

Netzstrategien für Betreiber von Energienetzen

– Prozess zur Instandhaltungsplanung – Teil 2 von 4



Quelle: pixel-kraft – Fotolia.com

Der **Planungsprozess** der Instandhaltung ist grundlegende Voraussetzung zur Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen und Teil des Instandhaltungsprozesses im Unternehmen. Der Aufbau und die Implementierung eines Instandhaltungsprozesses in den Prozessablauf eines Netzbetreibers wurde bereits in Teil 1 dieser vierteiligen Reihe beschrieben [1]. Dieser Beitrag stellt den Planungsprozess der Instandhaltung im Detail vor, zeigt die Verantwortlichkeiten und Zusammenhänge der beteiligten Rollen **Asset Manager** und **Asset Service** auf und verdeutlicht den Prozessablauf anhand von Erfahrungen.

von: Dr. Dirk Drescher (Stadtwerke Hanau), Dr. Günter Walther (Thüga Aktiengesellschaft) & Hans Gaugler (Stadtwerke München)

Nachdem im Teil 1 [1] die verschiedenen, am Instandhaltungsprozess beteiligten Rollen und Akteure in einem Unternehmen und deren Aufgaben vorgestellt wurden, widmet sich der 2. Teil dem Planungsprozess der Instandhaltung. Auf Grundlage des DVGW-Merkblattes G 403 „Entscheidungshilfen für die Instandhaltung von Gasverteilnetzen“ wird erläutert, wie ein Netzbetreiber auf Basis einer vom Asset Owner vorgegebenen Netzstrategie eine langfristige Instandhaltungsstrategie entwickeln, in eine mittelfristige Instandhaltungsplanung überführen und durch kurzfristige Instandhaltungsmaßnahmen umsetzen kann.

Der grundlegende Planungsprozess der Instandhaltung ist in **Abbildung 1** dargestellt. Die Hauptakteure in diesem Planungsprozess sind das Asset Management und der Asset Service. Während das

Asset Management die Teilprozesse „langfristige Instandhaltungsstrategie“ und „mittelfristige Instandhaltungsplanung“ abdeckt, kümmert sich der Asset Service um die Detailplanung und Umsetzung der „kurzfristigen Instandhaltungsmaßnahmen“.

Die grundsätzliche Vorgehensweise zur Ermittlung einer langfristigen Instandhaltungsstrategie und der mittelfristigen Instandhaltungsplanung sind im DVGW-Merkblatt G 403 in verschiedenen Detailtiefen erläutert, weshalb immer wieder darauf referenziert wird, ohne die grundsätzliche Vorgehensweise nochmals zu erläutern. Vielmehr werden praktische Umsetzungshilfen und Erfahrungen für den Entwicklungsprozess dargestellt, die auch für andere Sparten gelten.

Entwicklung einer langfristigen Instandhaltungsstrategie

Der Asset Manager hat im Planungsprozess zwei Aufgaben wahrzunehmen. In seiner strategischen Aufgabe ist er für die Ermittlung der langfristigen Instandhaltungsstrategie verantwortlich. In der zweiten, taktischen Aufgabe hat er die mittelfristige Instandhaltungsplanung umzusetzen.

Für die Entwicklung der langfristigen Instandhaltungsstrategie hat sich der Asset Manager an den Vorgaben des Asset Owners aus der Netzstrategie zu orientieren. Diese Vorgaben beschreiben die Überführung der jetzigen Struktur und des jetzigen Zustand des Netzes in eine Zielstruktur und einen Zielzustand und die damit verbundenen sowohl technischen als auch wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Die technischen Rahmenbedingungen legen dabei die Instandhaltungstechnologien und die zulässigen technischen Risiken fest, an denen sich der Instandhaltungsprozess orientieren muss. Mit den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen legt der Asset Owner die zulässigen wirtschaftlichen Risiken und das Instandhaltungsbudget sowie die Aktivierungspolitik fest. Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind voneinander abhängig und ergeben sich aus einem iterativen Abstimmungsprozess zwischen Asset Owner und Asset Manager.

