

Stand: Version vom 27. Oktober 2025 unter Berücksichtigung der 4. Änderung

## **BEWERTUNGSGRUNDLAGE**

# **Bewertungsgrundlage für Emails und keramische Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser (Email/Keramik- Bewertungsgrundlage)<sup>1,2</sup>**

---

<sup>1</sup> Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. L 241 vom 17.9.2015, S. 1).

<sup>2</sup> Notifiziert unter 2025/0325/DE

# **1 Einleitung**

Werkstoffe und Materialien, die für die Errichtung oder Instandhaltung von Anlagen für die Gewinnung, Aufbereitung oder Verteilung von Trinkwasser verwendet werden und Kontakt mit Trinkwasser haben, dürfen nach § 14 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) nicht

1. den vorgesehenen Schutz der menschlichen Gesundheit unmittelbar oder mittelbar mindern,
2. die Färbung, den Geruch oder den Geschmack des Wassers beeinträchtigen,
3. die Vermehrung von Mikroorganismen fördern oder
4. Stoffe in größeren Mengen in das Wasser abgeben, als dies bei Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik unvermeidbar ist.

Die vorliegende Bewertungsgrundlage nach § 15 Absatz 1 TrinkwV konkretisiert für die im Anwendungsbereich aufgeführten Werkstoffe die vorgenannten allgemeinen hygienischen Anforderungen.

Werkstoffe im Anwendungsbereich dieser Bewertungsgrundlage entsprechen dem § 14 TrinkwV, wenn sie die hier aufgeführten Anforderungen erfüllen. Die Bewertungsgrundlage gilt nach § 15 Absatz 2 TrinkwV zwei Jahre nach ihrer Bekanntmachung im Bundesanzeiger (also seit dem 12. September 2021) verbindlich. Seit diesem Datum haben Betreiber von Wasserversorgungsanlagen gemäß § 13 Absatz 2 TrinkwV sicherzustellen, dass für die Errichtung und Instandhaltung von Wasserversorgungsanlagen ausschließlich solche Emails, andere glasartige Werkstoffe, keramische Werkstoffe und Mischmetalloxid-Überzüge verwendet werden, die den Anforderungen dieser Bewertungsgrundlage entsprechen. Der Nachweis, dass ein Produkt den Anforderungen dieser Bewertungsgrundlage entspricht, kann zum Beispiel durch ein Zertifikat eines für den Trinkwasserbereich akkreditierten Zertifizierers erbracht werden.

Nach der revidierten EU-Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2020/2184) werden zukünftig europäisch einheitliche Anforderungen an Materialien und Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser gestellt. Diese Regelungen werden die vorliegende Bewertungsgrundlage ersetzen.

# **2 Anwendungsbereich**

Die Bewertungsgrundlage gilt für alle Emails, andere glasartige Werkstoffe, keramische Werkstoffe und Mischmetalloxid-Überzüge, die Kontakt mit Trinkwasser haben.

### **3 Prinzip der Bewertung**

Emails, andere glasartige Werkstoffe, keramische Werkstoffe und Mischmetalloxid-Überzüge dürfen nur die in dieser Bewertungsgrundlage aufgeführten Inhaltsstoffe aufweisen.

Mit einer Migrationsprüfung des fertigen Produktes oder eines repräsentativen Musters (z. B. eine emaillierte Platte) wird die Abgabe bestimmter Elemente untersucht.

Die Anforderungen an die Elementabgabe sind so gestaltet, dass die entsprechenden Grenzwerte der TrinkwV oder - falls diese nicht existieren - diesbezügliche Leitwerte des Umweltbundesamtes (UBA) oder der Weltgesundheitsorganisation (WHO) nicht vollständig durch die Abgabe aus Emails, anderen glasartigen Werkstoffen, keramischen Werkstoffen oder Mischmetalloxid-Überzügen ausgeschöpft werden (siehe dazu 7.3).

### **4 Aufnahme weiterer Werkstoffe**

Die nötigen Informationen zur Überprüfung weiterer Werkstoffe auf ihre trinkwasserhygienische Eignung und ihre Aufnahme in die Positivlisten dieser Bewertungsgrundlage sind in der Information des Umweltbundesamtes zur Berücksichtigung weiterer Werkstoffe beschrieben:

<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/information-beruecksichtigung-weiterer-werkstoffe>

## 5 Begriffe

Begriffsdefinitionen	
<b>Bauteil</b>	Ein Bauteil ist die kleinste nicht weiter zerlegbare Einheit, die einzeln als Produkt oder als Bestandteil eines zusammengesetzten Produktes hergestellt wird.
<b>Elemente</b>	im Rahmen dieser Bewertungsgrundlage sind alle chemischen Elemente und deren gelöste Spezies.
<b>Emailhersteller</b>	ist das Schmelzwerk, das Emailglas herstellt.
<b>Emaillierer</b>	bezeichnet das Werk, das Emailglas auf Werkstücke aufbringt, wodurch ein Verbundwerkstoff entsteht.
<b>Konversionsfaktor (<math>F_c</math>)</b>	Der Konversionsfaktor dient zur Berechnung von $c_{\text{tap}}$ und basiert auf <i>worst case</i> -Annahmen zu Kontaktzeiten des Trinkwassers mit den jeweiligen Produkten oder Bauteilen und deren Oberfläche-/Volumenverhältnisse in der Trinkwasserverteilung.
<b>Migrationswasser</b>	ist das Prüfwasser nach dem Kontakt mit dem Prüfstück/den Prüfstücken nach den vorgegebenen Kontaktbedingungen.
<b>Produkt</b>	Ein Produkt ist ein eindeutig identifizierbares Teil in seiner endgültigen Form und Oberfläche, das von einem Hersteller oder Händler/Vertreiber auf den Markt gebracht wird und für den Kontakt mit Trinkwasser bestimmt ist.
<b>Produktgruppe</b>	Eine Produktgruppe fasst unterschiedliche Produkte oder Bauteile mit dem gleichen Konversionsfaktor zusammen, die bezüglich ihrer Einsatzhäufigkeit bei der Trinkwasserverteilung und ihres Oberfläche-/Volumenverhältnisses vergleichbar sind.
<b>Prüfkörper</b>	Prüfkörper ist ein Produkt oder ein speziell hergestelltes Muster, das stellvertretend für ein Produkt oder mehrere Produkte geprüft und bewertet wird.
<b>Prüfwert (PW)</b>	Prüfwert ist die maximal zulässige Konzentration einer aus dem Werkstoff in das Trinkwasser migrierenden Spezies. Der Prüfwert wird aus dem jeweiligen Grenzwert der TrinkwV oder einem anderen gesundheitlichen Leitwert abgeleitet.
<b>Risikogruppe</b>	Die Risikogruppe eines Produktes oder Bauteiles aus Emails oder keramischen Werkstoffen ergibt sich aufgrund des für das Produkt oder Bauteil gültigen Konversionsfaktors $F_c$ und bestimmt den Prüf- und Bewertungsaufwand.
<b>Prüfwasser</b>	ist das für die Migrationsprüfung verwendete vollentsalzte (VE) Wasser gemäß DIN EN 12873-1.

# 6 Beschreibung der Werkstoffe

## 6.1 Emails einschließlich anderer glasartiger Werkstoffe

### 6.1.1 Positivliste für Emails und andere glasartige Werkstoffe

Emails und andere glasartige Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser dürfen ausschließlich Inhaltsstoffe der Tabelle 1 aufweisen.

