



Quelle: die Autoren

# Beurteilung von Wasserverlusten mit dem Infrastructure Leakage Index (ILI)

Rohrbruch einer großen Versorgungsleitung

Durch die Veröffentlichung der neuen DVGW-Arbeitsblätter W 392 und W 400-3-B1 im September 2017 wird den Wasserversorgungsunternehmen mit dem „Infrastructure Leakage Index“ (ILI) eine neue, **international weit verbreitete Kennzahl** zur Beurteilung von Wasserverlusten angeboten. Der ILI berücksichtigt mehr für den Wasserverlust **relevante Strukturparameter** als der bisher gebräuchliche „spezifische reale Wasserverlust“ ( $q_{VR}$ ) und ermöglicht es den Wasserversorgern, sich auch international zu vergleichen. Der Beitrag soll **offene Fragen zur Anwendung** der neuen DVGW-Arbeitsblätter im Hinblick auf den ILI beantworten.

von: Erwin Kober (RBS wave GmbH) & Thomas Prein (Stadtwerke München GmbH)

Für die Bestimmung des realen Wasserverlustes ist es zwingend erforderlich, eine Wasserbilanz entsprechend **Tabelle 1** zu erstellen; diese sollte zumindest einmal im Jahr erstellt werden. Der reale Wasserverlust wird hauptsächlich von der Länge des Rohrleitungsnetzes inklusive der Hausanschlüsse bestimmt. Hierbei ist der Zustand des Versorgungsnetzes mit der materialspezifischen Schadensquote

die entscheidende Größe. Ein weiterer physikalischer Einflussfaktor für die absolute Verlustmenge ist der Betriebsdruck im Rohrnetz.

Bei der international angewandten ILI-Klassifikation von Wasserverlusten wird zwischen Ländern mit hohem Einkommen und Ländern mit mittlerem/niedrigerem Einkommen unterschieden. Für Deutschland wurden in Analogie

der Beschreibung des World Bank Institute (WBI) nur die Kategorien A, B und C in die Klassifikationsbänder niedrig, mittel und hoch transformiert (**Tab. 3**).

## Spezifischer realer Wasserverlust $q_{VR}$

Weil der spezifische reale Wasserverlust  $q_{VR}$  weder den Betriebsdruck noch die Länge bzw. Anzahl der Hausan-

**Tabelle 1: Eine Wasserbilanz hilft dabei, die realen Wasserverluste eines Netzes zu bestimmen.**

	Netzabgabe $Q_A$	in Rechnung gestellt:	gemessen:	in Rechnung gestellte Wassermenge
			$Q_{AR}$	
Netzeinspeisung $Q_E$	Wasser- verlust $Q_V$	nicht in Rechnung gestellt:	gemessen:	
		$Q_{AN}$	ungemessen:	
	scheinbar:	$Q_{VS}$	Messfehler Ablesefehler Abgrenzungsfehler Wasserdiebstahl	nicht in Rechnung gestellte Wassermenge
	real:	$Q_{VR}$	Behälter <sup>a</sup> Zubringerleitungen <sup>a</sup> Hauptleitungen Versorgungsleitungen Anschlussleitungen	

<sup>a</sup> sofern innerhalb der Bilanzgrenzen

Quelle: DVGW-Arbeitsblatt W 392

schlüsse berücksichtigt, weist diese Kennzahl eindeutige Nachteile gegenüber dem ILI auf. Darüber hinaus wird die Anschlussdichte beim  $q_{VR}$  nur sehr ungenau und indirekt über eine grobe Dreiteilung der Bewertung mittels Netzeinspeiseintervallen berücksichtigt. Diese Kategorisierung nach Netzeinspeisung erscheint nicht mehr zeitgemäß, weil z. B. die Belieferung eines großen Wasserabnehmers in einer mittelstädtischen Struktur dazu führen kann, dass die Kategorisierung hin zu großstädtisch geändert werden muss.

### Infrastructure Leakage Index (ILI)

Der Infrastructure Leakage Index setzt den jährlichen realen Wasserverlust  $CARL = Q_{VR}$  mit dem unvermeidbaren jährlichen realen Verlust  $UARL$  als Referenzwert ins Verhältnis, wobei der ILI im Ergebnis ein Vielfaches dieses Referenzwerts ist. Er berücksichtigt neben der Rohrnetzlänge die Zahl und die mittlere Länge der Anschlussleitungen sowie den durchschnittlichen Betriebsdruck und wird deshalb wie folgt berechnet:

$$ILI = CARL / UARL$$

Dabei ist

$CARL$  Current Annual Real Loss („jährlicher realer Verlust“)

$UARL$  Unavoidable Annual Real Loss („unvermeidbarer jährlicher realer Verlust“)

