

# Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung im Rahmen der Gebietsentwässerungsplanung

Erik Ristenpart, Ulrich Kasting (Hannover) und Christoph Langweg (Hamm)

## Zusammenfassung

In dem Gebietsentwässerungsplan (GEP) für den Ortsteil Bockum-Hövel-Mitte in Hamm werden neben den konventionellen Sanierungsaspekten Hydraulik, baulicher Zustand und Neuordnung/Entflechtung des Mischwassernetzes insbesondere die Fremd- und Grundwassersituation bearbeitet. Dabei wird sowohl der durch Messungen erfasste Fremdwasseranfall als auch der Anstieg des Grundwasserspiegels infolge Abdichtung des öffentlichen und privaten Kanalnetzes berücksichtigt. Dem Grundwasseranstieg wird zum Schutz der vorhandenen Bausubstanz und vor großflächigeren Vernässungen durch gezielte Maßnahmen begegnet. Es werden Planungen zur Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung vorgelegt, die durch ein dreidimensionales, an Messdaten kalibriertes Grundwassermodell in einem iterativen Planungsprozess begleitet wurden. Das eng an die örtlichen Verhältnisse angepasste Sanierungskonzept mit einem hohen Detaillierungsgrad beinhaltet ein aus zwei Hauptelementen bestehendes Ersatzsystem zur Grundwasserdrainage (Dränagekanäle) und zur Ableitung der verschiedenen Fremdwasserkomponenten (Vorflutkanal). Der Entwurf der einzelnen Elemente des Bewirtschaftungssystems unter den örtlichen Randbedingungen wird nachfolgend näher erläutert.

**Schlagwörter:** Entwässerungssysteme, Fremdwasser, Grundwasser, Entwässerung, Planung, Modell, Bewirtschaftung, Messdaten, Kanalnetz, privat, öffentlich

## Abstract

### Infiltration Water and Groundwater Management in the Framework of Area Drainage Plans

In addition to conventional rehabilitation aspects, such as hydraulics, structural condition and reorganisation/unbundling of combined sewage networks, the area drainage plan for the Bockum-Hövel-Mitte district of the city of Hamm also reviews the situation of infiltration water and groundwater. The amounts of infiltration water recorded by measurements as well as the increase in groundwater levels due to the sealing of the public and private sewerage network are taken into account. Increasing groundwater levels are countered by targeted measures to protect existing buildings and structures and to prevent large-scale waterlogging of urban grounds. Infiltration water and groundwater management plans are elaborated, whose development was accompanied in an iterative planning process by a three-dimensional groundwater model, calibrated on the basis of measurement data. The rehabilitation concept, which is very

*much tailored to local conditions, with its high degree of detail, comprises a substitute system that consists of two main elements for groundwater drainage (drainage pipes) and for the discharge of different infiltration water components (intercepting clear water sewer). The paper describes how the individual elements of the management system were designed in the light of local conditions.*

**Key words:** drainage systems, infiltration water, groundwater, drainage, planning, model, management, measurement data, sewer network, private, public

## 1 Einleitung

Eine umfassende General- bzw. Gebietsentwässerungsplanung (GEP) sollte die in Abbildung 1 schematisch dargestellten Themenbereiche beinhalten.

Neben den in der Abbildung im oberen Bereich dargestellten klassischen Aufgaben wie Beseitigung hydraulischer Überlastungen und Neuordnung der Fließwege sowie zunehmend auch bauliche Sanierung und Reduzierung der Einleitungen in Gewässer sind in entsprechenden Problemgebieten ebenfalls die Fremd- und Grundwassersituation zu berücksichtigen. Eine solcherart integrative Planung bietet insbesondere in Poldergebieten, wie z. B. in den weiträumigen Bergsenkungsgebieten Nordrhein-Westfalens die Gewähr, den Fremdwasseranfall zu reduzieren und auch negative Folgen von Kanalsanierungsmaßnahmen (Grundwasseranstieg) vorausschauend zu verhindern.

### 1.1 Fremdwasser

Die in verschiedenen Normen und Richtlinien uneinheitlichen Definitionen des Begriffs „Fremdwasser“ werden in [1] einge-

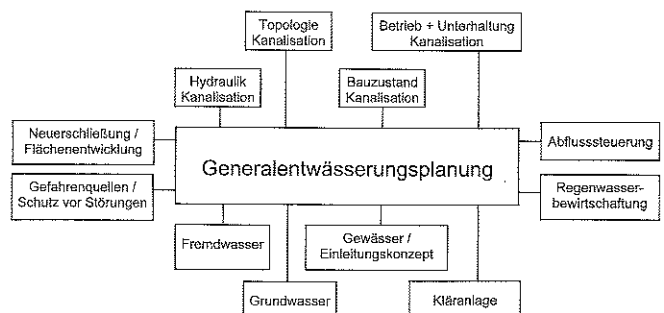


Abb. 1: Inhalte General- bzw. Gebietsentwässerungsplanung

hend diskutiert. Allen Definitionen ist gemeinsam, dass es sich um Wasser handelt, welches nicht in die Kanalisation gelangen darf. Die Quellen des Fremdwassers und ihre zumeist negativen Auswirkungen auf Abwasseranlagen sind in [1] und [2] ausführlich beschrieben.

Die Forderung nach einer Begrenzung der Fremdwassermengen ist im weitesten Sinne im Abwasserabgabengesetz des Bundes enthalten. Demnach dürfen die Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer aufgrund der gesetzlichen Vorgaben nicht durch Vermischung oder Verdünnung unter anderem durch Fremdwasser erreicht werden. Darüber hinaus ist in der Hälfte der deutschen Bundesländer laut [1] durch ausdrückliche gesetzliche Regelungen bzw. Erlasse konkretisiert, inwieweit eine solche Verdünnung noch als zulässig angesehen werden kann. In Nordrhein-Westfalen liegen keine verbindlichen Grenzwerte vor. Es existiert dort lediglich ein älterer Entwurf eines Runderlasses des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft aus dem Jahr 1998 [3] mit konkreten Grenzen für den spezifischen täglichen Schmutzwasseranfall, der jedoch nie endgültig verabschiedet wurde.

Die DWA-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“ gibt Hinweise zur Bewertung des Fremdwasseranfalls für verschiedene Betriebsbereiche von Abwasseranlagen [2]. Ein Kennwert für stark erhöhten Fremdwasseranfall ist ein täglicher Kläranlagenzufluss von mehr als 300 l/(E×d), der mit einem Wert im oben genannten ErlasSENTwurf für Nordrhein-Westfalen korrespondiert.

**1.2 Auswirkungen der Kanalsanierung auf das Grundwasser**

Bei Betrachtung der zukünftigen Entwässerung von Siedlungsgebieten ist zu berücksichtigen, dass die bestehende Kanalisation neben der eigentlichen Ableitungsfunktion für das Abwasser oft auch mehr oder weniger ungewollt eine entwässernde Funktion für das Grundwasser besitzt. Langfristig ist jedoch von einer weitgehenden Abdichtung der öffentlichen und privaten Kanäle im Rahmen der Kanalsanierung auszugehen. Die-

se Sanierung kann durch die dann fehlende Dränagewirkung einen unerwünschten Anstieg des Grundwasserspiegels nach sich ziehen. Verringerungen des Grundwasserflurabstandes bis hin zu Vernässungen der Bausubstanz oder sogar der Geländeoberfläche können zu Nutzungskonflikten führen. In einer Umfrage des BWK geben immerhin sechs Prozent der betroffenen Kommunen die Sanierung/Abdichtung der Kanalisation als Hauptursache für steigende Grundwasserstände an [4].

