

Betriebliche Aspekte der dezentralen Regenwasserbehandlung am Beispiel eines Rinnenfiltersystems

Claus Huwe¹⁾

¹⁾ HAURATON GmbH & Co.KG, Werkstrasse 13, 76437 Rastatt, Abt.: Research & Development –
Versickerung / Wasserreinigung, claus.huwe@hauraton.de

Kurzfassung

Ein Retentionsrinnenfiltersystem zur Regenwasserbehandlung wurde in situ getestet um Wirkungsgrade unter Realbedingungen, wichtige Einflussgrößen und wartungsrelevante Betriebsparameter zu ermitteln.

Eine für die Straßenabflussbehandlung sehr wichtige Korngrößengruppe findet sich in der feinputikulären Fraktion kleiner 63 µm (T+U). Für den Rückhalt dieser Stoffgruppe und einer ausreichenden Filterbettverweilzeit zur Bindung gelöster Schadstoffe (Schwermetalle) wurde ein feinkörniges und karbonathaltiges Filtersubstrat verwendet.

Saisonale Einflüsse wie der Tausalzeinfluss im Winterbetrieb wirken sich auf die stoffliche und hydraulische Leistungsfähigkeit aus. Durch die Wahl eines feinkörnigen Substrates mit entsprechender Korngrößenverteilung und hohem Karbonatgehalt konnten auch unter diesen Bedingungen gute Wirkungsgrade erreicht werden.

Der Filterwiderstand des feinkörnigeren Substrates bewirkte eine trennscharfe Oberflächenfiltration mit einer raschen Konzentrationsabnahme in Fließrichtung der im Filterkörper gebundenen Schadstoffe. Bei Starkregen sorgt kurzfristiger Einstau auf der Filteroberfläche des trockenfallenden Systems für eine gleichmäßigere Verteilung schadstoffbeladener Abflüsse und damit einer gleichmäßigen Auslastung des Filterkörpers.

Einflüsse organischer Stoffe zeigen sich in dauereingestauten Systemen durch anoxische und reduzierende Bedingungen, die zur Rücklösung von Schwermetallen und der Bildung gelöster sauerstoffzehrender Substanzen und Ammonium führen.

Durchlässigkeitsentwicklung, Um- und Abbauprozesse hängen wesentlich von der Betriebsart (dauereingestaut oder trockenfallend) eingesetzter Behandlungssysteme ab. Ein Wartungsbedarf ergibt sich neben der Anlagengröße aus der Betriebsart und den verwendeten Wirkungsprinzipien und bestimmt den zeitlichen und monetären Gesamtaufwand für ein Behandlungssystem. Ein Vorteil großflächigerer Behandlungsanlagen wie Rinnensysteme liegt im großen Aufnahmevermögen für Schmutz- und Schadstoffe, wodurch bei Einhaltung bestimmter Parameter sehr lange Standzeiten ermöglicht werden können.

Einführung

Neben der Entwicklung und Prüfung von dezentralen Regenwasserbehandlungsanlagen im Labor gibt es in „realen“ Einbausituationen zusätzliche Faktoren die Leistung und Betrieb dieser Systeme beeinflussen.

Neben finanziellem Aufwand für Kauf und Einbau dezentraler Systeme kann ein beträchtlicher anlagenspezifischer Aufwand zum dauerhaften Erhalt der Funktionsfähigkeit erforderlich sein. Dieser muss daher, analog zu den zentralen Systemen, in einer Gesamtkostenbetrachtung berücksichtigt werden.

Betriebsbegleitende Untersuchungen an Retentionsrinnenfiltern, die in den Jahren 2009 und 2011 an unterschiedlichen Standorten eingebaut wurden, lieferten hierzu wichtige Daten.

Abbildung 1: Beispiel Extremfeststofflast mit 15.750 kg/ha_{A_u} in 19 Wochen durch angrenzende Bauaktivitäten, Walldorf 30.09.2011

Unterschiedliche lokale Gegebenheiten wie Anzahl von Fahrzeugen pro Tag, Fahrverhalten, Häufigkeit der Straßenkehrung, Tausalzeinsatz, Laubanfall, Anschlussflächenverhältnisse, Anströmsituationen usw. beeinflussen neben den Schad- und Feststoffeinträgen auch den Wartungsaufwand.



