

TEXTE

100/2019

Erstellen eines Leitfadens zur Sanierung von Abwasserkanalisationen

Abschlussbericht

TEXTE 100/2019

Ressortforschungsplan des Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3715 26 318 0
UBA-FB 002860

Erstellen eines Leitfadens zur Sanierung von Abwasserkanalisationen

Abschlussbericht


von


Werner Bezela, Ludger Wehr, Horst Zech
Beratungs- und Managementinstitut für Rohrnetze, Feucht

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 [umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Beratungs- und Managementinstitut für Rohrnetze GmbH
Birkenstraße 28
90537 Feucht

Abschlussdatum:

November 2018

Redaktion:

Fachgebiet III 2.5 Überwachungsverfahren, Abwasserentsorgung
Simone Brandt, Andrea Roskosch

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2019

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Leitfaden zur Sanierung von Abwasserkanalisationen

Die Aufgabenstellung umfasst die Erstellung eines Leitfadens für Kommunen zur Sanierung der Abwasserkanalisation unter ganzheitlicher Betrachtung des Einzugsgebietes und des Gesamtsystems Kanalisation und Kläranlage.

Der Leitfaden richtet sich an kommunale und private Abwasserbeseitigungspflichtige, die eine Kanalsanierung planen und gibt ihnen Empfehlungen, die den gesamten Prozess der Kanalinspektion und –Sanierung umfassen.

Undichtigkeiten in Kanalsystemen können zum Eindringen von Fremdwasser in die Kanalisation und somit zu einer Mehrbelastung des Abwassernetzes und der Abwasserbehandlungsanlagen führen. Austretendes Abwasser belastet die Umwelt und stellt eine Gefahr für Boden und Grundwasser dar.

Der überwiegende Teil der vorgefundenen Kanalschäden wäre aus heutiger Sicht vermeidbar gewesen. Um Abwasseranlagen langfristig betreiben zu können, müssen die Betreiber auf moderne, sowohl risikobasierte als auch zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltungskonzepte setzen.

Für Bau, Betrieb, Instandhaltung und Sanierung muss der Kanalnetzbetreiber zum einen über die notwendige Fachkompetenz seines eigenen oder externen Personals verfügen; zum anderen muss ein ausreichender Datenbestand über das Kanalnetz vorliegen.

Alle Maßnahmen müssen im Rahmen eines eigenen Abwasserkonzeptes geplant und ausgeführt werden. Dabei sollten die Netzbetreiber auch zusätzliche Aspekte, wie die Mitnutzung ihrer Infrastrukturanlage durch Wärmegewinnung aus Abwasser oder Kabelverlegung im Kanal und Notwendigkeiten des Überflutungsschutzes betrachten.

Für ein nachhaltiges Planen, Bauen und Betreiben ist Voraussetzung, dass bereits bei Auswertung und Erstellung eines Sanierungskonzeptes, Ausschreibung und Vergabe qualitätssichernde Maßnahmen berücksichtigt werden. Eine fachkompetente Überwachung und Ausführung der Baumaßnahmen trägt dazu bei, die zur Verfügung stehenden Ressourcen effizient und umweltgerecht einzusetzen und somit Bauwerke und Anlagen langfristig zu nutzen. Um die Akzeptanz von Sanierungsmaßnahmen am Kanalnetz zu verbessern, ist es sinnvoll, über eine breit gefächerte Öffentlichkeitsarbeit den Bürger zu beteiligen und gegebenenfalls bei notwendigen Maßnahmen an der Grundstücksentwässerung den Eigentümer zu unterstützen.

Abstract: Guide to the rehabilitation of sewers

The guideline is addressed to municipal and private wastewater disposal companies planning sewer rehabilitation to give them recommendations to cover the entire process of sewer inspection and rehabilitation.

Leaks in the sewer systems can cause infiltration of groundwater into the sewer and this lead to an additional burden on the sewage network and wastewater treatment plants.

Leaking wastewater pollutes the environment and poses a threat to soil and groundwater.

The majority of the canal damage found would be avoidable from today's point of view

In order to be able to operate sewage plants on a long-term basis, operators have to rely on modern, risk based and reliability-oriented maintenance concepts.

For construction, operation, maintenance and rehabilitation, the sewer system operator must either use highly qualified employees of its own or external staff. Important is a sufficient database of the sewer network.

All rehabilitation procedures must be planned and executed within the framework of a separate wastewater concept. The network operators should also consider additional aspects, and should share their benefits Infrastructure plant through heat recovery from sewage or cable laying in the canal and considering needs of flood protection.

For a sustainable planning, building and operation is a requirement that already at evaluation

and creation of a restructuring concept, tender and award of quality assurance measures be taken into account. A professionally competent supervision and execution of the construction measures contribute to using the available resources efficiently and environmentally and thus to use buildings and facilities for the long term.

In order to improve the acceptance of sanitation measures on the sewer system, it makes sense to use one broad publicity to involve the citizen and, if necessary to assist the owner in property drainage measures.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	8
1 Aufgabenstellung	9
1.1 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	12
1.2 Planungen und Ablauf des Vorhabens	13
1.3 Stand von Wissenschaft und Technik	14
1.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	20
2 Quellenverzeichnis	21
A Anhänge	22

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DIN EN	Deutsches Institut für Normung e.V. / Europäische Norm
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V
EKVO	Eigenkontrollverordnung Baden-Württemberg oder hessische Abwasser- Abwassereigenkontrollverordnung
EU	Europäische Union
GSTT	German Society for Trenchless Technology e.V.
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen der deutschen Bundesregierung
UBA	Umweltbundesamt
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung umfasst die Erstellung eines Leitfadens für Kommunen zur Sanierung der Abwasserkanalisation unter ganzheitlicher Betrachtung des Einzugsgebietes und des Gesamtsystems Kanalisation und Abwasserbehandlungsanlage.

Vorgaben des Projekts war ein bundesweit gültiger Leitfaden zur nachhaltigen Sanierung der Abwasserkanalisation zu erstellen, der sich an Abwasserbeseitigungspflichtige (§ 56 WHG) [1] richtet. Er soll zentrale Fragen der Kanalsanierung beantworten.

Er gibt Handlungsvorschläge, sowohl technisch als auch organisatorisch, die den gesamten Prozess der nachhaltigen Kanalinspektion und Sanierung umfassen.

Die Empfehlungen beziehen die öffentliche und private Kanalisation ein und zielen darauf ab, die Kooperation zwischen Netzbetreibern und privaten Anschlussnehmern zu stärken.

Die Nachhaltigkeit ist bei den zu erarbeitenden Handlungsvorschlägen zu berücksichtigen.

Aspekte der sich verändernden Anforderungen an die Infrastruktursysteme sollen einbezogen werden.

Zusammenfassung

Der vorliegende Leitfaden betrachtet die möglichen Wege einer Sanierung von Abwasserkanalisationen. Er richtet sich an kommunale und private Abwasserbeseitigungspflichtige, die eine Kanalsanierung planen, und gibt ihnen Empfehlungen die den gesamten Prozess der Kanalinspektion und Sanierung umfassen.

Zunächst werden die notwendigen Fachbegriffe sowie die rechtlichen Grundlagen definiert.

Als übergeordnete Rechtsvorschriften dienen die EU-Richtlinien, z. B. die Wasserrahmenrichtlinie und das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes.

Diese Rahmengesetzgebung wird von einzelnen Bundesländern teilweise in abwasserrechtlichen Verordnungen konkretisiert und durch die Gemeinden in Entwässerungssatzungen umgesetzt. Hinzu kommen Empfehlungen durch das Technische Regelwerk. Eine einheitliche Betrachtung innerhalb der Bundesrepublik Deutschland findet allein durch die Verfolgung der Ziele von Entwässerungssystemen statt. Die Ziele sind der Erhalt von Gesundheit und Sicherheit der Öffentlichkeit und des Betriebspersonales, des Umweltschutzes sowie eine nachhaltige Entwicklung.

Nachhaltiges Planen, Bauen und Betreiben beinhaltet, die zur Verfügung stehenden Ressourcen effizient und umweltgerecht einzusetzen und die Bauwerke und Anlagen langfristig zu nutzen. Es gibt bereits seit mehr als 20 Jahren ausreichend langzeitbeständige Baustoffe und Arbeitsverfahren für den Bau und die Sanierung von Abwasserkanälen. Bei der Auswertung der wiederholten Untersuchungen der Abwasserkanäle erkennen die Betreiber häufig umweltrelevante und die Betriebssicherheit beeinträchtigende Schäden. Die überwiegende Mehrheit der Schäden lässt sich jedoch nicht durch Erreichen der technischen Lebensdauer der Bauwerke und eingesetzten Baustoffe oder durch auf die Abwasseranlage einwirkende äußere Einflüsse erklären. Vielmehr werden sie vor allem durch eine nicht fach- und sachgerechte Planung und Verarbeitung verursacht.

Vor Aufnahme eines Kanalsanierungsprojektes sollte jeder Betreiber selbstkritisch die Fachkenntnis und die zeitliche Verfügbarkeit des eigenen Personals prüfen und sich gegebenenfalls externer Hilfe bedienen. Auch hier ist die fachtechnische Eignung sowohl für die Planung als auch für die Bauüberwachung sicher zu stellen.

Grundlage für eine erfolgreiche Planung ist das Vorliegen von Generalentwässerungs- und Ortsentwicklungsplänen sowie des vollständig ermittelten Kanalbestandes.

Erst dann sollte eine Schadensermittlung durchgeführt werden.

Überprüfungszeiträume von Kanalisationsnetzen und Sanierungsfristen sind deutschlandweit nicht einheitlich festgelegt. Sie ergeben sich häufig aus den Eigenkontrollverordnungen der Bundesländer oder den einschlägigen technischen Regelwerken.

Erst nach Auswertung und Erstellung eines Sanierungskonzeptes erfolgen Ausschreibung und Vergabe, wobei bereits hier qualitätssichernde Maßnahmen zu berücksichtigen sind. Dazu zählen die Aufstellung von Kriterien die das bauausführende Unternehmen erfüllen muss, eine detaillierte Beschreibung der Bauüberwachung und der Bauabnahme der zu übergebenen Dokumentation und eine fachgerechte Prüfung der ausgeführten Arbeiten und der Dokumentation.

Um ihre Abwasseranlagen langfristig betreiben zu können, setzen die Betreiber neuerdings auf moderne, sowohl risikobasierte als auch zuverlässigkeitsorientierte Instandhaltungskonzepte. Eine mögliche Mehrfachnutzung des Abwasserkanals, beispielsweise zur Abwasserwärmenutzung oder zur Verlegung von Glasfaserkabeln, kann zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit eines Abwassernetzes und somit zur geringeren finanziellen Belastung des Bürgers beitragen.

Zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Bauprodukten und Bauverfahren zur Sanierung von Kanälen stellen Hersteller und Unternehmer Umweltbilanzen auf. Die Umweltnormenreihe DIN EN ISO 14000 ff gibt dabei Rahmenbedingungen vor. Der Vergleich von Bauprodukten oder -verfahren auf Basis von CO₂- oder Wasser-Bilanzen ist aufgrund der unterschiedlich gesetzten Systemgrenzen relativ schwierig. Ökoeffizienzbetrachtungen benötigen einen sehr großen Datenhintergrund und sind zusätzlich nicht zu verallgemeinerbar. Ihre Erstellung erfordert somit einen sehr hohen Aufwand.

Die Undichtigkeit von Kanalsystemen führt grundsätzlich zu zwei Problemstellungen. Eine Infiltration, also das Eindringen von Fremdwasser in die Kanalisation, führt zu einer Mehrbelastung des Abwassernetzes und der Abwasserbehandlungsanlagen. Das Einschwemmen von Boden in die Kanalisation bedingt eine Destabilisierung der Bettungszone des Kanalrohres. Die Exfiltration, also der Austritt von Abwasser aus der Kanalisation in den umgebenden Boden, kann Auswirkungen auf das Grundwasser und somit auch auf das Trinkwasser haben.

Extreme Wetterlagen und damit verbundene urbane Sturzfluten können zu einer Überlastung des Kanalnetzes führen. Dennoch ist es wirtschaftlich nicht sinnvoll das Abwassersystem auf diese erhöhten Belastungen auszulegen. Vielmehr sind sowohl Betreiber als auch Nutzer in der Pflicht, Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge zu treffen.

Die Auswahl des Sanierungsverfahrens ist abhängig von verschiedenen Randbedingungen des Projektes, wie Schadensart und -häufigkeit, Größe des Kanals, Lage des Kanals im Verkehrsraum und im Bodenhorizont, Art des Abwassers, geplante Ortsentwicklung. Die Entscheidung, welches Sanierungsverfahren eingesetzt werden soll, erfolgt daher immer nach einer ganzheitlichen Betrachtung.

Generell sollte der Kanalnetzbetreiber sicherstellen, dass er über die notwendige Fachkompetenz seines eigenen oder externen Personals verfügt, ein ausreichender Datenbestand vorhanden ist, und dass alle Maßnahmen im Rahmen des eigenen Abwasserkonzeptes geplant und ausgeführt werden. Zudem sind nach Abschluss einer Sanierungsmaßnahme unbedingt der Erfolg der Sanierung und die Zustandsverbesserung des Kanalnetzes zu prüfen und zu dokumentieren.

Um die Akzeptanz von Sanierungsmaßnahmen am Kanalnetz zu verbessern, ist es sinnvoll, über eine breit gefächerte Öffentlichkeitsarbeit den Bürger zu beteiligen und gegebenenfalls bei notwendigen Maßnahmen an der Grundstücksentwässerung den Eigentümer zu unterstützen.

Summary

This guide looks at the possible ways of remedying sewers. It is aimed at municipal and private wastewater disposal companies, which plan a sewer rehabilitation, to give them recommendations that covers the complete process of sewer inspection and rehabilitation. First, the necessary technical terms and the legal basis are defined. The overarching legislation is f.e. the EU directives, such as the Water Framework Directive and the German Federal Water Act. This framework legislation is partially by individual counties in sewage law concretions concretized and implemented by the municipalities in drainage statutes.

In addition recommendations are made in the technical regulations. A consistent view within the Federal Republic of Germany takes place solely by pursuing the goals of drainage systems, namely the preservation of health and safety of the public and the operational staff, the environmental protection and sustainable development.

Sustainable planning, construction and operation includes to use resources efficiently and in an environmentally sound manner to build the structures and facilities for a long-term use. For more than 20 years, there have been sufficiently long-term-resistant building materials and working methods for the construction and rehabilitation of sewers.

In the evaluation of the repeated investigations of the sewers recognize the operators often environmentally relevant and operational safety impairing damage. However, the vast majority of damage cannot be explained by reaching the technical life of the structures and building materials used or by external influences acting on the wastewater treatment plant. Rather, they are mainly caused by a non-professional and appropriate planning and processing.

Before starting a sewer rehabilitation project, every operator should be self-critical check the experience and availability of the own staff and if necessary the operator has to use external help, again, the technical suitability is both for the planning as well as for the construction supervision.

The basis for successful planning is the existence of general drainage and location development plans as well as the fully determined sewer system. Only then should a damage assessment be carried out.

Checking periods of sewage networks and rehabilitation periods are not uniformly defined throughout Germany. They often arise from the self-regulatory regulations of the counties or the relevant technical regulations.

Only after evaluation and preparation of a rehabilitation concept will tendering and awarding take place, whereby quality assurance measures have to be considered already here. These include the establishment of criteria that must be fulfilled by the construction company, a detailed description of the construction supervision and the acceptance of the documentation to be handed over and a professional examination of the work carried out and the documentation.

In order to be able to operate wastewater plants on a long-term basis, the operators have recently opted for modern, both risk-based and reliability-oriented maintenance concepts. A possible multiple use of the sewer, for example for wastewater heat utilization or laying of fiber optic cables, can contribute to improving the efficiency of a sewer network and thus to lower financial burden on the citizen.

To assess the environmental compatibility of construction products and construction methods

for the rehabilitation of canals, manufacturers and entrepreneurs set up environmental balances. The environmental standard series DIN EN ISO 14000 ff specifies framework conditions. The comparison of construction products or processes on the basis of CO₂ or water balances is due to the differently set system boundaries relatively difficult. Eco-efficiency considerations require a very large data background and are also not generalizable. Their creation thus requires a very high effort.

The leakage of channel systems basically leads to two problems. An infiltration, f.e. the infiltration of extraneous water into the sewage system, leads to an additional burden on the sewage network and the sewage treatment plants. The flooding of soil in the sewerage causes a destabilization of the bedding zone of the sewer pipe. The exfiltration, f.e. the discharge of sewage from the sewage system into the surrounding soil can have an impact on groundwater and therefore also on drinking water.

Extreme weather conditions and associated urban flash floods can lead to an overload of the sewer network. Nevertheless, it does not make economic sense to design the sewage system for these increased loads. Rather, both operators and users are obliged to take measures to prevent flooding.

The selection of the rehabilitation process depends on various boundary conditions of the project, such as type of damage and frequency, size of the canal, location of the canal in the traffic area and in the soil horizon, type of sewage, planned location development. The decision as to which reorganization procedure should be used therefore always falls to a holistic view.

In general, the sewer operator should ensure that he has the necessary knowledge of his own or external personnel, that sufficient data are available, and that all measures are planned and executed within the framework of his own wastewater concept. In addition, after completion of a remedial measure, the success of the remediation and the improvement of the condition of the sewer system must be checked and documented.

In order to improve the acceptance of sanitation measures on the sewer system, it makes sense to use one broad publicity work to involve the citizen and, if necessary, to assist the owner with necessary measures for the drainage.

1.1 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Für die Erfüllung der Projektziele sollen folgende Fragestellungen bearbeitet werden. Besonderes Augenmerk ist dabei immer auf Aspekte der Nachhaltigkeit zu legen:

- Literaturrecherche (Anlage A)
- Auswertung verfügbarer Handlungsempfehlungen für die Kanalsanierung
- Berücksichtigung des aktuellen Standes der Technik
- Auswahl von Sanierungsbeispielen
- Erstellung des Leitfadens
- Erarbeitung von ergänzenden Materialien für die Verbreitung des Leitfadens
- Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen eines Workshops im Umweltbundesamt mit Beteiligung interessierter Fachöffentlichkeit

1.2 Planungen und Ablauf des Vorhabens

Die Auswertung der Literaturrecherche ergab, dass mittlerweile zahlreiche, teilweise konkurrierende Leitfäden zu Einzelaspekten dieses Forschungsprojektes existieren, die von Bundes- oder Länderministerien, Bundesbehörden, Kommunen oder Kanalnetzbetreibern in Auftrag gegeben wurden. In der Regel richten sich diese Leitfäden jedoch jeweils nur an einen eng begrenzten Teilnehmerkreis, beispielsweise die Grundstückseigentümer oder Kanalnetzbetreiber eines Bundeslandes (Eigenkontrollverordnung) oder Institutionen einer Bundesbehörde (Arbeitshilfen Abwasser) [2] siehe auch Anlage A.

Zwischenzeitlich gibt es, so stellt der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) in seinem Umweltgutachten 2016 fest, einen breiten wissenschaftlichen Konsens, eine ökologisch motivierte Transformation der Industriegesellschaft zur Senkung von Ressourcennutzung, Immissionen und Abfällen als notwendig zu erachten.

Der Sachverständigenrat verweist darauf, dass vermittelnde und gesellschaftlich attraktive Gestaltungsangebote gefragt sind, um Zielkonflikte zu vermeiden.

Auffällig ist, dass vor allem aus dem Bundesland Nordrhein-Westfalen zahlreiche Arbeitshilfen und Leitfäden zu allen Themenbereichen des Leitfadeninhaltes vorliegen. Dies liegt vor allem daran, dass Nordrhein-Westfalen schon vor der Jahrtausendwende auf die Notwendigkeit einer umfassenden Betrachtung des öffentlichen und privaten Kanalnetzes hingewiesen und notwendige Maßnahmen sehr frühzeitig in einer entsprechenden Eigenkontrollverordnung beschrieben hat.

Einen sehr umfangreichen Überblick über den gesamten Bereich, der vom Leitfaden erfasst werden soll, bilden die "Arbeitshilfen Abwasser". Sie wurden im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und des Bundesministeriums der Verteidigung durch die Oberfinanzdirektion Niedersachsen erarbeitet und bieten eine umfassende Hilfe bei der Planung, dem Bau und dem Betrieb von abwassertechnischen Anlagen. Sie sind allerdings vom Geltungsbereich auf Liegenschaften des Bundes beschränkt. Nahezu alle Themenbereiche sind zwischenzeitlich auch in nationalen und internationalen Normen geregelt.

Dazu bemühen sich auch mehrere konkurrierende Verbände (u. a. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall DWA, Rohrleitungssanierungsverband RSV, German Society for Trenchless Technology GSTT) um regelgebende Werke aus verschiedenen Sichtweisen. Zwischenzeitlich ist hier jedoch der Trend zu einer Vereinheitlichung erkennbar. Relativ neue Themen, die erst in den vergangenen Jahren aufgegriffen wurden, sind die Betrachtung der Energieeffizienz, der Abwasserwärmegewinnung, des demographischen Wandels, des nachhaltigen Bauens, des Klimawandels und der damit verbundenen neuen Betrachtung des Überflutungsschutzes und der Regenwasserbewirtschaftung.

Ein altes Thema aus den 90-er Jahren des letzten Jahrhunderts, nämlich die Mitnutzung der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur durch Kabelnetzbetreiber, wurde durch die Richtlinie „2014/61/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation“ und die Umsetzung in deutsches Recht durch das Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (Digi-NetzG) neu belebt.

