



Umweltbundesamt

Bekanntmachung Bewertungsgrundlage für Emails und keramische Werkstoffe im Kontakt mit Trinkwasser (Email/Keramik-Bewertungsgrundlage)¹

Vom 5. August 2019

1 Einleitung

Werkstoffe und Materialien, die für die Neuerrichtung oder Instandhaltung von Anlagen für die Gewinnung, Aufbereitung oder Verteilung von Trinkwasser verwendet werden und Kontakt mit Trinkwasser haben, dürfen nach § 17 Absatz 2 Satz 1 der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) nicht

1. den nach der TrinkwV vorgesehenen Schutz der menschlichen Gesundheit unmittelbar oder mittelbar mindern,
2. den Geruch oder den Geschmack des Wassers nachteilig verändern oder
3. Stoffe in Mengen ins Trinkwasser abgeben, die größer sind als dies bei Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik unvermeidbar ist.

Die vorliegende Bewertungsgrundlage nach § 17 Absatz 3 TrinkwV konkretisiert für die im Anwendungsbereich aufgeführten Werkstoffe die vorgenannten allgemeinen hygienischen Anforderungen. Werkstoffe im Anwendungsbereich dieser Bewertungsgrundlage entsprechen dem § 17 Absatz 2 Satz 1 TrinkwV, wenn sie die hier aufgeführten Anforderungen erfüllen.

Die Bewertungsgrundlage gilt nach § 17 Absatz 3 Satz 4 TrinkwV zwei Jahre nach ihrer Veröffentlichung (also ab dem 12. September 2021) verbindlich. Ab diesem Datum haben Unternehmer und sonstige Inhaber von Wasserversorgungsanlagen gemäß § 17 Absatz 2 Satz 2 TrinkwV sicherzustellen, dass für die Neuerrichtung oder Instandhaltung von Anlagen für die Gewinnung, Aufbereitung oder Verteilung von Trinkwasser ausschließlich solche Emails und keramischen Werkstoffe 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.

Mit der Regelung in § 17 Absatz 3 TrinkwV und den konkreten Anforderungen nach dieser Bewertungsgrundlage setzt die Bundesrepublik Deutschland Artikel 10 der Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch um, der die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verpflichtet, die Anforderungen an Materialien im Kontakt mit Trinkwasser zu regeln. Für Produkte im Kontakt mit Trinkwasser gibt es derzeit keine harmonisierten europäischen Vorschriften. Die fünf EU-Mitgliedstaaten Deutschland, Frankreich, die Niederlande, das Vereinigte Königreich Großbritannien und Dänemark (4MS-Initiative) arbeiten auf diesem Gebiet zusammen, um eine Angleichung ihrer nationalen Anforderungen zu erreichen. Diese Bewertungsgrundlage wird als Vorschlag für eine gemeinsame Regelung im Rahmen dieser Zusammenarbeit eingebracht.

2 Anwendungsbereich

Die Bewertungsgrundlage gilt für alle Emails und keramischen Werkstoffe, die Kontakt mit Trinkwasser haben.

3 Prinzip der Bewertung

Emails und keramische Werkstoffe dürfen nur die in dieser Bewertungsgrundlage aufgeführten Inhaltsstoffe aufweisen.

Mit einer Migrationsprüfung des fertigen Produkts 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 oder keramischen Werkstoffen ausgeschöpft werden (siehe dazu Nummer 7.2).

4 Aufnahme weiterer Werkstoffe

Die nötigen Informationen zur Überprüfung weiterer Werkstoffe auf ihre trinkwasserhygienische Eignung und ihre Aufnahme in die Positivlisten dieser Bewertungsgrundlage ist in der Information des Umweltbundesamtes zur Berücksichtigung weiterer Werkstoffe beschrieben (<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/information-beruecksichtigung-weiterer-werkstoffe>).

¹ 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).



5 Begriffe

Produkt

ist ein eindeutig zu identifizierendes hergestelltes Teil in seiner endgültigen Form, das von einem Hersteller auf den Markt gebracht wird.

