durch den grossen Wert, der dem Grundwasser beigemessen wird. Die Versickerung von nicht verschmutztem Regenabwasser wird auch in der Siedlungsentwässerung immer dort verlangt, wo die Möglichkeit dazu besteht. Es wird also ein Nutzen angenommen, der gegebenenfalls auch einen Mehraufwand rechtfertigt.

6.5 Aufwandindikatoren

6.5.1 J: Baukosten

Um die Vergleichbarkeit von verschiedenen Anlagentypen zu gewährleisten, werden die zu erwartenden Jahreskosten verglichen. Die Jahreskosten errechnen sich aus den Betriebskosten und den Investitionskosten, welche über eine angenommene Lebensdauer abgeschrieben werden. Dabei wird für mechanische Anlagenteile von einer Lebensdauer von 15 Jahren und für bauliche Anlagenteile von 50 Jahren ausgegangen.

Die Investitionskosten für die bekannten SABA-Projekte sind in Abb. 6.3 dargestellt. Erkennbar sind eine umgekehrte Korrelation zur Grösse des Einzugsgebiets und die tendenziell höheren Kosten, wenn gepumpt werden muss.

Für die meisten erfassten Projekte liegen die Investitionskosten bei rund 500'000 CHF pro ha Einzugsgebiet oder darunter. Für die Skalierung der Punkte wurde davon ausgegangen, dass SABA, deren Kosten über dem Median liegen, auch dann noch verhältnismässig sein können, wenn damit kein aussergewöhnlicher Nutzen erzielt wird. Als Berechnungsbasis für eine „normale“ Anlage wurden rund deshalb 750'000 CHF/ha angenommen. Mit einer Abschreibung über 50 Jahre ergeben sich daraus Jahreskosten (für Investitionen) von 15'000 CHF/ha.

