

21

Inbetriebnahme von Gussrohrleitungen für Trinkwasser

- 21.1 Vorbemerkung
- 21.2 Vorbeugende Maßnahmen
- 21.3 Reinigungsmaßnahmen
- 21.4 Spülen mit Wasser
- 21.5 Spülen mit Wasser und Luft
- 21.6 Impulsspülverfahren
- 21.7 Sonstige Reinigungsverfahren
- 21.8 Desinfektionsverfahren
- 21.9 Desinfektionsmittel
- 21.10 Handhabung und Entsorgung
- 21.11 Kontrolle der Maßnahmen und Freigabe der Rohrleitung
- 21.12 Maßnahmen bei bestehenden Gussrohrleitungen
- 21.13 Zusammenfassung
- 21.14 Schlussbemerkungen, zusätzliche Informationen und Ausblick
- 21.15 Literatur

21 Inbetriebnahme von Gussrohrleitungen für Trinkwasser

Die Trinkwasserverordnung legt Anforderungen an unser wichtigstes Lebensmittel, das Trinkwasser, fest. Die Wasserversorgungsunternehmen sind zur Lieferung hygienisch einwandfreien Wassers verpflichtet, wobei ihnen für die Anlagen zur Gewinnung und Speicherung sowie für die Verteilungsnetze ein umfangreiches Regelwerk mit Anforderungen, Prüfungen und Maßnahmen zur Verfügung steht.

21.1 Vorbemerkung

Gussrohrleitungen bestehen neben Formstücken und Armaturen vorwiegend aus Rohren mit Zementmörtel-Auskleidung. Das DVGW-Arbeitsblatt W 346 [21.1] beschreibt die Handhabung von Rohren und Formstücken mit dieser bewährten Auskleidung und gibt in seinen beiden Anhängen Hinweise zu Inbetriebnahme und Einfahren der Rohrleitungen, Anhang 1: Veränderung des pH-Wertes, Anhang 2: Spülung und Desinfektion.

Früher war Desinfektion der allgemein übliche Begriff für Maßnahmen, um Anlagen in einen hygienisch einwandfreien Zustand zu bringen. So hieß der Titel

des im Jahr 1986 erschienenen DVGW-Arbeitsblattes W 291 „Desinfektion von Wasserversorgungsanlagen“. Die Erfahrung lehrte aber, dass eine Desinfektion allein selten zum Ziel führt. Vorbeugende Maßnahmen und Reinigung spielen eine bedeutende Rolle. Die überarbeitete Ausgabe des DVGW-Arbeitsblattes W 291 [21.2] trägt den Titel „Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen“, um auf die Wichtigkeit der vorausgehenden sorgfältigen Reinigung hinzuweisen. Im Arbeitsblatt erhält die Reinigung Priorität, während die Desinfektion als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme anzusehen ist. In der Schweiz wird dieser Sachverhalt in den „Empfehlungen für die Reinigung und Desinfektion von

Trinkwasserleitungen“, SVGW-Richtlinie W1000 [21.3], behandelt; in Österreich in der ÖVGW-Richtlinie W 55 „Behälter- und Rohrnetzhygiene“ [21.4].

Wichtig ist, dass sich in der Rohrleitung keine Stoffe befinden, welche Mikroorganismen als Nährsubstrat dienen können. Grundsätzlich können diese Substrate aus ungeeigneten Rohrwerkstoffen und Hilfsmitteln stammen oder durch Verunreinigungen eingetragen werden.

Die erste Möglichkeit des Eintrags lässt sich vermeiden, wenn bereits in der Planungsphase z. B. Bauteile mit DVGW-Zertifikat vorgesehen werden. Diese Anforderung enthält z. B. DIN 2000 [21.5] (Abschnitt 6.6: Werkstoffe, Abschnitt 6.6.1: Mikrobiologische und hygienische Anforderung, Abschnitt 6.6.3: Prüfung und Zertifizierung). Grundsätzlich dürfen nur Werkstoffe mit gültigen Hygienezeugnissen zum Einsatz kommen. Bauteile mit z. B. DVGW-Zertifikat stellen sicher, dass die entsprechenden Zeugnisse vorliegen. Auch die deutsche Trinkwasserverordnung in

