

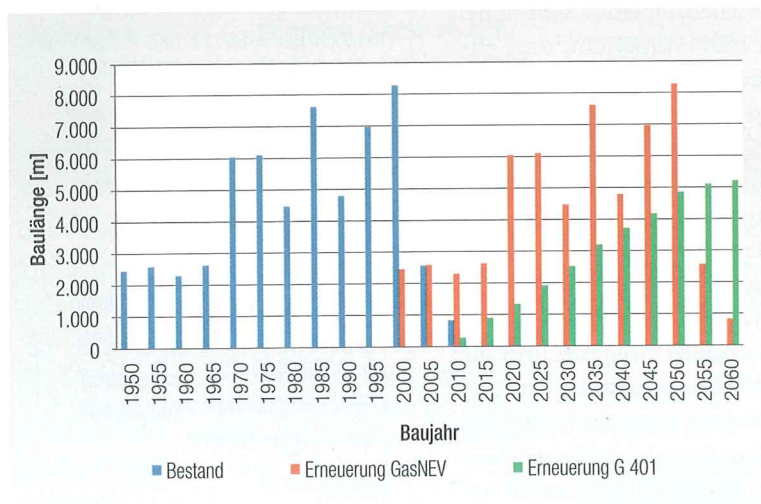
Moderne Fernwirktechniken

im Rahmen einer zustandsorientierten Instandhaltung

Die hohe Qualität der unterirdischen Infrastruktur bildet ein wesentliches **Rückgrat einer Industriegesellschaft** wie Deutschland. Um die gewachsenen Strukturen auch zukünftig zu erhalten, ist es notwendig, den Zustand der Systeme bestmöglich zu bewerten. Aus den Messwerten des Kathodischen Korrosionsschutzes (KKS) können präzise Aussagen über den Zustand der Umhüllung von metallischen Rohrleitungen getroffen werden, mit deren Hilfe die bisherigen **Methoden der Zustandsbewertung** (Alter, Schadensstatistik) ergänzt und somit verbessert werden können.

Die Infrastruktur in Deutschland hat im Verhältnis zu anderen Industrieländern einen hohen Qualitätsstandard, den es auch in der Zukunft zu erhalten gilt. Nach einer Studie des World Economic Forum [1] rangiert Deutschland in Bezug auf die Qualität seiner Infrastruktur weltweit an dritter Stelle, geschlagen von den beiden Kleinststaaten Hong Kong und Singapur. Die Netze sind über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten gewachsen und müssen entsprechend erhalten und erneuert werden, um auch zukünftig den hohen Standard als Grundlage für eine hohe Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten.

Abb. 1: Erneuerungsbedarf in Abhängigkeit der Nutzungsdauern



Quelle: RBS wave GmbH 2013

Tabelle 1: Beispiele für Nutzungsdauern

GasNEV [2]	DVGW-Arbeitsblatt G 401 [3]
Stahlleitungen, bituminiert = 45-55 Jahre	Stahl/Bitumen/Gewebe = 50-100 Jahre
Stahlleitungen, PE-ummantelt = 45-55 Jahre	Stahl, PE = 50-110 Jahre

Quelle: RBS wave GmbH 2013

Altersstruktur – technische/betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer

Auch Infrastrukturanlagen sind einem Alterungsprozess unterworfen, der in Abhängigkeit von externen Einflussfaktoren verringert oder vergrößert wird. Anhand der Altersstruktur und der Abschätzung dieses Altersprozesses kann ein zukünftiger Erneuerungsbedarf errechnet werden. Je präziser der Verlauf der Alterung beschrieben werden kann, desto genauer ist eine Aussage über den zu erwartenden finanziellen Aufwand. Zur Ermittlung des Erneuerungsbedarfs können verschiedene Methoden herangezogen werden, die von einem sehr allgemeinen Ansatz bis zu einer unternehmensspezifischen Anpassung reichen. Anhand eines Beispiels für ein Stahl-Niederdrucknetz sollen die unterschiedlichen Methoden dargestellt werden.

In der Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu Gasversorgungsnetzen [2] werden im Anhang A Kapitel 5 betriebsgewöhnliche Nutzungsdauern von Rohrleitungen angegeben. Im Vergleich bildet das zurückgezogene DVGW-Arbeitsblatt G 401 [3] ebenso die Nutzungsdauer von Rohrleitungen ab. Hier ist die mögliche Bandbreite für die Nutzungsdauern jedoch deutlich größer (Tab. 1).

