

# Werkstoffe für Wasserzähler

Wasserzähler sind Mehrkomponentensysteme mit einer Vielzahl verschiedenster Bauteile, die zudem aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt werden. Für Material- und Werkstoffauswahl sind daher **fundierte Kenntnisse der gesetzlichen Vorgaben** hinsichtlich Material-, korrosionschemischer und hygienischer Eigenschaften sowie der einschlägigen Prüf- und Bewertungsverfahren unumgänglich. Alle in dieser Hinsicht relevanten Aspekte werden **bei Anwendung des DVGW-Arbeitsblattes W 421** als Prüf- und Zertifizierungsgrundlage für Wasserzähler abgedeckt. Somit haben der Versorger und der Endverbraucher **mit der Wahl eines DVGW-zertifizierten Wasserzählers** die größtmögliche Sicherheit, dass durch diesen keine negative Beeinflussung des Trinkwassers zu erwarten ist.

von: Dr.-Ing. Wolfgang Werner & Dr.-Ing. Robertino Turković (beide: TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser)

Wasserzähler dienen der Abrechnung des Wasserverbrauchs und sind Bestandteil jeder Trinkwasser-Installation. Sie müssen die gesetzlichen metrologischen Anforderungen (MID-konform) erfüllen und dürfen das Trinkwasser nicht unzulässig verändern. Bei Wasserzählern handelt es sich um komplexe, aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehende Produkte: So werden für das Gehäuse Gusseisen, Kupferlegierungen, nichtrostende Stähle sowie diverse Kunststoffe und Verbundwerkstoffe verwendet. Gehäuse aus Gusseisen werden mit organischen Materialien beschichtet. Die Zählensätze wiederum werden aus Kunststoff gefertigt,

Dichtungen bestehen aus Elastomeren. Für Schaugläser, Filtereinsätze, Achsen usw. werden weitere Werkstoffe verwendet (**Abb. 1**).

Die (Grund-)Eichgültigkeit der Wasserzähler beträgt sechs Jahre für den Kaltwasser- und fünf Jahre für den Warmwasserbereich. Mit einem Stichprobenverfahren kann die Eichgültigkeit eines Loses mehrmals um jeweils drei Jahre verlängert werden. Danach werden die Wasserzähler ausgetauscht. Ein großer Teil davon wird aufgearbeitet, neu geeicht und als aufgearbeitete Altzähler wieder in den Verkehr gebracht. Auf dem Markt gibt es vor diesem Hintergrund ein

**Abb. 1:** Der Querschnitt durch einen Flügelradzähler zeigt, wie viele unterschiedliche Werkstoffe in einem Wasserzähler zum Einsatz kommen.



Quelle: TZW

großes Angebot an Alt- und Neuzählern unterschiedlicher Hersteller, Qualitäten und Preise. Die Sicherstellung der Messfunktion dieser Produkte ist seit vielen Jahren durch entsprechende Normen (MID) und das Eichgesetz geregelt [1]. Bis zum Jahr 2009 fehlten spezifische normative Anforderungen und Prüfvorschriften zur Sicherstellung der Trinkwasserqualität und der Gebrauchstauglichkeit. Die Lücke wurde mit dem DVGW-Arbeitsblatt W 421 „Wasserszähler – Anforderungen und Prüfungen“ geschlossen [2].

### Gesetzliche Bestimmungen zur Erhaltung der Trinkwasserqualität

Die Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers sind in der europäischen Trinkwasserrichtlinie aus dem Jahr 1998 und in der deutschen Trinkwasserverordnung verbindlich festgelegt [3, 4]; sie gelten bis zur Entnahmestelle. Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union haben geeignete Programme zur Überwachung und Sicherstellung der Trinkwasserqualität eingerichtet. Ein wichtiger Baustein ist dabei die Regulierung der verwendeten Komponenten nach dem Vorsorgeprinzip, wodurch der Einbau ungeeigneter Produkte in Trinkwasser-Installationen verhindert werden soll. Dazu wurde in den letzten Jahrzehnten eine Reihe von Prüfverfahren entwickelt und in ISO- und EN-Normen standardisiert.

