

## **II/11 Materialtechnische Zustandsbewertung als Grundlage für die Rehabilitationsplanung**

**Dr.-Ing. Hans-Christian Sorge**

Im DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 wird zur Gewährleistung einer sicheren und qualitativ einwandfreien Trinkwasserversorgung eine zustandsorientierte Instandhaltung von Wasserverteilungsanlagen gefordert. Die hierzu notwendige Erfassung und Bewertung des Ist-Zustands der Anlagen orientiert sich zurzeit an der Prognose von Schadensraten bzw. Wasserverlusten und an der Ermittlung zugehöriger Betriebs- und Instandhaltungskosten. Der hier behandelte Ansatz für eine erweiterte technische Zustandsbewertung der Rohrsubstanz liefert detaillierte Kenntnisse in Form von Schädigungszahlen und weiteren Parametern. Die darauf basierende Prognose der technischen Nutzungsdauer unterstützt und verbessert die Planung von Rehabilitationsmaßnahmen.

### **1. Rehabilitationsstrategie und technische Nutzungsdauer**

Die Substanzerhaltung und Zuverlässigkeit der Rohrnetze sowie deren zustandsorientierte Instandhaltung sind aktuelle Schwerpunkte in den Versorgungsunternehmen. Zur Umsetzung dieser Punkte dient die Rohrnetzrehabilitation. Dazu notwendige Rehabilitationsstrategien basieren wie beschrieben auf Prognosen von Schadensraten, Wasserverlusten und Nutzungsdauern sowie auf der Ermittlung des erforderlichen Finanzierungsbedarfs und den damit verbunden Netzerneuerungsraten [1]. Die Abschätzung einer allgemeinen Nutzungsdauer von Wasserverteilungsanlagen – insbesondere metallischer Versorgungsleitungen – basiert auf der Prognose von Trends zulässiger und vorhandener Schadensraten. Die Ermittlung bzw. Prognose von Schadensraten stützt sich wiederum auf Auswertungen der Schadenstatistik und Bestandsdaten. Das Ende einer allgemeinen Nutzungsdauer eines Rohrleitungsstrangs ist gemäß Definition in DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 dann erreicht, „...wenn die tatsächliche Schadensrate die zulässige Schadensrate dauerhaft überschreitet“ [2]. Neben dem Trend von Schadensraten bestimmt der technische Zustand der Rohrsubstanz die (technische) Nutzungsdauer und ist direkt abhängig von der Resttragfähigkeit bzw. der restlichen Materialsubstanz des Rohrstrangs. Über die hier vorgestellten materialtechnischen Untersuchungen werden dem entsprechend zusätzlich zu den Schadensdaten der technische Ist-Zustand der Rohrsubstanz, die Resttragfähigkeit und weitere wichtige Parameter zur Zustandsbewertung erfasst.

### **2. Materialtechnische Zustandsbewertung**

Die Prognose der technischen Nutzungsdauer orientiert sich am festgestellten technischen Zustand der Rohrsubstanz. Das Ende der technischen Nutzungsdauer ist erreicht, wenn durch Zustandsverschlechterung der Rohrleitung (z. B. durch Korrosionsprozesse) eine Mindesttragfähigkeit bei entsprechenden Belastungen nicht mehr gegeben ist und die Leitung physisch versagt (Bruch, Riss, übermäßige Verformung). Das Ende der technischen Nutzungsdauer kann außerdem durch übermäßige Wasserverluste aufgrund von Perforierungen (Lochkorrosion) erreicht sein, obwohl die restliche Rohrsubstanz noch tragfähig ist (**Bild 1** und **Bild 2**).



**Bild 1:**  
Tragfähigkeitsverlust durch Querbruch und Risse, physisches Ende der Nutzungsdauer



**Bild 2:**  
Tragfähigkeit vorhanden, jedoch unverhältnismäßig hohe Wasserverluste durch zahlreiche Lochkorrosionsstellen, verteilt auf mehrere Meter

Über die materialtechnischen Zustandsbewertungen werden der Ist-Zustand und Verschwächungen (etwa durch Korrosion) an im Schadensfall geborgenen Rohrproben messtechnisch erfasst und mit einem bestimmten Sollzustand verglichen. Dies geschieht über sog. Schädigungszahlen. **Bild 3** zeigt den wesentlichen Ablauf der materialtechnischen Zustandsbewertung. Folgende Parameter können ermittelt und in einem zugehörigen Prognosekonzept berücksichtigt werden:

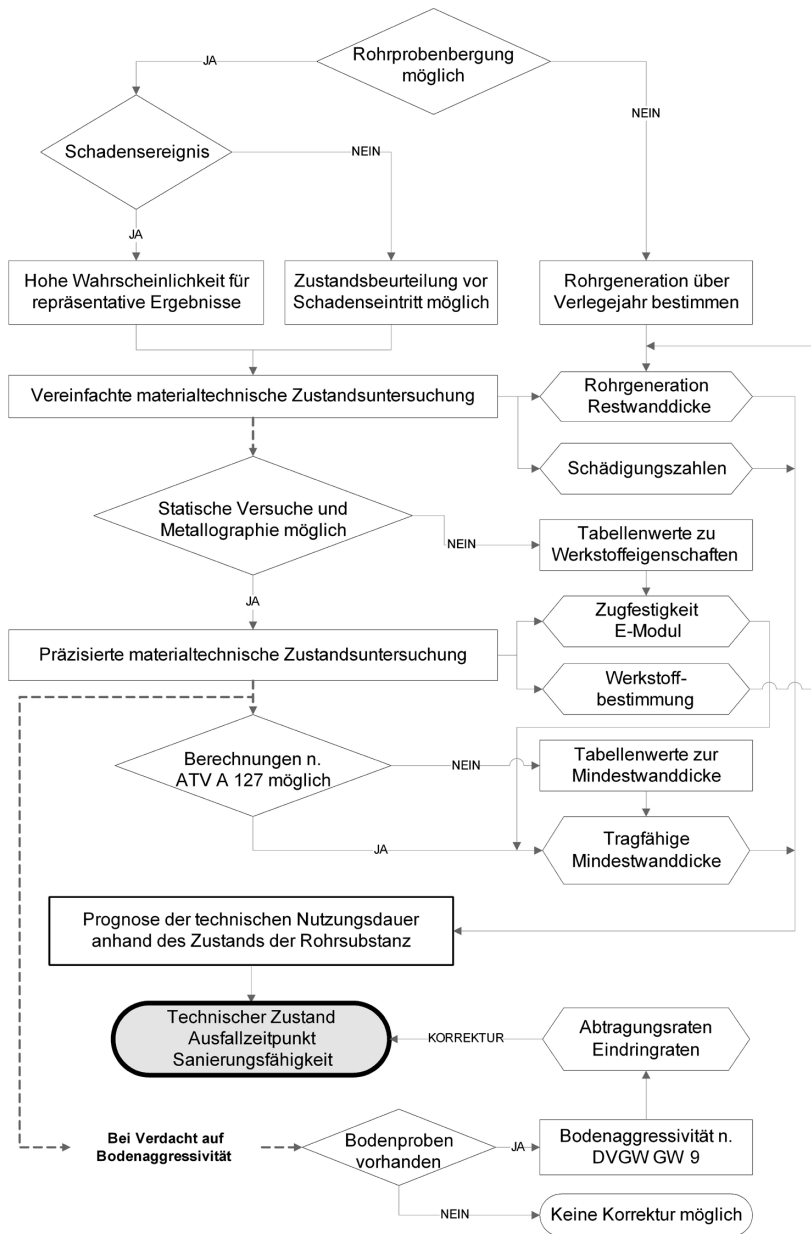
- technischer Ist-Zustand (über Schädigungszahlen)
- statische und metallurgische Werkstoffeigenschaften
- Korrosionsempfindlichkeit des Werkstoffs
- Aggressivität des umgebenden Erdreichs

Der Untersuchungsaufwand ist über die Zuschaltung einzelner Untersuchungsmethoden der Netzgröße anpassbar:

kleines Netz → einfache Untersuchung  
großes Netz → präzisierte Untersuchung

Unter Berücksichtigung der o. g. Parameter und unter Annahme einer annähernd linearen Zustandsverschlechterung wird mit Hilfe des festgestellten technischen Ist-Zustands der Rohrsubstanz die technische Nutzungsdauer prognostiziert. Die technische Nutzungsdauer ist erreicht, wenn nachfolgende Grenzbedingungen überschritten sind [3], [4]:

- die vorhandene Rohrsubstanz ist nicht mehr tragfähig (Unterschreitung Mindest-Zustand)
- Perforierungen sind nicht mehr durch geeignete Sanierungsverfahren überbrückbar (z. B. durch Zementmörtelauskleidung)
- spröde Rohrwerkstoffe wie Grauguss weisen Risse auf



**Bild 3:** Ablaufschema der materialtechnischen Zustandsbewertung zur Prognose und der technischen Nutzungsdauer

Beide Varianten zur Prognose von Nutzungsdauern (Trends von Schadensraten; Resttragfähigkeit der Rohrsubstanz) sind miteinander abzugleichen. So ist z. B. erkennbar, ob die über zulässige Schadensraten prognostizierte Nutzungsdauer bereits im Vorfeld durch den Verlust der Tragfähigkeit der entsprechenden Leitung begrenzt wird.

### 3. Implementierung der Zustandsbewertung

Die Ergebnisse der materialtechnischen Zustandsbewertungen lassen im Vergleich zur Zustandsbeurteilung aufgrund von Schadensraten eine Rohrnetzbewertung zu, ohne dass sichtbare Schäden eintreten müssen. Voraussetzung ist eine Rohrprobenbergung, welche nicht aufgrund von Schäden sondern im Zuge von Baumaßnahmen am Netz veranlasst wurde (z. B. Armaturentausch, Einbindungen). So ist bereits vor Schadenseintritt eine entsprechende Sanierungsmaßnahme zur Optimierung bzw. Verlängerung der Restnutzungsdauer planbar. Weiterhin ist über die Ermittlung der Resttragfähigkeit im Schadensfall ein Sanierungsverfahren auswählbar, welches auf den technischen Zustand der entsprechenden Leitung abgestimmt ist. Durch diese Alternative erschließen sich dem Versorgungsunternehmen bzw. Netzbetreiber im Vergleich zu einer Leitungserneuerung Kosteneinsparpotenziale von ca. 15 bis 50 % und eine Verlängerung der technischen Nutzungsdauer von ca. 30 bis 50 Jahre [5].