Die einfachste Methode, einen Investitionsbedarf für die Zukunft abzuschätzen, ist es daher, die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer in Bezug zu den Baujahren zu stellen. Ist die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer erreicht, so wird die Rohrleitung erneuert. In diesem Fall hätten in diesem Netz bereits 12 Prozent der Leitungen, also jene mit einem Alter über 50 Jahren, erneuert werden müssen (Abb. 1).

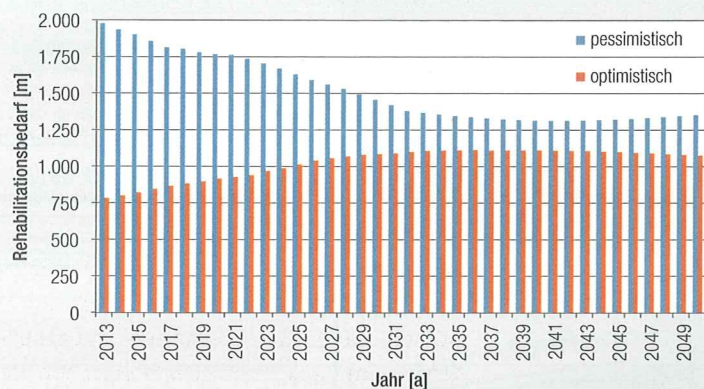
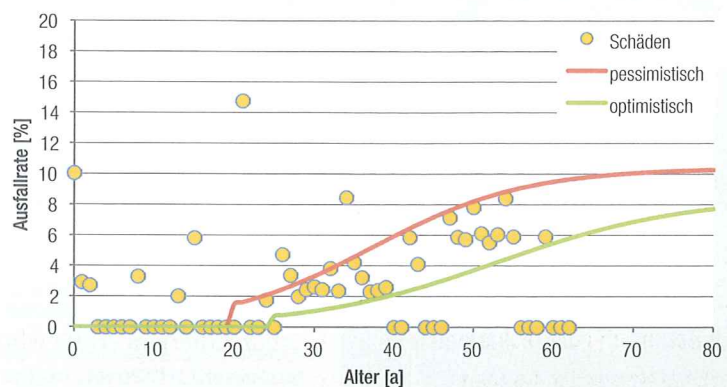
Eine andere Methode ist es, die Bandbreite der Nutzungsdauer z. B. nach DVGW-Arbeitsblatt G 401 (zurückgezogen) in Form einer Verteilung (z. B. Herz-Verteilung) auf den aktuellen Bestand umzulegen. Trifft man nun die Annahme, dass Leitungen mit der höchsten Wahrscheinlichkeit jene Nutzungsdauer erreichen, die in der Mitte der Bandbreite liegt, ergibt sich ein etwas geglätteter Erneuerungsbedarf (Abb. 1). Aufgrund der längeren Nutzungsdauer streckt sich der Erneuerungsbedarf auf einen längeren Zeitraum. Beide Ansätze sind generelle Annahmen, die die unternehmensspezifische Situation nicht abbilden können.

Schadensstatistik

Um die Aussage des Investitionsbedarfs besser auf die eigene Situation abzustimmen, sollten die eigenen Betriebserfahrungen zum Ausfallverhalten herangezogen werden. Da Gasleitungen erdverlegt sind, kann der Zustand von nicht kathodisch geschützten Leitungen nur indirekt über eine Schadensstatistik oder über Aufgrabungsbefunde beschrieben werden. In Abbildung 2 ist die Anpassung einer mathematischen Funktion an tatsächlich aufgetretene Schäden anhand einer altersbezogenen Schadensrate dargestellt. Abweichend von allgemeinen Vorgaben kann dadurch die unternehmensspezifische Situation besser abgebildet werden. Die Beziehung zwischen der Ausfallrate und dem aktuellen Bestand ergibt wieder den Rehabilitationsbedarf in den kommenden Jahren, der in diesem Fall im Mittel bei rund 1.100 m liegt.

Zustandsbewertung mit Hilfe von KKS-Messwerten

Die bisher vorgestellten Ansätze finden Verwendung, wenn der Zustand einer erdverlegten Rohrleitung indirekt über Erfahrungswerte geschätzt oder über die Anpassung von Schadensraten angenähert wird. Für erdverlegte Stahlrohrleitungen gibt es unter Verwendung von Kathodischen Korrosionsschutz(KKS)-Messwerten die Möglichkeit, Aussagen über die Wirksamkeit des KKS und den Zustand der Rohrleitungsumhüllung zu treffen. Im DVGW-Merkblatt GW 18 [4] wird dabei die Besonderheit einer auf KKS-Messwerten basierenden Zustandsbewertung hervorgehoben. Mit Hilfe der gewonnenen Informationen aus der Überwachung des KKS kann der Zustand zutreffender beschrieben und somit die Nutzungsdauerreserve besser ausgeschöpft werden.



