



Studie über den Qualitätszustand der Trinkwassergüte in den Leitungsnetzen

Exemplar zur Veröffentlichung



Universität für Bodenkultur Wien
Department für
Wasser-Atmosphäre-Umwelt

Institut für Siedlungswasserbau,
Industriewasserwirtschaft und
Gewässerschutz

Auftraggeber

NÖ Wasserwirtschaftsfonds

mit der Durchführung beauftragt

**Amt der Niederösterreichischen Landesregierung
Gruppe Wasser, Abteilung Siedlungswasserwirtschaft**

November 2006

Dr. Franziska Zibuschka
Dipl.-Ing. Gerhard Lindner

Einleitung

Eine sichere und zuverlässige Trinkwasserversorgung stellt für die Gesellschaft die Grundlage für Gesundheit, Wohlstand und eine funktionierende Wirtschaft dar.

Eine wichtige Voraussetzung für die Aufrechterhaltung von einwandfreier Trinkwasserqualität, sind genaue Kenntnisse über mögliche Veränderungen des Gütezustandes während des Transportes in den Leitungsnetzen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass das Trinkwasser bei seinem Eintritt in das Verteilungssystem hygienisch-mikrobiologisch einwandfrei ist. Im Netz üben jedoch eine Reihe von Prozessen, hervorgerufen durch Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Wasserinhaltsstoffen sowie den für den Leitungs- und Behälterbau verwendeten Materialien unterschiedlich starken Einfluss auf die Wasserqualität aus. Als weitere Faktoren kommen Aufenthaltszeit, Wassertemperatur und Dimensionierung des Rohrnetzes hinzu.

An Hand ausgewählter Versorgungsnetze in Niederösterreich soll aufgezeigt werden in welchem Ausmaß sich der mikrobiologische Gütezustand des Trinkwassers im Verlauf der Verteilung verändert. Dabei wurden zwei unterschiedliche Wasserversorgungsnetze untersucht. In Studie A kleine weit verzweigte Wasserversorgungen im ländlichen Raum und in Studie B große überregionale Wasserversorgungen. Im Folgenden werden die Erfahrungen der jeweiligen Studien zusammengefasst und mit einem allgemeinen Leitfaden zur Mikrobiologie ergänzt.

1. Wasserversorgung im ländlichen Raum: Erhebung des Gütezustandes von Trinkwasser im Verlauf der Verteilung dargestellt an zwei Gemeinden im Mostviertel

In den Trinkwasserversorgungsnetzen zweier Mostviertler Gemeinden wurden 21 Probenahmestellen festgelegt. Die mikrobiologischen Untersuchungen der Wasserproben erfolgten im Zeitraum von 04.10.2004 bis 12.09.2005 in monatlichen Abständen, wobei folgende Parameter zum Einsatz kamen:

- Koloniezahl pro Milliliter, 22°C (EN ISO 6222)
- Koloniezahl pro Milliliter, 37°C (EN ISO 6222)
- Koloniezahl pro Milliliter, R2A-Medium (erweiterte Koloniezahl)
- Bestimmung des Wachstumspotentials (WP)
WP_{KBE-22°C}, WP_{KBE-37°C}, WP_{KBE-R2A}
- Koloniezahl der Fäkalkeime (*E. coli*, Coliforme und Enterokokken)

Beide Ortsnetze wurden Mitte der 90-iger Jahre in Betrieb genommen und seither kontinuierlich erweitert. Das Versorgungsnetz der Gemeinde A versorgt 383 Haushalte, das der Gemeinde B 441. Beide Versorgungssysteme beziehen ihr Wasser aus gemeindeeigenen Brunnen, die das Wasser aus dem gleichen Grundwasserstrom entnehmen. Für das Verteilungssystem A wurden 38.559 m Rohrleitung, für das Netz B 44.379 m Rohrleitung verlegt.

Obwohl das Wasser an der Einspeisungsstelle in die beiden Ortsnetze eine weitgehend übereinstimmende, gute Qualität aufweist, kommt es im Verlauf der Verteilung zu unterschiedlich stark ausgeprägten Qualitätseinbußen in den beiden Trinkwasserversorgungssystemen. An Hand der ermittelten mikrobiologischen Daten weist das Wasser aus dem Ortsnetz A insgesamt gesehen eine höhere Qualität auf als das Wasser aus dem Ortsnetz B.

