

Trinkwasseruntersuchung mit System

Die neue INWERT[®]-Methode

Trinkwasseruntersuchungen im Trinkwasserverteilungsnetz gewinnen immer mehr Bedeutung, um die Qualität unseres Lebensmittels Nr. 1 auch beim Verbraucher sicherzustellen. Neben hygienischen Faktoren ist die Bedeutung der biologischen Komponenten im Fokus der gegenwärtigen Diskussion. Neue Forschungsprojekte liefern Erkenntnisse zur biologischen Stabilität des Trinkwassers und zum Einfluss der Untersuchungsstrategie und Probenahme im Trinkwasser-Verteilungssystem. Ein neu entwickeltes Untersuchungs- und Bewertungskonzept, die INWERT[®]-Methode, ist speziell für die biologische Trinkwasserqualität entwickelt worden, um den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik in der Praxis umzusetzen und die biologischen Qualitätsparameter allgemein verständlich zu machen.

1. Einleitung

Die biologische Trinkwasserqualität ist von diversen Einflüssen abhängig, u. a. den losen Ablagerungen auf der Rohrsohle und dem Biofilm an den Rohrrinnenoberflächen, ebenso stellen auch die Sedimente der Trinkwasserspeicher und im Filterbett in der Wasseraufbereitung eine Nahrungsgrundlage für höhere Organismen dar und bilden einen Lebensraum für wirbellose Tiere, den sogenannten Invertebraten. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Trinkwasserverteilungssystem durch Invertebraten besiedelt ist liegt bei 100 %. Es sind mittlerweile 13 Tierarten bekannt, die das Trinkwasserverteilungssystem als Lebensraum nutzen [1]. In einem Forschungsprojekt der DVGW-Forschungsstelle TUHH [2] konnte gezeigt werden, dass die AOC-Erhöhung (AOC = assimilierbarer organischer Kohlenstoff) bei der Aufbereitung reduzierter Grundwässer durch Schnellfiltration von Bedeutung ist. Es wurde festgestellt, dass bereits geringe Änderungen z. B. bei der Schaltung von Brunnen mit unterschiedlichen DOC-Gehalten (DOC = gelöster organischer Kohlenstoff) im Rohwasser erheblichen Einfluss auf den AOC-Gehalt am Filterausgang bei der Schnellfiltration haben können. Unter ungünstigen Bedingungen kann dadurch der Nahrungseintrag für Invertebraten deutlich erhöht werden. Zudem ist mit einem Anstieg des Aufkeimungspotentials (AKP) zu rechnen, ein Parameter, der die Konzentration der biologisch verwertbaren standorteigenen Nährstoffe, die von standorteigenen Bakterien verwertet werden können, unter den standorttypischen Bedingungen erfasst. Das AKP sowie der AOC zeigt eine steigende Tendenz mit zunehmender Filterbetttiefe. Im Filterbett (Filtersand) beginnt der heterotrophe Abbau, gleichzeitig kommt es auf Grund von konkurrierender Adsorption zur Freisetzung niedermolekularer organischer Säuren. Da das AKP mit steigender Filterbetttiefe ansteigt, muss unter der Annahme eines konstanten Abbaupotenzials über die Filterbetttiefe gefolgert werden, dass mehr biologisch verwertbare Substanzen freigesetzt als abgebaut werden. Das dynamische Gleichgewicht zwischen Nährstoffabbau und desorbierenden niedermolekularen organischen Säuren als Nährstoff ist zugunsten des Nährstoffangebotes verschoben [3].

Für die Betrachtung der biologischen Trinkwasserqualität ist daher das gesamte System der Trinkwasserversorgung vom Rohwassermanagement über das Aufbereitungsverfahren bis hin zur Speicherung und Verteilung einzubeziehen. Schwerpunkt der gegenwärtigen Betrachtung sind die im gesamten System der Trinkwasserversorgung vorkommenden Invertebraten, da diese zusammen mit den Ausscheidungen im Trinkwassersystem einen erheblichen Einfluss auf die biologische Stabilität haben.

