

Kurzfassung des Abschlussberichtes

Wirksamkeit eines dezentralen Behandlungssystems für Niederschlagswasser von Verkehrsflächen

August 2006

Auftraggeber: Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen
Schwannstraße 3
40476 Düsseldorf

Bearbeitung: Fachhochschule Lippe und Höxter,
Abteilung Höxter
An der Wilhelmshöhe 44
37671 Höxter

Dipl.-Ing. Volker Pick

Prof. Dr.-Ing. Joachim Fettig

Prof. Dipl.-Ing. Manfred Mieth

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	2
2	Standortwahl und Belastungssituation	3
3	Beschreibung des CENTRIFOEL[®]-Systems	3
4	Konzept der Datenerfassung und -auswertung	6
5	Erfahrungen aus dem Probetrieb der Anlage	8
6	Hydrologische Verhältnisse und Anlagenhydraulik	9
7	Reinigungsleistungen	11
8	Erfahrungen aus Anlagenbetrieb und Wartung	14
9	Zusammenfassende Bewertung des Systems	14
10	Literatur	16

1 Einleitung

In einem Gewerbegebiet der Stadt Höxter, welches in die Kategorie II¹ des Runderlasses des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 26.05.2004 „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ [1] einzuordnen ist, sollte eine Reinigungsstufe für das von den Verkehrsflächen ablaufende und einem Vorfluter zugeleitete Niederschlagswasser installiert werden. Da der Bau einer zentralen Einrichtung mit einem sehr hohen Aufwand verbunden gewesen wäre, wurde als Alternative seitens der Stadt Höxter in Abstimmung mit dem Staatlichen Amt für Umwelt und Arbeitsschutz OWL (StAfUA) ein dezentrales Behandlungssystem vom Typ Centrifoel[®] gewählt, welches in normale Straßeneinläufe eingebaut werden kann. Mit diesem System wäre es bei ausreichender Wirksamkeit möglich, der Behandlungspflicht in bebauten Gebieten auch bei ungünstigen örtlichen Verhältnissen nachzukommen. Vor dem Einsatz an anderer Stelle war es jedoch erforderlich, den Betrieb und die Wirksamkeit des Systems genauer zu untersuchen und ggf. zu optimieren, da hierfür noch keine ausreichenden Nachweise geführt worden waren.

Im Rahmen dieser, durch das Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW geförderten Untersuchung sollte das Centrifoel-System im betrieblichen Einsatz hinsichtlich der folgenden Kriterien untersucht und bewertet werden:

- Hydraulische Belastbarkeit
- Wirksamkeit im Betrieb (Reinigungsleistung)
- Notwendigkeit und Häufigkeit einer Anlagenreinigung
- Handhabung bei den Wartungsarbeiten

Der Untersuchungszeitraum sollte ein komplettes Jahr umfassen, um sowohl jahreszeitliche Schwankungen in der Zusammensetzung des Niederschlagswassers zu berücksichtigen als auch Einflüsse der Witterung auf den Einsatz des Systems zu ermitteln.

¹ Kategorie II: Schwach belastetes (= gering verschmutztes) Niederschlagswasser, für das grundsätzlich die Notwendigkeit einer Behandlung besteht. Im Einzelfall kann von der (zentralen) Behandlung abgesehen werden, wenn (.....) eine vergleichbare dezentrale Behandlung erfolgt.

2 Standortwahl und Belastungssituation

Das Gewerbegebiet „Pfennigbreite“ befindet sich im Westen der Kreisstadt Höxter an der Landstraße L 755. Die Nutzung des Gebietes ist vorwiegend durch Lebensmittel- und Einzelhandelsgeschäfte sowie einige produzierende Betriebe geprägt. Die Verkehrsbelastung beträgt ca. 3.500 Kfz pro Tag. Als Standort für die Versuchsanlage wurde ein Straßeneinlauf im Innenbereich der abknickenden Vorfahrtsstraße gewählt (Abbildung 1). Die beiden in Fahrtrichtung zur Kreuzung „Lütmarser Straße“ installierten Straßeneinläufe wurden verschlossen, um eine Anschlussfläche von ca. 400 m² zu erhalten, die der oberen vom Hersteller genannten Auslegungsgröße entspricht.

