



Integrale
Entwässerungs-
Planung

Wasser

braucht

Schutz –

der Ruhrverband denkt weiter

Wir vom Ruhrverband bewahren das Gut Wasser für die Menschen unserer Region.



Mit acht Talsperren und 72 Kläranlagen arbeiten wir dafür, dass ausreichend Wasser in hoher Qualität zur Verfügung steht.



Wir sichern mit unserem Wissen rund um das Wasser die Lebensgrundlage der Menschen und den Schutz der Natur.



Wir messen laufend die Güte unserer Flüsse und Seen. So sichern wir stets hohe Qualitätsstandards.



Wir arbeiten wirtschaftlich. Dabei leitet uns das Wohl der Gemeinschaft und nicht das Streben nach Gewinn.



Wir wenden innovative und moderne Techniken an und entwickeln neue Ideen.



Freizeit und Erholung an unseren Flüssen und Seen und in unseren Wäldern sind ein wahrer Genuss.

Die Integrale Entwässerungsplanung (IEP)

Mit der Integralen Entwässerungsplanung (IEP) optimiert der Ruhrverband die Siedlungsentwässerung in seinem Einzugsgebiet aus wirtschaftlicher und betrieblicher Sicht. Das neue Instrument untersucht umfassend die Wechselwirkungen zwischen Kanalisation, Niederschlagswasserbehandlung, Abwasserreinigung und den aufnehmenden Gewässern. Die so gewonnenen Daten bilden die Grundlage zur weiteren Verbesserung der Wassergüte und helfen bei der kritischen Bewertung zusätzlicher siedlungswasserwirtschaftlicher Maßnahmen.

Die IEP ermöglicht erstmals, sowohl die Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Teilsystemen der Siedlungsentwässerung als auch die realen Betriebsdaten der Niederschlagswasser- und Abwasserbehandlungsanlagen zu berücksichtigen. Geeignete Optimierungsstrategien werden mit einem kalibrierten Niederschlags-Abfluss-Modell entwickelt, mit dessen Hilfe eine reale Abbildung des Abfluss- und Entlastungsgeschehens in der Kanalisation und ggf. auch im Gewässer möglich ist.

Mithilfe der IEP konnten bisher nicht nur erhebliche Kosten beim Bau von Regenbecken und weitergehenden Maßnahmen zur Niederschlagswasserbehandlung eingespart werden, sondern die Optimierung des Betriebsverhaltens verringerte auch wesentlich die in das Gewässer eingeleitete Schmutzfracht.

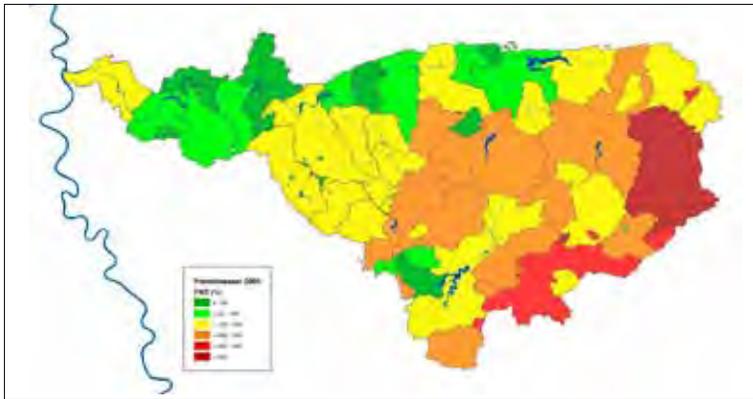
Die IEP besteht aus fünf Teilschritten, die im Folgenden näher beschrieben werden:

- Analyse der Fremdwassersituation und Kanalisationsmeßkampagne
- Gewässerökologische Untersuchungen
- Auswertung der Betriebsdaten der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen
- Analyse der Funktion der Kläranlage und Ableitung von Optimierungsstrategien
- Entwicklung eines Niederschlags-Abfluss-Modells zur Optimierung der gesamten Siedlungsentwässerung