der Neufassung vom 2. August 2013 [21.6] legt in Abschnitt 17 Anforderungen an Anlagen für die Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung von Trinkwasser fest. Sie sind mindestens nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu planen, zu bauen und zu betreiben. Der Unternehmer und der sonstige Inhaber (UsI) von solchen Anlagen haben sicherzustellen, dass bei der Neuerrichtung oder Instandhaltung nur entsprechend geeignete Werkstoffe und Materialien verwendet werden. Das deutsche Umweltbundesamt (UBA) legt zur Konkretisierung der Anforderungen Bewertungsgrundlagen fest [21.7]. Für den Trinkwasserbereich akkreditierte Zertifizierer bestätigen durch Zertifikate, dass diese Anforderungen erfüllt werden. In ähnlicher Weise gelten in der Schweiz laut SVGW-Richtlinie W4-1 [21.8] (Planung, Projektierung, Bau, Prüfung sowie Betrieb und Instandhaltung der Trinkwasserverteilung außerhalb von Gebäuden) Produkte mit SVGW-Zertifizierung zum Bau von Trinkwasserversorgungsanlagen als geeignet. In Öster-

reich ist dieser Sachverhalt in der OENORM B 5014-1 [21.9] und OENORM B 5014-2 [21.10] geregelt.

Die zweite Möglichkeit des Eintrags von Verunreinigungen besteht bei der Herstellung, der Handhabung einschließlich Lagerung und Transport sowie beim Einbau der Rohrleitungsbauteile. Durch geeignete Verpackungen, beispielsweise Schutzkappen für Rohre, Formstücke und Armaturen, lassen sich Verunreinigungen der wasserberührten Flächen vermeiden. Hinweise enthalten die EN 805 [21.11] und ergänzend das DVGW-Arbeitsblatt W 400-2 [21.12] (Abschnitt 5: Eingangskontrolle, Transport und Lagerung der Rohrleitungsteile, Abschnitt 7.2: Säubern der Rohrleitungsteile) für alle Rohrleitungsteile während Transport und Lagerung, das DVGW-Arbeitsblatt W 346 [21.1] für Gussrohre und -formstücke sowie EN 1074-1 [21.13] (Abschnitt 8: Verpackung) für Armaturen. Für Formstücke und Armaturen ist weiterhin die EADIPS®/FGR®-Norm 74 [21.14] zu beachten.

Beim Bau der neuen Rohrleitung ist weiterhin darauf zu achten, dass z. B. nur nach der DVGW-Prüfgrundlage VP 641 [21.15] zertifizierte Montagehilfsmittel verwendet werden. Diese dienen lediglich der sachgerechten Montage und müssen ausspülbar sein. Zur Prüfung der Aus-/Abspülbarkeit von Montagehilfsmitteln aus Armaturen dient in Deutschland die DVGW-Prüfgrundlage W 363 [21.16], normativer Anhang A „Prüfung zur Aus-/Abspülbarkeit von Montagehilfsmitteln“ und [21.17]. Gewinbeschneidstoffe müssen in Deutschland die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 521 [21.18] erfüllen.

Sachgerechtes Reinigen mobilisiert und entfernt die unvermeidbaren Stoffe, welche die Beschaffenheit des Trinkwassers beeinträchtigen könnten. Die Desinfektion schließlich hat das Ziel, Mikroorganismen, die trotz sorgfältigen Reinigens noch in der Anlage verblieben sind, abzutöten oder zu schädigen.

Für die erfolgreiche Inbetriebnahme einer Trinkwasserleitung stehen im DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] und ähnlich in den SVGW-Richtlinie W 1000 [21.3], in der SVGW-Richtlinie W 4-3 [21.19] sowie in der ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4] drei Begriffe:

- vorbeugende Maßnahmen,
- Reinigung,
- Desinfektion.

Diese Begriffe dienen als Leitfaden und werden im Folgenden erläutert.