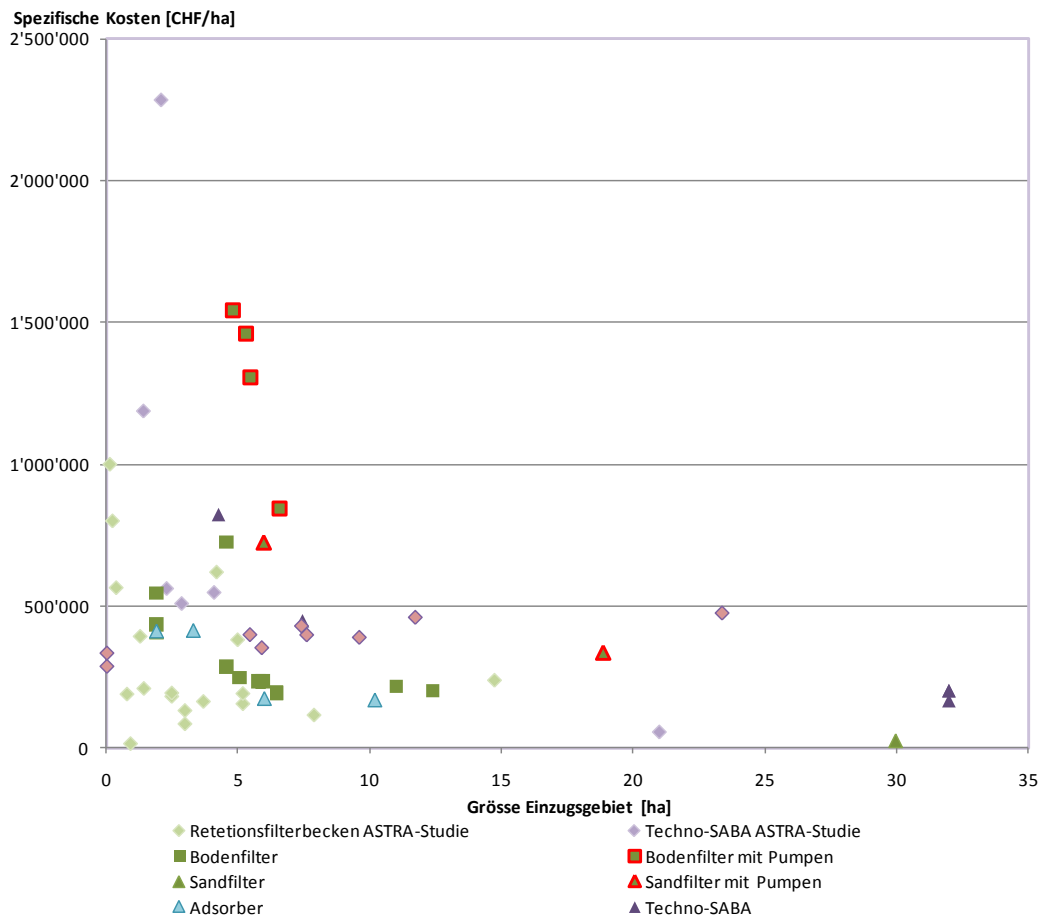


Abb. 6.3 Kosten für Behandlungsanlagen pro ha Einzugsgebiet, in Funktion zur Grösse des erfassten Einzugsgebiets.

Die Betriebskosten sind wegen fehlenden Erfahrungsdaten noch schwierig abzuschätzen, als Defaultwert werden 5'000 CHF/ha/Jahr empfohlen. Gemäss Richtlinie ASTRA 18005 [3] betragen die Betriebskosten für SABA im Kanton Bern rund 16'000 Fr/km. Ausgehend von 30 m Strassenbreite, entspricht dies rund 5'000 CHF/ha/Jahr.

Insgesamt ist für eine „normale“ SABA mit Jahreskosten von 20'000 CHF/ha/Jahr zu rechnen. Damit entsprechen 4'000 CHF/ha/ Jahr einen Aufwandpunkt.

6.5.2 K: Erfordernis, das Abwasser für die Behandlung zu pumpen

Wenn es notwendig ist, dass Strassenabwasser zu pumpen, fällt dies auf der Aufwandseite stark ins Gewicht. Der Betrieb erfordert dann Energie für die Pumpen. Vor allem fällt aber die graue Energie für die Herstellung, den Betrieb und den periodische Ersatz der erforderlichen technischen Anlagen stark ins Gewicht. Das Pumpen erhöht den Energieverbrauch der Nationalstrassen und entspricht damit nicht der allgemeinen Bestrebung, energiesparsame Verfahren anzuwenden.

6.5.3 L: Landbedarf

Der Bau von Strassenentwässerungssystemen benötigt Raum, zumeist auf Kosten unbebauter, naturnaher oder landwirtschaftlich genutzter Flächen. Der effektive Raumbedarf ist abhängig von der Wahl des Entwässerungssystems und den lokalen Verhältnissen.

L1: Landflächenverbrauch

Beim Flächenverbrauch wird die Verhältniszahl wirksame Filterfläche / Einzugsgebietsfläche von 1/25 als Basis für die Bewertung genommen. Unter Berücksichtigung eines angenommenen, nicht nutzbaren Flächenanteils (Böschungen, Zufahrt), ergibt sich ein Grundwert von einem Punkt pro 500 m² Landverbrauch für eine Hektare Strassenfläche. Dieser Indikator begünstigt somit flächensparende Projekte.

L2: Bedeutung des beanspruchten Landes

L1 wird je nach Bedeutung des beanspruchten Landes mit folgenden Faktoren multipliziert:

Abb. 6.4. Landwerte

Landfläche	Faktor
Grundeigentum ASTRA	0
Baugebiet	1
Landwirtschaft (ohne FFF)	2
Wald, Fruchtfolgefläche (FFF)	3
Landschaftsschutzgebiet, Naturwerte	4

Diese Faktoren berücksichtigen die Gewichtung der Schutzwürdigkeit von verschiedenartigen Landflächen.

6.5.4 M: Bewertung eines Anschlusses ans kommunale Mischsystem

Für einen korrekten Vergleich müssen ebenfalls die Kosten ermittelt und berücksichtigt werden, die das eingeleitete Strassenabwasser langfristig verursacht bzw. verursachen würde, auch dann, wenn diese (noch) nicht in Rechnung gestellt werden.