Analyse der Fremdwassersituation

Fremdwasser beeinflusst als eine wesentliche unerwünschte Abflusskomponente die Dimensionierung und den Betrieb von Abwasseranlagen. Hierbei handelt es sich überwiegend um unverschmutztes Grund- bzw. Niederschlagswasser, das auf unterschiedlichen Wegen in die Kanalisationen eintritt. Zu den häufigsten Ursachen für Fremdwassereintritte gehören schadhafte Kanäle oder Leitungen, bei denen es zu einer Infiltration von Grundwasser über Risse oder undichte Rohrverbindungen kommt, sowie fehlangeschlossene Grundstücksdrainagen, Bachläufe und Regenwassereinleitungen in den Schmutzwasserkanal des Trennsystems.

Der Betrieb von Abwasseranlagen wird durch Fremdwasser behindert, indem diese hydraulisch belastet werden, höhere Bau- und Betriebskosten ent-



Fremdwassersituation der Kläranlageneinzugsgebiete im Ruhreinzugsgebiet mit stark belasteten Mittelgebirgslagen als Vielfaches des Schmutzwasserabflusses (FWZ).



stehen und insbesondere die Stickstoffeinträge in die Gewässer ansteigen. Im Ruhreinzugsgebiet liegt der Fremdwasseranfall mehr als dreimal so hoch wie im Bundesdurchschnitt. Spitzenwerte erreicht er im niederschlagsreichen und versickerungsarmen Sauerland.

Vor diesem Hintergrund führt der Ruhrverband gemeinsam mit dem Land Nordrhein-Westfalen und den beteiligten Aufsichtsbehörden seit dem Jahr 2005 ein bis 2012 laufendes Untersuchungsprogramm durch, in dem 50 der besonders fremdwasserbelasteten Kläranlageneinzugsgebiete in enger Abstimmung mit den betroffenen Kommunen untersucht werden.

Dabei erfasst zunächst ein mehrmonatiges Messprogramm die Fremdwassersituation und lokalisiert einzelne Fremdwasserquellen. Zum Einsatz kommen dabei Durchflussmengenmessungen, Niederschlagschreiber und Grundwassermessungen sowie Füllstandsmessungen an Sonderbauwerken, um auch zeitliche und räumliche Einflüsse erkennen zu können. Detaillierende Vor-Ort-Untersuchungen mittels Handmesskampagnen, Kamerabefahrungen, Signalnebel- und Traceruntersuchungen dienen der kleinräumigen Lokalisierung von Fremdwasserquellen.

Die so gewonnenen Messdaten bilden die Basis für konkrete Handlungsempfehlungen zur Verminderung des Fremdwasseranfalls, wobei Sanierungsmaßnahmen naturgemäß im Vordergrund stehen. Die Priorisierung und Festlegung einer zeitlichen Reihenfolge erfolgt über eine Bewertung der Kosten und des wasserwirtschaftlichen Nutzens der Einzelmaßnahmen mithilfe einer Nutzwertanalyse.

Die hierbei als besonders vorteilhaft identifizierten Maßnahmen zur Fremdwasserreduzierung werden anschließend zu Maßnahmenvorschlägen verdichtet. Die Daten aus der Kanalisationsmesskampagne werden außerdem zur Kalibrierung des detaillierten Niederschlags-Abfluss-Modells genutzt.



Gewässerökologische Untersuchungen der Einleitungsstellen im Einzugsgebiet

Gerade gewässerökologische Untersuchungen tragen oftmals zu kosteneffizienten Maßnahmen an Einleitungsstellen bei. Mit der Untersuchung des Makrozoobenthos im Gewässer oberhalb und unterhalb von Einleitungsstellen können unkritische von stofflich oder hydraulisch kritischen Zuständen unterschieden werden. Hierbei können biologisch eindeutige Befunde bereits in einer einfachen orientierenden gewässerökologischen Untersuchung (OGU) ermittelt werden.