21.2 Vorbeugende Maßnahmen

Voraussetzung für eine problemlose Inbetriebnahme neu gebauter Trinkwasserleitungen ist das Beachten der hygienischen Anforderungen bereits bei der Planung und beim Bau. Die vorbeugenden Maßnahmen beginnen folglich bei der sachgerechten Auswahl der Rohrleitungsteile sowie deren Lagerung, Transport und Einbau. Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen zum Bau von Trinkwasserleitungen erhalten

grundsätzlich am Ende der Fertigungslinien Rohrverschlüsse. Ähnliches gilt für Armaturen, wobei hier Folien häufig die Verpackungseinheiten schützen. Die Verschlüsse sorgen während der Lagerung und des Transports dafür, dass weder Fremdstoffe noch Kleintiere in das Innere der Bauteile eindringen können. Selbstverständlich müssen diese Verschlüsse bis zur Montage der Verbindungen auf den Bauteilen verbleiben.

Verunreinigungen durch Personal, Arbeitsgeräte wie z. B. schmutzige Lappen zum Auswischen der Muffen, Rohrbürsten sowie Schadstoffeintrag durch die Luft (öhlaltiger Abgasnebel von 2-Takt-Rohrschneidern!) sind auszuschließen. Bei Arbeitspausen und über Nacht sind die Leitungsenden wasserdicht zu verschließen. Es besteht häufig Gefahr, dass Starkregen oder Grundwasser den Rohrgraben überfluten. In die Rohrleitung eingespülter Boden ist die Hauptursache hartnäckiger Wiederverkeimungen. Die Enden von Rohrleitungen müssen so dicht verschlossen sein, dass weder Grundwasser, Schmutzwasser noch Tiere eindringen können.

21.3 Reinigungsmaßnahmen

Die Reinigung von Rohrleitungen hat das Ziel, Verunreinigungen, Ablagerungen und andere unerwünschte Substanzen auszutragen. Diese Stoffe können dauerhaft zur Vermehrung von Mikroorganismen auf wasserberührten Oberflächen und damit zur Koloniezahlerhöhung im Wasser oder zur Kontamination des Wassers führen. Im ersten Schritt sind diese Stoffe zu mobilisieren und im Weiteren vollständig aus dem System auszutragen. Sie dürfen sich auf keinen Fall an anderer Stelle wieder ablagern und dadurch erneut zu Beeinträchtigungen des Wassers führen. Bei der Reinigung ist grundsätzlich zwischen neu gebauten und bestehenden Rohrleitungen zu unterscheiden.

Neu gebaute Rohrleitungen enthalten Montagehilfsstoffe und unbeabsichtigte Verunreinigungen. Diese sind auf jeden Fall zu mobilisieren und auszutragen. Im Falle von „Unfällen“ wie z. B. bei unvorhergesehenen und ungeplanten Ereignissen wie Eindringen von Schlamm bei Unwetter während der Bauphase ist

Tabelle 21.1:
Spülverfahren für Rohrleitungen

Spülverfahren	Beschreibung
Spülen mit Wasser	Einfaches konventionelles Verfahren
Spülen mit Wasser und Luft	Spülen mit Luft/Wasser-Gemisch
	Impulsspülverfahren
Spülen mit Wasser und Molchen	Spülen mit Wasser und Schwammgummibällen
	Spülen mit Wasser und Kunststoffmolchen
Spezielle Reinigungsverfahren	Hochdruckreinigung
	Reinigung mit Kratzern

eine intensive Spülung angezeigt. Ziel ist es, Mikroorganismen und vor allem Nährsubstrate für Mikroorganismen aus der Rohrleitung zu entfernen. Je gründlicher die Reinigung, desto wirksamer und erfolgversprechender ist die nachfolgende Desinfektionsmaßnahme.

