



15

Auskleidungen

- 15.1 Allgemeines
- 15.2 Auskleidungen von Rohren, Formstücken und Armaturen für Trinkwasserleitungen
- 15.3 Auskleidungen in Leitungen für Rohwässer
- 15.4 Auskleidungen von Rohren, Formstücken und Armaturen für Abwasserleitungen
- 15.5 Auskleidungen in Leitungen für Brauch- und Kühlwasser
- 15.6 Literatur

15 Auskleidungen

Unter Auskleidungen versteht man Schutzschichten an den Innenflächen von Rohrleitungen. Sie haben die Aufgabe, das Rohrmaterial vor chemischen Reaktionen mit dem Durchflussmedium zu schützen. Vor allem soll das Medium Trinkwasser unbeeinflusst bis zum Endverbraucher geleitet werden. Duktile Gussrohre sind standardmäßig mit Zementmörtel (ZM) oder Polyurethan (PUR) ausgekleidet. Diese Auskleidungen sind integraler Bestandteil des Rohres.

Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen werden mehrheitlich innen und außen mit Epoxidharz beschichtet, aber auch Polyurethan und Technisches Email nehmen an Bedeutung zu. Die Zementmörtel-Auskleidung (ZM-A) von Formstücken wird hingegen weniger häufig eingesetzt.

Im Allgemeinen richten sich die Auskleidungsarten nach der Anwendung der Guss-Rohrsysteme.

15.1 Allgemeines

Gussrohrleitungen sind grundsätzlich mit werkseitig eingebrachten Auskleidungen ausgestattet, die sich verfahrensbedingt bei Rohren einerseits sowie Formstücken und Armaturen andererseits unterscheiden. Grundsätzlich sind die Auskleidungen an die Art der transportierten Wässer angepasst. Eine Zusammenstellung der Wässer mit ihren speziellen Eigenschaften sowie die jeweils wichtigen Hauptanforderungen enthält **Tabelle 15.1.**

Tabelle 15.1:

Übersicht der zu transportierenden Wässer und der zu erfüllenden Hauptanforderungen an die Auskleidungen

Transportmedium	Hauptkennzeichen des Mediums	Hauptanforderungen an die Auskleidung
Trinkwasser nach Trinkwasserverordnung	im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosionsschutz ■ Trinkwasserhygiene
Trinkwasserähnliche Wässer wie Brauch- und Kühlwasser	im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosionsschutz ■ Trinkwasserhygiene
Rohwässer, die nicht der Trinkwasser- verordnung entsprechen	häufig kalklösend (sauer)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosionsschutz
Abwässer nach DWA Merkblatt M 115-2 [1]	Richtwerte nach DWA Merkblatt M 115-2 [1]	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosionsschutz im Abwasserbereich und in der Kanalatmosphäre ■ Abriebbeständigkeit ■ chemische Beständigkeit ■ Beständigkeit gegen Hochdruckspülung
industrielle Abwässer außerhalb der Anforderungen von DWA Merkblatt M 115-2 [1]	Inhaltsstoffe sauer bis alkalisch	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosionsschutz im Abwasserbereich und in der Kanalatmosphäre ■ Abriebbeständigkeit ■ chemische Beständigkeit ■ Beständigkeit gegen Hochdruckspülung ■ Temperatur
Solen	salzreich	<ul style="list-style-type: none"> ■ Korrosionsschutz ■ Abriebbeständigkeit

Die **Tabellen 15.2 und 15.3** informieren über die gebräuchlichen Auskleidungen von Gussrohrleitungen für den Transport von Wässern im weitesten Sinne. Sie beziehen sich auf die Beschichtungen der Innenoberflächen von Rohren (**Tabelle 15.2**), Formstücken und Armaturen (**Tabelle 15.3**) sowie auf die Oberflächen der Verbindungsbereiche.

