

Heinrich Schäfer, Christoph Brepols, Heinrich Dahmen und Norbert Engelhardt

Masterplan Abwasser 2025 des Erftverbands

Die Sicherung der großen Werte der Einrichtungen der Abwasserwirtschaft und deren Anpassung an die sich ändernden Randbedingungen erfordern ein geordnetes Vorgehen. Ein Masterplan ist hierfür ein wirksames Instrument.

1 Einleitung

Der Erftverband entsorgt und reinigt in seinem Gebiet das Abwasser von rund einer Million Einwohnern. Dazu betreibt der Erftverband heute 40 Kläranlagen, 120 Pumpstationen, 368 Bauwerke der Niederschlagswasserbehandlung, 660 Kilometer Verbindungs- und Ortskanäle. Alle technischen Anlagen und Maschinen des Verbandes stellen gegenwärtig ein Vermögen von rund 500 Mio. Euro dar. Der Wert dieser Anlagen für den Schutz von Natur und Umwelt, für die öffentliche Hygiene und Gesundheit und den Schutz von Gebäuden und Siedlungen ist jedoch weit höher einzuschätzen. Er liegt in hohen technischen Standards und einer hohen Qualität der Erfüllung der abwassertechnischen Aufgaben im Erftverband begründet. Diese materiellen und immateriellen Werte und Güter gilt es langfristig zu sichern, zu erhalten und weiterzuentwickeln.

Gleichzeitig steht der Erftverband, wie auch die Wasserwirtschaft in Deutschland insgesamt, vor sich schnell ändernden Randbedingungen, die sich aus der demografischen und wirtschaftlichen Entwicklung sowie neuen und gestiegenen Umweltstandards ergeben:

- Steigende Ansprüche an den Komfort der Siedlungsentwässerung,
- Steigende Anforderungen an die Qualität der Abwasserreinigung,
- Steigende Anforderungen an die Energie- und Ressourceneffizienz,
- Steigende Energiepreise,
- Gleichbleibende oder sinkende Einwohnerzahlen,
- Zurückgehende Schmutzwassermengen aus den Haushalten,

- Zunehmendes Alter der vorhandenen technischen Infrastruktur.

Der Erftverband hat daher einen Masterplan Abwassertechnik entwickelt, der eine planerische und strategische Perspektive bis zum Jahre 2025 und darüber hinaus aufzeigt (**Bild 1**). Der Masterplan umfasst die drei Teilbereiche Abwasserbehandlung, Niederschlagswasserbehandlung und Kanalisation.

2 Abwasserbehandlung

2.1 Kläranlagenstandorte

Bundesweit wird heute ein hoher technischer Standard der Abwasserreinigung erreicht. Der Erftverband hat seit den 1990er-Jahren alle seine Kläranlagen auf die weitergehende Nährstoffelimination umgerüstet. Ältere Anlagen wurden saniert und neue Kläranlagen errichtet. Dabei wurden bereits zahlreiche kleine und ältere Kläranlagen stillgelegt, einige blieben jedoch auch erhalten. Als regionale Besonderheit, bedingt durch die hydrologischen Einflüsse des rheinischen Braunkohlentagebaus, müssen beim Erftverband auch kleinere Kläranlagen oftmals Reinigungsanforderungen erfüllen, die weit über die Mindestanforderungen hinaus gehen. Nach mehr als 20 bis 30 Jahren Betrieb erreichen nun viele Kläranlagen in den kommenden Jahren das Ende ihrer technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer. Gleichzeitig sind vielerorts Sanierungen zur Steigerung der Energieeffizienz der Kläranlagen sinnvoll.

Die Erfahrungen des Erftverbandes und vieler anderer Kläranlagenbetreiber zeigen, dass die spezifischen Kosten für die Abwasserreinigung mit zunehmender Größe der Kläranlagen teilwei-

Planerische und strategische Perspektive

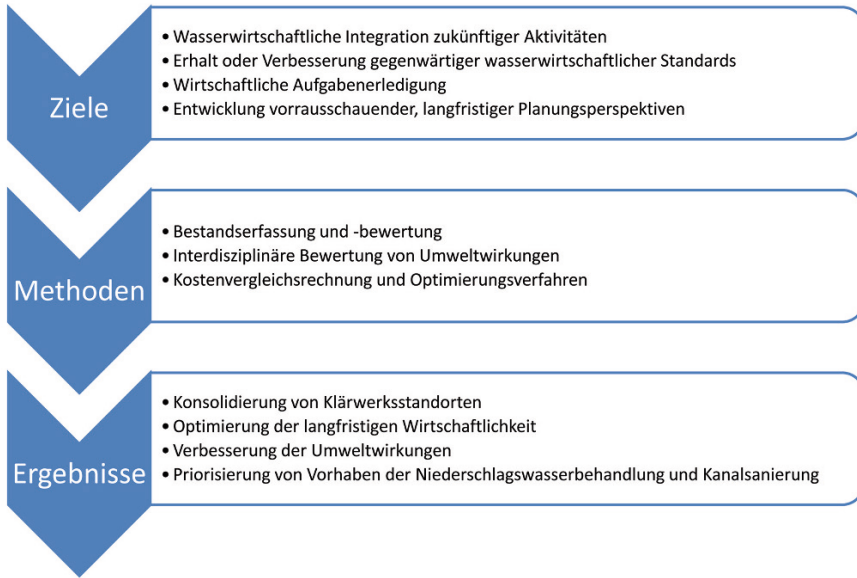


Bild 1: Ziele, Methoden und Ergebnisse des Masterplans Abwassertechnik 2025. Bildquelle: Ertverband