### Regelwerk für trinkwasserhygienische Anforderungen an Werkstoffe und Produkte

Die gegen Ende des 20. Jahrhunderts von der EU-Kommission initiierte Erstellung eines einheitlichen europäischen Regelwerks und Zertifizierungsystems (EAS) für trinkwasserhygienisch geeignete Produkte wurde wenige Jahre später aus formaljuristischen Gründen beendet und wird nicht weiterverfolgt. Deshalb gelten bis auf Weiteres die nationalen Regelungen sowie bi- und multinationale Vereinbarungen und gegenseitige Anerkennungen. Die EU-Mitgliedstaaten der 4MS-Gruppe – Deutschland, Frankreich, das Vereinigte Königreich Großbritannien und die Niederlande – haben eine Zusammenarbeit zur Harmonisierung in diesem Bereich vertraglich vereinbart [5].

In Deutschland sind Anlagen für die Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser gemäß § 17 der Trinkwasserverordnung mindestens nach den allgemein anerkannten

Bezeichnung	Produktgruppe
CC770S (CuZn36Pb-C)	B und C

Legierungsbestandteile (% (m/m)):

Cu	Zn	Pb	As	Al
62,0 %–64,0 %	Rest	0,2 %–1,6 %	0,04 %–0,14 %	0,5 %–0,7 %

Unvermeidbare Begleitelemente (% (m/m)):

Fe	Mn	Ni	Sn
≤ 0,3 %	≤ 0,1 %	≤ 0,2 %	≤ 0,3 %

Abb. 2: Kupferlegierung CC770S, Auszug aus der Metall-Bewertungsgrundlage

Quelle: UBA Metall-Bewertungsgrundlage

Bezeichnung	Produktgruppe
CC768S (CuZn21Si3P)	B und C

Legierungsbestandteile (% (m/m)):

Cu	Zn	Si	P
75,0 %–77,0 %	Rest	2,7 %–3,5 %	0,02 %–0,10 %

Unvermeidbare Begleitelemente (% (m/m)):

Al	Fe	Mn	Ni	Pb	Sn
≤ 0,05 %	≤ 0,3 %	≤ 0,05 %	≤ 0,2 %	≤ 0,1 %	≤ 0,3 %

Der Gehalt an Bor und Zirkonium muss im Auslieferungszustand unter 0,02 % liegen.

Abb. 3: Kupferlegierung CC768S, Auszug aus der Metall-Bewertungsgrundlage

Quelle: UBA Metall-Bewertungsgrundlage

Regeln der Technik zu planen, zu bauen und zu betreiben. Es dürfen nur solche Komponenten verwendet werden, für die sichergestellt ist, dass sie bei sachgemäßer Anwendung und bestimmungsgemäßem Betrieb das Trinkwasser nicht unzulässig verändern und die Parameter der Trinkwasserrichtlinie und der Trinkwasserverordnung eingehalten werden. Verantwortlich für den Zustand einer Trinkwasser-Installation sind Eigentümer und Betreiber.

Grundlage für das deutsche Regelwerk sind die „Leitlinien“, „Bewertungsgrundlagen“ und „Informationen“ des Umweltbundesamtes (UBA) sowie die einschlägigen DVGW-Arbeitsblätter (z. B. das DVGW-Arbeitsblatt W 270) und DIN-Normen (z. B. DIN 50930-6), die trinkwasserhygienische Anforderungen enthalten [6–13].

UBA-Leitlinien und Normen sind nicht rechtsverbindlich. Mit der 2. Änderungsverordnung der Trinkwasserverordnung 2012 wurde das UBA beauftragt, rechtsverbindliche hygienische Anforderungen, Prüfvorschriften und Bewertungsverfahren für Materialien und Produkte im Kontakt mit Trinkwasser festzulegen. Das UBA erweitert und überführt sukzessive seine Leitlinien in rechtsverbindliche Bewertungsgrundlagen; die jeweils geltenden Versionen und Entwürfe sind auf der Webseite des Umweltbundesamtes einsehbar.



