

BERICHT

Gegenüberstellung der Möglichkeiten zentraler und dezentraler Regenwasserbehandlungsmaßnahmen für zwei Gewässereinzugsgebiete

Kurzbericht: Zusammenfassende Darstellung und Interpretation
der Ergebnisse

Im Auftrag der:



Stadt Wuppertal



Remscheider Entsorgungsbetriebe

Remscheider Entsorgungsbetriebe

Durchführung:



Dr. Pecher AG



Ingenieurbüro
Reinhard Beck



WSW Energie & Wasser
AG

Gefördert
durch:



Bezirksregierung Düsseldorf

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz des Landes NRW

Projektleitung: Dr.-Ing. Helmut Grüning

Bearbeitung: Dr.-Ing. Helmut Grüning (Kurzbericht)

Bearbeitung

Dr.-Ing. Helmut Grüning (Dr. Pecher AG): Gesamtprojektleitung

Dipl.-Ing. Norbert Rönz (Dr. Pecher AG): Teilbericht Briller Bach

Dipl.-Ing. Olaf Schlag (Ingenieurbüro Reinhard Beck): Teilbericht Müggenbach

Projektbeauftragung und -begleitung:

Dipl.-Ing. Bernard Arnold (Stadt Wuppertal)

Dipl.-Ing. Udo Laschet (WSW Energie & Wasser AG)

Dipl.-Ing. Uwe Teiche (Remscheider Entsorgungsbetriebe)

Wuppertal, den 17.07.2010



Dipl.-Ing. Bernard Arnold

Erkrath, den 17.07.2010



Dr.-Ing. Helmut Grüning

Inhaltsverzeichnis

1	Untersuchungskonzept und Gewässersysteme	1
2	Ökonomische Bewertung der Konzepte und der Realisierbarkeit	3
2.1	Bezugsgrößen für die Investitionen und die laufende Kosten	3
2.2	Investitionen und laufende Kosten für das System Briller Bach	3
2.3	Investitionen und laufende Kosten für das System Müggenbach	5
2.4	Kosten- und Machbarkeitsvergleich für die unterschiedlichen Verfahren und Maßnahmen	8
3	Ökologische Bewertung der Konzepte und Beurteilung der Entwässerungssicherheit	12
3.1	Dezentrale und herkömmliche Verfahren sowie wirkungsspezifischer Gesamtvergleich der Varianten	12
3.2	Zentrale Behandlung und separater Kanal	14
3.3	Parameterspezifische Abflusssteuerung (Briller Bach)	15
3.4	Zentrale Behandlung (Müggenbach)	16
4	Vergleichende Gegenüberstellung	17
5	Genehmigung und Übertragbarkeit der Ergebnisse auf NRW	19
6	Zusammenfassung	21
7	Literatur	23

1 Untersuchungskonzept und Gewässersysteme

In diesem abschließenden Teilbericht erfolgt eine vergleichende Gegenüberstellung der untersuchten Varianten zu Möglichkeiten der Regenwasserbewirtschaftung in den jeweiligen Gewässereinzugsgebieten und die zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse. Neben einer Gesamtdarstellung der jeweiligen Kosten erfolgt die Analyse und Bewertung der Wirkungen unterschiedlicher Behandlungskonzepte und Behandlungsverfahren. Neben diesen ökologischen und ökonomischen Wertungen folgt eine Beurteilung der Realisierbarkeit der untersuchten Konzepte und eine Einschätzung der Genehmigungsfähigkeit. Detaillierergebnisse sind den jeweiligen Teilberichten zu entnehmen. Allerdings sind die wesentlichen Ergebnisse in diesem Bericht noch einmal dargestellt, so dass auch eine isolierte Durchsicht einen Überblick liefert.

Die Kenndaten der beiden Gewässersysteme enthält Tabelle 1. Es handelt sich um Gewässersysteme, deren Trassen zum größten Teil kanalisiert in stark urban geprägten Strukturen verlaufen. In beide Gewässer werden derzeit behandlungspflichtige Abflüsse eingeleitet. Somit erfolgt eine Vermischung von behandlungspflichtigen und nicht behandlungspflichtigen Oberflächenabflüssen mit dem natürlichen Basisabfluss. Im Müggenbach ist der natürliche Basisabfluss marginal und zeitweise auch nicht vorhanden. Im Briller Bach liegt ein dauerhafter natürlicher Abfluss vor.

Tabelle 1 Kenndaten der untersuchten Gewässersysteme Briller Bach (Wuppertal) und Müggenbach (Remscheid)

Systembeschreibende Charakteristika	Briller Bach	Müggenbach
Länge des Gewässersystems	7.859 m	3.870 m
davon offene Abschnitte	2.443 m	1.660 m
davon kanalisierte Abschnitte	5.416 m	2.210 m
Quellbereich	definiert dauerhafte Wasserführung	diffus teilweise trocken fallend
Einleitende Nebengewässer	6	2
Einzugsfläche A_E bzw. $A_{E,k}$	382,7 ha	153,7 ha
davon befestigt und angeschlossen $A_{E,b}$	120,4 ha	88,3 ha
davon behandlungspflichtig (Kategorie IIb + III)	28,2 ha	16,9 ha
Teilgebietsanschlüsse durch (kommunale) Regenwasserkanäle	40	12
davon in offene Abschnitte	8	0
davon in kanalisierte Abschnitte	32	12
Direktanschlüsse von Privatflächen und Straßeneinläufen	483	74
davon in offene Abschnitte	22	2
davon in kanalisierte Abschnitte	461	72
Gesamtanzahl an Anschlüssen/Einleitungen	523	86
Einleitungen mit behandlungspflichtigen Flächen	435	60

Die Art der angeschlossenen Gebiete an den teilkanalisierten Briller Bach weist ein breites Spektrum auf. Dieses reicht von Verkehrswegen und Plätzen über den Anschluss durch Straßeneinläufe bis zu Einleitungen durch die städtische Regenwasserkanalisation und Einleitungen von Nebengewässern mit jeweils großflächigen zusammenhängenden Einzugsgebieten. Der Müggenbach verläuft zu einem großen Teil durch private Grundstücksflächen. Insofern ist hier der Anteil an Privateinleitungen vergleichsweise hoch. Dadurch sind Möglichkeiten der Systementflechtung durch Abkopplung der Einleitungen aufgrund erforderlicher Abstimmungen hier wesentlich komplizierter zu realisieren.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden generelle Möglichkeiten der Regenwasserbehandlung durch folgende Variantenuntersuchungen vergleichend gegenübergestellt.

Variante 1: Ausschließlich dezentrale Behandlung im gesamten Einzugsgebiet

Variante 2: Kombinationslösung dezentrale und semizentrale bzw. zentrale Behandlung vor der Einleitung

Variante 3: Zentrale Behandlung und separater Kanal („Bachentflechtung“)

Variante 4a: Parameterspezifische Abflusssteuerung (Briller Bach)

Variante 4b: Zentrales Behandlungssystem und Vermischung der Abflüsse (Müggenbach)

Die Investitionskosten enthalten sämtliche Kosten von der Planung bis zur Inbetriebnahme aller erforderlichen Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung. Basis der Kostenermittlung ist das Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen in einer zur Vorplanung vergleichbaren Planungstiefe. Dabei stellte bewusst nicht die Ermittlung der günstigsten Variante, sondern der objektive Vergleich der unterschiedlichen Möglichkeiten das Projektziel dar.

Im Rahmen der Variante 1 wurden ausschließlich dezentrale Regenwasserbehandlungsverfahren vorgesehen. In Variante 2 erfolgte eine kombinierte Betrachtung durch Einsatz von dezentralen Regenwasserbehandlungsverfahren mit der Anordnung von Regenklärbecken. Derzeit sind unterschiedliche Verfahren zur dezentralen Regenwasserbehandlung verfügbar. Der Nachweis einer im Trennerlass geforderten Vergleichbarkeit mit herkömmlichen Verfahren im Rahmen eines Zulassungsverfahrens fehlt bislang. Aus dem Katalog der verfügbaren Verfahren bzw. Systeme wurden exemplarisch in Schachtbauwerken integrierte Filtersysteme sowie Straßenablaufeinsätze ausgewählt. Dabei handelt es sich um das System FiltaPex® (Pecher Technik GmbH) bzw. 3P-Hydrosystem (3P Technik Filtersysteme GmbH) und das System Innolet® (Fa. Funke). Die Systeme repräsentieren das Spektrum verfügbarer Verfahren und sind zudem auch durch die Projektbearbeiter in Praxiseinsätzen getestet worden. Das System FiltaPex® wird im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsverfahrens der WSW Energie & Wasser AG (Wuppertal) und der Dr. Pecher AG parallel zu einem Regenklärbecken betrieben und umfangreich messtechnisch untersucht. Insofern lagen neben Wirknachweisen auch detaillierte Informationen zum Wartungsaufwand vor.

Praktische Langzeiterfahrungen fehlen bislang jedoch für alle dezentralen Regenwasserbehandlungsverfahren. Allerdings ist auch die Wirkung von Regenklärbecken nur eingeschränkt bekannt.

2 Ökonomische Bewertung der Konzepte und der Realisierbarkeit

2.1 Bezugsgrößen für die Investitionen und die laufende Kosten

Im Rahmen des Untersuchungsvorhabens wurden die Kosten für die Regenwasserbehandlung resp. Regenwasserbewirtschaftung mit unterschiedlichen Systemen vergleichend gegenübergestellt. Die Kostenermittlung erfolgte dabei durch eine dynamische Kostenvergleichsrechnung gem. LAWA (2005). Der Kostenvergleich erfolgt mit den in Teilbericht 1 (Tabelle 7) dargestellten durchschnittlichen Nutzungsdauern. Die gewählte Nutzungsdauer für die Bauwerke beträgt 60 Jahre. Für die Maschinenteknik wurde eine Nutzungsdauer von 15 Jahren angenommen und für den baulichen Teil der Pumpwerke wurden 30 Jahre veranschlagt. Die jährliche Verzinsung beträgt 3 %, Preissteigerungsraten blieben unberücksichtigt (0 %). Der Betrachtungszeitraum beträgt 60 Jahre.

Die Kosten sind durch die beengten städtebaulichen Strukturen der Gewässereinzugsgebiete in Wuppertal und Remscheid geprägt. Daraus resultieren vergleichsweise hohe spezifische Kosten für den Bau von Kanälen und Regenbecken.

