Kosten minimieren bei Instandhaltung und Austausch

Spartenübergreifende Erneuerungsplanung für städtische Verteilungsnetze

Die Ersatzerneuerung der alternden Netzinfrastruktur bindet häufig einen Großteil des Kapitals der Netzbetreiber. Durch die gemeinsame Legung von Gas-, Wasser- und Stromleitungen können die Erneuerungskosten erheblich reduziert werden. Darüber hinaus verringert sich der Koordinationsbedarf mit der Stadt. Nicht zuletzt aufgrund des zunehmenden Kostendrucks – vor allem in den regulierten Sparten – sind die Stadtwerke Dinslaken wie viele andere Versorgungsunternehmen bestrebt, einen möglichst hohen Anteil der Erneuerungsmaßnahmen spartenübergreifend zu koordinieren.

Neue Simulations- und Planungswerkzeuge haben in den vergangenen Jahren die risikoorientierte Erneuerungsplanung als Stand der Technik für die Bestimmung des Investitionsbedarfs und die Maßnahmenpriorisierung etabliert. Bisher wurde die Erneuerungsnotwendigkeit in der Regel für jede Sparte getrennt berechnet. Um die Erneuerungskosten zu reduzieren, wurden von der RZVN Wehr GmbH für die Stadtwerke Dinslaken GmbH mit rechnergestützter risikoorientierter Erneuerungsplanung für das Gas-, Wasser- und erstmals auch das Stromnetz zeitlich und räumlich überschneidende Erneuerungsmaßnahmen ermittelt und als spartenübergreifender, koordinierter Maßnahmenkatalog ausgewiesen. Hierdurch können bei gleichem Budget 20 bis 30 % mehr Leitungen erneuert werden, wodurch die heutige Versorgungsqualität auch bei begrenztem Investitionsspielraum beibehalten werden kann.

Zielsetzung

Die risikoorientierte Erneuerungsplanung für Energie- und Wassernetze hat zum Ziel:

- das von einem Leitungsabschnitt ausgehende Risiko zu quantifizieren
- den für jede Leitung optimalen Erneuerungszeitpunkt aufzuzeigen
- das notwendige Budget für ein gesamtes Netz zu ermitteln
- die Auswirkungen unterschiedlicher Budgetansätze auf die Schadensentwicklung zu quantifizieren
- einen abgestimmten Baumaßnahmenkatalog für die Sparten Gas, Wasser und Strom zu ermitteln.

Methodik - Leitungen

Die Schadensentwicklung in Versorgungsnetzen ist vom eingesetzten Werkstoff beziehungsweise Kabeltyp, von der Art der Legung, der Auslastung einer Leitung, vom Alter sowie der Zahl bisher auf der Leitung aufgetretener Schäden abhängig. Weitere lokale Einflussfaktoren können die Bodenverhältnisse und dynamische Belastungen – zum Beispiel Verkehr und Baustellen – in der Leitungsumgebung sein. Anhand einer betriebsmittelbezogenen Schadensstatistik des jeweiligen Netzes, die einen ausreichend großen Zeitraum und die eingesetzten Materialien umfasst, können materialspezifische Schadensraten (Schäden/[km·a]) prognostiziert werden.

Neben der Schadensrate (Wahrscheinlichkeit eines Schadens) muss das Schadensausmaß in die Beurteilung der Betriebsmittel einfließen, da eine hohe Schadensrate an Leitungen mit geringer versorgungstechnischer Bedeutung weniger kritisch zu sehen ist als die gleiche Schadensrate an Leitungen mit hoher angeschlossener Leistung. Dieser Effekt wird durch das Risiko ausgedrückt, das als Produkt aus Schadensrate und Schadensausmaß definiert ist:

Risiko = Eintrittswahrscheinlichkeit des Fehlers · Ausmaß des Fehlers.

Das Schadensausmaß, das unterschiedliche Dimensionen haben kann (nicht versorgte Leistung, Reparaturaufwand, Anzahl gefährdeter Gebäude in Leitungsnähe bei Gas und Wasser), wird für eine einheitliche Bewertung in Kosten ausgedrückt. Das Risiko für die Leitung *i* zum Zeitpunkt *t* entspricht dem Erwartungswert der Schadenskosten:

 $Risiko_{i,t} = L\ddot{a}nge_i \cdot Schadensrate_{i,t} \cdot Schadenskosten_i$

mit Risiko_{i,t} in €/a Länge_i in km Schadensrate_{i,t} in 1/(km · a) Schadenskosten_i in €.