Um unschädliche Grundwasserstände zu erhalten, werden von [5] verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen. In kritischen Situationen ist ein Ersatzsystem als Ableitungsalternative für das Grundwasser zu schaffen [6]. Gemeinsame Bewirtschaftungssysteme unter Einbeziehung des Regenwassers können dabei hohe Synergieeffekte ermöglichen [7]. Abgesehen von den zuvor genannten Literaturstellen, die sich in eher allgemeiner Art im Sinne von Empfehlungen und Vorschlägen mit diesem Thema auseinandersetzen, fehlen Beschreibungen konkreter Planungen oder gar umgesetzter Vorhaben weitgehend. Anzuführen ist hier lediglich das Pilotprojekt Billerbeck mit einem separaten Dränagewassersystem [8], dessen Fokus allerdings auf der Ableitung des auf den Privatgrundstücken gefassten Dränagewassers liegt. Diese Lücke bei der Fremd- und vor allem Grundwasserbewirtschaftung wird nachfolgend mit der Erläuterung eines beispielhaften integrierten GEP für ein Teileinzugsgebiet der Stadt Hamm gefüllt, dessen Umsetzung in Baumaßnahme mittlerweile begonnen hat.

**2 Projektbeispiel GEP Bockum-Hövel-Mitte**

**2.1 Beschreibung Plangebiet**

Im Ortsteil Bockum-Hövel-Mitte der Stadt Hamm leben derzeit etwa 13 000 Einwohner. Das Sanierungsgebiet umfasst insgesamt 315 ha (Versiegelungsgrad 45 Prozent). Über den oberen Eversbach ist im Nordwesten ein landwirtschaftlich genutztes Außengebiet und über einen Stauraumkanal mit unten liegen-



**hontzsch**  
flow measuring technology

Stationäre und mobile  
**Durchflussmessung**

Belebungsluft      Biogas




**Höntzsch GmbH**  
Gottlieb-Daimler-Str. 37  
71334 Waiblingen  
Tel. +49 7151 1716 0  
Fax +49 7151 584 02  
info@hoentzsch.com  
www.hoentzsch.com

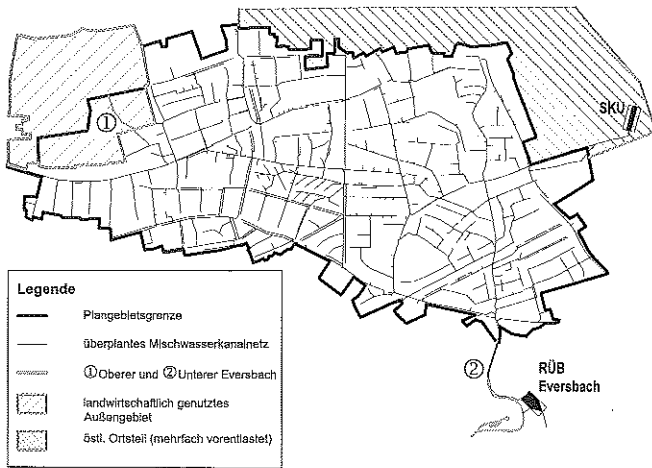


Abb. 2: Plangebiet Bockum-Hövel-Mitte

der Entlastung (SKU) der östliche Ortsteil mit einer zusätzlichen Größe von rund 170 ha angeschlossen (Abbildung 2).

Die Entwässerung des Plangebiets erfolgt im Mischsystem mittels eines verästelten Kanalnetzes mit lediglich geringfügigen Vermaschungen (Gesamtlänge 51 km). Die Abflüsse verlassen das Gebiet über das RÜB Eversbach zur Kläranlage Hamm-West. Das Kanalnetz ist durch die Entstehung der Werksiedlungen der ehemaligen ortsansässigen Zeche Radbod geprägt. Kanäle mit weitreichender Vorflutfunktion befinden sich teilweise auf privaten, nicht zugänglichen Flächen. Der bauliche Zustand der öffentlichen und privaten Kanäle ist überwiegend schlecht.

Durch Undichtigkeiten infiltriert Grundwasser in die Kanalisation – mit der Folge eines erheblichen Fremdwasseranfalls. Die zeitgleich mit den hier beschriebenen Planungen durchgeführte Grundwassermodellierung (siehe unten) zeigt, dass die undichten, unterhalb des Grundwasserspiegels liegenden Mischwasserkanäle dränierend wirken und die dauerhafte Absenkung des Grundwasserstandes sicherstellen.

## 2.2 Projektdurchführung

Bei der integrierten Sanierungsplanung wurden die Erschließung von Neubaugebieten, die Netztopologie, der hydraulische und bauliche Zustand des Mischwassernetzes sowie die Fremd- und Grundwassersituation in engem Zusammenhang sukzessive bearbeitet. Durch die Abstimmung der verschiedenen Maßnahmen aufeinander konnte eine kosteneffiziente Planung realisiert werden, die ein angepasstes Sanierungskonzept mit durchgearbeiteten Einzelmaßnahmen in einem hohen Detaillierungsgrad lieferte. Sie beinhaltet nachfolgende vier Einzelschritte:

- I Entflechtung des historisch gewachsenen Netzes durch Aufgabe der auf privatem Grund befindlichen Kanäle (Ersatz durch Kanaltrassen im öffentlichen Straßenraum, Verdämmung oder Übertragung an Grundstückseigentümer) und der in den Straßen parallel verlaufenden Kanalstränge, Resultat: Verkürzung des Kanalnetzes von ursprünglich 50,6 km auf 43 km.
- II Hydraulische Sanierung des Mischsystems unter Berücksichtigung des Anschlusses der Neubaugebiete und der Netzentflechtung (siehe oben), Möglichkeiten der Abflusssteuerung wurden geprüft und mangels Potential verwor-

fen, Maßnahmen: Änderung Netzstruktur, Vergrößerung überlasteter Kanalprofile und Verbesserung der Gefällesituation auf einer Länge von insgesamt 4,7 km.

- III Bauliche Sanierung der Kanäle mit den Schadensklassen 0 und 1, nach Durchführung aller Maßnahmen der Sanierungsschritte I und II ist eine Restlänge von 8,7 km baulich zu sanieren.

- IV Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung (siehe Abschnitt 3)

Für den späteren Sanierungszustand war die prognostizierte Stadtentwicklung und damit die zukünftige Entwässerung zweier Neubaugebiete im Nordwesten (zusammen 30 ha) zu berücksichtigen. Dort erfolgte die Planung eines Trennsystems mit Regenrückhaltebecken. Eine Versickerung der Regenabflüsse wurde geprüft, jedoch aufgrund der ungünstigen hydrologischen Randbedingungen verworfen. Zudem wird der obere Eversbach, der das derzeit noch landwirtschaftlich genutzte Außengebiet entwässert und im Mischwasserkanal abgeleitet wird, verlegt und dem RRB zugeleitet. Die Vorflut für die Beckenabflüsse ist neu zu schaffen (siehe unten).