Wieder aufgegriffen, jedoch um neue Aspekte erweitert, wurde das Thema Grundwasser- und Trinkwasserschutz. Neue wissenschaftliche Untersuchungen verweisen darauf, dass durch undichte Hausanschlüsse und Kanäle Stoffe in den Boden gelangen können, die erst in jüngster Zeit durch Menschen entwickelt wurden, in der Natur so nicht vorkommen, also auch nicht oder

nur in sehr langen Zeiträumen in der Natur abgebaut werden und sich somit im Boden und in der Nahrungskette anreichern können. Auch sind Beeinträchtigungen des Grundwassers und des Trinkwassers möglich. Die Trinkwasserkommission verweist zusätzlich darauf, dass im Rahmen der Trinkwasserüberwachung der Focus bisher vornehmlich auf chemischen Schadstoffen lag, dass jedoch in heutiger Zeit viel mehr Augenmerk auf Krankheitserreger gelegt werden müsse.

Die Kommission empfiehlt aus Sicht des Trinkwasserschutzes eine Priorisierung aus dem Bereich der Trinkwasserschutzzonen 2 und 3.

Ein großer Teil der vorhandenen Literatur befasst sich umfänglich mit den Schadensursachen und verweist darauf, dass sehr viele Fehler die heute Undichtigkeiten in der Kanalisation zur Folge haben auf eine fehlerhafte Planung und mangelnde Ausführungsqualität zurückgeführt werden können. Somit rückt eine notwendige, aber häufig vernachlässigte Qualitätssicherung in den Vordergrund. Dies beinhaltet den Bereich der Planung, der Bauausführung, der Wartung sowie den Betrieb der Kanalisation.

1.3 Stand von Wissenschaft und Technik

Der Leitfaden bildet den Stand der Technik, zum Teil auch den Stand von Wissenschaft und Forschung ab. Das verwendete Regelwerk basiert auf den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik.

Die Literaturrecherche erfolgte in den Kategorien Abwasserdruckleitungen, Arbeitsschutz, Dichtheit, Energie, Finanzierung/Förderung, Fremdwasser, Gesundheitsschutz, Grundstücksentwässerung, Kabel im Kanal, Kanalbau, Kanalreinigung, Kläranlage, Leitfäden und Konzepte, Nachhaltigkeit, Netzverwaltung, Niederschlagswasser, Sanierungsverfahren, Schächte, Selbstüberwachung, Umweltschutz allgemein, Werkstoffe, Wirtschaftlichkeit, Zustandserfassung und wurde ergänzt durch Firmenschriften, Interviews und zahlreiche Fachgespräche.

Zugrunde gelegt wurde die aktuellen deutschen und internationale Normen und die zur Verfügung stehenden Regelwerke des eigentlichen Fachgebietes und benachbarter Fachgebiete. Aus mehr als 400 recherchierten Literaturstellen wurden letztlich 237 Texte zur intensiveren Auswertung ausgewählt.

Berücksichtigt wurden vornehmlich Literaturstellen aus den vergangenen 10 Jahren.

Die Literaturstellen werden mit dem Programm Citavi erfasst und verwaltet.

Alle Textstellen wurden verschlagwortet, mit Ausnahme der technischen Regelwerke in einem Abstrakt zusammengefasst und in nachfolgende Kategorien eingeteilt:

Eine Aufstellung der gesichteten Literatur wurde als Liste und - soweit im Datenformat pdf vorliegend – auch als komplette Textstelle dem Umweltbundesamt übergeben (siehe Anhang A).

In zahlreichen Fachgesprächen mit Planern, Behördenvertretern und Netzbetreibern wurden die wichtigsten zu beschreibenden Themenbereiche herausgearbeitet.

Ein erster Leitfadenentwurf wurde auf einem Zwischenworkshop diskutiert; die Ergebnisse flossen in den Leitfaden ein. Teile der Arbeit wurden in Vortragsveranstaltungen einem größeren Interessentenkreis vorgestellt und diskutiert, unter anderem auf dem Oldenburger Rohrleitungsforum im Februar 2017 in Oldenburg.

Vortrag 1:

Abwasserkanalisation und Vermeidung von Umweltauswirkungen durch undichte Kanäle
von Simone Brandt und Matthias Jung

1 Einleitung

Die Abwasserkanalisation in Deutschland ist sanierungsbedürftig und ihr Substanzerhalt eine große Herausforderung für Städte und Kommunen.

Im Rahmen seiner Aufgaben befasst sich das Umweltbundesamt mit der ressourcenschonenden, stoffstromorientierten Abwasserbewirtschaftung. Dazu gehört die Dichtheit von Kanalsystemen. Sind Kanäle undicht, so kann dies ökologische Auswirkungen haben. Exfiltration und Infiltration bewirken letztlich einen erhöhten Stoffeintrag in die Umweltmedien Wasser und Boden.

2 Vortragsinhalt

Der Vortrag gibt zunächst einen Überblick über die rechtlichen Regelungen in diesem Bereich und geht sodann auf die Aktivitäten des Umweltbundesamtes ein, die das Ziel verfolgen die Dichtheit von Kanalsystemen zu fördern.

Im anschließenden Vortrag „Warum ein Leitfaden zur Kanalisation“ von Herrn Horst Zech wird das aktuelle Forschungsprojekt vorgestellt.

Vortrag 2:

Warum ein Leitfaden zur Kanalisation

von Horst Zech

1 Einleitung

Das Umweltbundesamt hat im April 2016 den Auftrag zur Erstellung eines Leitfadens für Kommunen zur Sanierung der Abwasserkanalisation unter ganzheitlicher Betrachtung des Einzugsgebietes und des Gesamtsystems Kanalisation und Kläranlage an BMIRO - Beratungs- und Management- Institut für Rohrnetze GmbH vergeben.

1.1 Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist ein bundesweit gültiger Leitfaden für die nachhaltige Sanierung der Abwasserkanalisation.

Das Umweltbundesamt möchte mit der kurz gefassten Darstellung ein nachhaltiges Bauen und Sanieren proklamieren.

Der nachhaltige Umgang mit der Ressource Wasser soll dafür Sorge tragen, dass für künftige Generationen ausreichend Wasser in hinreichender Güte erhalten bleibt. Dafür sind nicht nur die Siedlungsabwässer, sondern auch die abwassertechnischen Anlagen entsprechend zu bewirtschaften und betriebliche Belange zu berücksichtigen. Zugleich sind finanzielle Mittel wirtschaftlich und zielgerichtet einzusetzen.

2 Geltungsbereich

2.1 Was bis jetzt an Gesetzen und Regelwerken vorhanden ist

2.2 Rechtliche und fachtechnische Grundlagen

Dies sind vom Rang her die EU-Richtlinien, die Gesetze des Bundes, die Gesetze der Länder und die untergesetzlichen Verordnungen und Verwaltungsvorschriften.

Darüber hinaus existieren zahlreiche technische Regelwerke.

Hier die wichtigsten Europäische Richtlinien:

- EG-Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Richtlinie 2000/60/EG) – die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)
- EG-Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Richtlinie 91/271/EWG)
- EG-Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Richtlinie 2006/118/EG)

Abwasserrechtlicher Rahmen – Bundesrechtliche Vorgaben:

- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes (WHG)
- Abwasserabgabengesetz (AbwAG)
- Abwasserverordnung (AbwV)
- Grundwasserverordnung (GrwV)

2.3 Weitere rechtliche Vorgaben, Länderebene

- Landeswassergesetze (WHG wird konkretisiert, Länder dürfen vom Bundesrecht abweichen, außer bei stoff- oder anlagenbezogenen Vorschriften, es finden sich in den Landeswassergesetzen und Verordnungen/untergeordneten Gesetzen Regelungen zum Betrieb und zur Instandhaltung von Abwasserleitungen und -kanälen)
- Entwässerungsverordnung
- Örtliche Satzungen (Entwässerungssatzung)
- Technisches Regelwerk

Hinweise zu strafrechtlichen Aspekten (neben Wasserrecht):

Undichte Kanäle können beispielweise Gewässer- und Bodenverunreinigungen verursachen und somit strafrechtliche Konsequenzen nach sich ziehen. Mit der Gewässerverunreinigung befasst sich das Strafgesetzbuch (StGB) im 29. Abschnitt. In § 324 StGB heißt es „...Wer unbefugt ein Gewässer verunreinigt oder sonst dessen Eigenschaften nachteilig verändert, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft...“. Bei Fahrlässigkeit kann das Strafmaß bis zu drei Jahren Freiheitsstrafe betragen.

2.4 Normen und Regelwerke

DIN (Normenauszug)

DIN 1986-100	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
DIN EN 752	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
DIN EN 1610	Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen

- DIN EN 13508-1 Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN EN 13508-2 Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion

Allgemeine Vertragsordnung für Bauleistung (ATV)

VOB/A DIN 1960:

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

VOB/B DIN 1961:

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen

VOB/C ATV DIN 18299:

Allgemeine Regeln für Bauarbeiten jeder Art

VOB/C ATV DIN 18326:

Grabenlose Kanalsanierungsarbeiten

2.5 DWA – Regelwerke, u.a. für die Reparatur, Renovierung und der Erneuerung von Entwässerungskanälen und –leitungen, usw.

Bei der DWA gibt es nicht nur das entsprechende Regelwerk, sondern auch einen Leitfaden für:

Leitfaden zur strategischen Sanierungsplanung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - T4/2012 - korrigierte Auflage August 2015

Ziel des Leitfadens ist es, eine allgemeine Orientierung zur strategischen Sanierungsplanung von Abwassernetzen zu geben. Dies ist eine komplexe Aufgabe mit langfristiger Perspektive, bei der nicht nur technische, sondern auch kaufmännische, rechtliche und siedlungsstrukturelle Fragen angesprochen werden.

Jedes Kanalnetz hat seine eigene Ausprägung und Entwicklungsgeschichte und weist altersbedingt in der Regel bauliche und funktionale Mängel auf, die sich in Zukunft verschärfen, falls keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Einen weiteren Leitfaden der DWA mit dem Titel:

Leitfaden für die Zustandserfassung, -beurteilung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen – Juli 2009

Der Leitfaden fasst den Stand der Technik zur Zustandserfassung, -beurteilung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen als Arbeitshilfe und Informationsquelle zusammen. Er soll dazu beitragen, dass Grundstücksentwässerungsanlagen fachgerecht und wirtschaftlich Instand gehalten werden. Daher werden die rechtlichen und technischen Grundlagen sowie organisatorische Lösungsansätze aufgezeigt. Schwerpunkt sind der Vollzug, die Organisation und technische Durchführung der Inspektion, Beurteilung und Sanierung. Er unterstützt die fachlich Beteiligten bei der Auswahl und Anwendung der geeigneten Techniken und Verfahren. Besonders aber sollen den für die öffentliche Kanalisation Verantwortlichen Möglichkeiten der Beratung und Unterstützung ihrer Bürger gegeben werden.