2.2 Investitionen und laufende Kosten für das System Briller Bach

Die vergleichende Gegenüberstellung der Projektkostenbarwerte für die jeweiligen Varianten illustriert Bild 1. Als teuerste Variante für das Gewässersystem Briller Bach hat sich die Kombinationslösung (Variante 2) mit über 16 Mio. € erwiesen. Hier haben hohe Investitionskosten für die unterirdischen Becken einen maßgeblichen Einfluss. Um diese Bauwerke zudem in die bestehenden Systeme zu integrieren, sind zusätzlich aufwändige Kanalbaumaßnahmen im Umfang von fast 8 Mio. € erforderlich. Die insgesamt günstigste Lösung repräsentiert Variante 4. Hier erfolgt keine Regenwasserbehandlung im Einzugsgebiet. Die verunreinigten Abflüsse werden zur Behandlung in den Entlastungssammler Wupper bzw. zur Kläranlage geleitet.

Erwartungsgemäß sind für die flächendeckende dezentrale Behandlung die höchsten laufenden Kosten zu erwarten. Dies bestätigt die Darstellung der laufenden Kosten in Bild 2. Die vergleichsweise niedrigen Investitionskosten führen dazu, dass die Gesamtkosten im Einzugsbereich des Briller Baches mit rund 8,3 Mio. € wesentlich günstiger ausfallen als herkömmliche Lösungen der Varianten 2 und 3. Allerdings wurden Kosten für Information und Abstimmung dezentraler Regenwasserbehandlungsmaßnahmen im Bereich privater Flächen nicht quantifiziert.

Für alle Systeme wurden die Kosten für Verkehrssicherung sowie die Wegekosten vernachlässigt. Die Ansätze dafür sind stark von individuellen Rahmenbedingungen abhängig, so dass belastbare Ansätze nicht quantifizierbar sind. Es ist allerdings davon auszugehen, dass dieser Kostenanteil die laufenden Kosten für die dezentralen Systeme im direkten Vergleich stärker beeinflusst. Andererseits blieben die Aufwendungen für Abstimmungen der Baumaßnahmen und den Grunderwerb von Privatflächen unberücksichtigt. Hier sind vor allem für Variante 3 zusätzliche Aufwendungen zu erwarten.

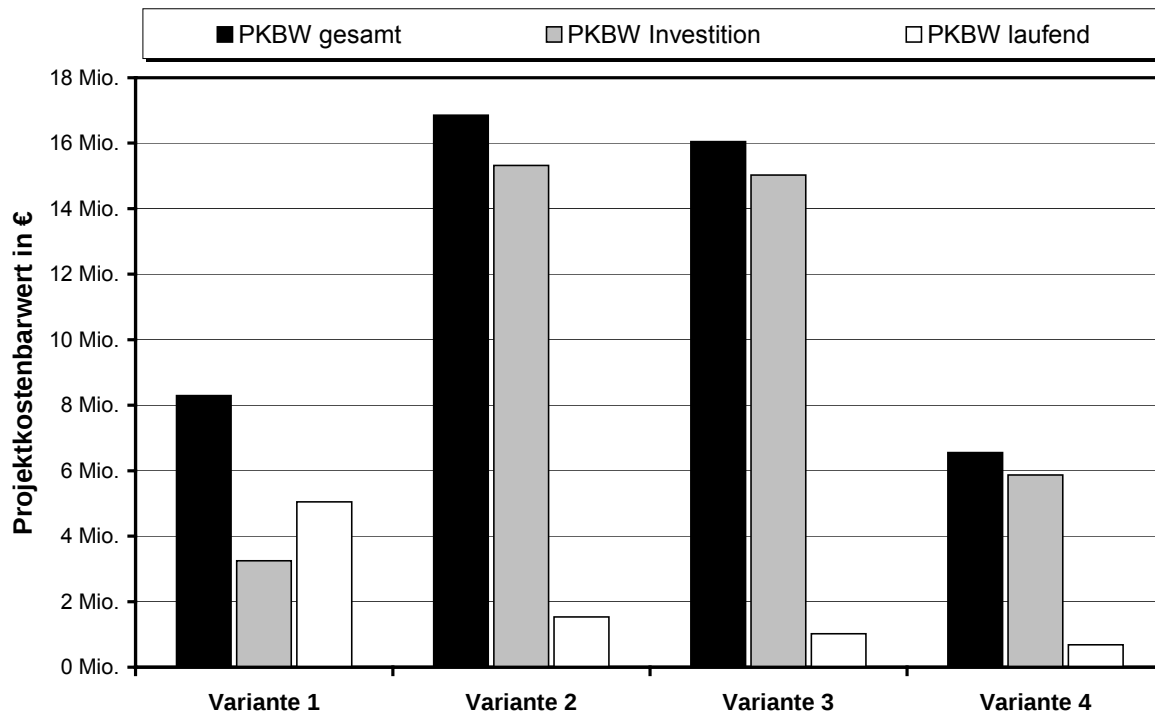


Bild 1 Vergleichende Gegenüberstellung der Projektkostenbarwerte für die unterschiedlichen Varianten des Gewässersystems Briller Bach

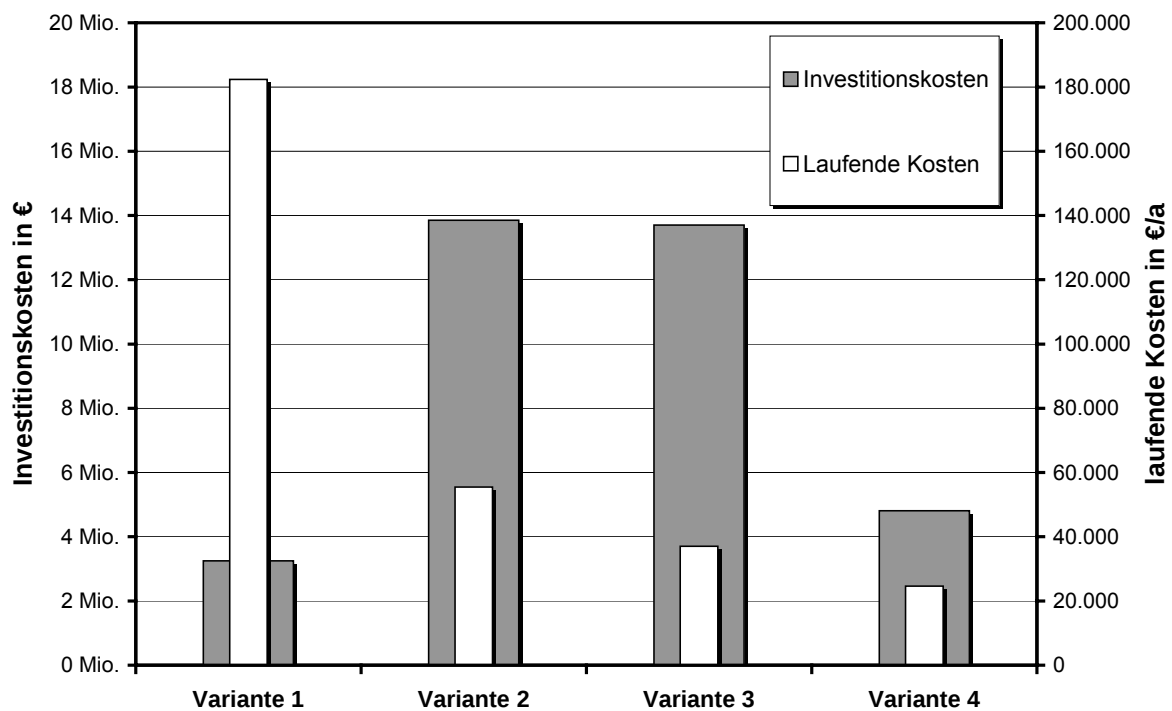


Bild 2 Vergleichende Gegenüberstellung der Investitionskosten und der laufenden Kosten (€/a) für die unterschiedlichen Varianten des Gewässersystems Briller Bach

2.3 Investitionen und laufende Kosten für das System Müggenbach

Die Kosten für die jeweiligen Variantenkonzepte für den Müggenbach folgen einer anderen Verteilung als die Kosten der Varianten des Gewässersystems Briller Bach. Einen vergleichenden Überblick über die variantenspezifischen Projektkostenbarwerte illustriert Bild 3. Hier ist die Variante 1 mit ausschließlicher Anordnung dezentraler Systeme mit rund 4,1 Mio. € die teuerste Lösung. Die Kombinationslösungen aus dezentraler und semizentraler Behandlung ist mit etwa 4,0 Mio. € etwas günstiger. Geringfügig günstiger stellt sich die Variante 3 mit etwa 3,9 Mio. € dar, die den Bau eines separaten Kanals und einer zentralen Behandlung vorsieht. Unter Berücksichtigung der Genauigkeit bei der Kostenermittlung, sind diese Varianten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit als gleichwertig zu bewerten.

Das mit Abstand günstigste Lösungskonzept ist durch die Umsetzung der Variante 4 zu erreichen. Die zentrale Behandlung des gesamten Abflusses am Ende des Gewässersystems wäre mit rund 2,3 Mio. € etwa um ein Drittel günstiger als die Varianten 1 bis 3.

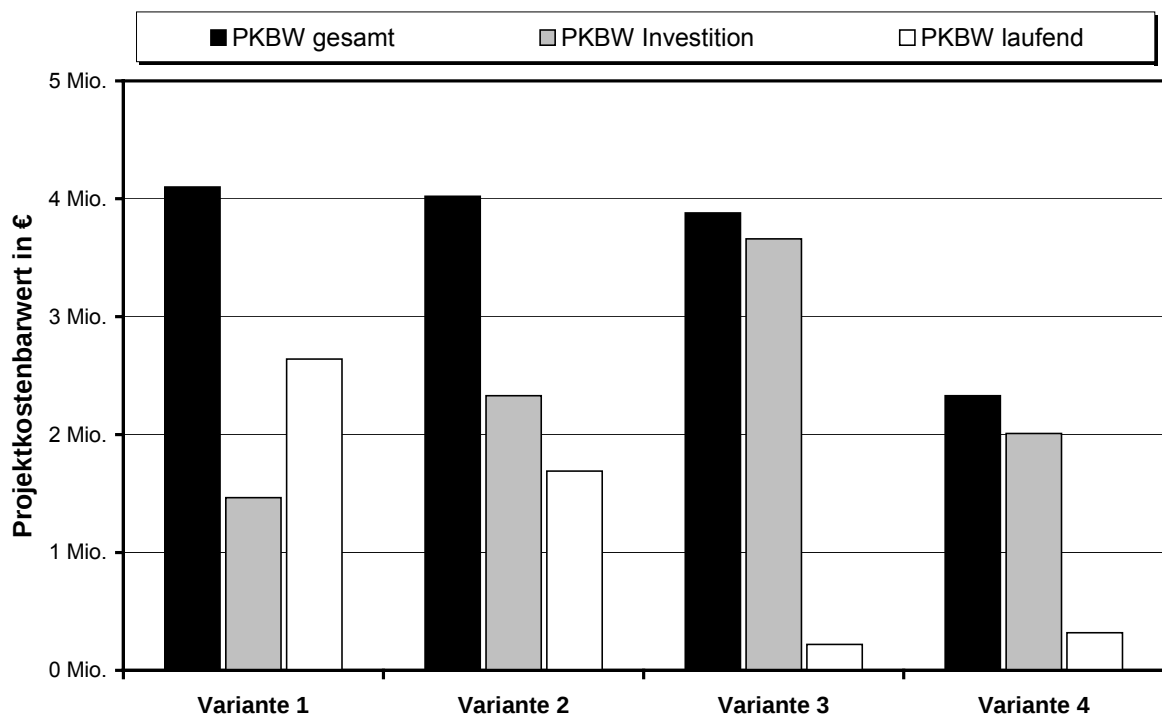


Bild 3 Vergleichende Gegenüberstellung der Projektkostenbarwerte für die unterschiedlichen Varianten des Gewässersystems Müggenbach

Bild 4 liefert eine Darstellung der laufenden Kosten und der Investitionskosten. Wie für das Gebiet Briller Bach fallen auch im Bereich des Müggenbaches für die flächendeckende dezentrale Behandlung die höchsten laufenden Kosten an. Die jährlichen Kosten von über 95.000 €/a sind maßgeblich für die hohen Gesamtkosten der Variante 1. Bei Variante 3 sind die geringen laufenden Kosten im Vergleich zu den hohen Investitionskosten auffällig.