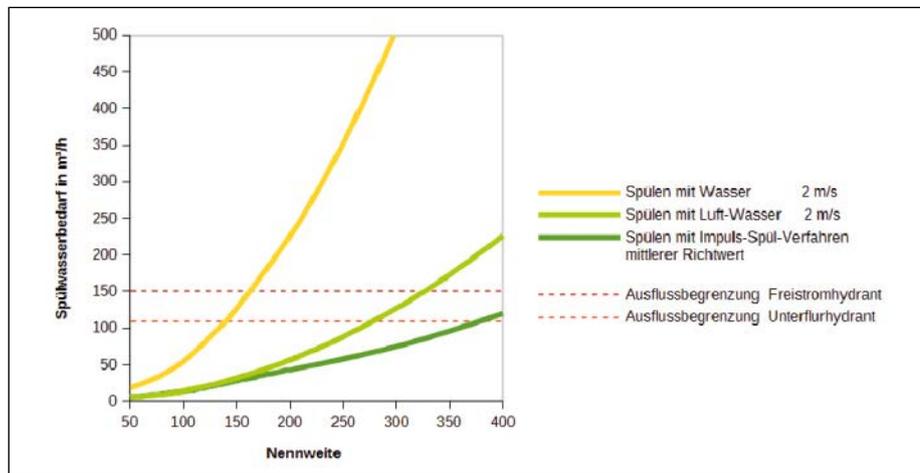
Die Reinigung von Wasserverteilungsanlagen (Rohrleitungen und Behälter) ist im DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] beschrieben. In Österreich gilt die ÖVGW-Richtlinie W 55

[21.4]. Das Themenblatt Nr. 7, Rohrnetzspülung, der Schweizer SVGW-Richtlinie W4-5 [21.20], beschreibt ebenfalls die hierfür erforderlichen Maßnahmen. Welches Reinigungsverfahren anwendbar ist, richtet sich nach der Nennweite und der Verschmutzung der Rohrleitung. Dabei ist die mechanische Reinigung grundsätzlich der Reinigung mit Chemikalien vorzuziehen. Bei Rohrleitungen kommen praktisch nur mechanische Verfahren zum Einsatz. Sie unterscheiden sich bei begeh-

baren Leitungen mit Nennweiten über DN 600 von denen nicht begehbarer Leitungen. Die zu reinigenden Rohrleitungsabschnitte sind auf jeden Fall vor der Reinigung vom übrigen Netz abzutrennen, um Eindringen von Spülwasser in das Trinkwasser zu verhindern. In Rohrleitungen finden vorwiegend die in **Tabelle 21.1** beschriebenen Spülverfahren Verwendung.

21.4 Spülen mit Wasser

Das einfachste Reinigungsverfahren ist das Spülen mit Trinkwasser. Für den Erfolg des Spülens ist wesentlich, dass das Wasser in der Rohrleitung eine ausreichende Fließgeschwindigkeit zwischen 2 m/s bis 3 m/s erreicht, was in Rohrleitungen bis DN 150 normalerweise möglich ist. Bei größeren Nennweiten erhöht sich nicht nur der Wasserbedarf sondern auch der Anfall an Spülwasser. **Bild 21.1** informiert über den Wasserbedarf zum Spülen von Rohrleitungen in Abhängigkeit von der Nennweite.

**Bild 21.1:**

Wasserbedarf für das Spülen von Rohrleitungen bei Ausflussbegrenzung durch Unterflurhydranten (Quelle: Hammann GmbH)

Als Wassermenge ist je nach Rohrleitungsquerschnitt mindestens der drei- bis fünffache Rohrleitungsinhalt vorzusehen. Gefälleleitungen sollten grundsätzlich von oben nach unten gespült werden. Auswirkungen auf das benachbarte Leitungsnetz sind zu berücksichtigen. So darf während des Spülens die Versorgung in benach-

barten Rohrleitungen durch Druckabfall nicht beeinträchtigt werden. Dort darf sich das Trinkwasser nicht trüben, wenn sich infolge erhöhter Fließgeschwindigkeit in vorgeschalteten Rohrleitungen Ablagerungen mobilisieren. Beim Ableiten des Spülwassers sind die örtlichen und gesetzlichen Vorschriften zu beachten. Beim Spü-

len über Hydranten ist die Leistungsfähigkeit dieser Armaturen zu berücksichtigen. Sie beträgt im Falle von konventionellen Hydranten etwa 110 m³/h und bei Freistromhydranten etwa 150 m³/h. Ihre Leistungsfähigkeit reicht bei Nennweiten über DN 150 nicht mehr aus. Deshalb bieten sich hierzu vor allem bei DN > 150 moderne Verfahren an. **Bild 21.1** informiert über die benötigte Wassermenge für das Spülen mit Wasser, mit Luft-Wasser und mit dem Impulsspülverfahren sowie die Ausflussbegrenzung durch Spülhydranten.