M1: Aus Mischsystem entlasteter Anteil

Die Wirkung der Einleitung von Strassenabwasser auf das Überlaufgeschehen eines kommunalen Mischsystems hängt vom Ausbaustand der Regenwasserbehandlung ab und kann durch Speicherung des Strassenabwassers gemindert werden.

Der Anteil des Regenwassers, der bis zur Reinigung in der kommunalen ARA aus dem Mischsystem entlastet wird, zeigt annähernd auf, wie viele m³ Mischabwasser für jeden m³ eingeleitetes Strassenabwasser ungereinigt entlastet werden müssen.

Die Bewertung mit einem Teilpunktwert, der diesem Anteil entspricht, ist konservativ und trägt dem Umstand Rechnung, dass dieser Anteil nicht nach einer einheitlichen Methodik bestimmt wird. Der Wert ist in der Regel im Einleitungskonzept des GEP der Gemeinde oder des ARA-Einzugsgebiets ausgewiesen. Er liegt üblicherweise in der Grössenordnung von 50%.

M2: Grösse der ARA

Die Grösse kommunaler Kläranlagen wird in Einwohnerwerten (EW) gemessen. Die Ableitung des Strassenabwassers zu einer kleinen ARA mit weniger als 10'000 EW wird mit maximal 2 Punkten auf der Aufwandseite bewertet. Bei allen grösseren Anlagen wird der Logarithmus aus dem Quotienten $1'000'000 / \text{Ausbaugrösse (EW)}$ verwendet. Bei einer grossen Anlage mit 500'000 EW ergibt sich so ein Wert von 0.3 Punkten auf der Aufwandseite.

7 Überprüfung der Methode an realen Beispielen

Das Punktesystem wurde frühzeitig zur Bewertung der Entwässerung von insgesamt 25 Autobahnabschnitten angewandt. Die notwendigen Parameter wurden aus bestehenden Projekten und Studien übernommen, und wo nötig, durch Schätzungen ergänzt.

Das Ziel dieser versuchsweisen Anwendung lag nicht in einer präzisen Bewertung der einzelnen Projekte, sondern darin, die Methodik zu überprüfen und zu verbessern. Anhand der Erfahrungen aus dieser ersten Anwendung wurden die Erläuterungen präzisiert und die Skalierung angepasst.

Im Zuge der Präsentationen und Vernehmlassung der Richtlinie ASTRA 18005 [3] wurden Änderungsvorschläge bezüglich der Kriterien und ihrer Gewichtung eingebracht. Deren Auswirkungen wurden anhand der erfassten Beispiele aus der Praxis überprüft. Die Methode konnte entsprechend verbessert werden.

In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse der Anwendung der hier beschriebenen Punktwerte wiedergegeben.