Der Asset Manager hat nun die Aufgabe, unter Einhaltung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine Instandhaltungsstrategie zu entwickeln. Diese beruht im Wesentlichen auf der Prognose des zukünftig notwendigen Instandhaltungsbedarfs der Betriebsmittel. Der Instandhaltungsbedarf bestimmt sich hauptsächlich aus den zu erwartenden Nutzungsverhalten der Betriebsmittel. Der Asset Manager ermittelt also in einem ersten Schritt die Nutzungsverhalten seiner Betriebsmittel. In der Praxis ist das gar nicht so einfach, da weder die physikalischen Zusammenhänge der beeinflussenden Faktoren noch die Faktoren selbst im Netz hinreichend genau bekannt sind, um daraus wissenschaftlich exakt den Alterungsprozess der Betriebsmittelgruppen vorherzusagen und daraus ein exaktes Nutzungsverhalten abzuleiten.

Erfahrungsgemäß sind sehr genaue Nutzungsverhalten der Betriebsmittel im Hinblick auf den langfristigen Planungshorizont der Instandhaltungsstrategie von mehreren Jahrzehnten nicht erforderlich. Vielmehr reicht es aus, Nutzungs-

verhalten zu verwenden, die das Schadensniveau und die Schadensentwicklung entsprechend dem Betriebsmittelalter hinreichend genau beschreiben. Dem Asset Manager dienen also abgeschätzte Nutzungsverhalten zur Prognose des Instandhaltungsbedarfs. Eine hinreichend genaue Abschätzung von Nutzungsverhalten kann z. B. durch empirische oder statistische Methoden erfolgen. Diese werden in der Praxis meist genutzt, da sie es auf recht einfache Weise ermöglichen, eine große Anzahl von Betriebsmittelverhalten in annehmbar kurzer Zeit zu ermitteln. Die Methoden sind im DVGW-Merkblatt G 403 im Anhang E und im Anhang F erläutert.

Um statistische Methoden zur Ermittlung von Nutzungsverhalten anwenden zu können, müssen Informationen über die Betriebsmittel vorliegen. Zu diesen Informationen zählen mindestens die Bestandsdaten, die die Betriebsmittel selbst beschreiben, und die Schadensdaten, die ein Schadensereignis zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreiben. Dokumentierte sonstige Zustandsdaten können die Abschätzung von Nutzungsverhalten im Einzelfall noch verbessern, spielen aus Erfahrung hierfür aber eher eine untergeordnete Rolle.

Bei der statistischen Auswertung der Bestands- und Schadensdaten (Ereignisdaten) muss der Asset Manager darauf achten, dass neben der richtigen statistischen Methode auch die auszuwertenden Daten in einer statistisch verwertbaren

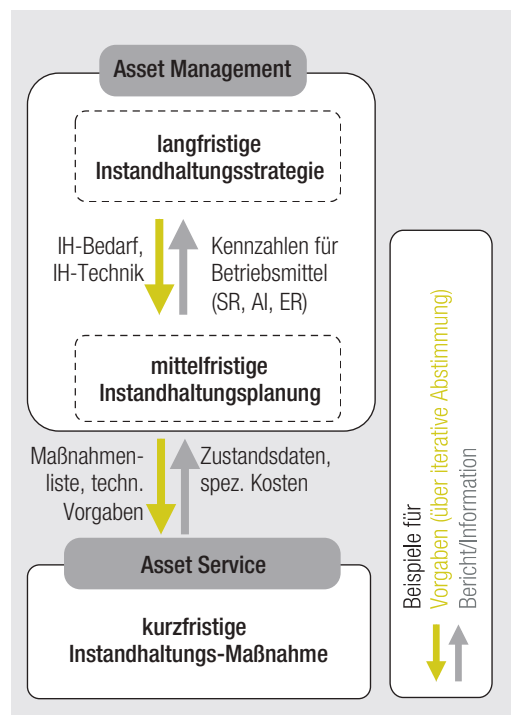


Abb. 1: Planungsteilprozess der Instandhaltung zwischen Asset Management und Asset Service

Form vorliegen. D. h. die Daten müssen repräsentativ für die jeweiligen betrachteten Betriebsmittel sein. Deshalb ist es sinnvoll, Betriebsmittel, die ein gleiches oder ähnliches Nutzungsverhalten erwarten lassen, in Gruppen zusammenzufassen. Der Vorteil ist, dass dadurch die statistisch auswertbare Datenbasis vergrößert wird. Der Nachteil besteht allerdings darin, dass danach Rückschlüsse auf Einzelbetriebsmittel nicht mehr möglich sind. Dieser Nachteil ist aber für die langfristige Instandhaltungsstrategie, bei der sowieso nur Aussagen über das grundsätzliche Verhalten der Betriebsmittel im langfristigen Betrachtungszeitraum getroffen werden, nicht von Bedeutung.