**Tabelle 1: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Emails und anderen glasartigen Werkstoffen**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.		Min.	Max.
<chem>SiO2</chem>	25	100	<chem>K2O</chem>	0	10	<chem>P2O5</chem>	0	5,0
<chem>Na2O</chem>	0	30	<chem>Li2O</chem>	0	10	<chem>SnO2</chem>	0	5,0
<chem>ZrO2</chem>	0	30	<chem>ZnO</chem>	0	10	<chem>SrO</chem>	0	5,0
<chem>B2O3</chem>	0	20	<chem>Al2O3</chem>	0	5,0	<chem>Cr2O3</chem>	0	3,0
<chem>TiO2</chem>	0	16	<chem>CoO</chem>	0	5,0	<chem>CuO</chem>	0	3,0
<chem>BaO</chem>	0	15	<chem>Fe2O3</chem>	0	5,0	<chem>NiO</chem>	0	3,0
<chem>CeO2</chem>	0	15	<chem>MgO</chem>	0	5,0	<chem>Sb2O3</chem>	0	1,0
<chem>CaO</chem>	0	10	<chem>MnO2</chem>	0	5,0	<chem>HfO2</chem>	0	0,1
F	0	10	<chem>MoO3</chem>	0	5,0			

Anorganische Schwefel-Spezies als Verunreinigungen mit einem Gesamtgehalt bis 0,5 % können vernachlässigt werden. Chlorid als Verunreinigung mit einem Gesamtgehalt bis 0,5 % kann vernachlässigt werden.

### 6.1.2 Email

Email ist ein durch Schmelzen bei 1200 – 1300 °C und Abschrecken (Fritten) entstandener glasartiger Werkstoff mit anorganischer, in der Hauptsache oxidischer Zusammensetzung (siehe Tabelle 1).

Die gemahlene Emailfritte wird durch Aufschmelzen bei über 480 °C auf eisenhaltige Metalle aufgetragen. Die dabei entstehende Emaillierung verbindet die Festigkeit und Elastizität von Metallen mit der Härte und der chemischen Widerstandsfähigkeit von Glas. Bei der Emaillierung reagieren Email und Metall in einer elektrochemischen Reaktion miteinander, und es entsteht ein Verbundwerkstoff. Dadurch haftet Email mit bis zu 100 N/mm<sup>2</sup> auf der metallenen Oberfläche. Die Emaillierung kann nicht unterwandert werden, ist diffusionsdicht und temperaturbeständig bis 300 °C.

Emails, die für den Trinkwasserbereich eingesetzt werden, sollen eine hohe Beständigkeit gegenüber Wasser aufweisen.

Emaillierte Bauteile, die die Anforderungen dieser Bewertungsgrundlage erfüllen, weisen eine hygienische Eignung zur Verwendung mit allen Trinkwässern auf.

### 6.1.3 Glas

Glas ist ein anorganischer, nichtmetallischer, meist oxidischer Werkstoff, welcher durch vollständiges Aufschmelzen einer Mischung von Rohmaterialien (z. B. Quarzsand) bei hohen Temperaturen erhalten wird. Die beim Aufschmelzen erhaltene homogene Flüssigkeit wird

bis zum festen Zustand (üblicherweise ohne Kristallisation) abgekühlt. Im Gegensatz zu Emails wird dieser Werkstoff nicht auf einen metallischen Werkstoff aufgetragen. Glas ist ein Werkstoff, der hauptsächlich aus gereinigtem Sand ( $\text{SiO}_2$ ) hergestellt wird. Als Zusätze kommen beispielsweise Alkalimetallsalze ( $\text{Na}_2\text{O}$  und  $\text{K}_2\text{O}$ ) hinzu, um den hohen Schmelzpunkt des  $\text{SiO}_2$  (ca. 1700 °C) herabzusetzen. Der Zusatz von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  verringert die Sprödigkeit. Gläser, die für den Trinkwasserbereich eingesetzt werden, sollen eine hohe Beständigkeit gegenüber Wasser aufweisen. Glas-Bauteile entsprechend Tabelle 1, die die Anforderungen dieser Bewertungsgrundlage erfüllen, weisen eine hygienische Eignung zur Verwendung mit allen Trinkwässern auf.

### 6.1.3.1 Borosilikatglas

Für Borosilikatglas gilt in Form einer Ausnahmeregelung<sup>3</sup> alternativ zusätzlich die folgende Positivliste (siehe Tabelle 2), welche mit einem geringeren Prüfaufwand verbunden ist. Das hier namensgebende Bor wird in Form von  $\text{B}_2\text{O}_3$  zugesetzt.

**Tabelle 2: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Borosilikatglas**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
$\text{SiO}_2$	80	100	$\text{K}_2\text{O}$	0	4,2
$\text{B}_2\text{O}_3$	7,0	13	$\text{Na}_2\text{O}$	0	4,2
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0	2,4			

## 6.2 Keramische Werkstoffe

Keramik ist ein anorganischer und nichtmetallener Werkstoff. Für die Herstellung von keramischen Produkten wird in der Regel ein keramisches Rohmaterial (z. B. Kaolin, Ton) bei Raumtemperatur geformt, welches entweder in Granulatform für das Trockenpressen oder in plastischer Form vorliegt. Der anschließende Sintervorgang führt zu den typischen Eigenschaften, wie beispielsweise Diffusionsdichtigkeit oder chemischer Beständigkeit. Die Sintertemperaturen liegen, je nach Werkstoff, zwischen 1050 °C und 2500 °C. Dabei entstehen kristalline Strukturen, die teilweise auch einen Anteil einer Glasphase enthalten. Keramiken weisen eine hohe Festigkeit sowie Härte auf, sind korrosionsbeständig und können meist bis knapp unterhalb der Sintertemperatur eingesetzt werden. Keramiken sind außerdem gegenüber Wasser sehr beständig.

### 6.2.1 Oxidische Keramiken

Zu den oxidischen Keramiken gehören Keramiken aus  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und  $\text{SiO}_2$  (siehe Tabelle 3),  $\text{ZrO}_2$  (siehe Tabelle 4) oder Hartferrite (siehe

<sup>3</sup> Durch die Erweiterung des Anwendungsbereichs der Positivliste für Emails (siehe Tabelle 1), auch für andere glasartige Werkstoffe, entsprechen Borosilikatgläser beiden Positivlisten. Die Positivliste für Borosilikatgläser (siehe Tabelle 2) hat weiterhin Bestand, weil bereits Zertifikate diesbezüglich ausgestellt wurden. Diese Positivliste wird jedoch zukünftig in den europäischen Regelungen obsolet sein.

Tabelle 5). Hartferrite sind Verbindungen des Eisenoxids mit anderen Metalloxiden in der allgemeinen Form:  $M_xFe_yO_z$ . Sie bilden die Grundlage für oxidkeramische Werkstoffe mit magnetischen Eigenschaften, die daher für bestimmte Produkte im Kontakt mit Trinkwasser verwendet werden.

