

# Umsetzung einer Rehabilitationsstrategie am Beispiel der RWW – Rheinisch-Westfälische Wasserversorgung

Mit einer ausgearbeiteten langfristigen Rehabilitationsstrategie und der Umsetzung in mittelfristigen Maßnahmen mit Hilfe der Software PIREM konnten die bisher durchgeführten Erneuerungsplanungen bei der RWW – Rheinisch-Westfälischen Wasserversorgung effizienter und auch einfach nachvollziehbar gemacht werden. Durch die Bündelung der im Unternehmen vorhandenen netzspezifischen Daten konnte somit ein automatisierter Prozess zur Erneuerungsplanung gestartet werden, der jährlich fortgeschrieben und in der Mittelfristplanung abgebildet wird.

**Z**iel eines Wasserversorgungsunternehmens sollte es sein, das Versorgungsnetz in einem einwandfreien Zustand zu erhalten, um nachfolgenden Generationen keinen Investitionsrückstau zu übergeben. Dafür bedarf es einer vorausschauenden, wirtschaftlich vertretbaren und auf die aktuelle Situation abgestimmten Instandhaltung der Versorgungsnetze. Dies entspricht dem Ansatz im DVGW-Regelwerk, nach dem die Umsetzung der Rehabilitation nach Instandhaltungsstrategien erfolgen soll, abgestimmt auf den jeweiligen Netzzustand. Dabei hat sich für die Umsetzung der Instandhaltungsziele die Entwicklung einer Instandhaltungsstrategie nach der zustandsorientierten Instandhaltung als zweckmäßig erwiesen.

Der Zustand eines Versorgungssystems lässt sich zum einen anhand von Wasserverlustkennwerten, über Durchflussmessungen und daraus abgeleiteten Aussagen zu Inkrustationen oder anhand von mathematischen Modellen, welche an die Schadensaufzeichnungen angepasst sind, beschreiben. Daraus abgeleitete Kennzahlen [1, 2, 3, 4] geben eine Vergleichsgröße, um den Zustand im Netz zu beschreiben und daraus Handlungsschwerpunkte abzuleiten.

## Datengrundlage bei der RWW

Die RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mit Sitz in Mülheim an der Ruhr unterhält zur Versorgung ihrer Kunden ein ca. 2.900 km langes Rohrnetz (Abb. 1). Die permanente Wartung und Erneuerung des Netzes mit dem Ziel der Schadensminimierung und Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist eine der Hauptaufgaben des Netzbetriebes. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, investiert die RWW jedes Jahr erhebliche Summen in die Erneuerung ihres Rohrnetzes. Die Herausforderung der Planung liegt dabei in der Lokalisierung der potenziellen Schwachstellen im Netz, um diese im Zuge der Instandhaltungsmaßnahmen rechtzeitig zu erneuern. Da bei erdverlegten Rohrleitungen eine Inspektion nur bedingt möglich ist, bedarf es indirekter Hilfsmittel, wie der Auswertung von Schadensstatistiken und Bestandsdokumentationen, um den aktuellen Zustand der Leitungen beschreiben und deren zukünftige Entwicklung abschätzen zu können. Bei der RWW liegen Bestands- und Schadensdaten zum Rohrnetz in digitaler Form im Netzinformationssystem (NIS) vor. Die Bestandsdaten zum Rohrnetz

wurden im Zuge der Datenerfassung bei Einführung des NIS ermittelt und liegen zu 100 Prozent als Sachdaten mit Lagebezug vor, die Schadensdaten reichen bis 1970 zurück. Im NIS werden zudem sämtliche leitungsspezifischen Daten wie Durchmesser, Baujahr, Material, Außenschutz, Innenschutz, Länge, Typ, Verbindungsart sowie der zugehörige Ortsteil und der Straßename geführt. In der Schadensdatei werden Informationen zum Schadensdatum, der Schadensart sowie die Identifikationsnummer der zugehörigen Leitung geführt.

