

Einsatz einer Assetmanagement-Software

Risikoorientierte Instandhaltung von Fernwärmenetzen

Um die Netzinstandhaltungs- und -reinvestitionsplanung zu optimieren, setzt die Salzburg AG eine Assetmanagement-Software ein. Auf der Grundlage von Netzdaten lassen sich mit der Software die unterschiedlichen Anforderungen in Szenarien darstellen, so dass der Assetmanager daraus die optimale Vorgehensweise für die jeweilige Situation ableiten kann. Mit der Verknüpfung mit einem GIS und der Darstellung weiterer Sparten kann eine Gesamterneuerungsstrategie erarbeitet werden.

Fernwärmenetze gibt es in Deutschland schon seit mehr als 80 Jahren. Beim überwiegenden Anteil der Netze handelt es sich um Heißwassernetze, nur ein geringer Anteil wird als Dampfnetz betrieben. Laut AGFW [1] umfasst die Länge der Heißwassernetze rd. 18 800 km, jene der Dampfnetze rd. 750 km, diese verteilen sich auf 210 Fernwärmeversorgungsunternehmen. In Österreich beträgt die Länge der Fernwärmenetze lt. FGW [2] insgesamt rd. 4 600 km und verteilt sich auf 750 Unternehmen.



Ing. Johannes Egger, Salzburg AG, Salzburg/Österreich, Dr.-Ing.
Gerald Gangl, RBS Wave GmbH, Stuttgart, Dr.
Stephan Richter, GEF Ingenieur AG, Leimen



Die Salzburg AG (Fernwärmenetz) bzw. Salzburg Netz GmbH (Gasnetz) starteten im Jahr 2012 zur Optimierung der Netzinstandhaltungs- und -reinvestitionsplanung ein Auswahlverfahren zur Einführung einer geeigneten Assetmanagement-(AMM-)Software. Schwerpunkte bei der Produktauswahl waren dabei neben AMM-Kernfunktionalitäten wie Zustands-, Alterungs- und Budgetsimulationen u. a.:

- bestmögliche Kompatibilität des Produkts mit dem Quelldatensystem Smallworld GIS,
- Verfügbarkeit von spartenspezifischen Applikationen,
- vorhandenes Sparten-Know-how des Softwareanbieters/Programmierdienstleisters,
- individuelle Anpassbarkeit des Systems.

Nach diesen Gesichtspunkten wurden verschiedene, kommerzielle Produkte gesichtet, woraus Pipe Rehabilitation Management (Pi-Rem) als erstgereihtes Produkt hervorging, mit dem zu Jahresbeginn 2013 ein Testlauf durchgeführt wurde. Im Verlauf der Testphase wurde rasch klar, dass das Produkt den geforderten Anforderungen entspricht und die gewünschten Ergebnisse erzielt werden können. Auf Basis dieser Erkenntnisse kam es in weiterer Folge Mitte 2013 zum Kauf des Produkts Pi-Rem mit unmittelbarer anschließender definitiver Systemeinführung. Diese geschah mit Unterstützung der Unternehmen RBS Wave GmbH und GEF Ingenieur

AG. Bereits zum Jahresende 2013 lagen erste schlüssige Berechnungsergebnisse vor, die in die aktuellen Budgetplanungen einwirken.

Instandhaltungsstrategien

Für Fernwärme-, Wasser- und Gasleitungen, aber auch für Stromkabel gilt, dass sie über einen langen Zeitraum im Erdreich verlegt sind und ihr Zustand daher nicht direkt erhoben werden kann. Daher bedarf es anderer indirekter Mittel, den Zustand entsprechend zu beschreiben, um darauf eine Instandhaltungsstrategie aufzubauen.

Die Instandhaltung dient dem Ziel, bestimmte Eigenschaften von Anlagen und Betriebsmitteln sicherzustellen. Diese Eigenschaften sind daher als Kenngrößen im Unternehmen zu definieren, da sie zum einen die Erfüllung des Versorgungsauftrags der Kunden garantieren sollen und zum anderen das wirtschaftliche Ergebnis des Versorgers deutlich beeinflussen.

Die Regelwerke und technischen Richtlinien in den Bereichen Fernwärme [3], Wasser [4], Gas [5] und Strom [6] teilen die Instandhaltungsarten in folgende grundsätzliche Gruppen ein:

- ereignisorientierte, reaktive Instandhaltung, Ausfallstrategie,
- vorbeugende, präventive Instandhaltung, Präventivstrategie,
- zustandsorientierte Instandhaltung, Inspektionsstrategie,
- prioritätenorientierte Instandhaltung [6].