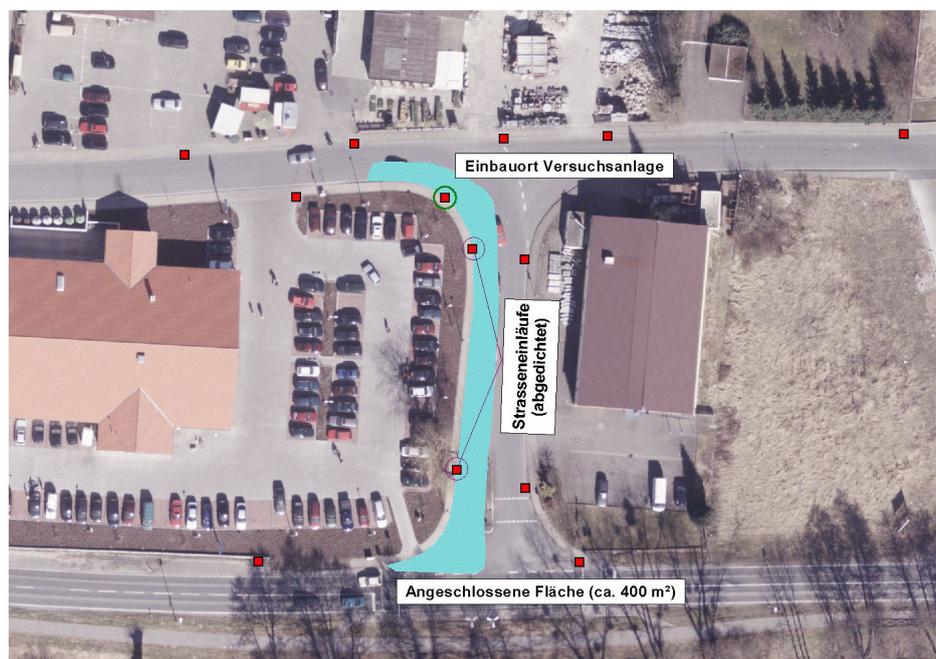


Abbildung 1: Übersicht über den Einbauort der Versuchsanlage

3 Beschreibung des CENTRIFOEL[®]-Systems

Der CENTRIFOEL[®] Straßenablauf ist ein Produkt der Firma Valperz-Scarabaeus GmbH mit Sitz in 51580 Reichshof. Das Unternehmen bewirbt auf seiner Internet-Seite mit Hinweis auf den oben genannten Runderlass dieses System als geeignete Alternative zu konventionellen Reinigungsverfahren [2]. Ein weiterer Vertrieb findet durch die Firma Roval Umwelt Technologie Vertriebsgesellschaft mbH mit Sitz in Gummersbach statt.

Das als Leichtstoffabscheider mit integriertem Nassschlammfang ausgeführte System, nachfolgend vereinfacht Centrifoel-System genannt, soll laut Herstellerangaben bei der Abscheidung von Schwermetallen, Schlamm, Mineralöl und Kohlenwasserstoffen einen Wirkungsgrad von 90 % bis 99 % erreichen [2]. Die hydraulische Belastbarkeit wird mit einem Volumenstrom von 5 l/s angegeben. Der Bruttopreis für die Anschaffung eines Systems beläuft sich auf ca. 1.600 Euro, die Einbaukosten betragen nach Aussage des Bauamtes der Stadt Höxter ca. 1.500 Euro, so dass von Investitionskosten in Höhe von ca. 3.100 Euro je System auszugehen ist.

Das System besteht aus einem zylinderförmigen Unterteil aus Polyethylen und einem Aufsatz mit integriertem Laubfang aus Stahl. Die Höhe beträgt ohne Aufsatz 120 cm und der Innendurchmesser 45 cm. Im Betriebszustand ist das System ständig mit ca. 0,1 m³ Niederschlagswasser gefüllt. Ein Schema der Anlage mit der Bezeichnung der einzelnen Anlagenteile ist in Abbildung 2 dargestellt.

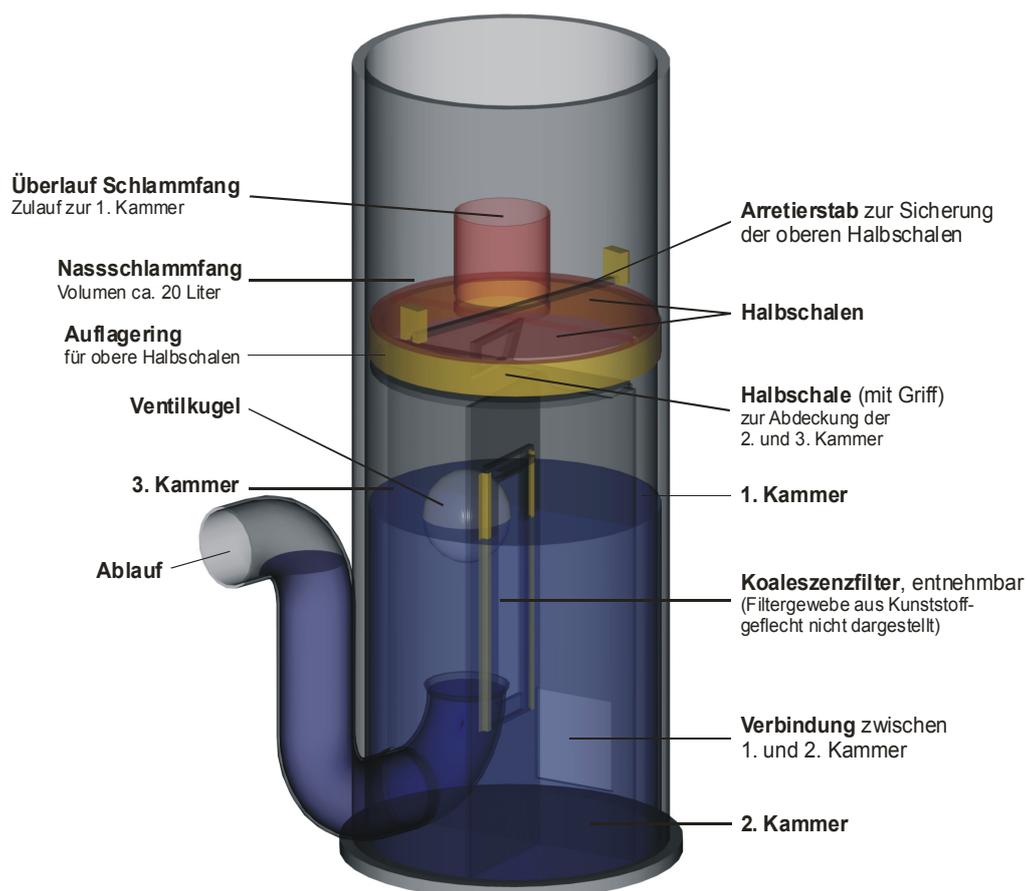


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Centrifoel-Systems als 3D-Modell im befüllten Zustand mit Kennzeichnung der einzelnen Bestandteile

Der Laubfang des Systems entspricht den üblicherweise in Trockengullys eingebauten Modellen. Direkt unterhalb des Aufsatzes befindet sich ein Nassschlammfang, der durch drei Halbschaleneinsätze von den darunter liegenden drei Kammern getrennt wird. Über das in eine der Halbschalen eingelassene vertikal angeordnete Rohr gelangt das Niederschlagswasser in die erste Kammer. Die Kammern sind durch senkrechte Wände, die mit der Außenhülle seitlich verschweißt sind, asymmetrisch voneinander getrennt (Abbildung 3). Durch eine fehlende Verbindung der Wände mit der Bodenplatte ergibt sich durch den ca. 1 mm großen Spalt die Gefahr einer Kurzschlussströmung zwischen den einzelnen Kammern, sofern Sedimente diese nicht im Bodenbereich abdichten und somit verschließen.