Tabelle 15.2:

Übersicht über die Anwendung von Auskleidungen von Gussrohren

Anwendungsbereich	Innenoberflächen der Rohre	Oberflächen des Verbindungsbereichs
Trinkwasser nach EN 545 [2]	ZM-Auskleidung auf Basis Hochofen-Zement	Beschichtung auf Basis Bitumen oder Epoxidharzlack
	PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3]	Beschichtung auf Basis PUR- oder Epoxidharzlack
Abwasser nach EN 598 [4] und andere Wässer	ZM-Auskleidung auf Basis Tonerde-Zement	Beschichtung auf Basis Epoxidharzlack
	PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3]	Beschichtung auf Basis PUR- oder Epoxidharzlack
Industrieabwässer	ZM-Auskleidung auf Basis Tonerde-Zement	Beschichtung auf Basis Epoxidharzlack
	PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3]	Beschichtung auf Basis PUR- oder Epoxidharzlack

Tabelle 15.3:

Übersicht über die Anwendung von Auskleidungen von Formstücken und Armaturen

Anwendungsbereich	Art der Auskleidung auf		
	Innenoberfläche der Formstücke	Innenoberfläche der Armaturen	Oberflächen des Verbindungsbereichs
Trinkwasser nach EN 545 [2]	kunststoffmodifizierte ZM-Auskleidung	Epoxidharz-Beschichtung nach DIN 3476 [7] und RAL - GZ 662 [6]	Beschichtung auf Basis Bitumen oder Epoxidharzlack
	Epoxidharz-Beschichtung nach EN 14901 [5] und RAL - GZ 662 [6]		
	Technisches Email nach DIN 51178 [8]	Technisches Email nach DIN 51178 [8]	wie Innenoberfläche
	PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3]	—	wie Innenoberfläche
Abwasser nach EN 598 [4] und andere Wässer	kunststoffmodifizierte ZM-Auskleidung	Epoxidharz-Beschichtung nach DIN 3476 [7] und RAL - GZ 662 [6]	Beschichtung auf Basis PUR- oder Epoxidharzlack
	Epoxidharz-Beschichtung nach EN 14901 [5] und RAL - GZ 662 [6]		
	Technisches Email nach DIN 51178 [8]	Technisches Email nach DIN 51178 [8]	wie Innenoberfläche
	PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3]	—	wie Innenoberfläche
Industrieabwässer	Epoxidharz-Beschichtung nach EN 14901 [5] und RAL - GZ 662 [6]	Epoxidharz-Beschichtung nach DIN 3476 [7] und RAL - GZ 662 [6]	wie Innenoberfläche
	Technisches Email nach DIN 51178 [8]	Technisches Email nach DIN 51178 [8]	wie Innenoberfläche
	PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3]	—	wie Innenoberfläche

15.2 Auskleidungen von Rohren, Formstücken und Armaturen für Trinkwasserleitungen

15.2.1 Zementmörtel-Auskleidungen von Rohren und Formstücken

Die ZM-Auskleidung von Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen ist integraler Bestandteil des Produkts. Daher sind die Anforderungen und Prüfmethoden in der Produktnorm EN 545 [2] enthalten.

Die Zementmörtel-Auskleidung hat folgende Aufgaben:

- Optimierung der hydraulischen Eigenschaften,
- Vermeidung von Korrosionsschäden. Hierzu zählen:
 - Schäden am metallischen Rohrwerkstoff durch Reaktion mit Wasser und mit im Wasser gelösten Stoffen,
 - Beeinträchtigung der Funktion der Rohrleitung durch Reaktionsprodukte an der inneren Rohrwand (z.B. Inkrustationen),

- Beeinträchtigung des Wassers durch Reaktionsprodukte, z. B. unzulässige Veränderung der Wasserparameter (Verunreinigungen, Verfärbungen oder Trübungen).

Der Einsatzbereich und die Anwendungsgrenzen der beschriebenen Zementmörtel-Auskleidung ist im informativen Anhang E der EN 545 [2] angegeben.

Danach ist die Standardauskleidung mit dem Bindemittel Hochofen-Zement generell für den Trinkwasserbereich uneingeschränkt geeignet, wenn die transportierten Trinkwässer der europäischen Trinkwasserrichtlinie bzw. den nationalen Trinkwasserverordnungen entsprechen.

Für Abwasser und andere Wässer (z.B. Rohwässer, Brauchwässer) können entsprechend **Tabellen 15.2 und 15.3** andere Zemente als Bindemittel eingesetzt werden.