Die Analyse von Instandhaltungsergebnissen sowie der Störungs- und Schadensstatistik kann zur Kosten-Nutzen-Kontrolle und zur Identifizierung von Einsparpotenzialen verwendet werden. Die Erkenntnisse können allerdings erst mit Zeitverzögerung in einen Optimierungsprozess einfließen, wenn z. B. das Betriebsverhalten durch zusätzliche Alterungseffekte beeinflusst wird.

Umsetzung einer risikoorientierten Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategie

Ziel der Pi-Rem-Systemeinführung war es, die Basis für eine optimal auf die Unternehmenssituation angepasste mittel- und langfristige, risikoorientierte Instandhaltungs-

und Erneuerungsstrategie zu bilden. Die Umsetzung ist dabei in folgenden Schritten durchgeführt worden:

- Abstimmung Datengrundlage,
- Gruppierung auf Grundlage von Betriebserfahrungen und AGFW-Richtwerten,
- Vorbewertung, Alterungsverhalten und Zustandsdaten,
- Wartungs-/Instandhaltungskosten, kaufmännische Parameter,
- Abstimmung von Szenarien als Grundlage für die Strategieableitung.

Datengrundlage

Als Stand der Technik kann angenommen werden, dass zumindest das Versorgungsnetz lagemäßig digital in einem geografischen Informationssystem (GIS) oder Netzinformationssystem (NIS) vorliegt. Hier sollten zumindest Informationen über Baujahr, Material, Länge des Abschnitts und Nennweite geführt werden. Für eine Auswertung mit anderen Maßnahmen ist die Mitführung von Straßennamen hilfreich. Nicht selten werden in einem Versorgungsunternehmen neben dem GIS die Netzdaten parallel auch in kaufmännischen Tools geführt, um dort Attribute in Bezug auf Buchwert, Neubaukosten, Reparaturkosten, Aufwand für Inspektion oder Wartung abzubilden.

Die Daten zu den Fernwärmenetzen der Salzburg AG in der Stadt Salzburg sowie im Bundesland Salzburg sind im GIS verfügbar. In der Auswertung wurden sowohl Verlegesysteme als auch Bauteile wie Schächte, Armaturen, Pumpen oder Kompensatoren berücksichtigt. Für Armaturen und Bauwerke waren zusätzlich Zustandsdaten aus Vor-Ort-Begehungen sowie teilweise Schadensdaten für die Verlegesysteme verfügbar.

Um eine Rehabilitationsplanung durchführen zu können, sind geometrische und hydraulische Grundinformationen, z. B. Verlegesystem, Durchmesser, Baujahr, Temperatur, notwendig. Diese dienen der Untergliederung des Gesamtnetzes in aussagekräftige Gruppen, um hier systemspezifische Alterungsprozesse verursachergerecht zuzuweisen.

Kaufmännische Daten zu Wartungs-, Instandhaltungs-, Reparaturkosten oder Re-Investionskosten sind dabei im SAP abgelegt, wobei

hier zusätzlich auch eine Schnittstelle mit dem GIS vorlag, die den Austausch zwischen den zwei Systemen auf einfache Weise ermöglicht hat.

Die Erfahrung der Verfasser zeigt, dass für die Umsetzung einer AMM-Software zur Entwicklung einer zustands- und risikoorientierten Instandhaltungsstrategie eine digitale Datengrundlage (SAP, GIS) Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung ist.

Gruppenbildung

Um ein Versorgungsnetz in aussagekräftige Gruppen unterteilen zu können, ist es notwendig, mögliche Einflussfaktoren auf das Ausfallverhalten zu definieren. In der Regel kann zwar theoretisch eine Vielzahl an Faktoren eine Rolle spielen, in der Praxis sind aber nicht alle diese Faktoren sofort vom Unternehmen verfügbar. Bei der Salzburg AG lagen die in *Tafel 1* dargestellten Informationen für eine Gruppierung vor.