Erhöhte **Koloniezahlen (KBE/ml, 22°C)** traten im Ortsnetz A in 22,9% der Fälle auf. Der ermittelte Maximalwert lag bei 6.000 KBE/ml. Im Ortsnetz B war die Koloniezahl in 73,7% der Fälle erhöht (Maximalwert: 40.000 KBE/ml). Im Vergleich dazu war die Koloniezahl an den Einspeisungsstellen der beiden Ortsnetze bis auf eine Ausnahme stets einstellig.

Die Bestimmung der **Koloniezahl** mit dem **sensibleren R2A-Medium** (erweiterte Koloniezahl) ergab folgendes Bild:

Ortsnetz A

11,8% der Untersuchungsergebnisse zeigten einen Wert von >1.000 KBE/ml, 9% einen Wert von >10.000 KBE/ml (Maximalwert: 88.000 KBE/ml)

Ortsnetz B

22,0% der Untersuchungsergebnisse zeigten einen Wert von >1.000 KBE/ml, 25,7% einen Wert von >10.000 KBE/ml (Maximalwert: 200.000 KBE/ml)

6,2% der Proben aus dem **Ortsnetz A** zeigten bei der **Bestimmung des Wachstumspotentials** für Koloniebildende Einheiten pro Milliliter bei 22°C einen Endwert von >10.000 KBE/ml; der Maximalwert lag bei >50.000 KBE/ml. Im **Ortsnetz B** betrug der Prozentsatz 10 (Maximalwert: 110.000 KBE/ml)

Die Belastung mit **Fäkalkeimen** (*E. coli*, Coliforme, Enterokokken) war in beiden Ortsnetzen vergleichbar hoch wobei primär coliforme Bakterien den Hauptanteil bildeten:

Ortsnetz A : 15,8%

Ortsnetz B: 18,8%

In der internationalen Literatur werden für das Auftreten von fäkalen Belastungen innerhalb des Trinkwasserversorgungssystems Werte bis zu 20% (DEERE, D., DAVISON, A., STEVENS, M., HELLIER, K., MULLENGER, J. and HELM, G., 2000) angegeben.

Coliforme Bakterien traten im Untersuchungszeitraum sowohl im Ortsnetz als auch in allen Hochbehältern in unterschiedlicher Häufigkeit und Dichte auf. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass in der am 6. Juli 2006 in Kraft getretenen neuen Trinkwasserverordnung coliforme Bakterien nicht mehr den mikrobiologischen Parametern sondern nur mehr den mikrobiologischen Indikatorparametern zugeordnet werden. Demnach indiziert ein positiver Coliformenfund keine direkte Gesundheitsgefährdung, weshalb eine Information des Verbrauchers nicht zwingend erforderlich ist. Auf Grund dieser Neuregelung wurde der Handlungsspielraum für die Beseitigung des Problems vergrößert.

Bei der Untersuchung sämtlicher Hochbehälter zeigte sich, dass die **Verweilzeit des Wassers im Hochbehälter den größten Einfluss auf dessen Qualitätszustand ausübt.**

Die ermittelten **Entnahmemengen** ließen in den beiden Ortsnetzen keinen direkten Zusammenhang mit der mikrobiologischen Standard-Wasserqualität erkennen. Es traten folgende Möglichkeiten auf:

- gute Qualität bei geringer Entnahme
- schlechte Qualität bei geringer/keiner Entnahme
- gute Qualität bei hoher Entnahme
- schlechte Qualität bei hoher Entnahme

Das Problem beider Netze sind die unerlaubten Verbindungen zwischen dem öffentlichen Versorgungsnetz und den Hausbrunnen bei manchen Liegenschaften sowie geringe Wasserabnahmen. Diese Faktoren wirken sich nachteilig auf den mikrobiologischen Qualitätszustand des Trinkwassers aus (erhöhte Koloniezahlen, positive Coliformen-Befunde). Besonders deutlich war dies im Ortsnetz B ausgeprägt, in dem die Koloniezahlen (KBE/ml, 22°C) Werte im vier- bis fünfstelligen Bereich erreichte.