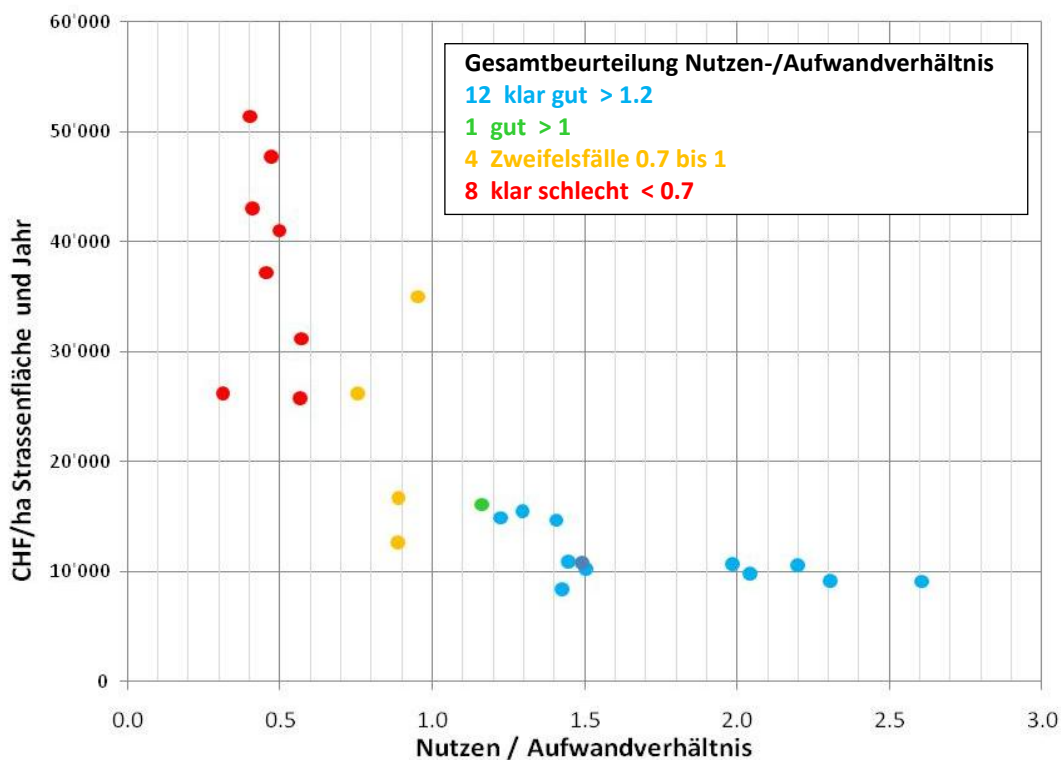


Abb. 7.1. Ergebnisse der Anwendung anhand von 25 Beispielen.

Es ist erkennbar, dass ein Drittel der geprüften Beispiele als nicht verhältnismässig beurteilt werden muss. Das Nutzen-/Aufwandverhältnis hängt sehr stark von den Kosten ab. Bei einer alleinigen Bewertung auf Grund der Kosten würden aber allenfalls wichtige Aspekte nicht berücksichtigt. Für die mit orangenen Punkten dargestellten Projekte muss die Bewertung vertieft bearbeitet werden. Bei einem dürften sich aber auf Grund des grossen Nutzens auch Ausgaben rechtfertigen, die mehr als doppelt so hoch sind wie Median und Durchschnittswert.

8 Hinweise zur Anwendung

8.1 EXCEL-Tabelle

Um Fehlerquellen bei der Anwendung der Methodik zu vermeiden und um die Berechnung zu vereinfachen, wurde der Berechnungsgang in einer EXCEL-Tabelle mit einem Schreibschutz versehen, der nur die Eingabefelder freigibt. Der Benutzer kann diesen Schreibschutz aufheben, um nötigenfalls differenziertere Berechnungen durchzuführen.

Die Tabelle kann von der Website des ASTRA heruntergeladen werden.

8.2 Massgebende Einleitstelle

Zur Beurteilung des immissionsbezogenen Zusatznutzens ist der Zustand der Einleitstelle in ein Oberflächengewässer massgebend, der ohne die zu beurteilende Massnahme auftritt oder auftreten würde. Der Nutzen gegenüber diesem Referenzzustand tritt auch dann auf, wenn die Einleitung durch den Bau einer Versickerungsanlage beseitigt wird, und kann mit den entsprechenden Punkten bewertet werden.

Bei einem Anschluss an ein kommunales Mischsystem muss geprüft werden, ob nicht der gleiche oder ein ähnlich empfindlicher Gewässerabschnitt über den nächstfolgenden Regenüberlauf oder ein Regenbecken aus dem Mischsystem belastet wird. Gegebenenfalls ist der Punktwert entsprechend zu reduzieren.

Die Nutzenpunkte für die Elimination der Schadstoffe sind jedenfalls unabhängig von der Einleitstelle zu vergeben.

8.3 Empfindlichkeit der Modelle / Genauigkeit

Aus allen Erläuterungen ist ersichtlich, dass die Punktebewertung keine exakte Wissenschaft ist, sondern nur einen plausiblen Quervergleich ermöglichen soll. Deshalb kann nicht von Genauigkeit gesprochen werden, sondern nur von einer Plausibilität der Ergebnisse. Um die Empfindlichkeit der Modelle gegenüber zufälligen Effekten zu minimieren, wird mit Bruchteilen von Punkten gerechnet. Bei einer Berechnung mit der EXCEL-Tabelle ergibt sich durch die Nachkommastellen kein zusätzlicher Aufwand. Das Nutzen-/Aufwandverhältnis als Endergebnis soll aber auf eine Nachkommastelle gerundet werden.