Das standardisierte Bewertungsverfahren der aquatischen Wirbellosenfauna „Perloides“ erlaubt darüber hinaus die Bewertung des ökologischen Zustandes. Das Perloides-Verfahren beinhaltet 256 Einzelbewertungen, die eine differenzierte Kausalanalyse und damit die Ursachenermittlung einer durch Belastungen beeinträchtigten Biozönose (etwa aufgrund von hydraulisch kritischen Situationen) ermöglichen.

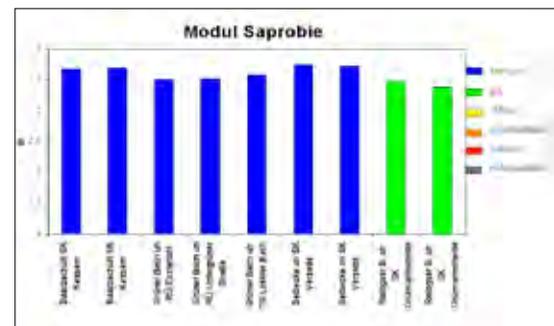
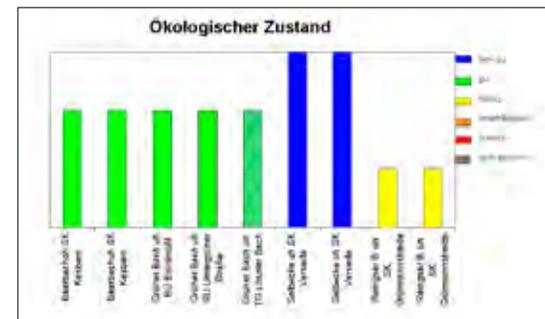
Die gewässerökologische Untersuchung kann zu unterschiedlichen Ergebnissen führen: Zeigt zum Beispiel die Besiedlung unterhalb einer Einleitung einen „guten ökologischen Zustand“ im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie an, so kann auf weitergehende Anforderungen und Maßnahmen verzichtet werden („Abbruchkriterium“ nach BWK-M7). Ist die Besiedlung ober- und unterhalb einer Einleitung ausreichend arten- und individuenreich und zeigt der Vergleich der Zusammensetzung der Biozönose keinen deutlichen Unterschied, so ist auch

dies ein Hinweis darauf, dass die bestehende Einleitung den ökologischen Gewässerzustand nicht negativ beeinflusst.

In einzelnen Fällen kann die biologische Untersuchung zu dem Ergebnis führen, dass bereits oberhalb der Einleitung die Wirbellosenfauna in ihrer Zusammensetzung erhebliche Defizite ausweist und diese durch andere Einflussgrößen verursacht werden (zum Beispiel toxische Belastungen aus Altlasten, massiver Sohlverbau). In diesen Fällen ist es meist sinnvoller, zunächst diese Belastungsquellen zu beseitigen, bevor in einer erneuten Untersuchung darüber entschieden wird, ob zusätzliche Maßnahmen zur weitergehenden Niederschlagswasserbehandlung notwendig sind.

Dennoch zeigt sich im Einzelfall auch, dass Niederschlagswassereinleitungen den Gewässerzustand beeinträchtigen. In diesen Fällen werden im Rahmen der IEP kosteneffiziente Maßnahmenvorschläge erarbeitet, die neben einer klassischen Rückhaltung des Niederschlagswassers in Regenrückhaltbecken oder einer Behandlung in Retentionsbodenfiltern auch Maßnahmen im und am Gewässer berücksichtigen.