2. Invertebraten als Indikator für die biologische Trinkwasserqualität

Bei der Untersuchung und Bewertung von Invertebraten im Trinkwasser-Verteilungssystem werden Individuenarten, Besiedlungsdichte, Biomasse, Kotpellets (Ausscheidungs-partikel) u. v. m. erfasst. Es wird in Mikro- und Makroinvertebraten unterschieden, wobei den Makroinvertebraten (= größer als 1 mm und somit mit dem bloßem Auge erkennbar) bei der ästhetischen Beurteilung ein höherer Stellenwert zugeordnet wird, da sie vom Verbraucher z. B. im Partikelfilter der Hausinstallation erkannt werden können (**Bild 1**). Auch die Mikroinvertebraten sind bei der Betrachtung von Bedeutung, da trotz geringerer Größe bei einer massenhaften Besiedlungsdichte eine erhebliche Biomasse durch die Mikroinvertebraten vorhanden ist.

Makroinvertebraten können sowohl im Trinkwasserspeicher als auch im Verteilungsnetz gut untersucht und nachgewiesen werden, wie in **Bild 2** exemplarisch zu erkennen ist. Daher eignen sie sich besonders als Indikator bei der Betrachtung der biologischen Trinkwasserqualität. Zu den Makroinvertebraten zählen z. B. Nematoda (Fadenwürmer), Oligochaeta (Wenigborster/Würmer), Asellus aquaticus (Wasserasseln), Niphargus (Höhlenflohkrebse). Zu den Mikroinvertebraten zählen z. B. Schalenamöben, Centro-pyxis aculeata (einzellige, beschaltete Amöben), Rotatoria (Rädertierchen), Hydracarina (Wassermilben).

In **Tabelle 1** sind einige Individuenarten zusammengefasst, die regelmäßig bei Untersuchungen an Hydranten nachgewiesen werden.

Um Invertebraten als Indikator verwenden zu können bedarf es einer entsprechenden Zuordnung von Untersuchungsdaten

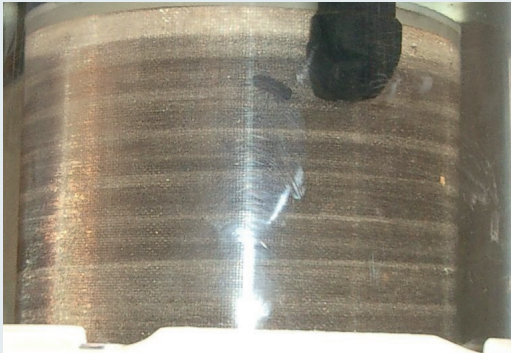


Bild 1: Partikelfilter mit Wasserassel

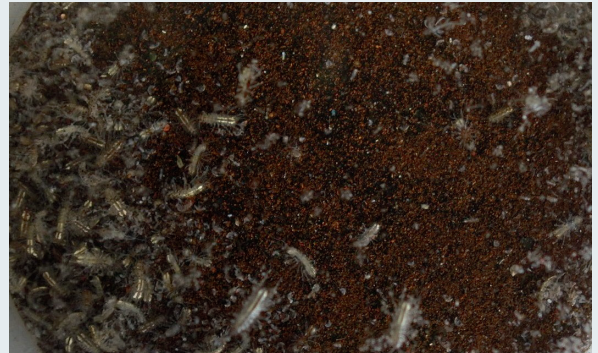


Bild 2: Ergebnis einer Rohrleitungsspülung mit dem CO₂-Spülverfahren

in ein Indikatorsystem. Dazu werden die Untersuchungsdaten zunächst in einem Bewertungssystem mit Hilfe eines multimetrischen Index eingeordnet [4]. Dieses System wurde in einem Kooperationsforschungsprojekt gemeinsam mit Beteiligungen der TU Berlin (FG Wasserreinigung), TU Dresden (FG Wasserversorgung), Aqualytis (Wildau) und Scheideler (Haltern am See) entwickelt.

Tabelle 1: Beispiel der Invertebraten-Auswertung einer aktuellen Hydrantenuntersuchung

Taxon	Abundanzen [Individuen / m ³]	Biomasse [mg / m ³]
Schalenamöben		
Testacea n. det.	8.372	0,016
Rädertiere		
Arcella sp.	1.860	0,013
Centropyxis aculeata	930	0,055
Diffugia sp.	92.093	0,137
Euglypha sp.	29.302	0,172
Lecane sp.	7.442	0,066
Rotatoria n. det.	16.744	0,292
Bauchhärlinge		
Gastrotricha n. det.	930	0,026
Fadenwürmer		
Nematoda n. det.	3.721	0,005
Wenigborster		
Oligochaeten n. det.	2	0,012
Milben		
Hydracarina n.det.	1.860	0,177
Kleinkrebse		
Alona guttata	930	0,116
Nauplien, Cyclopoida	3.721	0,111
Asellus aquaticus	101	14,1
Summe Individuen	168.010	15,3
Asselpellets	579.352	27,3
Gesamtsumme Biomasse		42,6