21.5 Spülen mit Wasser und Luft

Im Gegensatz zum Spülen mit Wasser stellen die Arbeiten nach diesem Verfahren hohe verfahrens- und sicherheitstechnische Anforderungen und lassen sich nur von erfahrenen Fachkräften ausführen. Zum Einsatz darf nur gereinigte Luft kommen. Sie muss ölfrei sowie partikel- und keimarm sein. Das Verhältnis Spülwasser/Spülluft liegt zwischen 1 : 1 bis 1 : 3.

Die Zugabe von Luft verbessert die Reinigungsleistung. Dieser Effekt kann aber, wenn sich Luftblasen am Rohrscheitel sammeln, nur auf die Rohrsohle beschränkt sein. Unkontrollierte Druckstöße können Rohrbrüche verursachen.

21.6 Impulsspülverfahren

Eine Variante des Spülens mit Wasser und Luft ist das Impulsspülverfahren. Innerhalb eines definierten Spülabschnittes wird aufbereitete komprimierte Luft impulsartig zugegeben, ohne den Netzruhedruck zu überschreiten (**Bild 21.2**). Dabei bilden sich im Spülabschnitt Luft- und Wasserblöcke mit hoher Geschwindigkeit. Die raumdeckende turbulente Strömung bewirkt örtlich hohe Kräfte zum Mobilisieren von Ablagerungen.

Gegenüber dem Spülen mit Wasser reduziert sich der Wasserbedarf drastisch (**Tabelle 21.2**). Dadurch lassen sich die Beeinträchtigungen

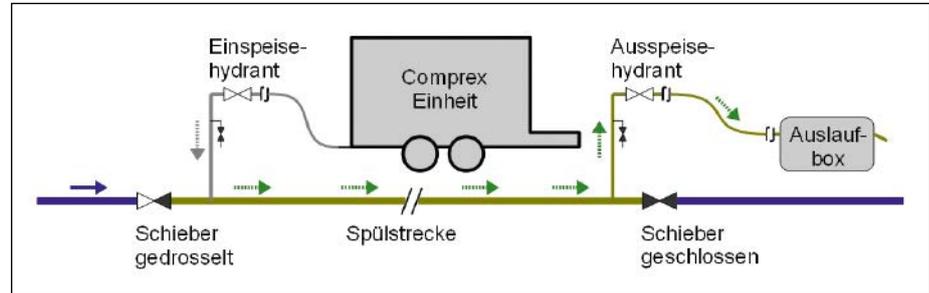


Bild 21.2:

Reinigen eines definierten Rohrleitungsabschnittes mittels Impulsspülverfahren (Quelle: Hammann GmbH)

in benachbarten Netzen und vorgeschalteten Rohrleitungen weitgehend vermeiden.

Forschungsprojekte ermöglichten, die Wirksamkeit der Reinigung bei verringertem Wasserbedarf zu steigern. Die in teilgefüllten Rohrleitungen erzeugten Wasserblöcke erreichen Fließgeschwindigkeiten von über 15 m/s. Geringer Wasserbedarf bedeutet auch geringen Spülwasseranfall, was vor allem bei Rohrleitungen größerer Nennweiten von Bedeutung ist.

Die Vorteile des Impulsspülverfahrens im Vergleich zu konventionellen Verfahren lassen sich zusammenfassen:

- intensivere Reinigung,
- bis zu 90 % geringerer Wasserbedarf,
- keine Eintrübung und Druckabfälle im vorgeschalteten Netz,
- aufrechterhalten der Wasserversorgung außerhalb des Spülabschnittes,
- verbessern der Funktion von Armaturen.

Tabelle 21.2:
Wasserbedarf beim Spülen mit Wasser und mittels Impulsspülverfahren

Nennweite	Wasserbedarf in m ³ /h			
	Spülen mit Wasser bei Fließgeschwindigkeit		Impulsspülverfahren bei Richtwert	
	2 m/s	3 m/s	Niedrig	Hoch
80	36	54	5	15
100	57	85	8	25
125	88	133	10	30
150	127	191	20	38
175	173	260	23	50
200	226	339	35	70
225	286	429	40	80
250	353	530	42	85
300	509	763	50	100
350	693	1.039	70	110
400	905	1.357	90	150
450	1.145	1.718	110	190
500	1.414	2.121	140	230
550	1.711	2.566	180	280
600	2.036	3.054	220	330

Das Impulsspülverfahren diente zunächst der Reinigung von Netzen der Trinkwasserverteilung. Neue Verfahrenstechniken der letzten Jahre ermöglichen, nun auch große Transportleitungen mit Nennweiten bis DN 1200 zu reinigen. In diesen Rohrleitungen ist wegen des Wasserbedarfs die Reinigung häufig nur mit dem Impulsspülverfahren möglich [21.21].