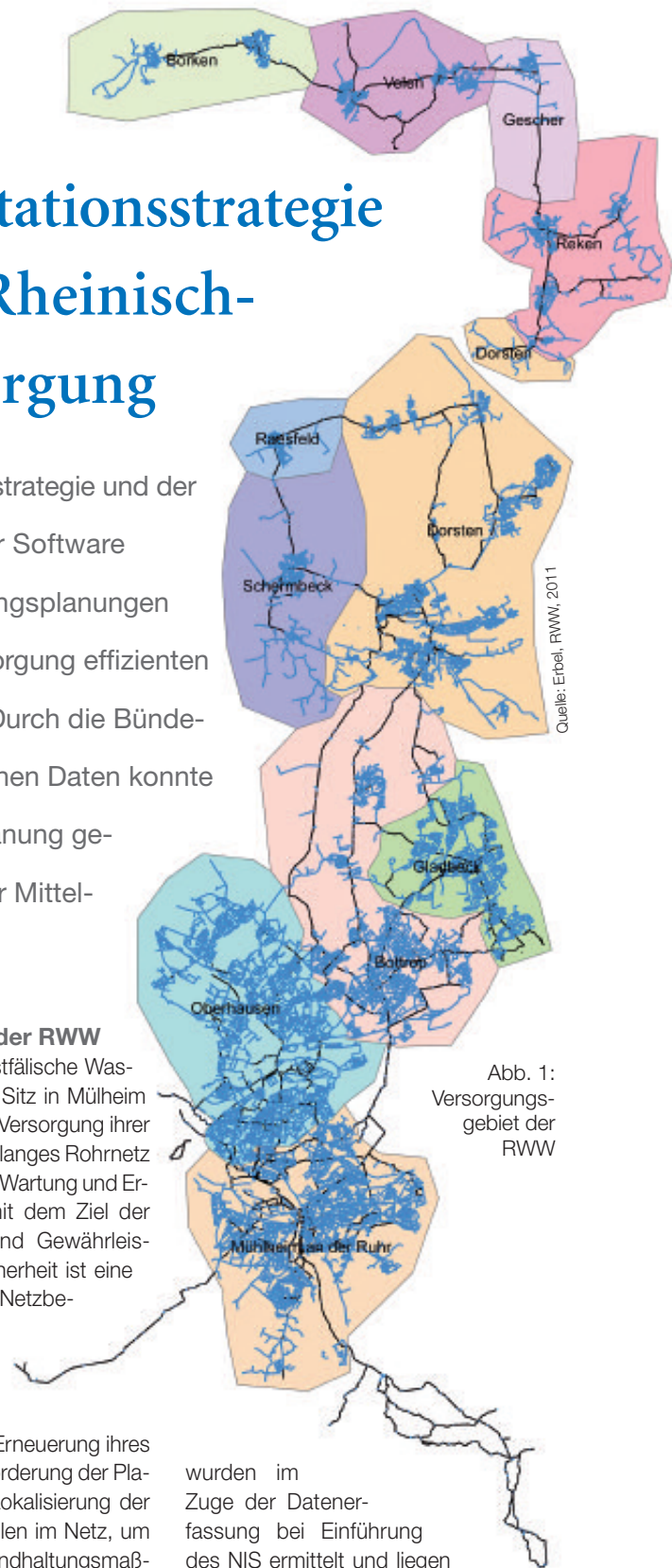


Abb. 1: Versorgungsgebiet der RWW

## Langfristige Rehabilitationsplanung

Rehabilitation umfasst definitionsgemäß alle Maßnahmen zur Erhaltung oder Verbesserung der Funktionsfähigkeit bestehender Wasserverteilungsanlagen und schließt alle Reinigungs-, Sanierungs- und Erneuerungsmaßnahmen ein [3]. Sie stellt eine geplante Maßnahme im Rohrnetz auf Basis von Zustands- bzw. Schwachstellenanalysen dar.