Die Grundlagenermittlung beinhaltet ein umfangreiches Messprogramm zur integrierten Erfassung der drei maßgeblichen Komponenten des urbanen Wasserhaushalts: Grundwasser, Fremdwasser und Niederschlagsabfluss im Kanalnetz. Es wurde mit ausreichendem zeitlichem Vorlauf vor der eigentlichen GEP-Bearbeitung durchgeführt [9, 10]. Das Konzept für die Niederschlag-Abfluss-Messungen in der Kanalisation erwuchs auf Basis der Netzanalyse im Rahmen des GEP.

Die weitere Beschreibung des GEP beschränkt sich im wesentlichen auf den Sanierungsschritt IV mit der Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung. Die konventionellen Bearbeitungsschritte I-III einschließlich des aufwändigen Messprogramms und der Kalibrierung des hydrodynamischen Modells sind nicht Gegenstand dieses Artikels. Sie sind in der Projektdokumentation näher erläutert [11].

## 3 Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung

Der Sanierungsschritt IV beinhaltet die gemeinsame Betrachtung der Fremd- und Grundwasserhältnisse, deren problematische Situation zunächst analysiert und anschließend mit einem integralen Ansatz zur Sanierung gelöst wird.

### 3.1 Fremdwasseranfall in Bockum-Hövel-Mitte

Nach Auswertung der Ergebnisse des Messprogramms [9] ist für den erfassten Zeitraum 2000/2001 (Niederschlagssumme liegt im Bereich des langjährigen Mittels) am Gebietsauslass mit einem Fremdwasseranfall von 11,5 l/s im Sommer- und 74,0 l/s im Winterhalbjahr zu rechnen. Für den Ist-Zustand ist demnach im Jahresmittel von einem Fremdwasserabfluss von 42,7 l/s auszugehen. Damit ergibt sich eine jährliche Fremdwassermenge von 1,35 Millionen Kubikmeter.

Bezogen auf die Einwohnerzahl im Einzugsgebiet ergibt sich folgender spezifischer Fremdwasseranfall:

- hydrologisches Sommerhalbjahr 76 l/(E×d)
- hydrologisches Winterhalbjahr 492 l/(E×d)

Als Ursache für den stark erhöhten Fremdwasseranfall im Winterhalbjahr wird von [9] die Infiltration von Grundwasser in die undichten Kanäle infolge höherer Grundwasserstände angesehen. Zudem hat der Reinwasserzufluss des oberen Eversbachs

aus dem Außengebiet einen saisonal schwankenden Anteil an der Fremdwassermenge von im Mittel rund zehn Prozent.

Konkrete Anforderungen auf Basis gesetzlicher oder untergesetzlicher Richtlinien, die eine Höchstmenge für das Fremdwasser in Form verbindlicher Grenzwerte vorgeben, existieren derzeit nicht. Nach dem zitierten Arbeitsbericht der DWA-Arbeitsgruppe [2] liegt für das Winterhalbjahr jedoch ein erster Hinweis auf stark erhöhten Fremdwasseranfall vor ( $Q_f > 300 \text{ l}/(E \times d)$ ), so dass eine detaillierte Fremdwasseruntersuchung angeraten ist. Auch der Erlassentwurf Nordrhein-Westfalen beurteilt die Fremdwassermenge kritisch und geht von einer unzulässigen Verdünnung ( $Q_f > 450 \text{ l}/(E \times d)$ ) aus.

Die vorliegende Fremdwassersituation erfordert demnach die Untersuchung und Bewertung von Alternativen zur derzeitigen Ableitung des Fremdwassers über die Mischwasserkanalisation, um den Fremdwasseranfall deutlich zu verringern und die Kanalisation so entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) betreiben zu können. Dabei sind die unterschiedlichen Fremdwasserquellen bzw. -ursachen (Dränagewirkung undichter Mischwasserkanäle, Reinwasserzufluss Eversbach) im Detail zu berücksichtigen.

Die Auswirkungen des erhöhten Fremdwasseranfalls auf die Kosten der Abwasserbeseitigung werden in [2] qualitativ beurteilt. Bei weitreichenden Entscheidungen über langfristige Systemfestlegungen, wie z.B. alternative Ableitungssysteme,

sind diese Auswirkungen in Kosten-Nutzen-Analysen zu berücksichtigen. Neben höheren Betriebskosten auf der Kläranlage sind dabei stark ansteigende Abwasserabgaben sowie der drohende Verlust der Befreiung von der Niederschlagswasserabgabe einzubeziehen (siehe auch Kostendiskussion in Abschnitt 3.4).

### 3.2 Auswirkungen der Kanalsanierung auf das Grundwasser

#### Grundwassermodellierung

Um die Gefahr von Nutzungseinschränkungen durch Schäden an der vorhandenen Bebauung und großflächige Vernässungen infolge des Anstiegs des Grundwasserspiegels als Ursache der Kanalsanierung zu bewerten, wurde von [12] ein dreidimensionales, instationäres Grundwassermodell für das Plangebiet erstellt. Das Kanalnetz wird im Modell in seiner realen Höhenlage berücksichtigt und die Infiltration des Grundwassers in das Kanalnetz bei entsprechenden Grundwasserständen durch Infiltrationsparameter (sogenannte Leakagekoeffizienten) berücksichtigt.

Die dränierende Wirkung der Grundstücksentwässerungsanlagen einschließlich der Hausdränageleitungen wird nicht gesondert modelliert. Eine wahrscheinlich verstärkte Abführung des Grundwassers über die Hausdränagen bei Anstieg des Grundwasserstandes kann somit derzeit noch nicht erfasst werden. Über die Einzelheiten der Grundwassermodellierung im Rah-

# Wasseranalytik

## Spektralphotometer NANOCOLOR® UV/VIS

- Hochaufgelöste Scans
- NANOCOLOR® Barcode Technik für schnelle Messungen
- Farbiger, beleuchteter Touchscreen mit selbsterklärender Menüführung
- Sichere Daten- und Spektrenbearbeitung
- Präzisionsoptik für höchste Messgenauigkeit



MACHEREY-NAGEL im Internet: [www.mn-net.com](http://www.mn-net.com)

e-mail: [sales-de@mn-net.com](mailto:sales-de@mn-net.com)

**MACHEREY-NAGEL**

Deutschland · Schweiz · Frankreich · USA

MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG · Neumann-Neandor-Str. 6-8 · D-52868 Düren · Tel. 0 24 21 999 0 · Fax 0 24 21 999 199