**Tabelle 3: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von  $Al_2O_3$ - und  $SiO_2$ -Keramiken**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
$Al_2O_3$	0	99,99	$TiO_2$	0	2,5
$SiO_2$	0	92	$B_2O_3$	0	2,0
$CaO$	0	8,0	$Cr_2O_3$	0	2,0
$Fe_2O_3$	0	4,0	$SrO$	0	0,5
$MnO_2$	0	3,5	$Y_2O_3$	0	0,4
$K_2O$	0	3,0	$BaO$	0	0,2
$MgO$	0	3,0	$HfO_2$	0	0,1
$Na_2O$	0	3,0	$P_2O_5$	0	0,1
$ZrO_2$	0	3,0			

Anorganische Schwefel-Spezies als Verunreinigungen mit einem Gesamtgehalt bis 0,5 % können vernachlässigt werden.

**Tabelle 4: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von  $ZrO_2$ -Keramiken**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
$ZrO_2$	5,0	99	$TiO_2$	0	0,5
$Al_2O_3$	0	95	$Pr_2O_3$	0	0,2
$Y_2O_3$	0	8,5	$CaO$	0	0,1
$SiO_2$	0	5,0	$Fe_2O_3$	0	0,1
$MgO$	0	4,0	$K_2O$	0	0,1
$HfO_2$	0	2,0	$Na_2O$	0	0,1

**Tabelle 5:** Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Hartferrit-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
<b>FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	80	95	<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	0,2
<b>BaO</b>	0	16	<b>CuO</b>	0	0,1
<b>SrO</b>	0	12	<b>Li<sub>2</sub>O</b>	0	0,1
<b>SiO<sub>2</sub></b>	0	5,0	<b>MgO</b>	0	0,1
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	3,0	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0	0,1
<b>CaO</b>	0	3,0	<b>NiO</b>	0	0,1
<b>MnO</b>	0	3,0	<b>Pd</b>	0	0,1
<b>La<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	2,0	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0	0,1
<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	1,0	<b>TiO<sub>2</sub></b>	0	0,1
<b>CoO</b>	0	0,8	<b>W<sub>o</sub>O<sub>3</sub></b>	0	0,1
<b>Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	0,4	<b>ZnO</b>	0	0,1

Anorganische Schwefel-Spezies als Verunreinigungen mit einem Gesamtgehalt bis 0,5 % können vernachlässigt werden. Chlorid als Verunreinigung mit einem Gesamtgehalt bis 0,5 % kann vernachlässigt werden.

### 6.2.2 Nichtoxidische Keramiken

Als nichtoxidische Keramiken werden Siliziumcarbide (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7), Wolframcarbide (siehe Tabelle 8) und Siliziumnitride (siehe Tabelle 9) für den Kontakt mit Trinkwasser verwendet.

**Tabelle 6:** Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Siliziumcarbid (SiC)-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
<b>SiC</b>	78	100	<b>Al</b>	0	2,0
<b>Si</b>	0	22	<b>Fe</b>	0	0,2
<b>ZrB<sub>2</sub></b>	0	11	<b>Hf</b>	0	0,2
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	5,0	<b>Ti</b>	0	0,2
<b>C</b>	0	5,0	<b>Ca</b>	0	0,1
<b>B</b>	0	3,0	<b>MgO</b>	0	0,1
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	3,0	<b>Na</b>	0	0,1
<b>SiO<sub>2</sub></b>	0	3,0	<b>Ni</b>	0	0,1
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0	3,0			

**Tabelle 7: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Siliziumcarbid mit freiem Kohlenstoff (SiSiC-C)-Keramiken**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
SiC	55	90	Al	0	0,2
C	5,0	40	Fe	0	0,2
Si	2,0	15	Ti	0	0,2
SiO <sub>2</sub>	0	2,5	Ca	0	0,1
B	0	0,5	Ni	0	0,1

**Tabelle 8: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Wolframcarbid (WC)-Keramiken**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
WC	90	100	Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	0	1,0
Ni	0	8,0	Mo	0	1,0

**Tabelle 9: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Siliziumnitrid (SiN)-Keramiken**

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Min.	Max.		Min.	Max.
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	78	97	MgO	0	4,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	7,0	Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	3,0
SiO <sub>2</sub>	0	7,0	ZrO <sub>2</sub>	0	3,0
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	6,0	CaO	0	2,0
TiO <sub>2</sub>	0	5,0	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	1,0

### 6.2.3 Keramische Werkstoffe aus Kohlenstoff

#### Graphite

Graphite bieten spezielle technische Eigenschaften. Ausgangsstoffe sind z. B. Braunkohle, Steinkohle oder Petrolkokse, die mit einem Bindemittel, z. B. Pech oder einem Kunststoffharz, vermischt und anschließend bei 600 °C bis 1000 °C geäglüht werden. Daraus entstehen die sogenannten Kohlenstoffgraphite, welche z. B. für Gleitlager, Dichtungsringe oder Pumpenteile verwendet werden. In einem möglichen weiteren Herstellungsschritt, dem Graphitierungsprozess, werden diese Kohlenstoffgraphite nochmals bei bis zu 3000 °C geäglüht. Die einzelnen Graphitkristalle vergrößern sich, wodurch sich die Dichte erhöht. Durch Verbrennen von Verunreinigungen nimmt die Reinheit zu. Diese Elektrographite weisen eine gute Gleitfähigkeit auf, und die thermische und elektrische Leitfähigkeit nimmt zu. Sollten Graphite mit einem organischen Harz imprägniert sein, ist das Harz gesondert nach der Bewertungsgrundlage für Kunststoffe und andere organische Materialien im Kontakt mit Trinkwasser (KTW-BWGL), Anlage B zu beurteilen.

## **Amorphe Kohlenstoffschichten**

Keramische oder metallene Werkstoffe können mit einer Kohlenstoffschicht überzogen werden, um eine gute Gleitfähigkeit zu erzielen. Die Schichten können durch verschiedene Verfahren hergestellt werden. Dabei entstehen kristalline Schichten aus Graphit und Diamant. Amorphe Kohlenstoffschichten (englisch diamond-like carbon, DLC) werden nach der VDI-Richtlinie: VDI 2840 *Kohlenstoffschichten - Grundlagen, Schichttypen und Eigenschaften* in verschiedene Arten unterteilt.

## **Kohlenstofffasern**

Zur Verstärkung keramischer Werkstoffe können Kohlenstofffasern verwendet werden. Diese werden aus organischen Fasern, wie Viskose- oder Polyacrylnitrilfasern, in einem Pyrolyseprozess zu Kohlenstoff umgewandelt.

## **6.3 Überzüge**

### **6.3.1 Mischmetalloxid-Überzüge (mixed metal oxides – MMO)**

Titan-Fremdstromanoden zum kathodischen Behälter-Innenschutz von Speicher-Trinkwassererwärmern aus emailliertem, niedriglegiertem Stahl oder nichtrostendem Stahl und Titan-Fremdstromanoden zum kathodischen Schutz von Filterbehältern in der Trinkwasseraufbereitung aus unlegiertem Stahl (außerhalb der Trinkwasserinstallation mit einem permanenten Durchfluss) bzw. niedriglegiertem Stahl können mit Mischmetalloxid-Überzügen aus Iridiumoxid ( $\text{IrO}_2$ ) und Tantaloxid ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) im Massenverhältnis zwischen 50 % : 50 % und 85 % : 15 % (m/m) überzogen werden.

