

Technische Rahmenbedingungen für den Stadtumbau

Bewertung der Auswirkungen auf die Wasserverteilung

Burkhard Wricke

Stadtumbau, Wasserverteilung, Modelle

Stadtumbaumaßnahmen erfordern in der Regel zur Verhinderung negativer Auswirkungen auf die Trinkwasserbeschaffenheit auch Anpassungsmaßnahmen in Trinkwasserversorgungsnetzen. Für die Bewertung der Auswirkungen von Stadtumbaumaßnahmen auf die Gütesituation sowie für die Bewertung der Effektivität konkreter Anpassungsmaßnahmen stehen erste, im Rahmen von Forschungsvorhaben, entwickelte und getestete Wassergütemodelle zur Verfügung.

Measures of city conversions normally require measures in the water distribution system to avoid drinking water quality problems. For the assessment of the consequences of different measures in a specific distribution system water quality models are available. The application of these models allows to find the best solution as well as to minimize the costs.

1. Einleitung

Stadtumbaumaßnahmen können erhebliche Auswirkungen auf die Situation im Wasserverteilungsnetz haben. Der mit dem Abriss von Wohnungen bzw. Wohnbauten verbundene Rückgang der Wasserabnahme führt nicht nur zu längeren Aufenthalts- bzw. Fließzeiten, es muss auch mit einer Zunahme der Stagnationsbereiche und gegebenenfalls mit einer Änderung der Fließverhältnisse im Leitungsnetz gerechnet werden. Folgeerscheinungen sind unter Umständen eine verstärkte Rostwasserbildung und/oder eine erhöhte Gefahr der Aufkeimung des Wassers. In der Regel muss deshalb davon ausgegangen werden, dass zur Verhinderung negativer Auswirkungen auf die Trinkwasserbeschaffenheit in den Versorgungsnetzen Anpassungsmaßnahmen erforderlich werden.

Um den Umfang der Anpassungsmaßnahmen so gering wie möglich zu halten, fordern die Unternehmen der Ver- und Entsorgung eine rechtzeitige Einbeziehung in die Planung von Stadtumbaumaßnahmen. In dieser Phase kommt es darauf an, die Auswirkungen verschiedener Varianten des Stadtbaus und der damit verbundenen Veränderung der Trinkwasserentnahme auf die Situation im Leitungsnetz zu bewerten und notwendige Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen. Voraussetzung hierfür sind detaillierte Kenntnisse über die Prozesse der Güteveränderung im Leitungsnetz und deren Beeinflussung durch veränderte Fließverhältnisse. In der Außenstelle Dresden des DVGW-Technologiezentrum Wasser sind hierzu in den letzten Jahren mehrere Forschungsarbeiten durchgeführt worden. Die Möglichkeit

der Anwendung der dabei entwickelten bzw. getesteten Modelle soll im Weiteren vorgestellt werden.

2. Bakteriologische Güteveränderung

Umfangreiche Untersuchungen sowohl in Versuchsanlagen als auch in großtechnischen Leitungsnetzen haben gezeigt, dass in den Leitungsnetzen relativ stabile Verhältnisse zwischen Nährstoffgehalt im Wasser und biologischer Aktivität bestehen. Maßgeblich für die Güteentwicklung sind die Prozesse im Biofilm. Hier findet der biologische Abbau im Wasser enthaltener Nährstoffe statt. Als Folge kommt es zum Eintrag von Bakterien in den Wasserkörpern und damit zu einem Anstieg der Konzentration an freien Bakterien. *Bild 1* zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge der bakteriologischen Güteveränderung im Leitungsnetz. Hierbei können