Voraussetzungen für die Entwicklung einer Sanierungsstrategie

(DWA-A 143-14) ist eine umfassende Kenntnis über das Entwässerungssystem und dessen Zustand. Basis hierfür sind Daten und Aufzeichnungen über das gesamte Entwässerungssystem. Sie sind in digitaler Form vorzuhalten und müssen georeferenziert sein, sodass sie mit einem

Geografischen Informationssystem (GIS) analysiert und dargestellt werden können. Zur Erfassung und Dokumentation dieser Daten sind die Betreiber von Abwasseranlagen durch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) verpflichtet.

Die Daten müssen objektbezogen (Kanäle, Leitungen, Bauwerke) – auf Vollständigkeit, Plausibilität, Konsistenz und Kompatibilität geprüft und gegebenenfalls ergänzt werden.

2.6 RSV-Regelwerk für die Reparatur, Renovierung und der Erneuerung von Entwässerungskanälen und -leitungen

Das Regelwerk beschreibt seit dem Jahre 2000 für einschlägige Verfahren Anforderungen, Gütesicherung und Prüfungen. Die RSV-Merkblätter beschreiben anerkannten Verfahren, die sich auf dem Sanierungsmarkt etabliert haben.

2.7 Arbeitshilfen Abwasser (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bundesministerium der Verteidigung)

Die Arbeitshilfen gelten für die Planung, den Bau und den Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes gemäß den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes (RBBau). Bereits im Jahre 1991 wurde das Handlungskonzept ISYBAU konzipiert, dass im Januar 1996 durch die Arbeitshilfen Abwasser abgelöst wurde.

3 Zertifizierungen

Die Zertifizierungen sind seit Jahren ein Qualifikationsverfahren der ausführenden Unternehmen. Das Verfahren der Zertifizierungen unterstützt Auftraggeber bei der Auswahl von qualifizierten Dienstleistern zur Einschätzung der Sicherheit und Optimierung bei der Auftragsabwicklung. Grundlage für das Qualifikationsverfahren sind technische Regelwerke. Für den Abwasserbereich sind vor allem nachfolgende Zertifizierer zu nennen:

- Güteschutz Kanalbau
- ZDB – Zentralverband Deutsches Baugewerbe
- DIN CERTCO
- usw.

Bei der Grundstücksentwässerung ist es sinnvoll eine Arbeitsprobe oder ein Zertifizierungssystem, wie dies z. B. in Hamburg vorgeschrieben ist, abzunehmen.

4 Was soll mit dem Leitfaden erreicht werden

Wie in der DWA-Umfrage „Zustand der Kanalisation in Deutschland 2015“ festgestellt wurde, besteht ein hoher Sanierungsbedarf. Die Notwendigkeit, die sich daraus ergibt, heißt „Kanalsanierung“.

Durch Inspektion nach den genannten Regelwerken kann der IST Zustand der Kanalisation festgestellt werden. Die Standsicherheit kann durch Risse, Rohrbrüche, beschädigte Stützen und Anschlüsse stark beeinträchtigt werden. Bei dieser Schädigung kann davon ausgegangen werden, dass der Kanal nicht mehr dicht ist.

Durch Infiltration wird das Abwasseraufkommen stark erhöht und durch Exfiltration wird das Grundwasser belastet. Insgesamt ist die Betriebssicherheit damit nicht mehr gegeben.

Es ist zu prüfen, mit welcher Sanierungsstrategie die Kanalisation zu ertüchtigen ist.

Der „Leitfaden zur Kanalsanierung“ soll auf allen Ebenen, d.h. bei Planung, Bau, Ausführung und Abnahme die Effektivität der Arbeiten rund um den Kanal erhöhen. Es soll einfacher und schneller möglich werden, die erkannten Schäden zu beseitigen und die Kanäle in einen dichten Zustand zu versetzen.

5 Zusammenfassung

Ein bundesweit gültiger Leitfaden zur Sanierung von Abwasserkanalisationen kann zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser führen.

Voraussetzung für den Schutz des Grundwassers sind dichte Kanäle.

Der Leitfaden zur Kanalsanierung gibt hier einen Überblick über die vorhandenen Gesetze, Normen und Regelwerke.

Weiterhin werden die Regelwerke und Empfehlungen eingeordnet und sollen unter Berücksichtigung von wesentlichen Teilaspekten (Bereitstellung von finanziellen Mitteln) für den Betreiber zur optimalen Lösung führen.

Werden die abwassertechnischen Anlagen und die betrieblichen Belange eingeschlossen, soll dieser Leitfaden aus ganzheitlicher Sicht zur Orientierung bei der Auswahl der Sanierungsstrategie dienen.

1.4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Der technische Austausch fand in dem Workshop am 17.10.2017 und die Leitfadenvorstellung am 17.09.2018 mit den unten aufgeführten Teilnehmern statt. Weiterhin wurden Einzelgespräche zu bestimmten Themenbereichen geführt.

Teilnehmer

Bührig, Dirk	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale)
Fischer, Dr. Bernhard	Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn
Haby, Dirk	Landesamt für Umwelt, Brandenburg
Lehne, Jochem	Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL) Hannover
Loy, Hardy	Bayer. Landesamt für Umwelt, Augsburg
Schulze, Gabriele	Senatsverwaltung für Umwelt, Berlin
Krämer, Dr. Stefan	ITWH, Hannover
Brandt, Simone	Umweltbundesamt
Brauer, Dr. Frank	Umweltbundesamt
Heidemeier, Dr. Joachim	Umweltbundesamt
Kirschbaum, Bernd	Umweltbundesamt
Roskosch, Dr. Andrea	Umweltbundesamt
Bezela, Werner	BMIRO GmbH
Wehr, Ludger	BMIRO GmbH
Zech, Horst	BMIRO GmbH

2 Quellenverzeichnis

[1] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes, Wasserhaushaltsgesetz. WHG. (2017) Gesamtausgabe.

Fundstelle: BGBl I 2017, S 2771.

[2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; Bundesministerium der Verteidigung (2015): Arbeitshilfen Abwasser. Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes. Hannover.

A Anhang

Literaturrecherchen

Abt, M. (2013): Rückstau-Handbuch. Schutz vor Rückstau aus dem öffentlichen Kanalnetz. Hg. v. Aqua-Bautechnik GmbH. Köln.

Abwasser Eigenkontrollverordnung (EKVO) (2010). (EKVO vom 05.08.2010). Land Hessen.

Anders, J. (2013): Neue Möglichkeiten und Wege des Breitbandausbaus. Vortrag zum Breitband-Symposium. Firma Langmatz GmbH. Garmisch-Partenkirchen.

Aktionsgemeinschaft Impulse pro Kanalbau (Hg.) (2012): Forderungskatalog zur nachhaltigen Sicherung der Kanalisation in Deutschland. München.

Aktionsgemeinschaft Impulse pro Kanal (Hg.) (2014): Inspektion, Sanierung, Erneuerung. Forderungskatalog für funktionsfähige öffentliche und private Abwasseranlagen. München.

Aktionsgemeinschaft Impulse pro Kanalbau (Hg.) (2015): Nachhaltigkeit als Verpflichtung im Bausektor. München.

ATV-DVWK-A 157 (2000): Bauwerke der Kanalisation. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef.

ATV-DVWK-M 143-9: Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 9: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Wickelrohrverfahren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef.

AWWA Research Foundation (Hg.) 2000: Lead Pipe Rehabilitation und Replacement. Denver, Colorado.

Bartsch, V. (2016): Stellungnahme des DVGW zum Entwurf eines Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze. Berlin.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hg.) (2010): Leitfaden zur Inspektion und Sanierung kommunaler Abwasserkanäle. Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (Hg.) (2013): Energie aus Abwasser. Ein Leitfaden für Kommunen. Augsburg.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit; Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft; Infrastruktur; Verkehr und Technologie; Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern (Hg.) (2011): Leitfaden Energienutzungsplan. Technische Universität München. München.

Beck, S. (2014): Grundstücksentwässerung-private Kanäle sanieren. In: IKT Ergebnisse 2014, S. 25–31. Gelsenkirchen.

Beikert, T. C. (2010): Bestimmung des Product Carbon Footprint von PE Rohren mit anschließendem Werkstoffvergleich. Bachelorarbeit. Hochschule Darmstadt, Darmstadt.

Berger, C.; Falk, C.; Hetzel, F.; Pinnekamp, J.; Roder, S.; Ruppelt, J. (2016): Zustand der Kanalisation in Deutschland. Ergebnisse der DWA-Umfrage 2015. Sonderdruck. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall (6).

Berger, J. et al. (2014): Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen. Anforderungen - Instrumente - Beispiele. 6. überarbeitete Auflage. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. und Umweltbundesamt. Berlin.

Berliner Wasserbetriebe, Große Kreisstadt Neuburg a. d. Donau und Stadtentwässerung Rosenheim. München (Hg.) (2005): Verbundvorhaben Entwicklung einer ganzheitlichen Kanalsanierungsstrategie für Entwässerungsnetze Deutschlands. KANSAS Leitfaden. Dr.-Ing. Pecher und Partner; München - Berlin.

Beyer, K. (2014): Was ist eigentlich aus der Idee "Kabel im Abwasserkanal" geworden? Vortrag Themenforum innovative und nachhaltige Kanalnetzbewirtschaftung. Berlin.

Bezirksregierung Münster (Hg.) (2005). Einsatz eines neuartigen Verfahrens zur Zustandserfassung von Hausanschluss- und Grundleitungen bei Netzbetreibern in NRW IKT. Gelsenkirchen.

Bosseler, B.; Brüggemann, T.; Dyrbusch, A.; Beck, D.; Kohler, T.; Kramp, T. et al. (2014): Kanalabdichtungen – Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der Kläranlagen und der Einfluss auf den örtlichen Wasserhaushalt. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. FKZ 37 11 26 326. Unter Mitarbeit von IKT. Hg. v. Umweltbundesamt.

Bosseler, B. (2001): Ermittlung und Eliminierung von Fremdwasserquellen aus Kanalisationsnetzen. Hg. v. Abwasserberatung NRW e. V. IKT. Gelsenkirchen.

Bosseler, B. (2014): Ballungsraum Untergrund. Anforderungen an Böden und Verfüllstoffe. In: IKT Ergebnisse 2014, S. 17–21. Gelsenkirchen.

Bennerscheidt, C. (2001): Ökologische Auswirkungen von Wurzeleinwuchs in Abwasserkanälen und -leitungen und ökonomische Maßnahmen zur Schadensvermeidung und Sanierung. Hg. IKT. Gelsenkirchen.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn (Hg.) (2015): Überflutung- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwasser Management gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Ergebnisbericht der fallstudiengestützten Expertise Klimaanpassungsstrategien zur Überflutungsvorsorge verschiedener Siedlungstypen als kommunale Gemeinschaftsaufgabe. Bonn.