Als Grundlage für die Anwendung von statistischen Modellen sind qualitativ hochwertige Schadensaufzeichnungen notwendig, anhand derer mathematische Ausfalls-, Überlebens- und Lebensdauerverteilungen angepasst werden können. Alterungsprozesse lassen sich mathematisch als alterungsabhängige Wahrscheinlichkeit des Übergangs in schlechtere Zustände beschreiben [6].

Eine Vielzahl von Parametern beeinflusst das Verhalten der Schadenshäufigkeit von Rohrleitungen. Grundsätzlich sind zwei Herangehensweisen zur Ermittlung des Schadensverhaltens üblich [7]:

- Mikro-Ansatz (sehr detailliert, Einzelleitungsbetrachtung)
- Makro-Ansatz (globale Betrachtung von Leitungsgruppen)

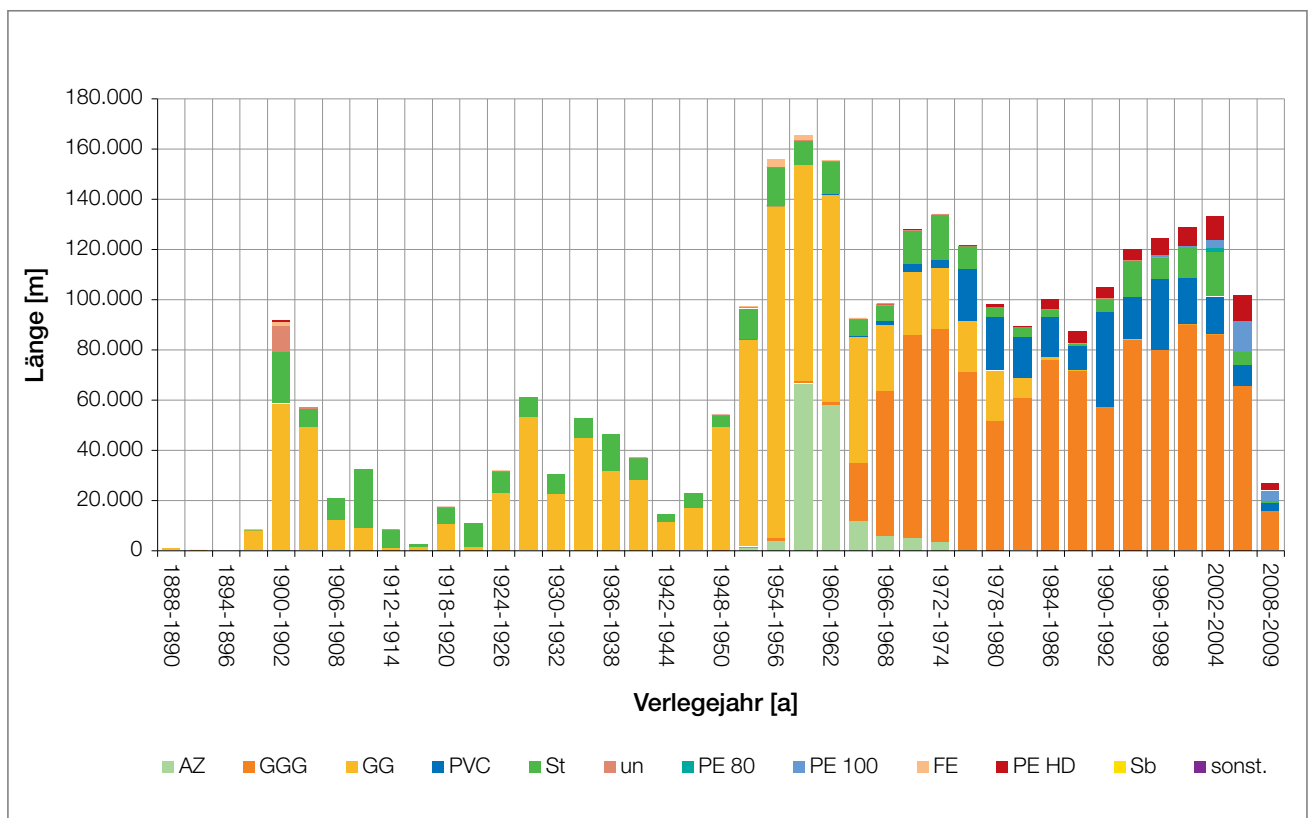
Beim Mikro-Ansatz wird versucht, möglichst alle Parameter einer Rohrleitung (Eigenschaften des Bodens, Verlegung, Rohrleitung, Verkehr ...) für die Prognose der Schadensentwicklung zu nutzen. Dies führt zu einer Erhöhung der Prognosegenauigkeit bis auf die Einzelleitungsebene. Auf Grund der Vielzahl an benötigten Eingangsdaten kann dieser Ansatz nur lückenhaft oder unter Verwendung von Annahmen verfolgt werden. Die erwartete Genauigkeit leidet darunter, und der Mikro-Ansatz geht somit fließend in den Makro-Ansatz über.