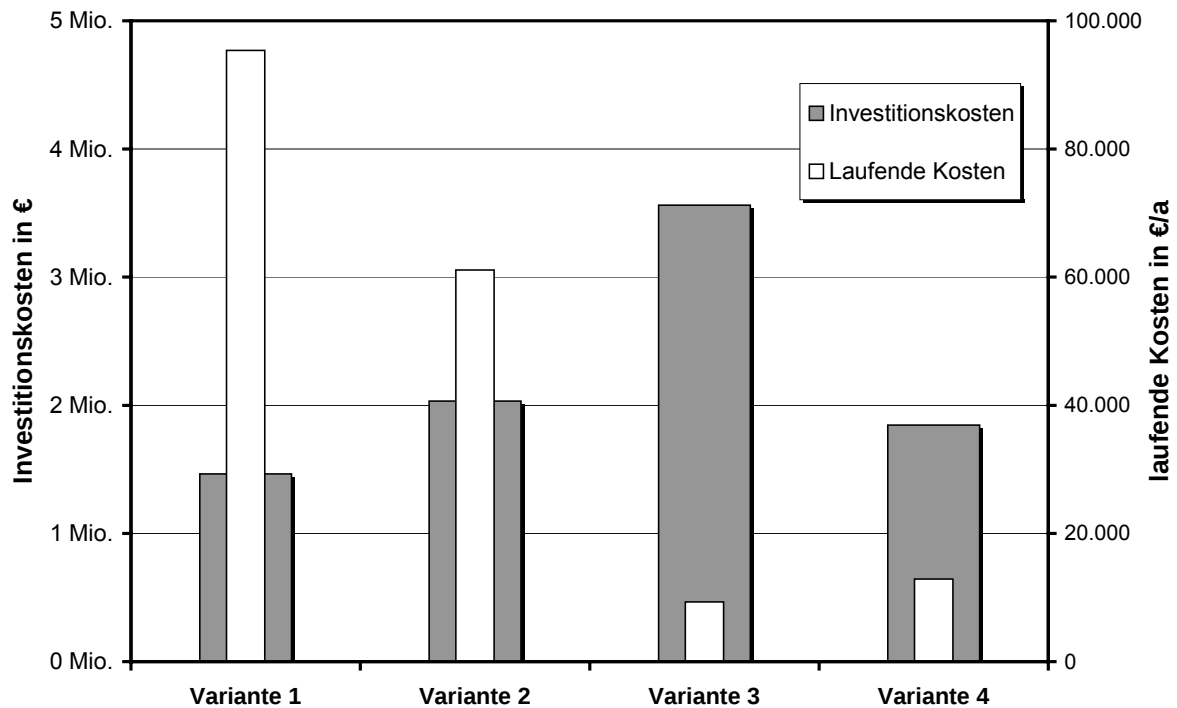


Bild 4 Vergleichende Gegenüberstellung der Investitionskosten und der laufenden Kosten (€/a) für die unterschiedlichen Varianten des Gewässersystems Muggenbach

Ein Auswertung der flächenspezifischen Kosten für die jeweiligen Varianten veranschaulicht Bild 5 für das Einzugsgebiet des Briller Baches. Dabei fällt der maßgebliche Unterschied zwischen der Auswertung für die gesamte befestigte Fläche als Bezugsgröße ($A_{E,b} = 162 \text{ ha}$) im Vergleich zur an die Behandlungssysteme angeschlossene Fläche auf. Dieser Aspekt wirkt sich insbesondere bei der Betrachtung der dezentralen Behandlung (Variante 1) aus. Dabei werden systembedingt an die dezentral wirksamen Systeme fast ausschließlich die als klärfähig definierten Flächen angeschlossen. Im Gebiet des Briller Baches sind das 29,90 ha. Bei der Variante 4 sind über 120 ha angeschlossen. Die Wirkung im direkten Vergleich kann hier differenziert beurteilt werden. Der Anschluss einer größeren Fläche stellt sicher, dass auch hiervon abgeleitete Abflüsse der Behandlung zugeführt werden. Andererseits liegt der besondere Vorzug der dezentralen Systeme darin, die Vermischung unterschiedlich verunreinigter Abflussanteile zu vermeiden.

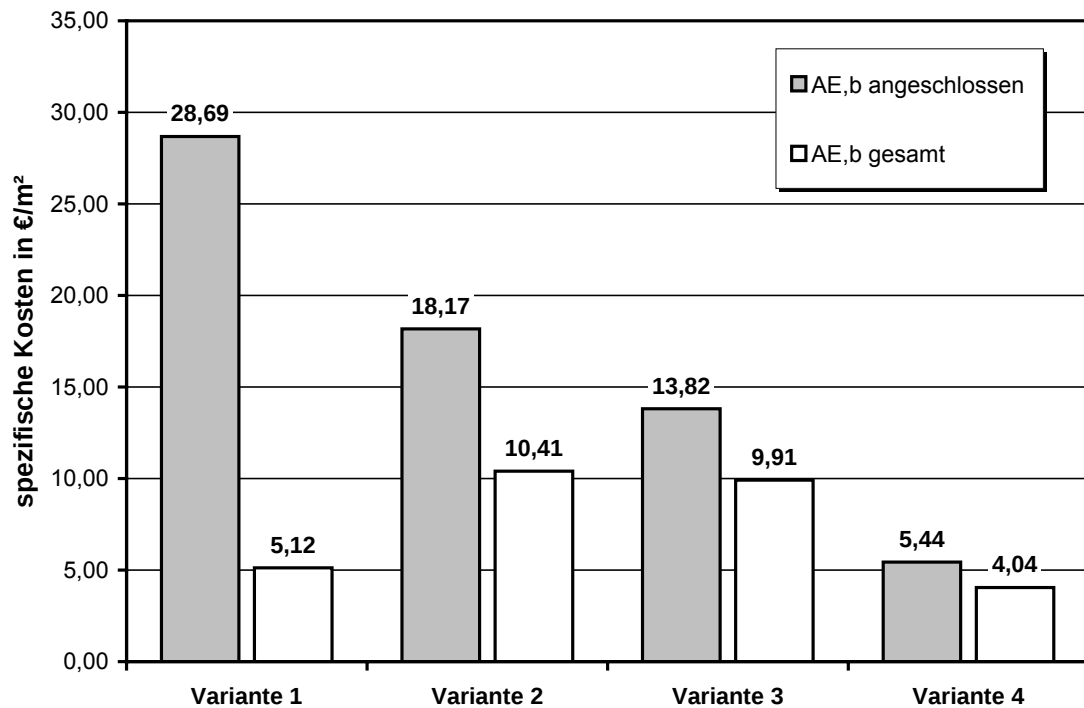


Bild 5 Flächenbezogene Kosten (Projektkostenbarwerte bezogen auf $A_{E,b}$) für die Regenwasserbehandlung als Ergebnis der Variantenuntersuchung für den Briller Bach

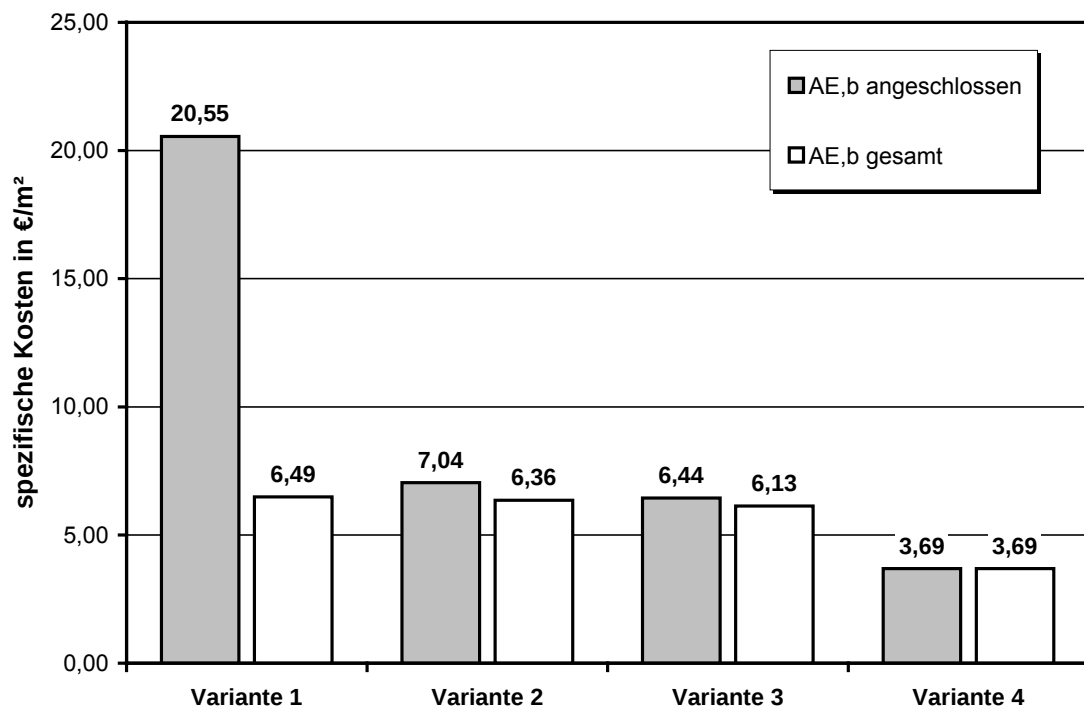


Bild 6 Flächenbezogene Kosten (Projektkostenbarwerte bezogen auf $A_{E,b}$) für die Regenwasserbehandlung als Ergebnis der Variantenuntersuchung für den Muggenbach