Abbildung 3: Blick in die unteren drei Kammern des Centrifloel-Systems (die Ventilkugel wurde hier entnommen)

Das im Laubfang von groben Feststoffen befreite Wasser gelangt zunächst in den darunter liegenden Nassschlammfang mit einem Volumen von ca. 20 Litern, in dem Sinkstoffe abgetrennt werden sollen. Die beiden Halbschalen, die als Sohle des Schlammfanges dienen, sind nicht fugendicht ausgeführt, so dass bei einer Inbetriebnahme und nach durchgeführten Reinigungen zunächst eine Abdichtung der Sohle durch sedimentierten Feststoff erfolgen muss. Innerhalb dieser Betriebsphase soll die untere Halbschale einen direkten Zufluss von belastetem Wasser in die zweite und dritte Kammer verhindern. Mit zunehmender Betriebsdauer soll sich der Schlammfang selbst abdichten und eingestaut betrieben werden. Eine weitere Aufgabe der unteren Halbschale liegt in der Abdichtung der Kammern Zwei und Drei bei einem Rückstau im System. Ein direkter Abfluss des zulaufenden Niederschlagswassers über die Kammer Drei soll hierdurch vermieden werden.

Im Normalfall fließt das Niederschlagswasser über das vertikale Rohr in die erste Kammer, die der Abscheidung von Leichtstoffen und weiterer Feststoffe dient. Bedingt durch den mit einem Abstand von nur 10 cm zum Behälterboden angeordneten rechteckigen Durchlass zur zweiten Kammer ist die Kapazität zur Speicherung von Schlamm auf ein Volumen von ca. 15 Liter begrenzt.

Die zweite Kammer weist das geringste Volumen aller drei Kammern auf und soll zur Strömungsberuhigung dienen. Von hier aus fließt das Wasser durch einen so genannten Koaleszenzfilter ab, welcher in den oberen Teil der Trennwand zur dritten Kammer eingebaut ist und für eine Vereinigung von kleinen Öltröpfchen zu größeren Aggregaten sorgen soll. Der Filterkörper besteht aus einer Kunststoffwolle.

In der dritten Kammer befindet sich der Ablauf, der als Ventil ausgeführt ist, um bei einem Durchbruch von Leichtflüssigkeit deren Abfluss aus dem System zu verhindern. Die eingesetzte Ventilkugel aus Kunststoff hat eine etwas geringere Dichte als Wasser und eine höhere als Benzin und Öl und soll den Ablauf verschließen, sobald Leichtflüssigkeit in die dritte Kammer gelangt.

Es werden weitere Varianten des Systems, z.B. mit einem zusätzlichen, vorgeschalteten Nassschlammfang angeboten, die jedoch aufgrund des doppelten Platzbedarfs nicht für den Einsatz im Straßenbereich geeignet sein dürften.

4 Konzept der Datenerfassung und -auswertung

Zur Ermittlung der behandelten Niederschlagswassermenge wurde das Centrifoel-System mit einer Durchflussmessung (Q-Logger) ausgestattet, die auch zur Steuerung der mengenproportionalen Probenahme im Zu- und Ablauf diente. Um eine geeignete Methode für die Durchflussmessung zu finden, wurde das hydraulische Verhalten des Systems im Wasserbaulabor der Fachhochschule bei Beschickung mit Volumenströmen von 0,07 bis 3,5 l/s untersucht. Es zeigte sich eine gut reproduzierbare Abhängigkeit der Wasserspiegelhöhe in der zweiten und dritten Kammer des Systems vom eingestellten Volumenstrom, so dass entschieden wurde, einen Messkopf zur Aufnahme der Druckhöhe (Wassersäule) in die 2. Kammer zu installieren.

Parallel wurden die Niederschlagshöhen eines vom Staatlichen Amt für Umwelt und Arbeitsschutz betriebenen Regenmessers ausgewertet, um die Niederschlagsintensitäten und den abflusswirksamen Anteil der angeschlossenen Verkehrsfläche bestimmen zu können. Die

Auswertung der Niederschlagsdaten zur Beurteilung der Wiederkehrhäufigkeit ausgewählter Regenereignisse erfolgte durch den Einsatz der Softwarepakete LANGZEIT 6.1 sowie KOSTRA-DWD 2000 des ITWH.

Die automatische Entnahme der Zulaufproben erfolgte aus der ersten Kammer im turbulenten Bereich unterhalb des Überlaufrohres aus dem Nassschlammfang, die der Ablaufproben aus der 3. Kammer. Der Q-Logger war so programmiert, dass es nach einem Durchflussinkrement von 50 Litern jeweils zu einer Probenahme von ca. 50 ml kam. Aus den Einzelproben wurden Wochenmischproben gebildet und auf die in Abschnitt 7 aufgeführten Parameter untersucht. Zum Vergleich der Reinigungsleistung des Centrifloel-Systems mit der anderer Verfahren wird der in Abbildung 4 dargestellte Bilanzrahmen ohne Berücksichtigung des Laubfangs verwendet, da die Vorabscheidung von Laub und groben Sedimenten auch in den meisten herkömmlichen Straßeneinläufen stattfindet.