Prüfwert (PW)

ist die maximale Konzentration eines Elements im Trinkwasser, die durch die Migration aus Emails oder keramischen Werkstoffen auftreten darf.

Elemente

im Rahmen dieser Bewertungsgrundlage sind alle chemischen Elemente und deren gelösten Spezies.

Konversionsfaktor (F_C)

ist ein bauteilspezifischer Umrechnungsfaktor aus dem experimentellen Oberflächen-/Volumenverhältnis und der in der Prüfung angewendeten Kontaktzeit, der benötigt wird, um die maximal an der Entnahmematur zu erwartende Konzentration (C_{Tap}) zu berechnen.

Bauteil

ist eine gefertigte Komponente, die direkt oder nach dem Einbau in einem anderen Produkt für den Kontakt mit Trinkwasser eingesetzt wird.

Versuchswasser

ist das für die Migrationsprüfung verwendete vollentsalzte (VE) Wasser gemäß DIN 12873.

Migrationswasser

ist das Versuchswasser nach dem Kontakt mit dem Prüfstück/den Prüfstücken nach den vorgegebenen Kontaktbedingungen.

Emailhersteller

ist das Schmelzwerk, das Emailglas herstellt.

Emallierer

ist das Werk, das Emailglas auf Werkstücken zu einem Verbundwerkstoff emalliert.

6 Beschreibung der Werkstoffe

6.1 Email

Email ist ein durch Schmelzen bei 1 200 bis 1 300 °C und Abschrecken (Fritten) entstandener glasartiger Werkstoff mit anorganischer, in der Hauptsache oxidischer Zusammensetzung (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Emails

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Minimal	Maximal		Minimal	Maximal		Minimal	Maximal
SiO ₂	25	80	MgO	0	5,0	Fe ₂ O ₃	0	5,0
B ₂ O ₃	0	20	CeO ₂	0	15	MoO ₃	0	5,0
Na ₂ O	0	30	ZnO	0	10	P ₂ O ₅	0	5,0
K ₂ O	0	10	Al ₂ O ₃	0	5,0	SnO ₂	0	5,0
Li ₂ O	0	10	CoO	0	5,0	TiO ₂	0	16
CaO	0	10	NiO	0	3,0	ZrO ₂	0	30
BaO	0	15	CuO	0	3,0	F	0	10
SrO	0	5,0	MnO ₂	0	5,0	Cr ₂ O ₃	0	3,0
Sb ₂ O ₃	0	1,0						

Die gemahlene Emailfritte wird durch Aufschmelzen bei über 480 °C auf eisenhaltige Metalle aufgetragen. Die dabei entstehende Emallierung verbindet die Festigkeit und Elastizität von Metallen mit der Härte und der chemischen Widerstandsfähigkeit von Glas. Bei der Emallierung reagieren Email und Metall in einer elektrochemischen Reaktion miteinander, und es entsteht ein Verbundwerkstoff. Dadurch haftet Email mit bis zu 100 N/mm² auf der metallenen Oberfläche. Die Emallierung 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. Trinkwasser wird von Email weder optisch noch geschmacklich beeinflusst, sodass auf eine entsprechende Prüfung verzichtet werden kann. Eine Prüfung des mikrobiellen Bewuchses ist ebenfalls nicht erforderlich, da die glatte Oberfläche und die fehlenden organischen Nährstoffe im Werkstoff den Bewuchs nicht fördern.

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



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 chemische Beständigkeit. Die Sinteremperaturen liegen, je nach Werkstoff, zwischen 1 250 °C und 2 500 °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. Trinkwasser wird von Keramiken weder optisch noch geschmacklich beeinflusst, so dass auf eine entsprechende Prüfung verzichtet werden kann. Eine Prüfung des mikrobiellen Bewuchses ist ebenfalls nicht notwendig, da die glatte Oberfläche (typischerweise erzeugt durch Schleif- und Polierbearbeitung) sowie fehlende organische Nährstoffe im Werkstoff den Bewuchs verhindern.

