

MDZ-GSA

Mobilität der Zukunft - Schadstoffrückhalt in Gewässerschutzanlagen

Programm / Ausschreibung	Mobilität der Zukunft, Mobilität der Zukunft, MdZ - 2021 Verkehrsinfrastruktur	Status	abgeschlossen
Projektstart	18.05.2022	Projektende	17.09.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	41 Monate
Keywords	Gewässerschutzanlagen-Schadstoffrückhalt-hydraulische Optimierbarkeit - Messkampagne		

Projektbeschreibung

Straßenrohwasser von hochrangigen Straßen mit einer JDTV > 15.000 enthalten eine Vielzahl an Schadstoffgruppen und ihre Versickerung bzw. Ableitung in ein Oberflächengewässer erfordert eine wasserrechtliche Bewilligung sowie eine Reinigung, um die stoffliche Belastung der aquatischen Umwelt zu minimieren. Der Platzbedarf der Gewässerschutzanlagen (GSA) für die Reinigung dieser Straßenrohwasser ist erheblich ist kann oft nur mit großem Aufwand verwirklicht werden. Das Projekt untersucht anhand einer 24-monatigen Messkampagne die hydraulische Optimierbarkeit der Bemessungsansätze von Gewässerschutzanlagen und damit eine potentielle Verringerung des Platzbedarfs bei gleichzeitiger Einhaltung der Vorgaben des Gewässerschutzes.

Die Motivation des Projektteams liegt in der Chance, Gewässerschutzanlagen praxisnah und wissenschaftlich begleitet für Planung, Bau und Betrieb hinsichtlich Platzbedarf sowie in Bezug auf Wartung und Instandhaltung zu optimieren. Dabei soll der gesamte Lebenszyklus der GSA (inklusive der Entsorgung der Filtermaterialien) betrachtet, ein „First-flush“-Ansatz umgesetzt (Betrachtung des am stärksten verschmutzten Teils eines Regenereignisses) oder auch neue Stoffe im Politikzyklus (z.B. Mikroplastik) untersucht werden.

Die Ergebnisse des Projektes stellen die Datenbasis für eine mögliche Überarbeitung und Optimierung der Planungsgrundlagen von GSA dar (RVS 04.04.11). Damit einher geht eine platzsparendere und wirtschaftlich günstigere Ausfertigung der GSA sowie ein verbesserter Gewässer- und Umweltschutz.

Abstract

Raw road water from high-ranking roads with a JDTV > 15,000 contains a large number of pollutants and its infiltration into the underground or discharge into a surface water body requires a water discharge consent as well as purification in order to minimize the pollutant load on the aquatic environment. The space required for watercourse protection facilities (GSA) for the purification of these raw road waters is considerable and can often only be constructed at great expense. Based on a 24-month measurement campaign, the project investigates the potential of hydraulic optimisation of the design of watercourse protection facilities and thus, a potential reduction of the space required while complying with the specifications of watercourse protection.

The motivation of the project team lies in the opportunity to optimise watercourse protection facilities in a practical and

scientifically accompanied manner for planning, construction and operation with regard to space requirements as well as maintenance and servicing. The entire life cycle of the GSA (including the disposal of filter materials), a "first-flush" approach (consideration of the most polluted part of a rainfall event) and new substances in the policy cycle (e.g. microplastics) will be investigated.

The results of the project provide the data basis for a possible revision and optimisation of the planning standards of GSA (RVS 04.04.11). This will result in a more space-saving and economically more favorable design of GSAs as well as improved water and environmental protection.

Endberichtkurzfassung

Es konnte anhand der gewählten Parameter AFS, Schwermetalle, PAK und KW gezeigt werden, dass die GSA Schadstoffe und Feststoffe gut zurückhalten und Grenzwerte der AAEV nur in wenigen Einzelfällen (z.B. bei Fe, AFS) überschritten wurden (Kapitel 4.1). Für alle drei GSA konnte gezeigt werden, dass der Bodenfilter und die technischen Filter sehr gute Abtrennleistungen für AFS, SM, KW und PAK aufweisen, wobei es bei Starkregenereignissen vereinzelt zu Überschreitungen des AFS-Grenzwertes durch Einzelwerte bzw. auch z.T. durch den MW gemäß AAEV kam. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass es sich bei der Probenahme um den am stärksten belasteten Teil des Ereignisses handelte und in dessen Verlauf die Konzentrationen deutlich zurück gingen. Bei technischen Filtern war eine leicht bessere Qualität der Abläufe zu erkennen. Die rechtlichen Vorgaben an den Gewässerschutz wurden somit bis auf einzelne Ausnahmefälle eingehalten.