Zusätzlich zu diesem Problem musste festgestellt werden, dass ein Großteil der Wasserabnehmer wenig Kenntnis über den Qualitätszustand ihres Hausbrunnens und ihrer Hausinstallation haben. Gerade hier würde eine Aufklärungskampagne einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der mikrobiologischen Qualität des Trinkwassers bewirken.

Die Studie hat gezeigt:

Sofern keine unerlaubten Verbindungen des öffentlichen Wasserversorgungsnetzes mit dem privaten Hausbrunnen bestehen, eine regelmäßige Wasserabnahme aller angeschlossenen Liegenschaften erfolgt (Mindestabnahme), die Bereitstellung des Feuerlöschbedarfes (Objekte in Streulage) aus dem öffentlichen Wasserversorgungsnetz durch Vergrößerung des Rohrnetzes nicht berücksichtigt wird und die Wartung und Instandhaltung der Wasserversorgungsanlage ordnungsgemäß erfolgt, ist der Betrieb von kleinen weit verzweigten Wasserversorgungen im ländlichen Raum bei vergleichbarer Rohwasserqualität hygienisch unproblematisch.

2. Qualitätszustand der Trinkwassergüte in ausgewählten Leitungsnetzen Niederösterreichs

Von insgesamt 22 großen Trinkwasserversorgungsnetzen in Niederösterreich wurden die Ergebnisse der amtlichen Trinkwasserkontrollen (insgesamt 4.462 Untersuchungen) gesichtet und in Hinblick auf eine zusammenfassende Darstellung des mikrobiologischen Gütezustandes ausgewertet.

Die Daten beziehen sich im Wesentlichen auf den Zeitraum zwischen dem 1. Quartal 2000 und dem 4. Quartal 2004.

In einem ersten Schritt wurde für jedes Versorgungsnetz der Prozentanteil jener Proben ermittelt, die eine fäkale Belastung aufwiesen. Daraus ergibt sich für die 22 Versorgungsnetze hinsichtlich ihrer fäkalen Belastung die Zuordnung zu folgenden Größenklassen:

<i>Größenklasse</i>	<i>Prozentanteil fäkalbelasteter Proben</i>	<i>Zahl der Versorgungsnetze</i>
Klasse 1	0%	4
Klasse 2	>0% <5%	12
Klasse 3	>5% <10%	4
Klasse 4	>10% <20%	2

In der internationalen Literatur werden für das Auftreten von fäkalen Belastungen innerhalb des Trinkwasserversorgungssystems Werte bis zu 20% (DEERE, D., DAVISON, A., STEVENS, M., HELLIER, K., MULLENGER, J. and HELM, G., 2000) angegeben.

Neben einer unzureichenden mikrobiologischen Qualität an der Einspeisungsstelle werden unter anderem auch Wiederverkeimungen für das Auftreten von Coliformen innerhalb des

Trinkwasserversorgungssysteme verantwortlich gemacht (GEHLEN et al., 2002; LeCHEVALLIER, 2002; van der KOOIJ, 2002).

Im Vergleich zu den in der internationalen Literatur genannten Prozentangaben weist das Trinkwasser in den Versorgungsnetzen Niederösterreichs einen wesentlich höheren Qualitätszustand auf. Nur bei zwei von insgesamt 22 Trinkwasserversorgungsnetzen waren mehr als 10 % der Proben mikrobiell belastet. Zumeist handelte es sich dabei um coliforme Bakterien, die kein unmittelbares Gesundheitsrisiko darstellen. Bei vier Trinkwasserversorgungsnetzen war keine der untersuchten Proben zu beanstanden.

Nach der Ermittlung des Prozentanteils fäkalbelasteter Proben wurden die Befunde der amtlichen Trinkwasseruntersuchungen mit dem Ziel ausgewertet, jene Keime bzw. Keimgruppen zu ermitteln, die innerhalb der ausgewählten 22 Trinkwasserversorgungsnetze für die fäkale Belastung verantwortlich waren.