8.4 Einstufung der Ergebnisse

Zur Abschätzung der Verhältnismässigkeit wird die Summe der Nutzenpunkte durch die Summe der Schadenpunkte dividiert. Die Verhältnismässigkeit wird anhand der Grösse dieses Wertes ermittelt.

Abb. 8.1. Einstufung der Ergebnisse

Wert Nutzen / Aufwand	Folgerung
> 1	Nutzen höher bewertet als der Aufwand, sinnvolles Projekt.
0.7 bis 1	Genauere Prüfung erforderlich, Verhältnismässigkeit kann allenfalls in Anbetracht der Unsicherheiten des Bewertungssystem angenommen werden.
< 0.7	Nicht mehr verhältnismässig.

8.5 Schrittweises Vorgehen

Bei einem erheblichen Anteil der bisher nach der beschriebenen Methodik geprüften Projekte hat sich ein eindeutiges Ergebnis ergeben, dass sich aufgrund einzelner Punktwerte nicht ändert. Wir empfehlen ein schrittweises Vorgehen:

- Eingabe derjenigen Informationen, über die bereits Sicherheit besteht;
- Treffen von Annahmen über die übrigen Indikatoren;
- Sensitivitätsbetrachtung anhand der möglichen Minima und Maxima;
- Schrittweise Vertiefung der Abklärungen, bis das Ergebnis eindeutig ist oder bis klar ist, dass keine Eindeutigkeit erreicht werden kann.

8.6 Ausblick

Bei der Anwendung dieser Methodik zur Verhältnismässigkeitsprüfung von Strassenabwasserbehandlungsanlagen können die Indikatoren, falls notwendig, weiter verfeinert werden. Wichtig ist, dass die Handhabung relativ einfach bleibt und an Hand der üblicherweise verfügbaren oder einfach zu beschaffender Projektinformationen möglich ist. Eine Erfolgskontrolle soll nach einigen Jahren erfolgen und wird eine weitere Optimierung ermöglichen.

Anhänge

I	Auszug aus der Richtlinie	35
II	EXCEL-Tabelle	37

I Auszug aus der Richtlinie

Dieses Punktsystem dient als Grundlage für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit.

Das Total der Nutzenpunkte wird durch das Total der Aufwandpunkte dividiert. Ist der Quotient kleiner als 0.7, so zeigt das, dass die Anlage unverhältnismässig aufwändig ist.

Abb. I.1 Bewertung von Nutzen und Aufwand

Nutzenindikatoren	Bewertung Punkte
Reduktion der Emissionen	
A Verkehrsaufkommen	log DTV
B Emissionsintensive Verkehrssituationen:	
B1 Kreuzung, Einmündung, Stau	1
B2 Steigung	max. 1, für 8 %
B3 hoher Anteil Güterverkehr	max. 1, für 8 %
C Verminderte Verwehung durch Lärmschutzwände, Einschnitt o. ä.	einseitig 0.5 beidseitig 1
<i>Total Emissionsbezogene Indikatoren</i>	Σ A bis C
D Gesamt-Wirkungsgrad	Wirkungsgrad η_{tot}
<i>Verbesserung Schadstoffbilanz:</i>	= Total Emissionsbezogen * Wirkungsgrad
Immissionsbezogene Betrachtung	
E Nutzung des Wassers im Gewässer	Gewässerschutzbereich A_u & $A_o = 1$
F Wertvoller, empfindlicher Lebensraum	max. 2
G Grösse - Fliessgewässer: Einleitverhältnis V - stehendes Gewässer: Oberfläche f, ha	Kehrwert des Einleitverhältnisses V; max. 2 (bei Einleitung ohne die Behandlungsanlage)
H Durch die Behandlung vermiedene Belastung aus Kolmatierung, Verschlammung	max. 2
I Versickerung des Abwassers	Anlage führt zur Versickerung = 2
Total Nutzenpunkte:	Verbesserung Schadstoffbilanz + Summe E bis I

Zu Bemerkungen

- A** Der Zusammenhang zwischen dem DTV und den Emissionen ist klar. Hingegen besteht bei starkem Verkehrsaufkommen keine klare Korrelation zur Belastung des Strassenabwassers.
- B** In Anlehnung an die Wegleitung
- C** Grössere Wirkung der Anlage, weil mehr Schadstoffe zurückgehalten werden können.
- D** Der Einfluss allfälligen Fremdwassers muss berücksichtigt werden.

