

II/12 Ablagerungsbildung in Trinkwassernetzen und Qualitätsmanagement mit Hilfe optimierter Spülkonzepte

Dipl.-Ing. Sebastian Richardt

Ausgangsbasis

Bei der Verteilung von Wasser kommt es immer wieder zu Kundenbeschwerden über Wasser Verfärbungen, die auch als Braunwasser charakterisiert werden [1], [2]. Als Reaktion auf solche Beschwerden wird in den meisten Fällen von den Wasserversorgungsunternehmen eine „Spülung“ mit geringem Abschlag im Bereich der Beschwerdestelle durchgeführt, um so das verfärbte Wasser ablaufen zu lassen. Die dabei auftretenden Probleme sind:

- teilweise Verlagerung der Problematik auf andere Bereiche
- Kosten für Sofortmassnahmen (Bereitschaftsdienste)
- keine vorbeugende Vorgehensweise
- keine Ursachenanalyse
- und somit häufig keine nachhaltige Wirkung

Eine aktuelle Erhebung zeigt, dass 90 % der Wasserversorger Spülungen zum Austrag vorhandener Ablagerungen durchführen [3]. Die Aufwendungen konzentrieren sich dabei in vielen Fällen auf Sofortmaßnahmen in Beschwerdebereichen und Spülung von Netzendsträngen [4]. Da jedoch die Prozesse oft nicht bekannt sind werden trotz der Kosten die Probleme nicht beseitigt.

Im Folgenden wird ein Modellansatz zur Ermittlung optimierter Spülintervalle mit dem Ziel einer nachhaltigen Vermeidung von Braunwasserbeschwerden vorgestellt. Der Ansatz basiert auf dem vorbeugenden Austrag der im Netz vorhandenen Ablagerungen bei gleichzeitiger Minimierung der Aufwendungen für die Netzpflege.

Grundlage für eine ursachenbezogene Netzpflege mit Hilfe optimierter Spülungen ist die Netzspülung mit klarer Wasserfront [5], [6]. Dabei wird innerhalb eines Versorgungsbereichs das Wasser systematisch durch Ausschleubern einzelner Leitungsstränge durch das Gebiet geleitet, wodurch eine Verlagerung von vorhandenen Ablagerungen in noch nicht gespülten Bereichen vermieden werden kann [7]. Weiterhin gewährleistet diese Vorgehensweise eine definierte Fließrichtung und somit die Möglichkeit im Netz vorhandene Ablagerungen den einzelnen Leitungsabschnitten zuzuordnen (**Bild 1**).

Datenbasis für die Ermittlung der leitungsspezifischen Spülintervalle ist die Erfassung der Ablagerungssituation über einen definierten Betriebszeitraum. Dazu ist es erforderlich einen Netzbereich zweimal systematisch zu Spülen. Bei der Spülung wird die Ablagerungssituation mit Hilfe kontinuierlicher Trübungsmessungen erfasst, wie das Beispiel in **Bild 2** darstellt. Parallel wird die Ablagerungszusammensetzung hinsichtlich der Eisen- und Mangananteile bestimmt. Mit Hilfe eines netzspezifischen Eisen/Mangan Basisfaktors für den Ablagerungsanteil aus Eintrag kann im Anschluss eine Unterscheidung der Anteile aus Eintrag und Korrosion vorgenommen werden. Dies ist von besonderem Interesse, da netzspezifisch für die beiden Ablagerungsquellen unterschiedliche Bildungsmechanismen vorliegen, was zu einem ungleichen Ablagerungsaufbau im Jahresgang führt.