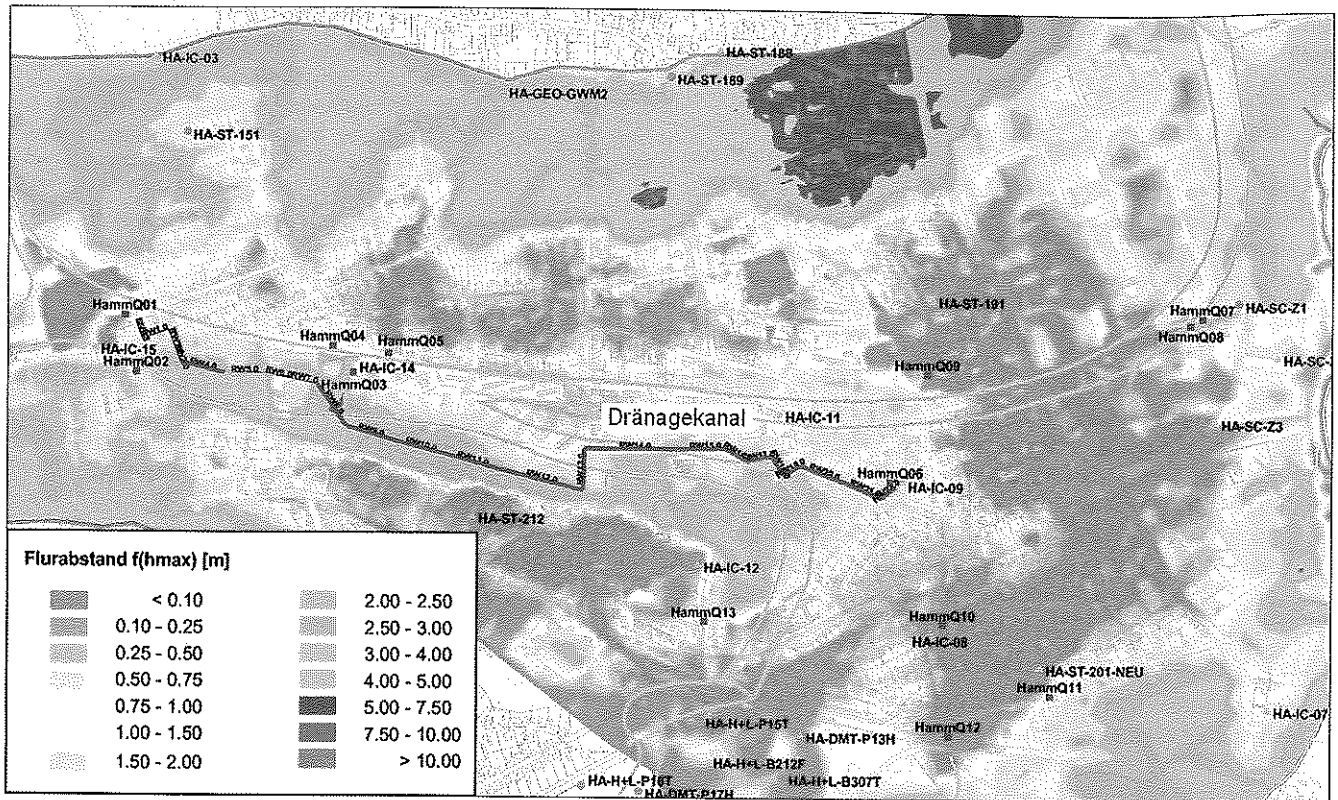


Abb. 3: Grundwasserflurabstände bei vollständiger Abdichtung der Abwasserkanalisation und mit zentralem Dränagekanal

men dieses GEP soll in einer späteren Ausgabe dieser Zeitschrift ausführlicher berichtet werden.

Nach einer Kalibrierung des Grundwassermodells für den Ist-Zustand umfasste die Modellierung verschiedene Szenarien (Abbildung 3). Allen Lastfällen ist die Voraussetzung gemeinsam, dass entsprechend der aktuellen Rechtslage sämtliche Kanäle infolge Neubau bzw. vollständiger Kanalsanierung abgedichtet sind und eine Infiltration in den Mischwasserkanal nicht mehr stattfinden kann. Gemäß der Simulation des „worst case“-Szenarios (d.h. keine Gegenmaßnahmen) ist für weite Teile des Projektgebietes von einem Grundwasseranstieg bis zur Geländeoberkante und entsprechenden Vernässungen auszugehen. Erste Erfahrungen mit lokalen Kanalsanierungen im Stadtgebiet bestätigen diese Prognosen.

#### Folgerungen für die Gebietsentwässerungsplanung

Der vom Grundwassermodell prognostizierte weit reichende Grundwasseranstieg durch die Sanierung des öffentlichen und privaten Mischwassernetzes ist aufgrund der zu erwartenden oben genannten Schäden und Nutzungseinschränkungen für die Stadt nicht tragbar. Daher werden im Rahmen des GEP gezielte Maßnahmen zum Schutz der vorhandenen Bausubstanz und des Einzugsgebietes vor großflächigen Vernässungen erarbeitet. Ein nachhaltiges Sanierungskonzept muss dabei sowohl die öffentlichen Kanäle als auch die privaten Anschlussleitungen und Hausdränagen berücksichtigen.

### 3.3 Sanierungskonzept

Die Hauptziele des Sanierungskonzepts sind die Reduzierung des Fremdwasserabflusses im Mischwasserkanal (Vermeidungsstrategie) sowie die weitgehende Stabilisierung des Grundwasserstandes auf jetzigem Niveau (keine Verschlechterung!).

Gefordert ist demnach gleichermaßen eine Fremdwasser- wie auch eine Grundwasserbewirtschaftung. Das zu schaffende Bewirtschaftungssystem soll erweiterungsfähig sein, um bei dem gegebenen längeren Realisierungshorizont die Folgen einer Abdichtung aller Mischwasserkanäle schrittweise ausgleichen zu können. Zudem sollen bereits bei aktuellen Bauentscheidungen sofortige Gegenmaßnahmen gegen die möglichen längerfristigen Probleme planvoll ergriffen werden können.

Um diese Ziele zu erreichen, wird ein aus zwei Hauptelementen bestehendes Ersatzsystem zur Grundwasserdränage und zur Ableitung des Fremdwassers (unverschmutzte Abflusskomponenten) angeordnet. Dafür wird vom Neubaugebiet an der Ortsrandlage (beginnend am RRB) bis zur Einleitung in den unteren (offenen) Eversbach ein Vorflutkanal geplant. An diesen wiederum werden Dränagekanäle (Sauger) angeschlossen. Diese Dränagestränge verlaufen zum einen parallel zum Vorflutkanal in derselben Trasse. Um eine ausreichende Dränung auch in der Fläche zu erzielen, wo durchweg geringere Durchlässigkeiten als in der Vorflutertrasse auftreten, muss das System gemäß Grundwassermodellierung zum anderen durch zusätzliche Dränagekanäle ergänzt werden, die flächenhaft in das Plangebiet hinein verzweigen. Sie liegen aus Kostengründen vornehmlich in Bereichen, in denen auch Mischwasserkanäle zu sanieren sind.

Durch dieses System kommt es zu einer deutlichen Reduzierung des Fremdwasseranfalls im Mischwasserkanal, da das durch die Kanalsanierung ansteigende Grundwasser nun gezielt dräniert wird, und da die Abflüsse aus dem natürlichen Einzugsgebiet im Nordwesten nun nicht mehr über den Mischwasserkanal entwässern. Zusätzlich bietet diese Lösung den Vorteil einer Vorflut für den Regenwasserabfluss aus den im Prognosezustand anzuschließenden Neubaugebieten.