Dabei zeigte sich folgendes Bild:

<i>Parameter</i>	<i>Prozentanteil der positiven Befunde</i>
<i>E. coli</i>	0%
coliforme Bakterien	73,2%
Enterokokken	7,7%
<i>E. coli</i> und coliforme Bakterien	15,5%
coliforme Bakterien und Enterokokken	2,8%
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,7%

Die Auswertung ergab, dass in den meisten Fällen coliforme Bakterien der Grund für eine Beanstandung waren. In diesem Zusammenhang erscheint es wichtig darauf hinzuweisen, dass in der am 6. Juli 2006 in Kraft getretenen neuen Trinkwasserverordnung coliforme Bakterien nicht mehr den mikrobiologischen Parametern sondern nur mehr den mikrobiologischen Indikatorparametern zugeordnet werden. Demnach indiziert ein positiver Coliformen-Befund keine direkte Gesundheitsgefährdung, weshalb eine Information des Verbrauchers nicht zwingend erforderlich ist. Auf Grund dieser Neuregelung wurde der Handlungsspielraum für die Beseitigung des Problems vergrößert.

65,2% der positiven Befunde bezogen sich dabei auf Proben aus dem Rohrnetz, 34,8% betrafen Proben aus Behältern.

Von den angeführten 22 Trinkwasserversorgungsnetzen wurden sechs Netze ausgewählt und einer umfassenderen Bewertung hinsichtlich ihres Trinkwasser-gütezustandes unterzogen.

Es konnte aufgezeigt werden dass, abgesehen von punktuell erforderlichen Verbesserungen wie

- Standortwahl des Brunnens, umzusetzende Schutz- und Schongebiete
- Instandhaltung und Wartung von Behältern und Rohrnetz
- Qualitätsmanagement
- Verbot unerlaubter Verbindungen

in Niederösterreich keine gravierenden Probleme hinsichtlich der Trinkwasserqualität vorliegen. Lediglich im Waldviertel ist Handlungsbedarf bei der Aufbereitung huminstoffhaltiger Wässer gegeben. Herkömmliche Trinkwasseraufbereitungsanlagen können diese Problematik nicht erfüllen und gerade für Wasserversorgungen im Waldviertel sind vermehrt Speziallösungen für einen optimierten Betrieb zu suchen.

Literatur

- DEERE, D., DAVISON, A., STEVENS, M., HELLIER, K., MULLENGER, J. and HELM, G. (2000): Teaching old dogmas new tricks – the Australian approach to microbiological risk mitigation. Presented at the first World Water Congress, IWA, Paris.
- FLEMMING, H.C. (1998): Biofilme in Trinkwasserverteilungssystemen – Teil 1: Übersicht. Gwf-Wasser Spezial, Vol. 139, 13:65-72.
- FLEMMING, H.C., SZEWZYK, U., GRIEBE, T. (Hrsg., 2000): Biofilms. Investigative methods and applications, Technomic Publishing Company, Lancaster, PA, USA.
- GEHLEN, I.J., CARVER, M., McQUARRIE, D.J. and SMITH, J. (2002): Addressing Heterotrophic Bacteria Regrowth in the City of Coquitlam Water Distribution System. NSF International/WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 479-500
- KREYSIG, D. : Der Biofilm – Bildung, Eigenschaften und Wirkungen, Teil 1 und 2; <http://www.pro-wasser.de/download/BIOforum.pdf>
- LeCHEVALLIER, M.W. (2002): Conditions favoring Bacterial Growth in Drinking Water and Water-contact Surfaces. NSF International/WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 405-421
- LENS, P., MORAN, A.P., MAHONY, T., STOODLEY, P. and O' FLAHERTY, V. (Editors, 2003): Biofilms in Medicine, Industry and Environmental Biotechnology, Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Caxton Street, London SW1H 0QS, UK, ISBN: 1 84339 019 1
- TUSCHEWITZKI, G-J. (2005): Biofilm – Einfluss von Biofilmen auf die Qualität von Badebeckenwasser, 13. Wasserhygienetag Bad Elster, Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e.V. Band 116 (CD-ROM)
- van der KOOIJ, D. (2002): Managing Regrowth in Drinking Water Distribution Systems. NSF International/WHO Symposium on HPC Bacteria in Drinking Water, April 22-24, Geneva, Switzerland, Proceedings pp. 449-478
- WRICKE, B. (2001): Mikrobielle Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität auf dem Transportweg. 10. Trinkwasserkolloquium des DVGW-TZW in Dresden.
- WRICKE, B., KORTH, A. (2003): Qualitätsveränderung bei der Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser aus reduziertem Grundwasser. Teilprojekt II - Verhinderung der Aufkeimung bei der Wasserverteilung durch Optimierung des Netzbetriebes. Abschlussbericht zum DVGW Forschungsvorhaben W50/99