Bild 1:
Netzspülung mit Erfassung
der Ablagerungssituation

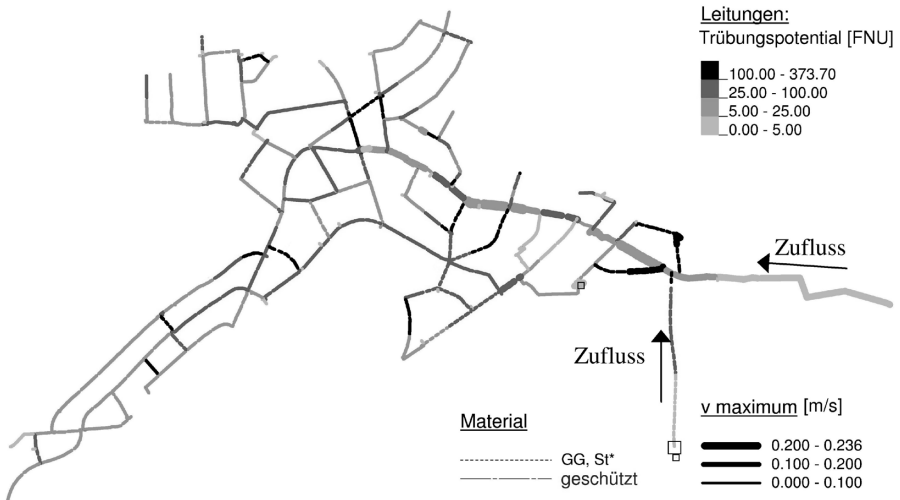


Bild 2: Ablagerungssituation für einen Versorgungsbereich nach einem Jahr
(Darstellung vereinfacht)

Die Systematik der Zuordnung der Ablagerungsquellen wurde im Rahmen eines BMBF / DVGW Forschungsvorhaben ermittelt. Im Zuge dieser Untersuchungen erfolgte auch die Bestimmung eines Mobilisierungsansatzes für im Netz vorhandene Ablagerungen. Mit Hilfe dieses Ansatzes ist es im Modell möglich das Risiko einer Ablagerungsmobilisierung und damit das Auftreten von Wasserverfärbungen zu bestimmen. Im Einzelnen beschreibt der Ansatz den Zusammenhang zwischen maximaler Ablagerungsmenge und Fließ-geschwindigkeit und ermöglicht somit eine allgemeingültige Aussage auf Basis der hydraulischen Verhältnisse [8].

Modellansatz

Die erläuterten Kenngrößen und Basisparameter gehen, wie in **Bild 3** aufgeführt, in das Berechnungsmodell zur Ermittlung optimierter Spülintervalle ein. Im ersten Schritt wird auf Grundlage der spezifischen Ablagerungsanteile in einem Leitungsabschnitt die Ablagerungsbildung simuliert. Parallel findet mit den Kenndaten aus der hydraulischen Simulation die Ermittlung des zulässigen Trübungspotentials, welches zuvor definiert wird, statt. Nach einer Simulation der Ablagerungsbildung über 6 Monate erfolgt ein Abgleich des vorhandenen mit dem zulässigen Trübungspotential. Dabei wird geprüft, ob eine Mobilisierung über den visuellen Schwellenwert von 5 FNU stattfindet [9], [10]. Ist dies nicht der Fall wird der Ablagerungsaufbau über einen Zeitraum von weiteren 6 Monaten simuliert. Im Anschluss findet wiederum die Prüfung der Mobilisierung statt. Dieser Algorithmus wird durchgeführt, bis eine sichtbare Wasserverfärbung auftritt. In diesem Fall erfolgt die Eingruppierung des betreffenden Leitungsabschnitts in den vorherigen Spülzeitraum. Damit ist das optimale Spülintervall für diesen Leitungsabschnitt bestimmt. Das optimierte Spülintervall beschreibt somit den Zustand bei dem unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors gerade noch keine Ablagerungsmobilisierung mit dem Potential einer visuell wahrnehmbaren Wasserverfärbung auftritt.

Der Modellansatz wird über ein eigenständiges Menü (**Bild 4**) gesteuert und kann als separierter Rechenkern an jedes hydraulische Modellierungssystem gekoppelt werden. Zur Berechnung werden die Ergebnisdaten der hydraulischen Simulation exportiert und in das Berechnungsmodul übertragen (**Bild 5**). Im Anschluss erfolgt die Eingabe der gebietsspezifischen Basisdaten und die Berechnung der optimierten Spülintervalle.

Die Ergebnisdaten der Berechnung werden danach an die hydraulische Simulationssoftware zurück übertragen.