Nach dem etablierten Verfahren Rika (Risk-Analysis) der RZVN Wehr bemisst sich die jährliche Ersatzerneuerung an den Leitungsabschnitten mit der höchsten Schadenseintrittswahrscheinlichkeit und der höchsten Risikoerwartung. Im Gegensatz zu strategischen Assetsimulationen, die eine Erneuerung lediglich für Betriebsmittelgruppen simulieren, wird bei diesem Verfahren jedes einzelne Betriebsmittel, zum Beispiel GIS-Leitungsabschnitt oder Transformatorstation, im Modell bewertet. Zur Berücksichtigung lokaler Einflüsse sind sämtliche Betriebsmittel einschließlich ihrer Geometrie im integrierten GIS-Modul hinterlegt. Die konkreten Einflussgrößen, die die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit und das Schadensausmaß (ausgedrückt in Kosten) bestimmen, werden nachfolgend erläutert.

Für die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit sind an Einflussgrößen anzuführen:

- Material
- Verlegealter
- Nennweite (bei Rohrleitungen)
- Zahl der bisher auf der Leitung aufgetretenen Schäden (beziehungsweise Muffenhäufigkeit bei Strom)
- lokale dynamische Belastungen (zum Beispiel Verkehr, Rutschhänge)
- bei Strom: Auslastung (Wirkstrom/Nennstrom)

bei Rohrleitungen: zum Beispiel Bodenaggressivität und Streuströme.

Für das Schadensausmaß und für die Kosten sind an Einflussgrößen anzuführen:

- Ausmaß der Versorgungsunterbrechung (Wichtigkeit für die Versorgung)
- Reparaturkosten
- Gefährdung Dritter (nur Gas und Wasser)
- Verkehrsbehinderung.

Das Ausmaß der Versorgungsunterbrechung wird durch Netzberechnung ermittelt und anhand eines Gewichtungsfaktors in Kosten ausgedrückt. In der Sparte Strom führt nahezu jeder Kabel- oder Anlagenfehler zu einer Versorgungsunterbrechung. Durch Abbildung des gesamten MS- und NS-Netzes einschließlich der Verschaltung in den Kabelverteilerschränken und den zugehörigen Hausanschlüssen eines Versorgungsgebiets in den Rechennetzmodellen kann die Auswirkung eines Fehlers (unterbrochene Leistung und mittlere

Dauer eines Schadens) kundenscharf quantifiziert werden.

Die Reparaturkosten sind abhängig von der Nennweite und Druckstufe beziehungsweise Spannungsebene. Im Gegensatz zur Sparte Strom, muss vor allem bei größeren Wasserleitungen neben den Reparaturkosten und einer möglichen Versorgungsunterbrechung mit erheblichen Schäden bei Dritten gerechnet werden. Zur Quantifizierung dieser Schäden wird mit hydraulischer Netzberechnung und dem hinterlegten Gebäudekataster für jede Leitung abhängig vom Druck, der Nennweite sowie des Materials ein Normschaden angenommen und simuliert, welche Gebäude in der Umgebung der Leitung von dem Schaden betroffen sein könnten. Die Zahl dieser Gebäude fließt als Maß für die Gefährdung Dritter in die Bewertung ein.

Die betriebliche Beurteilung des Zustands eines Leitungsabschnitts und -typs kann aus der Dokumentation der Schäden und anhand der Erfahrungen

der Meisterbereiche geschehen. Während die Schadensdokumentation in den Sparten Gas und Wasser vergleichsweise einfach ist – zum Beispiel durch Kennzeichnung der Lage und Adresse im GIS –, ist dies in der Stromversorgung eine Herkulesaufgabe.

Durch die parallele Lage vieler Leitungen einer Spannungsebene ist eine Dokumentation im GIS mit genauer Zuordnung der Schäden zu den jeweiligen Leitungen häufig nicht möglich. Als zweckmäßig hat sich die Einführung von Bereichen mit Schadensverdacht erwiesen, der sich durch frühere Schadensfälle in der Nachbarschaft – ermittelt aus einer erhöhten Muffendichte oder der Schadensdokumentation – ergibt.

Mit der Systematik der exakten Schadenszuordnung oder der Auswertung von Muffendichten ist es möglich, jeden Leitungsabschnitt zu charakterisieren

- durch die spezifische Schadensrate Schäden/(km · a)
- durch die Kosten im Fehlerfall.