Der stoffliche Wirkungsgrad des Filterrinnensystems beruht auf dem Rückhalt und der Sorption von festen und gelösten Stoffen. Eine Wartung wird dann erforderlich, wenn die Bindeleistung eines verwendeten Filtermediums erschöpft ist oder wenn sich durch Kolmation eine unzureichende Entwässerungs- und Reinigungsleistung ergibt.

Insbesondere die schwer absetzbaren Schweb- und Feststoffanteile < 63 µm beeinflussen die Durchlässigkeit. Da ein hoher Anteil von Schadstoffen an die feinpartikuläre Fraktion gebunden ist, muss auch ein Großteil dieser Stoffe zurückgehalten werden. Damit ergeben sich auch betriebliche Einflussgrößen aus der Menge und Verteilung dieser Feinstoffgruppe im Filtersystem. Zudem spielt der Gehalt an organischen Stoffen mit Zehr- und Nährstoffen eine wichtige Rolle.

Betriebliche Faktoren - Filterflächenverhältnis

Das Filterflächenverhältnis bildet eine wichtige Kenngröße zur Abschätzung des Wartungsbedarfs. Es beschreibt diejenige Flächengröße die als Filterfläche mit dem dazugehörigen Filterkörpervolumen der Schmutz- und Schadstofffracht einer angeschlossenen Einzugsgebietsfläche gegenübersteht. Großflächige Filtersysteme wie Mulden- bzw. Filterrinnensysteme bieten ein Filterflächenverhältnis von 2% und mehr. Kleinstfilter, wie z.B. Straßenabläufe und Schachtanlagen bieten Filterflächenverhältnisse von 0,1% und weniger. Damit muss bereits ein Faktor von 20 in den Überlegungen zum Wartungsaufwand berücksichtigt werden.

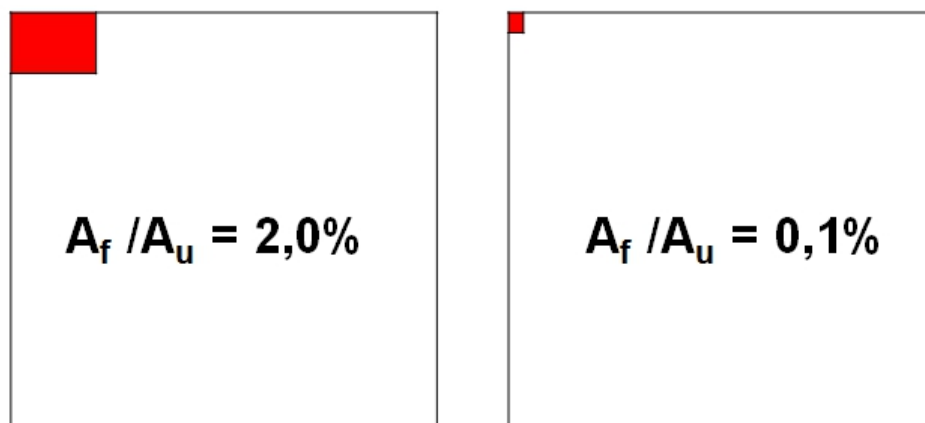


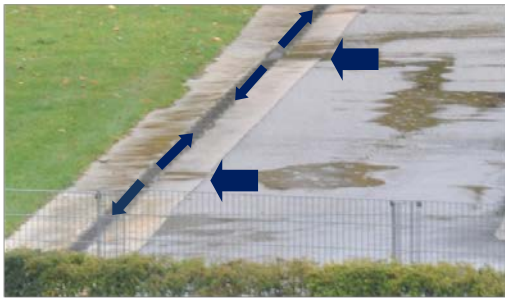
Abbildung 2: Anschlussflächenverhältnis

Betriebliche Faktoren – Anströmverhalten / Hydraulik

Einbau- und Geländegeometrien (Gefälle etc.), in Verbindung mit der konstruktiven Ausgestaltung unterschiedlicher Filtersysteme, bestimmen neben den Abflussintensitäten über das Anströmverhalten die wirksame hydraulische Last. Dabei können leicht lokale Zulaufintensitäten über 1000 l/(s*ha) auftreten.