Eine breite Informationsbasis zu Anwendungsbereichen und Besonderheiten von Zementmörtel-Auskleidungen metallischer Rohre stellt DIN 2880 [9] dar. Hier



Bild 15.1:
Einfüllen des Frischmörtels
vor dem Rotationsschleudern

werden Verhalten und Anforderungen an die Auskleidungen für alle Arten von Wässern, Salzwässern und Solen beschrieben. Zusätzlich gibt es Hinweise auf die Beurteilung von Schwind- und Trocknungsrisen in den ZM-Auskleidungen sowie über deren Selbstheilungsverhalten.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 346 [10] gibt praxisorientierte Empfehlungen zu Druckprüfung, Spülung, Desinfektion, Einfahren und Betrieb von Trinkwasserleitungen mit Zementmörtel-Auskleidung.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 347 enthält trinkwasserhygienische Anforderungen und Prüfmethode an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich, also auch Zementmörtel-Auskleidungen von Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen.

Die Herstellungsverfahren der Auskleidungen sind im **Kapitel 3**, Herstellung der Rohre, Formstücke und Zubehörteile, näher beschrieben. **Bild 15.1** zeigt ein duktiler Gussrohr bei der Auskleidung mit Zementmörtel vor dem Rotationsschleuderverfahren.

15.2.2 Polyurethan-Auskleidung von Rohren und Formstücken

Die PUR-Auskleidung gemäß EN 15655 [3] wird im Zweikomponenten-Heiß-Spritzverfahren auf die geschliffene und gestrahlte Innenoberfläche der Rohre und Formstücke aufgetragen (**Bild 15.2**).

Die PUR-Auskleidung trennt das Durchflussmedium elektrisch hochohmig vom Eisen.



Bild 15.2:
Auftrag der PUR-Auskleidung
in Rohren

An Rohren, die an der Baustelle geschnitten werden, muss die frische Schnittfläche mit einem Reparaturlack auf Epoxidharzbasis nachbeschichtet werden.

Die Auskleidung erfüllt die Anforderungen der Leitlinie des deutschen Umweltbundesamtes (UBA) zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser sowie die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 270 [12].

15.2.3 Epoxidharz-Beschichtung von Formstücken und Armaturen

Die übliche Beschichtungstechnik mit Epoxidharz-Pulver besteht in folgenden Teilschritten:

- Aktivieren der Oberfläche der fertig bearbeiteten Gussstücke durch Strahlen mit scharfkantigem Stahlkies – Reinheitsgrad der Oberfläche: SA 2 1/2,
- Erwärmen in einem Durchlauf-Vorwärmofen,
- Pulverauftrag durch automatisiertes Eintauchen in ein Wirbelsinterbad (**Bild 15.3**) oder durch Auftragen des Pulvers mittels Sprühpistole (**Bild 15.4**),
- Vernetzen der aufgeschmolzenen Epoxidharzschicht in einem Trockenofen.



Bild 15.3:
Epoxidharzpulver-Auftrag mit
Roboter im Wirbelsinterverfahren

Die Verfahrenstechnik, die Kontrolle auf Einhaltung festgeschriebener Fertigungsparameter und die Qualitätsprüfung der fertigen Beschichtung wird mit den Güte- und Prüfbestimmungen „Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung“ RAL - GZ 662 [6] der Gütegemeinschaft



Bild 15.4:
Elektrostatischer Epoxidharzpulver-Auftrag
mit Sprühpistole

Schwerer Korrosionsschutz von Armaturen und Formstücken durch Pulverbeschichtung e. V. (GSK) geregelt.

Weiterhin ist die Epoxidharz-Beschichtung in den Normen EN 545 [2] und EN 598 [4] aufgeführt und in EN 14901 [5] und in DIN 3476 [7] genormt.

15.2.4 Auskleidungen von Formstücken und Armaturen mit Technischem Email

Im Bereich der Auskleidung von Armaturen für den Trinkwassereinsatz sind Email-Beschichtungen seit langem bewährt (**Bild 15.5**). Auch für Formstücke aus duktilem Gusseisen findet diese Auskleidung zunehmend Anwendung (**Bild 15.6**). Sie ist in DIN 51178 [8] genormt.



Bild 15.5:
Absperklappe mit Komplettemail



Bild 15.6:
Formstücke beim Einbrand des Emails

15.2.5 Organische Auskleidungen/ Beschichtungen des Verbindungsbereiches

Die Flächen der Rohrverbindungen sind mit organischen Stoffen beschichtet. Dies sind im Allgemeinen Beschichtungen auf Basis Bitumen, Epoxidharz oder Polyurethan.