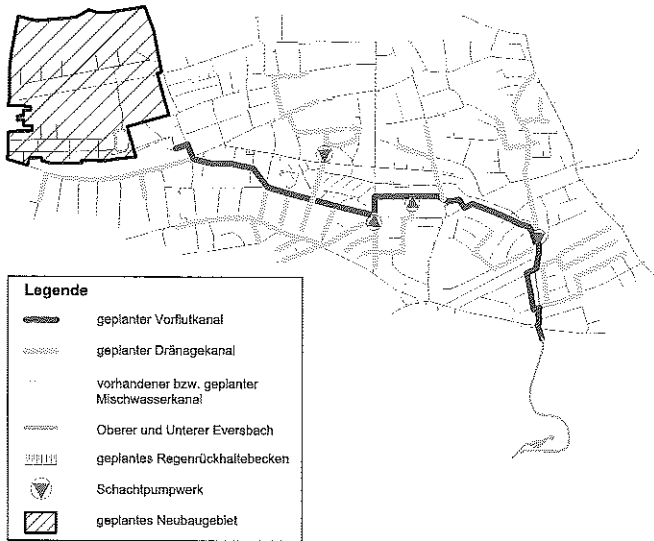


Abb. 4: Dränage- und Vorflutsystem zur Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung

Die Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 4 schematisch dargestellt. Das gesamte Dränagesystem wird mittels Grundwassermodellierung hinsichtlich erforderlicher Ausdehnung und Höhenlage iterativ optimiert, um den Grundwasserstand in weiten Bereichen des Gebiets auf derzeitigem Niveau zu stabilisieren. Planung und Dimensionierung der Systemelemente der Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung werden nachfolgend näher erläutert.

*Vorflutkanal mit parallelen Dränsträngen*

Als Vorzugslösung wurde eine Ausführung als geschlossener Transportsammler mit Anschluss von separaten, parallel verlauf-

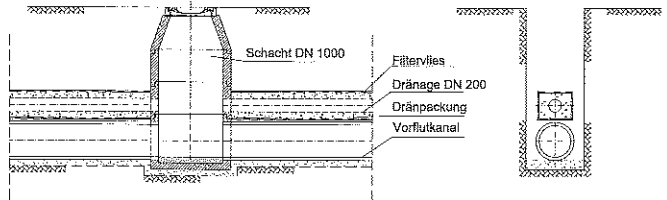


Abb. 5: Vorflutkanal mit „Huckepack“-Dränleitung (Prinzip-skizze)

fenden Dränsaugern erarbeitet (Abbildung 5). Der Sammler übt damit ausschließlich eine Transportfunktion für die Regen- und Dränabflüsse sowie die derzeitigen Abflüsse aus dem oberhalb liegenden landwirtschaftlichen Einzugsgebiet aus. Die erforderliche Dränagewirkung in der Sammlertrasse wird durch die Dränsauger erzielt.

Der Vorflutkanal mit einer Gesamtlänge von 2,5 km verläuft im Bereich der geringsten Geländehöhen und nutzt auf gut der Hälfte der Strecke Trassen, in denen ohnehin Kanalsanierungsmaßnahmen durchzuführen sind, sowie öffentliche Grundstücke (Abbildung 6).

Das System wird im weiteren Planungsverlauf schrittweise optimiert, um eine zu starke Absenkung des Grundwasserstandes infolge hoher Durchlässigkeiten im Bereich dieser Trasse zu vermeiden. Mit den separaten Dränsaugern kann unabhängig von der Höhenlage des Vorflutkanals, dessen Höhe die Quering der vorhandenen Mischwasserkanäle berücksichtigen muss, die Höhe der Dränagestränge kleinräumig entsprechend den örtlichen Erfordernissen aus der Grundwassermodellierung festgelegt werden.

In den Anschlussschächten erfolgt die Übergabe des dränier-

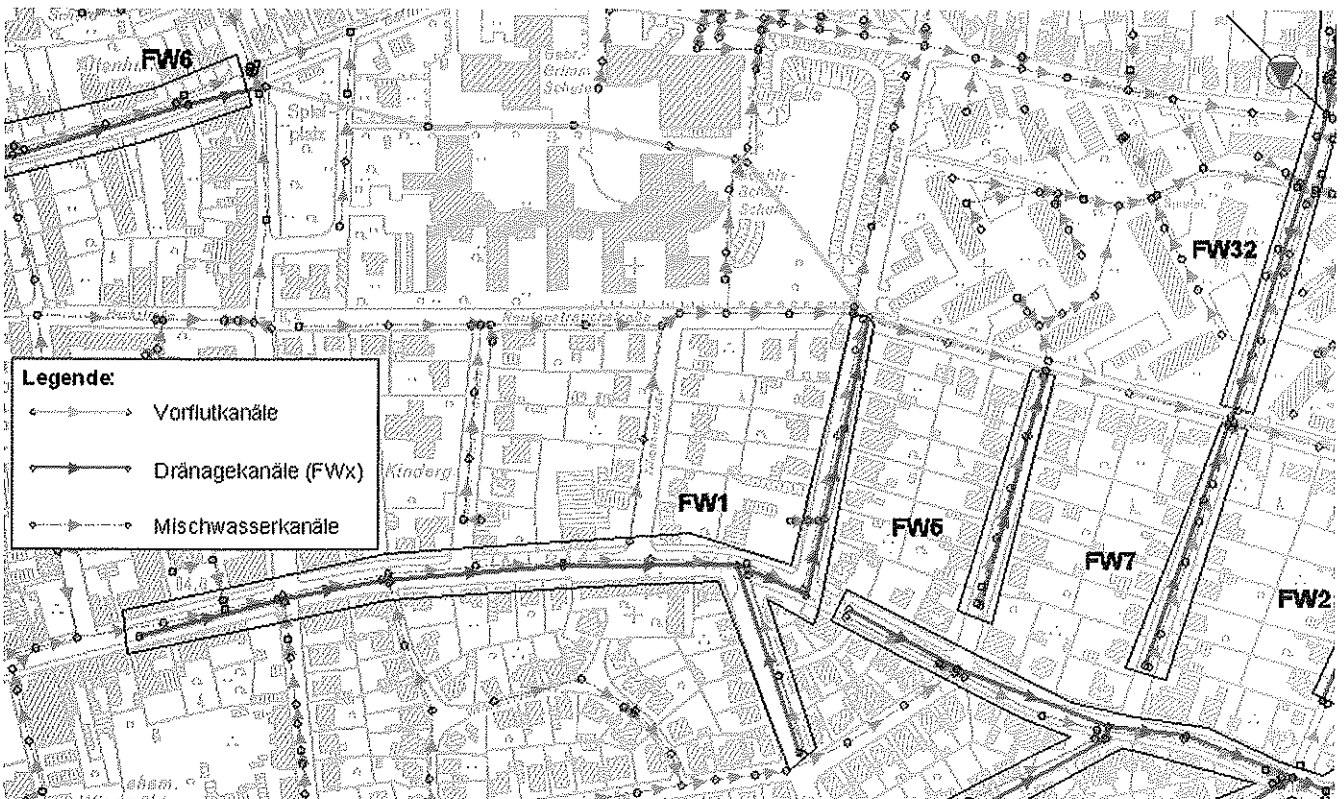


Abb. 6: Lagetrassierung Vorflut- und Dränagekanäle (nordwestlicher Ausschnitt Plangebiet)

nal. Dort kann mit Krümmern eine begrenzte Regulierung des Grundwasserstandes erreicht werden. Zudem kann über diese Schächte die Wartung der Dränsauger und des Vorflutkanals vorgenommen werden.