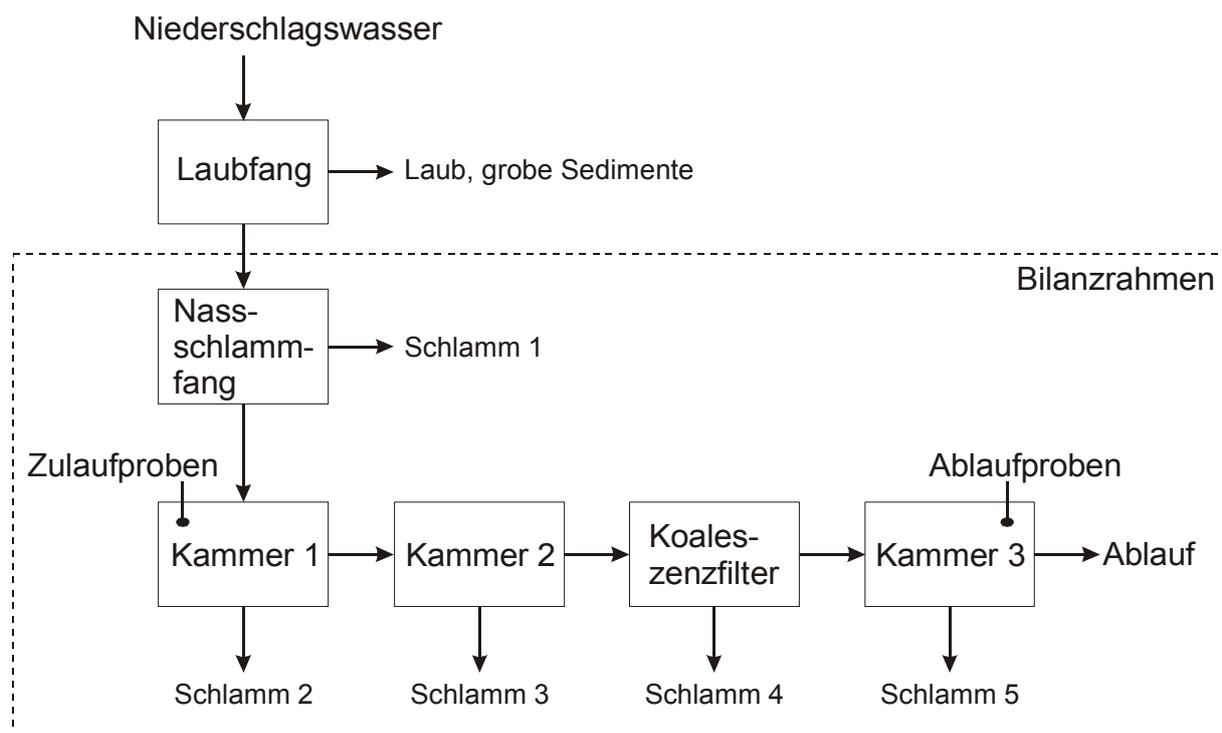


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Bilanzrahmens für diese Untersuchung

5 Erfahrungen aus dem Probetrieb der Anlage

Während eines einwöchigen Probetriebs der Anlage wurden die Durchflussmessung und die Probenahme unter realen Bedingungen überprüft und anschließend die gesamte Anlage gereinigt. Bei der Datenauswertung zeigte sich, dass der abflusswirksame Anteil für die einzelnen Ereignisse mit der Anzahl der Regen stetig von anfangs 20 % auf bis zu 248 % zuzunehmen schien. Dies war natürlich nicht möglich, und als Ursache für die überhöhten Durchflussmessungen stellte sich während der Reinigung des Systems der Koaleszenzfilter heraus: Das Kunststoffgewebe war durch kleinere Laubstücke und feinen Schlamm teilweise verblockt und führte zu einem vermehrten Aufstau des Wassers in Kammer 1 und 2 und damit zu fehlerhaften Durchflussmessungen des Q-Loggers, die bei den vorbereitenden Arbeiten im Wasserbaulabor nicht vorhersehbar waren und das Verfahren der Durchflussmessung in dieser Kammer grundsätzlich in Frage stellten. Das sich aus der raschen Verblockung des Koaleszenzfilters ergebende Rückstauverhalten des Systems sollte jedoch als wichtiges hydraulisches Kriterium mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen werden. Daher wurde die Messsonde nicht sofort in die 3. Kammer umgesetzt, sondern zunächst eine gewisse Zeit in der 2. Kammer belassen, um die Aufstauhöhen im System bei unterschiedlichen Regenereignissen zu registrieren. Innerhalb dieser Zeitspanne wurden zwar die Höhenstände korrekt erfasst, die daraus abgeleiteten Durchflussmengen waren jedoch fehlerhaft. Deshalb wurde ergänzend das Modell KOSIM an die Randbedingungen der Untersuchungsfläche angepasst, kalibriert und zur Berechnung der abflusswirksamen Anteile der auftretenden Niederschlagsereignisse eingesetzt.

Für das weitere Vorgehen wurde der Untersuchungszeitraum in die folgenden drei Phasen mit unterschiedlichen Bedingungen unterteilt, um möglichst viele Informationen über den Anlagenbetrieb zu erhalten:

1. Phase: Ermittlung des hydraulischen Verhaltens auf der Zulaufseite

- Dreimonatiger Betrieb des Systems mit monatlicher Reinigung in der ursprünglich gewählten Konfiguration (mit Koaleszenzfilter, Messkopf in der 2. Kammer).
- Paralleler Aufbau eines geeigneten KOSIM-Modells zur Ermittlung der korrekten Volumenströme.
- Die erhöhte Einzelprobenanzahl, die aus diesem Vorgehen resultiert, führt nicht zu verfälschten Ergebnissen bei der Bilanzierung, sofern sichergestellt ist, dass die Konzentrationen bei den späteren Frachtberechnungen mit den korrekten Volumenströmen aus dem KOSIM-Modell verknüpft werden.

2. Phase: Ermittlung des Einflusses des Koaleszenzfilters auf die Reinigungsleistung

- Dreimonatiger Betrieb ohne Koaleszenzfilter, Messkopf in der 2. Kammer.
- Durchführung einer abschließenden Reinigung des Systems.
- Verfeinerte Kalibrierung des KOSIM-Modells.