Der multimetrische Index (MMI) (**Tabelle 2**) kann verwendet werden, wenn 1) eine definierte Untersuchungsart eingesetzt wird und 2) eine entsprechende Datenbank für diese Untersuchungsergebnisse vorhanden ist. Der Umfang der Datenbank sollte mindestens 100 Datensätze umfassen [5]. Die Indices des multimetrischen Index (Anzahl der Organismen, Ästhetische Bewertung und Risiko der Verkeimung) liefern eine Information zu dem Zustand des Trinkwasserverteilungssystems bezüglich der biologischen Beschaffenheit. Ergänzt wird diese Status-Bewertung mit dem abzuleitenden Handlungsbedarf. Der Handlungsbedarf wird in einem ersten Schritt in Form einer JA/NEIN-Information klassifiziert, gegeben durch die Verteilungsfunktion der einzelnen Indices [4]. Dieser Wert hat den Charakter eines Schwellenwertes mit größer/kleiner der ermittelten mittleren Belastung der Trinkwasser-Verteilungssysteme.

Die Ermittlung des Schwellenwertes erfolgt für die verschiedenen Untersuchungsarten getrennt. Die größte Aussagekraft hat die Untersuchungsart ANALYSE 25, die in der Folge genauer beschrieben wird; für diese Untersuchungsart kann der multimetrische Index und ein Schwellenwert angewendet werden, da ein umfangreiches Datenmaterial vorliegt.

3. Der INWERT®

Zur Bewertung des Vorkommens von Organismen in den Trinkwasser-Verteilungssystemen ist ein Untersuchungskonzept, nachfolgend INWERT®-Methoden genannt, entwickelt worden. Der INWERT® dient als Begriff zur Wert-Ermittlung bei der Untersuchung von Trinkwasserversorgungsanlagen bezüglich der Besiedlung durch Invertebraten. Die Ergebnisauswertungen erfolgen über die Einordnung der Ergebnisse in ein Datenbanksystem. Bei ausreichender Datenmenge kann ein Schwellenwert gebildet werden mit größer/kleiner einer mäßigen Belastung, der dann als INWERT® die Bewertung der Besiedlung mit Invertebraten zusammenfasst und für einen Handlungsbedarf herangezogen werden kann. Von der Zusammensetzung des multimetrischen Index (MMI) mit den beschriebenen Modulen zur Bewertung leitet sich der Zahlenwert für den Schwellenwert ab. Dieser Wert ist empirisch und dynamisch und kann durch neue Erkenntnisse den aktuellen Erfordernissen angepasst werden. In

Tabelle 2: Beispielbewertung einer Hydrantenuntersuchung (aus [4])

Modul / Index	Wert	Einheit	Indexwert		Modulwert	
			numerisch	verbal	numerisch	verbal
Quantität/Diversität						
Anzahl der Tiergruppen	8	-	4	mäßig bis viel	4,8	viel
Anzahl der Taxa	17	-	5	viel		
Individuendichte Invertebraten ges.	2.654.779	Ind./m ³	5	viel		
Biomasse Invertebraten ges.	36,2	mg/m ³	5	viel		
Ästhetische Bewertung (Risiko einer geringen ästhetischen Bewertung)						
Biomasse der Makroorganismen	0,07	mg/m ³	2	gering bis mäßig	2,0	gering bis mäßig
Biomasseanteil Makroorganismen	0,21	%	3	mäßig		
durchschnittliche Körpergröße der Makroorganismen	4,0	mm	1	gering		
Anzahl sichtbarer Tiere	1	Ind./m ³	2	gering bis mäßig		
Risiko einer Verkeimung						
Biomasse	36,2	mg/m ³	5	hoch	5,0	hoch
Anzahl vorhandener Kotpellets	809.104	Anzahl./m ³	5	hoch		
Masse vorhandener Kotpellets	134	mg/m ³	5	hoch		
Multimetrischer Index			3,8	mäßige biologische Trinkwasserqualität		