Für  $CARL$  gilt:

$$CARL = Q_{VR} \text{ (in m}^3\text{/a)}$$

Der  $UARL$  wird wie folgt berechnet:

$$UARL = (6,57 \times L_N + 0,2555 \times n_{AL} + 9,125 \times L_{AL}) \times p \text{ (in m}^3\text{/a)}$$

Dabei ist

$L_N$  Rohrnetzlänge ohne Anschlussleitungen in km

$n_{AL}$  Zahl der Anschlussleitungen

$L_{AL}$  Gesamtlänge der Anschlussleitungen (von der Versorgungsleitung bis zum Wasserzähler) in km

$p$  durchschnittlicher Betriebsdruck im Rohrnetz in mWS (1 mWS = 0,1 bar)

Die Höhe des unvermeidbaren jährlichen Wasserverlusts  $UARL$  wird durch Erkennungs- und Eingriffsmöglichkeiten vorgegeben. Hier spielen die Infrastruktur, die Messzonengrößen, die verwendeten Materialien, die Bodenverhältnisse sowie Umfang, Qualität und Genauigkeit der verbauten Messtechnik eine Rolle. Wie vertrauliche Auswertungen für verschieden große Wasserversorger zeigen, kann der Wert  $ILI = 1,0$  unter bestimmten Umständen (z. B. niedriges Rohrnetzalter, günstige Bodenverhältnisse) unterschritten werden. In einem internationalen Vergleich unterschiedlich großer Wasserversorger zeigte sich, dass die Größe des  $UARL$  stark von Druck und Anschluss-

dichte beeinflusst wird und der  $UARL$  linear mit Druck und Anschlussdichte ansteigt. Im internationalen Vergleich tut sich die Mehrzahl der mittelgroßen und großen Wasserversorger gleichwohl schwer damit, einen  $ILI$  um die 1 zu erreichen. Ausnahmen davon gibt es in den Niederlanden aufgrund der dort anzutreffenden, überwiegend günstigen Bodenverhältnisse (Sand) und in Australien, wo aufgrund der Wasserknappheit immense Anstrengungen in Bezug auf Monitoring und Lecksuche unternommen werden.

### Umgang mit Kennzahlen

Beim Vergleich der Kennzahlen  $ILI$  und  $q_{VR}$  ist zu berücksichtigen, dass die Parameter „Anzahl und Länge der Netzan-schlüsse“, „Netzdruck“ und „Bodenverhältnisse“ nicht in die Ermittlung des  $q_{VR}$  eingehen, wohl aber beim  $ILI$  berücksichtigt werden. Der mögliche Einfluss dieser Parameter soll nachfolgend am Beispiel eines fiktiven Versorgungsgebietes aufgezeigt werden. Dabei wurden die Parameter „Anzahl der Netzan-schlüsse“ und „Netzdruck“ variiert.

#### Einfluss der Netzan-schlüsse

Zwar ist der Einfluss der Netzan-schlussanzahl nicht sehr groß, er zeigt aber dennoch Unterschiede zwischen einem städtischen Netz mit hoher Anschlussdichte und einem eher ländlichen Netz mit geringerer Anschlussdichte (**Abb. 1**).

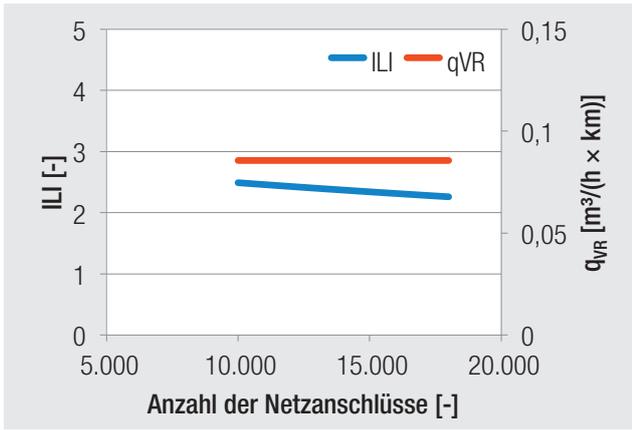


Abb. 1: Die Anzahl der Netzanschlüsse hat einen geringen Einfluss auf die Wasserverluste.