3. Phase: Ermittlung des Abflussverhaltens auf der Ablaufseite

- Sechsmonatiger Betrieb mit Koaleszenzfilter, Messkopf in der 3. Kammer.
- Zwischenreinigung des Nassschlammfangs und des Koaleszenzfilters nach einer ausreichend langen Betriebsphase.
- Abschließende Reinigung des Systems am Ende des Versuchsbetriebs.
- Überprüfung der Ergebnisse des KOSIM-Modells.

6 Hydrologische Verhältnisse und Anlagenhydraulik

Die Messwerte des Regenmessers und des Q-Loggers wurden wöchentlich ausgelesen und zunächst unbearbeitet als Rohdaten in eine für dieses Projekt erstellte Datenbank übertragen. Anschließend erfolgte eine Kontrolle der Werte auf Plausibilität und ggf. eine Korrektur der Basislinie des Q-Loggers mit Hilfe eines Programms innerhalb der Datenbank. Für die Auswertung des Abflusses mit Hilfe des KOSIM-Modells wurden die aufgezeichneten Niederschlagshöhen in die Simulation übernommen. Die resultierenden Abflüsse konnten dann den Werten des Q-Loggers gegenübergestellt werden.

Die für die einzelnen Betriebsphasen ermittelten Volumina sind in Abbildung 5 als Summenwerte für die durchgeführten Reinigungsintervalle grafisch dargestellt. Deutlich zu erkennen ist die starke Überhöhung der gemessenen Volumina des Q-Loggers für die Betriebsphase I im Vergleich zu den Daten der KOSIM-Simulation. Für die Betriebsphasen II und III ist die Übereinstimmung der gemessenen Werte mit der KOSIM-Simulation dagegen gut. Bei der Betrachtung einzelner Regenereignisse waren die berechneten Abflüsse nur bei wenigen Starkregen geringer als die gemessenen. Somit können die mittels KOSIM berechneten Abflüsse als zuverlässige Eingangsgrößen zur Beurteilung der Reinigungsleistung des Systems angesehen werden.

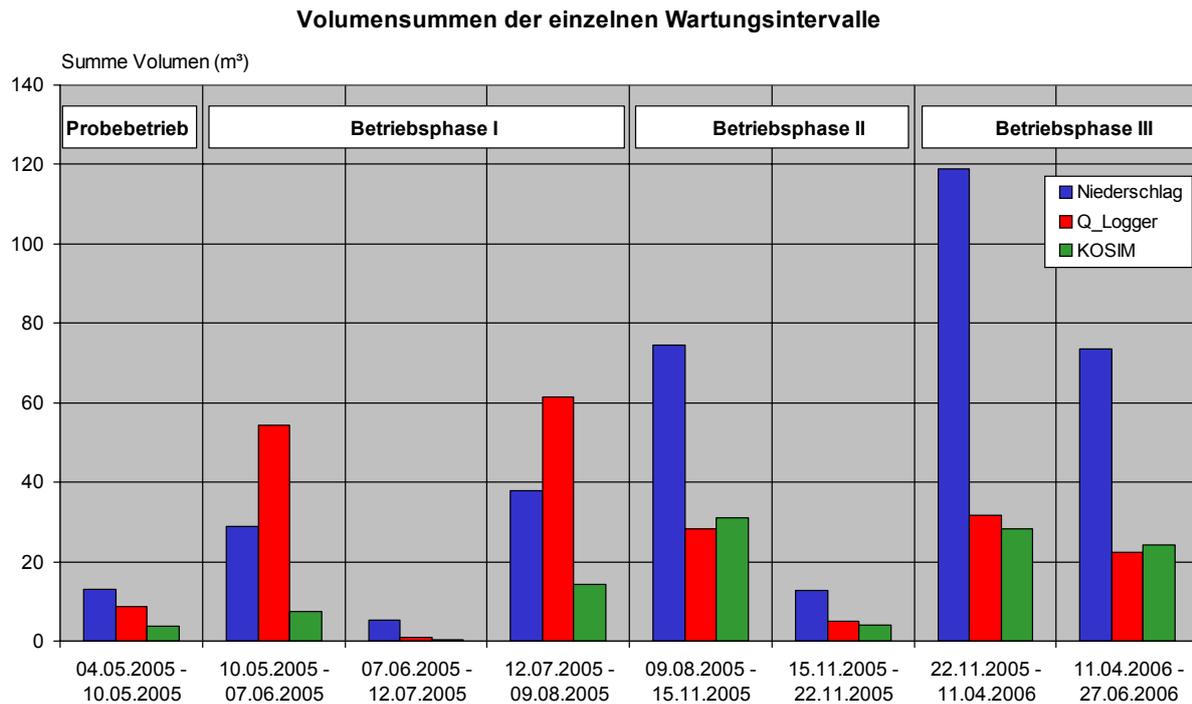


Abbildung 5: Volumensummenwerte für die einzelnen Wartungsintervalle

Zur Beurteilung des hydraulischen Verhaltens des Centrifoel-Systems wurden ausgewählte Regenereignisse mit unterschiedlicher Intensität und Wiederkehrhäufigkeit und deren Auswirkung auf das Abflussverhalten ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die hydraulische Leistungsfähigkeit des Centrifoel-Systems maßgeblich über den eingebauten Koaleszenzfilter begrenzt wird. Dessen rasche Neigung zur Verblockung mit feinen Feststoffteilchen und Blättern führt bereits nach wenigen Regenereignissen zu einem überproportionalen Anstieg des Flüssigkeitsstandes im System.