Durch die Einteilung in Betriebsmittelgruppen werden jedem Betriebsmittel in der Gruppe die gleichen Eigenschaften in Bezug auf Nutzungsverhalten und Instandhaltungsbedarf zugeordnet. Für jede Betriebsmittelgruppe gibt es demnach ein spezifisches Nutzungsverhalten, wobei durchaus zwei verschiedene Betriebsmittelgruppen das gleiche Nutzungsverhalten besitzen können. Dies kommt z. B. dann vor, wenn Betriebsmittelgruppen zusätzlich nach strategischen Kriterien, wie z. B. Netzgebiet, unterschieden werden, die keinen Einfluss auf das Nutzungsverhalten haben. Gerade die strategischen Unterscheidungskriterien bringen eine höhere Aussagequalität der Prognoseergebnisse, da hier mehr Ergebnisdetails vorliegen. Mehr Ergebnisdetails sind aber nicht mit höherer Ergebnisgenauigkeit zu verwechseln. Ein höherer Detailgrad der Prognoseergebnisse bringt wertvolle Zusatzinformationen, die gerade bei Weiterverwendung der Ergebnisse in nachgeschalteten Prozessen, wie Konzessionsmanagement oder Renditebetrachtungen, ihre Stärken ausspielen können. Die höhere Detailtiefe verursacht aber auch einen höheren Datenauf- und -verarbeitungsaufwand. Mit zunehmender IT-Unterstützung bei der Datenauswertung und -verarbeitung rückt dieser Nachteil jedoch in den Hintergrund. Der daraus resultierende Informationsgewinn rechtfertigt aus praktischen Erfahrungen den Mehraufwand.

Die Genauigkeitsanforderungen an das Nutzungsverhalten orientieren sich daran, inwieweit das Nutzungsverhalten die Instandhaltungsbedarfsprognose beeinflusst. Der Einfluss eines Nutzungsverhaltens auf das Prognoseergebnis ist abhängig vom Betriebsmittelbestand. Ein Nutzungsverhalten, dem nur eine kleine Menge von Betriebsmitteln zugehörig ist, wird das Prognoseergebnis ebenso wenig beeinflussen, wie eine große Betriebsmittelmengende, deren Nutzungsverhalten einen sehr niedrigen Instandhaltungsbedarf im Betrachtungszeitraum beschreibt. Gerade bei neuen Betriebsmitteln, z. B. Kunststoffrohren, deren Nutzungsende jenseits des Prognosezeitraums zu erwarten ist, ist dieser Fall gegeben. Das Prognoseergebnis wird sich also nicht maßgeblich ändern, wenn das Nutzungsdauerende zehn Jahre früher oder später angenommen wird.

Im DVGW-Merkblatt G 403 ist beschrieben, wie die ermittelten Nutzungsverhalten in Wahrscheinlichkeitsfunktionen für z. B. Reparatur- oder Rehabilitationsbedarf überführt werden können, die dann direkt zur Parametrierung einer Instandhaltungssoftware dienen.

Eine einfache Kontrollmöglichkeit, ob die Nutzungsverhalten der Betriebsmittelgruppen hinreichend genau ermittelt worden sind, ergibt sich aus dem prognostizierten Instandhaltungsbedarf im ersten Prognosejahr. Der ermittelte Instandhaltungsbedarf (Inspektionen, Wartungen und Schadensaufkommen) muss zu Beginn der Prognose den realen Verhältnissen entsprechen. Dann, so haben Sensitivitätsanalysen gezeigt, sind die Prognoseergebnisse für die nächsten 15 Prognosejahre belastbar.

Nachdem der Asset Manager eine langfristige Instandhaltungsstrategie ermittelt hat, die sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Vorgaben des Asset Owners berücksichtigt, erarbeitet er aus den Prognoseergebnissen die Vorgaben für die mittelfristige Instandhaltungsplanung.

Diese Vorgaben können wieder in technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen unterteilt werden und werden im Allgemeinen als Paket für den mittelfristigen Zeitraum von ca. fünf Jahren gebündelt. Die technischen Vorgaben beschreiben den mittelfristigen Instandhaltungsbedarf in Menge und die zu verwendende Instandhaltungstechnologie. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind das dafür zur Verfügung stehende Budget und die vom Asset Owner vorgegebene Aktivierungspolitik, d. h. ob es sich bei den Maßnahmen um Investitionen oder Aufwand handelt. Diese Vorgaben können sich grob auf das gesamte Netz oder detailliert auf bestimmte Betriebsmittelgruppen beziehen. Je detaillierter die Vorgaben ausfallen, desto weniger Aufwand muss in die Erarbeitung der Prioritätenliste für die Instandhaltungsmaßnahmen gesteckt werden.