Anzeige



... Qualität ist unsere Stärke



KUNSTSTOFFMANTELROHR

- starre und flexible Fernwärmerohrsysteme
- Doppelrohrsysteme
- Pex-Systeme
- Spirorohr
- Zubehör für Fernwärmeleitungen

SERVICE

- Nachisolierung
- Herstellung von Formteilen/Sonderbauteilen
- NEU: mit 48-h-Lieferservice**
- Fehlerortung; Thermografie; Lecküberwachung
- Sanierung Fernwärmeleitungen
- Berechnung von komplexen Rohrsystemen (Statik)

QUALITÄT

Zertifizierte Produkte nach ISO 9001:2009 und ISO 14001:2005.





KMR-SERVICE GMBH, WARENER CHAUSÉE 55 B, 17217 PENZLIN
www.kmr-service.de info@kmr-service.de

HAUPTSITZ	VERTRIEB
Tel. 03962 221782	Tel. 03461 814820
Fax 03962 210653	Fax 03461 814821
Mobil 0172 6218609	Mobil 0170 7381889
Rainer.Baum@kmr-service.de	Dietmar.Rost@kmr-service.de

Verlegesystem	Medium	Lage im Verkehrsraum	Schachtmaterial
Baujahr	Einfluss Boden	Eigentum	Schachtart
Nennweite	Einfluss Grundwasser	Antriebsart Armatur	Schachtbelüftung
Mantelrohr	Begehrbarkeit	Pumpenart	Schachtelektrifizierung
Ortsteil	Verlegeart	Kompensatorart	Schachtentwässerung

Tafel 1. Vorliegende Gruppierungskriterien

Hauptstraße & Bus	-20 % ND	ohne Belüftung	-10 % ND
Straße	-10 % ND	im Grundwasser	-10 % ND
Standardnutzungsdauer [2]		Schachtbeispiel ¹⁾	
100 % ND	26 Jahre	-50 % ND	13 Jahre
50 % ND	52 Jahre	-50 % ND	26 Jahre
10 % ND	80 Jahre	-50 % ND	40 Jahre

¹⁾ Lage in Hauptstraße und Bus, begehrbar, im Grundwasser, ohne Entwässerung und Belüftung

Tafel 2. Einflussfaktoren auf die Nutzungsdauer (ND) von Schachtbauwerken der Salzburg AG

Das AGFW-Regelwerk bietet Hilfestellung in der Untergliederung von Verlegesystemen und nennt mögliche Einflussfaktoren auf das Alterungsverhalten. Eine Verfeinerung dieser Gruppierungskriterien wurde auf der Grundlage der in *Tafel 1* aufgelisteten Daten durchgeführt, um die unternehmensspezifischen Einflussfaktoren der Salzburg AG auf das Alterungsverhalten abzubilden.

Alterungsprognose – Anpassung an unternehmensspezifische Daten

Alterungsprozesse lassen sich nach Herz [7] mathematisch als alterungs-

abhängige Wahrscheinlichkeit des Übergangs in schlechtere Zustände beschreiben. Diese Übergangsraten, Sterberaten oder Ausfallraten verändern sich im Laufe des Alters, je nach Material und Beanspruchung, und sind funktional verknüpft mit Überlebenswahrscheinlichkeiten und Lebenserwartung.

Eine Anpassung der Alterungsprozesse mit mathematischen Funktionen ermöglicht es, mit aktuellem Stand einen Erneuerungsbedarf in die Zukunft zu berechnen. Je besser diese Anpassung an die eigene Situation geschieht, desto genauer sind auch mittel- und langfristig abgeleitete Ergebnisse. In der hier

vorgestellten Vorgehensweise wird diese Anpassung in vier Schritten vorgenommen:

- Standard-Alterungsparameter nach AGFW,
- unternehmensspezifische Einschätzung aufgrund betrieblicher Erfahrungen,
- Kalibrierung der Einschätzung anhand eigener Schadensaufzeichnungen,
- Unterstützung der Einschätzung aufgrund von Zustandsbeschreibungen.

Die Einbindung der Erfahrung des Betriebspersonals zum Alterungsverhalten ist dabei ein wesentlicher Faktor. Dabei soll geschätzt werden, ab wann erfahrungsgemäß bei einem bestimmten Verlegesystem die ersten Schäden auftreten bzw. wie lange die Lebensdauer der Leitungen ist.

Im ersten Schritt wurden bei der Salzburg AG die Standardnutzungsdauern des AGFW [2] herangezogen und dafür auf der Grundlage von Erfahrungswerten Abschlagsfaktoren für Einflusskriterien definiert. Auf der Grundlage dieser Vorbewertung wurden entsprechende Alterungsmodelle entwickelt.