Die Bemessung der GSA erfolgen üblicherweise anhand eines definierten Niederschlagsereignisses (Bemessungsregen, n_1 , $r = 15$ min). In der Sterngasse wurde die Anlage basierend auf einem Bemessungsregen $n = 5$, $r = 15$ min ausgelegt. Es hat sich gezeigt, dass im Beobachtungszeitraum mehrere Ereignisse stattgefunden haben, die den Bemessungsregen entsprochen haben. Bei den beprobten Ereignissen mit sehr hoher Intensität zeigte sich ein „First-Flush-Effekt“, bei dem sehr hohe Konzentrationen während einer kurzen Zeitspanne bei noch geringem Abfluss in die Anlage gelangten. Der nachfolgende Zulauf enthielt deutlich geringere Konzentrationen an AFS. Es wurden ca. 50% der Fracht in den ersten 20 min und 90% der Fracht in den ersten 30 min eingetragen. 99% der gewichteten Frachten wurden in die GSA Sterngasse und GSA Gleisdorf mit 43,5% und 45,7% und in die GSA Mühlbach mit 75% des NS-Volumens (jeweils beim größten erfassten NS-Ereignis) eingetragen. Die Messwerte der letzten beprobten Einzelproben der Ereignisse zeigen, dass die Konzentrationen sehr rasch zurück gingen und in den meisten Fällen bereits unter den Grenzwerten der AAEV lagen. Das bedeutet, dass das nachfolgende Wasser direkt abgeleitet werden könnte und nicht mit den verunreinigten Wässern des Absetzbeckens vermischt werden sollte. Diese frachtorientierte, an V99 ausgerichtete Bemessung der Absetzbecken/Filterbecken könnte den Flächenbedarf der GSA um etwa 25% bis 58% (bei gleichbleibender Behandlung der belasteten Abflussanteile) senken. Diese Ergebnisse liefern eine belastbare Grundlage für optimierte Planungen und für die Weiterentwicklung technischer Regelwerke im Bereich der Straßenentwässerung.

Die Messungen haben gezeigt, dass der Bodenfilter auch bei den sehr großen Ereignissen nur zu einem Teil genutzt wurde und dass das Retentionsvolumen im Absetzbecken für alle gemessenen Ereignisse ausreichend war.

Technische Filter zeigten eine bessere Reinigungsleistung als der Bodenfilter. Dies spricht für deren Einsatz, da sie auch nur ein Drittel des Platzes benötigen und somit der Platzbedarf der gesamten Anlage verringert werden kann. Sollte der technische Filter verkleinert werden, wäre auf die Zulassung der Filtermaterialien nach ÖNORM B2506 Teil 3 zu achten. Da diese gerade überarbeitet wird, könnte man die Prüfung an die hier gewonnenen Erkenntnisse über gelöste/ungelöste

Schwermetallkonzentrationen im Straßenwasser in die Prüfung einbeziehen, wodurch sich kleinere Filterflächen für die Einzugsflächen bzw. Flächenverhältnisse Filterfläche zu reduzierter Einzugsfläche $\ll 1:250$ ergeben würden. Weiteres Potential ergibt sich durch bautechnische und betriebliche Möglichkeiten zur Optimierung der GSA, welche unter sonstigen Erkenntnissen aufgelistet sind.

Die Drossel-basierte Bemessung führt demgegenüber an allen Standorten zu deutlich größeren Filterflächen und ist hydraulisch dominiert, sodass sie nur für spezielle Randbedingungen sinnvoll erscheint. Daher wurden diese Berechnungen hier nicht weiter angeführt.