Quelle: RBS wave GmbH 2013

Die für die Zustandserfassung wesentlichen Attribute sind der Nachweis der Wirksamkeit des KKS gemäß DVGW-Arbeitsblatt GW 10 [5] und der spezifische Umhüllungswiderstand oder die mittlere Schutzstromdichte je Schutzbereich oder Netzteil. Eine weitere Verfeinerung der Zustandsbewertung kann durch Betrachtung weiterer Attribute (z. B. Wechselspannungsbeeinflussung oder die Betrachtung von Zeiträumen ohne vollständig wirksamen KKS) erreicht werden. Durch die Einrichtung einer KKS-Fernüberwachung ergeben sich diesbezüglich weitere Vorteile. Wird diese z. B. nach DVGW-Arbeitsblatt GW 16 [6] Kategorie 2 b betrieben, kann der Nachweis der Wirksamkeit des KKS für das gesamte Schutzobjekt täglich durchgeführt werden. Bei einer Auswertung der Messergebnisse über einen längeren Zeitraum lassen sich dann verlässliche Trends in Bezug auf die Zustandsentwicklung der einzelnen Schutzobjekte darstellen, sodass auf eine eventuelle Verschlechterung des Zustands zeitnah reagiert werden kann (Abb. 3).

Abb. 2: Angepasste Ausfallrate und Rehabilitationsbedarf

Tabelle 2: KKS-Messwerte für einen Schutzbereich

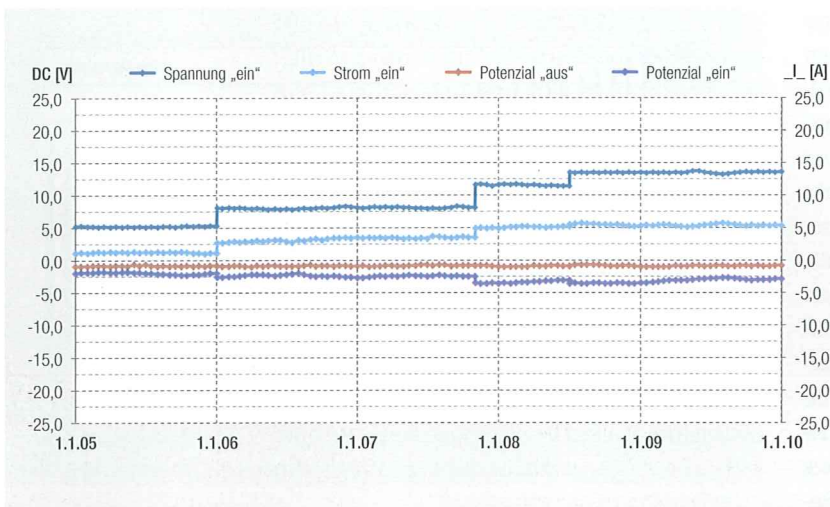
Jahr (-)	Ip (mA)	Länge (m)	Oberfläche (m²)	Jp (µA/m²)	rco (kW/m²)	Kennzahl (Is)	Schutzkriterium erfüllt	Bewertung (1-5)
2005	1190	11.057	7.156	166,3	0,00	16,6	ja	2
2006	2619	11.057	7.156	366,0	0,00	36,6	ja	2
2007	3571	11.057	7.156	499,0	0,00	49,9	ja	3
2008	4905	11.057	7.156	685,5	0,00	68,5	ja	4
2009	5476	11.057	7.156	765,3	0,00	76,5	ja	4

Quelle: RBS wave GmbH 2013

Im folgenden Beispiel wird die Zustandsbewertungsmethode nach DVGW-Merkblatt GW 18 Anhang A für einen Schutzbereich angewendet, bei der die mittlere Schutzstromdichte