2.4 Kosten- und Machbarkeitsvergleich für die unterschiedlichen Verfahren und Maßnahmen

Die Auswertungen haben gezeigt, dass die Kosten für Lösungen zur Regenwasserbehandlung im kausalen Zusammenhang mit den individuellen Strukturen des Einzugsgebietes stehen. Die zentrale Lösung (Variante 4) stellte für beide Gewässersysteme die mit Abstand günstigste Lösung dar. Die Kostenentwicklungen für die Konzeption einer Systemtrennung, der semizentralen Behandlung oder einer konsequenten dezentralen Behandlung sind nicht von vornherein prognostizierbar, sondern erfordern einen eingehenden Variantenvergleich. Dabei ist hervorzuheben, dass die im Trennerlass geforderte Bevorzugung einer dezentralen Behandlung (Variante 1) nicht generell als teuerste Lösung zu werten ist. Diesen Zusammenhang belegen die Untersuchungen für das Gewässereinzugsgebiet des Briller Baches. Für das Muggenbachgebiet stellt die konsequente dezentrale Behandlung allerdings die teuerste Variante dar, obwohl auch hier im Straßenbereich bevorzugt die vergleichsweise günstig kalkulierte Lösung der Straßenablaufeinsätze vorgesehen wurde. Der Nachweis der langfristigen Wirkung und Wartungsaufwendungen für diese Systeme liegt bislang nicht uneingeschränkt vor. Ob die vergleichsweise günstigen Betriebskosten, besonders bei stark verunreinigten Flächen langfristig zu realisieren sind, ist derzeit nicht sicher prognostizierbar. Hier fehlen bislang langfristige Erfahrungen.

Die vergleichsweise geringen Kosten für den Einbau von Straßenablaufeinsätzen repräsentiert den Idealfall. Da beispielsweise in Wuppertal vielfach Nassgullies vorhanden sind, wäre vor dem Einbau des Systems Innolet® ein Umbau des gesamten Straßenablaufes erforderlich. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass an einem Straßenablauf mit Filtereinsatz rund 300 m² befestigte Fläche angeschlossen werden können, damit die geforderten 15 l/(s · ha) behandelt werden. Ein Aufschlag für diesen erforderlichen Umbau ist bei der Kostenermittlung allerdings berücksichtigt worden. In diesem Zusammenhang wurde eine exemplarische Auswertung für die aktuell an jeden Straßenablauf angeschlossenen behandlungspflichtigen Flächenanteile durchgeführt (Bild 7).

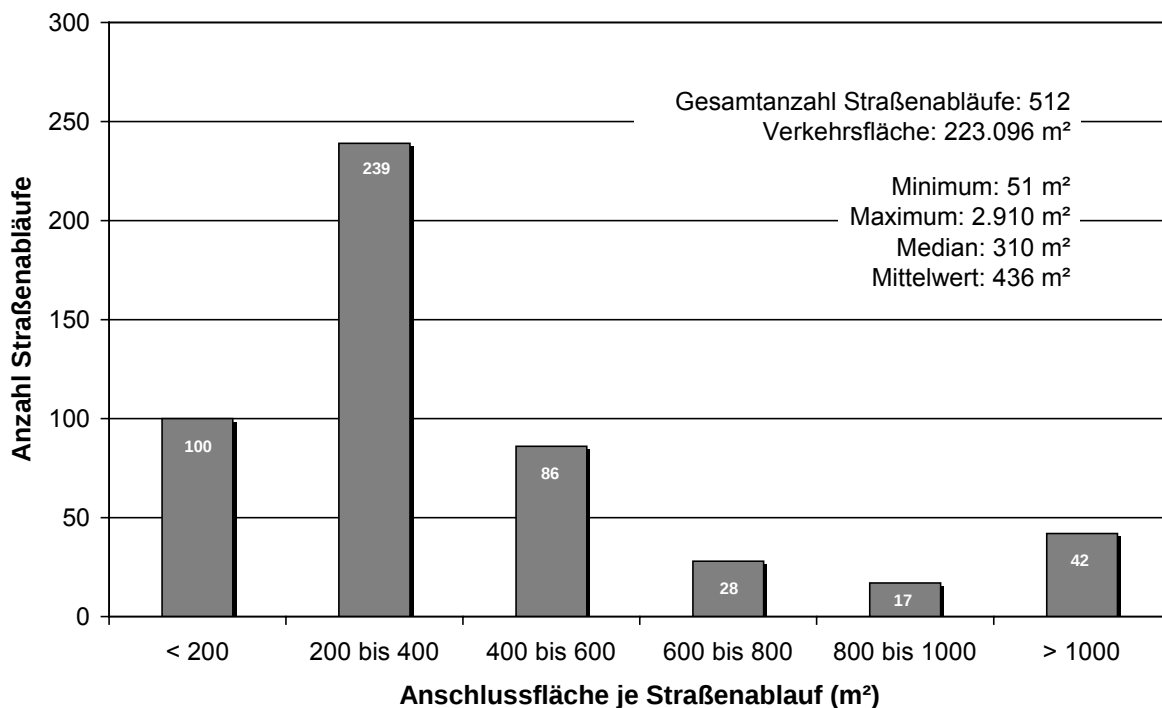


Bild 7 Verteilung der jeweiligen behandlungspflichtigen Anschlussflächen je Straßenablauf für das Einzugsgebiet des Briller-Bach-Systems ($A_{E,b} = 120$ ha)

Von den über 512 vorhandenen Straßenabläufen entwässern 339 Einzugsflächen weniger als 400 m². Der Mittelwert liegt bei 436 m² und der Median weist eine Flächengröße von 310 m² auf. Somit liegt die Größenordnung der Entwässerungsfläche von rund 400 m² je Straßenablauf gemäß RAS-Ew (FGSV, 2005) in der Mehrzahl der Fälle vor. Allerdings weisen 173 Straßenabläufe Entwässerungsflächen von über 400 m² auf. Im Extremfall wurden 2.910 m² ermittelt. Eine angeschlossene Fläche unterhalb von 267 m² haben 194 Straßenabläufe. Somit wäre in über 300 Fällen eine Systemerweiterung erforderlich, um das System Innolet® anzuordnen.

Generell ist zu berücksichtigen, ob bereits aufgrund hydraulischer Anforderungen teilweise weitere Straßenabläufe erforderlich sind. Bei genauer Betrachtung wäre hier ggf. eine gegenseitige Verrechnung durchzuführen, vor allem, wenn in der Vergangenheit eine lokal unzureichende Abflusssituation beobachtet worden ist.

Der Betriebsaufwand für eine Vielzahl von dezentralen Betriebspunkten ist vergleichsweise hoch. Auch dann, wenn der punktuelle Aufwand der Reinigung in wenigen Minuten durchführbar ist. Bei den Betriebskosten ist berücksichtigt, dass die Schlammeimer in den üblichen Straßenablaufeinsätzen ebenfalls regelmäßig (üblicherweise zweimal jährlich) gereinigt werden müssen. Mit erhöhtem Aufwand ist in Zeiträumen starken Laubfalls oder auch bei hohem Anfall von Pollen zu rechnen. Diese Situation hängt von den Bedingungen im Straßenumfeld (Bepflanzung, Baumbestand, Häufigkeit der Straßenreinigung) ab. Hier sind künftig weitere Betriebserfahrungen abzuwarten.

Für das System FiltaPex ist der Platzbedarf ebenfalls gering. Die Schachtsysteme werden in die bestehende Regenwasserkanalisation integriert. An einzelnen Schachtsystemeinheiten können Flächen von bis zu 5.000 m² angeschlossen werden. Damit liegt dieses System bereits auch im Anwendungsbereich einer semizentralen Behandlung. Bei der Reinigung von Straßenabflüssen erfordert die linienförmigen Struktur allerdings eine Bündelung der Straßenabläufe zur Reinigungsanlage, so dass hier zusätzliche Leitungen verlegt werden müssen. Die laufenden Kosten sind auf der Basis bereits im Praxistest bewährter Anlagen ermittelt worden. Die Systeme können auch mit einer einfachen Messtechnik ausgestattet werden, die kontinuierliche Informationen zur aktuellen Filterwirkung liefert. Da ein Versagen von Filtersystemen erfahrungsgemäß keinem stetigem Verlauf folgt, sondern fast unmittelbar eintritt, bietet diese Möglichkeit eine kontinuierliche Systemüberwachung zur Sicherstellung der dauerhaften Wirkung. Es ist davon auszugehen, dass diese über Fernwirktechnik abzurufenden Informationen die Wartungsaufwendungen reduzieren.

Die Investitionskosten für Regenklärbecken sind vergleichsweise hoch. Ursache dafür sind hohe spezifische Kosten in innerstädtischen Bereichen, so dass ausschließlich geschlossene Becken gebaut werden können. Die Betriebskosten der Regenbecken sind bei ordnungsgemäßigem Betrieb entsprechend den Vorgaben der Selbstüberwachungsverordnung (SüwV Kan) und bei adäquaten Reinigungsintervallen durchaus vergleichbar oder sogar höher als bei dezentralen Reinigungssystemen. Durch Anschluss einer größeren Fläche relativieren sich bei größeren Regenklärbecken die spezifischen Kosten, so dass dann die Betriebskosten für dezentrale Systeme insgesamt höher ausfallen.

Die Kosten für die qualitative Abflusssteuerung stellt im direkten Vergleich der Systeme die günstigste Lösung dar. Dieser Vorteil resultiert aus der Zentralisierung der Maßnahme. Die Durchführung einer qualitativen Abflusssteuerung mit einer Photometersonde ist machbar, wie die aktuell positiven Erfahrungen am gesteuerten Trennbauwerk in Wuppertal zeigen. Nach wie vor stellt diese Form der Abflussbewirtschaftung aber noch hohe Anforderungen an den Kanalnetzbetreiber. Jede Messstelle erfordert individuelle Systemkonzepte und Erfahrungen im Umgang mit dieser Messtechnik. Derzeit reduzieren sich die laufenden Kosten, da durch Fernwirktechnik und zunehmende Betriebserfahrungen die Wartungsintervalle aufwandsabhängig und zeitlich gestreckt vorgenommen werden können.

Eine vergleichende und wertende Gegenüberstellung der Kosten und Aufwendungen der eingesetzten Verfahren resp. Systeme zur Regenwasserbehandlung zeigt die Wertungsmatrix der Tabelle 2. Für die qualitative Steuerung sind die Betriebskosten vergleichsweise gering, weil es sich hier um eine zentrale Einzelmaßnahme handelt.