Die vom Hersteller angegebene maximale hydraulische Belastung von $Q = 5 \text{ l/s}$ entspricht bei einer angeschlossenen Fläche von $A = 400 \text{ m}^2$ einer Regenspende von $r = 125 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$. Ereignisse mit dieser Spende treten in der Dauerstufe 5 Minuten im Gebiet der Stadt Höxter gemäß KOSTRA-DWD 2000 mit einer Wiederkehrzeit von $T_n = 0,71$, also 1,4 Mal pro Jahr auf. Als kritische Aufstauhöhen in der Centrifoel-Anlage mit eingebautem Koaleszenzfilter wurden folgende Werte ermittelt: Zu einem Rückstau bis auf Fahrbahnniveau kam es ab einer Regenspende von $r = 120 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$, die in etwa der Angabe des Herstellers hinsichtlich der maximalen hydraulischen Belastbarkeit entspricht. Rückstauhöhen von 42 cm und mehr, die zu einem vollständig eingestauten Nassschlammfang und ggf. auch zu einem Einstau des Laubfangs führen können, wurden bereits bei Spenden ab ca. $25 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ erreicht.

7 Reinigungsleistungen

Nachfolgend wird die Wirkung der Behandlungsanlage anhand verschiedener Wasserqualitätsparameter dargestellt. Alle Analysen erfolgten aus der homogenisierten Probe.

- pH-Wert: Die Mittelwerte betragen $\text{pH} = 7,3$ für den Zulauf und $\text{pH} = 7,4$ für den Ablauf. Signifikante Unterschiede zwischen Zu- und Ablaufwerten können bis auf zwei Wertepaare im Mai und Juni 2006 nicht verzeichnet werden.
- Leitfähigkeit: Mit Ausnahme der Wintermonate, in denen bedingt durch den Streusalzeinsatz sehr hohe Werte vorkamen, lagen die arithmetischen Mittelwerte in der restlichen Zeit für den Zulauf bei $104 \mu\text{S}/\text{cm}$ und für den Ablauf bei $117 \mu\text{S}/\text{cm}$. Die gegenüber dem Zulauf geringfügig erhöhten Ablaufwerte werden auf eine Auflösung partikulärer Stoffe aus dem Sediment während der Trockenphasen zurückgeführt.
- Trübung: Die arithmetischen Mittelwerte betragen $45 \text{ TE}(\text{F})$ für den Zulauf und $39 \text{ TE}(\text{F})$ für den Ablauf. Es findet somit eine Verminderung der Trübung um ca. 13 % statt. Hierbei ist zu beachten, dass die Probenahme aus dem Zulauf in Kammer Eins und damit erst nach der Abscheidung größerer und schwererer Teilchen im Nassschlammfang der Anlage erfolgte.
- Abfiltrierbare Stoffe (AFS): Die arithmetischen Mittelwerte betragen $41 \text{ mg}/\text{l}$ für den Zulauf und $31 \text{ mg}/\text{l}$ für den Ablauf, d.h., es findet in der Anlage eine Konzentrationsabnahme um im Mittel 24 % statt. Beim Betrieb ohne Koaleszenzfilter während der Betriebsphase II sind die Ablaufwerte nicht signifikant höher als mit Koaleszenzfilter.
- CSB-Wert: Die arithmetischen Mittelwerte betragen $85 \text{ mg}/\text{l}$ für den Zulauf und $69 \text{ mg}/\text{l}$ für den Ablauf. Demnach wird dieser Parameter bei einer Passage der Anlage im Mittel um ca. 19 % reduziert.
- TOC-Wert: Der Verlauf der Ganglinien entspricht im Wesentlichen denen des CSB. Die arithmetischen Mittelwerte betragen $20,2 \text{ mg}/\text{l}$ für den Zulauf und $18,6 \text{ mg}/\text{l}$ für den Ablauf, d.h. dieser Parameter wird nur um ca. 8 % verringert.
- Schwermetalle: Hier kam es häufiger zu dem Ergebnis, dass die Konzentrationen im Ablauf, möglicherweise bedingt durch Rücklösevorgänge aus den in der Anlage abgeschiedenen Sedimenten, höher waren als die im Zulauf. Genauere Aussagen zur Reinigungsleistung ließen sich erst durch die Berechnung von Frachten und die Berücksichtigung der Metallgehalte in den Schlämmen erhalten.

- Kohlenwasserstoffe: Hier betragen die arithmetischen Mittelwerte 0,24 mg/l für den Zulauf und 0,25 mg/l für den Ablauf. Somit ist kein Reinigungseffekt in der Anlage festzustellen, allerdings ist bei diesen niedrigen Konzentrationen auch anzunehmen, dass die Stoffe nicht als Tröpfchen, sondern an Feststoffe assoziiert vorkommen.

Zur Bestimmung des Gesamtwirkungsgrades für die Abscheidung wurden für die einzelnen Wartungsintervalle die Massensummen des jeweiligen Stoffes im Zu- und Ablauf der Anlage ermittelt. Für die Zulaufseite wurde hierbei auch der im Nassschlammfang zurückgehaltene Feststoff berücksichtigt. In Abbildung 6 ist beispielhaft das für den Parameter Zink erhaltene Resultat dargestellt. Für die Betriebsphasen I und III mit eingebautem Koaleszenzfilter lagen die Gesamtwirkungsgrade zwischen 8 und 73 %. In der Betriebsphase II ohne Koaleszenzfilter waren dagegen die Massen an Zink im Ablauf sogar geringfügig höher als im Zulauf. Dieser Befund fiel für den Parameter Kupfer ähnlich aus.

