

Technisch-wirtschaftliche Bewertung von Wasserverlusten

Spezifische reale Wasserverluste sind ein wichtiger Indikator für den Netzzustand und können als Grundlage für die Auswahl einer geeigneten Instandhaltungsstrategie dienen. Die Bestimmung einer „angemessenen“ Höhe der Wasserverluste kann dabei nur im Rahmen einer ganzheitlichen technisch-wirtschaftlichen Bewertung erfolgen. Im folgenden Artikel wird ein entsprechendes Bilanzierungs- und Prognosemodell für Wasserverluste vorgestellt, welches den Versorger bei der Auswahl einer unternehmensspezifischen, optimalen Strategie zur Reduzierung oder Niedrighaltung von Wasserverlusten unterstützt.

von: Martin Offermann (IWW Zentrum Wasser), Bernd Heyen (GELSENWASSER AG) & Torben Keck (SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG)

Ein guter Netzzustand ist für den Trinkwasserversorger eine elementare Voraussetzung, um eine kontinuierliche Versorgung mit der erforderlichen Menge, mit ausreichendem Druck sowie in einwandfreier Qualität sicherzustellen. Die Wahl der geeigneten Instandhaltungsstrategie im Netz hilft dem Wasserversorger, einen guten Netzzustand mit niedrigen Schadensraten und geringen realen Wasserver-

lusten bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit und Versorgungsqualität zu erreichen [1]. Für die Beschreibung des Netzzustandes existieren zahlreiche Kennzahlen. Jedoch eignet sich jede dieser Kennzahlen für sich alleine betrachtet nicht, um das Netz ganzheitlich zu bewerten und darauf aufbauend die richtige Instandhaltungsstrategie auszuwählen.

So sind beispielsweise geringe reale Wasserverluste alleine kein Indiz für einen guten Netzzustand, solange sie mit hohen Schadensraten einhergehen. Das Gleiche gilt umgekehrt. Außerdem berücksichtigen einige dieser Kennzahlen, wie z. B. die absoluten, prozentualen oder spezifischen Wasserverluste, die Umgebungsbedingungen (z. B. Bodenverhältnisse) sowie andere relevante Netzstrukturparameter (z. B. Hausanschlussdichte) nicht oder nur unzureichend.

Für die Wahl einer unternehmensspezifischen, zielorientierten und wirtschaftlichen Instandhaltungsstrategie besteht somit die Notwendigkeit einer gesamtheitlichen technisch-wirtschaftlichen Betrachtung. Aus diesem Grund haben das IWW Zentrum Wasser, GELSENWASSER und die Stadtwerke München in einem anwenderorientierten F&E-Vorhaben ein Modell entwickelt, in dem die Charakteristik von Schäden, technische und organisatorische Einflussfaktoren auf Anzahl, Laufzeit und Leckrate von Schäden, alternative Handlungsstrategien und relevante Kostenfaktoren in Wirkzusammenhang gebracht werden. Ein technischer sowie wirtschaftlicher Blickwinkel auf das Thema Wasserverluste sowie das daraus im F&E-Vor-

haben entwickelte Modell sollen im Folgenden dargelegt und dessen Anwendbarkeit anhand eines Praxisbeispiels aufgezeigt werden.

Technische Betrachtungen

Reale Wasserverluste entstehen im Rohrnetz durch den Austritt von Wasser über Schadensstellen, wie beispielsweise Schäden an Rohrleitungen oder Undichtigkeiten an Armaturen und Verbindungen. Je nach Schadensursache (z. B. Korrosion, Verkehr, Frost) und Material entstehen Schäden eher spontan in Form von Querbrüchen, Schalenbrüchen etc. oder sie entwickeln sich langsam, wie bei Lochkorrosion und sich langsam weitenden Rissen. Die Höhe der Wasserverluste eines Schadens bis zu dessen Behebung ergibt sich dabei aus dem Produkt der Laufzeit [h] und der Leckrate [m³/h]. Nach dem BABE-Konzept (bursts and background estimates) [2] können Wasserverluste in drei Verlustarten unterteilt werden:

- sichtbare (reported),
- nicht sichtbare, detektierbare (unreported) und
- nicht sichtbare, nicht detektierbare (background).

Die drei Verlustarten sind jeweils durch den Grad ihrer Auffindbarkeit sowie die Länge ihrer Laufzeit und die Höhe ihrer Leckrate charakterisiert (Abb. 1).

Inwieweit ein Schaden zu einer der genannten Verlustarten führt, hängt von zahlreichen Faktoren ab, welche teils standortbedingt (Umgebungsbedingungen, Netzstruktur) und teils durch den Wasserversorger beeinflussbar sind. So haben beispielsweise die Bodenverhältnisse einen starken Einfluss auf die Verteilung der Wasserverlustarten: Bindige Böden (z. B. lehmige Böden) begünstigen eine große Anzahl sichtbarer Verluste. Dies liegt daran, dass die notwendige Leckrate zum Sichtbarwerden eines Wasserverlustes über eine Schadensstelle aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Bodens niedrig ist und sich das austretende Wasser schnell aufstaut. Bei stark nicht-bindigen Bö-

Tabelle 1: Spezifische Eignung von Maßnahmen zur Reduzierung von Wasserverlusten; S = sichtbare, D = detektierbare, H = Hintergrundverluste, () = Maßnahme zielt nicht primär auf Verlustart ab