Immissionsbezogene Betrachtung

- * Die Bewertung bezieht sich auf den Gewässerabschnitt, der von der Behandlung profitiert, also die Einleitstelle im Zustand ohne die bewertete Massnahme. Die Punkte werden auch dann zugesprochen, wenn das Abwasser versickert oder ins Mischsystem eingeleitet und die Einleitung somit beseitigt wird.
- F** Kriterien: Besonders schützenswertes Gewässer, natürliches Gewässer; Lebensraum für gefährdete Tierarten
- G**
 - Massgebend für Hydraulische Belastung, Erosion und Konzentrationen der Schadstoffe
 - $1/V = Q_{e(\text{Strasse})}/Q_{347(\text{Gewässer})}$, Dimensionierungszufluss zur Anlage/Niederwasserabfluss im Gewässer
 - Für die erhöhte Empfindlichkeit stehender Gewässer wird zwingend ein Punkt vergeben
- H** Nach Methodik STORM: durch Gewässer-Spezialisten visuell festgestellt, für zukünftige Einleitungen erwartet oder berechnet.
- I** Natürlicher Wasserkreislauf, quantitativer Grundwasserschutz. Der ausreichende qualitative Grundwasserschutz wird vorausgesetzt

Aufwandindikatoren	Bewertung Punkte
<i>Kosten</i>	
J Jahreskosten pro ha _{Strassenfläche}	4'000.- CHF/a/ha = 1
Negative Umweltauswirkungen	
K Die Behandlung erfordert, dass gepumpt werden muss.	Ja = 2 Nein = 0
L1 Landflächenverbrauch	500 m ² /ha = 1
L2 Bedeutung der beanspruchten Landfläche	Grundeigentum ASTRA = 0 Baugebiet = 1 Landwirtschaft (ohne FFF) = 2 Wald, Fruchtfolgefläche (FFF) = 3 Landschaftsschutz-Gebiet, Naturwerte = 4
L Landbedarf	=L1 * L2
Auswirkungen bei Einleitung in Mischsystem	
M1 Aus Mischsystem entlasteter Anteil Regenwasser	entlasteter Anteil, 50% = 1
M2 Grösse der ARA	$\log(100'000/EW_{\text{ARA-Einzugsgebiet}})$, max. 2
Total Aufwandpunkte	Summe J bis M

Zu Bemerkungen

J	Nach Abzug der Kosten für andere Massnahmen, deren Funktion die Strassenabwasserbehandlung übernimmt oder überflüssig macht, und die sonst nötig wären (z. B. Havariebecken), inkl. geschätzte Betriebs- und Entsorgungskosten.
K	Betrieblich/organisatorische und ökologische Auswirkungen des Einsatzes von Elektromechanik. Die direkten Kostenfolgen sind in A enthalten.
M1	Entlastung von Mischabwasser anstelle des behandelten Strassenabwassers. Durch Retention des Strassenabwassers kann diese Gewässerbelastung (in der Regel mit zusätzlichem Aufwand) gemindert oder vermieden werden.
M2	Bei kleineren ARA: geringere Reinigungsleistung und grössere Umweltbelastung

Die Punktwerte wurden anhand von grundsätzlichen Überlegungen hergeleitet und an Praxisbeispielen überprüft (ASTRA/SWR, 2010, [9]). Als Referenz diente dabei ein Ableitungssystem mit einer einfachen Behandlungsanlage (z. B. Anlage mit Anforderung Standard ohne Pumpe), welche ein grosses Gewässer vor hoch belastetem Strassenabwasser schützt. Der Aufwand für ein solches System wird heute als verhältnismässig erachtet. Es ist deutlich aufwändiger als die Entwässerung über das Bankett. Die Mehrkosten fallen dabei hauptsächlich für das Kanalisationssystem und nicht für die Behandlungsanlage an.