Tabelle 2 Bewertungsmatrix „Aufwand und Kosten“ für die untersuchten Systeme zur Niederschlagswasserbehandlung

System	Platzbedarf	Betriebsaufwand	Kosten	
			laufend	Investition
Straßenablaufeinsätze <i>Innolet®</i>	+ gering	- hoch	- hoch	+ gering
Filterschachtsysteme <i>FiltaPex®</i>	+/- durchschnittlich ¹⁾	o durchschnittlich	- hoch	+ gering
RKBmD	- hoch	- hoch	o durchschnittlich	- hoch ²⁾
RKBoD	- hoch	- hoch	o durchschnittlich	- hoch ²⁾
Qualitative Steuerung	o durchschnittlich	- hoch	+ gering ³⁾	o durchschnittlich

¹⁾ Am Einzelstandort gering – insgesamt im Einzugsgebiet entsprechend umfangreicher

²⁾ Unter Berücksichtigung der gebietsspezifischen Bedingungen

³⁾ Als zentrale (Einzel-)Maßnahme vergleichsweise gering

Die Ermittlung der spezifischen Kosten, bezogen auf einen Quadratmeter angeschlossener befestigter Fläche, erfolgt anhand der dynamischen Gesteungskosten gemäß LAWA (2005). Die Untersuchung wurde am Beispiel der Regenwasserbehandlungssysteme:

- FiltaPex® (exemplarisch für dezentrale Filtersysteme in Schachtbauwerken)
- Innolet® (exemplarisch für Straßenablaufeinsätze)
- Regenklärbecken (exemplarisch für herkömmliche Systeme)

durchgeführt. Bild 8 veranschaulicht den Verlauf der dynamischen Gesteungskosten. Die Auswertung erfolgt für 500, 1000, 2.000, 5.000, 10.000, 15.000 und 20.000 m².

Für das System Innolet® wird dabei berücksichtigt, dass bei einer Fläche von 500 m² bereits zwei Straßenabläufe mit Filtereinsätzen erforderlich sind. Es wird der günstigste Fall angenommen, dass ausschließlich ein direkter Systemeinsatz ohne Anpassungs- oder Umbaumaßnahme möglich ist. Mit Investitionskosten von 1.300 € und laufenden Kosten von rund 150 €/a je Straßenablaufeinsatz sind

die Innolet-Systeme für kleinere Flächen die günstigste Lösung. Die hohen Kosten für die Regenklärbecken berücksichtigen hier die schwierigen Bedingungen enger Platzverhältnisse in dicht besiedelten Räumen. Bei Flächen ab 5.000 m² gleichen sich die Kosten für das Innolet- und FiltaPex-System an.

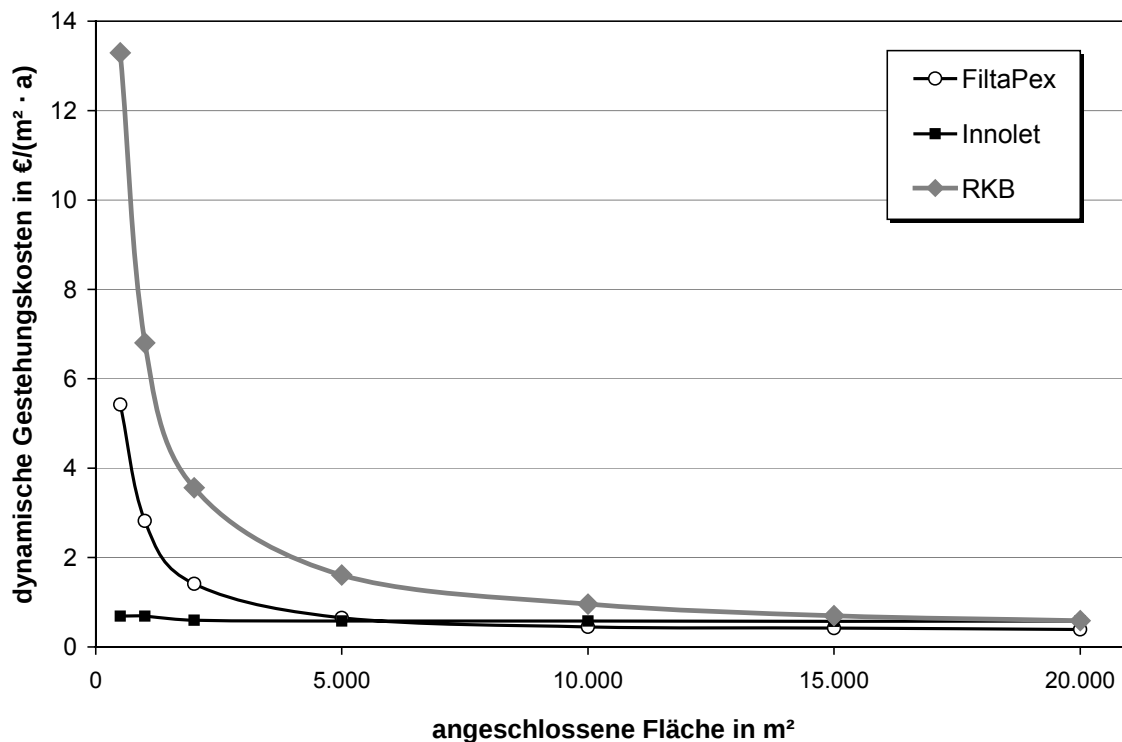


Bild 8 Spezifische Kostenentwicklung für die untersuchten Regenwasserbehandlungssysteme

Die Auswertung belegt, dass die Behandlung mit dem System Innolet® bei klassischen Größenordnungen für eine dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen die günstigste Alternative darstellt. Nachteilig bei diesen Systemen ist das Gefährdungspotenzial durch Verstopfung und das fehlende Rückhaltevolumen von Leichtstoffen. Der Einbau der Systeme führt zu einer hohen Anzahl an Betriebspunkten, hat andererseits aber den Vorteil, im Idealfall mit sehr geringem Aufwand eine Behandlung der Abflüsse von Verkehrsflächen zu ermöglichen.

Die spezifischen Kosten für das System FiltaPex® sind für kleine Flächen deutlich teurer als für das System Innolet®, aber auch wesentlich günstiger als Regenklärbecken. Dabei sind bei dieser Auswertung keine Kosten für Grundstückszukäufe bei Regenklärbecken berücksichtigt. Das System ist durch parallele Anordnung von Systemeinheiten auch für Flächengrößen im Hektarbereich geeignet. Durch Tauchwände erfolgt ein Rückhalt von Leichtstoffen in den Schächten.

Die bisherige Systembewertung berücksichtigt bislang nicht den Bau eines separaten Kanals. Hierbei handelt es sich nicht um eine Reinigungsanlage, sondern um ein zusätzliches Ableitungssystem. Bei dieser, im Rahmen der Variante 3 durchgeführten Untersuchung sind die Auswirkungen resp. Hindernisse dieser Baumaßnahme nicht monetär zu quantifizieren. Der Bau eines separaten Kanals innerhalb der Briller Straße würde in Wuppertal zu erheblichen Beeinträchtigungen führen. Auch wenn diese Variante technisch geplant und monetär bewertet wurde, ist eine Trassierung in diesem eng bebauten Bereich äußerst schwierig. Es ist davon auszugehen, dass Störungen, die mit dieser Maßnahme verbunden sind, wenig Akzeptanz im öffentlichen Umfeld finden werden.

3 Ökologische Bewertung der Konzepte und Beurteilung der Entwässerungssicherheit

3.1 Dezentrale und herkömmliche Verfahren sowie wirkungsspezifischer Gesamtvergleich der Varianten

Die Wirkung der unterschiedlichen dezentralen Niederschlagswasserbehandlungssysteme ist noch nicht umfassend untersucht. Grundsätzlich besteht gemäß des Trennerlasses die Forderung einer Vergleichbarkeit dezentraler Systeme zu herkömmlichen Regenwasserbehandlungssystemen.

Bei den exemplarisch betrachteten Systemen Innolet® und FiltaPex® zur dezentralen Regenwasserbehandlung handelt es sich um Filteranlagen, die bei entsprechender Wartung erfahrungsgemäß ein mit Regenklärbecken mindestens vergleichbares Stoffrückhaltevermögen für Feststoffe aufweisen. Die Systeme wirken chemisch und physikalisch durch Filterelemente, deren Stoffrückhaltekapazität durch den erforderlichen Kompromiss zwischen der Wirksamkeit und dem Wartungsaufwand konzipiert sind. Ein Regenklärbecken wirkt ausschließlich durch Sedimentation oder Aufschwimmen. Für das System Innolet® wird ein Stoffrückhaltevermögen für Feststoffe von rund 50 % veranschlagt. Das System FiltaPex® ist für einen Stoffrückhalt von etwa 70 bis 80 % ausgelegt. Dabei ist der Austausch der Filterelemente auf eine Häufigkeit von 1 bis 2 a⁻¹ begrenzt. Die individuelle Verunreinigung der Oberfläche und die Intensität der Straßenreinigung beeinflussen dabei den Wartungsaufwand.

Ein abschließender und direkter Vergleich von dezentralen Systemen mit Regenklärbecken ist schwierig, da gesicherte messtechnische Nachweise auch zur Wirkung von Regenklärbecken bislang selten sind. Eine vergleichende Gegenüberstellung dieser Systeme erfolgt im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in Wuppertal (Dr. Pecher AG und WSW Energie & Wasser AG). Hier wird der Stoffrückhalt u. a. durch Photometermessungen im Zulauf und in den jeweiligen Ablaufbereichen untersucht. Das Konzept und ausgewählte Ergebnisse dieses Vorhabens sind nachfolgend kurz dargestellt. Weitere Ergebnisse beschreiben Grüning et al. (2010).

Als Referenzsystem wurde ein Regenklärbecken, das wahlweise mit und ohne Dauerstau betrieben werden kann. Das Regenklärbecken wurde während der bisherigen und hier dargestellten Messphase im Dauerstau betrieben. Es handelt sich um ein rechteckiges Durchlaufbecken im Hauptschluss. Das Einzugsgebiet umfasst 19,3 ha, davon sind rund 12 ha befestigt. Das Becken entlastet über einen Klärüberlauf und ein Trennbauwerk in ein Regenrückhaltebecken (RRB). Bei einem Beckenvolumen von 118 m³ beträgt der behandlungspflichtige Zufluss (Q_{krit}) 127 l/s. Die Wirkung des Beckens wird durch einen vorgelagerten Stauraumkanal zusätzlich positiv beeinflusst. Über eine Länge von 65,25 m verläuft ein Kreisprofil (DN 1000), das in Kombination mit dem RKB über diesen Haltungsabschnitt wie ein Stauraumkanal mit unten liegender Entlastung (SKU) wirkt. Bei starken Niederschlagsereignissen oder bei dem Betrieb des RKB mit Dauerstau beträgt das durch den Einstau des Stauraumkanals erweiterte statische Kanalvolumen 51,25 m³ und macht damit zusätzlich über 40 % des eigentlichen Beckenvolumens aus. Das RKB selbst hat eine Oberflächenbeschickung von 6,4 m/h für die kritische Regenabflussspende von 15 l/(s · ha). Die Oberflächenbeschickung (q_A) für das kombinierte Bauwerk von 3,7 m/h liegt deutlich unter der Maximalvorgabe von 10 m/h.