Die Aufbringung der Überzüge der Titananoden umfasst dabei folgende Herstellungsschritte:

Die Oberfläche des Titans wird zur Entfernung von Verunreinigungen und zur Einstellung der Oberflächenrauigkeit entfettet, nasschemisch geätzt (z. B. mit Salzsäure) und/oder gesandstrahlt. Nach anschließendem Spülen und Trocknen wird eine wässrige oder alkoholische Lösung der Salze des Iridiums und Tantals (z. B.  $\text{H}_2\text{IrCl}_6$  und  $\text{TaCl}_5$ ) durch z. B. Sprühen oder Eintauchen aufgebracht. Anschließend wird bei ca. 100 °C getrocknet. Danach werden die Titansubstrate bei ca. 500 °C kalziniert, wobei die Oxide des Iridiums und Tantals gebildet werden und organische Verbindungen verdampfen. Diese Schritte (Aufbringen der Salze, Trocknung und Kalzinierung) werden wiederholt, bis die maximale Schichtdicke von 20 µm erreicht ist.

Werden die beschriebenen Produkte wie vorangehend beschrieben, ist eine Prüfung der Produkte nach Kapitel 8 nicht notwendig.

### **6.3.2 Zirkoniumoxid-Überzüge**

Metallene Werkstoffe können mittels physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD-Verfahren) mit Zirkoniumoxid überzogen werden. Der Überzug kann als keramischer Überzug bewertet werden. Dabei muss die Zusammensetzung des Überzuges der Tabelle 4 entsprechen und es ist eine Prüfung der Produkte oder Bauteile nach Kapitel 8 notwendig.

# 7 Trinkwasserhygienische Anforderungen an Emails und keramische Werkstoffe

## 7.1 Allgemeines

Diese Bewertungsgrundlage legt Anforderungen an die hygienische Eignung von Produkten im Kontakt mit Trinkwasser entsprechend dem in Kapitel 2 benannten Anwendungsbereich fest. Sie enthält keine Vorgaben zur technischen Eignung. Produkte oder Bauteile müssen für ihren Verwendungszweck geeignet sein. Entsprechende Anforderungen sind z. B. im Technischen Regelwerk aufgeführt.

Die trinkwasserhygienischen Anforderungen (siehe Tabelle 10) ergeben sich entsprechend dem risikobasierten Ansatz aus der Verwendung der Materialien für einzelne Produkte oder Bauteile. Als Grundlage für die Einteilung dienen die Konversionsfaktoren aus Tabelle 14 der zu beurteilenden Produkte oder Bauteile.

**Tabelle 10: Risikogruppen und risikobasierte Anforderungen**

Risikogruppe	Konversionsfaktoren $F_c$ in d/dm	Anforderung an die Zusammensetzung	Anforderung an die Elementabgabe bzw. organischen Verbindungen
P1	$F_c \geq 0,5$	Ja gilt für Rezeptur	Ja gilt für Produkt oder Bauteil  Email: Auch Prüfplatten produziert vom <u>Emaillierer</u>
P2	$0,05 \leq F_c < 0,5$	Ja gilt für Rezeptur	Ja gilt für Produkt oder Bauteil  Email: Auch Prüfplatten produziert vom <u>Emailproduzenten</u>
P3	$0,005 \leq F_c < 0,05$	Ja gilt für Rezeptur	Nein
P4	$< 0,005$	Nein	Nein

**Anmerkung:** Trinkwasser wird von Emails und keramischen Werkstoffen weder optisch noch geschmacklich beeinflusst, so dass eine entsprechende Prüfung nicht notwendig ist. Eine Prüfung der Förderung der mikrobiellen Vermehrung ist ebenfalls nicht erforderlich, da die glatte Oberfläche und die fehlenden organischen Nährstoffe der Werkstoffe die mikrobielle Vermehrung nicht fördern.

## 7.2 Anforderungen an die Zusammensetzung

Alle Inhaltsstoffe mit einem Anteil von größer als 0,02 % (m/m) im Werkstoff sind anzugeben.

**Emails und andere glasartige Werkstoffe** dürfen nur die in Tabelle 1 aufgeführten Inhaltsstoffe enthalten. Die angegebenen Gehalte gelten verbindlich, können aber auf Antrag verändert werden. Blei und Cadmium dürfen nur in kleinen, technisch unvermeidbaren, aber nicht bewusst zugegebenen Mengen als Begleitsubstanzen enthalten sein. Der Gehalt von Blei

und Cadmium muss jeweils unter 0,02 % (m/m) sein und in der Zusammensetzung angegeben werden.

**Borosilikatglas** darf entweder nur die in Tabelle 2 aufgeführten Inhaltsstoffe oder alternativ die Inhaltsstoffe der Tabelle 1 enthalten. Die angegebenen Gehalte gelten verbindlich, können aber auf Antrag verändert werden. Blei und Cadmium dürfen nur in kleinen, technisch unvermeidbaren, aber nicht bewusst zugegebenen Mengen als Begleitsubstanzen enthalten sein. Der Gehalt von Blei und Cadmium muss jeweils unter 0,02 % (m/m) sein und in der Zusammensetzung angegeben werden.

**Keramische Werkstoffe** dürfen nur die für den jeweiligen Werkstoff in Tabelle 3 bis Tabelle 9 aufgeführten Inhaltsstoffe enthalten. Die angegeben Gehalte gelten verbindlich, können aber auf Antrag verändert werden. Blei und Cadmium dürfen nur in kleinen, technisch unvermeidbaren, aber nicht bewusst zugegebenen Mengen als Begleitsubstanzen enthalten sein. Der Gehalt von Blei und Cadmium muss jeweils unter 0,02 % (m/m) sein und in der Zusammensetzung angegeben werden.

Für **keramische Werkstoffe aus Kohlenstoff** gelten keine Anforderungen an die Zusammensetzung, wenn ihre Herstellung den Angaben unter 6.2.3 entspricht.

Für **Mischmetalloxid-Überzüge** (mixed metal oxides – MMO) gilt als Anforderung an die Zusammensetzung, dass nur Iridiumoxid ( $\text{IrO}_2$ ) und Tantaloxid ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) im Massenverhältnis zwischen 50 %:50 % bis 85 %:15 % (m/m) als Inhaltsstoffe enthalten sein dürfen. Die Herstellung muss den Angaben unter Nummer 6.3 entsprechen.

**Zirkoniumoxid-Überzüge** dürfen nur die in Tabelle 4 aufgeführten Inhaltsstoffe enthalten. Die angegeben Gehalte gelten verbindlich, können aber auf Antrag verändert werden. Blei und Cadmium dürfen nur in kleinen, technisch unvermeidbaren, aber nicht bewusst zugegebenen Mengen als Begleitsubstanzen enthalten sein. Der Gehalt von Blei und Cadmium muss jeweils unter 0,02 % (m/m) sein und in der Zusammensetzung angegeben werden.

### 7.3 Anforderungen an die Abgabe von Elementen bzw. organischen Verbindungen

Die Elementabgabe von Produkten im Kontakt mit Trinkwasser darf bei ordnungsgemäßem Einsatz nicht dazu führen, dass in einem verteilten Trinkwasser die Grenzwerte der TrinkwV überschritten werden. Falls für bestimmte Elemente keine Grenzwerte in der TrinkwV aufgeführt sind, sind die Leitwerte der WHO oder des UBA einzuhalten. Die Prüfwerte (siehe Tabelle 11) sind auf festgelegte Anteile der Grenz- oder Leitwerte beschränkt, um andere mögliche Eintragsquellen zu berücksichtigen. Die Anteile unterscheiden sich für die verschiedenen Elemente. Der Stoffeintrag sollte entsprechend dem Minimierungsgebot (§ 7 Absatz 4 TrinkwV, § 14 TrinkwV) möglichst gering sein. Daher ist der Prüfwert für Emails und keramische Werkstoffe in der Regel auf 10 % des Grenz- bzw. Leitwertes begrenzt. Für nicht erlaubte Bestandteile (Blei und Cadmium), die als Verunreinigungen im Produkt enthalten sein können, ist der Anteil des Prüfwertes auf 5 % beschränkt.