se erheblich sinken (**Bild 2**). Der Aufwand für den Erhalt und Betrieb kleiner Kläranlagen mit wenigen hundert oder tausend angeschlossenen Einwohnern ist überproportional hoch. Der grundsätzliche Zusammenhang zwischen Investitionskosten und Ausbaugröße der Kläranlagen wurde bereits früher beschrieben :

Investitionskosten = $a \cdot \text{Ausbaugröße [EW]}^b$, mit $0 < b < 1$.

Der Ertverband hat für die seit 1990 im Verbandsgebiet ausgeführten Anlagen eigene Kostenfunktionen abgeleitet, welche die regionalen Besonderheiten berücksichtigen. Ein Vergleich

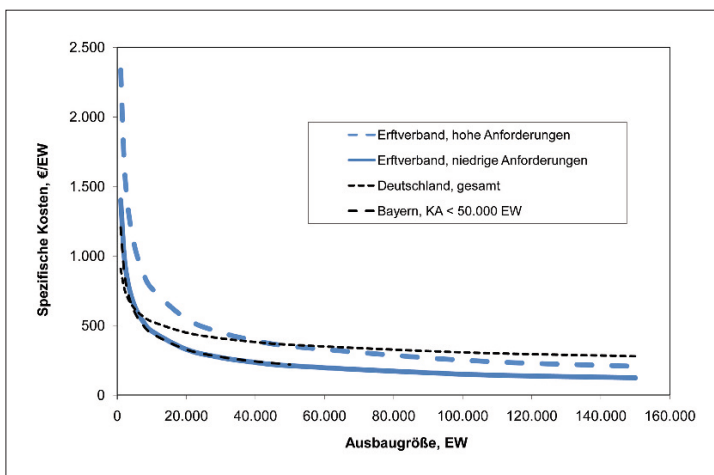


Bild 2: Spezifische Investitionskosten von Kläranlagen abhängig von der Ausbaugröße. Bildquelle: Ertverband

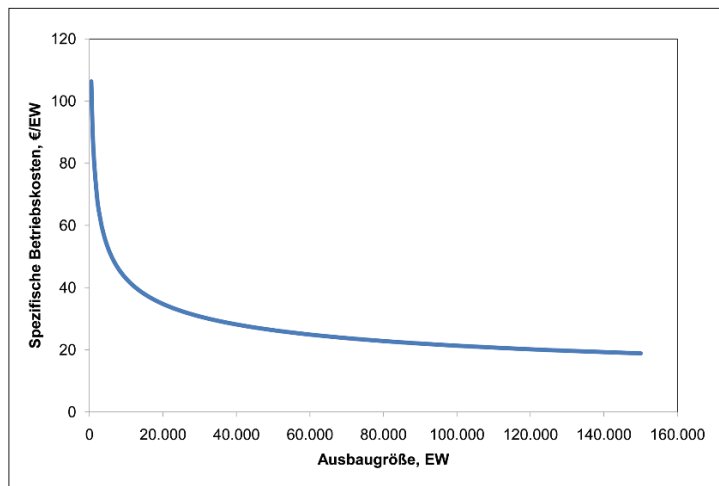


Bild 3: Durchschnittliche spezifische Betriebskosten von Kläranlagen des Erftverbandes abhängig von der Ausbaugröße. Bildquelle: Erftverband

mit den Literaturangaben zeigt, dass für den Erftverband die spezifischen Kosten für Anlagen mit einer Ausbaugröße von weniger als 40.000 Einwohnerwerten und hohen Reinigungsanforderungen im Durchschnitt höher liegen, für durchschnittliche Reinigungsanforderungen jedoch teilweise geringer sind als im übrigen Bundesgebiet (Bild 2).

Für die Betriebskosten von Kläranlagen ergibt sich ein vergleichbarer Zusammenhang mit der Anlagengröße, der stark vom Personalaufwand und den Kosten für elektrische Energie bestimmt wird (Bild 3).

Modelle zur Optimierung regionaler wasserwirtschaftlicher Infrastruktur haben bereits in der Vergangenheit mehrfach Anwendung gefunden. Der Erftverband hat auf Basis der abgeleiteten Kostenfunktionen ein mathematisches Modell zur Bewertung der langfristigen Investitions- und Betriebskosten seiner Kläranlagen, Pumpwerke und Verbindungskanäle entwickelt, das einen übersichtlichen Vergleich der Projektkostenbarwerte für verschiedene alternative Lösungen ermöglicht. Mit diesem Modell wurde für einzelne, geografisch abgegrenzte Teilgebiete innerhalb des Verbandsgebietes die wirtschaftlich günstigste Variante für die zukünftigen Standorte ermittelt.