Maßnahme	Verlustart	Wirkweise (primär)	Wirkungsdauer
Druckmanagement	S, D, H	Leckrate	langfristig
Überwachung	S, D, (H)	Laufzeit	mittelfristig
Ortung	D	Laufzeit	kurzfristig
Reparatur	S, D	Anzahl	kurzfristig
Rehabilitation	(S), D, H	Anzahl	langfristig

Quelle: IWW Zentrum Wasser

den (z. B. felsige, klüftige Böden) mit hoher Durchlässigkeit kann wiederum die Leckrate sehr hoch sein, ohne dass der Wasserverlust jemals sichtbar wird. Dies erhöht in der Folge den Anteil nicht sichtbarer, detektierbarer Verluste.

Im Rahmen des Betriebs und der Instandhaltung des Rohrnetzes kann der Wasserversorger durch Maßnahmen insbesondere Einfluss auf die detektierbaren und nicht detektierbaren Verluste (Hintergrundverluste) nehmen. Dabei kann eine Maßnahme sowohl auf die Verringerung der Anzahl der Schäden, die Laufzeit als auch die Leckrate abzielen (Tabelle 1). Mögliche Maßnahmen sind:

- Maßnahmen des Druckmanagements (z. B. konstante, zeit- oder verbrauchsgesteuerte Verringerung des Betriebsdruckes),
- Überwachungsmaßnahmen (z. B. momentane oder kontinuierliche Zuflussmessung),
- Ortungsmaßnahmen (z. B. akustische Verfahren wie Korrelatoren, Horchdosen),
- Reparaturmaßnahmen (z. B. Rohrschelle, partielle Erneuerung) oder
- Rehabilitationsmaßnahmen (Leitungserneuerung oder -sanierung).

Während die Umgebungsbedingungen maßgeblich bestimmen, ob ein Wasserverlust sichtbar wird oder nicht, bestimmen Umfang und Art der Überwa-

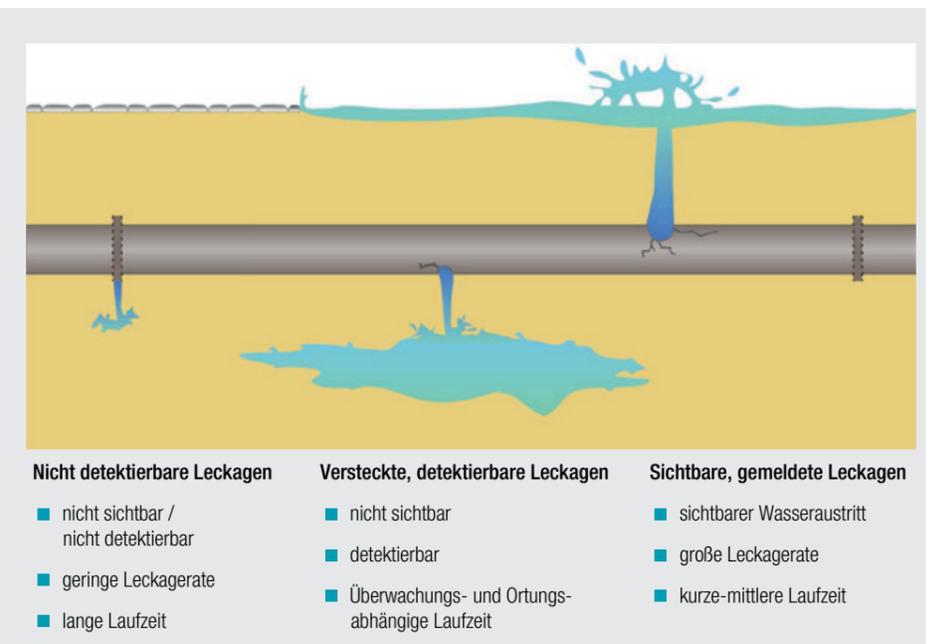


Abb. 1: Differenzierung von Wasserverlusten gemäß BABE-Konzept

Quelle: GELSENWASSER AG in Anlehnung an [3]