Kobalt, Mangan und Aluminium sind bedeutende Bestandteile von Emails. Für Kobalt sind keine weiteren Eintragspfade in das Trinkwasser bekannt. Aus diesem Grund kann für Kobalt der Anteil des Prüfwertes am Leitwert auf 90 % festgelegt werden. Für Lanthan sind ebenfalls keine weiteren Eintragspfade ins Trinkwasser bekannt. Deshalb wird auch hier der Anteil des Prüfwertes auf 90 % festgelegt. Für Mangan und Aluminium sind Einträge aus anderen Werkstoffen, die für die Trinkwasserverteilung verwendet werden, nicht zu erwarten. Daher kann für Mangan und Aluminium der Anteil des Prüfwertes am Grenzwert der TrinkwV auf

50 % festgelegt werden. Der 50 %-Anteil gilt auch für Cer, Titan und Zirkonium, da für diese Elemente ebenfalls keine weiteren relevanten Eintragspfade in das Trinkwasser bekannt sind.

Aufgrund von derzeit beim Umweltbundesamt eingereichten Untersuchungsergebnissen wird bezüglich Bismut, Hafnium, Praseodym und Wolfram davon ausgegangen, dass die am Wasserhahn maximal zu erwartenden Konzentrationen kleiner als 0,1 µg/l sind. Daher wird für diese Elemente ein Prüfwert von 0,1 µg/l festgelegt. Dieser niedrige Vorsorgewert wird angenommen, wenn für die Substanz keine weiteren Informationen zur Toxikologie vorliegen.

Die Prüfwerte sind in nachstehender Tabelle 11 zusammengestellt.

**Tabelle 11:** Prüfwerte (PW) für verschiedene Elemente

Element	Bezug des Prüfwertes	Anteil des Prüfwertes am Grenzwert/Leitwert	Prüfwert in µg/l
Aluminium	TrinkwV	50 %	100
Antimon	TrinkwV	10 %	0,5
Barium	UBA	10 %	70
Bismut	UBA		0,1
Blei	TrinkwV	5 %	0,5
Bor	TrinkwV	10 %	100
Cadmium	TrinkwV	5 %	0,15
Cer	UBA	50 %	20
Chrom	TrinkwV	10 %	5
Hafnium	UBA		0,1
Kobalt	UBA	90 %	9
Kupfer	TrinkwV	10 %	200
Lanthan	UBA	90 %	2,7
Mangan	TrinkwV	50 %	25
Molybdän	WHO	10 %	7
Nickel	TrinkwV	10 %	2
Palladium	UBA		0,1
Praseodym	UBA		0,1
Strontium	UBA	10 %	210
Titan	UBA	50 %	70
Wolfram	UBA		0,1
Yttrium	UBA	10 %	3,5
Zirkonium	UBA	50 %	5,0

Kohlenstoffhaltige Keramiken (alle Keramiken, die Kohlenstoff enthalten inkl. Carbide) müssen auf die Abgabe von Benzo[a]pyren und weitere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) geprüft werden. Dabei gelten die Prüfwerte der Tabelle 12.

**Tabelle 12: Prüfwerte (PW) für PAK**

Polyaromatische Kohlenwasserstoffe	Bezug des Prüfwertes	Anteil des Prüfwertes am Grenzwert/Leitwert	Prüfwert in µg/l
Benzo[b]fluoranthen			
Benzo[k]fluoranthen			
Benzo[ghi]perlylen	TrinkwV	10 %	0,01 für die Summe der 4 PAK
Indeno[1,2,3-cd]pyren			
Benzo[a]pyren	TrinkwV	10 %	0,001

## 8 Prüfung

### 8.1 Bauteilprüfung – Werkstoffprüfung

Die hygienische Eignung für die Verwendung im Trinkwasser ist am Bauteil nachzuweisen.

Für den Werkstoff Email besteht jedoch die Möglichkeit, gehandelte Emailfritten, deren Herstellung und Zusammensetzung einem Überwachungsverfahren unterliegen, unter Berücksichtigung der spezifischen Verfahrensbedingungen der Emaillierung stellvertretend für die daraus gefertigten emaillierten Bauteile zu prüfen. In diesem Fall müssen die entsprechend emaillierten Bauteile nicht mehr nach dieser Bewertungsgrundlage geprüft werden.

### 8.2 Überprüfung der Zusammensetzung

#### 8.2.1 Emails/glasartige Werkstoffe

Es ist eine Analyse der Zusammensetzung des Bauteils bzw. des Prüfkörpers oder der Emailfritte vorzunehmen. Dies kann per Röntgenfluoreszenzanalyse oder per nasschemischem Verfahren erfolgen.

Die Überprüfung der Zusammensetzung dient:

1. der Überprüfung der Anforderung, dass in Emails oder anderen glasartigen Werkstoffen nur die in Tabelle 1 aufgeführten Inhaltsstoffe enthalten sind (siehe Kapitel 6.1)
2. der Festlegung der im Migrationswasser zu bestimmenden Elemente und
3. der Identifizierung des Produktes.

#### 8.2.2 Borosilikatglas

Es ist eine Analyse der Zusammensetzung des Bauteils bzw. des Prüfkörpers vorzunehmen. Die Überprüfung der Zusammensetzung dient:

1. der Überprüfung der Anforderung, dass die Zusammensetzung des Borosilikatglases der entsprechenden Positivliste (siehe Tabelle 2) entspricht,
2. der Festlegung der im Migrationswasser zu bestimmenden Elemente und
3. der Identifizierung des Produktes.

### **8.2.3 Keramische Werkstoffe**

Es ist eine Analyse der Zusammensetzung des Bauteils bzw. des Prüfkörpers vorzunehmen. Die Überprüfung der Zusammensetzung dient:

1. der Überprüfung der Anforderung, dass die Zusammensetzung des keramischen Werkstoffes der entsprechenden Positivliste (siehe Tabelle 3 bis Tabelle 9) entspricht,
2. der Festlegung der im Migrationswasser zu bestimmenden Elemente und
3. der Identifizierung des Produktes.

### **8.2.4 Keramische Werkstoffe aus Kohlenstoff**

Für Kohlenstoff-Keramiken ist keine Analyse der Zusammensetzung vorzunehmen.

### **8.2.5 Mischmetalloxid-Überzüge (mixed metal oxides – MMO)**

Werden die Mischmetalloxid-Überzüge wie in Kapitel 6.3 beschrieben hergestellt, ist eine Überprüfung der Zusammensetzung nicht notwendig.

### **8.2.6 Zirkoniumoxid-Überzüge**

Es ist eine Analyse der Zusammensetzung des Bauteils bzw. des Prüfkörpers vorzunehmen. Die Überprüfung der Zusammensetzung dient:

1. der Überprüfung der Anforderung, dass die Zusammensetzung des Überzuges der entsprechenden Positivliste (siehe Tabelle 4) entspricht,
2. der Festlegung der im Migrationswasser zu bestimmenden Elemente und
3. der Identifizierung des Produktes.