Die Punkte sind nicht als mathematische Grössen zu betrachten, sondern sind sinngemäss einzusetzen und zu beurteilen. Die Funktionen sind auf eine Nachkommastelle zu errechnen. Das soll nicht Genauigkeit vortäuschen, sondern Sprünge in der Bewertung vermeiden, die bei der Festlegung von Schwellenwerten für ganze Punktzahlen entstehen würden.

II EXCEL-Tabelle

Abb. II.1 Berechnung von zwei realen Beispielen nach dem Punktsystem mittels Tabellenkalkulation

Projekt, Variante:		Anlage 1 (RFB, mit Pumpen)		Anlage 2 (Versickerungs-becken)	
Einzugsgebiet: Behandelte Strassenfläche	ha(EZG)	4.8		11.0	
Eingleitete Abwassermenge Q_e	l/s (Annahme 60 mm/h = 167 l/s/ha)	723		1386	
Kapazität der Anlage	l/s	21.6		2000	
Vorfuter (ohne die Behandlungsanlage)		Linthkanal		Birs	
- Fließgewässer: Q_{347}	l/s	10'000		3'100	
- stehendes Gewässer: Oberfläche F	ha				
Indikatoren und ggf. Masseinheit		Kenndaten		Pkt.	
Nutzenindikatoren		Kenndaten		Pkt.	
Reduktion der Emissionen					
A	Verkehrsaufkommen (logDTV)	(DTV = durchschnittlicher Tagesverkehr)	41'000	4.6	
B1	Kreuzung, Einmündung, Engpass	(ja = 1pkt., nein = 0pkt.)	nein	0	12'000 5.1
B2	Steigung (in %)	(1/8 pro 1%, max 1pkt.)	0%	0.0	nein 0
B3	Anteil Güterverkehr (in %)	(1pkt. pro 8%)	5%	0.6	0% 0.0
C	Lärmschutzwände an Strassenseiten	(0.5pkt. pro Seite)	keine	0.0	10% 1.3
<i>Total Punkte A bis C</i>				5.2	keine 0.0
D Gesamt-Wirkungsgrad				83%	6.3
<i>Total A bis C mal Gesamt-Wirkungsgrad</i>				4.3	80%
<i>Total A bis C mal Gesamt-Wirkungsgrad</i>				4.3	5.1
Immissionsbezogene Betrachtung					
E	Nutzung des Wassers im Gewässer, Gewässerschutzbereich	Gewässerschutzbereich A_0 / A_v ? (ja = 1pkt., nein = 0pkt.)	nein	0.0	nein 0.0
F	Wertvoller, empfindlicher Lebensraum	(Ökomorphologie - Stufe F) ¹	Klasse III & IV (gering)	0.0	Klasse II (mässig) 1.0
G	Grösse des Gewässers - Fließgewässer: Einleitverhältnis V - stehendes Gewässer: Oberfläche F, ha	($1/V$ wo $V = Q_{347}/Q_e$, max 2pkt.) ($1 + 1/F$, max. 2pkt.)	13.8	0.1	2.2 0.4
H	Durch Behandlung verminderte Gewässerbelastung: Kolmatierung, Verschlämzung	(nein = 0pkt., mittel = 1pkt., viel = 2pkt.)	nein	0.0	0.0 0.0
I	Versickerung des Abwassers	(ja = 2pkt., nein = 0pkt.)	nein	0.0	nein 0.0
Total Nutzenpunkte				4.4	ja 2.0
Total Nutzenpunkte				4.4	8.5
Aufwandindikatoren					
Baukosten (Mehrkosten wegen Behandlung)		CHF	7'386'996		1'280'000
Anteil Installationen, EMSR		Hilfsgrösse für die Abschreibung	10%		6%
J	Abschreibung	CHF/a	182'213		29'184
Betriebs, Unterhalts- und Entsorgungskosten		CHF/a	23'966		55'000
Jahreskosten		CHF/a	206'179		84'184
Jahreskosten pro ha		1pkt. pro 4000 CHF pro ha/EZG	43'000	10.8	7'700 1.9
K	Die Behandlung erfordert, dass gepumpt werden muss	(ja = 2pkt., nein = 0pkt.)	ja	2.0	nein 0.0
L1	Landflächenverbrauch für die Anlage m^2	1pkt. pro 500 m^2 /ha(EZG)	2'600	1.1	2'500 0.5
L2	Bedeutung des beanspruchten Lands	(ASTRA = 0pkt., Baugebiet = 1pkt., Landwirtschaft (ohne FFF) = 2pkt., Fruchtfolgeflächen (FFF) / Wald = 3pkt., Schutzgebiet = 4pkt.)	ASTRA	0	Baugebiet 1
L	Landbedarf	(= L1 * L2)		0.0	0.5
M1	Aus dem Mischsystem entlasteter Anteil Regenwasser (aus Einleitkonzept GEP/VGEP)	(entlasteter Anteil, 100 % = 1pkt.)		0.0	0.0
M2	Grösse der ARA	(LOG (1'000'000/ EW _{ARA}), max 2pkt.)		0.0	0.0
Total Aufwandpunkte				12.8	2.4
Quotient Nutzen/Aufwand				0.3	3.6