Beim Makro-Ansatz werden Rohrabchnitte mit gleichen, für das Schadensgeschehen wesentlichen Eigenschaften zusammengefasst. Dadurch kann auf einen größeren Datenpool von Netz- und Schadensdaten für die Funktionsermittlung zurückgegriffen werden. Die Prognose des Schadensverhaltens für die gesamte Gruppe wird so sehr präzise und ist damit für die Budgetermittlung prädestiniert. Mit diesem Ansatz können auch orientierende Aussagen zu Einzelleitungen getroffen werden. Prinzipiell gilt: Je umfangreicher die Netzdaten und je länger der Zeitraum der Schadenserfassung, desto genauer wird die Funktion der Schadenswahrscheinlichkeit und damit auch der Prognose.

Die Erfassung und Auswertung von Daten zur Instandhaltung von Wasserrohrnetzen ist im DVGW-Regelwerk beschrieben [8]. Diese lassen sich in Bestands-, Schadens- und Zustands- und Umgebungsdaten unterscheiden, wobei hier ein großer Wert auf die Qualität der verwendeten Daten gelegt werden soll.

## Langfristige Rehabilitationsplanung – Umsetzung bei der RWW

Im Zuge der Instandhaltungsplanungen wurden in der Vergangenheit die zur Netzbewertung relevanten Daten bei der RWW nach Excel transferiert und nach internen Vorgaben zur Erarbeitung einer Mittelfristplanung ausgewertet. Auf Grund des Datenumfanges konnten dabei nur die wesentlichen Parameter betrachtet werden. Eine Abschätzung des Erfolgs der definierten Erneuerungsmaßnahmen konnte nur teilweise durchgeführt werden. Die Effizienzthematik verlangte aber auch eine Prognose zur Entwicklung der Qualitätsparameter. Um den Anforderungen des Unternehmens und des Regelwerkes gerecht zu werden und um eine transparente Vorgehensweise zu gewährleisten, entschied sich die RWW dazu, die Instandhaltungsplanung künftig durch eine hierfür entwickelte Software zu unterstützen, die neben der langfristigen Instandhaltungsplanung auch die genannte