6.2.1 Oxidische Keramiken

Zu den oxidischen Keramiken gehören Keramiken aus Al_2O_3 und SiO_2 (siehe Tabelle 2), ZrO_2 (siehe Tabelle 3) oder Hartferrite (siehe Tabelle 4). Hartferrite sind Verbindungen des Eisenoxids mit anderen Metalloxiden in der allgemeinen Form: $\text{Me}_x\text{Fe}_y\text{O}_z$. Sie bilden die Grundlage für oxidkeramische Werkstoffe mit magnetischen Eigenschaften, die daher für bestimmte Produkte im Kontakt mit Trinkwasser verwendet werden.

Tabelle 2: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Al_2O_3 - und SiO_2 -Keramiken

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

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

Tabelle 3: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von ZrO_2 -Keramiken

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

Tabelle 4: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Hartferrit-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Minimal	Maximal		Minimal	Maximal
$\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$	85	95	MnO	0	3,0
Al_2O_3	0	3,0	Ni	0	0,1
BaO	0	12	P_2O_5	0	0,1
CaO	0	3,0	SiO_2	0	3,0
Cr_2O_3	0	0,1	SrO	0	12
Bi_2O_3	0	0,4			

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 5 und Tabelle 6), Wolframcarbide (siehe Tabelle 7) und Siliziumnitride (siehe Tabelle 8) für den Kontakt mit Trinkwasser verwendet.

Tabelle 5: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Siliziumcarbid (SiC)-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Minimal	Maximal		Minimal	Maximal
SiC	78	100	Fe ₂ O ₃	0	3,0
Si	0	22	Na	0	0,1
Al	0	2,0	Ni	0	0,1
Al ₂ O ₃	0	5,0	SiO ₂	0	3,0
B	0	3,0	Ti	0	0,2
C	0	5,0	Y ₂ O ₃	0	3,0
Ca	0	0,1	ZrB ₂	0	11
Fe	0	0,2			

Tabelle 6: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Siliziumcarbid mit freiem Kohlenstoff (SiSiC-C)-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Minimal	Maximal		Minimal	Maximal
SiC	55	90	Fe	0	0,2
C	5,0	40	Ni	0	0,1
Al	0	0,2	Si	2	15
B	0	0,5	SiO ₂	0	2,5
Ca	0	0,1	Ti	0	0,2

Tabelle 7: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Wolframcarbid (WC)-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Minimal	Maximal		Minimal	Maximal
WC	90	100	Mo	0	1,0
Cr ₃ C ₂	0	1,0	Ni	0	8,0

Tabelle 8: Positivliste der möglichen Inhaltsstoffe von Siliziumnitrid (SN)-Keramiken

Substanz	Gehalt in %		Substanz	Gehalt in %	
	Minimal	Maximal		Minimal	Maximal
Si ₃ N ₄	78	97	MgO	0	4,0
Al ₂ O ₃	0	7,0	SiO ₂	0	7,0
CaO	0	2,0	TiO ₂	0	5,0
Fe ₂ O ₃	0	1,0	Y ₂ O ₃	0	3,0
La ₂ O ₃	0	6,0	ZrO ₂	0	3,0

6.2.3 Keramische Werkstoffe aus Kohlenstoff

Graphite

Graphite bieten spezielle technische Eigenschaften. Ausgangsstoffe sind z. B. Braunkohle, Steinkohle oder Petrolkocke, die mit einem Bindemittel, z. B. Pech oder einem Kunststoffharz, vermischt und anschließend bei 600 °C bis 1 000 °C gegläht 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 3 000 °C gegläht. 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 Beschichtungsleitlinie 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.

7 Hygienische Anforderungen an Emails und keramische Werkstoffe

7.1 Anforderungen an die Zusammensetzung

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

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

Keramische Werkstoffe dürfen nur die für den jeweiligen Werkstoff in den Tabellen 2 bis 8 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 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 in Nummer 6.2.3 entspricht.