Damit verbundene Remobilisierungsgefahren können nur durch Systeme mit entsprechendem Filterwiderstand ausgeschlossen werden. Neben einer gleichmäßigen Auslastung des ganzen Filterkörpers lässt sich dadurch auch der größtmögliche Anteil der verfügbaren Standzeit (Bindeleistung) nutzen.

Regelfall ungleichmäßige Anströmung



Bei ungleichmäßiger Anströmung ist eine gleichmäßige Verteilung und Auslastung von Behandlungseinrichtungen zwingend erforderlich.

=> führt leicht zu einem lokalen vielfachen von 100 l/(s*ha)
= DIBt-Remobilisierungsprüfkriterium

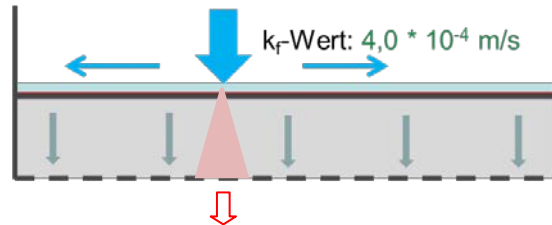


Abbildung 3: Hydraulischer und stofflicher Ausgleich durch feinkörniges Filtersubstrat

Betriebliche Faktoren – Dauereinstau

Erfahrungen mit dauereingestauten Systemen zeigen, dass sich sehr rasch reduzierende Bedingungen einstellen. Anaerobe Verhältnisse bewirken eine Rücklösung von Eisen und der daran gebundenen Schwermetalle. Erkennbar sind anaerobe Bedingungen leicht am Geruch der durch Fäulnis entstandenen Abbauprodukte sowie durch die Fällung von Eisenoxid-/hydroxid an der Wasseroberfläche bei Kontakt mit Sauerstoff.

Der Vergleich eines „trocken fallenden“ mit einem im „Dauereinstau“ betriebenen Rinnenfilter, zeigte bereits nach kurzer Zeit drastische Unterschiede in der hydraulischen Leistung. Während das dauereingestaute System nach 3 Monaten hydraulisch versagte, wies der baugleiche, aber trocken fallend betriebene Filter, noch nahezu die Ausgangsdurchlässigkeit auf. Das Versagen von dauereingestauten Filtern wird durch die im Verkehrsflächenabfluss enthaltenen organischen Verbindungen und Nährstoffe und einem damit verbundenen raschen mikrobiellen Wachstum auf dem Filterkörper bewirkt (Biokolmation).

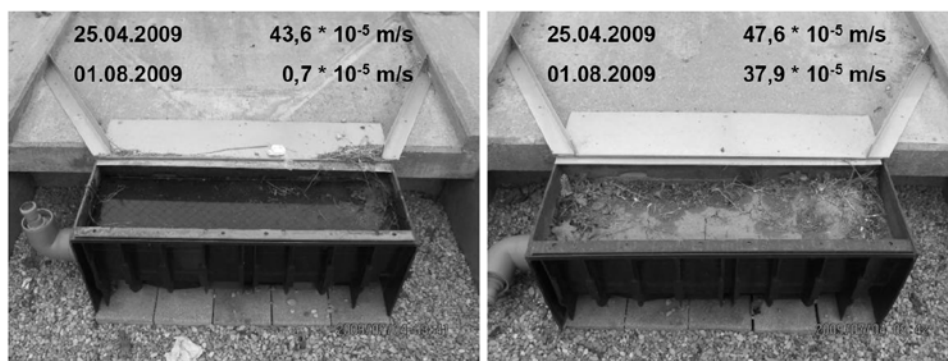
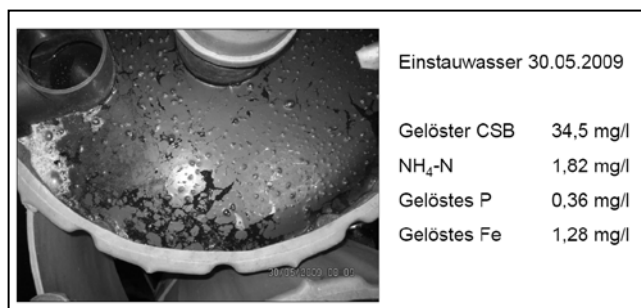