Im Rahmen des Projektes wurden drei GSA mit Absetzbecken (AB) untersucht. Davon waren zwei ohne und eins mit Dauerstau. Das AB in der Sterngasse ist bei 3,67 ha Einzugsfläche ca. 335 m² groß und mit einer Prallwand mit Einströmöffnungen und Gabionen vor dem Ablauf ins Filterbecken ausgestattet. Im AB in der Sterngasse herrschen unterschiedliche Geschwindigkeiten im Bereich ZL und AL, was sich auch anhand der vorhandenen Ablagerungen und auch durch hydraulische Berechnungen nachweisen lässt. Die vorhandene Prallwand mit den zehn Einströmöffnungen, sowie ein gewisser Wasserstand nach einiger Zeit, dürften zu einer Reduktion der Fließgeschwindigkeiten führen. Negativ wirken sich die beiden Öffnungen im Bereich des Zulaufrohres aus. Die berechnete Entleerungszeit unterschätzt die tatsächliche Entleerungszeit. Ein oft tagelanger, geringer Wasserstand im Ablaufbecken dürfte auf die Gabionen im Ablaufbereich zurückzuführen sein, die über die Zeit verschlammten. Dadurch verlängert sich die Aufenthaltszeit und auch sehr kleine Partikel können sich zumindest vorübergehend absetzen. Rechnerisch lassen sich Partikel ab einer Größe von 7,2 µm absetzen. Korngrößenanalysen haben aber gezeigt, dass der Anteil der Partikel mit einer Korngröße zwischen 2,0 µm und 6,3 µm im Ablaufbereich 10-15% betragen kann, wodurch der nachgeschaltete Bodenfilter gut geschützt wird.

Der Zulaufbereich zum Absetzbecken in Mühlbach ist ebenfalls mit einer Prallwand mit Öffnungen ausgestattet. Es erscheint auf den ersten Blick kritisch, dass der Zufluss über eine sehr steile Rampe (Gefälle = 100%) erfolgt, wodurch es zu einem Fließwechsel von strömend hin zu schießend und anschließend wieder hin zu strömend kommen könnte, was aber selbst Zuläufen im Bereich des Bemessungsregens (Zulauf von 500 l/s) nicht passiert. Die berechneten Geschwindigkeiten liegen aber über jenen der kritischen Horizontalgeschwindigkeit der RVS 04.04.11 und es zeigte sich, dass sich erst 10 m nach dem Zulauf Sediment befindet. Daher ist anzunehmen, dass es zu Beginn eines Niederschlagsereignisses zu einem nicht zu vernachlässigenden Spülstoß kommt. Ein Vergleich der Korngrößenanalysen aus Mühlbach mit jenen der Sterngasse zeigt, dass sich in der Sterngasse wesentlich mehr feineres Material absetzt. Demzufolge dürfte die Reinigungsleistung des ABs in Mühlbach geringer sein als jene des AB in der Sterngasse. Da die Reinigungsleistung der gesamten Anlage geringfügig höher ist als in der Sterngasse, lässt sich schließen, dass die Reinigungsleistung des technischen Filters besser ist als in der Sterngasse mit Bodenfilter.

Alternativ könnte der Zulauf zum AB Mühlbach mit einem Absturzscht und Sumpf (ähnlich dem Zulauf in Gleisdorf) ausgeführt werden. Da die Sohle des Zulaufrohres rund 1,93 m über der Beckensohle liegt, ist jedenfalls eine bestmögliche Energieumwandlung auf kurzer Strecke notwendig.

Ein genereller Nachteil der trockenfallenden Becken besteht darin, dass die Salzfrachten nicht zurückgehalten werden und Lf von 60 mS/cm im Zulauf nach kurzer Zeit auch im Ablaufschacht gemessen werden.