Tabelle 3 ist der Zusammenhang vom MMI mit Bedeutung für die biologische Trinkwasserqualität dargestellt. Aus **Tabelle 3** ergibt sich ein Schwellenwert ANALYSE 25 - INWERT[®]₍₂₀₁₅₎ = 3,0; bei einem abgeleiteten Handlungsbedarf bedeutet das, dass die Summe der Werte aus dem

multimetrischen Index von 3,0 bis 5,9 mit JA verknüpft wird; kein Handlungsbedarf besteht wenn die Summe der Werte von 1,0 bis 2,9 mit NEIN verknüpft wird. Ein hoher Anteil bei der Ermittlung des Schwellenwertes wird durch die Menge an Makroinvertebraten mit einer Größe ab 1 mm bestimmt,

Tabelle 3: Indizes des Multimetrischer Index und verbale Bewertung [6]

MMI	Bewertung
1,0-1,9	Sehr hohe biologische Trinkwasserqualität: sehr geringe bis geringe Nachweise wirbelloser Tiere, höchstens vereinzelt Makroinvertebraten vorhanden, wenige sichtbare Ablagerungen ohne oder mit sehr wenigen Kotpartikeln.
2,0-2,9	Hohe biologische Trinkwasserqualität: Wenig bis mäßig viele Nachweise wirbelloser Tiere, wenige gut sichtbare Makroinvertebraten vorhanden, geringe Mengen sichtbarer Ablagerungen mit wenigen Kotpellets.
3,0-3,9	Mäßige biologische Trinkwasserqualität: mittlere bis hohe Individuenzahlen aber nur durchschnittlich hohe Biomassen wirbelloser Tiere, durchschnittlich viele Makroorganismen, mäßig viele sichtbare Ablagerungen mit einem deutlich wahrnehmbaren Anteil an Kotpellets.
4,0-4,9	Geringe biologische Trinkwasserqualität: hohe bis sehr hohe Individuenzahlen und hohe Biomassen wirbelloser Tiere, viele Nachweise gut sichtbarer Makroorganismen, große Mengen sichtbarer Ablagerungen mit hohem Anteil an Kotpellets.
5,0-5,9	Sehr geringe biologische Trinkwasserqualität: sehr hohe Individuenzahlen und Biomassen wirbelloser Tiere, viele bis sehr viele Nachweise gut sichtbarer Makroinvertebraten, sehr viele sichtbare Ablagerungen mit einem sehr hohen Anteil an Kotpellets.

da diese das Risiko für den Endverbraucher sichtbar zu werden erhöhen. In obigem Beispiel (Tabelle 2) von 3,8 als MMI-Ergebnis ergibt sich somit ein klarer Handlungsbedarf.

4. Die INWERT®-Methoden

Das neue Methodenkonzept mit der Abkürzung: INWERT®-Methode umfasst zur Zeit sechs verschiedene Untersuchungsarten zur Feststellung des Besiedlungszustands einer Trinkwasserversorgungsanlage. Die Methoden unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Untersuchungsort und den Analyse-Umfang. Um die gesamte Versorgungsanlage in die Untersuchung einzubeziehen sind die Orte eingeteilt, beginnend im Wasserwerk mit der Analyse des Aufbereitungsprozesses und abschließend an Hydranten im Verteilungsnetz, in Ausnahmefällen (z. B. bei akuten Auffälligkeiten) auch Partikelfilter in Hausinstallationen. Bei der nachfolgenden Untersuchungsmethode ANALYSE 25 kann aufgrund der Datengrundlage schon jetzt der Schwellenwert angewandt werden. Bei den anderen Methoden wird die Datengrundlage zur Zeit noch vervollständigt, so dass auch hier demnächst ein Schwellenwert vorliegt.

Untersuchungsmethode Trinkwasseraufbereitung – TWA

Für die Probeentnahme in der Trinkwasseraufbereitung finden die Untersuchungen im Kern in der Filtertechnik statt. Hier können sowohl der Rohwasserzulauf, der Filterablauf (Reinwasser/Trinkwasser) und das Rückspülwasser untersucht werden. Die Probeentnahme findet an möglichst vorhandenen Entnahmestutzen in den Rohrleitungen statt, wie in **Bild 3** dargestellt:

Für die Probeentnahme kann eine Probenahmeapparatur eingesetzt werden, die für Hydrantenuntersuchungen in einem Forschungsprojekt [7] entwickelt wurde. Für die Untersuchung wird in Abhängigkeit des Aufbereitungsprozesses eine definierte Menge Wasser durch die Apparatur geleitet und filtriert. Aus den Volumenströmen des zu untersuchenden Wassers und dem Volumenstrom bei der

Probenahme lässt sich ein auswertbares Verhältnis bilden, so dass sich im Ergebnis die Besiedlungsdichte auf der Basis von Individuen/m³ berechnen lässt. Die Ergebnisse werden in einer Datenbank zusammengefasst. Die Auswertungen geben Anhaltspunkte für weitere Maßnahmen oder vertiefende Untersuchungen, z. B. der Parameter des Aufbereitungsprozesses. Hier können wertvolle Fakten für einen eventuellen Nahrungseintrag ermittelt werden.

Untersuchungsmethode Trinkwasserspeicher – TWS

Die Untersuchung von Trinkwasserspeichern ist sehr einfach und ohne spezielle Ausbildung durchführbar. Nach einer einfach zu verstehenden Probenahme-Anweisung und mit entsprechend zur Verfügung gestelltem Equipment kann der Wasserversorger die Probenahme mit eigenem Personal durchführen. Bei der Beprobung eines Trinkwasserspeichers wird an definierten Punkten eine vorgegebene Fläche des Bodensediments entnommen und in Probenbehältern gefüllt. Dies sollte unmittelbar nach der Außerbetriebnahme und Entleerung erfolgen, bevor andere Arbeiten wie Reinigung etc. begonnen werden. Die Probe kann verschickt und in einem qualifizierten Labor ausgewertet werden. Vorbereitete Protokollblätter erleichtern die Dokumentation. Diese Art der Untersuchung empfiehlt sich bei jeder Außerbetriebnahme durchzuführen, um immer den aktuellen Zustand an einem zentralen Ort der Wasserverteilung zu kennen. Das Ergebnis wird in Besiedlungsdichte/m² ausgewertet und auch hier in einer Datenbank dokumentiert.

Rohrnetzuntersuchungen über Hydrantenspülung CHECK 100/ANALYSE 100/ANALYSE 25/CO₂

Die Untersuchung von Trinkwasserverteilungsnetzen war ebenfalls Gegenstand eines Forschungsprojektes. Als Ergebnis ist ein Untersuchungsverfahren und eine Probenahmeapparatur entwickelt worden, mit denen eine repräsentative Probeentnahme möglich ist [8]. Die Apparatur ist in **Bild 4** dargestellt. Der NDHD-S2 ist mit zwei verschiedenen Filtern ausgestattet, die parallel betrieben werden. Details der Entwicklung und des Aufbaus sind in Scheideler et al. [9] dargestellt. Die Filtermaschenweiten betragen 25 µm und 100 µm. Der NDHD-S2 kann mit bis zu 100 m³/h Durchflussmenge eingesetzt werden. Je nach Untersuchungsgegenstand wird nur mit 100 µm filtriert (das ermöglicht die max. Durchflussmengen von 100 m³/h) oder zusätzlich mit 25 µm (das reduziert die max. Durchflussmenge auf ca. 50 m³/h).

Für die Untersuchung über Hydranten ist es wichtig Rohrnetzabschnitte zu definieren, um das Ergebnis eindeutig einem bestimmten Abschnitt zuordnen zu können. Bei der Untersuchung von Rohrnetzabschnitten ist es von Bedeutung, vergleichbare Fließgeschwindigkeiten in der Rohrleitung zu erzeugen, die den Austrag der Invertebraten vergleichbar machen. Für die Vergleichbarkeit ist die Anwendungs-Fließgeschwindigkeit auf 1 m/s festgelegt. In dem oben genannten Forschungsprojekt wurde u. a. durch den Einsatz des CO₂-Spülverfahrens festgestellt, dass unabhängig von den erreichbaren Fließgeschwindigkeiten nur ein Bruchteil der Invertebraten ausgefragt werden