Das Verringern des Wasserbedarfs gewann in den letzten Jahren an Bedeutung. Im Gegensatz zu Trinkwasserleitungen ließen sich Brunnengalerien und Rohwasserleitungen in verbrauchs-schwachen Zeiten ohne Betriebsunterbrechung reinigen und die Spülwässer im Wasserwerk aufbereiten [21.22].

Hartnäckige Verunreinigungen können sich nicht nur in alten Rohrleitungen bilden; sie können auch nach „Unfällen“ beispielsweise bei unvorhergesehenen und ungeplanten Ereignissen während der Bauphase in neuen Rohrleitungsabschnitten entstehen. Hier lässt sich die Reinigungsleistung durch Zugabe von Feststoffen z. B. Eisstücken erhöhen.

21.7 Sonstige Reinigungsverfahren

Bei besonders hartnäckigen Verunreinigungen lassen sich das Spülen mit Molchen oder spezielle Reinigungsverfahren anwenden. Beim Molchen kommen Schwammgummibälle oder Kunststoffmolche zur Anwendung. In beiden Fällen sind Einrichtungen zum Ein- und Ausschleusen der Molche zu schaffen. Für Schwammgummibälle eignen sich Hydranten, vorzugsweise Freistromhydranten. Bei häufig zu reinigenden Rohrleitungen, wie z. B. für Roh- oder Betriebswasser, sind Schleusenformstücke empfehlenswert.

Schwammgummibälle dienen normalerweise zur Reinigung von Rohrleitungen bis DN 150. Während sich beim Spülen mit Schwammgummibällen locker anhaftende Ablagerungen und Sedimente mobilisieren und austragen lassen, können mit speziellen Molchen auch fest anhaftende Ablagerungen entfernt werden. Bei der Handhabung und Lagerung von Molchen für Trinkwasserleitungen ist auf Sauberkeit zu achten. Während des Reinigens sind

Vorkehrungen zu treffen, dass die Molche nicht im Reinigungsabschnitt stecken bleiben. So kann z. B. bei zu kleinen Durchmessern der Molche Wasser zum Abtransport der mobilisierten Ablagerungen in den zu reinigenden Rohrleitungsabschnitt gelangen.

In speziellen Fällen kommen die Hochdruckreinigung und die Reinigung mit Kratzern zum Einsatz. Die Hochdruckreinigung ist unabhängig von der Oberflächenbeschaffenheit anwendbar. Allerdings sind die Reinigungsdüse, der Druck und der Abstand zur Wand auf die Art der Oberfläche abzustimmen, um Beschädigungen zu vermeiden. Warmes Wasser kann die Reinigung verbessern. Weiterhin lässt sich Desinfektionsmittel gezielt und sparsam einsetzen. Besonders hierbei sind Maßnahmen zu ergreifen, die Spülwasser sachgerecht zu entsorgen oder aufzubereiten.

Bei nicht begehbaren Rohrleitungen kommen Spüllanzens mit rückwärts gerichtetem Strahl und freiem Ausfluss des Spülwassers zum Einsatz. In begehbaren Rohrleitungen lassen sich kurze Abschnitte manuell reinigen. Dabei ist es

möglich, besonders stark verschmutzte Stellen gezielt zu reinigen. Auf jeden Fall sind die Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Die Reinigung mit Kratzern kommt vorwiegend vor der Sanierung alter Gussrohrleitungen mit Zementmörtel zum Einsatz.

21.8 Desinfektionsverfahren

Das einfachste und heute noch weitgehend übliche Desinfektionsverfahren bei Rohrleitungen ist das Standverfahren. Die Desinfektionsmittellösung verbleibt mindestens 12 Stunden im vollständig gefüllten Rohrleitungsabschnitt.