Dabei wurde berücksichtigt, dass auch Kläranlagenstandorte wegen ihrer Größe oder ihrer Bedeutung für die Siedlungsentwässerung und die Gewässer zu erhalten sind. In Form von Sensi-

vitätsprüfungen und Risikosimulationen wurde ermittelt, unter welchen Randbedingungen eine Sanierung der Kläranlage an ihrem derzeitigen Standort wirtschaftlicher ist als eine Stilllegung mit Überleitung des Abwassers zu einer benachbarten und größeren Kläranlage.

Zwischenergebnisse wurden mit den anderen Fachabteilungen des Erftverbandes diskutiert, um die Auswirkungen möglicher Kläranlagenstilllegungen auf die Gewässer und Grundwassersituation abschätzen zu können. So wurden in der abschließenden Bewertung auch Aspekte berücksichtigt, die sich nicht unmittelbar an der reinen Wirtschaftlichkeit orientieren.

Daraus ergibt sich, dass in den nächsten Jahren bis zu 19 der 40 Kläranlagen des Verbandes unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten stillgelegt werden (Bild 4). Der bauliche Zustand der Anlagen, die wasserwirtschaftliche Situation im Einzugsgebiet und die Auswirkungen auf die Beitragsentwicklung geben den Zeitplan für die weitere Planung und die Ausführung der Stilllegungen vor. Die Detailplanungen für die Stilllegung und Zusammenlegung von Standorten werden danach Zug um Zug durchgeführt. Diese Detailplanungen dienen auch dazu, die Ergebnisse des Masterplans weiter auszuarbeiten, zu überprüfen und im Einzelfall auch zu verbessern. Für einzelne Standorte, deren Stilllegung heute noch nicht als wirtschaftlich und wasserwirtschaftlich sinnvoll erscheint, sind außer-

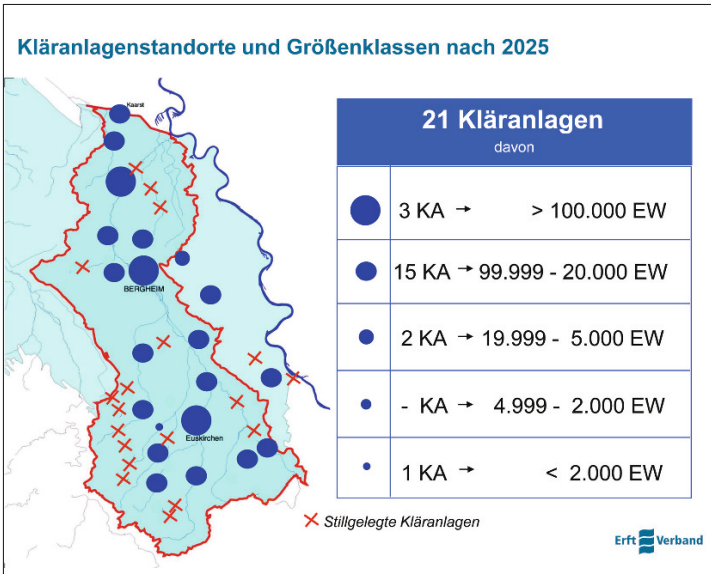


Bild 4: Kläranlagenstandorte und Größenklassen im Jahr 2025 Entwicklung der Kläranlagenstandorte. Bildquelle: Erftverband

dem nach 2020 bereits erneute Überprüfungen geplant.

2.2 Schlammbehandlung und Klärschlamm Entsorgung

Von den verbleibenden 21 Kläranlagen verfügen bereits 14 Anlagen über eine Schlammfäulungsanlage. Durch die Mitbehandlung von Abwässern anderer Standorte wird in Zukunft mehr Klärschlamm anaerob behandelt. Der Neubau moderner Blockheizkraftwerke sowie die Sanierung bestehender Aggregate stellt sicher, dass das anfallende Klärgas energetisch optimal verwertet wird und die Quote der Eigenstromerzeugung auf den Kläranlagen steigt.

Für die sechs weiteren Kläranlagen, die bisher keine Schlammfäulung besitzen, wurde die Machbarkeit der Nachrüstung einer Fäulungsanlage bewertet. Das zum 1. August 2014 in Kraft getretene Erneuerbare Energie Gesetz (EEG) verschlechtert die Randbedingungen, weil auch für selbst genutzten Strom EEG-Umlage zu zahlen ist. Trotz steigender Energiepreise und unter Einrechnung von finanziellen Fördermöglichkeiten erscheint die Nachrüstung zurzeit nur für die größte dieser Anlagen wirtschaftlich, das Gruppenklärwerk Nordkanal. Mit der Vorplanung wird noch im Jahr 2014 begonnen.