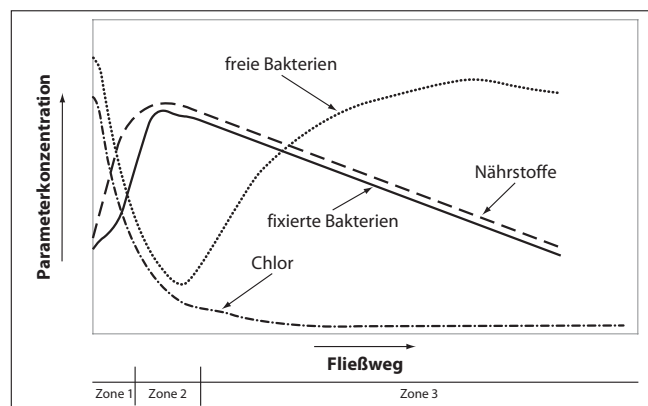


Bild 1. Modellvorstellung zur Güteveränderung im Leitungsnetz.

Dr.-Ing. Burkhard Wricke, DVGW-Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Außenstelle Dresden, Scharfenberger Straße 152, D-01139 Dresden.

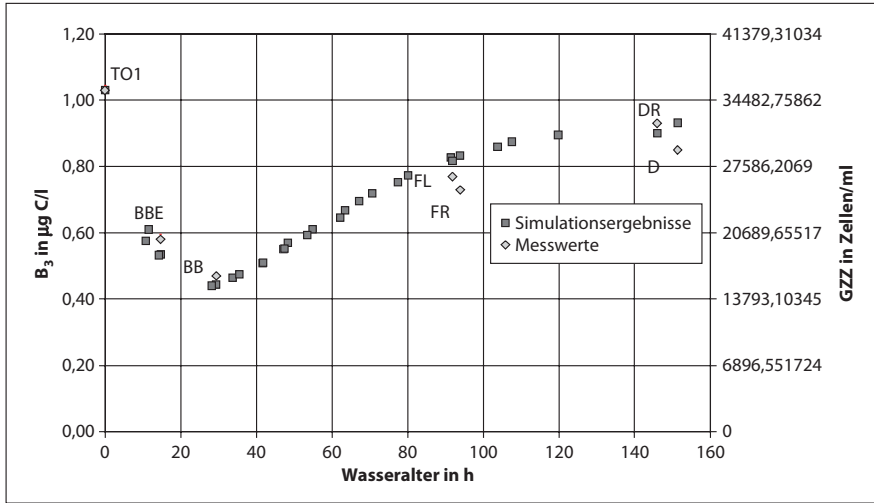


Bild 2. Beispiel für die Modellierung der Entwicklung der Gesamtzellzahl (aus [3]).

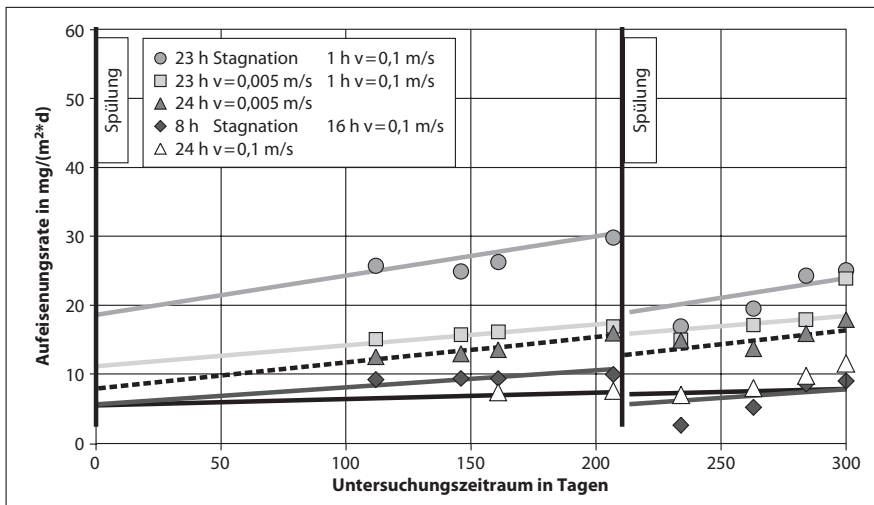


Bild 3. Eisenabgabe durch Korrosion in einem ausgewählten Versorgungsgebiet.