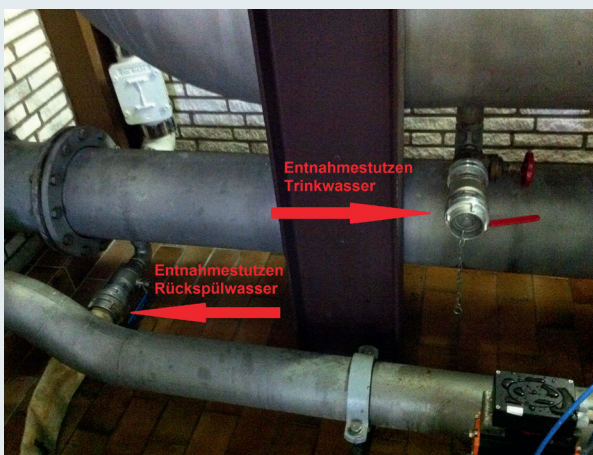


Bild 3: Probenahme Trinkwasseraufbereitung

kann. Daher unterscheiden sich die anzuwendenden Untersuchungsmethoden nicht nur in der Analyse-Art, sondern u. a. auch durch Anwendung des CO₂-Spülverfahrens bei der Untersuchungsmethode INWERT®-CO₂. Insgesamt stehen für die Untersuchung über Hydranten z. Zt. vier verschiedene Untersuchungsmethoden zur Verfügung.

Screening-Untersuchung Hydrantenspülung-CHECK 100

Ziel der Untersuchung mit dem INWERT®-CHECK 100 ist die Feststellung der Individuendichte von wirbellosen Tieren in Trinkwasserversorgungsleitungen, und zwar ausschließlich von den Makroinvertebraten (z. B. Wasserasseln, Oligochaeten, Brunnenkrebse). Des Weiteren werden Hinweise auf Asselpellets (Kot der Wasserasseln) und weitere Tiergruppen dokumentiert, soweit sie in dem Stereomikroskop erkennbar sind. In der Laborauswertung werden die Makroorganismen unter dem Stereomikroskop gezählt, das Vorhandensein von Pellets und weiteren Tiergruppen registriert, es erfolgt kein Vermessen der Organismen und damit wird auch die Biomasse nicht ermittelt. Für die Probenahme wird eine Filtration des Spülwassers einer Hydrantenspülung von ca. 1 m³ Trinkwasser über geeignete Filter mit einer Filtermaschenweite von 100 µm durchgeführt. Die Durchflussmenge sollte 100 m³/h nicht überschreiten, so dass Untersuchungen von Rohrleitungsnennweiten bis ca. DN 200 möglich sind. Der INWERT®-CHECK 100 eignet sich für die präventive Untersuchung auf Vorhandensein von Makroinvertebraten. Diese sind unter Umständen auch bei den Endverbrauchern in den Partikelfiltern der Hausinstallation zu bemerken.

Untersuchung Hydrantenspülung-ANALYSE 100

Die Untersuchung mit der INWERT®-ANALYSE 100 hat die gleiche Zielsetzung wie der CHECK 100 mit der Ergänzung auch weitere Tiergruppen/Arten qualitativ zu erfassen. Der Analyseumfang ist intensiver und es erfolgt der qualitative Nachweis weiterer Tiergruppen unter dem Umkehrmikroskop. Die Probenahme erfolgt wie beim CHECK 100, so dass auch hier Untersuchungen bis Nennweiten DN 200 möglich sind. Die INWERT®-ANALYSE-100 eignet sich für die präventive Untersuchung auf Vorhandensein von Makroorganismen und darüber hinaus für detaillierte Bestimmungen weiterer vorkommender Individuenarten und -dichten.

Untersuchung Hydrantenspülung-ANALYSE 25

Die Untersuchung mit der INWERT®-ANALYSE 25 geht deutlich über den Umfang von CHECK 100 und ANALYSE 100 hinaus, da auch die Mikroinvertebraten quantitativ erfasst werden. Die Probenahme erfolgt als Filtration des Spülwassers einer Hydrantenspülung von ca. 1 m³ Trinkwasser über geeignete Filter mit einer Filtermaschenweite von 100 µm und 25 µm im Teilstrom. Die Durchflussmenge sollte 50 m³/h nicht überschreiten, so dass Untersuchungen von Rohrleitungsnennweiten bis ca. DN 150 möglich sind. Bei der INWERT®-ANALYSE 25 wird im Labor die Individuendichte und Biomasse von Makro- und Mikroinvertebra-