Das Ergebnis einer vergleichenden Gegenüberstellung des Filterschachtsystems FiltaPex® mit dem RKB illustriert Bild 9. Dargestellt ist der Verlauf des Zuflusses und die Konzentrationsganglinie, gemessen im Zuflussbereich des RKB (einige Meter vor dem Beckenüberlauf) für ein Regenereignis am 25.12.2009. Das RKB wurde zu dieser Zeit im Dauerstau betrieben. Mit Beginn des Regenwasserzuflusses steigt die AFS-Konzentration im Zufluss auf 170 mg/l an. Kurze Zeit später wird der Klärüberlauf aktiviert. Die Spitzenkonzentration des Klärüberlaufes liegt bei 110 mg/l (3.30 Uhr) und nimmt im weiteren Verlauf sukzessive ab. Eine messbare Konzentrationssteigerung im Ablauf des Filterschachtsystems setzt etwa um 3.30 Uhr ein. Die Spitzenwerte liegen etwas über 30 mg/l. Die Kon-

zentrationen im Abfluss des Filterschachtsystems übersteigen die Werte des Klärüberlauf zu keinem Zeitpunkt.

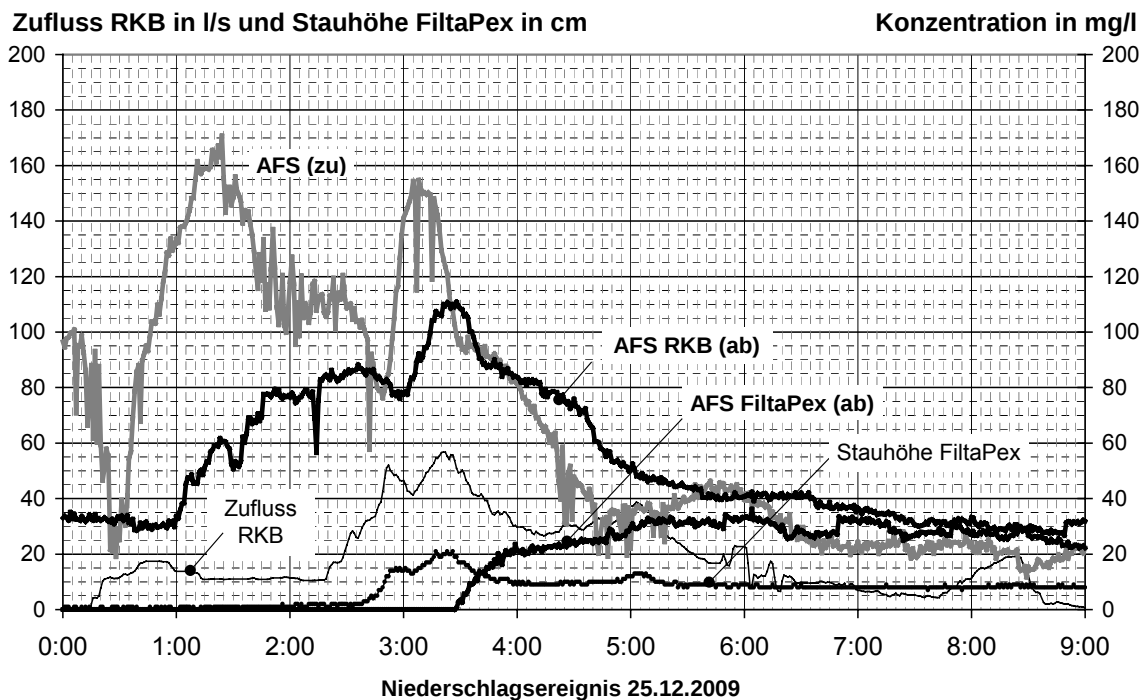


Bild 9 Vergleich der Zu- und Ablaufkonzentrationen an Abfiltrierbaren Stoffen (AFS) des Regenklärbeckens (Klärüberlauf) sowie im Ablauf des Filtapex-Systems nach einem Niederschlagsereignis am 25. Dezember 2009

Die Wirkung von Regenklärbecken ist messtechnisch selten untersucht worden. Unbestritten ist die eingeschränkte Wirksamkeit dieser Systeme (Krauth und Stotz, 2001 sowie Grotehusmann, 2009). Besonders die Wirkung von Regenklärbecken im Dauerstau ist kritisch zu beurteilen, da Remobilisierungsprozesse bei hohen Zuflüssen gemeinsam mit der Verdrängung des erwärmten Beckeninhaltes in Extremsituationen eher schädigend als schützend auf das Gewässer wirken können. Bei kanalisierten Gewässern oder Regenwasserkanälen mit ständigem Abfluss (Fremdwasser), wäre ein dauerhafter Beckendurchfluss möglicherweise zu akzeptieren. Ein ständiger Trockenwetterzufluss ist für Regenklärbecken ohne Dauerstau dagegen nicht praktikabel. Hier könnte alternativ eine Umleitung des Basisabflusses durch einen Bypass erfolgen. Der variable Basisabfluss ist dabei jedoch nur eingeschränkt fassbar und zudem ist eine eindeutige Trennung verunreinigter Abflüsse nicht garantiert.

Im Einzugsbereich des Müggenbaches sind für fünf im Trennsystem entwässernde Teilgebiete Regenklärbecken im Dauerstau mit einem Volumen von 10 bis 100 m³ vorgesehen worden. Diese wären im Dauerstau zu betreiben, da in den Regenwasserkanälen ein dauerhafter Abfluss vorliegt. Der Anschluss oder Umschluss von Fremdwasserquellen an die Regenwasserkanalisation kann sich bei konsequenter Sanierung der Schmutzwasserkanalisation möglicherweise steigern.

Eine qualitative Wertung der untersuchten Verfahren erfolgt durch eine Bewertungsmatrix (Tabelle 3). Neben Wertungen des Stoffrückhaltes wird eine mögliche hydraulische Gefährdung beurteilt. In diesem Fall kann das System Innolet® ggf. eine Begrenzung des hydraulischen Ableitungsvermögens darstellen. Der Rückhalt von Schwimmstoffen ist bei dem System Filtapex® und den Regenklärbecken gewährleistet. Bei größeren Einleitungen nach Havarien o. ä. ist die Aufnahmekapazität in Filter-

schächten durch das begrenzte Volumen allerdings stark eingeschränkt. Bei der qualitativen Steuerung kann bei rechtzeitiger Information entsprechend reagiert werden. Die Photometersonde detektiert derzeit jedoch keine Kraftstoffe mit ausreichender Zuverlässigkeit.

Tabelle 3 Bewertungsmatrix „Wirkung“ für die untersuchten Systeme zur Niederschlagswasserbehandlung

System	Hydraulische Gefährdung durch Überstau	Schwimmstoff-rückhalt	Reinigungswirkung	
			partikulär	gelöst
Straßenablauf-einsätze <i>Innolet®</i>	- hoch	- gering	o durchschnittlich	- gering
Filterschacht-systeme <i>FiltaPex®</i>	+ keine	+ gewährleistet	+ hoch	-/o gering ¹⁾
RKBmD	+ keine	+ gewährleistet	-/o durchschnittlich	- gering
RKBoD	+ keine	+ gewährleistet	o durchschnittlich	-/o durchschnittlich ²⁾
Qualitative Steuerung	+ keine	o durchschnittlich	o durchschnittlich ²⁾	o durchschnittlich ²⁾

¹⁾ Rückhalt gelöster Stoffe durch chemisch/physikalische Prozesse noch nicht abschließend nachgewiesen

²⁾ Behandlung erfolgt auf der Kläranlage oder in einer zentralen Regenwasserbehandlungsanlage

Der langgestreckte Verlauf von Straßen stellt häufig ein Problem dar. Vor allem, wenn die Verkehrsfläche allein behandlungspflichtige Abflüsse liefert. Besonders hohe Stoffkonzentrationen fallen erfahrungsgemäß im Bereich von Verkehrsknotenpunkten (stop-and-go-Verkehr) und weniger in Bereichen mit ständigem Verkehrsfluss an. Hier wäre zu überlegen, ob die Behandlung nicht insbesondere auf das weiträumige Umfeld des Kreuzungsbereiches begrenzt werden kann.

3.2 Zentrale Behandlung und separater Kanal

Die Trennung der unterschiedlichen Abflüsse in separaten Kanälen ist teuer. Nicht monetär zu berücksichtigen sind die technischen und politischen Hindernisse. Der Bau eines separaten Kanals innerhalb der Briller Straße würde in Wuppertal zu erheblichen Beeinträchtigungen führen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Alternative kein naturnah gestaltetes Gewässer darstellt, sondern lediglich eine separate Kanalisierung des Gewässers. Für den Mückenbach würde eine Umgestaltung des Gewässers zusätzlich erschwert, da hier zumeist private Flächen durchschnitten werden müssten.

Der separate Bachkanal nimmt ausschließlich den Basisabfluss des Gewässers auf. Eine Einleitung der nicht klärfähigen Oberflächenabflüsse erfolgt nicht in den Bachkanal. Diese werden weiterhin in den „ehemals“ kanalisierten Bachkanal eingeleitet. Der Aufwand dieses zusätzlichen Umschlusses

wäre inakzeptabel hoch und wurde hier deshalb auch nicht weiter untersucht. Der ökologische Wert dieser Maßnahme ist eingeschränkt.

3.3 Parameterspezifische Abflusssteuerung (Briller Bach)

Die Möglichkeit der unmittelbaren Detektion der Abflussverunreinigung (AFS-Äquivalent) mit anschließender Abflussaufteilung erfolgt bereits im Trennbauwerk VZW 53 in Wuppertal. Bild 10 zeigt die Abflussaufteilung während der Ableitung von klärfpflichtigen Oberflächenabflüssen.