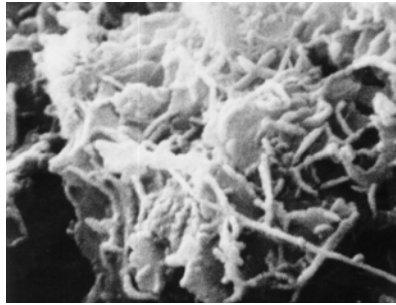
3. Leitfaden - Mikrobiologie

Eine sichere und zuverlässige Trinkwasserversorgung stellt für die Gesellschaft die Grundlage für Gesundheit, Wohlstand und eine funktionierende Wirtschaft dar. Eine wichtige Voraussetzung für die Aufrechterhaltung von einwandfreier Trinkwasserqualität, sind genaue Kenntnisse über mögliche Veränderungen des Gütezustandes während des Transportes in den Leitungsnetzen. Grundsätzlich muss das Trinkwasser bei seinem Eintritt in das Verteilungssystem hygienisch-mikrobiologisch einwandfrei sein. Im Netz üben jedoch eine Reihe von Prozessen, hervorgerufen durch Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Wasserinhaltsstoffen sowie den für den Leitungs- und Behälterbau verwendeten Materialien unterschiedlich starken Einfluss auf die Wasserqualität aus. Als weitere Faktoren kommen Aufenthaltszeit, Wassertemperatur und Dimensionierung des Rohrnetzes hinzu.

Gute **mikrobiologische Qualität des Einspeisungswassers** in das öffentliche Trinkwasserversorgungssystem liegt dann vor, wenn keine Fäkalkeime nachweisbar sind und die Koloniezahl bei 22°C einen einstelligen Wert aufweist. Dies stellt eine Verschärfung gegenüber dem herkömmlichen mikrobiologischen Standard dar, bei dem nicht desinfiziertes Wasser bis zu 100 KBE/ml bei 22°C bzw. 20 KBE/ml bei 37°C enthalten darf. Darüber hinaus soll das Wasser nicht zur Wiederverkeimung neigen. Zur Überprüfung dieses Qualitätskriteriums können spezifische mikrobiologische Testverfahren herangezogen werden wie die Bestimmung des assimilierbaren organischen Kohlenstoffs (AOC) oder die Bestimmung des biologisch abbaubaren Anteils am gelösten organischen Kohlenstoff (BDOC).

Werden die genannten Qualitätskriterien im Rohwasser nicht erfüllt, ist eine Aufbereitung und/oder Desinfektion nach dem Stand der Technik unerlässlich.

Zusätzlich zur Beachtung der Wasserqualität an der Einspeisungsstelle ist durch eine **Optimierung des Wasserwerksbetriebes** dafür zu sorgen, dass die **Entwicklung eines stabilen Biofilms** im gesamten Trinkwasserversorgungssystem gewährleistet ist. Biofilme üben einen wesentlichen Einfluss auf den Qualitätszustand vom Trinkwasser aus. In gut entwickelten Biofilmen sind Mikroorganismen und Nährstoffe fest gebunden, das Trinkwasser hingegen enthält vergleichsweise nur wenige Nährstoffe und ist keimarm. Kommt es zu einer Störung des Biofilms besteht Gefahr, dass es durch eine Abgabe von Nährstoffen und Keimen aus den Biofilmen zu einer Verschlechterung der Trinkwassergüte kommt.