Anzeige

WOZU BRAUCHT MAN ERDGAS, WENN ES SOLAR- UND WINDENERGIE GIBT?

Stellen Sie sich mal einen bedeckten, windstillen Tag vor... Sehen Sie!

Erdgas aus Norwegen ist die emissionsarme und kosteneffektive Antwort auf Deutschlands Energiefragen. Es ist der ideale Partner für erneuerbare Energien, weil es speicherbar und so flexibel ist. Deshalb kann es immer dann einspringen, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht.

Mehr Information auf statoil.de



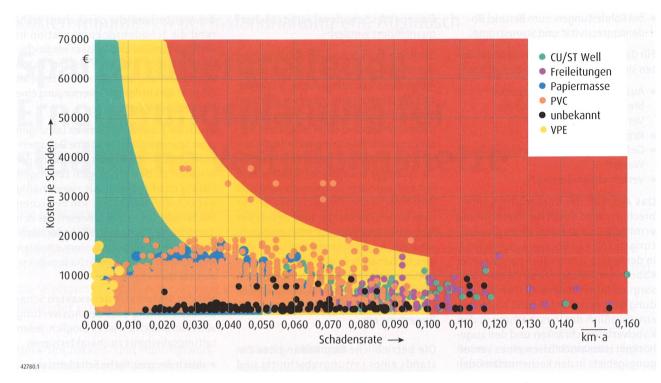


Bild 1. Schadenskosten und Schadensrate von MS- und NS-Leitungsabschnitten im städtischen Stromverteilungsnetz

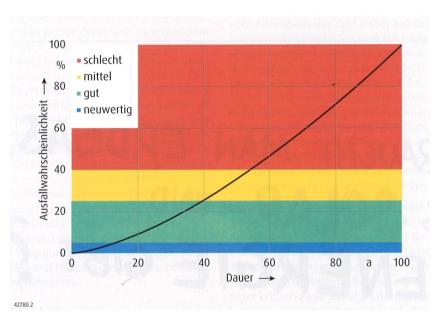


Bild 2. Zustands- und Alterungsmodell für Anlagen

Die Verteilung beider Kennwerte auf die einzelnen Kabelabschnitte eines MS- und NS-Netzes sind in *Bild 1* dargestellt.

Methodik - Anlagen

Analog zu den Leitungen finden bei Anlagen, zum Beispiel GDRM-Anlagen, Transformatorstationen und Schächten, die Bewertung der Erneuerungsnotwendigkeit und die Priorisierung der Erneuerung anhand des Risikos statt. Dieses ist ebenfalls als Produkt aus Ausfallwahrscheinlichkeit und Fehlerausmaß definiert.

Das Fehlerausmaß von Anlagen ergibt sich aus

- den Reparaturkosten
- der im Fehlerfall nicht versorgten Leistung.

Im Gegensatz zu erdverlegten Leitungen, deren Zustand nicht direkt beobachtet werden kann, wird der Zustand von Anlagen im Rahmen der turnusmäßigen betrieblichen Beurteilung oder bei Wartungsarbeiten dokumentiert. In der Praxis wird der Zustand im Regelfall anhand dis-

kreter Bewertungsstufen – zum Beispiel neu, gut, mittel oder schlecht – beurteilt.

Jedem Zustandswert ist eine Ausfallwahrscheinlichkeit zugeordnet. Der Zustandsübergang (Alterungsgeschwindigkeit) und die mit einem Zustandswechsel verbundene Ausfallwahrscheinlichkeit werden über Alterungsfunktionen beschrieben (*Bild 2*). Die Alterung wird als Dauer zwischen Bewertungszeitpunkt (zum Beispiel Begutachtung im Jahr 2013) und Simulationsjahr ermittelt.

Ersatzerneuerungsstrategie

Mit dem beschriebenen Modell der Risikobewertung werden mit dem Programm Rika des RZVN Simulationsberechnungen für einen künftigen Betrachtungszeitraum – zum Beispiel für die kommenden 50 Jahre – durchgeführt. Das Simulationsprogramm führt in Abhängigkeit von vorgegebenen Grenzwerten des Risikos und für eine zugelassene Schadensrate Ersatzerneuerungen des Netzes durch.