Abb. 4: Wasserzählergehäuse mit Entzinkung, Korrosionsprodukte: weiße Ablagerungen

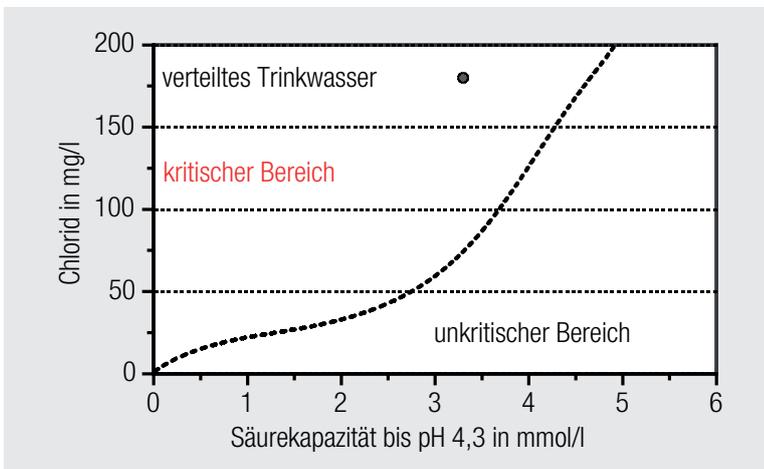


Abb. 5: Das Turner-Diagramm, in diesem Fall für die Kupferlegierung CW617N (CuZn40Pb2), gibt Hinweise zur Entzinkungswahrscheinlichkeit einer Kupferlegierung in Trinkwässern.

## Metallene Werkstoffe

Die trinkwasserhygienischen Anforderungen an metallene Werkstoffe sind seit dem 10. April 2017 in der Metall-Bewertungsgrundlage des UBA rechtsverbindlich geregelt [12]. Diese enthält eine Positivliste trinkwassergeeigneter metallener Werkstoffe mit Angabe der Zusammensetzung und der Einsatzbereiche. Die Einsatzbereiche richten sich nach der vom Wasser berührten Fläche der bewerteten Bauteile und gliedern sich in die Gruppen A, B und C mit jeweils 100 Prozent, 10 Prozent und 1 Prozent Flächenanteil. Für trinkwasserberührte Flächen dürfen nur gelistete Werkstoffe verwendet werden. Die Positivliste ist nicht abgeschlossen und weitere geeignete Werkstoffe können auf Antrag aufgenommen werden. Nicht aufgenommen wurde die entzinkungsbeständige Kupferlegierung CW602N (CuZn36Pb2As), die häufig in kritischen Wässern eingesetzt wurde, da der Bleigrenzwert in vielen Trinkwässern nicht eingehalten werden kann. Für Wasserzählergehäuse können alle Werkstoffe der Gruppen A und

B verwendet werden. Häufig verwendete Werkstoffe für Wasserzählergehäuse sind z. B. die entzinkungsbeständige bleihaltige Kupferlegierung CC770S (CuZn36Pb-C) und die bleifreie Kupferlegierung CC768S (CuZn21Si3P) (Abb. 2 & 3). Für Kleinteile wie Achsen können zusätzlich die Werkstoffe der Gruppe C verwendet werden.

Bei Produkten und Komponenten aus metallenen Werkstoffen ist keine Migrationsprüfung am fertigen Produkt erforderlich. Es wird davon ausgegangen, dass die gefertigten Produkte das gleiche Metallabgabeverhalten aufweisen wie die bei der Zulassungsprüfung verwendeten Prüfstücke. Zurzeit genügt als Nachweis ein Werkszeugnis 2.2 mit Analyseergebnissen nach DIN EN 10204 [14]. Bei Produkten mit nickelhaltigen Überzügen ist sicherzustellen, dass der Grenzwert für Nickel eingehalten wird, beispielsweise mit einer Prüfung nach DIN EN 16058 [15].

## Korrosionsbeständigkeit

Ein weiteres entscheidendes Kriterium bei der Auswahl metallener Werkstoffe ist die Korrosionsbeständigkeit. Das Korrosionsverhalten wird nicht nur von der chemischen Zusammensetzung der Werkstoffe, sondern auch von der Wasserbeschaffenheit und den Betriebsbedingungen bestimmt. Folglich lässt sich nicht jeder Werkstoff, der auf der Positivliste des UBA steht, auch in jedem Trinkwasser einsetzen: So zeigt z. B. der nichtrostende Stahl 1.4301 eine deutlich erhöhte Wahrscheinlichkeit für Lochkorrosion in Trinkwässern mit Chloridgehalten über 80 Milligramm pro Liter (mg/l) und höheren Temperaturen. Die Kupfer-Zink-Legierung CW617N (CuZn40Pb2) wiederum ist in bestimmten Wässern nicht beständig gegenüber Entzinkung. Bei dieser Korrosionsform wird das Zink selektiv herausgelöst; zurück bleibt eine poröse Struktur, durch die Wasser von innen nach draußen dringen kann (Abb. 4). Entscheidende Parameter sind Neutralsalzgehalt (Chlorid und Sulfat) und Bikarbonatgehalt (Säurekapazität  $KS_{4,3}$ ) und deren Verhältnis zueinander.