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hg.) (2014): Private Abwasserleitungen. Informationen und Hinweise für den Grundstückseigentümer. Bonn.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit; Bundesministerium der Verteidigung (2015): Arbeitshilfen Abwasser. Planung, Bau und Betrieb von abwassertechnischen Anlagen in Liegenschaften des Bundes. Hannover.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) (2012): Dichtheitsprüfungen von privaten Abwasserkanälen. Die Hintergründe zur Rechtslage und den Regelbefugnissen von Bund und Ländern im Überblick. In: Umwelt (11), S. 70–72. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) (2016): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Ausgabe 2016. Berlin.

Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hg.) (2012): Kanalabdichtungen – Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der Kläranlagen und der Einfluss auf den örtlichen Wasserhaushalt. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Forschungskennzahl 37 11 26 326. Berlin.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2001): Gefährdungspotenzial von undichten Kanälen bei industriellen und gewerblichen Grundstücksentwässerungsleitungen und die Ableitung von Empfehlungen zur Revitalisierung defekter Entwässerungsleitungen. Forschungsbericht 297 28 528. Berlin.

DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt (Hg.) (2011): Umweltsicherer Kanalbau durch wurzelfeste Bettung der Rohre – Teil 1. Forschungsbericht IKT. Osnabrück.

Diermann, R. (2016): Wärme aus der Kloake. Abwasser-Verwertung. Hg. v. SPIEGEL ONLINE. Hamburg. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/waerme-aus-abwasser-gewinnen-die-nudelwasser-heizung-a-1119345.html>, zuletzt geprüft am 10.10.2017.

DIN 1401-1 (2009): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte drucklose Abwasserkanäle und -leitungen – Weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 1986-30 (2012): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Instandhaltung. Beuth Kommentar unter Mitarbeit von Franz-Josef Heinrichs, Bernd Rickmann, Klaus-Dieter Sondergeld, Karl-Heinz Störrlein und Robert Thoma. 1. Aufl. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 1986-100 (2008): Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 8061 (2016): Rohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) – Allgemeine Güteanforderungen, Prüfungen. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 16946-2 (1998): Reaktionsharzformstoffe – Gießharzformstoffe - Typen. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 18200 (2005): Übereinstimmungsnachweis für Bauprodukte – Werkseigene Produktionskontrolle, Fremdüberwachung und Zertifizierung von Produkten. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 18299 (2012): VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) -Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 18326 (2012): Renovierungsarbeiten an Entwässerungskanälen. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN 31051:2012-09, (2012): Grundlagen der Instandhaltung. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 752 (2017): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 2016, (2015): Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 12666-1 (2011): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polyethylen (PE) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 13380 (2001): Allgemeine Anforderungen an Bauteile für die Renovierung und Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 13380:2001. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 13508-2:2011-08 (2011): Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion; Deutsche Fassung EN 13508-2:2003+A1:2011. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 13566-2 (2006): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) - Teil 2: Rohrstrang-Lining; Deutsche Fassung EN 13566-2:2005. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 14364 (2013): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für Abwasserleitungen und -kanäle mit oder ohne Druck – Glasfaserverstärkte duroplastische Kunststoffe (GFK) auf der Basis von ungesättigtem Polyesterharz (UP) – Festlegungen für Rohr, Formstücke und Verbindungen. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 14654-2 (2013): Management und Überwachung von betrieblichen Maßnahmen in Abwasserleitungen und -kanälen - Teil 2: Sanierung; Deutsche Fassung EN 14654-2:2013. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 14758-1 (2012): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für erdverlegte Abwasserkanäle und -leitungen – Polypropylen mit mineralischen Additiven (PP-MD) – Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und das Rohrleitungssystem. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN 15885:2011-03 (2011) Klassifizierung und Eigenschaften von Techniken für die Renovierung und Reparatur von Abwasserkanälen und -leitungen; Deutsche Fassung EN 15885:2010. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 11296-1 (2011): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen)-Teil 1: Allgemeines (ISO 11296-1:2009); Deutsche Fassung EN ISO 11296-1:2011. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 11296-3 (2011): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) -Teil 3: Close-Fit-Lining (ISO 11296-3:2009+Cor.l:2011); Deutsche Fassung EN ISO 11296-3:2011. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 11296-4 (2011): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) -Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauch-Lining (ISO 11296-4:2009, korrigierte Fassung 2010-06-01); Deutsche Fassung EN ISO 11296-4:2011. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 11296-7 (2013): Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) - Teil 7: Wickelrohr-Lining (ISO 11296-7:2011); Deutsche Fassung EN ISO 11296-7:2013. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 14000 ff Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung Deutsche und Englische Fassung. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 14001:2015-11 Umweltmanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2015); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14001:2015. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DIN EN ISO 14045:2012-10 (2012) Umweltmanagement - Ökoeffizienzbewertung von Produktsystemen - Prinzipien, Anforderungen und Leitlinien (ISO 14045:2012); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14045:2012. Deutsches Institut für Normung e. V. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

DVGW Arbeitsblatt GW 9, (1986): Beurteilung von Böden hinsichtlich ihres Korrosionsverhaltens auf erdverlegte Rohrleitungen und Behälter aus unlegierten und niedriglegierten Eisenwerkstoffen.

DVGW Arbeitsblatt W 101 (2006): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; I. Teil: Schutzgebiete für Grundwasser. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Bonn.

DVGW Arbeitsblatt W 102 (2002): Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; II. Teil: Schutzgebiete für Talsperren. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Bonn.

DVGW W 307 (2012): Verfüllung des Ringraums zwischen Mantel- und Produktrohren bei der Kreuzung von Bahnanlagen, Straßen und Wasserstraßen. DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. Bonn.

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (Hg.) (2013): Das Abwasserabgabengesetz und seine Auswirkungen in der Praxis. Eine Arbeitshilfe für Städte und Gemeinden. Unter Mitarbeit von Schindler, E.; Seyler, F.; DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: F. Hirthammer Verlag GmbH. München.

DWA (2012): Positionen zu Grundstücksentwässerung. (DWA-Positionen). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 110 (2006): Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und -kanälen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 118 (2006): Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 143-07 (2017): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 7: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Kurzliner, T-Stücke und Hutprofile (Anschlusspassstücke). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 138 (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 142 (2016): Abwasserleitungen und -kanäle in Wassergewinnungsgebieten. (Arbeitsblatt).: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 143-1 (2015): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 1: Planung und Überwachung von Sanierungsmaßnahmen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 143-2 (2015): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit Lining- und Montageverfahren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 143-3 (2014): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 143-07 (2017): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 7: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Kurzliner, T-Stücke und Hutprofile (Anschlusspassstücke). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-A 143-14 (2017): Arbeitsblatt Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 14: Entwicklung einer Sanierungsstrategie. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA Landesverband Baden-Württemberg (Hg.): Demonstrationsanhänger Zustand der Kanalisation. Untersuchung und Sanierung privater Grundstücksentwässerungsanlage. Stuttgart.

DWA-M 114 (2009) Energie aus Abwasser - Wärme- und Lageenergie. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 137-1 (2018) Einbauten Dritter in Abwasseranlagen. Teil 1: Elektronische Kommunikationseinrichtungen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-4 (2018): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 4: Montageverfahren (Rohrsegment-Lining) für begehbare Abwasserleitungen, -kanäle und Bauwerke. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-5 (2014): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 5: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Innenmanschetten. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA M 143-8 (2017): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 8: Injektionsverfahren zur Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-10 (2006): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Teil 10: Noppenschlauchverfahren für Abwasserleitungen und -kanäle. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-11 (2017): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Teil 11: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren ohne Ringraum als Verformungs- und Reduktionsverfahren (Close-Fit-Lining). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-12 (2008): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Teil 12: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren mit und ohne Ringraum - Einzelrohrverfahren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-13 (2011): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 13: Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen mit vorgefertigten Rohren mit und ohne Ringraum -Rohrstrangverfahren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-15 (2005): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 15: Erneuerung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Berstverfahren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-16 (2006): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 16: Reparatur von Abwasserleitungen und -kanälen durch Roboterfahren. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-17 (2018): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 17: Beschichtung von Abwasserleitungen, -kanälen und Schächten und Abwasserbauwerken. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 143-18 (2015): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Teil 18: Sanierung durch Systemwechsel zur Druck- oder Unterdruckentwässerung. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 146 (2018): Abwasserleitungen und -kanäle in Wassergewinnungsgebieten - Hinweise und Beispiele - (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 149-2 (2014): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 149-3 (2015): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden. Teil 3: Beurteilung nach optischer Inspektion. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 149-7 (2016): Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 7: Beurteilung der Umweltrelevanz des baulichen/betrieblichen Zustands. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 153 (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 159 (2005): Kriterien zur Materialauswahl für Abwasserleitungen und -kanäle. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 162 (2013) Bäume, unterirdische Leitungen und Kanäle. Gleich lautend mit DVGW GW 125 und FGSV Nr. 939. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 168 (2010): Korrosion von Abwasseranlagen -Abwasserableitungen. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 178 (2005): Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

DWA-M 182 (2012): Fremdwasser in Entwässerungssystem außerhalb von Gebäuden. (Merkblatt). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.

Egeplast (2017): CO2-webkalkulator; Onlineanwendung, zuletzt geprüft 23.10.2017. Greven.

Ehlers, U. (2011): Einbau von Schachtabdeckungen bei Kanalbaumaßnahmen und bei der Unterhaltung. Erfahrungen aus der Praxis. In: 3R (4-5), Sonderdruck. Vulkan Verl. Essen.

Ehlers, U. (2009): Fachgerechte Herstellung von Fertigteilschächten in der Kanalisation. In: tis (12), S. 14–19. Giesel Verlag GmbH. Hannover.

Ehlers, U. (2006): Umsetzung von Regelwerken in der Praxis. Erfahrungen beim Bau von Schächten aus Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton. In: Straßen- und Tiefbau (3). Giesel Verlag GmbH. Hannover.

Engelhardt, P.; Haller, B.; Lampe, R.; Klein, F.; Köpf, W.; Krumieh, A. et al. (2005): Abwasserleitungen in Wasserschutzgebieten. Grundlagen - Anforderungen - Hinweise für häusliches Abwasser in Baden-Württemberg. Karlsruhe.

Englert, K.; Katzenbach, R.; Motzke, G. (2014): Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV). 3. Aufl.: Beck'scher VOB-Kommentar, Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil C. Verlag C.-H. Beck. München.