Das Simulationsziel lautet: Minimiere die Kosten der Ersatzerneuerung unter den Randbedingungen, dass

- die Summe der Risiken aller Einzelstränge im Netz kleiner ist als ein maximal zugelassenes Gesamtrisiko R
- 2. die Summe der Schäden, die innerhalb eines Jahres auftreten, kleiner ist als eine maximal zugelassene Zahl an Schäden

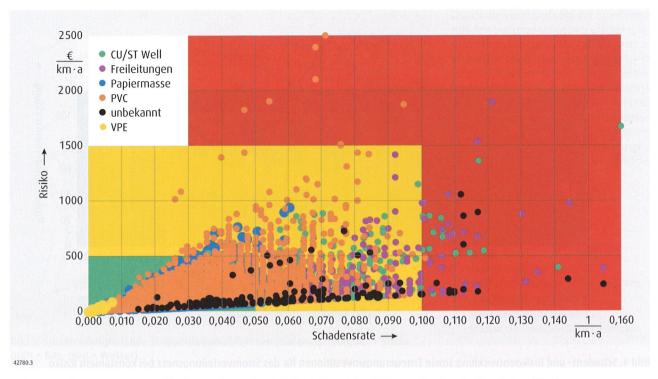


Bild 3. Verteilung der strangspezifischen Ausfallwahrscheinlichkeit und des Risikos zu Beginn der Simulation (2015)

3. das jährlich verfügbare Budget möglichst nicht überschritten wird.

Ergebnisse der Risikoanalyse am Beispiel des Stromnetzes

In *Bild 3* ist die Risikoverteilung dargestellt, wobei das Risiko dem Produkt aus den Schadenskosten (*y*-Achse in *Bild 1*) und der Ausfallwahrscheinlichkeit (*x*-Ach-

se) entspricht. Die zeitliche Entwicklung der in *Bild 3* dargestellten Risikoverteilung hängt maßgeblich von den Investitionen für den Leitungsersatz ab.

Ohne Leitungserneuerung oder bei zu geringer Erneuerung wandern die Punkte in diesem Diagramm in Richtung der Winkelhalbierenden nach rechts oben. Die Summe aller Einzelrisiken im Netz steigt. Wird erneuert, springt der jeweilige Leitungsabschnitt zurück zum Ursprung. Wird eine ausreichend große Zahl von Leitungsabschnitten erneuert, sinkt das Gesamtrisiko im Netz.

In *Bild 4* sind für die Erneuerungsstrategie »Risiko auf heutigem Niveau konstant halten« (maximal zulässiges Budget: 1,5 Mio. €/a) die zeitliche Entwicklung

Anzeige



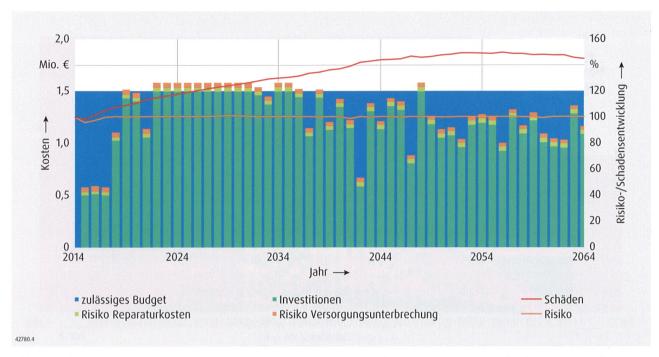


Bild 4. Schadens- und Risikoentwicklung sowie Erneuerungsinvestitionen für das Stromverteilungsnetz bei konstantem Risiko

des gesamten Netzrisikos als gelbe Linie (bezogen auf 100 %) und der jeweilige jährliche Investitionsbedarf (als grüne Säule) aufgetragen.

Die höchsten Investitionen sind im Zeitraum 2020 bis 2045 notwendig, da dann die Leitungsabschnitte der Jahre mit starkem Netzausbau (1960 bis 1980) ihr kritisches Alter erreichen und erneuert werden müssen. Die Zahl der Störungen steigt in diesem Szenario auf rund 27 Schäden jährlich an, da bei konstantem Risiko zur Vermeidung von Schäden mit großer Auswirkung auf die Versorgung tendenziell mehr unbedeutende Schäden zugelassen werden.

Um das Risiko auf heutigem Niveau zu begrenzen, ist eine mittlere Erneuerungsrate von 1,13 % notwendig. Die zur Erneuerung vorgeschlagenen Kabel werden im Mittel nach 68 Jahren ausgetauscht.