Durch die Zusammenlegung von Klärwerkstandorten und die Installation neuer Schlammwässerungsaggregate verringern sich die planmäßigen Schlammtransporte zwischen den Klärwerkstandorten um zwei Drittel, das heißt von derzeit rund 72.000 Kubikmeter pro Jahr auf nur noch 25.000 Kubikmeter pro Jahr, die dazugehörigen Transportentfernungen zwischen den Klärwerkstandorten gehen dabei noch deutlicher zurück (**Bild 5**).

2.3 Energieeffizienz

Durch die Behandlung des Abwassers in größeren Kläranlagen sowie durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz reduziert sich insgesamt der Stromverbrauch für die Kläranlagen des Verbandes. Hinzu kommen Potenziale zur Eigenerzeugung von elektrischem Strom durch Kraft-Wärme Kopplung, Fotovoltaik und Windenergie, die kontinuierlich ausgebaut werden sollen, wo immer sie wirtschaftlich und technisch machbar sind (**Bild 6**).

In den zurückliegenden Jahren hat der Erftverband bereits in die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Neben der Sanierung bestehender und der Errichtung neuer BHKW zur Klärgasverstromung wurden auf Betriebsgebäuden von Kläranlagen sowie Verwaltungsgebäuden des Verbandes insgesamt über 5.000 m²

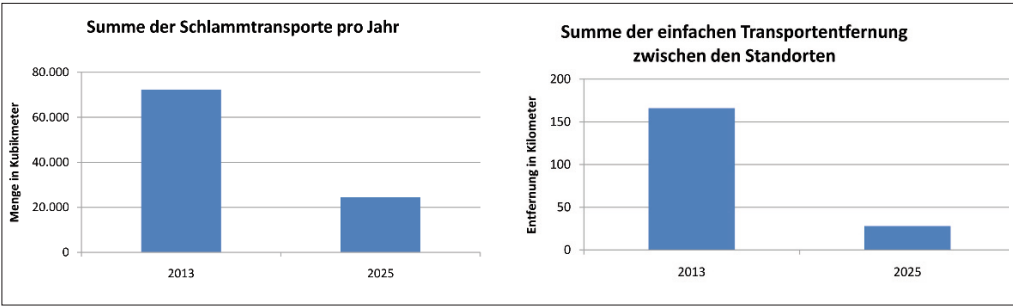


Bild 5: Menge des transportierten Klärschlammes pro Jahr (links) und Summe der einfachen Transportentfernung zwischen den Standorten (rechts). Bildquelle: Ertverband

Photovoltaikmodule installiert. Daneben werden und wurden an mehreren Standorten Projekte zur verfahrenstechnischen und energetischen Verbesserung der Abwasserreinigung umgesetzt. Ein Teil der Verwaltungsgebäude in Bergheim wird mit Hackschnitzeln beheizt. Diese Heizung wird um einen Wärmetauscher und Wärmepumpen ergänzt, die Wärme aus dem Sumpfungswasser einer angrenzenden Leitung aus einem Braunkohlentagebau gewinnt. Der Ertverband prüft darüber hinaus die technischen, wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Fragen zur Errichtung von

Windkraftanlagen als Nebenanlagen auf verschiedenen Klärwerksstandorten. Damit unterstreicht der Ertverband sein nachhaltiges Handeln und seine Rolle als aktives Umweltunternehmen.

2.4 Weitergehende Reinigung

Die angestrebte Reduzierung der Kläranlagenstandorte erweist sich auch bei einem zukünftigen Einsatz weitergehender Technologien als günstig. Werden zu späteren Zeiten weitergehende Anforderungen wie z. B. Elimination von Krankheitserregern und Spurenstoffen gefor-

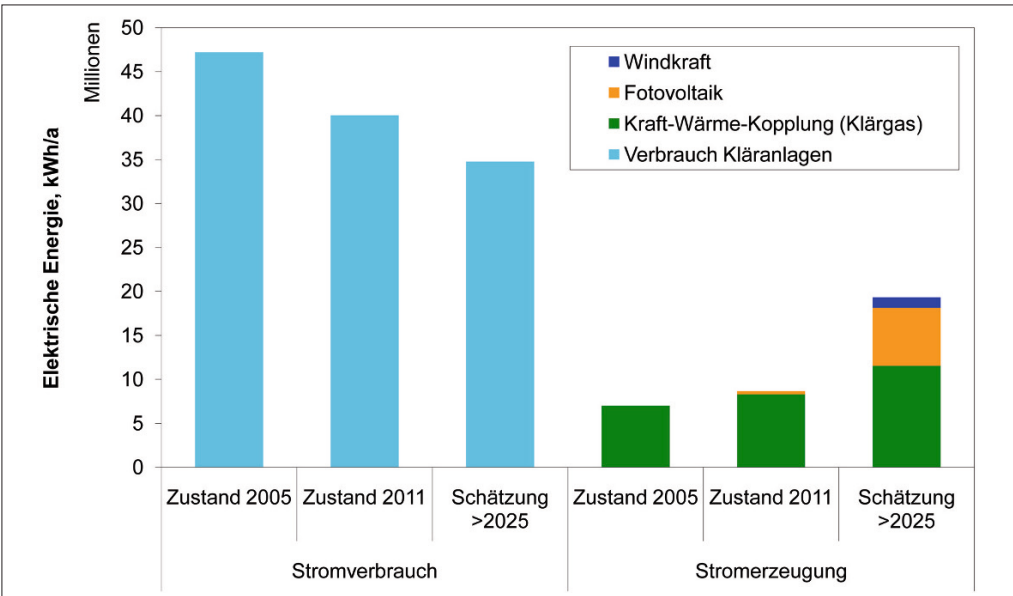


Bild 6: Entwicklung der Energiebilanz der Abwasserreinigung. Bildquelle: Ertverband

dert, ist dies in größeren Kläranlagen wirtschaftlicher und effektiver umsetzbar.