EUWID Wasser und Abwasser (2014): Bayerns Abwasserkanäle weisen Sanierungsbedarf in Milliardenhöhe auf. In: EUWID Wasser und Abwasser (35), S. 5. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

EUWID Wasser und Abwasser (2014): CO2-Reduktion: Hendricks sieht Potential bei Kläranlagen. In: EUWID Wasser und Abwasser (35), S. 5. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

EUWID Wasser und Abwasser (2016): Fischereiverband warnt vor Belastung von Gewässern durch Landwirtschaftsabwässer. In: EUWID Wasser und Abwasser (5), S. 4. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

EUWID Wasser und Abwasser (2015): Grundstückseigentümer zur Sanierung der Anschlussleitungen verpflichtet. VW Aachen: Beseitigungspflicht ist Überlassungspflicht gegenübergestellt. In: EUWID Wasser und Abwasser 2015 (48), S. 1–2. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

EUWID Wasser und Abwasser (2015): OVG NRW bestätigt Urteil zu Fremdwasserbeseitigung. In: EUWID Wasser und Abwasser 2015 (47), S. 7. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

EUWID Wasser und Abwasser (2015): Sachsen plant Übergangsregelung für Förderung 2016. In: EUWID Wasser und Abwasser 2015 (47), S. 7. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

EUWID Wasser und Abwasser (2016): UBA regt wegen Einträgen in Kanalsysteme Verbot von Herbiziden im Gartenbereich an. In: EUWID Wasser und Abwasser (05), S. 3. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH. Gernsbach.

Exner, M. (2013): Aus medizinischer Sicht müssen Kanäle dicht sein. Interview mit Professor Dr. med. Martin Exner, Direktor des Hygieneinstitutes der Uni Bonn: bei Trinkwasser stärker an Krankheitserreger denken. In: Infodienst Grundstück und Wasser (1/2), S. 7. IKT. Gelsenkirchen.

Falk, Dr.-Ing. Christian (2015): Herausforderungen bei der Kanalnetzsanierung. Dortmund.

Fördergemeinschaft für die Sanierung von Entwässerungssystemen (Hg.) (2011): Die bestehende Kanalisation als Wissensgrundlage für die Sanierung von Entwässerungssystemen inklusive der statischen Grundlagen. Hennef.

- Friede, H.; Walter, D. (2004): Anforderungen an Sanierungsverfahren bei der Ausschreibung. In: Straßen- und Tiefbau, Sonderdruck. Giesel Verlag GmbH. Hannover.
- Friede, H. (2003): Auftragsvergabe und Zuverlässigkeit der Bieter. RAL-Gütesicherung Kanalbau. In: Straßen- und Tiefbau (6), Sonderdruck. Giesel Verlag GmbH. Hannover.
- Friede, H. (2003): Gütegesicherte Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen. In Baugewerbe (22/2003), S. 30–33. WEKA BUSINESS MEDIEN GmbH, Darmstadt.
- Friede, H. (2006): Gütesicherung Kanalbau: Praktische Erfahrungen. In: Straßen- und Tiefbau (9), S. 3–8. Giesel Verlag GmbH. Hannover.
- Funke, F.; Hofmann, P. (2004): Notwendigkeit Inhalt und Vergütung von Generalentwässerungsplänen. Bayerischer Kommunal Prüfungsverband. Geschäftsbericht 2004. Hg. v. Bayerischer Kommunal Prüfungsverband. München.
- Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze. DigiNetzG (2016), vom 04.11.2016.
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltes, Wasserhaushaltsgesetz. WHG. (2017) Gesamtausgabe. Fundstelle: BGBl I 2017, S 2771.
- Goldberg, B. (2012): Dichtheitsprüfung von Grundstücksentwässerungsanlagen. 2. Aufl. Beuth Verlag GmbH (Beuth Praxis). Berlin.
- Goldberg, B. (2012): Zentral oder dezentral? Kommentar. In: wwt wasserwirtschaft wassertechnik (3). Deutscher Fachverlag GmbH. Frankfurt.
- GSTT-1 (2008): Grabenlose Verfahren der Schadensbehebung in nicht begehbaren Abwasserleitungen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-2 (2000): Qualitätssicherung bei der Sanierung von Abwasserkanälen und -leitungen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-3 (2000): Abflusssteuerung von Abwasserkanälen und -leitungen durch Drehbogentechnik. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-8 (1999): Baum- und Bodenschutz. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-9 (2007): Instandhaltung von Entwässerungsleitungen in Deponien. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-10-1(2008): Leitfaden Planung, Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen - Allgemeine Grundlagen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-10-2 (2002): Leitfaden Planung, Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen - Betrieb und Instandhaltung von begehbaren Leitungsgängen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-10-3 (2006): Leitfaden Planung, Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen - Sicherheit in begehbaren Leitungsgängen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-11 (2015): Vergleich offener und grabenloser Bauweisen – direkte und indirekte Kosten im Leitungsbau. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.
- GSTT-12 (2005): Leitungsverlegung in vorhandenen Netzen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-13 (2000): Sanierung von begehbaren Abwasserkanälen und Bauwerken der Ortsentwässerung. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-14 (2000): Kriterienkatalog zur Auswahl der Bauweise für die Sanierung von Entwässerungsleitungen - Freispiegelleitungen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-18-1 (2004): Anforderungen an Mörtel für Abwasserkanäle und Bauwerke der Ortsentwässerung. Teil 1 - Zementgebundene Mörtel. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-19-1 (2004): Reinigung optische Inspektion Dichtheitsprüfung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen -. Musterleistungsverzeichnis für die optische Inspektion und Dichtheitsprüfung bei Ein- und kleineren Mehrfamilienhäusern. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-19-2 (2006): Reinigung optische Inspektion Dichtheitsprüfung und Sanierung von Grundstücksentwässerungsanlagen -. Musterleistungsverzeichnis für größere Gebäude und Liegenschaften bzw. Quartiere unterschiedlicher Größe. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-19-3 (2007): Handbuch der Grundstücksentwässerung -. 3 Erneuerung mit grabenlosen Techniken. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-20 (2006): Sanierung von Druckrohrleitungen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-23 (2007): Flutungsverfahren. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-25-2 (2011): Eine softwaregestützte Analyse für ganzheitliche Bewertungen von offenen und geschlossenen Bauweisen unterirdischer Infrastrukturprojekte. Teil 1 Theoretische Grundlagen multikriterieller Bewertungsverfahren. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-25-2 (2011): Eine softwaregestützte Analyse für ganzheitliche Bewertungen von offenen und geschlossenen Bauweisen unterirdischer Infrastrukturprojekte. Teil 2: Anwendung der Software auf ein konkretes Bauprojekt. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-26 (2011): Vergleich der CO₂-Emissionen bei grabenloser und offener Verlegung von Vortriebsrohren De 3000 für das Projekt Czajka Warschau Polen. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

GSTT-27 (2014): DIN A 4 Handbuch CO₂ Calculator 2014 Ver. 2.2. GSTT German Society for Trenchless Technology e. V. Berlin.

Günthert, F. W.; Faltermaier, S. (2016): Studie Niederschlagswasser Anpassung der quantitativen Niederschlagswasserbeseitigung an den Klimawandel. -Urbane Sturzfluten-. Hintergründe – Risiken - Vorsorgemaßnahmen. Hg. v. Bundesverband Deutscher Baustoff- Fachhandel e. V. (BDB). München.

Güteschutz Kanalbau (2014): Arbeitshilfe zur optischen Abnahmeprüfung. Auffälligkeiten und zugehörige Festlegung in dem Regelwerk. Güteschutz Kanalbau Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung von Abwasser- leitungen und -kanälen e. V., Bad Honnef.

Güteschutz Kanalbau (2015): Auftragsvergabe und Bieterqualifikation. Unter Mitarbeit von Junkers, J. und Möser, C. Güteschutz Kanalbau Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung von Abwasser-leitungen und -kanälen e. V., Bad Honnef.

Güteschutz Kanalbau (2015): Gütegesicherte Ausschreibung und Bauüberwachung. Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961. Güteschutz Kanalbau Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung von Abwasser-leitungen und -kanälen e. V., Bad Honnef.

Harms, S. (2015): Leitfaden: Corporate Carbon Footprint. Hg. v. Dienstleistungsgesellschaft der Norddeutschen Wirtschaft mbH. Hannover.

Heer, Wolfgang (2014): Daten im Fluss - Glasfaser durchs Wasser- und Abwasserrohr. In: Computern im Handwerk-Fachmagazinen für das Bauhaupt- und Baunebengewerbe (1-2). CV Computern-Verlags GmbH. München.

Heinrichs, F.-J.; Rickmann, B.; Sondergeld, K.-D.; Störrlein, K.-H. (2010): Gebäude- und Grundstücksentwässerung Planung und Ausführung. DIN. (DIN 1986-100 DIN EN 12056-4). Beuth Verlag GmbH (Beuth Kommentar) Berlin.

Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011): Arbeitshilfe zur Verbesserung der Energieeffizienz von Abwasserbehandlungsanlagen. Anforderungen an die Planung und Durchführung. Technische Hochschule Mittelhessen. Wiesbaden.

Heyer, Matthias (2012): Grundstücksentwässerungsanlagen. Bau, Betrieb, Instandhaltung. Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg, 36. 1. Aufl. Essen: Vulkan-Verl. Essen.

Instandsetzungs-Richtlinie, RL SIB, 2001-10-00 (2001): DAfStb Betonbauteile, Instandsetzungs-Richtlinie, RL SIB: DAfStb-Richtlinie - Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie) -Teil 1: Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze; Teil 2: Bauprodukte und Anwendung; Teil 3: Anforderungen an die Betriebe und Überwachung der Ausführung; Teil 4: Prüfverfahren.

Institut für Unterirdische Infrastruktur (Hg.) (2009): Fremdwassersanierung. Konzept und Umsetzung im Mischsystemen. Pilotprojekt der Stadt Billerbeck. Gelsenkirchen.

Jacobs, T.; Loy, H.; Wolf, M. (2005): Betrieb von Abwasseranlagen. Aufbau eines Abwasserkatasters. Leitfaden Nr. 3.1. Hg. v. DWA Landesverband Bayern. München.

Kalusche, W. (2004): Technische Lebensdauer von Bauteilen und wirtschaftliche Nutzungsdauer eines Gebäudes. Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Dr. Hansruedi Schalcher Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Brandenburgische Technische Universität Cottbus. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Cottbus, 12.03.2004.

Kriegeskotte, Nick (2016): Stellungnahme zum Entwurf eines Gesetzes zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG-E). Hg. v. Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. bitcom. Berlin.

Künster, M. (2011): Dichtheitsprüfung in der Praxis. In: Straßen- und Tiefbau (9), S. 8–11. Giesel Verlag GmbH. Hannover.

Künster, M. (2011): RAL-Gütesicherung für Arbeiten auf Grundstücksentwässerungsanlagen. In: bi UmweltBau (4), S. 12–16. Kiel.