### Dränagekanäle in der Fläche

Die flächenhafte Anordnung der Dränagekanäle im Einzugsgebiet erfolgt in mehreren Iterationsschritten. Zuerst werden die Straßenzüge ausgewählt, in denen erstens nach den bisherigen Modellierungsergebnissen mit den Dränsträngen lediglich in der Trasse des Vorflutkanals immer noch ein Anstieg des Grundwassers zu erwarten ist (vergleiche Abbildung 3) und in denen zweitens ohnehin Baumaßnahmen an den Mischwasserkanälen erforderlich werden.

In weiten Teilen des Plangebiets konnte der Grundwasserstand so auf derzeitigem Niveau stabilisiert werden. In einigen Bereichen kommt es jedoch zu deutlich stärkeren Grundwasserabsenkungen als im Ist-Zustand. Wegen möglicher negativer Auswirkungen einer solchen Absenkung auf die Bebauung (Schäden durch Setzung) werden in weiteren Iterationsschritten Ausdehnung und Höhenlagen der Dränagen angepasst. Das Endergebnis der Grundwassermodellierung belegt, dass die festgelegten Zielwerte für die maximal zulässige Grundwasseranhebung bzw. -absenkung gegenüber dem Ist-Zustand bis auf kleinere Ausnahmen eingehalten werden.

Das so optimierte Dränagenetz mit einer Länge von insgesamt 8,9 km bildet die Basis für die spätere Detailtrassierung, bei der Aspekte wie z. B. Mindestgefälle [14] und Vermeidung von Abstürzen (Verockerungsgefahr, siehe unten) berücksichtigt werden. Ein Großteil der Dränagekanäle (73 Prozent) ist damit schließlich in einer Tiefenlage von bis zu drei Meter unter Geländeoberkante trassiert.

Teilweise liegen die Dränagekanäle am Anschlusspunkt an den Vorflutkanal tiefer als der Vorflutkanal selbst. Für die Anbindung an den Vorflutkanal sind an diesen Stellen vier Schachtpumpwerke erforderlich (siehe Abbildung 4). Die Pumpwerke bieten in begrenztem Maße auch die Möglichkeit, die Absenkung des Grundwasserspiegels in den Seitenbereichen zu steuern, wenn sich dieses im späteren Betrieb als sinnvoll herausstellen sollte.

### 3.4 Entwurfsdetails Sanierungsmaßnahmen

Richtlinien zur Planung von Dränagekanälen, die explizit der großräumigen Sicherung des Grundwasserstandes im urbanen Bereich dienen, existieren nicht. Daher erfolgt die Dimensionierung, Trassierung und bautechnische Gestaltung des Dränagekanals soweit möglich in Anlehnung an Normen aus vergleichbaren Bereichen der Dränagetechnik [13, 14, 15, 16, 17].

Der Fremdwasserabfluss ist für die Dimensionierung des Ersatzsystems lediglich von untergeordneter Bedeutung. Die maßgebende hydraulische Belastung des Vorflutkanals verursacht der Drosselabfluss des RRB. Für die Dränagekanäle wird aus betrieblichen Gründen ein Mindestdurchmesser von DN 200 angesetzt.

#### Bautechnische Details

In Anlehnung an [15] wird für die bauliche Ausführung der Dränagekanäle ein Dränstrang mit Dränrohr und Dränpackung gewählt. Gegen die Sohle und die Wand des Dränstrangs sind die Filterregeln einzuhalten. Das System wird an den jeweils anste-

henden, stark heterogenen Boden angepasst (z. B. abgestufte Dränpackung, mit/ohne Geotextil).

Um die Baumaßnahmen kostengünstig zu gestalten, werden spezielle Ausführungslösungen gewählt. Generell sollte das Ersatzsystem gemeinsam mit den Sanierungsmaßnahmen an den Mischwasserkanälen ausgeführt werden. Dabei besteht die Möglichkeit, die Kanäle in einem gemeinsamen Rohrgraben zu erstellen. Eine Prinzipskizze für diese Anordnung ist in Abbildung 7 dargestellt. Vorteil der oben erläuterten „Huckepack“-Lösung für Vorflutkanal und Dränagestränge (Abbildung 5) ist des Weiteren, dass die Leitungsgräben schmal ausgeführt und die Schächte sowohl für den Vorflutkanal als auch den Dränagestrang genutzt werden können. Bei der genauen Lagetrassierung des Ersatzsystems im Straßenraum werden zudem die vorhandenen kreuzenden Hausanschlüsse berücksichtigt.

Diese speziellen Baulösungen erfordern größere Sorgfalt im Hinblick auf Rohrstatik und insbesondere -bettung. Möglichen Schwierigkeiten kann auch durch entsprechende Materialwahl (Vermeidung unterschiedlicher Rohrsteifigkeiten), ausreichende Arbeitsbreiten zwischen parallel angeordneten Kanälen zur Erzielung der notwendigen Verdichtung sowie alternative Kanalbauverfahren (z. B. Bettungs- und Auflagerkissen [18]) begegnet werden.

#### Verockerungs- und Versinterungsgefahr

Verockerungs- und Versinterungserscheinungen sind bei Dränagen aufgrund des verringerten Wasserzutritts generell ein Problem. Sie sind vom Chemismus des Grundwassers abhängig. Für eine erste Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit im Plangebiet wurden Proben entnommen und analysiert. Versinterungserscheinungen sind demnach nicht zu erwarten, Verockerungen aber nicht überall auszuschließen. Folgende Hinweise werden daher für Baukonstruktion und Betrieb der Dränagekanäle gegeben.

Eine ständige Durchlüftung der Sickerleitung fördert die Verockerungsgefahr. Daher ist ein luftdichter Abschluss der Schächte [16] sowie ein Betrieb der Sickerleitungen im Einstau [17] vorgesehen. Dies lässt sich im Bereich der Vorfluttrasse durch entsprechende Einbauten in den Schächten erreichen. Auch bei den Dränagekanälen, die über einen Pumpenschacht an den Vorflutkanal anschließen, kann die Dränage zumindest teilweise im Einstau betrieben werden.

Sanierungsschritt		Neubaukosten	
		absolut [Mio. EUR]	Anteil [%]
I	Entflechtung (Neubau) <sup>1)</sup>	3,5	
	Änderung Grundstücksanschlüsse	2,0	
	<b>Teilsomme</b>	<b>5,5</b>	<b>33</b>
II	Hydraulische Sanierung	2,9	17
III	Bauliche Sanierung	4,4	26
IV	Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung	3,5	21
Neubau- gebiete <sup>2)</sup>	RRB und Verlegung Eversbach	0,5	3
<b>Gesamtsumme</b>		<b>16,8</b>	<b>100</b>

<sup>1)</sup> ohne Verdämmungsmaßnahmen an aufgegebenen Haltungen

<sup>2)</sup> ohne Kanalbaumaßnahmen für die innere Erschließung

Tabelle 1: Sanierungskosten

Ansonsten stellt das Freispülen der Sickerleitungen das einzig mögliche Verfahren zur Funktionserhaltung dar. In der Dränagetechnik stehen dafür hochdruckspülbare Rohrsysteme zur Verfügung. Außerdem sind entsprechend angeordnete Schächte unverzichtbar. Um auf die Bildung von Ockerschlämmlagen zu reagieren, sollte in den ersten Betriebsjahren eine regelmäßige Beobachtung der Dränagekanäle erfolgen. Darauf aufbauend können Wartungsintervalle festgelegt werden.