Bewertung des ökologischen Zustandes jeweils oberhalb und unterhalb von Einleitungen: keine relevanten Unterschiede



Bewertung der Saprobie jeweils oberhalb und unterhalb von Einleitungen: keine relevanten Unterschiede



Biologin bei der Untersuchung des Makrozoobenthos (Methode Perloides)



Einleitungsstelle von Niederschlagswasser

Auswertung der Betriebsdaten der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen

Für die Optimierung der Siedlungsentwässerung sind Kenntnisse über die Schmutzfrachten aus Niederschlagswasserbehandlungsanlagen (NWBA) erforderlich. Schmutzfrachten, die aus NWBAs in ein Gewässer eingeleitet werden, können – anders als bei Kläranlagen – kaum oder gar nicht kontinuierlich überwacht werden. Zur Analyse des Betriebsverhaltens von Regenüberlaufbecken oder Stauraumkanälen müssen daher Hilfsgrößen wie die Häufigkeit und Dauer des Einstaus bzw. der Entlastung herangezogen werden.

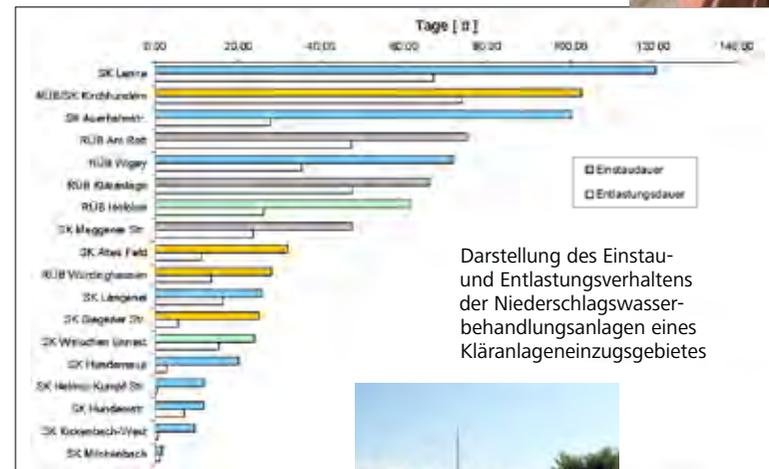


Von den 540 NWBAs im Ruhreinzugsgebiet sind 174 als so genannte wichtigste Becken eingestuft und mit einer kontinuierlich arbeitenden Höhenstandsmessung ausgestattet. Darüber hinaus werden alle Becken eines Kläranlageneinzugsgebietes im Zuge der Kanalisationsmesskampagne mit Wasserstandsmessungen ausgestattet und die Füllstände über mindestens ein Jahr erfasst. Damit liegen für die IEP vollständige Informationen über das Einstau- und Entlastungsverhalten aller Niederschlagswasserbehandlungsanlagen im Einzugsgebiet vor. Ungleichmäßige Auslastungen und fremdwasserbedingt erhöhte Entlastungstätigkeiten können sofort erkannt werden.

In vielen Fällen sind die NWBAs zudem mit magnetisch-induktiven Durchflussmessenrichtungen zur Regulierung des Drosselabflusses ausgestattet. Auch diese Daten werden kontinuierlich erfasst und zur Analyse des Betriebsverhaltens ausgewertet. Alle Daten finden Eingang in die Kalibrierung des Niederschlags-Abfluss-Modells.

Für eine vertrauenswürdige Auswertung ist neben der Erhebung plausibler Messdaten eine genaue Dokumentation und Kenntnis der Messgeräte sowie der Messstellen erforderlich. Standardisierte Kontrollblätter, in denen die exakten Positionen aller Messstellen sowie ihre eingemessenen Höhen dokumentiert sind, erleichtern die spätere Interpretation der erhobenen Daten. Auch die regelmäßige Wartung und Überprüfung der eingesetzten Messtechnik ist unabdingbar und wird mindestens einmal im Monat von speziell geschultem Betriebspersonal vorgenommen.

Die Betriebsdatenerfassung erfolgt grundsätzlich zeitlich hoch aufgelöst, wobei zur Reduzierung von Speicherkapazitäten häufig eine Ereignissteuerung zum Einsatz kommt. Vielfach wird auch eine Datenfernübertragung auf zentrale Prozessleitsysteme eingerichtet, so dass im Störfall zeitnah reagiert werden kann.