Abb. 2: Konzeptioneller Aufbau des koWave-Modells

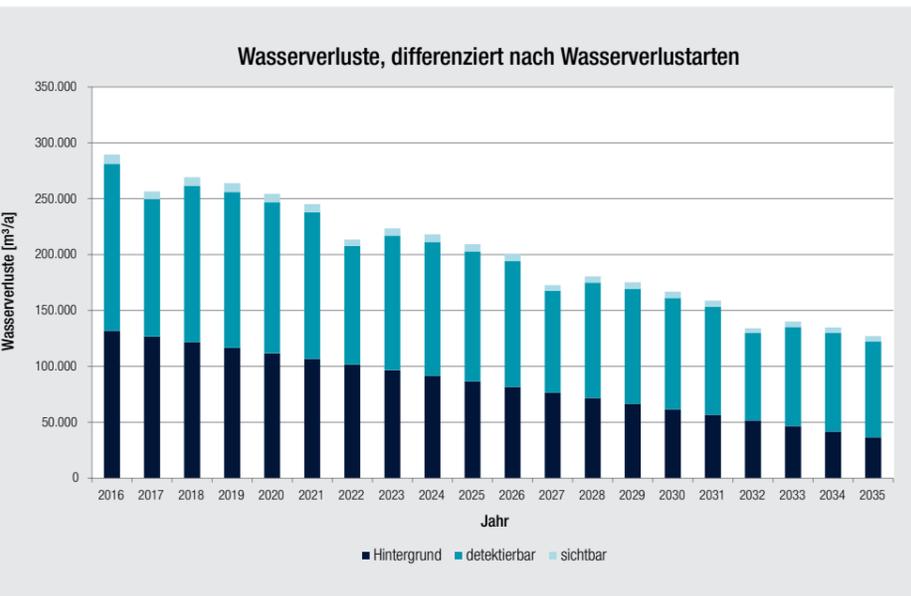


Abb. 3: Strategie 1 – Entwicklung der Wasserverluste bei Beibehaltung der aktuellen Instandhaltungsstrategie

chungs- und Ortungsmaßnahmen, ob ein Schaden detektierbar ist. Der Erfolg hängt dabei u. a. von der Lärmbelastung (bei akustischen Verfahren), dem technischen Equipment sowie der Erfahrung des Personals ab. Zu beachten ist, dass Überwachungs- und Ortungsverfahren nur dann zu einer Reduktion der Wasserverluste beitragen, wenn nach vorheriger Vorortung der Schadensstelle durch Lokalisation und anschließende Reparatur der Schaden behoben wird. Dabei kann der Versorger gemäß dem ALR-Ansatz (ALR=awareness, location, repair) an verschiedenen Punkten ansetzen, um die Laufzeit zu verkürzen. Er kann durch Überwachungsmaßnahmen die Zeit bis zur ersten Wahrnehmung des Wasserverlusts (awareness) verkürzen, er kann durch schnelle Ortungsmaßnahmen die Zeit bis zur Lokalisation der Schadensstelle verringern (location) oder die Zeit bis zur Behebung des Schadens durch schnelle Reparatur beeinflussen (repair).

Rehabilitationsmaßnahmen sind hingegen die einzigen Maßnahmen, welche effektiv zu einer Reduktion der nicht sichtbaren und nicht detektierbaren Verluste beitragen können. Sie sichern zudem den Substanzerhalt im Netz und können die sogenannten Hintergrundverluste nachhaltig auf einem niedrigen Niveau halten.

Aus den technischen Betrachtungen der Wasserverluste ergibt sich, dass der Versorger für die Wahl einer passenden Instandhaltungsstrategie folgende Voraussetzungen erfüllen sollte: Er sollte demnach über eine detaillierte Schadensstatistik Informationen über die Schadensursache der Wasserverluste haben, durch eine differenzierte Analyse der Wasserverluste nach dem BABE-Konzept die Auswirkungen und Verteilung der Wasserverlustarten ermitteln und – darauf aufbauend – geeignete Maßnahmen zur gezielten Reduktion bestimmter Verlustarten ergreifen.

Wirtschaftliche Betrachtungen

In wirtschaftlicher Hinsicht sind reale Wasserverluste mit verschiedenen Kosten verbunden. Man kann diese in die Kategorien Maßnahmenkosten, Wasserverlustkosten und Schadensfolgekosten unterteilen.

Maßnahmenkosten fallen für die oben genannten präventiven und reaktiven Instandhaltungsmaßnahmen an, welche darauf abzielen, Wasserverluste durch eine Einflussnahme auf die Schadensanzahl, die Laufzeit und/oder die Leckrate niedrig zu halten oder zu reduzieren. Dies schließt sowohl die Abschreibungen auf die Investitionen in solche Maßnahmen (z. B. bei Reha-

bilitationsmaßnahmen) als auch die direkten Kosten für Betrieb, Wartung, Inspektion und Reparatur ein. Neben der Auswahl einer geeigneten Maßnahme zur gezielten Wirkung auf bestimmte Verlustarten ist auch die Wirkungsdauer solcher Maßnahmen bei mehreren Alternativen zu berücksichtigen. So sind Rehabilitationsmaßnahmen die einzigen Maßnahmen, die nachhaltig den Substanzerhalt im Netz sicherstellen und mitunter das größte Anlagevermögen des Wasserversorgers bilden.

Die Wasserverlustkosten ergeben sich aus den spezifischen Kosten und der aus den Schadensstellen austretenden Wassermenge. Dabei sind alle variablen (mengenabhängigen) Kostenanteile einzubeziehen, welche von der Gewinnung über die Aufbereitung, Speicherung, Förderung und Verteilung dem Versorger für die verlorene Wassermenge entstanden sind. Hinzu kommen noch etwaige sprungfixe Kosten, wenn durch eine starke Veränderung der Wasserverluste Kapazitäten im Versorgungssystem angepasst werden müssen.

Als Schadensfolgekosten gelten Kosten, welche nicht direkt mit dem Schaden, sondern als Folge der austretenden Wassermenge entstehen. Betrifft dies Sach- oder Personenschäden, so sind diese meist durch Versicherungen abgedeckt, wobei je nach Höhe der Selbstbeteiligung und eventueller Erhöhung der Versicherungsprämie bei vielen Versicherungsfällen auch dort die Kosten nicht immer als fix angesehen werden können. Zudem kann es infolge vieler sichtbarer, gemeldeter Schäden oder durch Reparaturarbeiten bedingte Versorgungsunterbrechungen zu Imageeinbußen und damit verbundenen erhöhten Kosten bei der Kundenbetreuung kommen. Diese sind jedoch meist nur schwer zu quantifizieren.