**Kosten**

Mit ortsüblichen Einheitspreisen ergeben sich für die Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung Baukosten von insgesamt 3,47 Millionen Euro. Der Vorflutkanal ist mit 1,09 Millionen Euro (entspricht 34 Prozent) veranschlagt. Hinzu kommen die Kosten für die parallelen Dränagekanäle der Huckepackleitung in Höhe von 0,14 Millionen Euro (4 Prozent). Die Baukosten für die Dränagekanäle, die sich vom Vorflutkanal aus in die Fläche des Plangebiets verzweigen (einschließlich der vier erforderlichen Schachtpumpwerke zum Anschluss von Dränagekanälen an den Vorflutkanal) ergeben sich zu 2,14 Millionen Euro (62 Prozent).

Den Baukosten steht der Aufwand für die Abwasserableitung und -behandlung des gesamten aus Bockum-Hövel-Mitte stammenden Fremdwassers auf der Kläranlage gegenüber. Letzterer unterliegt komplexen Zusammenhängen und ist auch abhängig vom Ansatz für Abwasserabgabe, Abschreibungsverlauf der Anlagen, Betriebskosten etc. Bei zu hohem Fremdwasserauf-

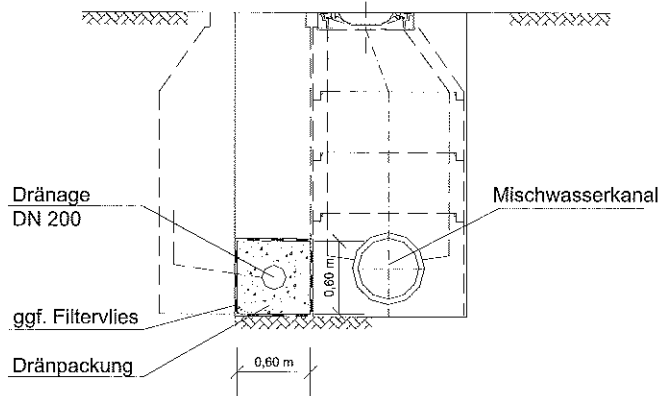


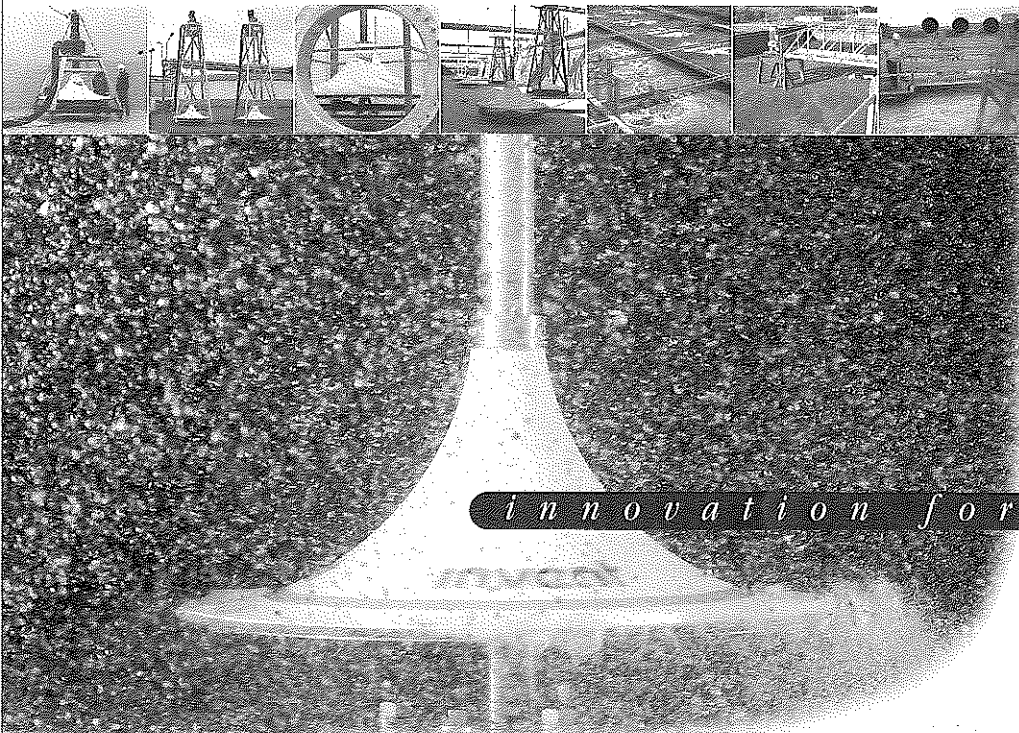
Abb. 7: Dränagekanal im Rohrleitungsgraben (Prinzipische Skizze)

kommen und einer zu erwartenden Verschärfung der Grenzwerte ist die derzeit vorhandene Abgabefreiheit für die Einleitung von Niederschlagswasser gefährdet.

Konkrete Einsparungen bei Ableitung und Behandlung des Fremdwasseranteils sind nur schwer abzuschätzen, aber bei einer mittleren Jahresmenge von 1,35 Millionen Kubikmeter erheblich. Des Weiteren führt die verbesserte Reinigungsleistung der Kläranlage infolge geringerer Verdünnung des Abwassers zu einer reduzierten Abwasserabgabe. Die Unsicherheiten der spezifischen Kosten des Fremdwasseranfalls müssen zukünftig noch genauer untersucht werden. Grob geschätzt und ohne

Wasser- und Abwasserreinigung | Rührwerke | Rühr- und Begasungssysteme | Membran-Belüftungssysteme | Softwareprodukte | Systemlösungen

Das **HYPERCLASSIC®**-Rühr- und Begasungssystem hat sich weltweit unter härtesten Einsatzbedingungen bewährt.



**HYPERCLASSIC®**  
**Mixer/ Aerator -**  
**Das Hyperboloid Rühr-**  
**und Begasungssystem**

arbeitet auch dort noch zuverlässig, effizient und sicher, wo herkömmliche Belüftungssysteme bereits versagen. Und dies ohne Verschleiß, Druckverlustanstieg oder Verstopfen.

Fordern Sie unser Infopaket an.

*innovation for nature*



INVENT Umwelt- und Verfahrenstechnik AG • Am Weichselgarten 36  
91058 Erlangen • Fon 0 91 31/ 6 90 98-0 • Fax 0 91 31/ 6 90 98-99 • Http://www.invent-uv.de

[www.mixeraerator.com](http://www.mixeraerator.com)



Unterscheidung einmaliger und laufender Kosten ergibt sich bei einem vorsichtigen Kostenansatz von 0,20 €/m<sup>3</sup> (in Anlehnung an [19, 20]) eine Amortisationszeit von ca. 13 Jahren. Unberücksichtigt bleibt bei dieser Gegenüberstellung, dass für den Vorflutkanal eine Teilfinanzierung aus Erschließungsbeiträgen für das Neubaugebiet möglich wäre. Außerdem sind auch volkswirtschaftliche Kosten in Form von Bauschäden durch Vernässung bzw. deren Gegenmaßnahmen anzurechnen, die nicht beim Betreiber, wohl aber beim Bürger entstehen.