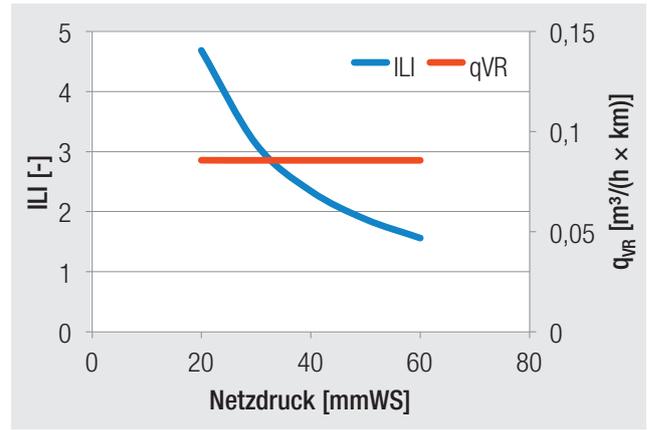


Abb. 2: Vergleich ILI und q<sub>VR</sub> bei wechselndem Wasserdruck

**Einfluss des Netzdrucks**

Die Berücksichtigung des Netzdrucks beim ILI ergibt gegenüber dem q<sub>VR</sub> deutlichere Unterschiede als die Anzahl der Netzanschlüsse – das überrascht insofern nicht, als der Netzdruck direkten Einfluss auf die Wasserverluste hat (Abb. 2). Zudem wird dem Versorger ausdrücklich ein weiteres Mittel zur Reduzierung der Wasserverluste, zumindest temporär, an die Hand gegeben. Durch ein Druckmanagement kann der Druck zu verbrauchsarmen Zeiten gesenkt und damit der Wasserverlust reduziert werden. Diese Option sollte jedoch nur eine Übergangslösung darstellen und keinesfalls die gezielte Verbesserung des Netzzustandes im Rahmen einer Netzrehabilitation ersetzen. Druckmanagement ist vor allem in sich entwickelnden Ländern ein geeigneter Lösungsansatz, um auch kurz- und mittelfristig die Wasserverluste zu verringern, bis der Netzzustand ausreichend verbessert ist.

Der Wasserverlust und die daraus ermittelte Kennzahl – unabhängig, ob als q<sub>VR</sub> oder als ILI ermittelt – stellt nur eine Kennzahl unter mehreren zur Beschreibung der Qualität eines Versorgungsnetzes dar. Bei der Bearbeitung der DVGW-Arbeitsblätter W 392 und W 400-3-B1 ist dies sehr deutlich geworden und hat dazu geführt, dass die Mitwirkenden sich dazu entschlossen haben, im DVGW-Arbeitsblatt W 392 nur Verfahren zur Ermittlung von Wasserverlusten zu beschreiben. Die Bewertung der Wasserverluste wurde hier bewusst aus dem besagten Arbeitsblatt herausgenommen und in das DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1 überführt. Das DVGW-Arbeitsblatt W 392 muss daher immer im Zusammenhang mit dem DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1 gesehen werden.

Im DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1 sind mehrere Kennzahlen zusammengeführt worden, die in ihrer Gesamt-

heit zur Bewertung der Qualität des Versorgungsnetzes beitragen können. „Gute“ und „schlechte“ Kennzahlen können nicht sinnvoll gegeneinander aufgerechnet werden, nur die Betrachtung der Kennzahlen in der Gesamtheit ergibt einen sinnvollen Blick auf den Zustand eines Versorgungsnetzes.

Der ILI spiegelt in diesem Zusammenhang wie beschrieben die Verhältnisse im Netz differenzierter wider als der q<sub>VR</sub>. Vergleicht man die beiden Tabellen des DVGW-Arbeitsblattes W 400-3-B1, die eine Bewertung des Netzes anhand der jeweiligen Kennzahlen vornehmen, fällt auf, dass es beim ILI keine gesonderte Unterscheidung für unterschiedliche Netzeinspeisungen gibt und die Tabelle für den ILI nicht nur die Wasserverluste, sondern auch die Schadensraten zur Festlegung des Inspektionsintervalls hinzuzieht.

Um einen Vergleich zu vereinfachen, wurden die einschlägigen Tabellen des DVGW-Arbeitsblattes W 400-3-B1 für diesen Aufsatz in ein vergleichbares Layout gebracht. Die Tabelle 2 der Bewertungen und Inspektionsintervalle anhand des q<sub>VR</sub> enthält auch die Schadensraten. Da es hier nach den Schadensraten keine Differenzierung gibt, bleiben die Inspektionsintervalle gleich.

In Tabelle 3 für die Bewertungen und Inspektionsintervalle anhand des ILI, die in Form und Inhalt aus dem DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1 ent-

**Tabelle 2: Bewertungen und Inspektionsintervalle beim q<sub>VR</sub>**

Wasserverlust nach DVGW-Arbeitsblatt W 392	Einstufung	Schadensrate		
		niedrig	mittel	hoch
q <sub>VR</sub> < 0,10 (Großstadt) q <sub>VR</sub> < 0,07 (Stadt) q <sub>VR</sub> < 0,05 (Land)	niedrig	alle 6 Jahre	alle 6 Jahre	alle 6 Jahre
0,10 ≤ q <sub>VR</sub> ≤ 0,20 (Großstadt) 0,07 ≤ q <sub>VR</sub> ≤ 0,15 (Stadt) 0,05 ≤ q <sub>VR</sub> ≤ 0,10 (Land)	mittel	alle 3 Jahre	alle 3 Jahre	alle 3 Jahre
q <sub>VR</sub> > 0,20 (Großstadt) q <sub>VR</sub> > 0,15 (Stadt) q <sub>VR</sub> > 0,10 (Land)	hoch	jährlich	jährlich	jährlich