Quelle: Gangl, RBS wawe, 2011

Abb. 2: Materialverteilung nach Jahren im Versorgungsnetz der RWW

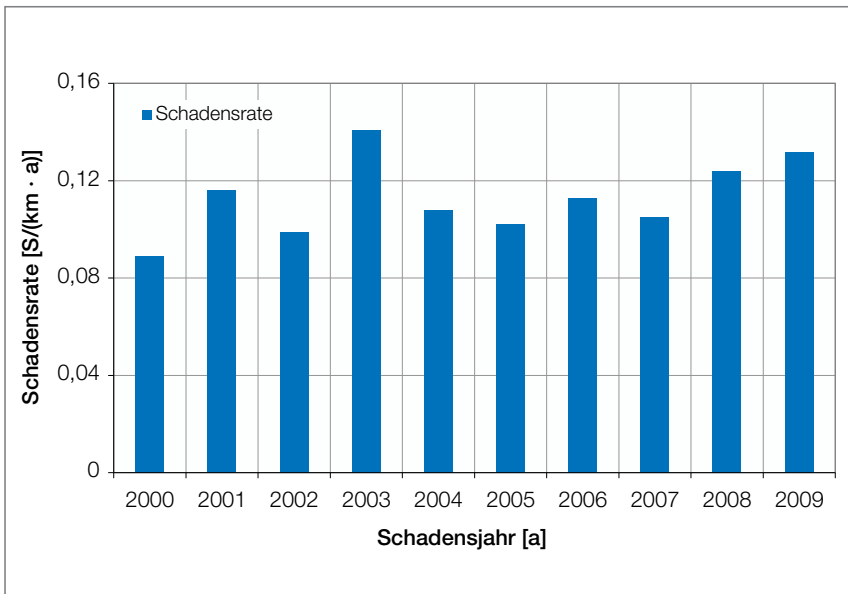


Abb. 3: Schadensraten pro Jahr im Gesamtnetz der RWW

Prognose des Investitionserfolges abbilden kann. Die Wahl fiel letztlich auf das Tool PIREM.

Um mit einem Softwaretool Daten analysieren zu können, wurden diese vorab auf Plausibilität überprüft. Die Datenqualität bei der RWW ist trotz des sehr umfangreichen Datensatzes von über 8.000 aufgezeichneten Schäden und rund 2.900 km Leitungsnetz sehr hoch. Die Überprüfung der Daten und die Identifikation unplausibler Daten sowie der Vorschlag für Anpassungen im NIS wurden an den Dienstleister RBS wave übertragen. In **Tabelle 1** ist beispielhaft aufgeführt, welche Daten als unplausibel gefiltert wurden und in weiterer Folge durch die NIS-Abteilung der RWW geprüft und verbessert wurden.

Quelle: Gangl, RBS wave, 2011

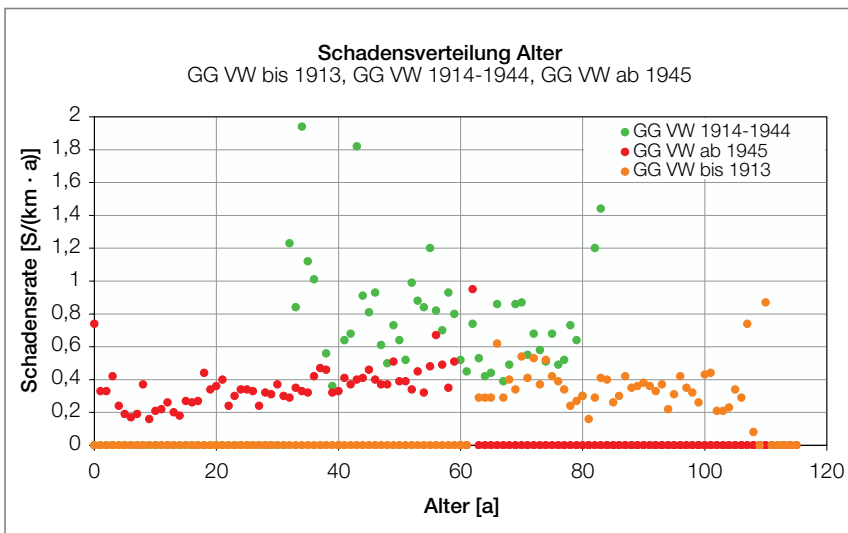


Abb. 4: Altersabhängige Schadensverteilung für das Material GG

Entsprechend dem DVGW-Regelwerk lässt sich der Zustand eines Netzes über die Schadensrate beschreiben, welche über drei Stufen in eine niedere bis hohe Schadensrate eingeteilt ist. Für Sonderleitungen oder Einzelgruppen sollten andere Richtwerte verwendet werden. Die Gesamtschadensrate der RWW liegt bei rund 0,12 Schäden pro km und Jahr und einem mittleren Netzalter von rund 43 Jahren.