Die Entzinkungswahrscheinlichkeit für eine Kupferlegierung kann anhand des zugehörigen Turner-Diagramms, sofern vorhanden, und einer Wasseranalyse abgeschätzt werden [16, 17] (Abb. 5). Neuere Untersuchungen haben einen Einfluss des Sulfats auf die Entzin-

Quelle: TZW

Quelle: TZW

kung festgestellt, der ebenfalls zu berücksichtigen ist [18–21]. Bei einem Trinkwasser, das (wie im obigen Schadensfall) mit 180 mg/l Chlorid und einer Säurekapazität zum pH-Wert 4,3 von 3,3 Millimol pro Liter (mmol/l) so weit im kritischen Bereich für Entzinkung liegt, sollte der Einsatz von Produkten aus diesem Werkstoff in jedem Fall überprüft und praktische Erfahrungen aus dem Versorgungsgebiet berücksichtigt werden. Dieses Vorgehen empfiehlt sich auch bei vorgesehenen Wasserwechseln und Änderungen bei der Wasseraufbereitung (z. B. Enthärtung).

Wichtige Informationen zur Korrosion metallener Werkstoffe in Trinkwässern und zur Vermeidung von Korrosionsschäden sind in der Korrosionsnorm DIN EN 12502, Teile 1 bis 5 (2005) zusammengestellt [22]. Die aktuellen Werkstoffneuentwicklungen sind darin aber noch nicht berücksichtigt. Eine vollständige Liste metallener Werkstoffe mit korrosionsbedingten Einsatzbeschränkungen als Ergänzung zur UBA-Positivliste existiert nicht.

Weitere Informationen zur Korrosionsbeständigkeit von Kupferlegierungen gibt es auf den Homepages des Deutschen Kupferinstituts e. V., des Gesamtverbands Messing-Sanitär e. V. sowie auf den Seiten der Halbzeughersteller. Zur Orientierung bei der Auswahl geeigneter nichtrostender Stähle wird auf die Tabellen der DVGW-Arbeitsblätter W 534 und GW 541 sowie auf die Applikationsschriften der Hersteller verwiesen [23, 24].

## Organische Materialien

Die trinkwasserhygienische Prüfung und Bewertung organischer Materialien basiert auf den Leitlinien des Umweltbundesamtes. Die Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Materialien im Kontakt mit Trinkwasser (KTW-Leitlinie), die Beschichtungsleitlinie und die Elastomerleitlinie befassen sich mit der Veränderung der Trinkwasserbeschaffenheit durch die Freisetzung von Bestandteilen (Monomere und Additive) aus organischen Materialien (Kunststoffe, Elastomere, Beschichtungsstoffe und Schmierstoffe) an das Trinkwasser sowie mit dem mikrobiellen Bewuchs [6–11].

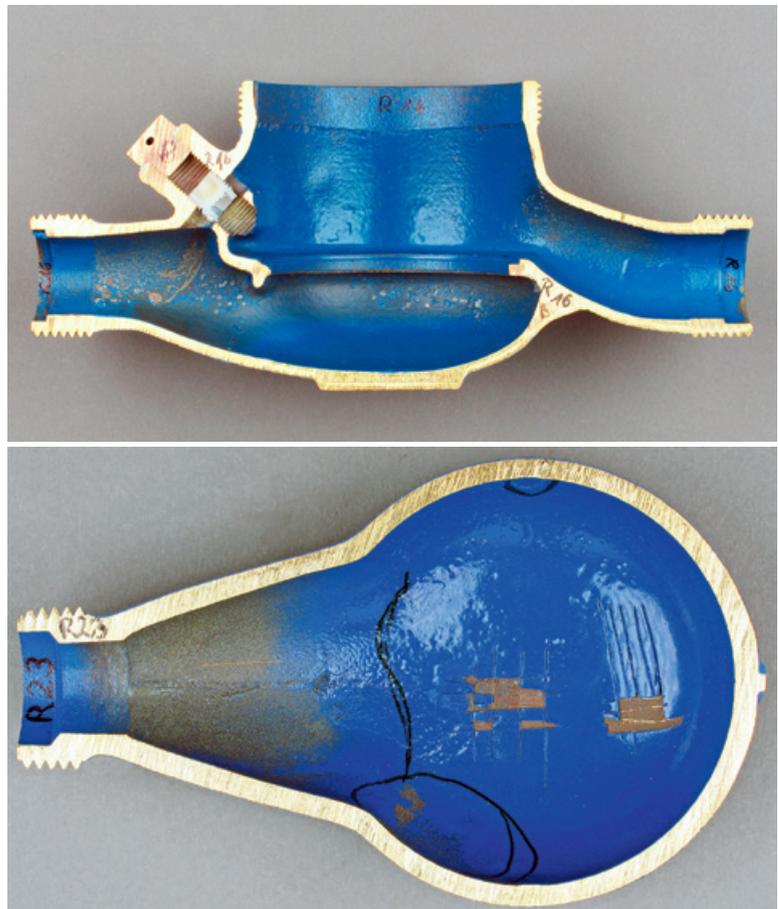
Die geprüften Materialien müssen in ihrer Zusammensetzung den Positivlisten, die vom Umweltbundesamt geführt werden, entsprechen.