Abbildung 4: Hydraulische Unterschiede zwischen dauereingestauten und trocken fallenden Filtersystemen [8]

Filtersubstrate mit Ionenaustauschern werden zudem durch Ammonium belastet, welches unter anaeroben Bedingungen aus organischen Stoffen gebildet wird. NH_4 steht in der Selektivitätsreihe, beispielsweise für Klinoptilolithe, sehr weit oben und verdrängt sorbierte Schwermetallionen bzw. belegt entsprechende Beladungsstellen in diesen Ionenaustauschern.

Abbildung 5: Filterschacht mit Dauereinstau, Quelle: BIOPLAN [8]



Betriebliche Faktoren – Durchlässigkeit / Standzeit / Wartung

Neben den Betriebsformen „dauereingestaut“ oder „trocken fallend“ spielt vor allem der Eintrag feiner Feststoffe eine maßgebliche Rolle in der Entwicklung der hydraulischen Leistungsfähigkeit. Dafür konnte an einer Versuchsanlage mit hohem Feststoffanfall durch Aussetzung des öffentlichen Straßenkehrdienstes ein Feststoffeintrag während einer 15-monatigen Untersuchungsperiode mit 6042 kg/ha_{A_u} bewirkt werden. Über monatliche Messungen der Durchlässigkeit konnte die Korrelation von Feststoffanfall (Filterkuchenmächtigkeit, Feststoffmasse und Lagerdichte) ein Zusammenhang zur durchlässigkeitsbedingten Wartung dargestellt werden.

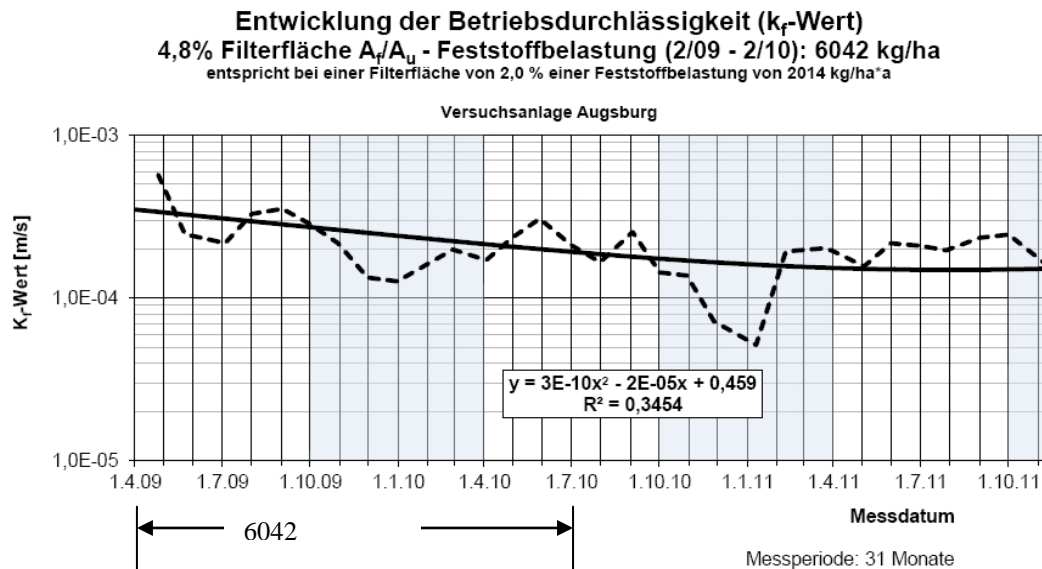


Abbildung 6: Durchlässigkeitsentwicklung in Abhängigkeit vom Filterflächenverhältnis