Ziel der Planung einer langfristigen Strategie ist es, das Versorgungsnetz in verschiedene Gruppen zu unterteilen, welche ein ähnliches Ausfallverhalten besitzen, um hier auch einen spezifischen Erneuerungsbedarf festlegen zu können. Wie in **Abbildung 2 und 3** der Materialverteilung dargestellt, spiegeln die Bauperioden deutlich die beiden Weltkriege wider. Dies zeigt sich auch in den altersabhängigen Schadensraten, die in **Abbildung 4 und 5** für das Material Grauguss für einen Ortsteil dargestellt sind.

Quelle: Gangl, RBS wave, 2011

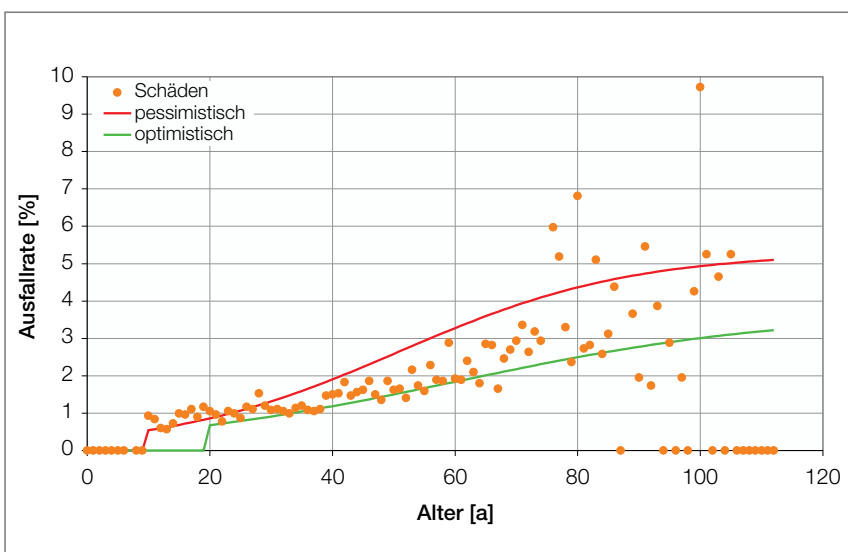


Abb. 5: Ausfall und Erneuerungsrate

Mit Hilfe von Alterungsfunktionen, die an die vorliegende Schadensstatistik angepasst wurden, lässt sich in weiterer Folge der langfristige strategische Erneuerungsbedarf berechnen, dies sowohl für Leitungsgruppen als auch für das Gesamtnetz. Damit ist eine Aussagekraft über langfristig benötigte Budgetmittel möglich.

### Mittelfristige Rehabilitationsplanung

Bei der Umsetzung der Instandhaltungsstrategie ist es das Ziel, den betriebsspezifisch definierten Soll-Zustand, beispielsweise der Schadensrate, zu erreichen. Dabei gilt es herauszufinden, in welchen

Quelle: Gangl, RBS wave, 2011



Leitungsgruppen Schwerpunkte zu setzen sind. Um die Schadensrate des Gesamtnetzes zu senken, ist es daher notwendig, besonders anfällige Leitungsgruppen primär zu erneuern. Für eine optimale Rehabilitationsstrategie sollte daher die Schadensentwicklung differenziert in einer so genannten Grundschattdensrate, welche durch Erstschäden definiert wird, und einer Folgeschadensrate betrachtet werden.

Die Kriterien, die einen Zustand eines Leitungsabschnittes beschreiben, um in weiterer Folge eine Prioritätenliste für die Erneuerung oder Risikobetrachtung eines Abschnittes zu ermöglichen, können verschiedene Einflussgrößen haben. Daher ist vorab auf Grund der Erfahrung im Betrieb zu prüfen, welche Daten einen Einfluss haben könnten, welche Daten generell im Unternehmen vorhanden sind (GIS-Bestand, wirtschaftliche Daten, Daten aus Hydraulik, Daten aus Wasserverlustüberwachung, Verkehrsbelastung ...) und welche Daten überhaupt in einem vertretbaren Ausmaß zusätzlich erhoben werden könnten.