Die Frage nach der dabei in Kauf zu nehmende Vermischung unterschiedlich belasteter Oberflächenabflüsse stellt sich durch die flächenspezifische Behandlungspflicht im Trennverfahren generell. Entweder es wird dezentral behandelt oder semi-zentrale resp. zentrale Behandlungsanlagen nehmen unbelastete Abflussanteile zusätzlich auf, die dann durch entsprechende Dimensionierungszuschläge zu berücksichtigen sind. Die Behandlung des klärfpflichtigen Abflussanteils erfolgt bis auf das Entlastungsvolumen, das ggf. vor der Kläranlage abgeschlagen wird, bei dieser Lösung in der Kläranlage.

Wie hoch in diesem Fall die Reinigungswirkung bzw. der Frachtrückhalt und die Wirkung auf das Gewässer letztlich ist, hängt von vielen Faktoren ab. Dazu zählen:

- In welcher Höhe wird der zur Steuerung definierte Indikatorparameter (vorzugsweise AFS) begrenzt?
- Wie hoch ist der Abflussanteil, der letztlich auf der Kläranlage behandelt wird? Dieser wird durch die hydraulische Aufnahmekapazität der Kläranlage beeinflusst.

Wie hoch letztlich der Frachtrückhalt dieser verunreinigungsabhängigen Steuerung im Vergleich zur stringenten Abflussaufteilung von $15 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$ ist, wird im Rahmen des weiteren Anlagenbetriebs derzeit untersucht.



Bild 10 Ableitung des als klärfpflichtig definierten Abflusses im Zeitraum der Regenwasserableitung am Trennbauwerk VZW 53 im Briller Bach

Eine Quantifizierung der Gewässerbelastung für die jeweiligen Varianten war im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen nicht möglich. Dazu ist künftig noch erheblicher Forschungsbedarf gegeben. Die Beurteilung der Maßnahmen beschränken sich hier im Wesentlichen durch Gegenüberstellung der technischen und monetären Aufwendungen.

Maßgeblich für die Wirkung aller Systeme ist letztlich die zuverlässige Wartung. Werden hier Überwachungsaufgaben und die jeweilige Verantwortung der Betreiber vernachlässigt, sind die Systeme teilweise völlig wirkungslos.

3.4 Zentrale Behandlung (Müggenbach)

Die Wirkung des zentralen Behandlungssystems für den Müggenbach kann hier nicht umfassend quantifiziert werden. Die großzügige Bemessung des Regenklärbeckens führt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem nennenswerten Stoffrückhalt. Eine zentrale Behandlung bei hohen Basisabflüssen durch Fremdwasser oder den Abfluss eines kanalisierten Gewässers kann derzeit lediglich in dauergestauten Regenklärbecken erfolgen. Letztlich wäre hier ggf. ein Messprogramm für eine abschließende Beurteilung erforderlich. Möglicherweise kann bei besonders stark verunreinigten Teilflächen zusätzlich eine dezentrale Behandlungsanlage angeordnet werden.

4 Vergleichende Gegenüberstellung

Eine absolute wertende Quantifizierung der untersuchten Varianten ist in erster Linie für die Kosten und den Aufwand der technischen Umsetzung möglich. Die Wirkung auf das Gewässer ist durch eine empirische Wertung und auch durch Systemmodellierungen nur eingeschränkt zu quantifizieren resp. zu werten. Im Rahmen weiterer Untersuchungen ist eine Frachtbilanzierung für die jeweiligen Varianten und Konzepte zu empfehlen. So erfordert auch die Bewertung des Behandlungsumfangs und der Wirkung auf das Gewässer weitere Untersuchungen. Vor diesem Hintergrund ist die Wertungsmatrix (Tabelle 4) nur als qualitative Einschätzung zu sehen. Bei der Wertung der Kosten ist zu berücksichtigen, dass ausschließlich die Varianten der jeweiligen Gewässersysteme gegeneinander zu werten sind.

Eine weitgehend positive Wertung erfolgt für Variante 1 (dezentrale Behandlung). Hier schränken allerdings die hohen Kosten die Umsetzbarkeit ein. Allerdings zeigt der Vergleich mit der Variante 2 (Kombinationslösung „de- und semizentrale/zentrale Behandlung vor der Einleitung“) und für den Muggenbach auch mit Variante 3 (Zentrale Behandlung und separater Kanal), dass eine konsequente Anordnung dezentraler Behandlungsanlagen nicht generell die teuerste Lösung darstellen muss. Einschränkend ist derzeit die offene Genehmigungsfähigkeit dezentraler Behandlungsverfahren. Hier fehlt zumeist der Nachweis der Vergleichbarkeit gemäß des Trennerlasses, weil vergleichende messtechnische Untersuchungen häufig nicht vorliegen. Langfristige Betriebserfahrungen fehlen für alle dezentralen Verfahren.

Für Variante 2 überwiegt eine durchschnittliche Wertung. Die hier zumindest im Gebiet Muggenbach erforderlichen Regenklärbecken mit Dauerstau weisen erfahrungsgemäß allerdings eine eingeschränkte Wirkung auf. Damit sind auch eingeschränkte Möglichkeiten der Genehmigung verbunden. Die momentanen Hindernisse bei der Genehmigung dezentraler Verfahren gelten hier wie für Variante 1.

Bei Variante 3 wird die Trennung des Basisabflusses aus dem bisherigen Trennsystem vollzogen. Das Gewässer wird in einem separaten Kanal abgeleitet. Ein ökologischer Wert für das Gewässer ist damit nicht zu erzielen. Selbst wenn diese Variante nicht die teuerste Lösung darstellt, ist eine Umsetzung dieser Baumaßnahme kritisch zu werten. Eine derart umfassende Baumaßnahme hat maßgebliche verkehrliche Einschränkungen und logistische Aufwendungen zur Folge. Eindeutig ist in diesem Fall die Genehmigungssituation.

Variante 4a ist für das Briller-Bach-System bereits genehmigt und wird seit Mitte 2009 betrieben. Die Genehmigung erfolgte mit Auflagen, die u. a. eine kontinuierliche Dokumentation und Überprüfung der Messdaten umfasst. Eine allgemeine Möglichkeit der Genehmigung ist für diese Technik bislang nicht etabliert. Es handelt sich somit um eine Ausnahmesituation, so dass eine generelle Einschätzung der Genehmigungsfähigkeit hier nicht möglich ist. Das Konzept stellt die mit Abstand monetär günstigste Lösung dar. Die Behandlung des klärpflichtigen Abflusses erfolgt bei dieser Lösung auf der Kläranlage. Eine Bilanzierung der Frachtanteile wird im Rahmen des weiteren Betriebs durchgeführt. Die weiteren Untersuchungen können damit zur allgemeinen Genehmigungsfähigkeit vergleichbarer Systeme beitragen.

Variante 4b für das Muggenbachsystem wird bislang nicht genehmigt. Auch dieses Konzept ist mit Abstand die kostengünstigste Lösung. Eine verbindliche Wertung der Wirkungen auf das Gewässer im Vergleich mit den anderen Varianten ist spekulativ. Der ständige Abfluss lässt als zentrale Behandlung hier ausschließlich ein Regenklärbecken im Dauerstau zu.

Tabelle 4 Vergleichende Gesamtbeurteilung „Bewertungsmatrix“ (BrBa = Briller Bach, MüBa = Müggenbach)

Wertungskriterien		Variante 1 Dezentrale Behandlung		Variante 2 Kombinationslösung		Variante 3 Zentrale Behandlung und separater Kanal		Variante 4a Parametersteuerung	Variante 4b Zentrale Behandlung und Vermischung
Kosten (Projektkostenbarwerte)		BrBa	MüBa	BrBa	MüBa	BrBa	MüBa	BrBa	MüBa
		8,3 Mio.	4,1 Mio.	17,1 Mio.	4,0 Mio.	15,9 Mio.	3,9 Mio.	6,6 Mio.	2,3 Mio.
		0	-	-	-	0	-	+	+
Vermeidung der Vermischung	Oberflächenabflüsse (Kat. I/II/III)	ja		teilweise		nein		nein	nein
		+		0		-		-	-
	Oberflächen- und Gewässerabfluss	ja		ja		ja		nein	nein
		+		+		+		-	-
Realisierbarkeit (technisch/politisch)		möglich		möglich		schwierig		bereits realisiert	möglich
		+		+		-		+	+
Behandlung/Gewässer		Einschätzung - kein Nachweis möglich (Wirkung der Verfahren noch nicht abschließend untersucht)							
		vglw. hoch		durchschnittlich		durchschnittlich		variabel	durchschnittlich
		+		0		0		0	0
Genehmigungsfähigkeit		durchschnittlich		durchschnittlich		unproblematisch		generell schwierig (hier aber bereits genehmigt)	schwierig
		+		0		+		- (+)	-

Anmerkung: Der wertende Vergleich der Kosten erfolgt separat für die jeweiligen Bachsysteme

5 Genehmigung und Übertragbarkeit der Ergebnisse auf NRW

Kanalisierte Gewässer als Bestandteil der Regenwasserkanalisation stellen eine in NRW häufig vorzufindende Situation dar. Diese „verrohrten Bäche“ weisen häufig einen Gewässerstatus auf und führen teilweise auch einen nennenswerten natürlichen Basisabfluss, bei anderen wiederum sind die natürliche Quelle und der daraus resultierende Zufluss nicht mehr zu identifizieren. Die Bewirtschaftung dieser Gewässer rückt u. a. durch die Zielvorgaben der EG-WRRL vermehrt in den Fokus der Entwicklungskonzepte von Kommunen und Wasserverbänden. Die Aktivierung des Entwicklungspotentials in Richtung des ursprünglichen und naturnahen Zustands ist oft ein eher mittel- bis langfristiger Prozess. Wie mit der Genehmigung von Oberflächenabflusseinleitungen umzugehen ist, stellt häufig allerdings ein aktuelles Problem dar. Dabei ist die Identifikation kanalisierter und stark veränderter Gewässersysteme nicht immer einfach. Folgende Aspekte beschreiben eine Extremsituation (Grüning, 2009):

- Liegt ein natürlicher Zufluss vor? Oft sind Quellbereiche überbaut und der eigentliche Gewässersprung ist kaum auffindbar.
- Ist die Trasse rekonstruierbar? Der begradigte Verlauf hat häufig nicht mehr viel mit dem ursprünglichen mäandrierenden Gewässerverlauf zu tun. Möglicherweise enthalten historische Karten Informationen zur Ursprungscharakteristik.
- Wo verläuft die bestehende Trasse? Der Kanal verläuft streckenweise unterhalb von Gebäuden und stark befahrenen Straßen.
- Wie setzt sich der Abfluss zusammen? Der Basisabfluss resultiert häufig aus Drainagezuflüssen und Grundwasserinfiltration.