All diese Kosten müssen bei Auswahl der geeigneten mittel- bis langfristigen Instandhaltungsstrategie im Rahmen einer dynamischen Kostenvergleichs-

Quelle: GELSEWASSER AG

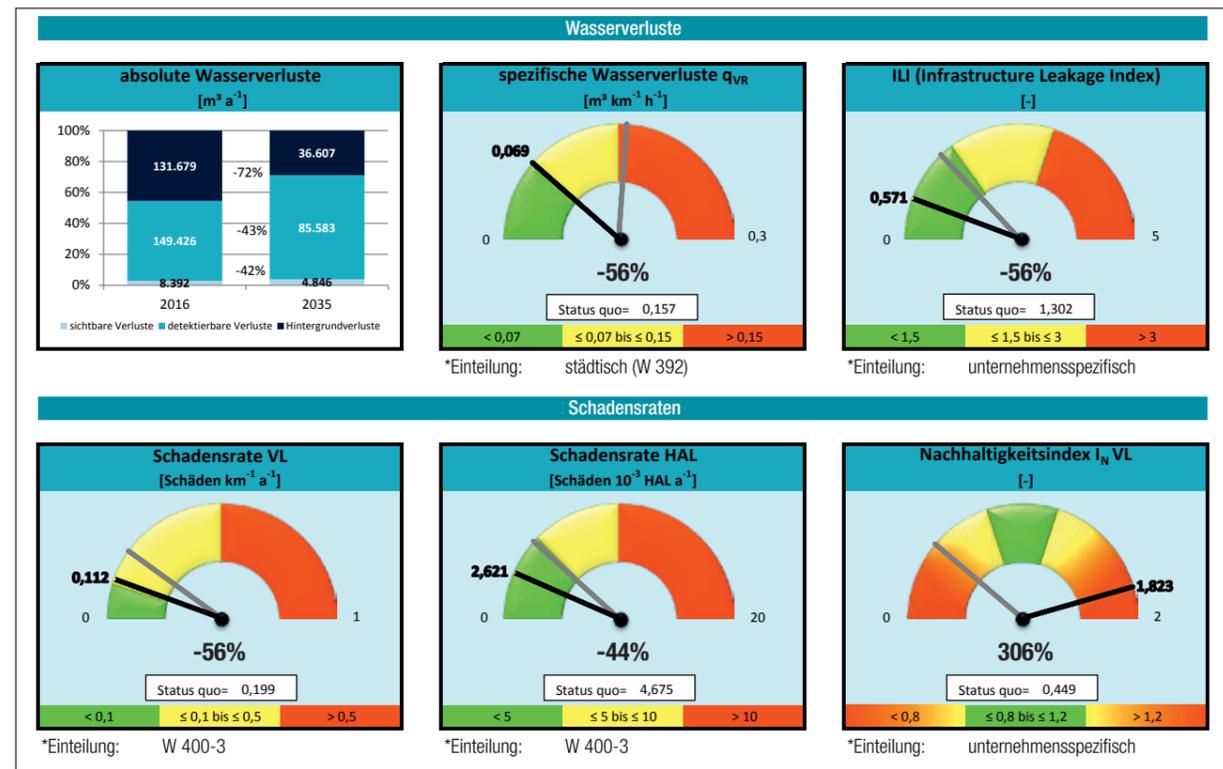


Abb. 4: Strategie 1 – Versorgungstechnische Kennzahlen bei Beibehaltung der aktuellen Instandhaltungsstrategie; grauer Zeiger = Status quo, schwarzer Zeiger = Ende des Prognosezeitraumes (20 a)

rechnung (Barwertrechnung) unter Einbeziehung der Inflations- und unternehmensspezifischen Diskontzinsätze berücksichtigt werden [1].

Das koWave-Modell

Alle zuvor genannten technischen und wirtschaftlichen Betrachtungen sind in die Entwicklung des sogenannten koWave-Modells (koWave = komponentenbasierte Wasserverlustermittlung) eingeflossen. Hierbei handelt es sich um ein kombiniertes Bilanzierungs- und Prognosemodell für Wasserverluste, mithilfe dessen verschiedene Instandhaltungsstrategien zur Verringerung von Rohrschäden und Wasserverlusten und somit Verbesserung des Netzzustandes verglichen werden können. Der Aufbau dieses Modells ist in **Abbildung 2** dargestellt.

Eine maßgebliche Grundlage der technischen koWave-Modellierung ist das BABE-Konzept. Zusätzlich können über den FAVAD-Ansatz (FAVAD = fixed and variable area discharges) [4] druckabhängige und gleichzeitig rohr-

werkstoffabhängige Einflüsse auf die Leckrate berücksichtigt werden. Im ersten Schritt wird im Modell der Status quo in Bezug auf den Netzzustand und die Kostenstrukturen erfasst. Hierfür wird auf bestehende Daten der Wassermengenbilanzierung nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 392 [5], Daten der Schadensstatistik nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 402 [6] sowie unternehmensspezifische Kosten zurückgegriffen. Über die Modellierung der Schadensanzahl, Laufzeiten und Leckraten unter Einbeziehung der aktuell angewendeten Maßnahmen kann dann eine differenzierte Analyse der realen Wasserverluste und damit zusammenhängender Kosten vorgenommen werden. Die Modellergebnisse umfassen u. a.