## **8.3 Migrationsprüfung**

### **8.3.1 Prinzip des Verfahrens**

Die Prüfkörper werden durch mehrmaligen, aufeinanderfolgenden Stagnationskontakt mit vollentsalztem Wasser (VE-Wasser = Prüfwasser) bei  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (Kaltwasserprüfung),  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (Warmwasserprüfung) oder  $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  (Heißwasserprüfung) auf die Migration der Bestandteile geprüft. In Tabelle 13 sind die Prüfbedingungen der verschiedenen Bauteile entsprechend ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung aufgeführt.

**Tabelle 13: Prüfbedingungen für Bauteile**

Bauteile	Prüfbedingungen
Bauteile, die ausschließlich für den Kaltwassereinsatz vorgesehen sind	Kaltwasserprüfung bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
Bauteile, die ordnungsgemäß mit Warm- und Kaltwasser im Kontakt sind (z. B. Mischkartuschen einer Entnahmearmatur)	Warmwasserprüfung bei $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
Bauteile für Trinkwassererwärmer	Warmwasserprüfung bei $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
Bauteile für Trinkwassererwärmer, die bestimmungsgemäß kochendes Heißwasser abgeben	Heißwasserprüfung bei $85\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$

Die Migrationsprüfung erfolgt nach DIN EN 12873-1. Jeder Prüfkörper wird einer spezifischen Probenvorbehandlung unterzogen, bestehend aus einer Spül-, einer Stagnations- und einer weiteren Spülphase. Der Probenvorbehandlung folgen Migrationsperioden (Stagnationsphasen im geschlossenen Versuchsansatz) bei einem definierten Verhältnis von Prüfkörperoberfläche zu Wasservolumen. Am Ende jeder Migrationsperiode ist das

Migrationswasser durch frisches Prüfwasser zu ersetzen. Die Migrationswässer der definierten Migrationsperioden werden für die weiteren Untersuchungen verwendet.

### **8.3.2 Prüfkörper**

Als Prüfkörper ist das Bauteil bzw. Produkt zu verwenden.

Für die Prüfung von Emails können anstatt von Prüfkörpern auch speziell hergestellte Platten (Prüfplatten) verwendet werden. Diese müssen aus dem gleichen Werkstoff wie das zu emaillierende Bauteil bestehen. Es sind Platten der Größe 105 x 105 mm zu verwenden. Zum Aufhängen erhalten die Proben eine Bohrung von etwa 5 mm Durchmesser, deren Mitte 4 mm vom Rand entfernt ist. Vorbehandlung und Emaillierung müssen der regulären Fertigung entsprechen. Die Probenrückseite wird mit einer dünnen Emailschicht vor Korrosion geschützt. Nach dem Trocknen wird die Emailschicht auf dem Prüfkörper gemeinsam mit den regulären Produkten unter den sonst üblichen Bedingungen eingearbeitet.<sup>4</sup> Für den Fall, dass nicht das Bauteil, sondern speziell hergestellte Prüfplatten verwendet werden, ist ein Protokoll der Herstellung der Prüfkörper anzufertigen und dem Prüfbericht (siehe Kapitel 9) beizufügen.

### **8.3.3 Durchführung**

Die Probenvorbereitung und die anschließenden Migrationsversuche sind gemäß DIN EN 12873-1 durchzuführen.

Als Prüfwasser ist VE-Wasser gemäß DIN EN 12873-1 zu verwenden.

Für die Bestimmung der Elementabgabe von emaillierten Produkten oder Produkten mit keramischen Bauteilen dürfen keine Glasbehälter oder Glasgefäße verwendet werden. Die Migrationsprüfung von kohlenstoffhaltigen Keramiken und die anschließende Analyse der polzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe erfolgt wiederum ausschließlich in Glasbehältern bzw. Glasgefäßen.

Es sind mindestens zwei parallele Migrationsversuche und ein Blindversuch gleichzeitig durchzuführen.

Bei der Prüfung von Bauteilen ist mindestens ein Verhältnis von Prüfkörperoberfläche zu Wasservolumen (O/V) von  $5 \text{ dm}^{-1}$  einzustellen. Bei der Prüfung von speziell hergestellten Prüfplatten gemäß Abschnitt 8.3.2 ist der Versuchsaufbau so zu bemessen, dass ein Verhältnis von Prüfkörperoberfläche zu Wasservolumen (O/V) von  $5 \text{ dm}^{-1} \pm 10\%$  erreicht wird.

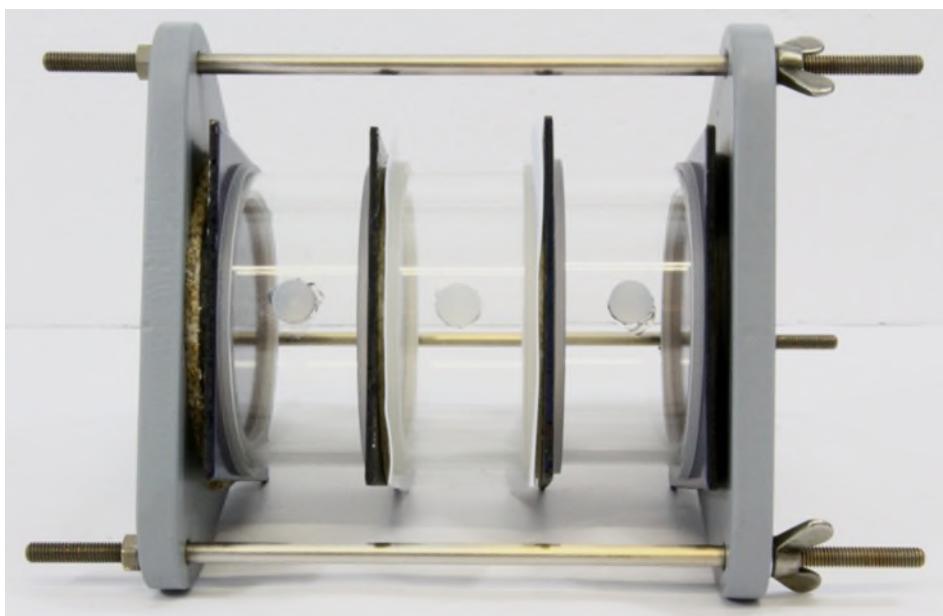
Abbildung 1 zeigt eine zweckmäßige Apparatur zur Durchführung der Migrationsprüfung für emaillierte Platten. In den drei Prüfkammern der Apparatur hat das Prüfwasser in zwei Kammern Kontakt mit je zwei emaillierten Platten, während in der mittleren Kammer der Blindversuch durchgeführt wird.

Abbildung 2 zeigt einen Prüfaufbau, bei dem Trichter auf die Emailplatten aufgedrückt sind, die das Migrationswasser enthalten. Es sind aber auch andere Aufbauten zur Prüfung möglich.

---

<sup>4</sup> Die Prüfkörper entsprechen den Proben nach DIN 4753-3: 2017-08.