Mittelfristige Instandhaltungsplanung

Die mittelfristige Instandhaltungsplanung wird ebenfalls durch den Asset Manager durchgeführt. Die Aufgabe besteht darin, den in der langfristigen Instandhaltungsstrategie erarbeiteten Instandhaltungsbedarf für die Betriebsmittelgruppen in Instandhaltungsmaßnahmen für die einzelnen Betriebsmittel zu überführen. Im Gegensatz zur langfristigen Instandhaltungsstrategie werden hier einzelne Betriebsmittel, d. h. Leitungsabschnitte, Armaturen oder Anlagen, betrachtet. Dies erfordert eine Bewertung jedes einzelnen Betriebsmittels im Netz, um so den Instandhaltungsbedarf zu priorisieren. Durch eine Betriebsmittelbewertung wird der aktuelle Instandhaltungsbedarf in Bezug zu anderen Betriebsmitteln bewertet. Instandhaltungsbedarfe, die sich rein aus strategischen Überlegungen heraus ergeben, können hierdurch nicht identifiziert werden. Dies erklärt, warum im Prozess zur Ermittlung einer langfristigen Instandhaltungsstrategie in der Regel keine Bewertungen auf Basis von Einzelbetriebsmitteln zum Einsatz kommen.

Zunächst legt der Asset Manager die instandhaltungsrelevanten Bewertungskriterien fest. Die Kriterien müssen den Netzzustand charakterisieren und sind somit für jedes Unternehmen individuell festzulegen. Wichtig ist, dass die angesetzten Kriterien für alle gleichzeitig zu bewertenden Betriebsmittel zur Verfügung stehen. Eine belastbare Schadensstatistik ist daher erforderlich. Kriterien für nicht kathodisch geschützte Leitungen sind z. B.:

- Schadensanzahl
- Gruppenspezifische Schadensrate
- Schadensfolgedichte
- Bedeutung des Betriebsmittels
- Dimension
- Äußerer Zustand
- Netzhydraulik
- Weitere lokale Besonderheiten, die Einfluss auf das Betriebsmittel haben

Sollten für nicht kathodisch geschützte Leitungen keine bzw. nur einzelne Schadensinformationen vorhanden sein, kann für eine erste Bewertung auch das Betriebsmittelalter herangezogen werden.

Kathodisch geschützte Rohrleitungen werden zustandsorientiert instand gehalten [2], wodurch es Sinn machen kann, den Erneuerungsbedarf aus der langfristigen Instandhaltungsstrategie auszuklammern, da bei diesen Leitungen eine Begrenzung der Nutzungsdauer theoretisch zu vernachlässigen ist (Korrosionsabtrag maximal 10 µm/a). Die Bewertung kathodisch geschützter Rohrleitungen erfolgt im Rahmen einer mittelfristigen Instandhaltungsplanung. Die Priorisierung erfolgt in der Regel nach der Bewertung von Zustandskriterien, wie Schutzpotenzial und mittlere Schutzstromdichte nach DVGW-Arbeitsblatt GW 10 „Kathodischer Korrosionsschutz (KKS) erdverlegter Lagerbehälter und Rohrleitungen aus Stahl – Inbetriebnahme und Überwachung“.

Die Zustandsbewertung unter Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes beruht zwar wie bei nicht

kathodisch geschützten Leitungen auf der Beschädigung des Objektes (Umhüllung). Hier verhindert jedoch das darunter liegende Stahlmaterial den sofortigen Schaden und damit den Ausfall des Objektes. Durch den kathodischen Korrosionsschutz wird die freiliegende Stahl-oberfläche im Bereich der Beschädigung nicht nur geschützt, sondern ist darüber hinaus von der Erdoberfläche aus ohne Aufgrabung lokalisierbar. Reparaturen oder Erneuerungsmaßnahmen beschränken sich somit auf die tatsächlich vorliegende Beschädigung.