Beim Standverfahren gelangt die Desinfektionslösung in die Rohrleitung, indem beim Füllen die Dosierlösung mittels Dosierpumpen oder Injektoren in konstantem Verhältnis über einen Stutzen, ein Entlüftungsventil oder einen Hydranten dem Wasser zugegeben wird. Während der Standzeit sind im

behandelten Rohrleitungsabschnitt vorhandene Armaturen wie Schieber oder Hydranten zu betätigen, um auch die schlecht durchflossenen Räume zu desinfizieren. Nach der Standzeit soll im Wasser noch eine Restkonzentration des Desinfektionsmittels nachweisbar sein.

Das Standverfahren ist ein statisches Desinfektionsverfahren. Die Desinfektionslösung steht in der Rohrleitung. Nur ein Teil wirkt an der Rohrleitungsoberfläche. Dadurch nimmt die Konzentration des Wirkstoffs dort ab, während sie im Innern der Rohrleitung ungenutzt bleibt und anschließend zu entsorgen ist. Diesen Nachteil gleichen die dynamischen Desinfektionsverfahren aus. Hier wird die Desinfektionslösung durch die Rohrleitung bewegt. Somit entstehen keine Konzentrationsunterschiede des Wirkstoffs. Bei den dynamischen Desinfektionsverfahren sind allerdings besondere Voraussetzungen notwendig, worüber **Tabelle 21.3** informiert. Beim Pfropfenverfahren ist es empfehlenswert, die Desinfektionslösung zwischen zwei Molchen langsam durch die Rohrleitung zu bewegen.

Tabelle 21.3:
Dynamische Desinfektionsverfahren

Verfahren	Anwendung	Ausnutzung des Wirkstoffs
Durchlaufverfahren	Kleine Nennweiten, kurze Rohrabschnitte, Spülen mit Desinfektionslösung	schlecht
Kreislaufverfahren	Doppelleitung oder Ringleitung, Umpumpen der Desinfektionslösung	gut
Pfropfenverfahren	Große Nennweiten, lange Rohrabschnitte, Pfropfen mit Desinfektionslösung	gut

Ein Eindringen der Desinfektionslösung in das in Betrieb befindliche Rohrnetz ist durch Leitungstrennung oder durch dichte Absperrorgane zu verhindern. Die Absperrorgane sind auf Dichtheit zu prüfen und zu kennzeichnen, um eine irrtümliche Betätigung zu vermeiden. Der Betriebsüberdruck in dem zu desinfizierenden Leitungsabschnitt muss deutlich niedriger als in dem benachbarten Trinkwasserrohrnetz sein.

21.9 Desinfektionsmittel

Bei den Desinfektionsmitteln ist zu unterscheiden:

- Handelsform,
- Anwendungsform oder Dosierlösung (Stammlösung),
- Desinfektionslösung.

Chlor und Wasserstoffperoxid sind als gebrauchsfertige Dosierlösungen erhältlich. Handelsübliche Chlorbleichlauge hat einen Chlorgehalt von 130 g/L bis 150 g/L. Lösungen von Wasserstoffperoxid haben häufig Gehalte von 30 % oder 50 %. Chlorbleichlauge und Wasserstoffperoxid-Lösungen sind dunkel, kühl und gut verschlossen aufzubewahren. Licht, Wärme und Verunreinigungen beschleunigen den Zerfall. Wasserstoffperoxid-Lösungen enthalten häufig Stabilisatoren.

Die Chlordioxid-Lösung lässt sich vor Ort einfach aus zwei lagerstabilen Komponenten herstellen. Die gebrauchsfertige Dosierlösung hat üblicherweise einen Chlordioxidgehalt von 3 g/L. Sie ist bei sachgerechter Lagerung über Wochen stabil. Mittlerweile sind auch einkomponentige Produkte zum Herstellen von Chlordioxid-Lösungen verfügbar. Calciumhypochlorit und Kaliumpermanganat sind Feststoffe, aus denen sich vor Gebrauch die Dosierlösung herstellen lässt.