**Tabelle 1: Erkannte Fehler bei der Plausibilitätsprüfung von Leitungs- und Schadensdaten**

Schadensdatum	Material	Baujahr	Außenschutz	Innenschutz
2004-01-2005	PVC	1900		
2005-03-023	GGG	1921	Kunststoff	Zementmörtel
1989-02-29	St	1927	Bitumen	Zementmörtel

Quelle: Gangl, RBS wave, 2011

**Mittelfristige Rehabilitationsplanung – Umsetzung bei der RWW**

Gemäß dem langfristigen strategischen Erneuerungsbedarf, welcher auf den altersabhängigen Schadensdaten basiert, wurde von Seiten der RWW für jede definierte Leitungsgruppe ein Szenario angelegt, welches in Abhängigkeit der verfügbaren Budgetmittel die optimale Erneuerungsstrategie widerspiegelt. Mit Hilfe von Szenarioanalysen wurde auch die Auswirkung von verringerter oder verzögerter Investition in das Leitungsnetz abgebildet, um hier eine entsprechende Entscheidungsgrundlage liefern zu können.

Für die Erstellung der Mittelfristplanung wurden neben reinen wirtschaftlichen Analysen auch verschiedene Kriterien de-

finiert, die in Abhängigkeit der Relevanz zu einer Prioritätenliste von zu erneuernden Leitungsabschnitten geführt hat. Dabei hat sich gezeigt, dass die über 200.000 Einzelsegmente im Geografischen Informationssystem (GIS) zwar die Realität der verlegten Leitungsabschnitte repräsentieren, für eine automatisierte Erneuerungsplanung auf Grund von Kriterien jedoch wenig aussagekräftig sind. Wird beispielsweise auf einer bestehenden 178 m langen Graugussleitung aus dem Jahr 1937 ein punktueller Schaden mit einer Teilstücksanierung behoben, dann wird diese Leitung im GIS, die ursprünglich aus einem Teilstück bestanden hat, in drei neue Abschnitte untergliedert. Eine abschnittsbezogene Kriterienbeurteilung setzt in weiterer Folge ►

**UMWELTSCHONEND!**

**Duktile Gussrohrsysteme für die grabenlose Verlegung.**

- **Höchste Zugkräfte**
- **Schnelle und einfache Montage**
- **Radien ab 70 m**

**Informieren Sie sich im Internet unter [www.duktus.com](http://www.duktus.com) und besuchen Sie uns auf der WASSER BERLIN in Halle 3.2!**





Abb. 6: Ergebnis der Rehabilitationsplanung für einen Ortsteil

Quelle: Erbel, RWW, 2011

dann auf jedem der drei Einzelabschnitte auf. Daher wurde in einer vorbereitenden Maßnahme eine Aggregation der Leitungsabschnitte durchgeführt, um Teilstücke mit demselben Baujahr, Material und Durchmesser, die in einer Straße liegen, wieder zu einem Abschnitt zu vereinen. Dadurch reduzierte sich der Datensatz auf 43.500 Abschnitte.

Als derzeit vorhandene Bewertungskriterien wurden neben dem wirtschaftlichen Erneuerungszeitpunkt auch die Anzahl an Schäden in der Vergangenheit, nicht mehr erwünschte Materialien oder Nennweiten, bruchgefährdete Materialien, risikobehaftete Verbindungstypen oder das Alter der Leitungen verwendet. Der wirtschaftliche Erneuerungszeitpunkt wird durch einen Kosten-Barwert-Vergleich von zukünftig zu erwartenden Reparaturkosten und Neubaukosten berechnet, bei dem auch Einsparpotenziale bei der Verlegung durch andere Infrastrukturanbieter berücksichtigt werden.

Als Ergebnis wird eine Prioritätenliste für Erneuerungsmaßnahmen nach drei Wichtigkeitsklassen dargestellt. Diese leitungs-

abschnittsbezogene Prioritätenliste kann durch die eindeutig im GIS hinterlegte Identifikationsnummer auch wieder grafisch dargestellt werden, um einen Überblick über das Versorgungsnetz und mögliche ortsteilbezogene Schwerpunkte in der Sanierung zu bekommen (Abb. 6).