Die für den Kanalnetzbetreiber einfachste (und billigste) Lösung wäre in solchen Fällen zumeist eine Aufhebung des Gewässerstatus. Die EG-WRRL schreibt für Gewässer die Rückführung in den naturnahen resp. naturähnlichen Zustand bis zum Jahr 2015 vor, mit Verlängerungsoptionen bis zum Jahr 2027. Entscheidend für den Umgang mit dem Gewässer ist letztlich das Entwicklungspotential. Die oben dargestellten Extrembedingungen liegen häufig nur abschnittsweise vor. Eine vollständige Freilegung überbauter Gewässerläufe ist allerdings in überschaubaren Zeiträumen oft nicht möglich, bestenfalls können Abschnitte kurz- bis mittelfristig wieder rekonstruiert werden.

Die Anforderungen an die Niederschlagswasserbehandlung in NRW sind durch den Runderlass vom 26. Mai 2004 „Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren“ (so genannter „Trennerlass“, 2004) als allgemein anerkannte Regel der Technik festgelegt. Rechtsgrundlage ist der § 57 (1) LWG. Der Erlass berücksichtigt verschiedene bei der Bestandsaufnahme gem. EG-Wasserrahmenrichtlinie gewonnene Erkenntnisse sowie die Vorgaben des novellierten Landeswassergesetzes und neuere untergesetzliche Regelungen (Bürgel, 2006). Dabei räumt der Trennerlass der Abflussvermeidung und Verminderung höchste Priorität vor der dezentralen, semizentralen und zentralen Behandlung ein.

Bislang war die einzige Möglichkeit der Niederschlagswasserbehandlung bei dauerhaftem Abfluss, entweder durch Fremdwasser oder bei natürlichem Gewässerabfluss, die Anordnung eines Regenklärbeckens mit Dauerstau. Diese Form der Regenwasserbehandlung wird in NRW im Rahmen der Genehmigungspraxis zumeist kritisch gesehen. Grund ist die eingeschränkte Reinigungswirkung dieser Becken. Mögliche Belastungssituationen für das Gewässer können durch Austrag des hochbelasteten Beckeninhaltes und durch Remobilisierung bei hohen Zuflüssen, besonders nach längeren Trockenperioden auftreten.

Die Situation des Mückenbachs zeigt, dass für den kanalisierten Bach eine Entwicklung der Biozönose und Morphologie nicht möglich ist. Somit ist aus gewässerökologischer Sicht keine Veränderung zu erwarten. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist für die bestehende Kanalisation eine Abkopplung der geringen Bachwasserabflüsse nicht von Bedeutung, da die Leistungsfähigkeit des Ableitungssammlers dadurch nicht verbessert wird. Vor diesem Hintergrund ist eine Kanalnetzsanzeige nach § 58.1 LWG für eine zentrale Behandlung am Ende der Verrohrung eingereicht worden. Hierin wurden auch Alternativen wie:

- Abkopplung des Quellwassers,
- Versickerung bzw. Nutzung des Quellwassers,
- Trennung von Regen- und Bachwasser durch neuen Bachsammler,
- Trennung von Regen- und Bachwasser durch „Rohr-in-Rohr“ und
- Trennung von Regen- und Bachwasser durch einen neuen RW-Sammler

betrachtet. Trotz der aufgeführten umfangreichen Variantenbetrachtungen liegt bisher keine genehmigungsfähige Lösung vor, da behandlungspflichtige Oberflächenabflüsse in das Gewässersystem erfolgen. Das Genehmigungsverfahren gemäß § 58.1 LWG wurde aufgrund der fehlenden wasserrechtlichen Grundlagen nicht beschieden und ruht aufgrund eines nicht entschiedenen Widerspruchsverfahrens der Stadt Remscheid.

Die Möglichkeit der Beibehaltung des kanalisierten Briller Baches mit einer qualitativen Abflusssteuerung ist von der Bezirksregierung Düsseldorf genehmigt worden. An das Genehmigungsverfahren ist ein kontinuierliches Monitoring verknüpft. Das Konzept selbst kann durch die Variabilität der Steuergröße an veränderte Kenntnisse und Bedingungen angepasst werden. Die weiteren Untersuchungen sollen dazu beitragen, Grundlagen für die Genehmigungsfähigkeit vergleichbarer Systeme zu schaffen.

6 Zusammenfassung

Kanalisierte Gewässer mit natürlichen Basisabflüssen und Regenwasserkanäle mit dauerhaften Abflüssen sind in NRW häufig. Diese „verrohrten Bäche“ weisen oftmals einen Gewässerstatus auf und führen teilweise auch einen nennenswerten natürlichen Basisabfluss. Bei anderen Bachkanälen wiederum sind die natürliche Quelle und der daraus resultierende Zufluss nicht mehr zu identifizieren. Im Rahmen der Genehmigungspraxis von Behandlungsanlagen und Einleitungen ist die Definition der Systeme eine maßgebliche Fragestellung. Handelt es sich um ein kanalisiertes Gewässer oder um einen Regenwasserkanal mit Fremdwassereinleitung? Dabei sind komplexe Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, die oft keine eindeutigen und genehmigungsrechtlich einwandfreien Lösungen ermöglichen.

Die hier durchgeführte Systemanalyse und -bewertung erfolgt in erster Linie durch vergleichende Gegenüberstellung der Kosten für verschiedene Lösungskonzepte und stellt eine Grundlagen für künftige Entscheidungsfindungen dar. Neben einer ökologischen Beurteilung erfolgte ein ökonomischer Vergleich folgender Varianten:

Variante 1: Ausschließlich dezentrale Behandlung im gesamten Einzugsgebiet

Variante 2: Kombinationslösung dezentrale und semizentrale bzw. zentrale Behandlung vor der Einleitung

Variante 3: Zentrale Behandlung und separater Kanal („Bachentflechtung“)

Variante 4a: Parameterspezifische Abflusssteuerung (Briller Bach)

Variante 4b: Zentrales Behandlungssystem und Vermischung der Abflüsse (Müggenbach)

Die jeweiligen Varianten wurden planerisch bis zur Kostenermittlung mit einer Planungstiefe im Bereich der Vorplanung ausgearbeitet. Dabei stellte bewusst nicht die Ermittlung der wirtschaftlich günstigsten Variante, sondern der objektive Vergleich der unterschiedlichen Möglichkeiten das Projektziel dar. Zusätzlich erfolgte eine Bewertung des Einflusses auf die Entwässerungssicherheit durch die eingesetzten Systeme.

Die Untersuchungen wurden am Beispiel eines kanalisierten Gewässersystems in Wuppertal (Briller Bach) und einer Bachverrohrung in Remscheid (Müggenbach) ermittelt.

Es stellte sich heraus, dass für beide Gewässersysteme eine zentrale Lösung die geringsten Kosten hervorruft. Für den Müggenbach wird diese Variante durch ein Regenklärbeckensystem repräsentiert, das den gesamten Abfluss (Basisabfluss und Oberflächenabfluss) aufnimmt und behandelt. Für den Briller Bach stellt die inzwischen realisierte und betriebsstabil betriebene parameterspezifische Abflusssteuerung die günstigste Lösung dar.

Die EG-WRRL gibt zudem vor, dass die kosteneffizienteste Maßnahme zur Erreichung der Ziele (guter ökologischer Zustand oder gutes ökologisches Potenzial) der EG-WRRL vorrangig gewählt werden. Hierzu bedarf es einer zusätzlichen wasserrechtlichen Regelung, um auch nicht konventionelle Konzepte, einer wasserrechtlichen Genehmigungsfähigkeit zuzuführen.

Bei der kontroversen Diskussion der hohen Kosten für dezentrale Regenwasserbehandlungssysteme durch den Trennerlass (2004) ermöglichen die Ergebnisse dieser Untersuchung eine zusätzliche Möglichkeit der sachlichen Bewertung. Es zeigte sich, dass eine flächendeckende Niederschlagswasserbehandlung mit dezentralen Systemen nicht zwangsläufig die teuerste Möglichkeit darstellen muss.

Eine verbindliche ökologische Wertung ist im Vergleich zur ökonomischen Quantifizierung nicht möglich. Über die Wirkung der jeweiligen Systeme ist derzeit noch zu wenig bekannt. Hier sind weitergehende Untersuchungen erforderlich.

Letztlich erfordert die Gewährleistung wirksamer Systeme ein hohes Maß an Verantwortung bei den Betreibern, die der Wartungsverpflichtung nachkommen müssen. Erfahrungsgemäß wird ein gesicherter Betrieb ohne qualifizierte Überwachung durch Aufsichtsbehörden nur eingeschränkt realisiert. Der Wert und die damit verbundenen Kosten für eine Wartung zur Sicherstellung stabiler Betriebsbedingungen wird vor allem im Bereich der Regenwasserbehandlung häufig konträr betrachtet. Die Anforderungen an den Betrieb sind in der Vergangenheit allein durch komplexe Überwachungs- und Steuerungssysteme deutlich gestiegen. Bereits damit ist eine zeitnahe Auswertung und Interpretation von Messdaten obligat. Die Bereitschaft zu investieren, um Überwachungsabläufe sicherzustellen, hat auch im Bereich der Behörden in der Vergangenheit abgenommen. Letztlich stellt jede Anlage zur Regenwasserbehandlung einen Kompromiss zwischen „Wartung und Wirkung“ dar. Neben der kurzfristigen Investition wird dem langfristigen Betrieb erfahrungsgemäß leider nicht die nötige Bedeutung beigemessen.

7 Literatur

Bürgel B. (2006) Der Trennerlass - Inhalt und Intention. Seminar „Niederschlagswasser in Trennsystemen – gesteigerte Anforderungen und innovative Konzepte“. Tagungsunterlagen der Dr. Pecher AG, Seminar am 7. November 2006 in Bochum

FGSV (2005) Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung (RAS-Ew). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2005, FGSV-Verlag, Köln

Grotehusmann D. (2009) Behandlungsanlagen für Straßenabflüsse. Tagungsunterlagen des DWA-Seminars „Straßenentwässerung“ am 19. November 2009 in Lehrte, S. 1/21 bis 21/21

Grüning H. (2009) Regenwassereinleitungen in kanalisierte Gewässer – Behandlungsmöglichkeiten und Kosten. Korrespondenz Abwasser (56) Nr. 2, S. 153-157

Grüning H., Giga A. und Quarg-Vonscheidt J. (2010) Vergleichende Gegenüberstellung von Regenklärbecken und dezentralen Regenwasserbehandlungssystemen. Tagungsunterlagen der DWA – Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Wasser und Abfall e.V., 9. Regenwassertage am 8./9. Juni 2010 in Bremen

Krauth K. und Stotz G. (2001) Wirkung von Regenklärbecken für die Reinigung von Niederschlagswasser. KA Korrespondenz Abwasser, Abfall (48), Nr. 5, S. 639 bis 650

LAWA (Hrsg.) (2005) Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien). Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Berlin, 2005