Der Erftverband hat Aufwand und Erfolg der Spurenstoffelimination auf seinen Kläranlagen modellhaft bilanziert. Dabei wurden Kosten für zusätzliche AktivkohleadSORPTION zu Grunde gelegt, wobei bereits auf den Anlagen vorhandene Filteranlagen berücksichtigt wurden. Wie aus **Bild 7** ersichtlich wird, könnte bei einer Umsetzung auf den vier größten Klärwerken ein Anteil von 40 % des Abwassers zu weniger als 20 % der erforderlich zusätzlichen Jahreskosten behandelt werden, die bei einem vollständigen Ausbau aller Klärwerksstandorte erforderlich würden. Würden die zwei größten Anlagen ausgerüstet, wären ca. 27 % des Abwassers bei 12 % der zusätzlichen Kosten behandelt. Dies bestätigt, dass eine frachtmäßige Reduzierung nur bei größeren Anlagen wirtschaftlich ist. Grundsätzlich ist natürlich zunächst zu definieren, welche Ziele landesweit erreicht werden sollen. Anhand des Abgleiches mit Monitoringergebnissen ergeben sich hieraus dann Notwendigkeiten für einen zukünftigen Betrieb einer Anlage.

Auf der Membranbelebungsanlage Glessen soll kurzfristig mit der Errichtung einer ersten Versuchsanlage zur nachgeschalteten Adsorption mit granulierter Aktivkohle begonnen werden. Ein Förderantrag wurde gestellt. Durch die Mem-

branfiltration kann die Beladung der Aktivkohle mit unerwünschten Substanzen und Feststoffen reduziert werden. Es ist zu erwarten, dass dies zu einer Reduzierung der Betriebskosten der Aktivkohlefiltration führt.

3 Niederschlagswasserbehandlung

Die Bauwerke der Niederschlagswasserbehandlung sind wichtig für eine geordnete Siedlungsentwässerung und den Betrieb der Klärwerke. Zustand und Größe dieser Bauwerke haben aber auch einen oftmals entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Gewässer. Außer kontinuierlichen Investitionen zur generellen Werterhaltung der Bauwerke sind daher Maßnahmen zur weiteren Verringerung unerwünschter Umweltauswirkungen erforderlich.

Der Erftverband hat für nahezu jede Niederschlagswassereinleitung im Verbandsgebiet einen detaillierten immissionsorientierten Nachweis erstellt. Der Nachweis der Gewässerverträglichkeit ist die Grundlage für die Planung der erforderlichen Maßnahmen. Das Vorgehen hat der Erftverband in seinem Handlungskonzept zur weitergehenden Niederschlagswasserbehandlung beschrieben. Darüber hinaus sind andere wasserwirt-

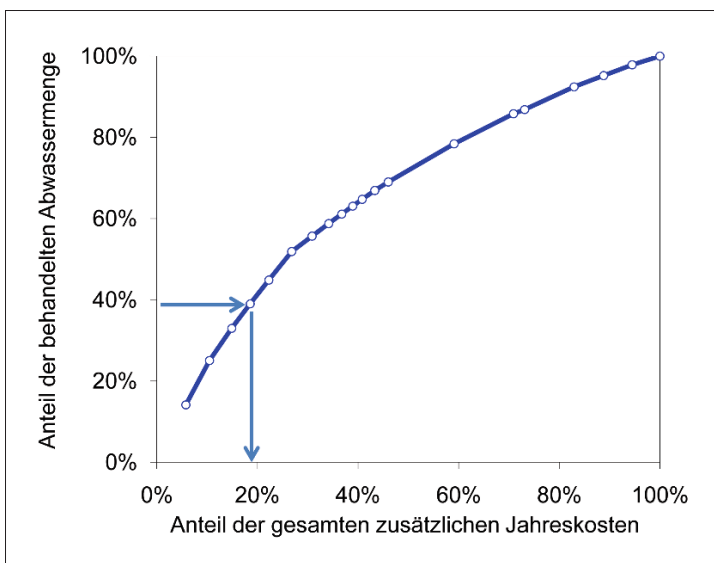


Bild 7: Pareto-Diagramm zu Kosten und Erfassungsgrad der Spurenstoffelimination auf den Kläranlagen des Erftverbandes. Bildquelle: Erftverband