Differenzierte Wasserverlustanalyse:

- nach Leitungsart (Verluste an Haupt-, Versorgungs- und Anschlussleitungen)
- nach Schadensbild (spontane, sich entwickelnde Verluste)
- nach BABE-Ansatz (sichtbare, detektierbare Hintergrundverluste)

Versorgungstechnische Kennzahlen:

- Reale Wasserverluste [5]
- Spezifische reale Wasserverluste [5]
- Infrastructure Leakage Index [2, 5]
- Schadensraten [7]
- Nachhaltigkeitskennzahl [8]

Wirtschaftlichkeitsanalyse:

- Verteilung der Wasserverlustkosten nach Verlustart
- Verteilung der Maßnahmenkosten nach Maßnahmenart
- Barwertrechnung für Maßnahmen-, Wasserverlust- und Schadensfolgekosten über 20 a
- Wasserverlustbedingte Änderung der Aktiva (Bilanz) über 20 a

Folgend auf die detaillierte Abbildung des Ist-Zustandes können Szenarien mit unterschiedlichen Instandhaltungsstrategien entworfen werden, mit denen die identifizierten Ursachen der Wasserverluste gezielt gesenkt werden können. Letztendlich kann durch die integrierte technisch-wirtschaftliche Betrachtungsweise die Frage be-

Quelle: GELSEWASSER AG

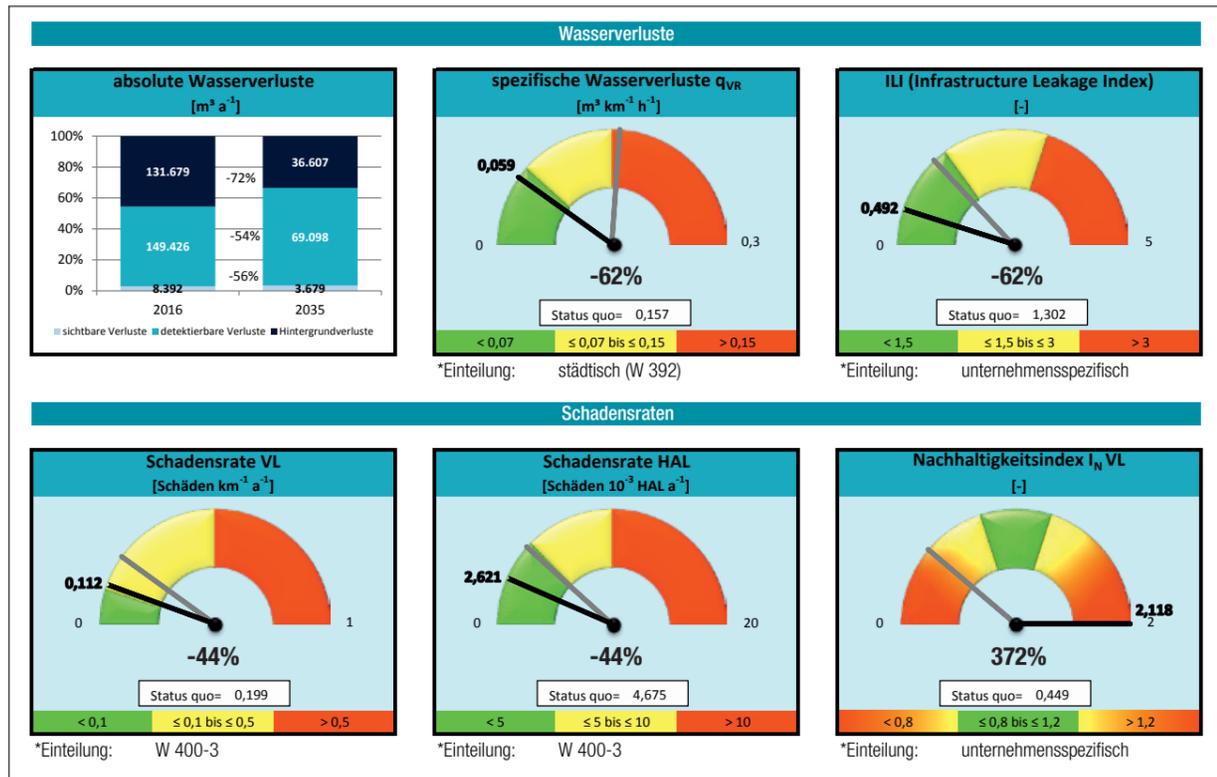


Abb. 5: Strategie 2 – Versorgungstechnische Kennzahlen bei Verkürzung des Ortnungsturnus auf 1 a; grauer Zeiger = Status quo, schwarzer Zeiger = Ende des Prognosezeitraumes (20 a)

antwortet werden, welche der untersuchten Instandhaltungsstrategien das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis ausweist. Dabei wird der Nutzen nicht allein als Höhe der Wasserverluste verstanden. Einerseits kann durch Prognose der Schadensdaten Wert darauf gelegt werden, dass der Substanzerhalt bzw. -aufbau der Netzinfrastruktur gewährleistet ist. Andererseits lässt sich über die Prognose der in der Zukunft entstehenden Aufwendungen die Entwicklung eines ggf. begrenzten Instandhaltungsbudgets abschätzen und steuern. Auf jeden Fall kann mithilfe der integrierten Barwertbetrachtung über 20 Jahre eine mittel- bis langfristig orientierte Instandhaltungsstrategie ausgewählt werden, die technisch anspruchsvolle Zielsetzungen unter wirtschaftlich optimierten Rahmenbedingungen zulässt.