Spartenübergreifender Baumaßnahmenkatalog Gas, Wasser und Strom

Zur Reduzierung der Tiefbaukosten sind die Versorger bestrebt, die Erneuerungsmaßnahmen der Sparten Gas, Wasser und Strom koordiniert durchzuführen. Hierdurch können nach Angaben verschiedener Netzbetreiber im Mittel rund 30 % der Erneuerungskosten gegenüber einer Einzellegung

gespart werden. Die Software Rika bestimmt durch geometrische und zeitliche Verschneidung des Gas-, Wasserund Stromnetzes automatisiert einen spartenübergreifenden Baumaßnahmenkatalog (Bild 5).

In der vorliegenden Untersuchung sind die Sparten Gas und Wasser führend bei der Erneuerungsplanung, das heißt, die geplanten Erneuerungsmaßnahmen der MS- und NS-Leitungen richten sich vorwiegend nach den koordinierten Maßnahmen der Gas- und Wasserleitungen. Insgesamt werden innerhalb der nächsten 20 Jahre die Erneuerung von rund 50 km Leitungen als koordinierte Maßnahmen vorgeschlagen. Darüber hinaus werden weiterhin Einzelerneuerungen vorgeschlagen, wenn die parallel gelegten Leitungen der anderen Sparten deutlich jünger sind und eine gleichzeitige Erneuerung daher nicht in Betracht kommt.

Fazit und Empfehlungen

Auf Basis des aktuellen GIS-Datenbestands, der Gas-, Wasser- sowie NS- und MS-Rechennetzmodelle, der Zustandsbeurteilung für Transformatorstationen sowie der Störungsdokumentation wurde erstmals für sämtliche Verteilungsnetze der Stadtwerke Dinslaken eine spartenübergreifende risikoorientierte Erneuerungsplanung durchgeführt.

Zentrales Ziel der Untersuchung war neben der Risikobeurteilung der einzelnen Netze die Bestimmung des spartenübergreifenden Maßnahmenkatalogs für





Bild 5. Spartenübergreifende Erneuerungsmaßnahmen (Netzausschnitt, rot = Strom, grün = Gas, blau = Wasser)

das Gas-, Wasser- und Stromnetz. Durch Verschnitt der lagegenauen Risikoanalysemodelle der drei Sparten konnten abgestimmte Erneuerungsmaßnahmen bestimmt und grafisch sowie in Listenform ausgewiesen werden. Die Trassenlänge der gemeinsam zu erneuernden

Abschnitte liegt bei rund 50 km, wodurch die Erneuerungskosten erheblich gesenkt werden können. Dies ermöglicht es dem Versorgungsunternehmen, auch bei hohem Kostendruck und sinkenden Budgets eine hohe Versorgungsqualität aufrechtzuerhalten.

Durch die Verknüpfung der Ergebnisse mit den vorangegangenen Zielnetzplanungen für die drei Verteilungsnetze wurde ein Migrationspfad vom Istnetz zum Zielnetz ermittelt. Durch Nennweitenreduzierungen (Gas und Wasser), Leitungsstilllegungen sowie den Wegfall vieler Transformatorstationen können so künftig im Rahmen der Ersatzerneuerung je nach Sparte zusätzlich Einsparungen von rund 10 bis 15 % jährlich erreicht werden.

- >> Dr. Piet Hensel, Geschäftsführer, RZVN Wehr GmbH, Düsseldorf Markus Böing, Abteilungsleiter Strom, Stadtwerke Dinslaken GmbH, Dinslaken Michael Hörsken, Hauptabteilungsleiter Technik, Stadtwerke Dinslaken GmbH, Dinslaken
- >> hensel@rzvn.de
- >> www.rzvn.de www.stadtwerke-dinslaken.de

42780

Anzeige



DER SICHERSTE WEG ZUM SMART METER-ROLLOUT.















VOLTARIS bietet Lösungen und Produkte für Stadt- und Gemeindewerke, Netzbetreiber, Industrie und Gewerbe. Vom klassischen Metering zu den intelligenten Messsystemen: Beratung, Gerätebeschaffung und -management, Datenmanagement (MDM, EDM), Gateway-Administration, IT-Systeme, Montage und Betrieb sowie Portallösungen. Informieren Sie sich über den sichersten Weg von heute nach morgen unter www.voltaris.de.

VOLTARIS EXPERTEN-HOTLINE DL237 935-457