Das AB in Gleisdorf wird im Gegensatz zu den anderen mit Dauerstau betrieben. Eine gesicherte Aussage über den Einfluss des Dauerstaus ist mit herkömmlichen hydraulischen Modellansätzen nicht möglich. Sowohl in Deutschland und der Schweiz werden Absetzbecken aber stets mit Dauerstau betrieben. In der Schweiz vertritt man nämlich die Meinung, dass bei trockenfallenden Absetzbecken die Schadstoffentfernung bei gleicher Dimensionierung geringer ist (TROCME, et al. 2021). Verglichen mit anderen „best-practice“ Erfahrungen aus anderen Staaten sind Absetzbecken in Österreich bzw. Gleisdorf weniger tief, wobei die Beckentiefe einen wesentlichen Einfluss auf die Reinigungsleistung hat. Durch tiefere Anlagen könnte sowohl eine verbesserte Reinigungsleistung als auch eine höhere Retention erzielt werden. Höhere Baukosten würden einer höheren Reinigungsleistung im Absetzbecken und einer höheren Lebensdauer des Filters gegenüber stehen.

Durch den Eintrag von Salz mit den Winterwässern kann es einerseits durch die höhere Dichte und auch die tiefere Temperatur zu einer Schichtung im AB kommen, die offensichtlich über längere Zeit bestehen bleibt. Dadurch werden die Leitfähigkeitswerte der Winterwässer ganz wesentlich gekappt und ein bedeutender Anteil der Salzfracht verbleibt in der Anlage. Wie sich diese über das Jahr entwickelt bzw. wie sie die Absetzeigenschaften beeinflusst, sollte noch wissenschaftlich erforscht werden. Dies wäre auch für den Betrieb und die Behandlung und Verbringung der Sedimente wichtig.

Unter Betrachtung des „First-Flush-Effekts“ erscheint es sinnvoll, dass der Notüberlauf in der Vorkammer des Absetzbeckens ist oder direkt aus dem Zulaufrohr ausgeleitet wird. Ist das Niederschlagsereignis tatsächlich so stark, findet dadurch keine Durchmischung mit dem höher belasteten Straßenabwasser im Absetzbecken statt. Bei Ausleitung aus einem Becken verhindert eine Tauchwand vor dem Notüberlauf den Austrag von Schwimmstoffen und Leichtflüssigkeiten. Es gilt aber zu überlegen, ob es bautechnisch möglich ist, dass bei maximalem Wasserstand der Zufluss direkt über den Notüberlauf abgeführt wird, ohne in die Vorkammer zu gelangen. Eine Abscheideeinrichtung müsste allerdings für den Fall des Eintrags von Leichtflüssigkeiten z.B. durch Unfälle an geeigneter Stelle eingerichtet werden.

In Deutschland ist es Stand der Technik, dass der Zulauf ins Becken zumindest teileingestaut erfolgt. In Gleisdorf ist die Sohle der Einströmöffnung auf Höhe des Dauerwasserstandes. Im Laufe eines Niederschlagsereignis wird die Einströmöffnung eingestaut.

Mit einer Erhöhung des Mindestwasserspiegel bzw. Dauerwasserstandes würde gleichzeitig die Einströmöffnung dauerhaft zumindest teilweise eingestaut sein. Es ist davon auszugehen, dass dadurch eine Verbesserung der Absetzbedingungen geschaffen werden würde.

Andere konstruktive Ausführungen, die auch dem Stand der Technik in anderen Ländern entsprechen, wie beispielsweise eine gleichmäßige Verteilung des Durchflusses oder ein Abfluss über die gesamte Breite, werden beim Absetzbecken in Gleisdorf erfüllt. Bei Absetzbecken mit Dauerstau bietet es sich an, Lamellenabscheider - ähnlich wie sie in Kläranlagen verwendet werden, zu installieren. Dadurch wird die Absetzfläche im Becken erhöht. Es sollte darauf geachtet werden, dass sich diese einfach, beispielsweise mit einem Hochdruckreiniger, reinigen lassen, um den Wartungsaufwand nicht zu erhöhen.

Untersuchungen des Sediments im Ablaufbereich und in der Mitte des Absetzbeckens mit Dauerstau haben ergeben, dass die Korngrößenverteilungen annähernd und damit die Fließgeschwindigkeiten gleich sind. Ein Spülstoß zu Beginn eines Niederschlagsereignisses dürfte demnach geringere Auswirkungen haben und weniger weit ins Becken wirken.