In *Tafel 2* ist die Vorgehensweise für ein Schachtbauwerk dargestellt. Durch den Einfluss der Lage, des Grundwassers und der fehlenden Entwässerung und Belüftung reduziert sich die Standardnutzungsdauer um 50 %. Dieser Schachttyp wird in weiterer Folge als »Schacht 1a« bezeichnet.

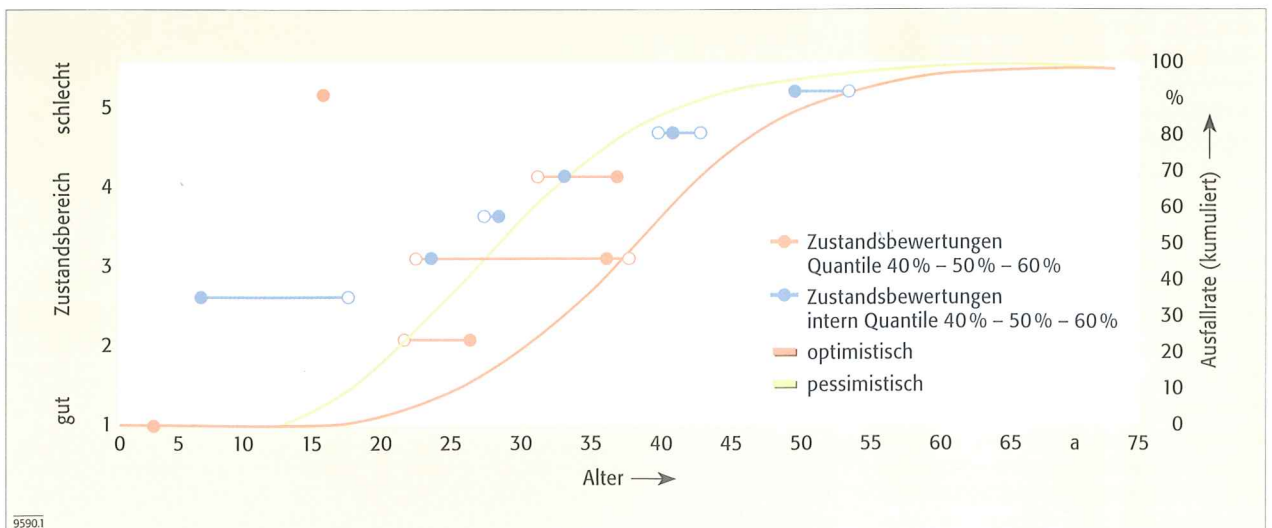


Bild 1. Gegenüberstellung der Vorbewertung und Zustandsdaten für Schachttyp 1a
Zustandsbereich: 1 sehr gut 5 umgehend zu erneuern

In einem nächsten Schritt wurden diese Alterungsmodelle für Verlegesysteme mit Schadensdaten und für Bauteile mit Zustandsdaten verglichen, um hier die Betriebserfahrung mit den zugehörigen Wartungsprotokollen abzustimmen. Hier hat sich gezeigt, dass das AGFW-Standardalterungsverhalten mit Abschlagsfaktoren eine sehr hohe Übereinstimmung mit den vorliegenden Wartungsprotokollen von Schachtbauwerken hat. Bei Armaturen war die Übereinstimmung geringer.

Wie in Bild 1 gezeigt wurde für den Schachttyp 1a der Salzburg AG auf der Grundlage der Vorbewertung (blaue Punkte) und der Zustandsdaten von Wartungsprotokollen (rote Balken) eine Alterungsfunktion angepasst. Somit kann über das Alter der zugehörige statistische Zustand für diesen Schachttyp bestimmt werden.

Auf den Prozess der Zustandsdatenerhebung ist besonderes Augenmerk zu legen, da nur durch Abgleich des tatsächlichen Zustands der einzelnen Bauteile mit den angenommenen Alterungsparametern diese evaluiert und dadurch praxisnäher werden. Je mehr Informationsquellen auch zukünftig für die Anpassung genutzt werden können, desto feiner wird das Ergebnis.