Bild 15. 7 gibt einen Querschnitt durch eine Steckmuffen-Verbindung wieder; dabei wird deutlich, dass sowohl die Rohraußenfläche als auch das Innere des Muffenprofils von Trinkwasser berührt sind.

Die Epoxidharzbeschichtungsstoffe erfüllen die Anforderungen der Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharz-Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser des deutschen Umweltbundesamtes (UBA).

Die Anforderungen an Bitumenlacke im Verbindungsbereich enthält das DVGW-Arbeitsblatt W 348 [13].

Grundsätzlich sind darüber hinaus alle trinkwasserberührten Beschichtungen und Auskleidungen, welche organische Bestandteile aufweisen, auf ihre mikrobielle Bewuchsneigung nach DVGW-Arbeitsblatt W 270 [12] zu prüfen.

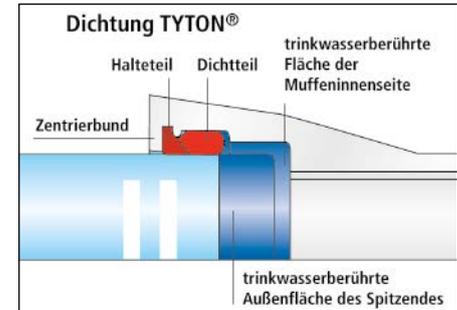


Bild 15.7:
Trinkwasserberührte Flächen im Verbindungsbereich der TYTON®-Verbindung

15.2.6 Europäische Regelungen

Eine Besonderheit im Trinkwasserbereich besteht darin, dass die Rohrleitungen für Trinkwasser unter dem Mandat der Europäischen Bauproduktenrichtlinie genormt werden. Damit sollen Handelsbarrieren vermieden werden, welche aus unterschiedlichen nationalen Anforderungen herrühren.

Die individuellen nationalen Regelungen zum Verbraucherschutz und zur Trinkwasserhygiene sollen jedoch weiter bestehen bleiben. Dies erfordert die Errichtung eines Europäischen Zulassungsverfahrens, in welchem Anforderungen und Testmethoden für trinkwasserberührte Bauteile entwickelt werden, die in allen Mitgliedsländern übernommen werden können, ohne dass die nationalen Schutzniveaus verlassen werden müssen. Nach Inkrafttreten dieser Regelung wird es möglich sein, mit Absolvierung einer einzigen Zulassungsprüfung in allen Ländern der EU für das entsprechende Bauteil die trinkwasserhygienische Zulassung zu bekommen.

15.3 Auskleidungen in Leitungen für Rohwässer

Rohwässer entsprechen oft nicht der Trinkwasserverordnung. Es handelt sich bei ihnen häufig um stark kalklösende, saure Wässer.

Calcit-lösende Wässer können im Laufe der Zeit die Festigkeit von zementgebundenen Werkstoffen durch die Auflösung der Calciumcarbonatanteile beeinträchtigen.

Die damit verbundenen Vorgänge sind umso intensiver, je höher die Calcit-Lösekapazität und je geringer die Verdichtung der Auskleidung ist.

Für Rohwässer, die nicht der Trinkwasserverordnung entsprechen, haben sich ZM-Auskleidungen auf Tonerde-Zement-Basis bewährt. Diese Auskleidung wird in Rohre nach dem Rotationsschleuderverfahren eingebracht und ist daher sehr hoch verdichtet. Tonerde-Zementmörtel weisen praktisch keinen freien Kalk auf und sind gegenüber kalklösenden Wässern beständig. Auch kunststoffmodifizierte Zementmörtel sind gegenüber kalklösenden Wässern beständig.

Rohre mit PUR-Auskleidung nach EN 15655 [3] und Formstücke und Armaturen mit Epoxidharz-Beschichtung nach EN 14901 [5] sowie Formstücke und Armaturen mit einer Emaillierung nach DIN 51178 [8] sind ebenfalls zum Transport von Rohwässern geeignet.

15.4 Auskleidungen von Rohren, Formstücken und Armaturen für Abwasserleitungen

Abwässer enthalten wesentlich mehr Inhaltsstoffe als Trink- oder Rohwässer. Abwässer in öffentlichen Abwasseranlagen müssen die Richtwerte des DWA-Merkblattes M 115-2 [1] einhalten. Es enthält allgemeine Richtwerte für die wichtigsten Beschaffenheitskriterien vor allem für nicht häusliche Abwässer. Diese Richtwerte werden allerdings von industriellen Abwässern vor der Behandlungsstation in manchen Fällen überschritten.