drei Zonen unterschieden werden. In Zone 1, in der noch Restdesinfektionsmittel in erhöhten Konzentrationen vorhanden sind, kommt es zur Abtötung und Zersetzung von Bakterien, so dass die Konzentration freier Bakterien in diesem Bereich abnimmt. Mit Abnahme der Restkonzentration des Desinfektionsmittels geht die Wirkung zurück, die Besiedlung an der Oberfläche steigt an, d.h. die Zahl der fixierten Bakterien im Biofilm nimmt zu. Durch das Desinfektionsmittel kommt es gleichzeitig zur Bildung von Nährstoffen. In der Zone 2 werden aus dem Biofilm eingetragene Bakterien nicht mehr vollständig abgetötet, so dass es zu einer Zunahme der Konzentration freier Bakterien im Wasserkörper kommt. In dem Netzbereich, in dem kein Desinfektionsmittel mehr nachweisbar ist (Zone 3), nimmt der Nährstoffgehalt als Folge des biologischen Abbaus im Biofilm ab. Mit dem Nährstoffabbau verringert sich auch die Aktivität im Biofilm, was letztendlich zu einem geringeren Eintrag von Bakterien in den Wasserkörper führt. Längere Fließzeiten und Fließwege sind damit nicht zwangsläufig mit einer verstärkten Aufkeimung des Wassers verbunden.

Hauptursache für erhöhte Koloniezahlen sind Störungen des Systems durch zeitweise bzw. kurzfristig auftretende Schwankungen des Nährstoffgehaltes bzw. der Restdesinfektionsmittelkonzentration. Daneben kann auch die Aufwirbelung von Sedimenten als Folge eines Fließrichtungswechsels zu erhöhten Koloniezahlen führen, da Sedimente eine erheblich bakteriologische Besiedlung aufweisen können. Stagnationen sind dann problematisch, wenn nach relativ langen Stagnationszeiten von mehreren Wochen, in denen sich der Biofilm deutlich zurückgebildet hat, wieder frisches nährstoffreicheres Wasser in den Stagnationsbereich gelangt. Biologische Abbauprozesse finden dann nicht, wie im durchflossenen System bzw. nach kurzen Stagnationszeiten, primär im Biofilm statt. Es kommt vielmehr zu einem Keimwachstum auf den Oberflächen und im Wasserkörper. Im Ergebnisbericht zum Forschungsvorhaben werden Handlungsempfehlungen für konkrete Betriebszustände im Verteilungssystem abgeleitet [2].

Eine Beschreibung der mikrobiologischen Güteveränderung ist unter Anwendung eines Wassergütemodells prinzipiell möglich. Zur Durchführung von Berechnungen wurde hierzu im Rahmen der Arbeit von Beilke [3] das Wassergütemodell von EPANET erweitert und an das hydraulische Modell STANET gekoppelt. Voraussetzungen für die Modellanwendung sind ein vorhandenes hydraulisches Modell, sowie eine Validierung an dem vorhandenen Netz. Ein Beispiel für die Modellierung der Entwicklung der Gesamtzellzahl in einer Fernwasserleitung zeigt Bild 2.

3. Rostwasserbildung

Mögliche Ursachen für die Rostwasserbildung sind die Korrosion und die Mobilisierung von Sedimenten. Im Ergebnis des vom Bundesministerium für Forschung und Entwicklung geförderten Forschungsvorhabens zur Entwicklung von Methoden zur Selektion effizienter Spülregime [4] liegen hierzu Modellvorstellungen vor. Wesentlichen Einfluss auf die Korrosion haben dabei, wie Bild 3 zeigt, neben der Wasserbeschaffenheit die Fließbedingungen. Je länger die Stagnationszeit bzw. je niedriger die Fließgeschwindigkeiten umso höher ist die Aufeisungsrate, d.h. der Eiseneintrag in Stagnationsphasen. Deutlich wird auch, dass die Aufeisungsrate zwischen den Spülungen in Verbindung mit der Sedimentbildung zunimmt.