Wartungs- und Instandhaltungsaufwand

Mit dem Alterungsprozess der Rohrleitungen geht auch ein Alterungsprozess der Dämmung einher. Der Alterungsprozess führt bei Rohrleitungen zu einer größeren Versagenswahrscheinlichkeit, die sich in ei-

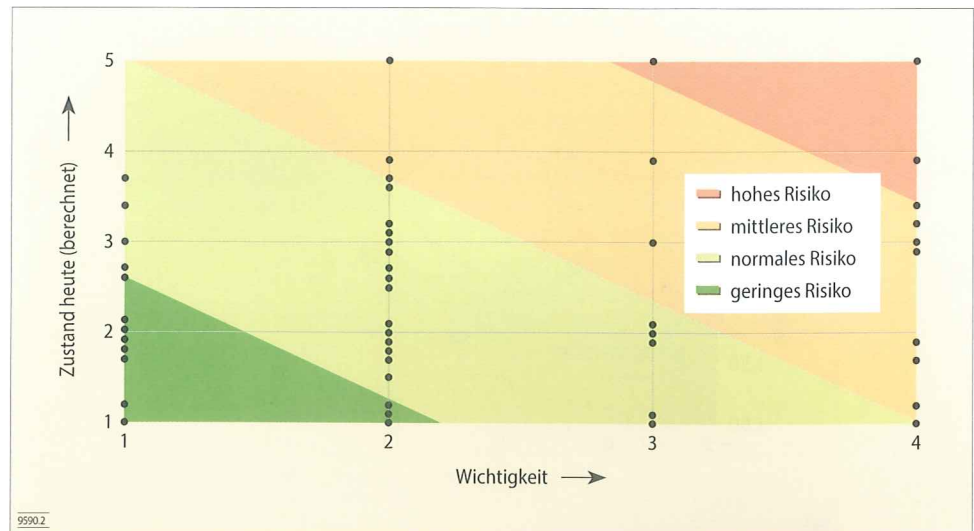


Bild 2. Risikobewertung von Betriebsmitteln
 Zustand heute (berechnet): 1 sehr gut 5 umgehend zu erneuern
 Wichtigkeit: 1 nicht wichtig 4 sehr wichtig

nem erhöhten Schadensaufkommen widerspiegelt. Der Alterungsprozess der Dämmung jedoch führt auch zu einem erhöhten Wärmeverlust, der vor allem monetär berücksichtigt werden muss.

Mit einer Kostenvergleichsberechnung kann für Leitungsabschnitte berechnet werden, ob ein Leitungsabschnitt weiter betrieben oder demnächst erneuert werden sollte. In anderen Sparten werden hier beispielsweise zu erwartende Reparaturkosten mit Neubaukosten verglichen und der optimale Erneuerungszeitpunkt berechnet.

In Fernwärmenetzen erhöht sich die Kostenseite bei bestehenden Netzen aber noch um Kosten erhöhter Wärmeverluste aufgrund der Zustandsverschlechterung der Wärme-

dämmung oder Aufbereitungs- und Aufheizungskosten des infolge von Leckagen verlorenen Netzwassers. Entsprechend wurden zusätzlich zu Reparaturkosten noch verursachergerecht Kosten für Wasseraufbereitung und Wärmeverlust je Schaden angesetzt.

Risikoorientierte Instandhaltungsstrategie

Unter risikoorientierter Instandhaltung verstehen die Verfasser den Vergleich von drei Grundstrategien der Instandhaltung (Ausfallstrategie, Präventivstrategie, Inspektionsstrategie) in Bezug auf Zustand, Wichtigkeit und Systemkosten der Grundstrategien.