- Kurz, Rainer (2014): Abwasserdaten im Netzinformationssystem. Über Netzinformationssysteme Daten nachhaltig verwalten, den Überblick behalten und rechtliche Pflichten sicher erfüllen. In: wwt wasserwirtschaft wassertechnik (5), S. 33–34. Deutscher Fachverlag GmbH. Frankfurt.
- Läufe, B.; Frank, T. (2013): Product Carbon Footprint – Vergleich verschiedener Rohrwerkstoffe. In: 3R (3/2013), S. 46–49. Vulkan-Verlag GmbH. Essen.
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2012): LANUV-Fachbericht 43 - „Grundwassergefährdung durch undichte Kanäle Literatúrauswertung und Auswertung der Analysenergebnisse der landesweiten Grundwassermessstellen in NRW“. Recklinghausen.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (Hg.) (2015): Zustand der öffentlichen Kanalisation in Baden-Württemberg. Ergebnisse der Umfrage des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. Karlsruhe.
- Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (Hg.) (2009): Erfassung des Zustandes der kommunalen Kanalisation in Sachsen-Anhalt. Halle (Saale).
- Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2004/2005): Leistungsbuch Altlastensanierung und Flächenentwicklung. Recklinghausen.
- Lindtner, S. (2008): Leitfaden für die Erstellung eines Energiekonzeptes kommunaler Kläranlagen. Hg. v. Lebensministerium Österreich. Ingenieurbüro kaltesklareswasser. Wien.
- Lohaus, J. (2015): Stellungnahme der DWA zum Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG). Hg. v. DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef.
- Merkel, W. (2011): Gleichwertigkeit technischer Regeln. In: GWF Wasser Special (Nr. 13), S. 77–81. Sonderdruck Gütesicherung Kanalbau RAL-GZ 961 Güteschutz Kanalbau e.V. Hennef.
- Mertsch, Viktor (2011): Dichtheitsprüfung privater Abwasseranlagen in Nordrhein-Westfalen. In: wasser und abfall (4), S. 10–12. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. Wiesbaden.
- Ministerium für Arbeit und Soziales, Qualifikation und Technologie des Landes NRW (Hg.) (2012): Umgang mit Asbestzementrohren. - Betriebsempfehlungen für Kanalisationen. Endbericht zum Forschungsvorhaben. IKT. Düsseldorf.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.): Hausanschluss dicht? Instandhaltung von Grundleitungen und Anschlusskanälen. Informationen für Grundstückseigentümerinnen und Grundstückseigentümer. Düsseldorf.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2000): Infektionsgefahr durch Austrag von Krankheitserregern aus Einsteigschächten von Kanalisation und durch Aerosole. Endbericht IKT Gelsenkirchen. Düsseldorf.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2003): Koordination von Planungs- und Baumaßnahmen zur Fremdwasserverminderung im öffentlichen und privaten Bereich. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2003): Umsetzung der Selbstüberwachungsverordnung Kanal (SüwV Kan) bei den kommunalen Netzbetreibern und Wasserverbänden in NRW. IKT. Gelsenkirchen.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2004): Kanalreinigung. Düsen, Drücke, Hochdruckstrahlen IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2005): Anschlusskanäle und Grundleitungen – Schäden, Inspektion, Sanierung. IKT. Gelsenkirchen.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2005): Beschichtungsverfahren zur Sanierung von Abwasserschächten. Studie zu Qualitätseinflüssen und Einsatzgrenzen anhand von Praxis- und Laboruntersuchungen. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2005): Wärmegewinnung aus Abwasserkanälen. Rometsch, L. IKT. Gelsenkirchen. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2006): Abwasserdruckleitungen – Möglichkeiten und Verfahren zur Reinigung. IKT. Gelsenkirchen.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2007): Betriebs- und Sanierungsmaßnahmen bei Wurzelschäden in öffentlichen und privaten Abwasserleitungen und -kanälen – Inspektionen. Düsseldorf.

Ministerium für Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (Hg.) (2007): Durchführung der Zustandserfassung und Sanierung von Abwasserleitungen auf Grundstücken und Empfehlungen für akzeptanzfördernde Maßnahmen. Abschlussbericht. RWTH Aachen. Aachen.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2007): Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Dichtheitsprüfung im Rahmen der Zustandserfassung der Grundstücksentwässerung. Qualitätshandbuch Funktionsprüfung privater Abwasseranlagen. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2008): Zustands-, Prozess- und Wirkungsanalyse zur Entwicklung einer bedarfsorientierten Reinigungsstrategie für Kanalnetze. IKT; Ruhr-Universität Bochum. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2009): Abnahme von Liningmaßnahmen. Materialnachweise und Bewertung der Linerqualität. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2011): Inspektion und Zustandserfassung von Abwasserdruckleitungen und -dükern – Phase I, IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2011): Inspektion und Zustandserfassung von Abwasserdruckleitungen und -dükern – Phase II Handlungsempfehlungen unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. (Hg.) (2011): Sanierung von Abwasserschächten. Untersuchung von Materialien und Systemen zur Abdichtung und Beschichtung. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2011): Untersuchungen zu Hafteigenschaften von Kurzlinern auf unterschiedlich vorbehandelten Oberflächen und Einsatz ausgewählter Reparaturverfahren unter äußerem Wasserdruck. Ergänzende Untersuchungen zum IKT-Warentest "Reparaturverfahren für Hauptkanäle". IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2012): Umgang mit Drainagewasser von privaten Grundstücken. Pragmatische Lösungsansätze und Argumentationshilfen. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2014): NRW-Bildreferenzkatalog - Private Abwasserleitungen -. Leitungen und Schächte (mit Schadensklassen nach DIN 1986-30 und Sanierungszeiträumen nach SÜwVO Abw NRW). Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2015): Entwicklungsunterstützende Untersuchungen zur Infiltrationsdichtheit bei Werkstoffwechseln beziehungsweise Übergängen insbesondere im Zusammenhang mit der Fremdwassersanierung. Vergleichende Untersuchungen an Werkstoff wechseln und Übergängen. IKT. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2015): Sanierung privater Abwasserleitungen. Entscheidungshilfe zur Auswahl von Sanierungsverfahren. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2015): Untersuchungen zur bedarfsorientierten Kanalreinigung unter Nutzung betrieblicher Synergien. Düsseldorf.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hg.) (2015): Zustands- und Funktionsprüfung privater Abwasserleitungen. Beschreibung der Prüfverfahren. Düsseldorf.

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hg.) (2015): Leitfaden Energieeffizienz auf Kläranlagen. Stuttgart.

Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen (2015): Runderlass vom 03.01.1995. Anforderungen an den Betrieb und die Unterhaltung von Kanalisationsnetzen. IV B 6 - 031 002 0201.

Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk NRW Breitband.NRW (2017): Alternative Verlegemethoden für den Glasfaserausbau. Hinweise für die Praxis. 1. Aufl. Düsseldorf.

Möser, H.-C. (2005): Qualifikationsnachweise für Sanierungsverfahren. In: Straßen- und Tiefbau (6), Giesel Verlag GmbH. Hannover.

- Müller, E. A.; Moser, R.; Matheys, O. (2015): Abwasserenergienutzung aus Kanal. Machbarkeitsstudie The Circle Flughafen Zürich. Schlussbericht. Hg. v. InfraWatt Verein für die Energienutzung aus Abwasser, Abfall, Abwärme und Trinkwasser. Zürich.
- Müller, Hans (2011): Kanalinstandhaltung in Zeiten knapper Kassen. Hg. v. Güteschutz Kanalbau. Hennef.
- Österreichisches Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hg.) (2013): Kanalsanierung in Gemeinden und Gemeindeverbänden der Länder Kärnten, Oberösterreich und Salzburg. Bericht des Rechnungshofes. Wien.
- Pecher, K. H. (2009): Entwicklung des Kanalzustandes in Deutschland und Ansätze zur wirtschaftlichen Optimierung der notwendigen Netzsanierung. Vortrag. Abwasserforum 2009. Entsorgungsverband Saar. Saarbrücken.
- Pecher, R. (2004): Abwasserkanäle - Zeitbomben im Untergrund. In: st (1), Sonderdruck. Straßen- und Tiefbau (3). Giesel Verlag GmbH. Hannover.
- Pecher, R. (2011): Kostengünstigere und wirtschaftliche Kanalnetzplanung Einflussgrößen auf die Abwassergebühren. Hg. v. Güteschutz Kanalbau. Gütegemeinschaft Herstellung und Instandhaltung von Abwasser -leitungen und -kanälen e.V., Bad Honnef.
- Rechenberg, B. (2014): Anforderungen an die Kanalsanierung aus der Sicht des Umweltbundesamtes. Praxistage Kanalsanierung und Kanalreparatur, 17.09.2014. Gelsenkirchen.
- Redmann, A.; Bosseler, B. (2000): Infektionsgefahr durch Austrag von Krankheitserregern aus Einsteigschächten von Kanalisation und durch Aerosole. Endbericht. Hg. v. IKT. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Gelsenkirchen.
- Rehau Firmenschrift (Hg.) (2016): Die Wahrheit über Beton. Knallharte Fakten zu Abwasserschächten und -systemen. Rehau.
- Richter, Heinz W. (Hg.) (2006): Sanierung von Abwasserleitungen und -kanälen. Vulkan-Verl. Essen.
- Richtlinie 91/271/EWG (2008): Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser. Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (91/271/EWG), geändert durch die Verordnung (EG) Nr. 1137/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2008.
- Richtlinie 2000/60/EG (2000): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- Richtlinie 2006/118/EG (2006): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung.
- Richtlinie 2008/105/EG (2008): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik.
- Richtlinie 2014/25/EU (2004): Richtlinie über die Vergabe von Aufträgen durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste und zur Aufhebung der Richtlinie 2004/17/EG, Richtlinie 2014/25/EU des Europäischen Parlaments und des Rates.

Richtlinie 2014/61/EU (2014): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation.

Rohrleitungssanierungsverband (Hg.) (2011): RSV Information 11 Vorteile grabenloser Bauverfahren für die Erhaltung und Erneuerung von Wasser-, Gas- und Abwasserleitungen. Rohrleitungssanierungsverband e. V Lingen. Essen: Vulkan-Verl.

Rohrleitungssanierungsverband (Hg.) (2009): Der Weg zur rechtssicheren Grundstücksentwässerung. Poster. Rohrleitungssanierungsverband e. V Lingen.

Rohrleitungssanierungsverband (Hg.) (2011): Merkblatt RSV 1 Renovierung von Entwässerungskanälen und-Leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining. Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Lingen: Rohrleitungssanierungsverband - RSV e. V; Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (Hg.) (2009): Merkblatt RSV 2 Renovierung von Abwasserleitungen- und kanälen mit Rohren aus thermoplastischen Kunststoffen durch Liningverfahren ohne Ringraum. Close-Fit-Verfahren: Verformens und Reduktionsverfahren; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. Lingen. 4. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (Hg.) (2012): Merkblatt RSV 2.2 Renovierung von Abwasserleitungen unter-Kanälen mit vorgefertigten Rohren durch das TIP-Verfahren. Rohrleitungssanierungsverband e. V. Lingen.

Rohrleitungssanierungsverband (2008) Merkblatt RSV 3 Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren mit Ringraum. Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. Lingen. Oldenbourg Industrieverlag. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2016) Merkblatt RSV 3.2 Verfüllen von Ringräumen bei der Renovierung von Abwasserleitungen und -kanälen durch Liningverfahren. Rohrleitungssanierungsverband e. V. Lingen.