Auf Grund der Komplexität der Vorgänge sind zur Ermittlung des Einflusses der Fließbedingungen auf die Korrosion Versuche für jedes Versorgungsnetz erforderlich. Im Ergebnis der Versuche können dann unter Nutzung eines hydraulischen Modells Netzbereiche ermittelt werden, in denen insbesondere die instationäre Korrosion zu Rostwasser führen kann. Auf dieser Grundlage ist auch eine Bewertung verschiedener Szenarien im Hinblick auf Auswirkungen auf die Rostwasserbildung durch Korrosion möglich.

Die Sedimentverlagerung im Leitungsnetz lässt sich derzeit durch Modelle nur bedingt beschreiben. Kontinuierliche Trübungsmessungen und die Erfassung des Resuspensionspotenzials sind jedoch geeignete Methoden, um die Ausgangssituation sowie den Prozess der Sedimentbildung in einem konkreten System zu erfassen. *Bild 4* zeigt als Beispiel die Ergebnisse der kontinuierlichen Trübungsmessung in verschiedenen Leitungen eines untersuchten Versorgungsgebietes. Deutlich erkennbar sind die Abnahme der Trübung in der Hauptleitung als Folge der Sedimentation aus dem vorgelagerten Netz eingetragener Trübstoffe. In dem aus Grauguss bestehenden Nebenstrang war eine deutlich höhere Trübung als in den anderen Leitungen zu verzeichnen. Wie in den anderen Leitungen kommt es auch hier bei erhöhten Abnahmen als Folge der Mobilisierung von Sedimenten zu einem deutlichen Anstieg der Trübung. Der Anstieg der Trübung in den Nachtstunden ist dagegen auf die instationäre Korrosion in der Graugussleitung zurückzuführen.

Bild 5 zeigt die Ergebnisse einer Resuspensionspotenzialmessung [5]. In diesem Fall wird in der zu untersuchenden Leitung eine gezielte Geschwindigkeitserhöhung um 0,35 m/s über 10–30 Minuten durchgeführt und dabei die Entwicklung der Trübung verfolgt. Aus dem Kurvenverlauf können Aussagen über den Umfang der vorhandenen Sedimente abgeleitet werden. Der dargestellte zweite Anstieg der Trübung nach ca. 15 Minuten ist in diesem Fall auf die Mobilisierung von Sediment in einer vorgelagerten Leitung zurückzuführen.

In einem neuen Forschungsprojekt soll der vorliegende Modellansatz für die Korrosion durch ein Transportmodell ergänzt und mit einem hydraulischen Modell gekoppelt werden. Zudem gilt es, den Eintrag von Sedimenten aus dem Wasserwerk in das Leitungsnetz mit zu erfassen. Projektziel ist die Entwicklung eines Modells mit dem die Bildung und Verlagerung von Ablagerungen zusammenhängend beschrieben werden können.

4. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine Beurteilung der Auswirkungen von Stadtumbaumaßnahmen auf die mögliche Veränderung der Wassergüte unter Anwendung von Modellen prinzipiell möglich ist. Voraussetzung sind für das konkrete Versorgungsnetz geeichte bzw. vali-