Untersuchung am Sediment bzw. am wässrigen Schlamm hinsichtlich der Schwermetallkonzentrationen haben gezeigt, dass im Sediment die Belastung um ein Vielfaches höher ist. Von einer Remobilisierung der Schwermetalle aus dem Sediment aufgrund des Dauerstaus ist damit nicht auszugehen, was Laboruntersuchungen mit den Sedimenten auch gezeigt haben.

Im Beobachtungszeitraum hat sich gezeigt, dass der Bodenfilter der GSA Sterngasse, auch bei den großen Ereignissen, nur zu einem kleinen Teil genutzt wurde, und dass das Retentionsvolumen im Absetzbecken für alle gemessenen Ereignisse ausreichend war.

Mikroplastik aus Massenkunststoffen wurde stichprobenartig in den GSA untersucht und trat in Konzentrationen knapp über der Bestimmungsgrenze auf. Mikroplastik zeigte sehr unterschiedliche Verteilungsmuster zwischen und innerhalb der GSA. Reifenabrieb (als relevante Untergruppe von Mikroplastik) wurde in fast allen Zulaufproben nachgewiesen und wurde in den GSA zurückgehalten aber dennoch auch im Ablauf identifiziert. 6-PPD und 6-PPD Chinon, welches als Antioxidans im Reifenmaterial verwendet wird, wurde in allen Proben gemessen und zeigte eine deutliche Reduktion im Ablauf. 6-PPD und 6-PPD Chinon gelten als relativ einfach zu messende Tracer für Reifenabrieb und haben selbst problematische ökotoxikologische Eigenschaften. Derzeit fehlen standardisierte Messmethoden zur Messung von Mikroplastik und Reifenabrieb und es liegen keine gewässerrelevanten Grenzwerte für diese Parameter vor.

Eine Reduktion der Streusalzmengen durch effektivere Ausbringung konnte nicht bestätigt werden, was möglicherweise durch erhöhte Bedarfe bzw. durch ein zusätzliches Aufbringen außerhalb der Streusalzperiode erklärt werden kann. Die im Chloridleitfaden angeführten, spezifischen Streumengen stimmen mit den aktuellen Bedingungen noch gut überein, eine Aktualisierung der Zeitreihe wird aber empfohlen. Die Aufhöhung der Chloridfracht durch den Ablauf der GSA Mühlbach fällt nicht ins Gewicht. Details sind in Kapitel 4.6 beschrieben.

Die Reduktion der Partikel wird in vielen Ländern als Kriterium für die Funktionsweise der GSA betrachtet. In dieser Studie wurden die AFS (Porenweite 0,45 µm) bestimmt. Die Konzentration der AFS war im Wesentlichen vom JDTV, der vorangegangenen Trockenperiode und der Intensität des Regenereignisses abhängig. Auch die AFS-Konzentrationen im Ablauf zeigten besonders beim Bodenfilter eine Ganglinie, ev. spielte die Trockenheit eine Rolle. Die Reduktion der AFS lag, gerechnet mit mittleren Konzentrationen im Zu- und Ablauf bei 84,2% für Sterngasse, 87,2% für Gleisdorf und 88,2% für Mühlbach.

PAKs sowie allgemein chemische Parameter wurden im Vergleich zu den Zulaufkonzentrationen deutlich reduziert. Ionen werden naturgemäß nicht zurückgehalten und tragen zu hohen LF-Werten im Ablauf bei.

Bei Schwermetallen kamen vor allem Aluminium, Eisen und Zink in höheren Mengen vor und wurden in den GSA zurückgehalten. Das verdeutlicht die Notwendigkeit von Gewässerschutzanlagen, um den Eintrag von Schwermetallen in Oberflächengewässer bzw. Grundwasser zu minimieren. Die sonstigen Schwermetalle wie Pb, Cd, Cu, Ni und Cr sind bereits im Zulauf gelöst, als auch gemessen als Gesamtgehalte in sehr geringen Konzentrationen vorhanden. Die Konzentrationen der gelösten Anteile der sonstigen SM sind bereits im Zulauf im Bereich der in der QZV Chemie GW gelisteten Werte.

Projektkoordinator

- Umweltbundesamt Gesellschaft mit beschränkter Haftung (UBA-GmbH)

Projektpartner

- der Wasserwirt-Projektmanagement GmbH