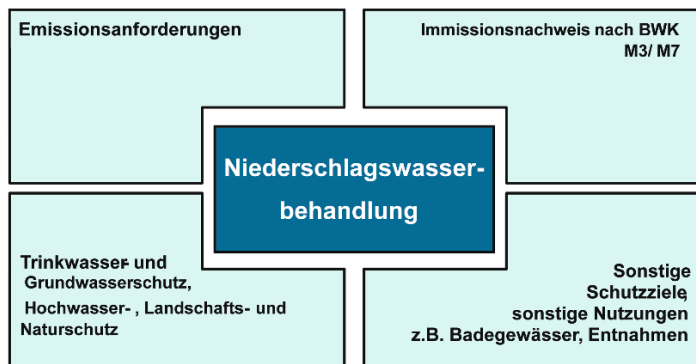


Bild 8: Anlass und Ziele der Niederschlagswasserbe-handlung. Bildquelle: Erftverband

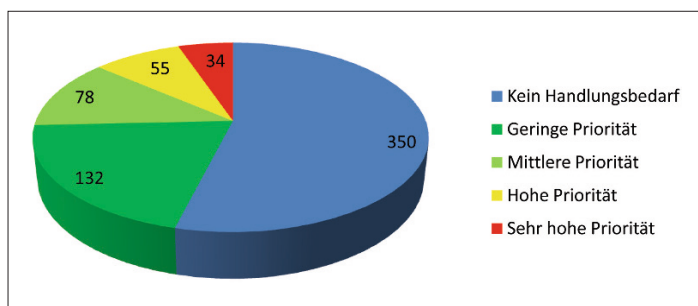


Bild 9: Einstufung der Niederschlagswassereinlei-tungen nach Handlungsbedarf und Priorität. Bild-quelle: Erftverband

schaftliche Aspekte wie der Grundwasser-schutz, aber auch der Landschafts- und Natur-schutz zu beachten (**Bild 8**). Auf Basis von über 70.000 Einzelinformationen wurden alle 650 Einleitstellen in vier Stufen einheitlich betrachtet und bewertet. Zunächst wurden der Zustand des Gewässers und die Ursachen für mögliche Beeinträchtigungen festgestellt und in einer Machbarkeitsanalyse mögliche alter-native Maßnahmen zur Verbesserung des Ge-wässerzustands ermittelt sowie mittels einer Kosten-Nutzen Analyse bewertet. Auf dieser Grundlage bestimmt der Erftverband die Prio-ritäten für die planerische und bauliche Umset-zung (**Bild 9**).

Abhängig von dieser Einstufung initiiert der Erftverband weitergehende, konkrete Planun-gen und prüft, auf welchem Wege die gesteck-ten Ziele der Wasserrahmenrichtlinie am bes-ten zu erreichen sind: der gute Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial des Gewässers.

Oft sind Verbesserungen des Zustands der Gewässer durch Maßnahmen an den Gewäs-ern einfacher und wirkungsvoller zu errei-

chen, als durch Investitionen in neue oder grö-ßere Bauwerke der Niederschlagswasserbe-handlung. Dies wird auch durch ein For-schungsprojekt des Erftverbandes belegt . Der Erftverband untersucht daher jeden Einzelfall nach einem festgelegten Schema (**Bild 10**), um so die beste Lösung zu finden.

Die so konzipierten Maßnahmen bilden die Grundlage für die Fortschreibung des Abwas-serbeseitigungskonzepts und werden entspre-chend einem festgelegten Zeitplan realisiert.

Im Bereich der Niederschlagswasserbeseiti-gung beteiligt sich der Erftverband außerdem an verschiedenen Forschungsvorhaben zur Reduktion der Gewässerbelastung durch Steue-rung des Kanalnetzes, Optimierung des Be-triebs von Bodenfilterbecken und Erkundung und Nutzung des Potenzials von Bodenfiltern zur Verminderung von Spurenstoffeinträgen . Mit einem weiteren beabsichtigten Forschungs-vorhaben soll geprüft werden, ob Spurenstoffe im Ablauf einer Kläranlage durch Passage ei-nes vorhandenen Retentionsbodenfilters wei-ter entfernt werden können.