Quelle: DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1

## SePem® 300

Geräuschlogger zur stationären Überwachung von Wasserrohrnetzen



- Keine zusätzlichen Datenkosten
- Kein SIM-Karten-Einbau nötig
- Immer im besten Mobilfunknetz
- Messdatenversand per E-Mail
- Sehr lange Lebensdauer (> 4 Jahre)



Hermann Sewerin GmbH  
Robert-Bosch-Straße 3 | D-33334 Gütersloh  
Telefon +49 5241 934-0 | Telefax +49 5241 934-444  
www.sewerin.com | info@sewerin.com

**Tabelle 3: Bewertungen und Inspektionsintervalle beim ILI**

Wasserverlust nach DVGW-Arbeitsblatt W 392	Einstufung	Schadensrate nach Tabelle 3b		
		niedrig	mittel	hoch
ILI ≤ 2	niedrig	gezielte Maßnahmen	alle 6 Jahre	alle 3 Jahre
2 < ILI ≤ 4	mittel	alle 3 Jahre	alle 2 Jahre	jährlich
ILI > 4	hoch	jährlich	weitergehende Maßnahmen	weitergehende Maßnahmen

Quelle: DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1

nommen wurde, wurden die Felder grün markiert, wenn die Kombination aus Wasserverlust und Schadensrate weniger Maßnahmen (längere Inspektionsintervalle) als nach **Tabelle 2** ergibt. Rot markiert sind hingegen die Felder, wenn diese Kombination mehr Maßnahmen (kürzere Inspektionsintervalle) als nach **Tabelle 2** erfordert; weiße Felder bedeuten keinen Unterschied.

Es ist erkennbar, dass nur die Kombination von zweimal niedrig bei Wasserverlust und Schadensrate weniger Kontrollen erfordert. Im mittleren Bereich ist der Kontrollaufwand ungefähr gleich, ansonsten werden mehr Kontrollen gefordert. Der mögliche erste Eindruck, dass die Bewertung anhand des ILI zu einem sinkenden Kontrollniveau führt, hat also keinen Bestand.

Grundsätzlich sind beide Kennzahlen geeignet, um Maßnahmen zur Beobachtung des Netzes angemessen abzuleiten. Der ILI ist jedoch umfassender hinsichtlich der Abbildung des Netzes und bezieht mehr Faktoren in die Bewertung und die daraus resultierenden Maßnahmen ein. Damit ist er der umfassendere Bewertungsmaßstab, der auch weitere Maßnahmen zur Verminderung der Wasserverluste berücksichtigt (wie z. B. das Druckmanagement). Im Gegensatz zum  $q_{VR}$ , der ein rein nationaler Bewertungsmaßstab ist, wird der ILI in vielen anderen Ländern als Bewertungsmaßstab herangezogen. Die Autoren gehen vor diesem Hintergrund davon aus, dass sich der ILI auch in Europa durchsetzen wird; diese Einschätzung lag auch der aktuellen DVGW-Regelsetzung zugrunde. Es ist

deshalb denkbar, dass bei einer künftigen Überarbeitung der  $q_{VR}$  zugunsten des ILI entfällt. ■

**Weiterführende Literatur**

DVGW-Arbeitsblatt DVGW W 392 (2017): Wasserverlust in Rohrnetzen; Ermittlung, Wasserbilanz, Kennzahlen, Überwachung.

DVGW-Arbeitsblatt W 400-3-B1 (2017): Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 3: Betrieb und Instandhaltung; Beiblatt 1: Inspektion und Wartung von Ortsnetzen.

Lambert, A., Charalambous, B., Fantozzi, M., Kovac, J., Rizzo, A., Galea, Sr., John, S. (2017): 14 Years Experience of using IWA Best Practice Water Balance and Water Loss Performance Indicators in Europe.

### Die Autoren

**Erwin Kober** ist technischer Geschäftsführer der RBS wave GmbH in Stuttgart.

**Thomas Prein** ist Senior Engineer im Büro des technischen Geschäftsführers bei der Stadtwerke München GmbH.

**Kontakt:**

Erwin Kober  
RBS wave GmbH  
Mittlerer Pfad 2-4  
70499 Stuttgart  
Tel.: 0711 18571-580  
E-Mail: e.kober@rbs-wave.de  
Internet: www.rbs-wave.de

Thomas Prein  
Stadtwerke München GmbH  
Emmy-Noether-Str. 2  
80992 München  
Tel.: 089 2361-2008  
E-Mail: prein.thomas@swm.de  
Internet: www.swm.de