Praxisbeispiel

Im nachfolgenden Praxisbeispiel wurde eine koWave-Analyse für ein ca. 200 km langes Wasserverteilungsnetz einer

Kleinstadt mit hohen Anteilen an Stahl- und GG-Rohrwerkstoffen durchgeführt. Das Netz weist aktuell hohe Wasserverluste auf und hat eine niedrige mittlere Schadensrate gemäß der Einstufung nach DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 [7]. Da die Schadensraten und Wasserverluste in der Vergangenheit noch deutlich höher lagen, werden seit ca. zehn Jahren sowohl bei den Versorgungs- als auch bei den Hausanschlussleitungen ca. zwei Prozent/Jahr erneuert. Zur wirtschaftlichen Optimierung werden die Rehabilitationsmaßnahmen möglichst koordiniert mit anderen Bauträgern gemeinsam durchgeführt. Zudem wird das Netz im Fünf-Jahres-Turnus „abgehört“. Da aufgrund der Bodenverhältnissen Rohrschäden oftmals unentdeckt bleiben, liegen die Wasserverluste weiterhin auf einem recht hohen Niveau. Die Schadensrate ist zwar gesunken, jedoch nicht so deutlich wie erwartet.

Als Referenzfall (Strategie 1) für die koWave-Analyse wurde zunächst unterstellt, die aktuelle Instandhaltungsstrategie für den Betrachtungszeitraum von

20 a beizubehalten (Abb. 3). Infolge der hohen Netzrehabilitation können so die Wasserverluste innerhalb von 20 Jahren mehr als halbiert werden. Die gut zu erkennende fünfjährige Ortnung hilft nur jeweils in dem entsprechenden Jahr das Niveau kurzzeitig etwas stärker abzusenken. Während die Wasserverluste damit ein niedriges Niveau erreichen, sinkt zwar die Schadensrate für die Versorgungsleitungen von 0,199 S/(km x a) auf 0,112 S/(km x a) deutlich, liegt aber trotz der hohen Rehabilitationsrate von zwei Prozent pro Jahr immer noch knapp auf mittlerem Niveau (Abb. 4).

Eine Zustandsverbesserung findet zwar statt, aber nicht so deutlich wie gewünscht. Die Nachhaltigkeitskennzahl von 1,823 liegt deutlich über dem Zielwert 1 und weist aus, dass die Rehabilitation nicht ausreichend effektiv ist. Entsprechend bewirkt eine Verkürzung des Ortnungsturnus auf ein Jahr (Strategie 2) zwar eine weitere Verbesserung der Wasserverlustkennzahlen, hilft aber selbstverständlich nicht, den Netzzustand nachhaltig zu verbessern (Abb. 5).