Darstellung des Einstau- und Entlastungsverhaltens der Niederschlagswasserbehandlungsanlagen eines Kläranlageneinzugsgebietes



Analyse der Funktion der Kläranlage und Ableitung von Optimierungsstrategien

Die Kläranlage als letztes Element der Siedlungsentwässerung wird im Rahmen der IEP einer umfassenden Defizitanalyse unterzogen. So sollen hydraulische und verfahrenstechnische Schwachpunkte aufgedeckt und Optionen angezeigt werden, die einen besser auf das übrige Teilsystem der Entwässerung abgestimmten Betrieb gewährleisten. Darauf aufbauende anlagenspezifische Optimierungskonzepte können helfen, Prozesse zu stabilisieren und die Betriebskosten zu senken.

Zu diesen Optimierungskonzepten gehört etwa die Verbesserung der Verfahrensführung durch neu entwickelte Steuer- und Regelstrategien. Oft zeigen die Untersuchungen, dass die Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Kläranlage eine deutliche Verminderung des Schmutzstoffeintrags im Gesamtsystem zur Folge hätte. Im Rahmen der IEP wird dann geprüft, ob eine Erhöhung des Durchflusses auf der Kläranlage insbesondere von der Nachklärung verkräftet werden kann. Dazu kommen mathematische Modelle zum Einsatz, die die hydraulischen Verhältnisse realitätsnah abbilden und die Frage beantworten, unter welchen Bedingungen der Durchfluss ohne Gefahr einer Überschreitung der Kläranlagenablaufwerte erhöht werden kann.

Auch unkonventionelle Lösungsstrategien werden zur Optimierung der Kläranlagenfunktion in Betracht gezogen. Dazu gehört etwa der Einsatz einer Bypassleitung, die bei Regenwetter das behandlungsbedürftige, jedoch stark verdünnte Abwasser an der

Biologie vorbei direkt in die Nachklärung führt. Ihre Wirkung wird im Hinblick auf die Schmutzfrachtemissionen abgeschätzt.

Um die gerade in stark fremdwasserbelasteten Einzugsgebieten oft geringe Stickstoffeliminationsleistung zu erhöhen, werden in der IEP auch Vorschläge zur Optimierung der Denitrifikation oder zu ergänzenden Lösungen wie der separaten Behandlung stickstoffreicher Schlammwässer gemacht. Diese stickstoffreichen Schlammwässer sind für 13 bis 15 Prozent der internen Stickstoffrückbelastung der Kläranlage verantwortlich.

Wichtig ist, die Kläranlage nicht als Einzelkomponente, sondern in ihrer Wechselbeziehung zu den übrigen Teilsystemen der Siedlungsentwässerung zu betrachten. Eine Reduzierung der Ablaufkonzentrationen durch optimierte Verfahrenstechnik verringert die Abwasserabgabe und trägt zur Steigerung der Gewässerqualität bei. Existieren hydraulische Reserven auf der Kläranlage bei gleichzeitigem Mangel an Niederschlagswasserbehandlungsvolumen im Kanalnetz, ist eine optimierte Nutzung des Behandlungsvolumens auf der Kläranlage kostengünstiger als der Neubau von zusätzlichem Volumen im Netz.



Nachklärbecken

Sandfang



Schlammwasserbehandlung im Nebenstrom durch Deammonifikation

Entwicklung eines Niederschlags-Abfluss-Modells zur Optimierung der Siedlungs-entwässerung

Die Entwicklung eines kalibrierten Niederschlags-Abfluss-Modells bildet einen Schwerpunkt der IEP. Es soll die Abflussverhältnisse möglichst realitätsnah beschreiben und die Basis für eine optimierte Auslegung der Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung, der Kanalisation und der Sonderbauwerke bilden. Hierzu wird ein detailliertes Abflussmodell der Kanalisation inklusive der hydraulischen Abbildung aller Sonderbauwerke erstellt. Mit den in der Kanalisationsmesskampagne erfassten Daten zur Niederschlagshöhe und -verteilung im Einzugsgebiet, zu den Abflüssen in der Kanalisation, zu Wasserständen in Regenbecken und Stauraumkanälen erfolgt eine Kalibrierung des Modells, bis eine weitgehende Übereinstimmung zwischen Mess- und Modell-daten erreicht ist.