Biofilm aus einem
Trinkwasserversorgungssystem,
elektronenoptische Aufnahme,
Vergrößerung ca. 20.000-fach

Um die für die Entwicklung von stabilen Biofilmen erforderlichen Bedingungen zu schaffen, ist vor allem dafür Sorge zu tragen, dass es im Trinkwasser zu keinen Schwankungen der Nährstoffkonzentrationen kommt (WRICKE und KORTH, 2003) die sich nachteilig auf den Qualitätszustand des Trinkwassers auswirken. Nährstoffschwankungen und damit Beeinträchtigungen der Trinkwassergüte können unterschiedliche Ursachen haben:

* **Schwankender Qualitätszustand des Rohwassers** durch Mischung von Brunnenwässern mit unterschiedlicher Qualität. Die sich dabei ergebenden Nährstoffschwankungen können auf folgende Weise hintangehalten werden:

- Optimierung des Betriebsregimes der Brunnen (z.B. Zwischenbehälter) inkl. Kenntnis über die Mischbarkeit der Wässer
- Optimierung der Betriebsweise des Wasserwerkes (Aufbereitung, Speicherung und Verteilung)

* **Nicht optimale oder nur zeitweise durchgeführte Desinfektionsmaßnahmen.** Diese haben eine zweifach negative Wirkung: einerseits durch die Bildung von biologisch besser verwertbaren Inhaltsstoffen durch Reaktion des Desinfektionsmittels mit den im Trinkwasser vorhandenen organischen Substanzen, andererseits durch die Schädigung des Biofilms selbst und einer daraus resultierenden Nährstoff- und Keimfreisetzung. Als besonders nachteilig bezeichnen WRICKE und KORTH (2003) schwankende Restkonzentrationen eines Desinfektionsmittels, weil dadurch die Ausbildung stabiler Biofilmverhältnisse verhindert wird. Ein ähnlicher Effekt kann auch durch einen plötzlichen Temperaturanstieg des Wassers hervorgerufen werden.

Für den Fall dass Desinfektionsmaßnahmen aus hygienischen Gründen erforderlich sind (positiver Nachweis von Fäkalkeimen) sollte zur Vermeidung von Koloniezahlerhöhungen im Stagnationsbereich das Wasser in einem ca. dreitägigen Rhythmus ausgetauscht oder ein Dauerabschlag vorgesehen werden. Sollten hingegen nur erhöhte Koloniezahlen beseitigt werden, wird empfohlen keine Desinfektion einzusetzen, sondern nur einen Wasseraustausch vorzunehmen.

* **Plötzliche Änderungen der Fließgeschwindigkeit,** die weit über 1 bis 1,5 m/s hinausgehen (KORTH, 2006 pers. Mitteilung) stören nachhaltig den Stabilitätszustand von Biofilmen. Dieser Fall tritt bei Spülungen auf, bei denen neben der mechanischen Schädigung, die zu einer Schwächung des Biofilms führt, auch ein vermehrter Eintrag

von Nährstoffen und Mikroorganismen in das Trinkwasser erfolgt. Wie rasch sich wieder ein zufriedenstellender Gütezustand des Trinkwassers einstellt hängt von der Vorschädigung des Biofilms ab.

Zur kurzfristigen Beseitigung von hygienisch-bakteriologischen Qualitätsbeeinträchtigungen des Trinkwassers gelten Spülungen grundsätzlich als geeignete Maßnahmen. Werden diese jedoch eingesetzt um erhöhte Koloniezahlen in Stagnationsbereichen unter Kontrolle zu bringen, kann es vor allem dann zu einer Verschärfung des Problems kommen, wenn in den betreffenden Leitungsabschnitten vermehrt Ablagerungen (z.B. Eisen, Mangan, Korrosionsprodukte) vorhanden sind. Eine **regelmäßige Pflege des Rohrnetzes** hilft die Bildung unerwünschter Ablagerungen zu verhindern wobei noch unbekannt ist, welches Ausmaß an Ablagerungen „*unter dem Gesichtspunkt der Vermeidung bakteriologischer Probleme*“ tolerierbar ist (WRICKE und KORTH, 2003). Auf den genannten Ablagerungen befinden sich unterschiedliche Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Einzeller etc.), die im Zuge einer Mobilisierung der Ablagerungen in die Wasserphase gelangen und dadurch zu einer mikrobiologischen Beeinträchtigung des Trinkwassers führen.