**Abbildung 1**



Beispiel einer Apparatur zur Durchführung von Migrationsprüfungen von emaillierten Testplatten (Apparatur enthält zur besseren Darstellung Glasteile, die für die Prüfung nicht verwendet werden dürfen) (Foto: TÜV Süd)

**Abbildung 2**



Alternativer Prüfaufbau (Foto: Umweltbundesamt)

Das Prüfwasser muss bei der Warm- oder Heißwasserprüfung nach höchstens einer Stunde die geforderte Prüftemperatur erreichen. Dies kann z. B. durch vorgewärmtes Prüfwasser sichergestellt werden.

Für die Kaltwasserprüfung sind mindestens die drei nach DIN EN 12873-1 beschriebenen Migrationsperioden durchzuführen. Wenn  $c_{\text{tap}}$  (Berechnung siehe Nummer 8.3.5) für mindestens ein Element in der 3. Migrationsperiode über dem Prüfwert liegt (siehe Tabelle 11) oder eine steigende Tendenz aufweist, kann die Untersuchung mit neun Migrationsperioden nach Anhang 1 dieser Bewertungsgrundlage durchgeführt werden. In den zusätzlichen Migrationsperioden sind die zu analysierenden Migrationswässer nur auf

diese Elemente zu untersuchen, die die Anforderungen in der regulären Prüfung bis zur 3. Migrationsperiode nicht eingehalten haben.

Für die Warm- und Heißwasserprüfung sind mindestens die ersten sieben Migrationsperioden nach Anhang 2 dieser Bewertungsgrundlage durchzuführen. Wenn  $C_{\text{tap}}$  (Berechnung siehe 8.3.5) für mindestens ein Element in der 7. Migrationsperiode über dem Prüfwert liegt (siehe Tabelle 11) oder eine steigende Tendenz aufweist, kann die Untersuchung auf 22 Migrationsperioden nach Anhang 2 ausgedehnt werden. In den zusätzlichen Migrationsperioden sind die zu analysierenden Migrationswässer nur auf diese Elemente zu untersuchen, die die Anforderungen in der regulären Prüfung nicht eingehalten haben.

### **8.3.4 Analyse der Migrationswässer**

Im Anhang 1 sind die Migrationswässer der jeweiligen Migrationsperioden aufgezeigt, welche für Analysen für die Kaltwasserprüfung zu entnehmen sind. Anhang 2 benennt entsprechend die Migrationswässer zur Analyse für die Warm- und Heißwasserprüfung. Die Migrationswässer sind für die Bestimmung der Elemente (nicht für die PAK Bestimmung) sofort mit konzentrierter  $\text{HNO}_3$  auf 2 % (v/v) Säureanteil anzusäuern.

#### **Emails/andere glasartige Werkstoffe**

Es sind diejenigen Elemente von Emails/anderen glasartigen Werkstoffen zu bestimmen, die mit einem Prüfwert gemäß Tabelle 11 belegt sind. Zusätzlich ist der Blei- und Cadmiumgehalt der zu analysierenden Migrationswässer zu bestimmen. Die Analyse ist mittels eines geeigneten Messverfahrens, z. B. ICP-MS nach DIN EN ISO 17294-1, durchzuführen.

#### **Borosilikatglas**

Es sind diejenigen Elemente des Borosilikatglases zu bestimmen, die mit einem Prüfwert gemäß Tabelle 11 belegt sind. Zusätzlich ist der Blei- und Cadmiumgehalt der zu analysierenden Migrationswässer zu bestimmen. Die Analyse ist mittels eines geeigneten Messverfahrens, z. B. ICP-MS nach DIN EN ISO 17294-1, durchzuführen.

#### **Keramische Werkstoffe**

Es sind diejenigen Elemente des keramischen Werkstoffes zu bestimmen, die mit einem Prüfwert gemäß Tabelle 11 belegt sind. Zusätzlich ist der Blei- und Cadmiumgehalt der zu analysierenden Migrationswässer zu bestimmen. Die Analyse ist mittels eines geeigneten Messverfahrens, z. B. ICP-MS nach DIN EN ISO 17294-1, durchzuführen.

#### **Keramische Werkstoffe aus Kohlenstoff**

Für die Prüfung von kohlenstoffhaltigen keramischen Werkstoffen sind in den zu analysierenden Migrationswässern die PAK gemäß Tabelle 12 zu bestimmen.

#### **Mischmetalloxid-Überzüge (mixed metal oxides – MMO)**

Werden die Mischmetalloxid-Überzüge wie in Kapitel 6.3 beschrieben hergestellt, sind keine Migrationsprüfungen notwendig.

#### **Zirkoniumoxid-Überzüge**

Es sind diejenigen Elemente des Überzuges zu bestimmen, die mit einem Prüfwert gemäß Tabelle 11 belegt sind. Zusätzlich ist der Blei- und Cadmiumgehalt der zu analysierenden Migrationswässer zu bestimmen. Die Analyse ist mittels eines geeigneten Messverfahrens, z. B. ICP-MS nach DIN EN ISO 17294-1, durchzuführen.

### 8.3.5 Auswertung der Versuchsergebnisse

Die mit den Migrationsuntersuchungen gemessenen Konzentrationen ( $c_{\text{gemessen}}$ ) werden in die an der Entnahmearmatur maximal zu erwartenden Konzentrationen ( $c_{\text{tap}}$ ) umgerechnet:

$$c_{\text{tap}} = \frac{F_c}{O/V} \frac{(c_{\text{gemessen}} - c_{\text{Blind}})}{t}$$

$c_{\text{gemessen}}$	jeweilige Elementkonzentration des Migrationsversuchs in µg/l
$c_{\text{Blind}}$	jeweilige Elementkonzentration des Blindversuchs in µg/l
$F_c$	bauteilspezifischer Konversionsfaktor gemäß Tabelle 14 in d/dm
$O/V$	Oberflächen-/Volumen-Verhältnis in $\text{dm}^{-1}$ , wobei O die Oberfläche des Bauteils in $\text{dm}^2$ ist und V das mit dem Bauteil in Kontakt gebrachte Wasservolumen in $\text{dm}^3$
t	Kontaktzeit in d

**Tabelle 14: Produktgruppen mit den dazugehörigen Konversionsfaktoren**

Produktgruppe	Konversionsfaktor $F_c$ in d/dm
<b>Rohre</b>	mit $ID < 80 \text{ mm}$ (ID=Innendurchmesser)
	mit $80 \text{ mm} \leq ID < 300 \text{ mm}$
	mit $ID \geq 300 \text{ mm}$
<b>Ausrüstungsgegenstände</b>	für Rohre mit $ID < 80 \text{ mm}$
	für Rohre mit $80 \text{ mm} \leq ID < 300 \text{ mm}$
	für Rohre mit $ID \geq 300 \text{ mm}$
<b>Bauteile von Ausrüstungsgegenständen</b> mit einem wasserberührten Oberflächenanteil < 10 % im Ausrüstungsgegenstand	für Rohre mit $ID < 80 \text{ mm}$
	für Rohre mit $80 \text{ mm} \leq ID < 300 \text{ mm}$
	für Rohre mit $ID \geq 300 \text{ mm}$
<b>Kleinflächige Bauteile von Ausrüstungsgegenständen</b> mit einem wasserberührten Oberflächenanteil < 1 % im Ausrüstungsgegenstand	für Rohre mit $ID < 80 \text{ mm}$
	für Rohre mit $80 \text{ mm} \leq ID < 300 \text{ mm}$
	für Rohre mit $ID \geq 300 \text{ mm}$
	in der Trinkwasserinstallation Wasservolumen < 10 l