Rohrleitungssanierungsverband (2009): Merkblatt RSV 4 Reparatur von drucklosen Abwasserkanälen und Rohrleitungen durch vor Ort härtende Kurzliner (partielle Inliner). Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 2. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2007): Merkblatt RSV 5 Reparatur von Entwässerungsleitungen und Kanälen durch Roboterverfahren. Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 4. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2007): Merkblatt RSV 6 Sanierung von begehbaren Entwässerungsleitungen und -kanälen sowie Schachtbauwerken. Montageverfahren; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 3. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2012): Merkblatt RSV 6.2 Sanierung von Schächten und Bauwerken in Entwässerungssystemen. Reparatur - Renovierung; Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 1. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2009): Merkblatt RSV 7.1 Renovierung von drucklosen Leitungen/Anschlussleitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 4. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2009): Merkblatt RSV 7.2 Hutprofiltechnik zur Einbindung von Anschlussleitungen - Reparatur, Renovierung. Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 1. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2006): Merkblatt RSV 8 Erneuerung von Entwässerungskanälen und -anschlussleitungen mit dem Berstliningverfahren. Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. Rohrleitungssanierungsverband e. V. 3. Aufl. Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2014): Merkblatt RSV 10.1 Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen. Freigefälleleitungen. 2. Aufl. Lingen, München, Lingen. RSV - Rohrleitungssanierungsverband e. V; Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2015): Merkblatt RSV 10.2 Kunststoffrohre für grabenlose Bauweisen. Druckrohrleitungen. 1. Aufl. Lingen, München, Lingen. RSV - Rohrleitungssanierungsverband e. V; Vulkan-Verl. Essen.

Rohrleitungssanierungsverband (2011): RSV-Sonderdruck TP 2011-2DP-technische Prüfvorschrift für die Materialprüfung an Probestücken vor Ort härtender Schlauchliner. Rohrleitungssanierungsverband e.V. Lingen.

Rohr-Suchalla, U. (2009): Grundstücksentwässerungsanlagen - Baurecht versus Wasserrecht, Teil 1. Teil I: Rechtliche Rahmenbedingungen für Grundstücksentwässerungsanlagen. In: bi UmweltBau (3), S. 90–92. Kiel.

Rohr-Suchalla, U. (2009): Grundstücksentwässerungsanlagen - Baurecht versus Wasserrecht, Teil 2. Teil II: Die Problematik unterschiedlicher Anforderungen aus praktischer Sicht. In: bi UmweltBau (4), S. 58–61. Kiel.

Rometsch, Lutz: Energie aus Abwasserwärme. Ökonomische Randbedingungen und Lösungsansätze. IKT. Gelsenkirchen.

Saalbach R.: Erstellung einer Sanierungskonzeption für Abwasserkanäle in einem Beispielort. Firmenschrift. Veolia und OEWA Wasser und Abwasser GmbH. Leipzig.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (Hg.) (2016): Impulse für eine integrative Umweltpolitik. Sachverständigenrat für Umweltfragen. Berlin.

Scheffler, M. (2012): Grundstücksentwässerung - ein großes Thema, aber nicht dort, wo es darauf ankommt. Eine kritische Einlassung in zwei Teilen. Manuskript. Kassel.

Schmitz, M.; Peth, U.; Romanowski, I. (2013): Europäischer Zwang zum Breitbandkabelausbau in Wasser und Abwassernetzen? In: Energie Wasser-Praxis (9), S. 36–40. Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH. Bonn.

Semmelmann, A. (2017): Abwasserkataster/Einleiterkataster. Grundlage zur Indirekteinleiter Überwachung. Hg. v. Chemisch-Technische Umweltberatung GmbH. Eching am Ammersee. Online verfügbar unter www.ctu-online.de, zuletzt geprüft am 01.08.2018.

Seuser, A. (2011): Die Untersuchung privater Hausanschlüsse - der neue § 61 WHG. In: wasser und abfall (4), S. 13–17. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. Wiesbaden.

Stadtentwässerung Betrieb Köln; Stadtbetriebe Königswinter; Stadtentwässerung Schwerte GmbH (Hg.) (2011): Dezentrale Niederschlagswasserbehandlung in Trennsystemen - Umsetzung des Trennerlasses. Abschlussbericht des Forschungsprojektes. Köln.

Starosta, E. (2014): Kanalsystem umfassend sanieren. Ingenieurperspektive: In Sanierungskonzepte müssen öffentliche und private Abwasserleitungen gleichberechtigt einbezogen werden. Interview mit Manfred Fiedler. In: wwt wasserwirtschaft wassertechnik (5), S. 37–38. Deutscher Fachverlag GmbH. Frankfurt.

Stadtentwässerungsbetriebe Köln A. Ö.R. (Hg.) (2010): Bewertung und Sanierung von Grundleitungen Arbeitshilfe Stadt Köln. Arbeitshilfe der Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AÖR für Sachkundige gemäß § 61a LWG NRW, sowie Inspektions- und Sanierungsunternehmen. Köln.

Statistisches Bundesamt (2015): 2013: 97 % der Einwohner leiten Abwasser über öffentliche Kanäle ab. Pressemitteilung vom 22. Oktober 2015 – 390/15. Wiesbaden.

Stein, D.; Stein, R. (2014): Instandhaltung von Kanalisationen. 4. Auflage. Stein & Partner Germany. Bochum.

Strickstroock, Sabine (2016): Aus Klärschlamm nach Schlacke. "Upcycling" im Probetrieb: Günstige Entsorgung und Dünger als Nebenprodukt. In: Erlanger Nachrichten vom 26.07.2016. Nürnberg.

Telekommunikationsgesetz (TKG) (2004). TKG, vom 13.04.2017.

Thienel, K.-CH. (2013): Werkstoffe des Bauwesens. Frischbeton. Vorlesungsskript Sommersemester 2013. Institut für Werkstoffe des Bauwesens, Universität der Bundeswehr. München.

Umweltbundesamt (Hg.) (2009): Anpassung des Standes der Technik in der Abwasserverordnung. UFOPLAN-Nr.: 3707 26 300. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (Hg.) (2009): Gefährdungspotenzial von undichten Kanälen bei industriellen und gewerblichen Grundstücksentwässerungsleitungen und die Ableitung von Empfehlungen zur Revitalisierung defekter Entwässerungsleitungen. Forschungsbericht 297 28 528 UBA-FB 000210. Berlin.

Umweltbundesamt (Hg.) (2014): Reform der Abwasserabgabe: Optionen, Szenarien und Auswirkungen einer fortzuentwickelnden Regelung. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung; Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement (IIRM). UFOPLAN-Nr.: 3711 26202. Dessau-Roßlau.

Umweltbundesamt (Hg.) (2008): Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen. Forschungsbericht 205 26 307; UBA-FB 001075. Dessau-Roßlau.

Verband der Netzbetreiber - VDN – e.V. beim VDEW (Hg.) (2006): Technische Richtlinie für die Instandhaltung von Betriebsmitteln und Anlagen in Elektrizitätsversorgungsnetzen. Berlin.

Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge (Vergabeverordnung -VgV), (2016): VgV, vom 18. April. In: www.juris.de, zuletzt geprüft am 01.08.2018.

Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer - Abwasserverordnung - AbwV. (2017).

Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung). GrwV. Bundesregierung vom 09.11.2010.

Verordnung zur Selbstüberwachung von Abwasseranlagen-Selbstüberwachungsverordnung Abwasser-SüwVO Abw. SüwVO Abw vom 16.07.2016. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.

Verordnung über Art und Häufigkeit der Selbstüberwachung von kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen und -einleitungen (SüwV-kom)). SüwV-kom vom 25.05.2004.

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

Wacker, R. (2014): Anforderungsprofile für die Kanalsanierung. Neues Regelwerk liegt vor: Ausschreibungen mit der DIN 18326 VOB/C /ATV) und dem Merkblatt DWA-M 144-3 (ZTV). In: wwt wasserwirtschaft wassertechnik (5), S. 30–32. Deutscher Fachverlag GmbH. Frankfurt.

Wagner, Dr.-Ing. Volker (2013): 30 Jahre Kanalsanierung! Wie ist der Status quo des Abwasserkanalsystems in Deutschland heute. Impulsvortrag zum ersten deutschen Kanalnetzbewirtschaftungstag, Geisingen, 06.06.2013. Technische Akademie Hannover e. V. Hannover.

Wasser und Umwelt Bauhaus-Universität Weimar (Hg.) (2015): Rehabilitation von Rohrleitungen - Sanierung und Erneuerung von Ver- und Entsorgungsnetzen. Weiterbildendes Studium. Bauhaus Universitätsverlag. Weimar.

Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt Bauhaus-Universität Weimar (Hg.) (2015): Rehabilitation von Rohrleitungen - Sanierung und Erneuerung von Ver- und Entsorgungsnetzen. Unter Mitarbeit von Roscher, H.; Berger, W.; Mälzer, D.; Beck, M.; Kropp, I.; Bosseler, B.; Diburg B. Bauhaus-Universität Weimar. Bauhaus Universitätsverlag. Kromsdorf.

Wiese, Jürgen (2015): Leitfaden zur Modernisierung von Abwasserinfrastrukturen im ländlichen Raum im Zuge des demografischen Wandels. Hg. v. Landkreis Hersfeld-Rotenburg. MORO - Aktionsprogramm regionale Daseinsvorsorge. Bad Hersfeld.

Winkler, Ulrich (2001): Grabenlose Sanierung von Hausanschluss- und Grundleitungen mittels härthbarer Formmassen. Teil 2 Basisdaten, Recht und Technik. Pilotprojekt. Hg. v. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Berlin.

Winkler, Ulrich (2015): Sanierung von Abwasserschächten. Handlungsbedarf, Sanierungstechniken und Qualitätssicherung. RSV-Merkblatt als Arbeitshilfe. In: Bauportal (6), S. 31–35. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG. Berlin.

Wolf, M. (2011): Planen, Bau und Betrieb von Kanalnetzen. Wirtschaftlichkeit und Nutzen der Kanalsanierung. Vortrag TU München Nov./Dez. 2011. München.

Wolf, M. (2011): Planen, Bau und Betrieb von Kanalnetzen. Nutzungsdauer und Sanierungsstrategie. Vortrag TU München 2011. München.

Wobbe, T. (2012): Vergleichende Ökobilanzierung zweier Linerverfahren zur Kanalsanierung. Bachelorarbeit. Fachhochschule Münster Fachbereich Energie, Gebäude, Umwelt. Münster.

Zech, H. (2018): Schadstoffe im Abwasser. Leitparameter, Bakterien, Viren-Telefoninterview mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt. Interview mit Hardy Loy. Mitschrift. Lingen (Ems).

Zinnecker, J. (2017): Kabel im Kanal. Rechtlicher Hintergrund. TA Hannover. Hannover, 04/2017.