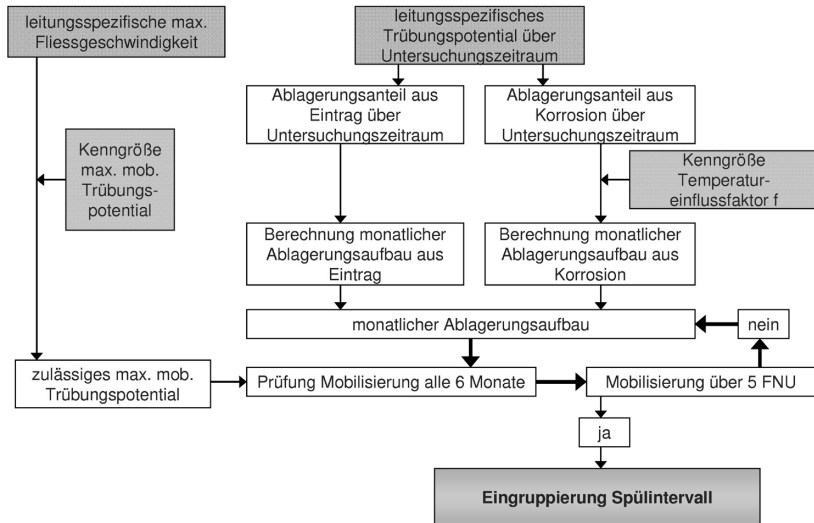


Bild 3: Modellalgorithmus zur Bestimmung optimierter Spülintervalle



Bild 4: Berechnungsmodul

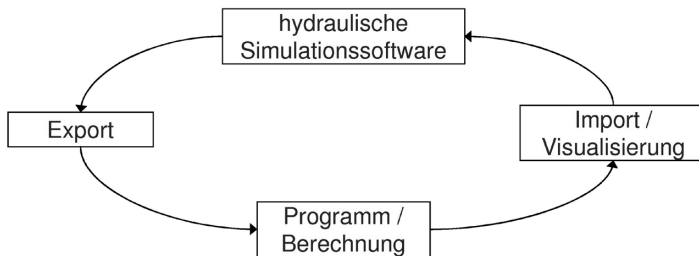


Bild 5: Datenfluss Berechnungsmodul

Im Ergebnis kann der optimierte Spülplan grafisch dargestellt werden, wie das **Bild 6** zeigt. Die Leitungen sind nach ihren Spülintervallen zwischen halb- und achtjährlich eingefärbt. Das Spülintervall achtjährlich wurde für das Beispiel bei der Modellrechnung als Grundspülintervall vorgegeben und stellt somit den maximalen Betriebszeitraum für einen Leitungsabschnitt dar. Im Anschluss an die Berechnung erfolgt die Zusammenstellung der Spülstrecken zu sinnvollen Abschnitten, um im Rahmen der Gruppenspülkonzepte wiederum eine systematische Vorgehensweise bei den Spülungen zu ermöglichen.

Aus Bild 6 wird für das Beispiel ersichtlich, dass besonders der vordere Bereich des Hauptversorgungsstrangs sowie Einzelpunkte in kürzeren Intervallen gespült werden sollten, um wirksam Braunwasserereignisse zu vermeiden. Im Gegensatz dazu ist es ausreichend große Teile des nachgeordneten Netzes im Intervall von 8 Jahren zu spülen. Unter Beachtung der oft angewandten Strategie der Endstrangspülungen wird deutlich, dass die dafür eingesetzten Aufwendungen in weiten Teilen nicht den tatsächlichen Anforderungen entsprechen.

Als weiterer Aspekt lassen sich auf Basis der Ergebnisse aus dem Untersuchungsprogramm gezielte Aussagen zu Stellen mit verstärkter Ablagerungsbildung durch Korrosion treffen. Die entsprechenden Leitungsabschnitte sind oft auch für die Erhöhung des Risikos von Wasserverfärbun-

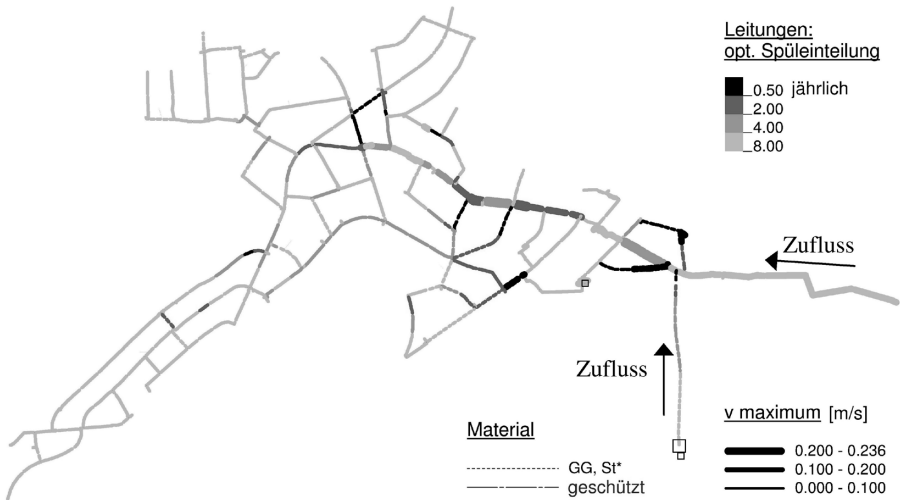


Bild 6: Optimierter Spülplan für einen Versorgungsbereich (Darstellung vereinfacht)

gen in nachgeordneten Bereichen verantwortlich. Durch diese gezielte Identifizierung ist es im Anschluss möglich Rehabilitationsmaßnahmen direkt unter dem Aspekt der Kostenreduzierung im Vergleich zu den Einsparungen für Netzpflege zu bewerten.