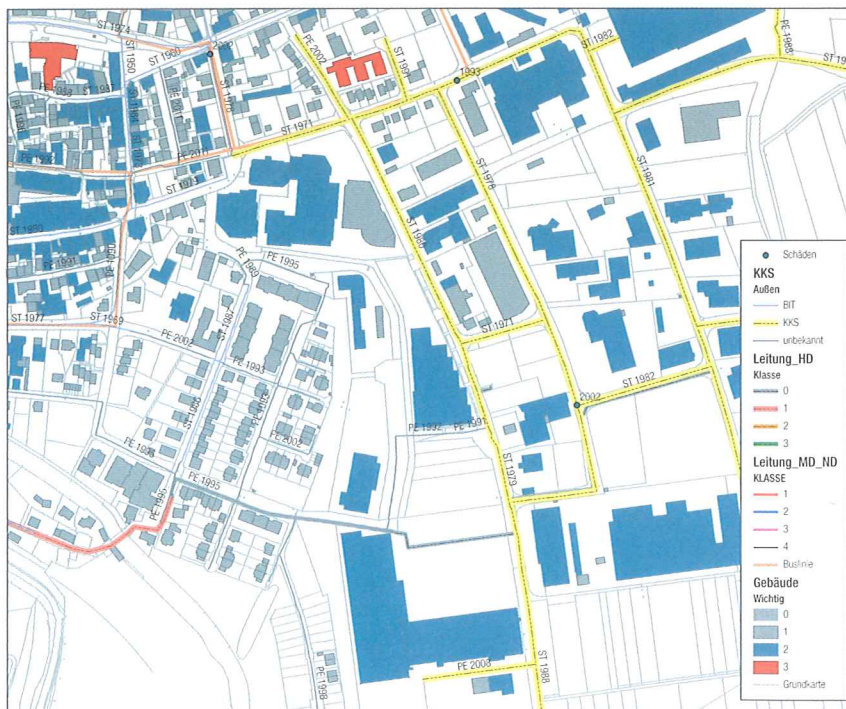
gemessen und geprüft wird, ob das Schutzkriterium erfüllt wird. Aus den gemessenen Werten ergibt sich eine Zustandsnote (Tab. 2). Aus dem zeitlichen Verlauf der Messwerte kann so-

mit eine Prognose über den in Zukunft zu erwartenden Zustand für einen Schutzbereich durchgeführt werden. Dies dient der Abschätzung zukünftig erforderlicher Budgets zur Behebung der Fehlstelle oder der Erneuerung von Leitungsabschnitten.



Quelle: RBS wave GmbH 2013

Abb. 3: Zeitlicher Verlauf von KKS-Messwerten in einem Schutzbereich



Quelle: RBS wave GmbH 2013

Abb. 4: Innerstädtisches KKS-geschütztes Gasnetz mit Zustands- und Wichtigkeitsbewertung

Mit der in naher Zukunft zu erwartenden Einführung der sogenannten On-line-Überwachung, d. h. der permanenten Überwachung wichtiger KKS-Parameter mit Hilfe von Fernüberwachungssensoren, die in der Lage sind, diese Parameter mit einer sehr hohen Abtastrate zu erfassen und zeitnah zu verarbeiten, werden sich auch die Möglichkeiten einer diesbezüglichen Zustandsbewertung weiter deutlich erhöhen. Die in DVGW-Arbeitsblatt GW 16 Kategorie 2 c geforderte Erkennung nicht vollständig kathodisch geschützter Umhüllungsfehlstellen kann damit z. B. problemlos realisiert werden. Die Empfindlichkeit derartiger Systeme ist dabei so groß, dass selbst geringfügige Veränderungen der Rohrleitungsumhüllung, z. B. durch Fremdeinwirkung, erkannt werden können, sodass sie auch als Warnsysteme für eventuelle die Rohrleitung gefährdende Fremdeinwirkungen dienen können.

In der Praxis hat es sich als nützlich erwiesen, zusätzlich zu den KKS-Messwerten weitere Informationen über die Rohrleitung für die Zustandsbewertung heranzuziehen. Dies können Informationen zur Lage der Leitung in Bezug zu Straßen oder Gebäuden sein, das Alter und daraus abgeleitet eine Versagenswahrscheinlichkeit oder die Wichtigkeit einer Leitung und daraus deren Bezug auf die Versorgungssicherheit oder die Anzahl kritischer

Bauteile. Liegen diese Informationen zu einem Leitungsabschnitt vor, kann eine Zustandsbewertung nach DVGW-Merkblatt GW 18 Anhang D gewählt werden:

- Aus der hydraulischen Rohrnetzrechnung wird die Ausfallleistung der Leitung berechnet.
- Durch die geografische Verschneidung der Leitung mit der ALK (automatisierte Liegenschaftskarte) werden der Straßenfaktor, der Risikozuschlag und die Anzahl kritischer Bauteile bewertet.
- Aus dem Alter wird eine Versagenswahrscheinlichkeit berechnet.
- Die KKS-Bewertungszahl gibt wichtige Hinweise zum aktuellen Zustand der Rohrleitung.

In **Abbildung 4** ist eine innerstädtische kathodisch-geschützte Gasleitung abgebildet. Aus den vorhandenen Informationen können zum einen ein Zustand und zum anderen eine Wichtigkeit bestimmt werden. Aus diesen beiden Attributen lässt sich ein Risiko von Leitungsabschnitten bestimmen, auf das mit unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien reagiert wird.