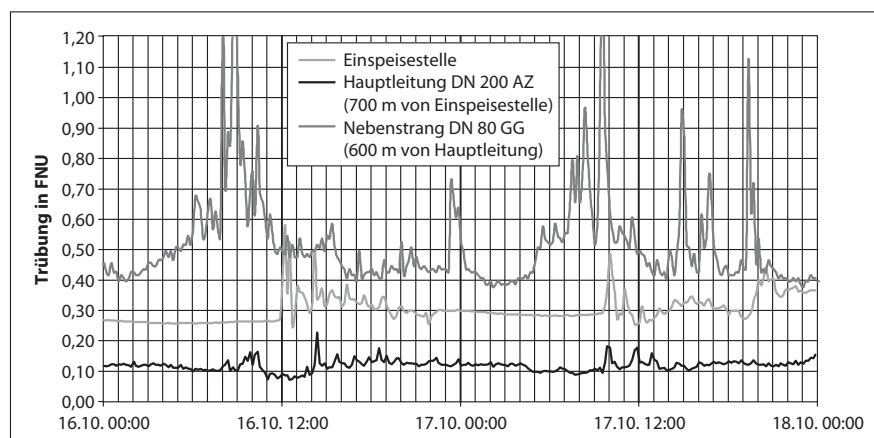


Bild 4. Ergebnisse der kontinuierlichen Trübungsmessung in einem Verteilungsnetz.

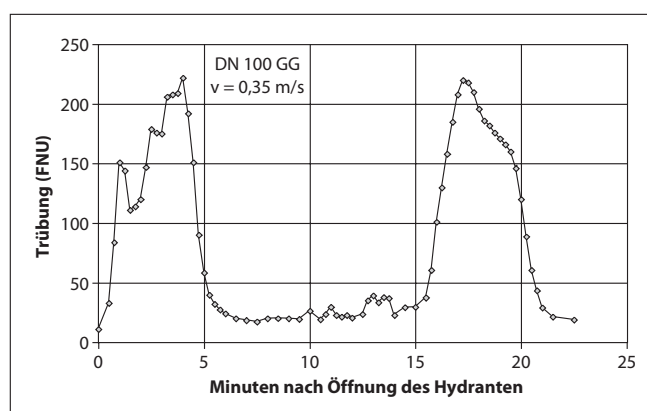


Bild 5. Ergebnisse einer Resuspensionspotenzialmessung in einem Endstrang.

dierte Modelle. Der hohe Aufwand für die Modellkalibrierung lässt sich dadurch rechtfertigen, dass die Modelle letztendlich auch für die Optimierung der Spülung bzw. die Optimierung von Rehabilitations- und Neubaumaßnahmen verwendet werden können.

Literatur

- [1] Wricke, B.; Petzoldt, H.; Korth, A.; Krüger, M.; Andrusch, T.; Böhm, U. und Häusler, H.: Minimierung der Desinfektionsnebenproduktbildung und der Wiederverkeimung im Verteilungsnetz von Fernwasserversorgungssystemen. Teilprojekt 1: Optimierung des Desinfektionsregimes. Abschlussbericht zu den BMBF-Vorhaben 02WT9823/7; 02WT 9824/0; 02WT 9825/2. TZW-Schriftenreihe Band 17, 2002.
- [2] Wricke, B. und Korth, A.: Qualitätsveränderungen bei der Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser aus reduzierten Grundwässern. Teilprojekt 2: Verhinderung der Aufkeimung bei der Wasserverteilung durch Optimierung des Netzbetriebes. Abschlussbericht zum DVGW-Forschungsvorhaben W 50/99; TZW-Schriftenreihe Band 23, 2004.
- [3] Beilke, G.: Anwendung hydraulischer Rohrnetzmodelle zur Wassergütemodellierung. Dissertation. TU Dresden (in Vorbereitung).
- [4] Böhler, E.; Hofmann, D. und Tränckner, J.: Entwicklung von Methoden zur Selektion effizienter Spülregime für unbelastete Sektoren in bestehenden Wasserversorgungsnetzen zur Vermeidung von Rostwasserbildung. Abschlussbericht zum BMBF-Vorhaben 02WT0077, 2003.
- [5] Slaats, P. G. G., Rosenthal, L. P. M.; Siegers, W. G., van den Boomen, M., Beuken, R. H. S. and Vreeburg, J. H. G.: Processes Involved in the Generation of Discolored Water. Awwa Research Foundation, 2003.