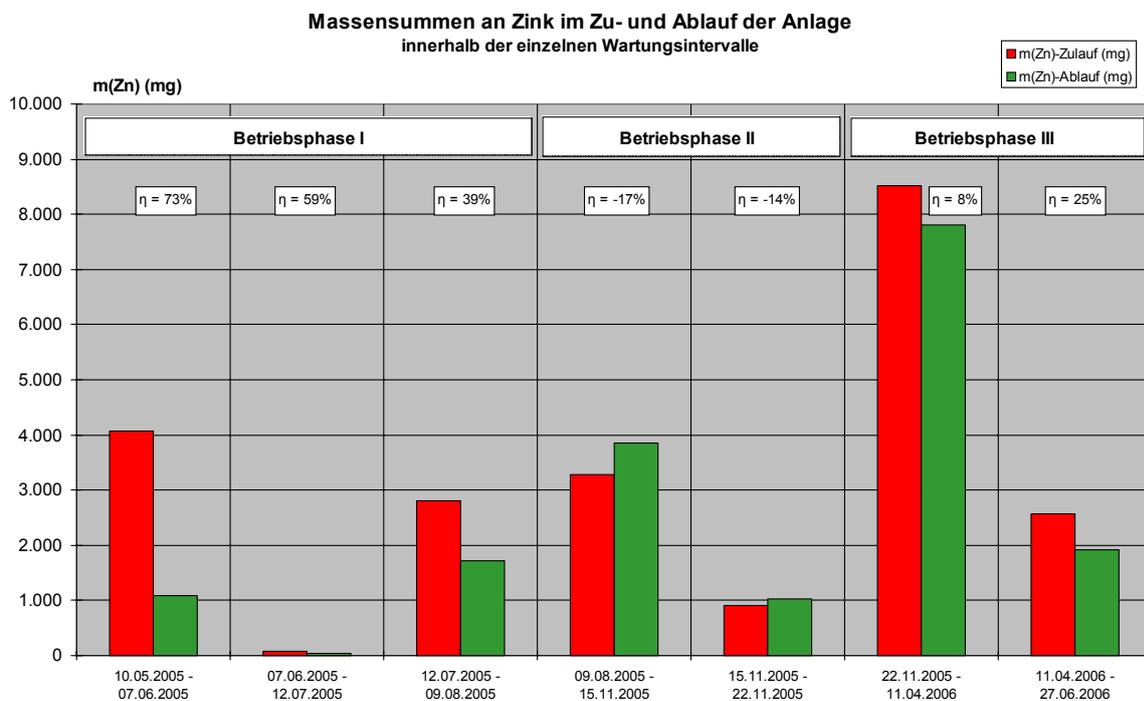


Abbildung 6: Massensummen an Zink im Zu- und Ablauf der Anlage sowie der jeweilige Gesamtwirkungsgrad

In Tabelle 1 sind die Gesamtwirkungsgrade des Centrifloel-Systems (mit Koaleszenzfilter) aufgeführt. Zur Kennzeichnung der Schwankungsbreite sind die minimalen und maximalen Werte neben den abflussgewichteten Mittelwerten aufgetragen. In Tabelle 2 sind die mittleren Wirkungsgrade des Systems denen anderer Reinigungssysteme gegenübergestellt. Im Vergleich zu einem Bodenfilter und zum Schachtfilter werden erwartungsgemäß deutlich

schlechtere Wirkungsgrade erzielt. Auch bei dem Vergleich mit einem Regenklärbecken, dessen Wirkung maßgeblich auf dem Sedimentationseffekt beruht, liegen die Werte meist im unteren Bereich der angegebenen Bandbreite. Demnach ist das Centrifoel-System von der Reinigungsleistung her allenfalls mit einem zentralen Regenklärbecken vergleichbar.

Tabelle 1: Wirkungsgrade des Centrifoel-Systems mit eingebautem Koaleszenzfilter für ausgewählte Parameter

Parameter	Minimum	Maximum	Abfluss- gewichteter Mittelwert	Anmerkung
()	(%)	(%)	(%)	
Abfiltrierbare Stoffe (AFS)	54	68	65	Ausgewählte Intervalle aus Betriebsphase I und III
CSB *	17	32	28	Gesamter Betriebszeitraum in Phase I und III außer 1. Monat
Kupfer	7	56	16	Gesamter Betriebszeitraum in Phase I und III
Zink	8	73	26	Gesamter Betriebszeitraum in Phase I und III
Nickel *	17	56	20	Gesamter Betriebszeitraum in Phase I und III, außer das letzte Intervall
Chrom *	18	72	23	
Blei	2	80	44	Gesamter Betriebszeitraum in Phase I und 2. Intervall aus Phase III

* für die unteren 3 Systemkammern - ohne Nassschlammfang

Tabelle 2: Vergleich der Reinigungsleistung von verschiedenen Systemen zur zentralen und dezentralen Behandlung von Niederschlagswasser

Parameter	Reinigungsleistung [%]			
	Schachtfiler- anlage [3] Mittlerer Wirkungsgrad	Regenklärbecken [4] (mit unterschiedlichen Oberflächen- beschickungen)	Bodenfilter [5]	CENTRIFOEL® - System Abflussgew. Mittelwert
AFS	> 99	27-85	73-85	65
CSB		26-55	34-84	28*
Zink	77	12-58	90	26
Kupfer	56	5-75	84-91	16
Blei	94	36-82	54-65	44

* für die unteren 3 Systemkammern

8 Erfahrungen aus Anlagenbetrieb und Wartung

Die festgestellte erhebliche Begrenzung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Systems durch am Koaleszenzfilter abgeschiedene Feststoffe wurde auch an anderer Stelle bestätigt. Insbesondere wenn Bäume und Buschwerk im Einzugsbereich wachsen, wird vermehrt Laub in das System eingetragen, und es kommt schnell zu Verblockungen.

Während der Betreuung der Versuchsanlage wurden u.a. folgende kritische Punkte deutlich:

1. Das Centrifoel-System weist mit ca. 1,4 m eine Einbauhöhe auf, bei der auf ausreichenden Höhenabstand zum Sammler geachtet werden muss.
2. In dem hier untersuchten Modell fehlt eine Zusatzöffnung, um eine Kamerainspektion des Kanals zu ermöglichen.
3. Bei längeren Frostperioden kann der Nassschlammfang komplett einfrieren. Zusätzlich kam es im Versuchszeitraum auch zur Bildung einer Eisschicht in den unteren Kammern. Starkregen, die unmittelbar auf eine stärkere Frostperiode folgen, könnten in diesem Betriebszustand zum Aufstau auf der Fahrbahn führen.