15.4.1 Zementmörtel-Auskleidungen von Rohren und Formstücken

Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen für die Abwasserentsorgung sind in EN 598 [4] genormt. Der Einsatzbereich umfasst Freigefällekanäle und Druckleitungen. Die Auskleidung muss unterschiedlichen mechanischen und chemischen Belastungen dauerhaft widerstehen. Sie wird mit Tonerde-Zement als Bindemittel hergestellt.

Damit widersteht sie nicht nur chemischen Belastungen wie weichen, sauren oder salzreichen Wässern, sondern auch mechanischen Belastungen, z. B. durch Geschiebe im Abwasser oder Hochdruckreinigung.

Die Tonerde-Zementmörtel-Auskleidung wird im Rotationsschleuderverfahren hoch verdichtet und in speziellen Reifekammern bei hohen Temperaturen so gereift, dass die stabile kubische Kristallstruktur der Aluminat-Hydrate entsteht, welche Grundlage der hohen Beständigkeit dieser Auskleidung ist.

Der Verbindungsbereich ist mit einer Epoxidharz-Beschichtung gegen Angriff geschützt.

15.4.2 Polyurethan-Auskleidungen von Rohren und Formstücken

Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen mit Polyurethan-Auskleidung für die Abwasserentsorgung sind in EN 598 [4] genormt. Der Einsatzbereich umfasst Freigefällekanäle und Druckleitungen. Die Auskleidung widersteht dauerhaft unterschiedlichen mechanischen und chemischen Belastungen wie weichen, sauren oder salzreichen Wässern, und auch mechanischen Belastungen, z. B. durch Geschiebe im Abwasser oder Hochdruckreinigung.

Die PUR-Auskleidung gemäß EN 15655 [3] wird im Zweikomponenten-Heiß-Spritzverfahren auf die geschliffene und gestrahlte Innenoberfläche der Rohre und Formstücke aufgetragen. Sie trennt das Durchflussmedium hochohmig vom Eisen und gewährleistet die Beständigkeit gegen Abwässer aller Art.

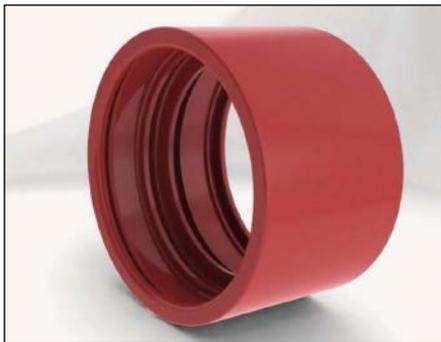


Bild 15.8:
Abwasserformstück
mit Epoxidharzpulver-Beschichtung

15.4.3 Epoxidharz-Beschichtung von Formstücken und Armaturen für den Abwassertransport

Formstücke werden im Bereich Abwasser standardmäßig innen und außen mit Epoxidharz (EP)-Beschichtung versehen. Die EP-Beschichtung ist in EN 598 [4] aufgeführt und in EN 14901 [5] genormt. **Bild 15.8** zeigt eine TYTON®-Kupplung, die innen und außen mit Epoxidharzpulver beschichtet ist.

15.4.4 Auskleidung von Formstücken und Armaturen mit Technischem Email

Für den Abwasserbereich sind Beschichtungen und Auskleidungen aus Technischem Email entsprechend DIN 51178 [8] möglich. **Bild 15.9** zeigt einen emaillierten Schieber für den Einsatz in Abwasserdruckleitungen.



Bild 15.9:
Emaillierter Schieber für den Einsatz
in Abwasserdruckleitungen

15.5 Auskleidungen in Leitungen für Brauch- und Kühlwasser

Für den Transport von Brauch- und Kühlwässern können Rohre und Formstücke aus dem Trinkwasserprogramm eingesetzt werden, im Zweifel ist ihre Eignung festzustellen. Die technischen Abteilungen der jeweiligen Hersteller bieten hierfür ihre Beratungsleistung an.