Auch eine Änderung der Fließrichtung infolge einer geänderten Versorgungssituation führt nur dann, wenn sie mit einer deutlichen Erhöhung der Fließgeschwindigkeit ($> 1-1,5$ m/s) verbunden ist, zu einem vergleichbaren Problem. In diesem Fall ist dafür Sorge zu tragen, dass die aus den Biofilmen freigesetzten Nährstoffe aus dem System entfernt werden (z.B. mehrmaliger Wasseraustausch). Diese Maßnahmen sind durch Kontrolluntersuchungen zu begleiten (WRICKE, 2001). Aus mikrobiologischer Sicht ist daher ein **vergleichmäßiger Betrieb** (Rohrleitungen, Behälter) unerlässlich, d.h. eine dem Verbrauch angepasste langsame Änderung der Versorgungsmenge. Diese Vorgehensweise garantiert eine Stabilisierung der im gesamten Versorgungssystem vorhandenen Biofilme.

Solange es in Ringleitungen zu keiner Erhöhung der Fließgeschwindigkeit $>1,5$ m/s kommt, treten bei Vorhandensein von stabilen Biofilmen keine mikrobiologischen Qualitätsprobleme im Trinkwasser auf. Nicht auszuschließen ist jedoch, dass im System vorhandene Ablagerungen (sind kein Biofilm!) mobilisiert werden. Diese sind aus dem System zu entfernen (Spülungen).

Das Oberflächen-/Volumenverhältnis (Rohrleitungen und Behälter) im Bereich von 26:1 bis 64:1 gilt als unproblematisch; treten trotzdem Qualitätsbeeinträchtigungen des Trinkwassers auf, sind dafür andere Faktoren (z.B. geänderte Nährstoffsituation) verantwortlich zu machen (WRICKE und KORTH, 2003).

Um eine ungünstige Überdimensionierung des Leitungsnetzes für Versorgungssysteme in Streulagen zu vermeiden, sollte der Feuerlöschfall nicht berücksichtigt werden. Dafür sollten Teiche oder Behälter vorgesehen werden. Aus mikrobiologischer Sicht ist eine garantierte, kontinuierliche Mindestabnahme zu fordern (z.B. Anschluss der Milchammer).

Eine Vermischung von Wasser aus dem Hausbrunnen mit Wasser aus dem öffentlichen Versorgungsnetz in der Hausinstallation ist zu verbieten. Bei Verwendung von Hausbrunnen, welche nur ein völlig getrenntes Leitungsnetz speisen dürfen (ÖVGW Richtlinie W 86), sollen die Besitzer über den Qualitätszustand ihres Brunnenwassers Bescheid wissen.

Damit die Trinkwassergüte im Verlauf der Wasserverteilung besser untersucht werden kann, sollten innerhalb des öffentlichen Versorgungssystems vermehrt Kontrollstellen festgelegt werden, die die Einspeisungsstelle, Abläufe von Hochbehältern, Drucksteigerungen und ausgewählte Hausanschlüsse beinhalten. Bei letzteren ist dafür Sorge zu tragen, dass eine ausreichende, kontinuierliche Wasserentnahme aus dem öffentlichen Netz erfolgt. Die Anzahl der Probenahmestellen richtet sich nach der Größe des Versorgungsnetzes.

Literatur

WRICKE, B. (2001): Mikrobielle Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität auf dem Transportweg. 10. Trinkwasserkolloquium des DVGW-TZW in Dresden.

WRICKE, B., KORTH, A. (2003): Qualitätsveränderung bei der Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser aus reduziertem Grundwasser. Teilprojekt II - Verhinderung der Aufkeimung bei der Wasserverteilung durch Optimierung des Netzbetriebes. Abschlussbericht zum DVGW Forschungsvorhaben W50/99

Projektleitung Dipl.-Ing. Christian Obrecht, Mitarbeit der Abteilungen Umwelthygiene, Wasserwirtschaft und Siedlungswasserwirtschaft