Eine anwenderorientierte Nutzung der materialtechnischen Zustandsbewertung wurde inzwischen erfolgreich in Zusammenarbeit mit entsprechenden Instituten und WVU begonnen und fortgeführt. Die Implementierung der materialtechnischen Zustandsbewertung nach dem hier entwickelten Verfahren hat sich in den entsprechenden WVU als hilfreiches Werkzeug zur Verbesserung und Optimierung der Planung von Instandhaltungsmaßnahmen bewährt. Die nachfolgenden Abbildungen (**Bild 4** und **Bild 5**) verdeutlichen die Notwendigkeit des Erkennens und Einschätzen von Rohrschäden sowie den Nutzen einer gezielten Untersuchung und Bewertung der Rohrsubstanz.



**Bild 4:** Rohrprobenstück vor der Untersuchung. Die Rohrwand weist keine offensichtlichen Schäden auf.



**Bild 5:** Rohrprobenstück nach Freilegen der blanken Oberfläche durch Sandstrahlung. Die Schädigungen der Rohrsubstanz durch graphitierte Bereiche werden sichtbar.

Die Ergebnisse der Zustandsbewertung, wie z. B. der Schädigungsgrad oder Tragfähigkeitsreserven eines Rohrstrangs tragen zu einer Präzisierung der Nutzungsdauerprognose bei. Dadurch werden Entscheidungen zur Festlegung von Rang- und Reihenfolge von Rehabilitationsmaßnahmen sowie zugehörige Investitionsplanungen auf eine sichere Datenbasis gestellt.

#### **4. Nachhaltiger Substanzerhalt**

Es wird vorausgesetzt, dass im Schadensfall und anschließender materialtechnischer Zustandsbewertung mit hoher Wahrscheinlichkeit die Stelle mit den größten Verschwächungen und somit den geringsten Ist-Zustand am Rohrleitungsabschnitt analysiert wird. Die Übertragbarkeit der ungünstigsten Untersuchungsergebnisse inkl. der Prognose der technischen Nutzungsdauer auf den gesamten zugehörigen Rohrleitungsabschnitt bei annähernd gleichen Verlegebedingungen (Rohrwerkstoff, Korrosionsschutz, Bodenaggressivität) liegt somit auf der sicheren Seite. Die technische Zustandsbewertung und die darauf basierende Prognose der technischen Nutzungsdauer erfüllt die Forderung nach „Erhaltung der Substanz und der Güte der Wasserverteilungsanlagen“ [2]. Dies wird über die Möglichkeit der frühzeitigen Erkennung von Schwachstellen (Verschwächungen an der Rohrschubstanz) und darauf abgestimmten Instandhaltungs- bzw. Rehabilitationsmaßnahmen erreicht.

Das hier vorgestellte Verfahren der materialtechnischen Zustandsuntersuchung leistet einen effektiven Beitrag zur Umsetzung der Forderung nach zustandsorientierter Instandsetzung der Wasserverteilungsanlagen sowie der Qualitätssicherung der Trinkwasserversorgung gemäß DVGW-Arbeitsblatt W 400-3.

#### **Literatur**

- [1] Leuscke, L.; Zenz, T.: DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 „Betrieb und Instandhaltung von Wasserverteilungsanlagen“ in: DVGW (Hrsg.), energie | wasser-praxis, 57 (2006), Nr. 11, S. 14–18
- [2] DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 (Entwurf): Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen, Teil 3: Betrieb und Instandhaltung, Ausgabe 09/06, WVGW-Verlag, Bonn
- [3] Sorge, H.-C.: Technische Zustandsbewertung metallischer Wasserversorgungsleitungen als Beitrag zur Rehabilitationsplanung. Dissertation (Entwurf), Erfurt/Weimar, 2006
- [4] Böhm, A.: Betrieb, Instandhaltung und Erneuerung des Wasserrohrnetzes. Schriftenreihe Wasserversorgungs- und Abwassertechnik, Vulkan-Verlag, Essen, 1993
- [5] Conradin, F.; Hahn, H.-H.: Handbuch Wasserversorgungs- und Abwassertechnik, Band 1 – Rohrnetztechnik. 6. Ausgabe, Vulkan-Verlag, Essen, 1999

**Verfasser:** Dr.-Ing. Hans-Christian Sorge  
Bereich Wassernetze  
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs-  
und Entwicklungsgesellschaft mbH, Regionalstandort Rhein-Main  
Justus-von-Liebig-Straße 10  
64584 Biebesheim am Rhein  
Telefon: (0 69) 25490 – 8020  
Telefax: (0 69) 25490 – 8009  
e-mail: c.sorge@iww-online.de