#### Ausblick und weitere Vorgehensweise

Die Erstellung einer umfassenden Strategie zur Rehabilitation des Versorgungsnetzes der RWW auf Basis der aktuellen Netzdaten ermöglicht es, eine effiziente Planung in der Umsetzung von Baumaßnahmen zu koordinieren sowie Synergieeffekte von Baumaßnahmen zu nutzen, um die Versorgungssicherheit der Kunden weiterhin zu gewährleisten.

Für großdimensionierte Leitungen im Netz der RWW stehen deutlich weniger Schadensdaten im Vergleich zum verästelten Versorgungsnetz zur Verfügung, um Altersfunktionen an die Schadensdaten anzupassen. Hier verfolgt die RWW den Ansatz, zusätzliche Informationen zum Materialzustand aus Ergebnissen der Materialprüfung mit aufzunehmen.

Über Untersuchungen am ausgebauten Rohr können Aussagen über die Restlebenserwartung der untersuchten Rohrleitungsabschnitte getroffen werden [8]. Dieses am IWW Rheinisch-Westfälischen Institut für Wasserforschung angewandte Verfahren soll zukünftig die Kalibrierung von Altersfunktionen und somit die Ausfallwahrscheinlichkeit verbessern. Erste Tests werden bereits umgesetzt.

Die erstellte Instandhaltungsstrategie kann durch zusätzliche Informationen über den Netzzustand verfeinert werden, um noch besser auf die Anforderungen des Netzes und der Kunden reagieren zu können. Das im Jahr 2010 erschienene DVGW-Arbeitsblatt W 402 [7] beschreibt weitere Kriterien, die ebenfalls einen Einfluss auf den Netzzustand haben können und die zukünftig verstärkt erhoben werden.

#### Literatur:

- [1] DVGW-Arbeitsblatt W 392 (2003) Rohrnetzinspektion und Wasserverluste – Maßnahmen, Verfahren und Bewertungen
- [2] DVGW-Arbeitsblatt W 400-1 (2004) Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWW); Teil 1: Planung
- [3] DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 (2006) Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWW); Teil 3: Betrieb und Instandhaltung
- [4] DVGW-Arbeitsblatt W 405 (2008) Bereitstellung von Löschwasser durch die öffentliche Trinkwasserversorgung
- [5] Herz, R. (1994) Alterung und Erneuerung von Infrastrukturbeständen – ein Kohorten-Überlebensmodell, Jahrbuch für Regionalwissenschaft 14, S. 9-28, Gesellschaft für Regionalforschung, Vandenhoeck & Ruprecht in Göttingen
- [6] DVGW (2008) EDV-gestützte Instandhaltung von Rohrnetzen, Technologiereport 5/08 www.dvgw.de
- [7] DVGW-Arbeitsblatt W 402 (2010) Netz- und Schadensstatistik – Erfassung und Auswertung von Daten zur Instandhaltung von Wasserrohrnetzen
- [8] Sorge, C. (2007) Technische Zustandsbewertung metallischer Wasserversorgungsleitungen als Beitrag zur Rehabilitationsplanung, Dissertation an der Bauhaus Universität Weimar

#### Autoren:

Dr.-Ing. Gerald Gangl  
 RBS wave GmbH  
 Kriegsbergstr. 32  
 70174 Stuttgart  
 Tel.: 0711 128-48414  
 Fax: 0711 128-48413  
 E-Mail: g.gangl@rbs-wave.de  
 Internet: www.rbs-wave.de

Jürgen Erbel  
 RWW Rheinisch-Westfälische  
 Wasserwerksgesellschaft mbH  
 Gladbecker Str. 140  
 46236 Bottrop  
 Tel.: 0208 4433-291  
 Fax: 0208 4433-445  
 E-Mail: juergen.erbel@rww.com  
 Internet: www.rww.com

wewewepunktwe

vaugewepunktdee

Besuchen Sie doch mal unsere Homepage: [www.wvgw.de](http://www.wvgw.de)