Legende Felder ausfüllen

Für Anschluss ans kommunale Mischsystem ausfüllen

¹Vollzug Umwelt BAFU, Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. in der Schweiz, Ökomorphologie Stufe F. Von einigen Kantonen und Gemeinden über Internet publiziert

²GUS-Gesamtwirkungsgrad: Angabe aus Projekt oder Stand der Technik

Bodenfilter 90% (Default)

Sandfilter 80% - 85%

Spitfilter 70%

Glossar

Begriff	Bedeutung
ARA	Abwasserreinigungsanlage (ARA) Kläranlage für kommunales Abwasser
EW	Einwohnerwerte (EW) Menge der Schmutzfrachten, die ein Einwohner im Mittel pro Tag mit Schmutzabwasser einleitet
FFF	Fruchtfolgefäche (FFF)
GEP	Genereller Entwässerungsplan (GEP)
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA)
VGEP	Verbands-GEP (VGEP) Genereller Entwässerungsplan für das Einzugsgebiet einer Kläranlage

Literaturverzeichnis

Bundesgesetze

-
- [1] Schweizerische Eidgenossenschaft (1999), „**Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999**“, SR 101, www.admin.ch.
-
- [2] Schweizerische Eidgenossenschaft (1983), „**Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG)**“, SR 814.01, www.admin.ch.
-

Weisungen und Richtlinien des ASTRA

-
- [3] Bundesamt für Strassen ASTRA (2013), „**Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen**“, *Richtlinie ASTRA 18005, V1.00*, www.astra.admin.ch.
-
- [4] Bundesamt für Strassen ASTRA / Bundesamt für Umwelt BAFU (2006), „**Leitfaden Strassenlärm**“, *Vollzugshilfe*, www.bafu.admin.ch.
-

Normen

-
- [5] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2009), „**Strassenentwässerung; Belastung des Strassenabwassers**“, SN-640347, www.vss.ch.
-
- [6] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2003), „**Strassenentwässerung; Grundlagen**“, SN-640340A, www.vss.ch.
-
- [7] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (vorgesehen 2014), „**Strassenentwässerung; Retention und Behandlung**“, SN-640361.
-
- [8] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (vorgesehen 2013), „**Strassenentwässerung; Unfälle und Havarien**“, SN-640364.
-

Dokumentation

-
- [9] M. Gutmann (2010), „**Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung**“, *ASTRA & Sennhauser, Werner & Rauch AG*.
-
- [10] R. Zysset, C. Hugli, R. Pfammatter (2002), „**Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen. Wegleitung**“, *BUWAL*, www.bafu.admin.ch.
-
- [11] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA (2002), „**Regenwasserentsorgung: Richtlinie zur Versickerung, Retention und Ableitung von Niederschlagswasser in Siedlungsgebieten**“, *Richtlinie*, www.vsa.ch.
-
- [12] Bundesamt für Umwelt BUWAL (1998), „**Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend)**“, www.bafu.admin.ch.
-
- [13] P. Dempsey (2009), „**Diffuse Pollution from Road Runoff**“, *Highways Agency, Environment Agency & WRc Group*.
-

Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2013	1.01	19.02.2014	Sprachliche Anpassungen.
2013	1.00	17.12.2013	Publikation Ausgabe 2013.