Die zeitliche Veränderung des Zustands kann dabei über eine reine Altersabschätzung, über eine Anpassung von Alterungsfunktionen anhand von Schadensaufzeichnungen oder über Zustandsdaten aus dem Kathodischen Korrosionsschutz berechnet werden. Dazu bieten sich softwaregestützte Asset-Management-Systeme (z. B. PiReM [7]) an. Anhand der Ergebnisse kann ein strategischer Investitionsbedarf berechnet sowie auch eine Prioritätenliste für Leitungsabschnitte für die Mittelfristplanung erstellt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe neuer KKS-Fernüberwachungssysteme wird es zukünftig eine weitere Verbesserung in der Überwachung des Zustands von metallischen

Leitungen geben. Vor allem in städtischen Netzen kann mit Hilfe der Online-Überwachung eine eventuelle Umhüllungsbeschädigung erkannt und durch die in der Regel vorliegenden Grabungsmeldungen von Baufirmen die Lage der Beschädigung rasch eingegrenzt und beseitigt sowie der Verursacher festgestellt werden. ■

Literatur:

- [1] Schwab, K. (2012) The Global Competitive Report, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf
- [2] Verordnung über die Entgelte für den Zugang zu Gasversorgungsnetzen (2005), BGBl. I S. 2197, Zuletzt geändert durch Art. 5 V v. 3.9.2010 I 1261
- [3] DVGW-Arbeitsblatt G 401 (1999) Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Gasverteilungsnetzen, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn
- [4] DVGW-Merkblatt GW 18 (2013) Zustandsbewertung von kathodisch geschützten Rohrleitungen der Gas- und Wasserversorgung, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn
- [5] DVGW-Arbeitsblatt GW 10 (2008) Kathodischer Korrosionsschutz (KKS) erdverlegter Lagerbehälter und Rohrleitungen aus Stahl – Inbetriebnahme und Überwachung, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn
- [6] DVGW-Arbeitsblatt GW 16 (2008) Kathodischer Korrosionsschutz erdverlegter Lagerbehälter und Rohrleitungen aus Stahl – Fernüberwachung, DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Bonn
- [7] PiReM – Pipe Rehabilitation Management, www.pirem.de

Die Autoren

Dr.-Ing. Gerald Gangl arbeitet bei der RBS wave GmbH in Stuttgart und ist als Bereichsleiter Consulting verantwortlich für die Beratung von Versorgungsunternehmen im Thema Netzmanagement Gas, Wasser, Fernwärme und Strom.

Rainer Deiss ist bei der EnBW Regional AG zuständig für den Korrosionsschutz.

Kontakt:

Dr.-Ing. Gerald Gangl
RBS wave GmbH
Kriegsbergstr. 32
70174 Stuttgart
Tel.: 0711 128484 14
E-Mail: g.gangl@rbs-wave.de
Internet: www.rbs-wave.de

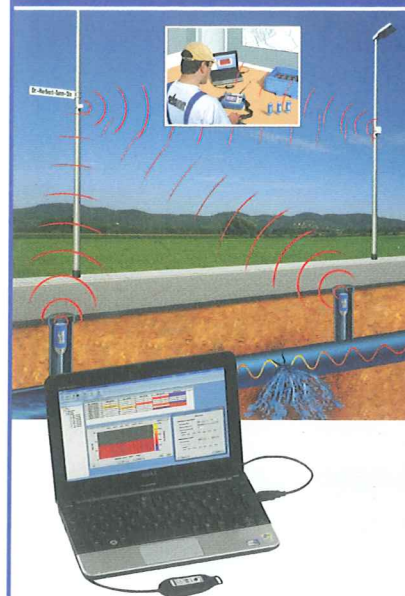
Dipl.-Phys. Rainer Deiss
EnBW Regional AG
Kriegsbergstr. 32
70174 Stuttgart
Tel.: 0711 289-47414
E-Mail: r.deiss@enbw.com
Internet: www.enbw.com/reg

sebaKMT

Ein Mitglied der Megger Gruppe

Sebalog N-3

Netzwerkfähiger
Geräuschpegellogger

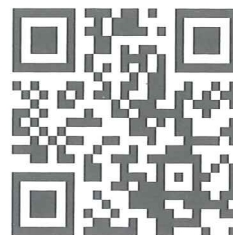


Leck-Monitoring

Automatische
Netzüberwachung



Für weitere Infos
bitte einfach den
QR-Code scannen.



www.sebakmt.com/n-3