Diese hier in Nummer 7.1 beschriebenen Anforderungen gelten nicht für marginale Produkte (siehe Nummer 7.3).

7.2 Anforderungen an die Elementabgabe

Die Elementabgabe von emaillierten Produkten oder Produkten mit keramischen Bauteilen 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 (Tabelle 9) 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 (§ 6 Absatz 3 TrinkwV, § 17 Absatz 2 Nummer 3 TrinkwV) möglichst gering sein. Daher ist der Prüfwert für Email 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. Da für Lanthan ebenfalls keine weiteren Eintragspfade ins Trinkwasser bekannt sind, 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. Aus diesem Grund 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 UBA 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 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: 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
Chrom*	TrinkwV	10 %	5
Cer*	UBA	50 %	20
Hafnium	UBA		0,1



Element	Bezug des Prüfwertes	Anteil des Prüfwertes am Grenzwert/Leitwert	Prüfwert in µg/l
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
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

* Parameter, die für Emails grundsätzlich im Migrationswasser zu überprüfen sind.

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 10.

Tabelle 10: Prüfwerte (PW) für PAK

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

Diese Anforderungen sind für marginale Produkte (siehe Nummer 7.3) nicht zu prüfen.

7.3 Marginale Produkte

Produkte, für die ein Konversionsfaktor kleiner als 0,001 d/dm gilt (siehe Tabelle 12), können als marginale Produkte angesehen werden. Dies sind kleinflächige Bauteile für Ausrüstungsgegenstände aus Materialien, die nur an einer Stelle im Trinkwasserverteilungssystem eingebaut werden. An die Zusammensetzung dieser Produkte werden keine Anforderungen gestellt. Eine Prüfung der Produkte ist nicht notwendig.

8 Prüfung

8.1 Bauteilprüfung – Werkstoffprüfung

Die hygienische Eignung für die Verwendung im Trinkwasser ist am Bauteil nachzuweisen, das emailliert oder aus Keramik hergestellt ist.

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 Email

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

Die Überprüfung der Zusammensetzung dient:

- 1) der Überprüfung der Anforderung, dass in Emails nur die in Tabelle 1 aufgeführten Inhaltsstoffe enthalten sind (siehe Nummer 7.1) und
- 2) der Identifizierung des Produkts.



8.2.2 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 Werkstoffs der entsprechenden Positivliste (Tabelle 2 bis Tabelle 8) entspricht,
- 2) der Festlegung der im Migrationswasser zu bestimmenden Elemente und
- 3) der Identifizierung des Produkts.

8.2.3 Keramische Werkstoffe aus Kohlenstoff

Für Kohlenstoff-Keramiken ist keine Analyse der Zusammensetzung vorzunehmen.

8.3 Migrationsprüfung

8.3.1 Prinzip des Verfahrens

Die Prüfkörper werden durch mehrmaligen, aufeinanderfolgenden Stagnationskontakt mit vollentsalztem Wasser (VE-Wasser = Versuchswasser) 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 11 sind die Prüfbedingungen der verschiedenen Bauteile entsprechend ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung aufgeführt.

Tabelle 11: Prüfbedingungen für Bauteilgruppen

Bauteilgruppe	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 in 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 Probenvorbereitung unterzogen, bestehend aus einer Spül-, einer Stagnations- und einer weiteren Spülphase. Der Probenvorbereitung folgen Migrationsperioden (Stagnationsphasen im geschlossenen Versuchsansatz) bei einem definierten Verhältnis von Prüfkörperoberfläche zu Wasservolumen. Am Ende jeder Migrationsperiode ist das Migrationswasser durch frisches Versuchswasser 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 Emailschiicht vor Korrosion geschützt. Nach dem Trocknen wird die Emailschiicht auf dem Prüfkörper gemeinsam mit den regulären Produkten unter den sonst üblichen Bedingungen eingebrannt.² 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 Nummer 9) beizufügen.