Bei kalklösenden Wässern eignen sich Rohre mit Auskleidungen auf Basis Tonerde-Zement oder PUR-Auskleidung. Die Formstücke und Armaturen dieser Leitungen sind mit Epoxidharz nach EN 14901 [5] oder Technischem Email nach DIN 51178 [8] zu schützen.

15.6 Literatur

- [15.1] DWA Merkblatt M 115-2
Indirekteinleitung nicht
häuslichen Abwassers –
Teil 2: Anforderungen
[DWA technical information
sheet M 115-2
Indirect discharging of
non-domestic sewage –
Part 2: requirements]
2005-07
- [15.2] EN 545
Ductile iron pipes, fittings,
accessories and their joints for
water pipelines –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke,
Zubehörteile aus duktilem
Gusseisen und ihre Verbindungen
für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren]
2010
- [15.3] EN 15655
Ductile iron pipes, fittings and
accessories –
Internal polyurethane
lining for pipes
and fittings –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke und Zubehör
teile aus duktilem Gusseisen –
Polyurethan-Auskleidung von
Rohren und Formstücken –
Anforderungen und Prüfverfahren]
2009
- [15.4] EN 598
Ductile iron pipes, fittings,
accessories and their joints for
sewerage applications –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke, Zubehörteile
aus duktilem Gusseisen und ihre
Verbindungen für die Abwasser-
entsorgung –
Anforderungen und Prüfverfahren]
2007+A1:2009
- [15.5] EN 14901
Ductile iron pipes, fittings and
accessories –
Epoxy coating (heavy duty) of
ductile iron fittings and accessories –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke und Zubehör
aus duktilem Gusseisen –
Epoxidharzbeschichtung
(für erhöhte Beanspruchung)
von Formstücken und Zubehör-
teilen aus duktilem Gusseisen –
Anforderungen und Prüfverfahren]
2006
- [15.6] RAL – GZ 662
Güte- und Prüfbestimmungen –
Schwerer Korrosionsschutz von
Armaturen und Formstücken durch
Pulverbeschichtung –
Gütesicherung
[Quality and test provisions –
Heavy duty corrosion protection
of valves and fittings by powder
coatings –
Quality assurance]
2008

- [15.7] DIN 3476
Armaturen und Formstücke für Roh- und Trinkwasser – Korrosionsschutz durch EP-Innenbeschichtung aus Pulverlacken (P) bzw. Flüssiglacken (F) – Anforderungen und Prüfungen [Valves and fittings for untreated and potable water – Protection against corrosion by internal epoxy coating of coating powder (P) or liquid varnishes (F) – Requirements and Test] 1996-08
- [15.8] DIN 51178
Emails und Emailierungen – Innen- und außenemailierte Armaturen und Druckrohrformstücke für die Roh- und Trinkwasserversorgung – Qualitätsanforderungen und Prüfung [Vitreous and porcelain enamels – Inside and outside enamelled valves and pressure pipe fitting for untreated and potable water supply – Quality requirements and testing] 2009-10
- [15.9] DIN 2880
Anwendung von Zementmörtel-Auskleidung für Gussrohre, Stahlrohre und Formstücke [Application of cement mortar lining for cast iron pipes, steel pipes and fittings] 1999-01
- [15.10] DVGW-Arbeitsblatt W 346
Guss- und Stahlrohrleitungsteile mit ZM-Auskleidung – Handhabung [DVGW worksheet W 346 Pipeline components of cast iron or steel with cement mortar lining – Treatment] 2000-08
- [15.11] DVGW-Arbeitsblatt W 347
Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung [DVGW worksheet W 347 Hygienic requirements for cementitious products in contact with drinking water – Test methods and assessment] 2006-05
- [15.11] DVGW-Arbeitsblatt W 270
Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung [DVGW worksheet W 270 Enhancement of microbial growth on materials in contact with drinking water – Test methods and assessment] 2007-11
- [15.13] DVGW-Arbeitsblatt W 348
Anforderungen an Bitumenbeschichtungen von Formstücken aus duktilem Gusseisen und im Verbindungsbereich von Rohren aus duktilem Gusseisen, unlegiertem und niedrig legiertem Stahl [DVGW worksheet W 348 Requirements for bituminous coatings of ductile iron fittings and of the joint area of ductile iron pipes and pipes of unalloyed or low-alloy steel] 2004-09