Neben dem reinen technischen Alterungsverhalten wird in einer

Anzeige



**Effizientes
Sammeln und Verteilen von
Wärme und Kälte**

Einfache und wartungsfreie Hydraulik

www.zortea.at

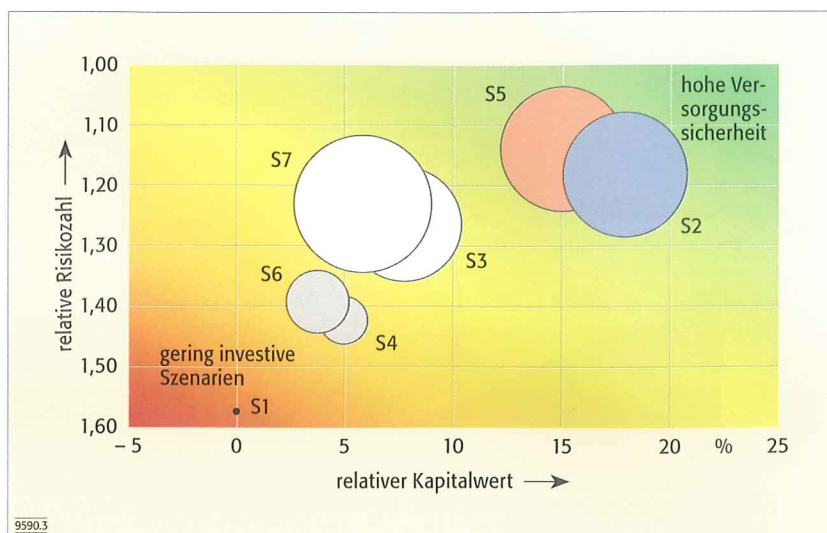


Bild 3. Szenarienvergleich auf der Grundlage von Risikozahl und Kapitalwert; es handelt sich um die relative Risikozahl nach 20 Jahren zum Status quo und den relativen Kapitalwert einschließlich Restwerte zu Szenario 1 (0 Investitionen) nach 20 Jahren; Durchmesser Kreise: Investitionsvolumen im Betrachtungszeitraum

risikoorientierten Instandhaltungsstrategie auch die Versorgungsrelevanz (Wichtigkeit) eines Betriebsmittels mit aufgenommen. Das Risiko wird somit durch die Ausfallwahrscheinlichkeit (Zustand) und die Auswirkung (Wichtigkeit) aufgespannt. Die Versorgungsrelevanz eines Bauteils sollte im Rahmen einer hydraulischen Rohrnetzrechnung festgelegt werden.

Für einen Szenariovergleich mit Pi-Rem wird hier als Kenngröße für die optimale Strategie eine Ri-

sikozahl definiert. Diese Zahl stellt das gemittelte Risiko von Einzelbetriebsmitteln in Bezug auf das Gesamtnetz dar. Diese Risikozahl wird dem errechneten Kapitalwert des Szenarios gegenübergestellt. Der Kapitalwert umfasst über den Betrachtungszeitraum die Aufwendungen bzw. Einsparungen von Investitionen, Reparaturen, Wärme- und Wasserverlusten usw. Ziel war es, Szenarien festzulegen und zu finden, die in einem definierten Betrachtungszeitraum zugleich zu

möglichst geringem Kapitalwert und Risikozahl führen. Nachfolgend sind beispielhaft folgende Szenarien berechnet:

- keine Investition – Ausfallstrategie (als Referenz),
- alle Betriebsmittel mit Ausfallrisiko von > 60 % erneuern (Bild 2),
- alle Betriebsmittel im Zustand 4 und 5 erneuern,
- alle Betriebsmittel mit gruppenspezifischer Risikozahl < 45 % erneuern,
- alle Betriebsmittel werden gemäß des statistischen Ausfallverhaltens erneuert,
- beibehalten des aktuellen Budgets,
- unternehmensspezifisch festgelegtes Budget.

In Bild 3 sind die Ergebnisse der jeweiligen Szenarien in Bezug auf Risikozahl und Kapitalwert bei einem Betrachtungszeitraum von 20 Jahren aufgetragen. Zusätzlich wird über die Größe der Kreise die in den Kapitalwert eingehende Investition abgebildet. Somit steht dem Assetmanager eine auf der Basis unterschiedlicher Randbedingungen berechnete Entscheidungsgrundlage zur mittelfristigen Erneuerung zur Verfügung. In Bild 3 ist somit klar zu erkennen, dass die Szenarien S2 und S5 als diejenigen mit der niedrigsten relativen Risikozahl (= höchste Versorgungssicherheit) und dem besten Kapitalwert dicht beieinander liegen. Zudem zeigt der Kreisdurchmesser sehr ähnliche Investitionen für beide Szenarien.

Die Detailauswahl der zu erneuernden Leitungen wird in weiterer Folge über eine Prioritätenreihung auf der Grundlage unternehmensspezifischer Kriterien vorgenommen. Eine Verknüpfung des Ergebnisses mit einem GIS (vgl. beispielhafte Darstellung in Bild 4) erleichtert die Abgleichung mit anderen Leitungsträgern oder städtischen Infrastrukturen, um hier über eine Baustellenkoordination gemeinsame Maßnahmen umzusetzen.