8.3.3 Durchführung

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

Als Versuchswasser ist VE-Wasser gemäß DIN 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 polyzyklischen 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 Prüfoberfläche zu Wasservolumen (O/V) von 5 dm^{-1} einzustellen. Bei der Prüfung von speziell hergestellten Prüfplatten gemäß Nummer 8.3.2 ist der Versuchsaufbau so zu bemessen, dass ein Verhältnis von Prüfoberfläche zu Wasservolumen (O/V) von $5\text{ dm}^{-1} \pm 10\%$ erreicht wird.

² Die Prüfkörper entsprechen den Proben nach DIN 4753-3: 2011.

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

Es sind aber auch andere Aufbauten zur Prüfung möglich.

Abbildung 2 zeigt einen Prüfaufbau, bei dem Trichter auf die Emailplatten aufgedrückt sind, die das Migrationswasser enthalten.

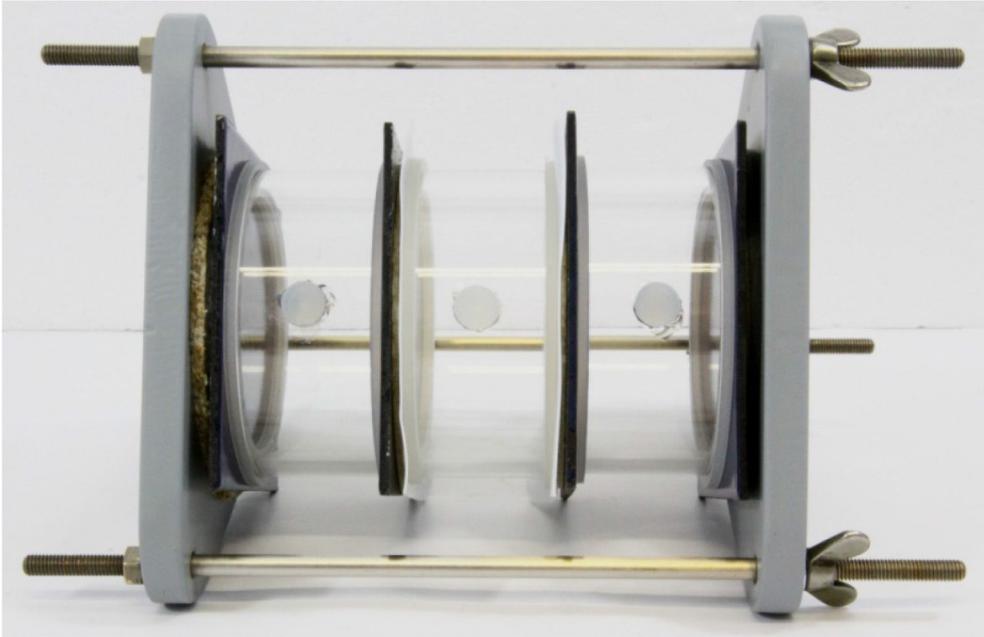


Abbildung 1: Beispiel einer Apparatur zur Durchführung von Migrationsprüfungen von emaillierten Testplatten (Apparatur enthält zur besseren Darstellung Glasteile, die für die Prüfung nicht verwendet werden dürfen) (Foto: TÜV Süd)



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_{TAP} (Berechnung siehe Nummer 8.3.5) für mindestens ein Element in der 3. Migrationsperiode über dem Prüfwert liegt (siehe Tabelle 9) 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_{TAP} (Berechnung siehe Nummer 8.3.5) für mindestens ein Element in der 7. Migrationsperiode über dem Prüfwert liegt (siehe Tabelle 9) 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 HNO₃ auf 2 % (v/v) Säureanteil anzusäuern.

Emails

Für die Prüfung von Emails ist eine Bestimmung der in Tabelle 9 entsprechend gekennzeichneten Elemente unabhängig von der Zusammensetzung des Emails mittels eines geeigneten Messverfahrens, z. B. ICP-MS nach DIN EN ISO 17294-1, durchzuführen.