Bei hoher Bindekapazität wird durch ein feinkörniges Filtersubstrat neben einer hohen Reinigungsleistung durch Oberflächenfiltration auch eine einfache Wartung durch Schälung und Absaugung ermöglicht. Je höher die vorhandene Bindeleistung ist desto häufiger können, in oberflächennahen leicht zugänglichen Systemen, diese einfachen Wartungsvorgänge zum Erhalt der Durchlässigkeit durchgeführt werden. Je größer ein Filterkörper ist, desto mehr Bindeleistung steht auch für die mit Schwermetallen konkurrierenden „Fremdionen“ zur Verfügung. Bei einer Filtersubstratmenge von 5 kg je angeschlossenem 1m² Einzugsgebietsfläche kann ein Substrat mit einer Bindeleistung von 2,5 grZn_{gelöst}/kg_{Substrat} bei verkehrsflächenüblichen Abflussbelastungen Standzeiten von über 60 Jahren erreichen.



Abbildung 7: Oberflächenfiltration und Tiefenfiltration

Literatur

- [1] Michael Reiter (2014): Untersuchung der DRAINFIX CLEAN Filtersubstratrinnen im Neubaugebiet Walldorf Süd, Bachelorarbeit am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Wasser und Gewässerentwicklung, Bereich Siedlungswasserwirtschaft und Wassergütwirtschaft.
- [2] Lambert, B. Prüfung von dezentralem Straßenabfluss – Behandlungsverfahren im Feld, Präsentation an der Fachhochschule Frankfurt am 12.05.2011 im Rahmen der Veranstaltung „Status Quo und zukünftige Entwicklungen“, (2011).
- [3] LAMBERT, B. (2007): Bodenkundliche Untersuchungen an der Straßenbankettlysimeteranlage in Augsburg, Derchingerstraße. Abschlussbericht 2007. Auftraggeber Landesamt für Umwelt Augsburg.
- [4] LAMBERT, B. (2010): Reinigung von Verkehrsabflüssen durch Rinnenfilter der Fa. Hauraton, Versuchsanlage Derchingerstraße. Zwischenbericht. Auftraggeber Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) e.V., Berlin.
- [5] DIBt – Zulassungsgrundsätze für „Niederschlagswasserbehandlungsanlagen“ Teil 1: Anlagen zum Anschluss an Verkehrsflächen bis 2000 m² und Behandlung des Abwassers zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser; Entwurf (Februar 2010).
- [6] Dr. Pecher AG, IB Reinhard Beck, WSW Energie & Wasser AG – (Juni 2010) Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: Gegenüberstellung der Möglichkeiten zentraler und dezentraler Regenwasserbehandlungsmaßnahmen für zwei Gewässereinzugsgebiete, Gefördert durch die Bezirksregierung Düsseldorf (MUNLV)
- [7] Lambert, B. Seminar: Eignung von Böden für die Behandlung von Niederschlagsabflüssen; Präsentation „Stoffliche Auswirkungen der Regelwerksbestimmung - Belebte Bodenzone - auf das Sickerwasser“, Karlsruhe (24.04.2012).
- [8] Lambert, B. Fachtagung: Ökologischer Umgang mit schadstoffbelastetem Regenwasser; Präsentation Seminar Hauraton Bochum (13.02.2014).
- [9] Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR; Stadtbetriebe Königswinter; Stadtentwässerung Schwerte GmbH; , IB Reinhard Beck, WSW Energie & Wasser AG – (Projektlaufzeit: 10.07.2008 – 30.12.2010) Abschlussbericht des Forschungsprojektes: Dezentrale Niederschlagswasserbehandlung in Trennsystemen – Umsetzung des Trennerlasses, Gefördert vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) und der Bezirksregierung Köln (Nov. 2011).