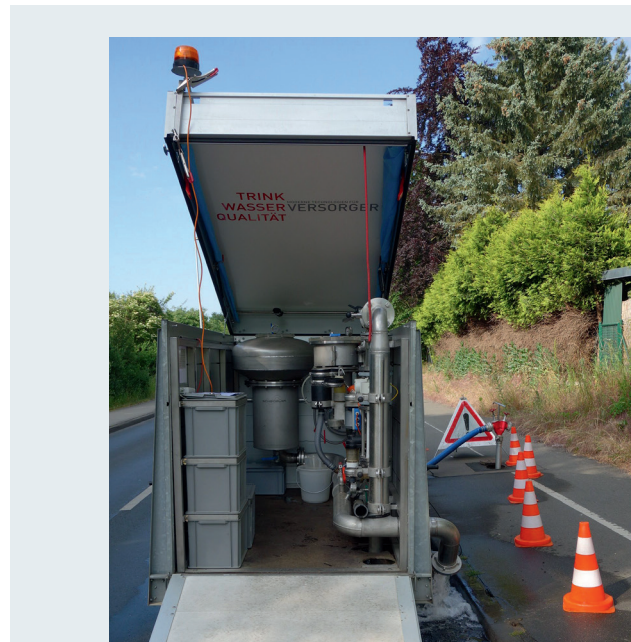


Bild 4: Probeentnahmeapparat – Der NDHD-S2-Filter (Nieder-Druck-Hoch-Durchsatz-Filter Typ S2)



Bild 5: Rückstände (überwiegend Wasserasseln) aus einer INWERT®-CO₂-Spülung

ten, sowie die Dichte und Masse von Kotpellets ermittelt. Dazu werden Tiere und Kotpellets unter dem Stereo- und Umkehrmikroskop gezählt und vermessen, Mit dem Ergebnis der lassen sich detaillierte Aussagen zum quantitativen Vorkommen von Organismen, zur Masse der Organismen und den akkumulierten Kotpellets und zusammenfassend über die biologische Trinkwasserqualität treffen.

Untersuchung Hydrantenspülung-CO₂

Die Anwendung des CO₂-Spülverfahrens ermöglicht einen nahezu vollständigen Austrag aller Invertebraten und ist auch für eine quantitative Untersuchung der Invertebraten bei einer Hydrantenspülung geeignet; dieses Verfahren ist deutlich präziser als eine Hydrantenspülung mit Leitungswasser. Die Probe-

nahme erfolgt ebenfalls als Filtration des Spülwassers mit einer Filtermaschenweite von 100 µm, ist allerdings nicht auf eine maximale Menge begrenzt. Die größte mögliche Durchflussmenge beträgt in der Regel 60 m³/h, kann jedoch u. U. jedoch auch noch erhöht werden. Durch die Wirkung des Kohlenstoffdioxids als Narkotikum reichen bereits Fließgeschwindigkeiten von 0,3 - 1,0 m/s zum Erreichen eines guten Spülerfolgs aus.

Ziel der Untersuchung mit dem INWERT®-CO₂ ist ähnlich wie beim CHECK 100 die Feststellung der Individuendichte von wirbellosen Tieren, und zwar ausschließlich den Makroinvertebraten (z. B. Wasserasseln, Oligochaeten, Brunnenkrebse). Des Weiteren werden Hinweise auf Asselpellets (Kot der Wasserasseln) und weitere Tiergruppen dokumentiert. Bei Bedarf können auch Mikroinvertebraten > 100 µm quantitativ erfasst werden; die Analyse ist jedoch aufgrund der Masse an Spülfiltrat kostenintensiver (**Bild 5**). Mit dem Ergebnis des lassen sich vereinfachte Aussagen über Vorkommen, Individuenarten, teilweise Individuendichten und die Ausbreitung der Makroinvertebraten im Verteilungsnetz treffen, die jedoch aufgrund des nahezu vollständigen Austrags wesentlich präziser sind als beim CHECK 100. Darüber hinaus ist der untersuchte Rohrnetzabschnitt gleichzeitig von losen Partikel (Nahrungsgrundlage von Invertebraten) und den Invertebraten befreit.

5. Zusammenfassung

Die Untersuchung von Trinkwasser-Versorgungsanlagen auf die Besiedlung durch Invertebraten muss mit einer geeigneten Technologie und Verfahrensweise vorgenommen werden.