Die Migrationsprüfungen werden am fertigen Produkt durchgeführt, da bei organischen Materialien die Produktionsverfahren großen Einfluss auf das Migrationsverhalten haben können.

Die Grundanforderungen Organoleptik (Geruch und Geschmack) und die TOC-Migration sind von allen Werkstoffen zu erfüllen. Daneben gibt es weitere materialspezifische Zusatzanforderungen entsprechend der Zusammensetzung der Materialien. Die Prüfungen müssen für alle Produkte und für jede Produktionsstätte durchgeführt werden. Die Prüfung des mikrobiellen Bewuchses erfolgt an speziell hergestellten Prüfplatten.

Die Prüfung von Produkten aus organischen Materialien wird von akkreditierten und benannten Prüfstellen durchgeführt. Der Auftraggeber erhält bei bestandener Prüfung ein Prüfzeugnis, das fünf Jahre gültig ist und einmalig um weitere fünf Jahre verlängert werden kann. Die Prüfung ist meist Teil des Zertifizierungsverfahrens mit Baumusterprüfung und periodischer Überwachung; Prüfung und Zertifizierung sind zurzeit nicht verpflichtend.

**Abb. 6:** Wasserzähler mit fehlerhafter Innenbeschichtung; unteres Bild: Unterschale nach Poren- und Gitterschnittprüfung



Quelle: TZW

**Abb. 7:** Bei der Druckprüfung geborstenes Schauglas (oben) und mögliche Folgen für den Kunden (unten)



Quelle: TZW

Langfristig wird vom Umweltbundesamt im Bereich der Trinkwasserhygiene ein verpflichtendes Verfahren nach dem „1+-System“ angestrebt. Dieses beinhaltet die Erstinspektion des Werks, eine Typprüfung, werksseitige Produktionskontrolle, laufende externe Überwachung der werkseigenen Produktionskontrolle und Stichprobenprüfungen.

### Beschichtungen

Das Beschichten metallener Bauteile mit Epoxidharz ist gängige Praxis. Produktspezifische Anforderungen und Prüfungen für Wasserzähler sind im DVGW-Arbeitsblatt W 421 festgelegt. Während bei Wasserzählergehäusen aus Gusseisen eine Beschichtung zum Schutz des Gehäusewerkstoffs und des Trinkwassers obligatorisch ist, ist diese bei Wasserzählern aus Kupferlegierungen nicht erforderlich, da der Grundwerkstoff die trinkwasserhygienischen Anforderungen erfüllen muss.

Untersuchungen aus den Jahren 2005/2006 am TZW im Rahmen Norm-begleitender Arbeiten zur Qualität der Innenbeschichtung an einer Auswahl von Alt- und Neuzählern mit Nenn-

durchfluss  $Q_n 2,5/Q_3 = 4$  hatten ergeben, dass die Anforderungen des Normentwurfs an die Beschichtungsqualität nicht eingehalten wurden [25]. Die Innenoberflächen der untersuchten Wasserzählergehäuse waren demnach häufig nur teilbeschichtet (**Abb. 6**) und die Beschichtungen wiesen Fehlstellen und Poren auf. Darüber hinaus wurde die Mindestschichtdicke von  $80\mu\text{m}$  nicht durchgängig eingehalten. Neuere Ergebnisse zur Beschichtungsqualität von Kleinwasserzählern sind nicht bekannt.