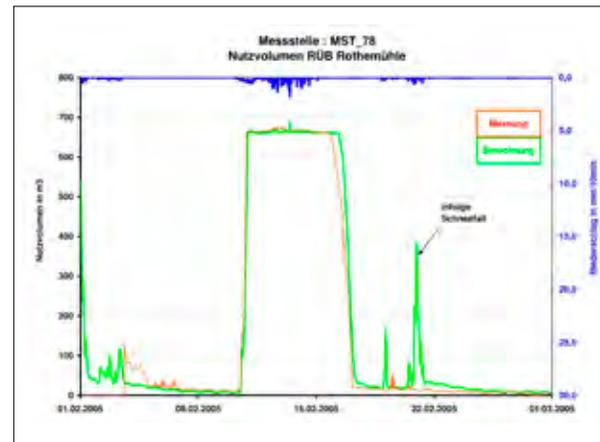
Gegenüberstellung der gemessenen und berechneten Abflussganglinie für ein Niederschlagsereignis

Veränderbare Größen sind dabei im Wesentlichen die abflusswirksamen Flächen und der Fremdwasserabfluss. Gerade der Fremdwasserabfluss stellt die Modellanpassung und -weiterentwicklung vor besondere Herausforderungen, da er bisher meist als konstante Größe über das gesamte Einzugsgebiet angenommen wurde, ohne dabei zeitliche

und räumliche Variationen sowie die starke Niederschlagsabhängigkeit zu berücksichtigen. Durch einen neu entwickelten Modellbaustein ist es nun erstmals möglich, den Fremdwasserabfluss insbesondere in stark fremdwasserbelasteten Einzugsgebieten exakt abzubilden.