Produktgruppe		Konversionsfaktor Fc in d/dm
<b>Behälter und Bauteile von Behältern</b> mit einem wasserberührten Oberflächenanteil $\geq 10\%$ im Behälter	in der Trinkwasserinstallation Wasservolumen $\geq 10\text{ l}$ außerhalb der Trinkwasserinstallation	2 1
<b>Bauteile von Behältern</b> mit einem wasserberührten Oberflächenanteil $< 10\%$ im Behälter	in der Trinkwasserinstallation Wasservolumen $< 10\text{ l}$ in der Trinkwasserinstallation Wasservolumen $\geq 10\text{ l}$ außerhalb der Trinkwasserinstallation	0,4 0,2 0,1
<b>Kleinflächige Bauteile von Behältern</b> mit einem wasserberührten Oberflächenanteil $< 1\%$ im Behälter	in der Trinkwasserinstallation Wasservolumen $< 10\text{ l}$ in der Trinkwasserinstallation Wasservolumen $\geq 10\text{ l}$ Außerhalb der Trinkwasserinstallation	0,04 0,02 0,01
<b>Produkte mit einem vernachlässigbaren Einfluss auf die Trinkwasserbeschaffenheit</b>	Spezielle Produkte für Behälter und die Verteilung außerhalb der Trinkwasserinstallation	$<0,005$

Die Ergebnisse der parallelen Migrationsuntersuchungen (Doppelbestimmung) sind im Prüfbericht einzeln aufzuführen. Für die Beurteilung ist der Mittelwert ( $\bar{c}_{\text{tap}}$ ) der Doppelbestimmung zu verwenden.

Die Anforderungen gelten für die **Kaltwasserprüfung** als erfüllt, wenn für alle zu bestimmenden Parameter gilt:

$$\bar{c}_{\text{tap}} \leq \text{PW} \quad \text{für die 3. oder bei Verlängerung für die 9. Migrationsperiode}$$

Die Anforderungen gelten für die **Warm- und Heißwasserprüfung** als erfüllt, wenn für alle zu bestimmenden Elemente gilt:

$$\bar{c}_{\text{tap}} \leq \text{PW} \quad \text{für die 7. oder bei Verlängerung für die 22. Migrationsperiode}$$

Zusätzlich dürfen die Konzentrationen für die zu bestimmenden Elemente keine steigende Tendenz aufweisen.

*Anmerkung:*

*Eine steigende Tendenz der gemessenen Prüfwerte liegt vor, wenn z. B. folgende Kriterien gleichzeitig erfüllt sind:*

- *die gemessene Konzentration in der beurteilungsrelevanten Migrationsperiode liegt über 1/10 der Migrationsbeschränkung und*

- *die gemessene Konzentration in der beurteilungsrelevanten Migrationsperiode hat sich gegenüber der niedrigsten gemessenen Konzentration signifikant (höher als die Messunsicherheit) verdoppelt und*
- *die gemessene Konzentration in der beurteilungsrelevanten Migrationsperiode ist der höchste Messwert der Migrationsreihe.*

## **9 Prüfbericht**

Der Prüfbericht nach dieser Bewertungsgrundlage muss den Vorgaben an Prüfberichte in der DIN EN 12873-1 entsprechen.

Bei der Prüfung von speziell hergestellten Prüfplatten ist insbesondere anzugeben, unter welchen Bedingungen, wo und durch wen die Prüfplatten hergestellt wurden.

## **10 Inkrafttreten**

Diese 4. Änderung tritt am Tag nach der Veröffentlichung im Bundesanzeiger in Kraft.

## Anhang 1: Migrationszyklen der verlängerten Kaltwasserprüfung

Woche	Migrationszyklus	Gesamt-kontaktzeit in Tagen	Ende der Migrations- periode	Kontaktdauer in Tagen pro Migration	Analyse
1	0 (Vorbehandlung)	1	Dienstag	1	Nein
1	1	4	Freitag	3	Ja
2	2	7	Montag	3	Ja
2	3	10	Donnerstag	3	Ja
3	4	14	Montag	4	Nein
3	5	17	Donnerstag	3	Ja
4	6	21	Montag	4	Nein
4	7	24	Donnerstag	3	Ja
5	8	28	Montag	4	Nein
5	9	31	Donnerstag	3	Ja

## Anhang 2: Migrationszyklen der verlängerten Warm- oder Heißwasserprüfung

Woche	Migrationszyklus	Gesamt-kontaktzeit in Tagen	Ende der Migrations- periode	Kontaktdauer in Tagen pro Migration	Analyse
1	0 (Vorbehandlung)	1	Dienstag	1	Nein
1	1	2	Mittwoch	1	Ja
1	2	3	Donnerstag	1	Ja
1	3	4	Freitag	1	Ja
2	4	7	Montag	3	Nein
2	5	8	Dienstag	1	Nein
2	6	9	Mittwoch	1	Nein
2	7	10	Donnerstag	1	Ja
2	8	11	Freitag	1	Nein
3	9	14	Montag	3	Nein
3	10	15	Dienstag	1	Nein
3	11	16	Mittwoch	1	Nein
3	12	17	Donnerstag	1	Ja
3	13	18	Freitag	1	Nein
4	14	21	Montag	3	Nein
4	15	22	Dienstag	1	Nein
4	16	23	Mittwoch	1	Nein
4	17	24	Donnerstag	1	Ja
4	18	25	Freitag	1	Nein
5	19	28	Montag	3	Nein
5	20	29	Dienstag	1	Nein
5	21	30	Mittwoch	1	Nein
5	22	31	Donnerstag	1	Ja

### Anhang 3 Beispielhafte Übersicht der verschiedenen Produkte in der jeweiligen Produktgruppe

Die folgende Tabelle enthält beispielhaft Produkte oder Bauteile für die jeweiligen Produktgruppen (siehe Tabelle 14). Für die Zuordnung der Bauteile in die Produktgruppen sind die tatsächlichen wasserberührten Oberflächenanteile der einzelnen Bauteile zu berücksichtigen. Dabei sind die Oberflächenanteile von Bauteilen aus den gleichen Materialien aufzusummen.

Produktgruppe <sup>5</sup>	Produkte (Beispiele)
Rohre (P1)	Flanschrohre (i.d.R. < 1 m Länge)
Ausrüstungsgegenstände (P1)	Armaturen, Formstücke
Bauteile von Ausrüstungsgegenständen mit einem wasserberührten Oberflächenanteil < 10 % im Ausrüstungsgegenstand (P2)	Armaturengehäuse und -deckel
Kleinflächige Bauteile von Ausrüstungsgegenständen mit einem wasserberührten Oberflächenanteil < 1 % im Ausrüstungsgegenstand (P3)	Keramiklager und Keramikwellen in Trinkwasserpumpen
Behälter (P1)	Emaillierte Speicher-Trinkwassererwärmer
Bauteile von Behältern (P2)	Glasröhrchen zur Füllstandsanzeige in Trinkwasserspeichern
Kleinflächige Bauteile von Behältern mit einem wasserberührten Oberflächenanteil < 1 % (P3)	pH-Glaselektroden außerhalb der Trinkwasserinstallation
Produkte mit einem vernachlässigbaren Einfluss auf die Trinkwasserbeschaffenheit (P4)	

<sup>5</sup> Siehe Tabelle 10