### Zertifizierung von Wasserzählern – das DVGW-Arbeitsblatt W 421

Das DVGW-Arbeitsblatt W 421 „Wasserzähler – Anforderungen und Prüfungen“ enthält neben den trinkwasserhygienischen Anforderungen an Wasserzähler zusätzliche Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und ist Zertifizierungsgrundlage für diese Produkte. Aufgearbeitete Altzähler sind im Sinne der Trinkwasserverordnung wie Neuprodukte zu behandeln. Eine Zertifizierung von Altzählern ist jedoch nicht möglich, da bereits verwendete Geräte nicht Gegenstand einer Produktzertifizierung sein können.

Zur Prüfung der mechanischen Stabilität von Wasserzählern und ihren Komponenten sind im DVGW-Arbeitsblatt W 421 Druckprüfungen an kompletten Wasserzählern vorgeschrieben. Mit dieser Prüfung können Schwachstellen festgestellt werden bevor sie, wie das in **Abbildung 7** gezeigte, bei der Prüfung geborstene Schauglas, beim Kunden Schaden anrichten können.

Ein Zertifikat nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 421 ist für Hersteller und Wasserversorger ein Nachweis, dass die an das Produkt gestellten Anforderungen erfüllt werden und die geprüften Wasserzähler den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Allerdings wurden diese Norm und das Zertifizierungsverfahren nur sehr zögerlich und sehr zurückhaltend angenommen: Neun Jahre nach dem Inkrafttreten des Arbeitsblatts sind von der DVGW CERT GmbH erst drei Ultraschall- und sechs Flügelradzähler zertifiziert worden.

### Zusammenfassung

Alle Produkte, die in Trinkwassersystemen eingesetzt werden, müssen die Anforderungen der Trinkwasserverordnung erfüllen und min-

destens den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Diese sind bei der trinkwasserhygienischen Eignung von Produkten und Werkstoffen durch die Leitlinien und Bewertungsgrundlagen des Umweltbundesamts festgelegt. Für trinkwasserberührende Flächen aus metallenen Werkstoffen dürfen nur Werkstoffe verwendet werden, die auf der Positivliste der Metall-Bewertungsgrundlage des Umweltbundesamtes stehen; der Nachweis wird hier durch ein Werkszeugnis erbracht. Wesentlich aufwendiger ist der Nachweis bei Produkten aus organischen Werkstoffen zu führen, die aus einer großen Zahl chemischer Verbindungen bestehen. Die Eignung kann aktuell durch eine Prüfung und ein Prüfzeugnis einer akkreditierten und benannten Prüfstelle oder zukünftig auch durch eine Konformitätsbestätigung eines für den Trinkwasserbereich akkreditierten Zertifizierers bestätigt werden. Eine Zertifizierung nach dem DVGW-Arbeitsblatt W 421 ist umfassend und bestätigt darüber hinaus auch die Einhaltung der technischen Anforderungen der geprüften Wasserzähler und bringt für alle Seiten größtmögliche Sicherheit. ■