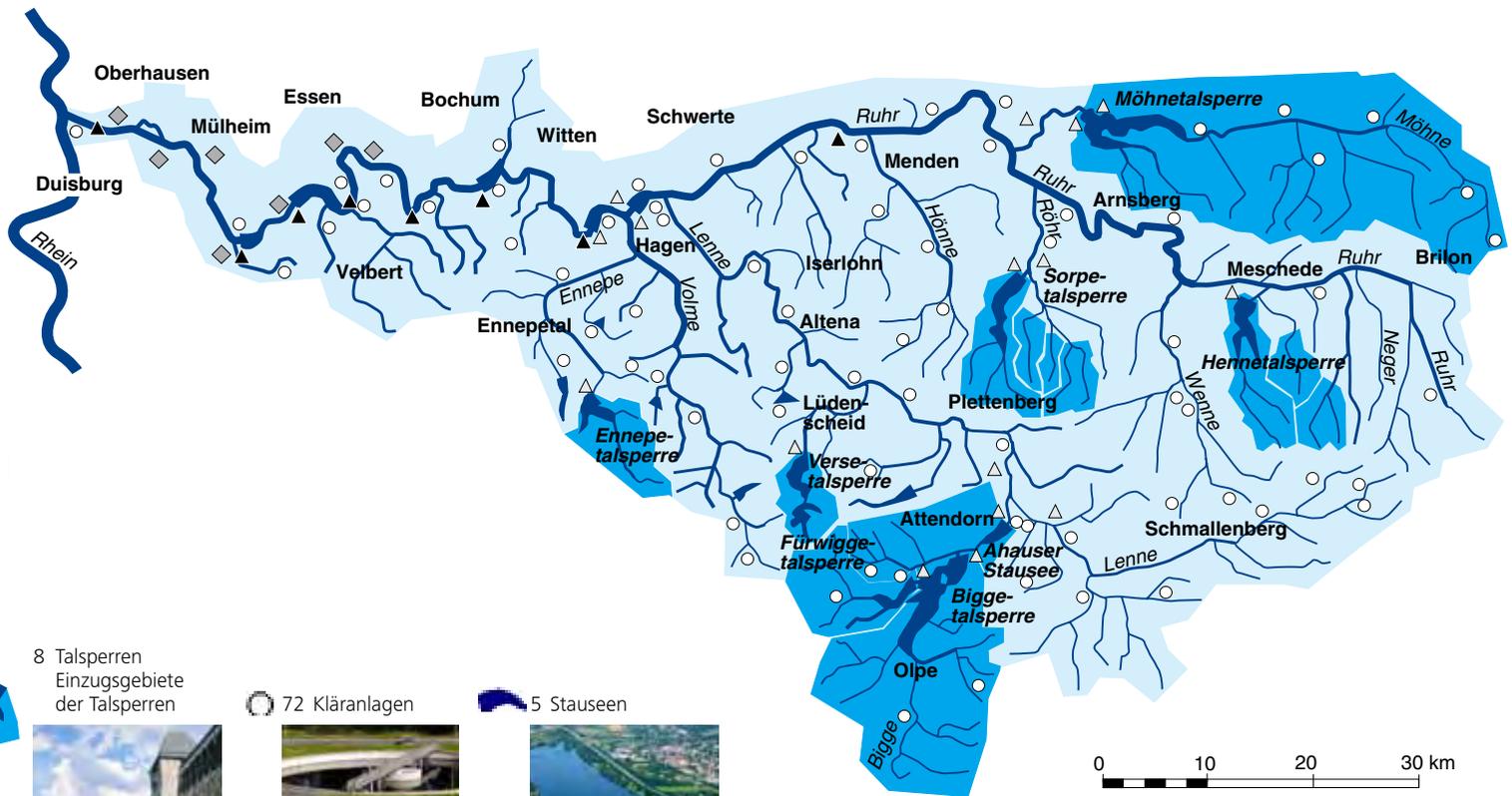
Die Optimierungsergebnisse aus der Anwendung eines kalibrierten Niederschlags-Abfluss-Modells zeigen, dass - abhängig von der Besiedlungsstruktur - nur 40 bis 80 Prozent aller befestigten Flächen eines Einzugsgebiets tatsächlich an die Kanalisation angeschlossen sind. Dies hat erhebliche Auswirkungen auf die Dimensionierung des Niederschlagswasserbehandlungsanlagen und der Kanalisation, da zuvor davon ausgegangen wurde, sämtliche befestigte Flächen eines Einzugsgebiets seien abflusswirksam. Aufgrund dieser neuen Erkenntnisse kann im Einzelfall auf den Neubau von Regenbecken oder die Sanierung von Kanalhaltungen verzichtet werden.

Als weiteres Ergebnis der Anwendung eines kalibrierten Niederschlags-Abfluss-Modells können durch eine optimale Abstimmung von Kanalisation, Niederschlagswasserbehandlung und Kläranlage substantielle Verringerungen der in die Gewässer entlasteten Schmutzfrachten erreicht werden. Durch die Anpassung der Drosselabflüsse an den Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung kann trotz der nach Kanalsanierungen verbleibenden Fremdwasseranteile die Entlastung dieser Bauwerke wesentlich reduziert werden.



Nutzung des Volumens einer Niederschlagswasserbehandlungsanlage (gemessen und berechnet)

Verbandsgebiet und Betriebsanlagen des Ruhrverbands



0 10 20 30 km

(Stand: 01.08.2007)

8 Talsperren
Einzugsgebiete
der Talsperren



72 Kläranlagen



5 Stauseen



14 Wasser-
kraftwerke



8 Gewässergüte-
Überwachungs-
stationen



546 Niederschlags-
wasserbehand-
lungsanlagen



110 Pumpwerke



7 Rückpumpwerke



44 Gewässerpegel





Abteilung
Unternehmenskommunikation
Kronprinzenstraße 37
45128 Essen
Telefon 0201/178-0
Fax 0201/178-1425
E-mail: info@ruhrverband.de
www.ruhrverband.de