Quelle: GELSENWASSER AG

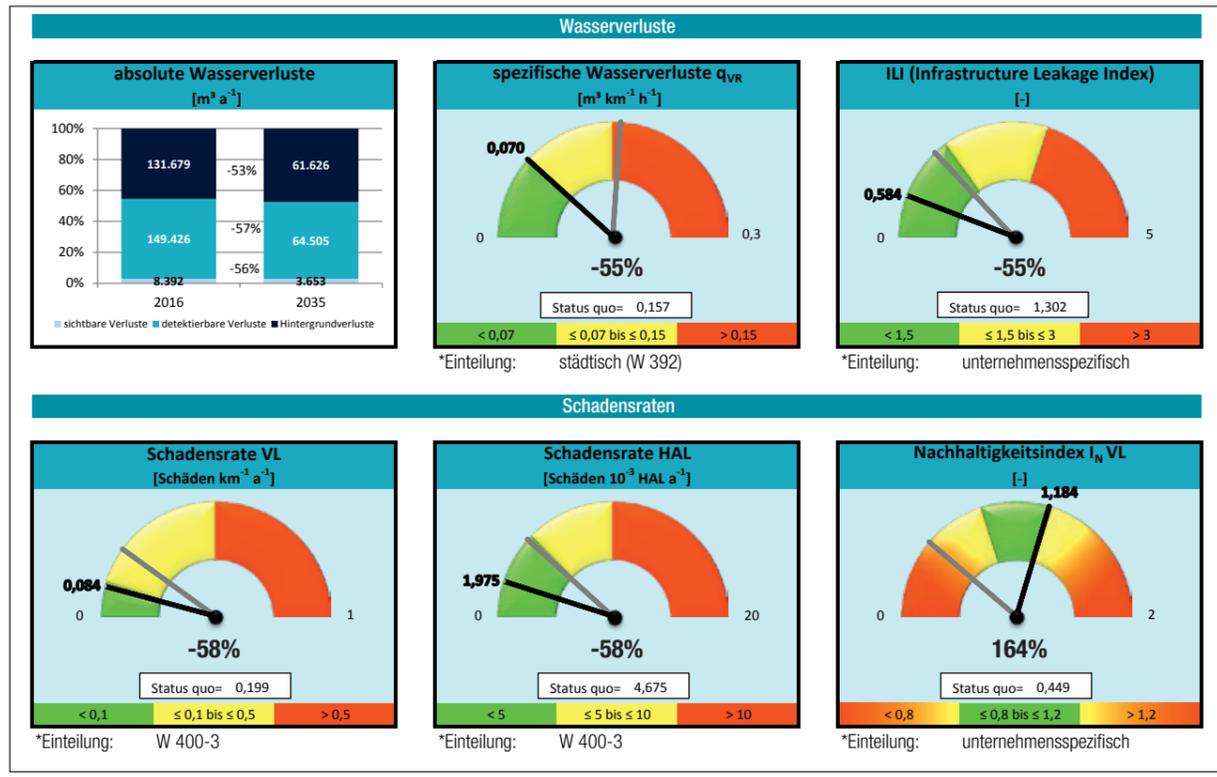


Abb. 6: Strategie 3 – Versorgungstechnische Kennzahlen bei gezielter Reha-Maßnahmenpriorisierung und Reduzierung der Reha-Rate von zwei auf ein Prozent/Jahr nach 10 a; grauer Zeiger = Status quo, schwarzer Zeiger = Ende des Prognosezeitraumes (20 a)

Erst durch eine gezieltere Maßnahmenauswahl auf Basis einer systematischen zustands- bzw. risikoorientierter Reha-Planung kann die Maßnahmeneffektivität und damit auch die Wirtschaftlichkeit der Instandhaltung deutlich gesteigert werden. So ist es möglich, nach ca. 10 a die Rehabilitationsrate auf ein Prozent pro Jahr abzusenken und trotzdem niedrige Werte für Wasserverluste und Schadensraten zu erreichen (Strategie 3). Die resultierende Nachhaltigkeitskennzahl von 1,18 liegt im Bereich des anzustrebenden Zielwerts und bestätigt die langfristig technisch-wirtschaftliche Ausgewogenheit dieser Instandhaltungsstrategie (Strategie 3) (Abb. 6).

Gegenüber der heutigen Instandhaltungsstrategie (Strategie 1) können mit dieser alternativen Strategie 3 nicht nur ein guter Netzzustand und eine hohe Versorgungsqualität sichergestellt, sondern mit einer (barwertierten) Ersparnis von 1,2 Mio. Euro über den Betrachtungszeitraum gleichzeitig auch die Wirtschaftlichkeit der Instandhaltung deutlich erhöht werden (Abb. 7). Das Fallbeispiel verdeutlicht, dass es für eine wirksame und technisch-wirtschaftlich ausgewogene Instandhaltung erforderlich ist, alle relevanten technischen oder wirtschaftlichen Kennzahlen selbst und in ihrer Wechsel-

wirkung und Abhängigkeit voneinander zu betrachten.

Fazit

Aufbauend auf der Berechnung der realen Wasserverluste und Daten der Schadenstatistik des Wasserversorgers, wurde unter Berücksichtigung aktueller Konzepte der Wasserverlustforschung (BABE, FAVAD) ein technisch-wirtschaftliches Bilanzierungs- und Prognosemodell entwickelt. Das koWave-Modell zeigt transparent und realitätsnah die Zusammenhänge zwischen technischen Maßnahmen, Höhe der Wasserverluste und Auswirkungen auf die Kostenstruktur. Es bie-

Quelle: GELSENWASSER AG



SIR 3S

Betrieb und Instandhaltung von Rohrnetzen

Auslegen / Berechnen / Analysieren / Optimieren / Zusammenhänge
Fahrweisen / Regelungen / Dynamik / Druckstoß / Energieeffizienz
Asset-Strategien / Zustand / Risiko / Spülplanung / Zielnetzplanung

3S Consult GmbH — 30 Jahre Engineering und Software — www.3sconsult.de



KANEW 3S

SPEZIAL

zur Gas- und Wasserfachlichen Aussprachetagung 2017

Tagung | Köln

Gas- und Wasserwirtschaft trifft sich in der Domstadt

Messe | Service

Mit Programm, Hallenplan und Ausstellerverzeichnis

Kongress | Themen

Die ewp fragt – Branchenexperten antworten

28. bis 30. November 2017, Köln

Besuchen Sie uns auf der
gat | wat 2017
Köln | 28. – 30. November 2017 | Halle 7 | Stand D-020



Korrelator und akustisches Wasserleckortungsgerät in Kombination

SeCorrPhon AC 200

professionell – flexibel – intelligent



- schnelle und zuverlässige Benutzerführung durch Anwendungsfälle
- integrierter Audioplayer zum direkten Vor-Ort-Vergleich von Leckgeräuschen
- problemloses Messen unterschiedlicher Rohrabschnitte, Rohrmaterialien, Durchmesser und Leitungslängen
- hochentwickelte Firmware ermöglicht dem Anwender einen fast vollständig automatisierten Ablauf der Messungen



Die Autoren

Martin Offermann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Wasserökonomie und Management am IWW Zentrum Wasser in Mülheim a. d. Ruhr.