Zusammenfassung

Um auch weiterhin einen guten Zustand von Versorgungsnetzen zu gewährleisten stehen Assetmanager vor der Aufgabe, eine möglichst optimale Investitionsstrategie auf

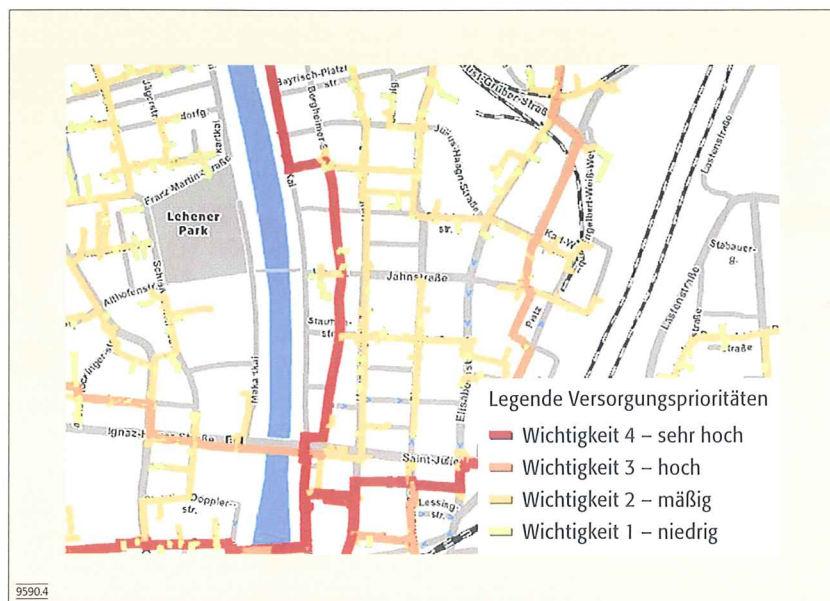


Bild 4. Darstellung von Erneuerungsprioritäten der Verlegesysteme im GIS

der Grundlage verschiedener Einflussfaktoren zu entwickeln. Mit von i. d. R. vorliegenden Netzdaten (Schäden, Baujahr, Material, Zustand, ...) können durch den Einsatz von geeigneten Softwareprodukten, z. B. Pi-Rem, die unterschiedlichen Anforderungen in Szenarien überführt werden. Somit liegt dem Entscheidungsträger eine Bandbreite von möglichen Varianten in Bezug auf Budget und Risiko vor, aus der die für das jeweilige Unternehmen optimale Strategie abgeleitet werden kann. Mit der Verlinkung mit einem GIS und der Darstellung weiterer Sparten wie Gas, Wasser oder Strom kann eine optimale Gesamterneuerungsstrategie erarbeitet werden.

Literatur

- [1] AGFW-Hauptbericht 2009; www.agfw.de.
- [2] FGW – Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungs-

unternehmen: Fernwärme in Österreich – Zahlenspiegel 2013; www.gaswaerme.at.

- [3] AGFW: FW 114 (2014), Instandhaltungsstrategien und Rehabilitationsplanung, Mindestanforderungen; www.agfw.de.
- [4] DVGW: W 400-3 (2006) Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen, Teil 3: Betrieb und Instandhaltung; www.dvgw.de.
- [5] DVGW: G 401 (2009) Erfassung und Auswertung von Daten zum Aufbau von Instandhaltungsstrategien für Gasverteilungsstrategien; www.dvgw.de.
- [6] VDN (2006): Technische Richtlinie für die Instandhaltung von Betriebsmitteln und Anlagen in

Elektrizitätsversorgungsnetzen, Verband der Netzbetreiber e. V. beim VDEW; www.vdn-berlin.de.

- [7] Herz, R.: Erneuerungsstrategien für städtische Infrastrukturnetze; Jahrbuch für Regionalwissenschaft, Gesellschaft für Regionalforschung, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 8. Jahrgang, 1987, S. 67 – 105. ■

- johannes.egger@salzburg-ag.at
- g.gangl@rbs-wave.de
- stephan.richter@gef.de
- www.salzburg-ag.at
- www.rbs-wave.de
- www.gef.de

Anzeige

Innovativer Ultraschall-Durchflussgeber





Nacheichung ohne Prozessunterbruch

Mit dem AMLFO® SONIC DryX erfolgt ein schneller Eich austausch im laufenden Betrieb ohne Prozessunterbruch. Der innovative Durchflussgeber benötigt keine Ein- und Auslaufstrecken. Durch das einfache Austauschkonzept lassen sich Betreiberkosten einsparen und Terminkonflikte mit dem Kunden vermeiden.


Swiss Made

Kontakt:
info@aquametro.com
www.aquametro.com