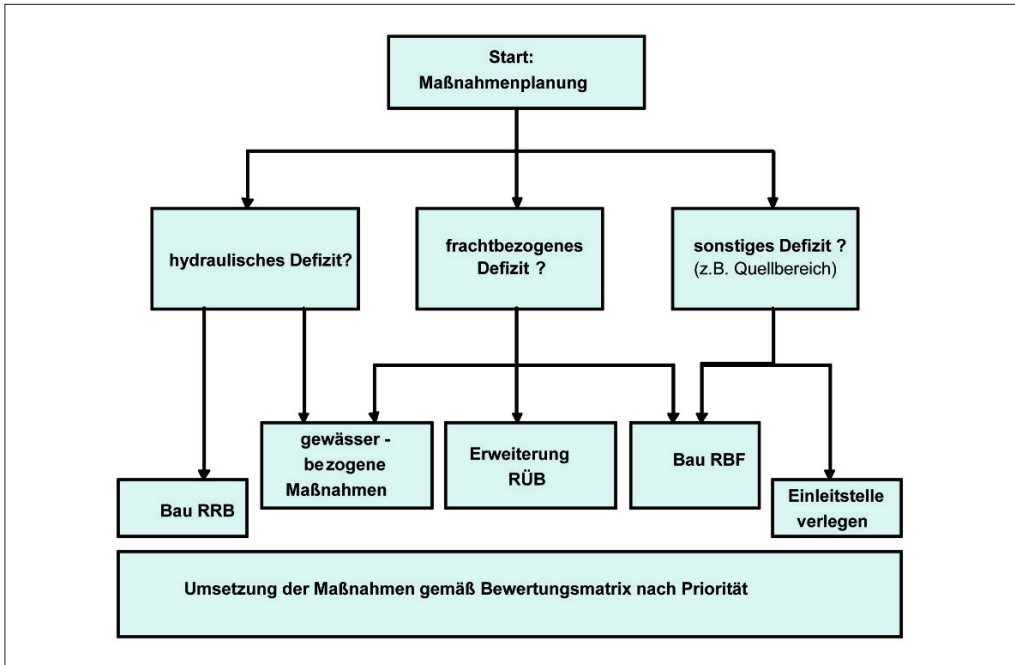


Bild 10: Maßnahmenplanung der Niederschlagswasserbehandlung. Bildquelle: Erftverband

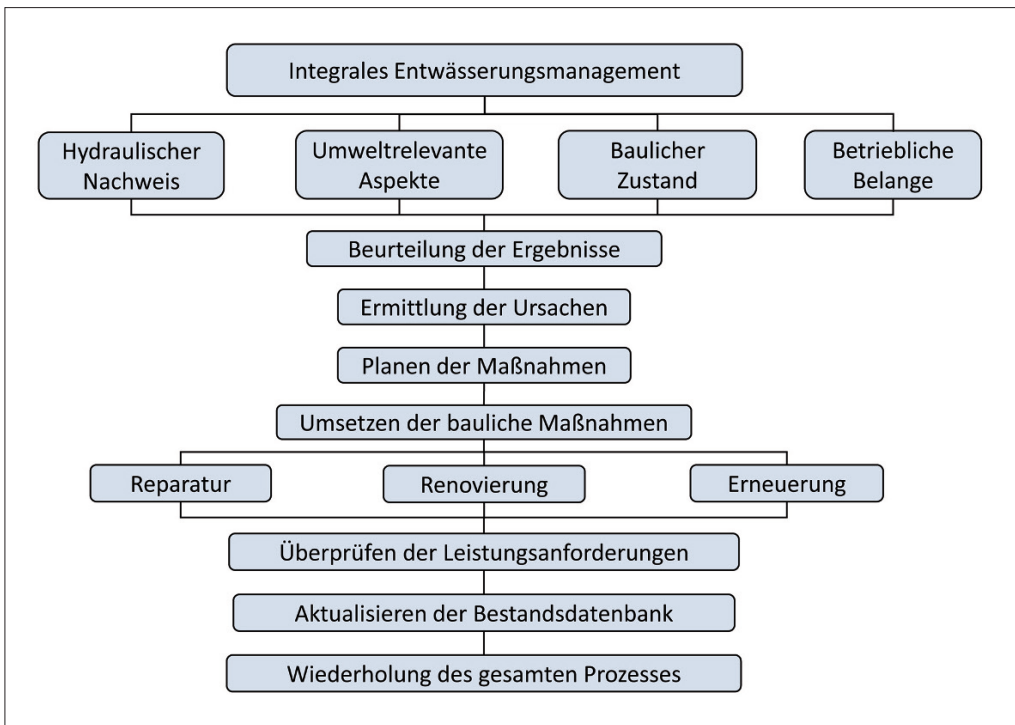


Bild 11: Ablauf der kontinuierlichen und nachhaltigen Sanierungsplanung. Bildquelle: Erftverband

4 Kanalisation

Das Rückgrat einer effektiven und umweltschonenden Siedlungsentwässerung sind intakte und leistungsfähige Kanäle. Neben den Kanalnetzen von drei Mitgliedskommunen unterhält und betreibt der Erftverband zahlreiche, teils große Verbindungskanäle.

Auf Grundlage gesetzlicher Anforderungen führt der Erftverband für seine Kanäle ein integriertes Entwässerungsmanagement und eine kontinuierliche Sanierungsplanung durch (**Bild 11**). Aus der Zustandserfassung und -bewertung leiten sich der Handlungsbedarf und die Prioritäten für eine Sanierung und Erneuerung der Kanäle ab.

Die zeitliche Staffelung erforderlicher Maßnahmen erfolgt in der Regel nach Absprache mit der betroffenen Kommune sowie unter Berücksichtigung betrieblicher-, umweltrelevanter-, baulicher- und städtebaulicher Aspekte. Ziel ist eine möglichst gleichmäßige Verteilung der daraus entstehenden Kosten über den Betrachtungszeitraum.