#### Literatur

- [1] Richtlinie 2014/32/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt.
- [2] DVGW-Arbeitsblatt W 421: Wasserzähler – Anforderungen und Prüfungen, 05/2009.
- [3] Richtlinie des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998 (98/83/EC); Amtsblatt der europäischen Gemeinschaft Nr. L 330 vom 5.12.1998; 32–55.
- [4] TrinkwV, Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001); Bundesgesetzblatt; 2001, Teil 1; Nr.24 / Zweite Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 5. Dezember 2012; zuletzt veröffentlicht in der Bekanntmachung der Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 2. August 2013; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 46; 07.08.2013 / Dritte Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung vom 25. November 2015 zuletzt veröffentlicht in der Bekanntmachung der Neufassung der Trinkwasserverordnung vom 10. März 2016; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 12; 16.03.2016 / Verordnung zur Neuordnung trinkwasserrechtlicher Vorschriften vom 3. Januar 2018 veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2018 Teil I Nr. 2; 08.01.2018.
- [5] Declaration of Intent between the competent authorities of France, Germany, the Netherlands and the United Kingdom concerning the approval of products in contact with drinking water (drinking water quality); 28.01.2011.
- [6] Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Materialien im Kontakt mit Trinkwasser (KTW-Leitlinie); Umweltbundesamt; 7. März 2016.
- [7] Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser (Beschichtungsleitlinie); Umweltbundesamt; 16. März 2016.
- [8] Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Elastomeren im Kontakt mit Trinkwasser (Elastomerleitlinie); Umweltbundesamt; 16. März 2016.
- [9] Elastomerleitlinie: Verlängerte Übergangsregelung für den Teil 2 der Positivliste der Ausgangsstoffe; Umweltbundesamt; 23. Februar 2016.
- [10] Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Schmierstoffen im Kontakt mit Trinkwasser (Sanitärtschmierstoffe), (Schmierstoffleitlinie); Umweltbundesamt; 16. März 2016.
- [11] DVGW-Arbeitsblatt W 270: Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung, 11/2007.
- [12] Bewertungsgrundlage für metallene Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser (Metall-Bewertungsgrundlage), Version vom 26. März 2018 unter Berücksichtigung der dritten Änderung; Umweltbundesamt; 26. März 2018.
- [13] DIN 50930-6: Korrosion der Metalle – Korrosion metallener Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer – Teil 6: Bewertungsverfahren und Anforderungen hinsichtlich der hygienischen Eignung in Kontakt mit Trinkwasser; 10/2013.
- [14] DIN EN 10204: Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen; 01/2005.
- [15] DIN EN 16058: Einfluss metallischer Werkstoffe auf Wasser für den menschlichen Gebrauch – Dynamischer Prüfstandversuch für die Beurteilung von Oberflächenbeschichtungen mit Nickelschichten – Langzeit-Prüfverfahren; 07/2012.
- [16] Turner, M. E. D.: The Influence of water composition on the dezincification of duplex brass fittings; Proc. Soc. Wat. Treatm. Examin.; 1961; 10:162.
- [17] Turner, M. E. D.: Further Studies on the Influence of Water Composition on the Dezincification of Duplex Brass Fittings; Proc. Soc. Wat. Treatm. Examin.; 1965; 14:81.
- [18] Van Loyen, D., Schubert, I., Nissing, W.: Armaturen vor ihrem Einsatz testen – Einfluss von Neutralsalzen auf Schwermetallmigration und Korrosion; Teil 1, in: Sanitär+Heizungstechnik, Heft 10/2007.
- [19] Van Loyen, D., Schubert, I., Nissing, W.: Armaturen vor ihrem Einsatz testen – Einfluss von Neutralsalzen auf Schwermetallmigration und Korrosion; Teil 2, in: Sanitär+Heizungstechnik, Heft 11/2007.
- [20] Van Loyen, D., Schubert, I., Nissing, W.: Armaturen vor ihrem Einsatz testen – Einfluss von Neutralsalzen auf Schwermetallmigration und Korrosion; Teil 3, in: Sanitär+Heizungstechnik, Heft 01/2008.
- [21] Van Loyen, D.; Nissing, W.: Entzinkung von Messing in Trinkwasserinstallationen; Tagungsband 3-Länder-Korrosionstagung „Korrosion und Korrosionsschutz in Trinkwasser-Installationen“; 19. und 20. April 2004 in Berlin.
- [22] DIN EN 12502: Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und Speichersystemen, Teile 1 bis 5; 03/2005.
- [23] DVGW-Arbeitsblatt W 534: Rohrverbinder und Rohrverbindungen in der Trinkwasserinstallation, 05/2004.
- [24] DVGW-Arbeitsblatt GW 541: Rohre aus nichtrostenden Stählen für die Gas- und Trinkwasserinstallation, Anforderungen und Prüfungen, 03/2004.
- [25] DVGW F&E-Vorhaben: Untersuchungen zur Schutzwirkung von Beschichtungen aus Epoxidharz auf den Innenoberflächen von metallenen Wasserzählern im Hinblick auf die Verringerung der Schwermetallabgabe (Projektnummer W10/02/05), 09.2006.

#### Die Autoren

**Dr.-Ing. Wolfgang Werner** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Korrosion am DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe.

**Dr.-Ing. Robertino Turković** ist Abteilungsleiter der Abteilung Korrosion und stellvertretender Leiter der Prüfstelle am DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe.

#### Kontakt:

Dr.-Ing. Wolfgang Werner  
DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)  
Wasserwerkstr. 4  
76137 Karlsruhe  
Tel.: 0721 93163-18  
E-Mail: wolfgang.werner@tzw.de  
Internet: www.tzw.de