Zu einer vollständigen Anlagenreinigung gehören eine Reihe von manuellen Tätigkeiten beim Öffnen und Verschließen des Systems, die schwierig durchzuführen sind. Wichtig sind auch das Absaugen der unteren Kammern und die manuelle Reinigung des Koaleszenzfilters. Der Zeitaufwand für ein Wartung, die nach den Erfahrungen aus dem Untersuchungszeitraum einmal im Monat vorgenommen werden sollte, beträgt ca. 20 - 30 Minuten, er kann bei Problemen mit der Handhabung von Systemteilen aber auch noch deutlich höher sein.

9 Zusammenfassende Bewertung des Systems

Die hydraulischen Daten bei bestimmungsgemäßem Betrieb mit eingebautem Koaleszenzfilter stellen sich als unzureichend dar. Die vom Hersteller angegebene maximale hydraulische Belastung mit $Q = 5 \text{ l/s}$ führte am Standort der Versuchsanlage in der Regel zu einem Aufstau des Wassers bis auf Straßenniveau. Die korrespondierende Regenspende von $r = 125 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ tritt für das Gebiet der Stadt Höxter gemäß KOSTRA-DWD 2000 statistisch 1,4 Mal pro Jahr auf und liegt wesentlich unter der Empfehlung nach ATV-A 118 "Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen". Dort wird für Industrie- und Gewerbegebiete im günstigsten Fall ein zweijähriger Bemessungsregen angegeben, der für das Gebiet der Stadt Höxter in der Dauerstufe von 5 Minuten einer

Spende von $r = 197 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ entspricht. Mit einer Reduzierung der angeschlossenen Fläche auf ca. 250 m^2 ließe sich diese Forderung erfüllen, wobei jedoch berücksichtigt werden muss, dass auch Niederschlagsereignisse mit wesentlich geringerer Intensität von $r = 25 \text{ l/(s}\cdot\text{ha)}$ zu einem kompletten Einstau des System bis zum Laubfang führten.

Auf der stofflichen Seite werden Reinigungseffekte erzielt, die vergleichbar mit einem mäßig wirksamen Regenklärbecken sind. Der Rückhalt an abfiltrierbaren Stoffen liegt im Mittel bei 65%. Allerdings findet sich hiervon nur die Hälfte der Masse im Nassschlammfang wieder. Der Rest gelangt in die darunter liegenden Kammern, die primär für einen Leichtstoffrückhalt (Öl, Benzin) konzipiert sind, und lagert sich dort ab. Als Barriere zur Abflusseite fungiert nur der Koaleszenzfilter zwischen der zweiten und dritten Kammer, dessen eigentliche Aufgabe die Koagulierung feiner Öltröpfchen sein soll. Die Wirkungsgrade zur Abscheidung von Schwermetallen liegen eher im unteren Leistungsbereich von Regenklärbecken, in denen in der Regel bessere Wirkungsgrade erzielt werden.

Bei dem betrachteten System handelt es sich vom Prinzip her um einen Leichtstoffabscheider, der in der vorliegenden Konfiguration mit der weitgehenden Abscheidung von Feststoffen im Nassschlammfang offensichtlich überfordert ist. Die alternative Vorschaltung eines Nassschlammfangs mit einem bedeutend größeren Volumen, wie sie auf der Homepage des Herstellers dargestellt ist, könnte ggf. zu einer Verbesserung der Abscheideleistung beitragen. Allerdings dürfte ein Einbau dieser Zwei-Behälter-Systeme in den Straßenkörper nur mit entsprechend hohem Aufwand realisierbar sein.

Der Aufwand für Betrieb und Wartung der Anlage liegt im Vergleich zu herkömmlichen Straßeneinläufen wesentlich höher. Zudem sind die durchzuführenden Tätigkeiten bei der Wartung mit einem hohen körperlichen Einsatz verbunden. Für eine monatliche Reinigung des Systems ergeben sich jährliche Kosten in Höhe von ca. 400 – 500 Euro/Straßeneinlauf für den Personal- und Fahrzeugeinsatz.

Eine uneingeschränkte Empfehlung für den Einsatz dieses Systems als dezentrale Lösung zur Behandlung schwach belasteter Niederschlagsabflüsse im öffentlichen Straßenbereich kann aus den genannten technischen und betrieblichen Gründen nicht gegeben werden. Eine gewisse Wirksamkeit wäre bei einem Havariefall (Eintrag von freien Kohlenwasserstoffen, etwa bei einem Unfall) zu erwarten, doch diese Situation stellt nicht das primäre Einsatzziel eines dezentralen Behandlungssystems dar und war im Rahmen dieses Vorhabens auch nicht Gegenstand der Untersuchungen.

10 Literatur

- [1] Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren, Runderlass des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz vom 26.05.2004 (MBI. NRW. 2004 S. 583)

- [2] <http://www.centrifoel.de/oeko.html>
Valpertz-Scarabaeus GmbH, Abruf: Juni 2005

- [3] Pick, V., Fettig, J., Miethe, M.: Dezentrale Behandlung des gefaßten Niederschlagswassers von Verkehrsflächen in Schachtanlagen. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Auftrage des MUNLV, Höxter 2000.

- [4] Krauth, K.; Stotz, G.: Wirkung von Regenklärbecken für die Reinigung von Niederschlagswasser, Schlussbericht zum GFA-Forschungsfondsprojekt 11/98, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft, Universität Stuttgart, April 2000

- [5] Kasting, U.; Janiczek, M.; Grotehusmann, D.: Bodenfilteranlagen zur Reinigung von Abflüssen stark verschmutzter Verkehrsflächen, KA 50 (2003) 9, S. 1428-1433