## 4 Sanierungsprioritäten und resultierende Kosten des GEP

Die geplanten Maßnahmen, die aus den Sanierungsschritten I-IV des gesamten GEP – bestehend aus Netzentflechtung, hydraulischer und baulicher Sanierung sowie der Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung – resultieren, werden zu insgesamt 39 zusammenhängenden Sanierungsbereichen zusammengefasst. Lediglich einzelne, über das Plangebiet verstreute Haltungen oder kurze Haltungsstränge mit bis zu maximal vier Haltungen werden nicht mit anderen Maßnahmen zusammengelegt. Bei der Einteilung in Sanierungsbereiche ist der Vorflutkanal in unterschiedlichen Bereichen enthalten, da die einzelnen Streckenabschnitte des Vorflutkanals teilweise sehr eng mit den übrigen Sanierungsmaßnahmen verknüpft sind und nicht sinnvoll abgetrennt werden können. Zur Herstellung der durchgehenden Vorflut für den Vorflutkanal sind Maßnahmen in acht Sanierungsbereichen beginnend mit dem Anschluss an den unteren Eversbach zusammenhängend zu realisieren.

Die Sanierungsbereiche werden in einem Maßnahmenkatalog zusammengeführt und gegenseitige Abhängigkeiten, die die Sanierungsreihenfolge beeinflussen, aufgezeigt. Dabei wird den Sanierungsbereichen eine Prioritätsklasse gemäß einer vierstufigen Skala zugeordnet. Dringenden hydraulischen Sanierungsmaßnahmen mit Überflutungsgefahr im Ist-Zustand wird die höchste Prioritätsstufe zugeordnet. Die Maßnahmen zum Bau des Vorflutkanals erhalten eine gesonderte Einstufung, um die Vorflut in absehbarer Zeit gewährleisten zu können.

Die Kosten für die Sanierungsmaßnahmen belaufen sich insgesamt auf rund 16,8 Millionen Euro. Sie sind untergliedert nach den Sanierungsschritten in Tabelle 1 aufgeführt. Das zusätzliche Kanalsystem verursacht damit in seiner optimierten Auslegung 21 Prozent der Gesamtsanierungskosten.

## 5 Fazit

Bei der Gebietsentwässerungsplanung für den Stadtteil Bockum-Hövel-Mitte konnten mit den zuvor erläuterten konventionellen Sanierungsmaßnahmen am Mischwassernetz sowie insbesondere mit der Anordnung eines zusätzlichen Vorflut- und Dränagenetzes als Ersatzsystem für die Fremd- und Grundwasserbewirtschaftung die wesentlichen Voraussetzungen geschaffen werden, um die gesamte Entwässerung des Gebiets in Zukunft vorausschauend und einem schädlichen Grundwasseranstieg vorbeugend betreiben zu können.

Weiterer Untersuchungs- und Entwicklungsbedarf wird allerdings noch im Hinblick auf differenzierte Informationen zu der dränierenden Wirkung der Grundstücksentwässerungsanlagen

einschließlich der Hausdränleitungen gesehen, so dass deren Einfluss auf den Grundwasserstand auch gesondert bilanziert und modelliert werden kann. Auch im administrativen Bereich bleiben noch Fragen zu den Zuständigkeiten für Errichtung und Betrieb sowie zu praktikablen Möglichkeiten der Finanzierung von Grundwasser-, Drainage- oder Fremdwasserkanälen offen.

## Literatur

- [1] ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“: Fremdwassersituation in Deutschland, 1. Arbeitsbericht, KA – Abwasser, Abfall (50), Nr. 1, S. 70–81, 2003
- [2] ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“: Auswirkungen von Fremdwasser und Hinweise zum Erkennen kritischer Fremdwasserhältnisse, 2. Arbeitsbericht, KA – Abwasser, Abfall (51), Nr. 6, S. 664–667, 2004
- [3] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen: Entwurf Runderlass IV 9 – 031 003, Anforderungen an den Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen hinsichtlich der zulässigen Verdünnung oder Vermischung, 1998
- [4] BWK: Nutzungskonflikte bei hohen Grundwasserständen, Arbeitsgruppe 4.1, Bericht 1, 2003
- [5] Getta, M., Holte, A., Pecher, K. H.: Lösungsansätze zur Vermeidung von Nachteilen bei der Abdichtung von Kanalnetzen, KA – Abwasser, Abfall (51), Nr. 10, S. 1115–1120, 2004
- [6] ATV-DVWK-Arbeitsgruppe ES-1.3 „Fremdwasser“: Konzepte und Maßnahmen zur Lösung von Fremdwasserproblemen, 3. Arbeitsbericht, Internetportal der DWA, Mai 2005
- [7] Emschergenossenschaft: Integrierte Flussgebietsbewirtschaftung, Arbeitspapier, Juni 2004
- [8] Ikt-Institut für unterirdische Infrastruktur: Dränagewasser von Privatgrundstücken, Pilotprojekt der Stadt Billerbeck, Erfahrungsbericht, Juni 2006
- [9] ISAR CONSULT: Durchflussmessprogramm 2000/2001 im Kanalsystem Bockum-Hövel-Mitte, Schlussbericht, Teil 1/16, Zusammenfassung, unveröffentlicht, Juni 2002
- [10] ISAR CONSULT: Grundwassermessprogramm in Hamm-Bockum-Hövel, Schlussbericht, unveröffentlicht, Juli 2002
- [11] ifs – Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie: Gebietsentwässerungsplanung Ortsteil Bockum-Hövel-Mitte, Stadt Hamm, Band 1: Erläuterungsbericht, unveröffentlicht, Juli 2004
- [12] ISAR CONSULT, Grundwassermodell Hamm, Bockum-Hövel-Mitte, Vorabbericht zur Wirksamkeit der Grundwasserentlastung Reinwassertrasse „Rautenstrauchstraße“, unveröffentlicht, Juni 2003
- [13] DIN: DIN 4095, Baugrund; Dränung zum Schutz baulicher Anlagen; Planung, Bemessung und Ausführung, 1990
- [14] DIN: DIN 1185, Regelung des Bodenwasser-Haushaltes durch Rohrdränung, Rohrlose Dränung und Unterbodenmelioration, 1973
- [15] DIN: DIN 18035, Sportplätze, Teil 3 Entwässerung, 1978
- [16] FGSV: Merkblatt für die Anwendung von Geotextilien und Geogittern im Erdbau des Straßenbaus, 1994
- [17] FGSV: Merkblatt für die Kontrolle und Wartung von Sickeranlagen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2002
- [18] Röper, W.: Das alternative Kanalsystem, *abwasserREPORT*, Heft 1, S. 11–13, 2005
- [19] Leist, H.-J.: Bewertung der Nachhaltigkeit von alternativen Wassersystemen, die im Verbund mit zentralen Ver- und Entsorgungsstrukturen betrieben werden, KA – Abwasser, Abfall, Nr. 3, S. 288–295, 2004
- [20] Wiebusch, B., Wille, B.: Zahlt sich die Fremdwassersanierung für den Kanalnetz- und Kläranlagenbetreiber aus? TAH-Seminar Umgang mit Fremdwasser, Dortmund, 31. Mai 2006

## Autoren

Dipl.-Ing. Christoph Langweg  
 Stadtentwässerung Hamm  
 Gustav-Heinemann-Straße 10, 59065 Hamm  
 E-Mail: langweg@stadt.hamm.de

Dr.-Ing. Erik Ristenpart, Dr.-Ing. Ulrich Kasting  
 ifs Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH  
 Stiftstraße 12, 30159 Hannover