Zusammenfassung

Durch die Anwendung optimierter Spülkonzepte ist es möglich Kundenbeschwerden durch Wasserverfärbungen nachhaltig zu vermeiden. Die dabei für die Netzpflege eingesetzten Mittel werden effizienter genutzt und können teilweise sogar deutlich reduziert werden.

Die Berechnung der optimierten Spülintervalle kann in Kopplung an jede hydraulische Simulationssoftware oder direkt durch Eingabe der Leitungskennwerte erfolgen. Die dabei angewandte Methodik der separaten Erfassung der Ablagerungsanteile ermöglicht eine genauere Bestimmung der Ablagerungsbildung unter Berücksichtigung des Temperatureinflusses auf die Korrosion. Zusammen mit dem ermittelten Mobilisierungsansatz wird im Anschluss die Eingruppierung in optimierte Spülintervalle ermöglicht.

Der Berechnungsansatz kann weiterhin für eine schnelle Bewertung der Auswirkungen von Umstellungen im Verteilungssystem genutzt werden, wie sie durch Änderungen von Schieberstellungen entstehen. Dies ermöglicht insbesondere im Zuge von Baumaßnahmen einen vorbeugenden gezielten Ablagerungsaustrag an den als kritisch identifizierten Stellen.

Literatur

- [1] Vreeburg, J. H. G.; Boxall, J. B. (Februar 2007): Discolouration in potable water distribution systems: A review. doi: 10.1016/j.watres.2006.09.028. Water research (Water res.), Jg. 41, Heft 3, S. 519–529, zuerst veröffentlicht: 14. Dezember 2006
- [2] Korth, A.; Richardt, S.; Wricke, B. (2007): Optimierung der Rohrnetzspülung. GWF Wasser/Abwasser 148, Heft 10, S.704–709
- [3] Korth, A.; Donath, O.; Dommaschk, A.-K.: Erhebungen zu Spülverfahren und Spülstrategien in Trinkwasserverteilungssystemen. Umfrage im Rahmen eines DVGW Forschungsvorhabens, DVGW-Technologiezentrum Wasser
- [4] Perez, A.; Huren An, J. (2003): Automatic flushing: a solution for enhancement of distribution system water quality. AWWA Research Foundation (Hg.): Proceedings AWWA WQTC Conference, Philadelphia, S. 1–9
- [5] Antoun, E. N.; Dyksen, J. E.; Hildebrand, D. (1999): Unidirectional flushing: a powerful tool. Journal of the American Water Works Association (AWWA), Jg. 91, Heft 7, S. 62–71
- [6] Friedman, M. J.; Martel, K. D.; Hill, A.; Holt, D.; Smith, S.; Ta, T. et al. (2003): Establishing Site-Specific Flushing Velocities. Denver, USA: AWWA Research Foundation (90964F)
- [7] Ellison, D.; Duranceau, S. J.; Ancel, S.; Deagle, G.; McCoy, R. (2003): Investigation of Pipe Cleaning Methods. Denver, USA: AWWA Research Foundation (90938)
- [8] Richardt, S. (2008): Anwendung und Erfahrungen mit optimierten Spülprogrammen. DVGW-Technologiezentrum Wasser (Hg.): 17. Trinkwasserkolloquium Dresden
- [9] Vreeburg, J. H. G.; Schaap, P.; van Dijk, J. C. (2004): Measuring discoloration risk: resuspension potential method. IWA Leading Edge Conference Prague
- [10] Böhler, E.; Hofmann, D.; Tränckner, J. (2005): Spülung von Wasserversorgungsnetzen zur Vermeidung der Rostwasserbildung. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser Karlsruhe, Band 27

Verfasser: Dipl.-Ing. Sebastian Richardt
Forschungsingenieur
DVGW – Technologiezentrum Wasser (TZW)
Außenstelle Dresden
Wasserwerkstraße 2
01326 Dresden
Telefon: (03 51) 8 52 11 – 31
Telefax: (03 51) 8 52 11 – 10
e-mail: richardt@tzw-dresden.de