Das DVGW-Merkblatt G 403 beschreibt die grundlegende Vorgehensweise beim Aufbau einer Zustandsbewertung auf der Basis von KKS-Messdaten und gibt Hinweise darauf, wie diese im Rahmen einer zustandsorientierten Instandhaltung und Instandsetzung verwendet werden kann. Zu beachten ist, dass in der Betrachtung des notwendigen Instandhaltungsbedarfs für die Rohrleitungen auch der Instandhaltungsbedarf der KKS-Anlagen (Anodenfeld, Fremdstromanlage usw.) selbst mit einbezogen wird.

Eine schadensbasierte Zustandsbewertung findet im Falle kathodisch geschützter Leitungen prinzipiell nur dann Anwendung, wenn bislang nicht geschützte Leitungsabschnitte in den KKS überführt und zukünftig einer messwertbasierten Instandhaltungsstrategie unterworfen werden sollen. Während der Zeiträume ohne kathodischen Korrosionsschutz konnte im Bereich von Umhüllungsfehlerstellen ungehindert Korrosion entstehen. Bei der Inbetriebnahme des KKS liegen also gegebenenfalls Vorschädigungen des Stahlrohres vor. Der Korrosionsfortschritt wird anschließend annähernd aufgehalten, es treten jedoch über einen gewissen Zeitraum durch diverse Einflüsse wie z. B. Verkehrslasten oder Bautätigkeiten möglicherweise weiterhin Korrosionsschäden mit Mediumaustritt auf. Als zusätzliches Kriterium für die Priorisierung der Fehlerstellenortung kann das Schadensgeschehen im Netz herangezogen werden. Bereiche mit Schadens-



häufungen werden entsprechend hoch priorisiert. In der Praxis sollten bei der Priorisierung der Betriebsmittel nur so viele Bewertungskriterien wie nötig verwendet werden. Die Bewertungssystematik ist detailliert im DVGW-Merkblatt G 403 auch anhand eines Beispiels beschrieben.

Die Berechnung der Prioritätenliste dauert umso länger, je mehr Betriebsmittel bewertet werden. Teilweise umfassen Versorgungsnetze mehrere hunderttausend Betriebsmittel, z. B. Leitungsabschnitte. Jeder Leitungsabschnitt wird entsprechend der festgelegten Bewertungssystematik bewertet, wodurch die Berechnung komplex und zeitaufwendig wird. Eine Möglichkeit zur Beschleunigung der Berechnung großer Netze ist, die Vorgaben aus der langfristigen Instandhaltungsstrategie detaillierter zu formulieren, d. h., wenn z. B. nicht nur für das gesamte Netz, sondern für Teilnetze oder einzelne Betriebsmittelgruppen Vorgabenpakete geschnürt werden. Dann wird für jedes Vorgabenpaket eine Prioritätenliste erstellt. Der Vorteil von mehreren (parallelen) Prioritätenlisten besteht darin, dass die Al-

gorithmen zur Priorisierung an die Betriebsmittelgruppen spezifisch angepasst und dadurch einfach gehalten werden können.

Wenn sich die Bewertungssystematiken der Betriebsmittel in Art und Weise stark unterscheiden, sollten verschiedene Vorgabepakete erstellt werden. Dies ist z. B. für kathodisch und nicht kathodisch geschützte Betriebsmittel der Fall. Detaillierte Beispiele zur Priorisierung sind ebenfalls im DVGW-Merkblatt G 403 enthalten.

Ziel der mittelfristigen Instandhaltungsplanung ist es, diejenigen Betriebsmittel zu identifizieren, für die Maßnahmen, z. B. Erneuerungen, erforderlich sind. Deshalb muss die Prioritätenliste mit den Vorgaben der langfristigen Instandhaltungsstrategie abgeglichen werden, da die Ergebnisse der langfristigen Instandhaltungsstrategie den Umfang des jährlichen Bauprogramms vorgeben. So sollten die hoch priorisierten Betriebsmittel auch aus den Betriebsmittelgruppen stammen, die bei der Prognose der langfristigen Instandhaltungsstrategie auch als Erste im Fokus standen. Sollte dies nicht der Fall sein, sind die Kriterien zu überprüfen bzw. die der Prognose zugrundeliegenden Nutzungsdauern anzupassen.

Aus den mittelfristigen Prioritätenlisten wird unter Berücksichtigung der betrieblichen Erfahrungen und des Finanz- und Ressourcenbedarfs eine mittelfristige Maßnahmenliste abgeleitet. Der Asset Manager beauftragt den Asset Service mit der Umsetzung der Maßnahmenliste.