Bernd Heyen ist Leiter der Abteilung Netzberechnung bei der GELSENWASSER AG in Gelsenkirchen.

Torben Keck ist Leiter der Abteilung Technisch-wirtschaftliche Steuerung der SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG.

Kontakt:

Martin Offermann
IWW Zentrum Wasser
Moritzstraße 26
45476 Mülheim an der Ruhr
Tel.: 0208 40303-342
E-Mail: m.offermann@iww-online.de
Internet: www.iww-online.de

Bernd Heyen
GELSENWASSER AG
Willy-Brandt-Allee 26
45891 Gelsenkirchen
Tel.: 0209 708-1849
E-Mail: bernd.heyen@gelsenwasser.de
Internet: www.gelsenwasser.de

Torben Keck
SWM Infrastruktur GmbH & Co. KG
Emmy-Noether-Str. 2
80992 München
E-Mail: keck.torben@swm-infrastruktur.de
Internet: www.swm-infrastruktur.de

Quelle: GELSENWASSER AG

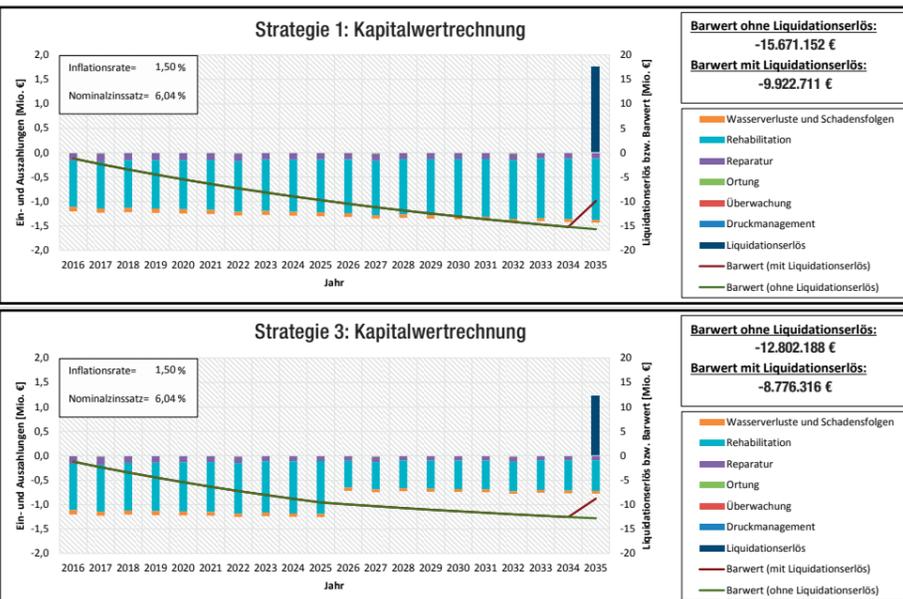


Abb. 7: Gesamtkostenvergleich der Strategien 1 und 3 – jährliche Auszahlungen und Barwertrechnung

tet eine technisch-wirtschaftliche Bewertung alternativer Handlungsoptionen und unterstützt in der Auswahl einer unternehmensspezifischen, optimalen Strategie zur Reduzierung oder Niedrighaltung der Wasserverluste.

Die Erkenntnisse aus der Modellanwendung unterstützen eine sachliche und realistische Einordnung der Kennzahl Wasserverluste in den Gesamtkontext einer sicheren, wirtschaftlichen und nachhaltigen Trinkwasserversorgung. Somit kann unternehmensindividuell die Frage nach der „angemessenen“ Höhe von Wasserverlusten beantwortet werden. ■

Literatur

- [1] DVGW-Merkblatt W 403 (April 2010): Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Wasserverteilungsanlagen.
- [2] Lambert, A., Brown, T. G., Takizawa, M., Weimer, D. (1999): A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems. Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA, 48(2), S. 227–237.
- [3] GIZ (Hrsg.) (2011): Guidelines for Water Loss Reduction – A Focus on Pressure Management. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- [4] May, J. (1994): Pressure Dependent Leakage. World Water and Environmental Engineering, October 1994.
- [5] DVGW-Arbeitsblatt W 392 (September 2017): Wasserverlust in Rohrnetzen; Ermittlung, Wasserbilanz, Kennzahlen, Überwachung.
- [6] DVGW-Arbeitsblatt W 402 (September 2010): Netz- und Schadenstatistik – Erfassung und Auswertung von Daten zur Instandhaltung von Wasserrohrnetzen.
- [7] DVGW-Arbeitsblatt W 400-3 (September 2006): Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) – Teil 3: Betrieb und Instandhaltung.
- [8] Schlicht, H., Heyen, B. (2010): Kennzahl zur Bewertung der Nachhaltigkeit der Rehabilitation von Trinkwasserrohrnetzen, in: DVGW energie | wasser-praxis, 61(10), S. 62–67.

Die November-Ausgabe der bbr (11/2017) enthält ein Spezial zum Thema Brunnenbau sowie Fachbeiträge u. a. zu folgenden Themen:

- Umsetzung eines Asset-Management-Systems in einem Mehrpartenunternehmen
- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Spezialtiefbau
- Neue Fernwärmeheizzentrale aus GFK für aggressive Thermalwässer in den Niederlanden

Kostenloses Probeheft unter info@wvgw.de