5 Umsetzung des Masterplans

Die Konzepte des vorliegenden Masterplans basieren auf umfangreichen Untersuchungen, spezifischen Erfahrungswerten sowie wirtschaftlichen und mathematischen Modellansätzen. Wegen des langen Zeithorizontes für die Umsetzung und der vielfältigen technischen und organisatorischen Herausforderungen bei der Umsetzung erarbeitet der Erftverband Schritt für Schritt konkrete Detailplanungen. Die Ergebnisse und Festlegungen des Masterplans werden so vor ihrer praktischen Umsetzung in jedem Einzelfall geprüft und nochmals abgesichert.

Der Zeitplan für die Umsetzung berücksichtigt neben den wasserwirtschaftlichen Prioritäten, den technischen Zustand der Anlagen und insbesondere auch deren Abschreibungsverlauf sowie die Auswirkungen auf die Beiträge der Kommunen. Die Planungen fließen schrittweise in das Abwasserbeseitigungskonzept und den Wirtschaftsplan des Verbandes ein.

Mit dem Masterplan Abwasser 2025 gestaltet der Erftverband aktiv und nachhaltig die heute vor ihm liegenden ökologischen und ökonomischen Herausforderungen – zum Nutzen und zum Vorteil der Gewässer und der Mitglieder.

Literatur

- [1] Bertelsmann, „Bertelsmann Stiftung, Bevölkerungsentwicklung,“ [Online]. Available: <http://www.wegweiser-kommune.de>. [Zugriff am Mai 2012].
- [2] UBA, „Umweltbundesamt, Wasserwirtschaft in Deutschland,“ Juli 2010. [Online]. Available: www.umweltbundesamt.de/publikationen/fpdf-l/3470.pdf. [Zugriff am 12.10.2012].
- [3] AbwV, Abwasserverordnung, Bundesdruckerei, 1997.
- [4] UBA, „Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen,“ Umweltbundesamt Pressestelle, Dessau-Roßlau, 2009.
- [5] R. DENINGER UND Y. SHIAW, „MODELLING REGIONAL WASTE WATER,“ Water Research Pergamon Press 1973. Vol. 7, pp. 633-646, Great Britain, 1973.
- [6] BODE, „Einflussfaktoren auf Investitions- und Betriebskosten von Abwasseranlagen,“ in Kostenanalyse und Kostensteuerung in der Abwasserwirtschaft. 07.-08. März 2007, Kassel, Hennef, 2007.
- [7] Reicherter, „Investitions- und Betriebskosten bei der Abwasserreinigung,“ in Kostenanalyse und Kostensteuerung in der Abwasserwirtschaft., 07.-08. März 2007, Kassel, Hennef, 2007.
- [8] ÖWAV, „ÖWAV- Merkblatt Personalbedarf für den Betrieb kommunaler biologischer Kläranlagen,“ Wien, 2008.
- [9] DWA, „DWA M 271 Personalbedarfsermittlung auf kommunalen Kläranlagen,“ Deutsche Vereinigung für Wasser, Abwasser und Abfall, Hennef, 1998.
- [10] UBA, „Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen,“ Umweltbundesamt Pressestelle, Dessau-Roßlau, 2008.
- [11] J. J. DE MELO UND A. S. CAMARA, „Models for the optimization of regional wastewater treatment systems,“ European Journal of Operational Research 73 (1994) 1-16, North-Holland, 1994.
- [12] LAWAG, „Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen, 5. Auflage,“ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Stuttgart, 2005.
- [13] BWK, „Merkblatt BWK-M7 „Detaillierte Nachweiseführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3“,“ Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V., Stuttgart, 2008.
- [14] Erftverband, „Erarbeitung von effizienten Strategien zur Verminderung von Schadstoffeinträgen (Swist IV),“ Bergheim, 2011.

- [15] ARGE Bodenfilter, „Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben: Betriebsoptimierung von Retentionsbodenfiltern im Mischsystem Vergabe-Nr. 08/058.2 Einzelauftrag 11.2 für das MKLNUV NW,“ LANUV, Düsseldorf, 2013.
- [16] F. Mertens, E. Christoffels, C. Schreiber und T. Kistemann, „Rückhalt von Arzneimitteln und Mikroorganismen am Beispiel des Retentionsbodenfilters Altdorf,“ KA — Korrespondenz Abwasser, Abfall, p. 1137 bis 1143, Dezember 2012.
- [17] SüwVKan, „Verordnung zu Selbstüberwachung von Kanalisationen und Einleitungen von Abwasser aus Kanalisationen im Mischsystem und im Trennsystem (Selbstüberwachungsverordnung – SüwVKan),“ 1995.

Autoren

Dipl. Ing. Dipl. Wirt. Ing.

Heinrich Schäfer

Christoph Brepols

Heinrich Dahmen

Norbert Engelhardt

Erftverband

Am Erftverband 6

50126 Bergheim

E-Mail: heinrich.schaefer@erftverband.de

Wasser, Energie und Umwelt

Aktuelle Beiträge aus der Zeitschrift Wasser und Abfall I

Porth, M.; Schüttrumpf, H. (Hrsg.)

2017, XI, 540 S. 312 Abb., 302 Abb. in Farbe.,

Hardcover

ISBN: 978-3-658-15921-4