Kurzfristige Instandhaltungsmaßnahmen

Der Asset Service konkretisiert im ersten Schritt die Maßnahmenliste für das nächste Jahr. Dabei berücksichtigt er z. B. Koordinierungsmaßnahmen (z. B. Straßenausbau, Kanalbaumaßnahmen) oder weitere Synergieeffekte, die sich bei der gemeinsamen Erneuerung mehrerer Versorgungssparten (z. B. Strom,

Gas, Wasser) ergeben. Dadurch kann es zu einer Neusortierung der Maßnahmenliste kommen. Ergebnis der operativen Netzerhaltung ist das Bauprogramm für das nächste Jahr.

Zusammenfassung

Zwingende Voraussetzung für den Aufbau einer langfristigen Instandhaltungsstrategie ist die Dokumentation der Bestands- und Schadensdaten in einem geografischen Informationssystem. Die DVGW-Arbeitsblätter W 402 und G 402 zeigen auf, welche Daten hierfür mindestens zu erfassen und zu dokumentieren sind. Wichtig ist, dass die Informationen vollständig erfasst und qualitätsgesichert werden. Jede Bedarfsprognose und Prioritätenliste ist nur so gut wie die Daten, auf denen die Berechnungen basieren.

Im DVGW-Merkblatt G 403 wird in den Beispielen Schritt für Schritt erläutert, wie eine Bedarfsprognose erstellt wird und wie eine Prioritätenliste berechnet wird. Dazu wurden einfache Excel-Tools erstellt, die auf der DVGW-Mitgliederseite heruntergeladen werden können (s. hierzu auch Teil 1 [1]).

Auf dem Markt wird eine Vielzahl von Instandhaltungssoftware angeboten, die die Energie- und Wasserversorgungsunternehmen in der Entwicklung einer langfristigen Instandhaltungsstrategie und einer mittelfristigen Instandhaltungsplanung unterstützen kann. Bei der Auswahl eines entsprechenden Tools ist darauf zu achten, dass dessen Funktionalität die Netzgröße und die Anzahl der im Netz vorhandenen Betriebsmitteln berücksichtigt sowie den Prozessablauf mit Rollen, Aufgaben, Vorgaben und Informationsflüssen des Netzbetreibers (s. Abb. 1, Teil 1 [1]) abbildet.

Ausblick auf Teil 3

Im dritten Teil der vierteiligen Reihe „Netzstrategien für Betreiber von Energienetzen“ wird die Ermittlung und Verwendung von technischen Kennzahlen,

sogenannten Netzzustandsindikatoren, behandelt, mit denen sich Erkenntnisse zum gegenwärtigen Netzzustand gewinnen lassen und die wichtige Hinweise auf die Wirkung getätigter und zukünftiger Instandhaltungsmaßnahmen geben können. Budgets können mit Hilfe des Netzzustandsmonitorings gezielt eingesetzt und die Auswirkung auf Versorgungssicherheit und Netzqualität transparent dargestellt werden.

Literatur:

- [1] Drescher, D.; Walther, G.: Netzstrategie für Betreiber von Energienetzen – Aufbau und Implementierung eines Instandhaltungsprozesses – Teil 1 von 4; DVGW energie | wasser-praxis 6/2014, S. 12ff.
[2] Gaugler, H.; Wadenstorfer, A.; Steiger, O.: KKS-gestützte zustandsorientierte Instandhaltung von Gasverteilungsnetzen DVGW energie | wasser-praxis 1/2011

Die Autoren

Dr. Günter Walther ist Leiter der Abteilung „Netzstrategie“ bei der Thüga Aktiengesellschaft.

Dr. Dirk Drescher ist Leiter des Bereichs „Technik“ bei den Stadtwerken Hanau.

Hans Gaugler ist Leiter der Fachabteilung „Korrosionsschutz“ bei den Stadtwerken München.

Kontakt:

Dr. Günter Walther
Thüga Aktiengesellschaft
Nymphenburger Str. 39
80335 München
Tel. 089 38197 1225
E-Mail: guenter.walther@thuega.de
Internet: www.thuega.de

Dr. Dirk Drescher
Stadtwerke Hanau
Leipziger Str. 17, 63450 Hanau
Tel: 06181 365-6374
E-Mail: dirk.drescher@stadtwerke-hanau.de
Internet: www.stadtwerke-hanau.de

Hans Gaugler
Stadtwerke München GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
80992 München
Tel.: 089 2361-3600
E-Mail: gaugler.hans@swm.de
Internet: www.swm.de