Das aktuelle Regelwerk des DVGW mit dem Arbeitsblatt W 271 (z. Zt. in der Überarbeitung) wies in der Ausgabe von 1997 [10] auf mikroskopische Untersuchungen hin: „Es ist zweckmäßig, die aus den Verteilungsanlagen ausgespülten sedimentierbaren Stoffe von Zeit zu Zeit einer mikroskopischen Untersuchung zu unterziehen, um eine Besiedlung des Rohrnetzes mit Mikroorganismen und anderen Kleinlebewesen frühzeitig zu erkennen.“ Nach Erkenntnissen aus Forschungsprojekten [5,6] stehen die erforderlichen Techniken und Probeentnahmeverfahren zu Verfügung, um in allen Teilen der Wasserversorgung von der Wasseraufbereitung über die Speicherung und der Verteilung entsprechend repräsentative Proben zu erhalten.

Ein Bewertungssystem liegt zumindest für die detaillierte Untersuchungsmethode ANALYSE 25 als multimetrischer Index (MMI) vor. An den MMI geknüpft lässt sich ein Schwellenwert definieren, der aktuell mit 3,0 ermittelt wurde. Der Schwellenwert wird als INWERT® bezeichnet. Ab Erreichen der 3,0 ist ein Handlungsbedarf klar mit JA zu beantworten.

Die aktuellen vier verschiedenen Untersuchungsmethoden in Trinkwasser-Versorgungssystemen sind als Methoden-Konzept in der neuen INWERT®-Methode zusammengefasst. Diese Verfahren finden im Verteilungsnetz als INWERT®-Hydrantenuntersuchungen (CHECK 100/ANALYSE 100/ANALYSE 25/CO₂) Anwendung. Für die Untersuchung der

Trinkwasseraufbereitung kann ein vergleichbares Konzept, INWERT®-TWA angewendet werden; zur Untersuchung der Trinkwasserspeicher nutzt man die INWERT®-TWS. Für diese beiden Verfahren konnten bisher keine belastbaren Schwellenwerte erarbeitet werden. Allerdings sind die Erfassung der Besiedlung der Trinkwasser-Aufbereitung und der Trinkwasserspeicher von Bedeutung, da diese 'hot spots' der Besiedlung darstellen können.

Literatur

- [1] Scheideler, M., Gunkel, G. & Michels, U.: Entwicklung eines mobilen Probenahme- und Messsystems für Invertebraten in Trinkwasserverteilungssystemen, Berlin 2013.
- [2] Abschlussbericht DVGW-Forschungsvorhaben W4/01/05 (07-2009).
- [3] Albers, A., Bendinger, B. & Wichmann, K.: Vermeidung von AOC-Erhöhungen während der Schnellfiltration, in: energie wasser-praxis, Ausgabe 7/8 (2009).
- [4] Michels, U., & Gunkel, G.: Multimetrischer Bewertungsindex für Invertebraten in Trinkwasserverteilungssystemen, Berlin 2013.
- [5] Michels, U., Gunkel, G., Scheideler, M. & Ripl, K.: Invertebraten im Trinkwasser, Probenahme, Analytik und Bewertung, Berlin 2013.
- [6] Michels, U., Gunkel, G., Scheideler, M. & Ripl, K.: Entwicklung eines mobilen Probenahme- und Messsystems für Invertebraten in Trinkwasserverteilungssystemen, AiF Abschlussbericht 2012.
- [7] Scheideler, M., Gunkel, G. & Michels, U.: Entwicklung eines mobilen Probenahme- und Messsystems für Invertebraten in Trinkwasserverteilungssystemen, Berlin 2013.
- [8] Michels, U., Polak, J., Scheideler, M. & Gunkel, G.: Repräsentative Beprobung von Trinkwasserverteilungssystemen, Berlin, 2013.
- [9] Scheideler, M., Michels, U. & Gunkel, G.: Entwicklung eines mobilen Probenahme- und Messsystems für Invertebraten in Trinkwasserverteilungssystemen, in: U. Michels, G. Gunkel, M. Scheideler & K. Ripl (Hrsg.): Invertebraten im Trinkwasser - Probenahme, Analytik und Bewertung. Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin. 2013.
- [10] DVGW-Merkblatt W271, Ausgabe 1997.

AUTOREN



Dipl.-Ing.(FH) **MICHAEL SCHEIDELER**
Scheideler Dienstleistungen
Haltern am See
ms@scheideler.com
www.scheideler.com



Priv. Doz. Dr. **GÜNTER GUNKEL**
Technische Universität Berlin, FG
Wasserreinhaltung
Tel. +49 30 31425847
guenter.gunkel@tu-berlin.de