Keramische Werkstoffe

Es sind diejenigen Inhaltsstoffe des keramischen Werkstoffs zu bestimmen, die mit einem Prüfwert gemäß Tabelle 9 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 10 zu bestimmen.

8.3.5 Auswertung der Versuchsergebnisse

Die mit den Migrationsuntersuchungen gemessenen Konzentrationen (C_{gemessen}) werden in die an der Entnahmeramatur maximal zu erwartenden Konzentrationen (C_{Tap}) umgerechnet:

$$C_{\text{Tap}} = \frac{F_C (c_{\text{gemessen}} - c_{\text{Blind}})}{O/V \cdot t}$$

C_{gemessen} jeweilige Elementkonzentration des Migrationsversuchs in µg/l

C_{Blind} jeweilige Elementkonzentration des Blindversuchs in µg/l

F_C bauteilspezifischer Konversionsfaktor gemäß Tabelle 12 in d/dm

O/V Oberflächen-/Volumen-Verhältnis in dm⁻¹, wobei O die Oberfläche des Bauteils in dm² ist und V das mit dem Bauteil in Kontakt gebrachte Wasservolumen in dm³

t Kontaktzeit in d

Tabelle 12: Bauteilgruppen mit den dazugehörigen Konversionsfaktoren

Bauteilgruppe	Konversionsfaktor F_C in d/dm
Rohre mit DN ³ < 80 mm (Trinkwasser-Installation)	20
Rohre mit 80 mm ≤ DN < 300 mm (Versorgungsleitungen)	10
Rohre mit DN ≥ 300 mm (Hauptleitungen)	5
Ausrüstungsgegenstände (Armaturen, Apparate, Rohrverbinder, Pumpen) für	
– Rohre mit DN < 80 mm	2
– Rohre mit 80 mm ≤ DN < 300 mm	1
– Rohre mit DN ≥ 300 mm	0,5
Bauteile von Ausrüstungsgegenständen (Armaturen, Apparate, Rohrverbinder, Pumpen), die in der Summe nicht mehr als 10 % der gesamten wasserberührten Oberfläche des Ausrüstungsgegenstands einnehmen, für	
– Rohre mit DN < 80 mm	0,2
– Rohre mit 80 mm ≤ DN < 300 mm	0,1
– Rohre mit DN ≥ 300 mm	0,05
Kleinflächige Bauteile für Ausrüstungsgegenstände aus Materialien, die nur an einer Stelle im System eingebaut werden (z. B. Wellendichtungen einer Pumpe) für	
– Rohre mit DN < 80 mm	0,02
– Rohre mit 80 mm ≤ DN < 300 mm	0,01
– Rohre mit DN ≥ 300 mm	0,005
Behälter in der Trinkwasser-Installation einschließlich Reparatursystemen	4
Behälter außerhalb der Trinkwasser-Installation einschließlich Reparatursystemen	1

³ Innerer Durchmesser



Bauteilgruppe	Konversionsfaktor F_C in d/dm
Reparatursysteme für Behälter in der Trinkwasser-Installation, bei denen insgesamt maximal 1 % der benetzten Oberfläche von der Reparatur betroffen ist	0,04
Reparatursysteme für Behälter außerhalb der Trinkwasser-Installation, bei denen insgesamt maximal 1 % der benetzten Oberfläche von der Reparatur betroffen ist	0,01

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

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

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

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

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

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

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

Die Bewertungsgrundlage tritt am Tag ihrer Veröffentlichung im Bundesanzeiger in Kraft.

Dessau-Roßlau, den 5. August 2019

Umweltbundesamt

Im Auftrag
Karsten Klemmer



Anhang 1

Migrationszyklen der verlängerten Kaltwasserprüfung

Woche	Migrationszyklus	Gesamtkontaktzeit in Tagen	Ende der Migrationsperiode	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	Gesamtkontaktzeit in Tagen	Ende der Migrationsperiode	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	Ja
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	Ja
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	Ja
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	Ja
5	22	31	Donnerstag	1	Ja