In den letzten Jahren nimmt die Anwendung von Desinfektionsmitteln auf Basis Chlor bzw. Hypochlorit ab. Gründe dafür sind u. a. der eingeschränkte Anwendungsbereich, die Bildung von unerwünschten Nebenprodukten und der Aufwand bei der Entsorgung. Moderne Desinfektionsmittel basieren auf Wasserstoffperoxid oder Chlordioxid. Calciumhypochlorit und Kaliumpermanganat spielen bei der Rohrleitungsdesinfektion keine bedeutende Rolle.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] widmet den Desinfektionsmitteln einen speziellen Abschnitt. Dort finden sich auch Hinweise zur Auswahl der Desinfektionsmittel und zur Arbeitssicherheit. Die zugehörige Tabelle informiert über die Chemikalien zur Anlagen-desinfektion und gibt einen Überblick über die Handelsform, Lagerung und Anwendungskonzentrationen. Spezielle Abschnitte zu den einzelnen Desinfektionsmitteln behandeln u. a. ihre chemischen Eigenschaften und die Anwendungsgebiete. Die im DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] empfohlenen Anwendungskonzentrationen der wich-

tigsten Desinfektionsmittel für Rohrleitungen sind:

■ Chlor/Hypochlorit	50 mg/L
■ Wasserstoffperoxid	150 mg/L
■ Chlordioxid	6 mg/L

Die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel hängt im Wesentlichen vom pH-Wert ab. Bei pH-Werten < 8 wirken die Desinfektionslösungen mit den im DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] empfohlenen Konzentrationen gut. Bei höheren pH-Werten lässt allerdings die Wirksamkeit von Chlor/Hypochlorit und Wasserstoffperoxid schnell nach. Solche Bedingungen können bei Bauteilen aus zementgebundenen Werkstoffen und/oder weichem Wasser vorkommen. Das DVGW-Arbeitsblatt W 346 [21.1] informiert im Anhang 2 über die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel bei mit Zementmörtel ausgekleideten Rohrleitungen in Abhängigkeit vom Wassertyp. In Rohrleitungen mit unbehandelter Zementmörtel-Auskleidung (ZM-Auskleidung) kann bei weichen Wässern, den Wassertypen $W_{KS I}$ und $W_{KS II}$, der pH-Wert beträchtlich ansteigen und dadurch die Wirk-

samkeit von Chlor/Hypochlorit und Wasserstoffperoxid abnehmen. **Tabelle 21.4** informiert über die wesentlichen Inhalte in vereinfachter Form.

Zum Abschätzen der Wirksamkeit dient oft die Redoxspannung oder das Redoxpotenzial. Das Redoxpotenzial ist das Mischpotenzial aller im Wasser ablaufenden Oxidations- und Reduktionsreaktionen (Redox-Reaktionen), wobei die im Wasser und im Werkstoff enthaltenen Stoffe sowie ihre möglichen chemischen Reaktionen nicht bekannt sind. Daher lässt sich das Redoxpotenzial nicht aus der Desinfektionsmittel-Konzentration allein berechnen. Hinzu kommt, dass viele Redox-Reaktionen vom pH-Wert abhängig sind. **Bild 21.3** zeigt den Zusammenhang zwischen Redoxpotenzial und pH-Wert für die wichtigsten Desinfektionsmittel.

Um eine keimtötende Wirkung zu erreichen, sollte das Redoxpotenzial $E_H > 800$ mV sein. Diese Bedingungen gelten nicht nur für das Wasser, sondern müssen auch an der Phasengrenze Wasser/Werkstoff sichergestellt sein. Werden zum Füllen einer Rohrleitung

Tabelle 21.4:

Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel bei mit Zementmörtel ausgekleideten Rohrleitungen in Anlehnung an DVGW-Arbeitsblatt W 346 [21.1], Anhang 2

Zementmörtel	ohne Vorbehandlung			mit Vorbehandlung ¹⁾		
Wassertyp	$W_{KS I}$	$W_{KS II}$	$W_{KS III}$	$W_{KS I}$	$W_{KS II}$	$W_{KS III}$
$K_{S 4,3}$ in mmol/L	< 0,5	0,5 bis 2	> 2	< 0,5	0,5 bis 2	> 2
Chlor/Hypochlorit	–	0 ²⁾	+	0 ²⁾	0	+
Wasserstoffperoxid	– ^{2), 3)}	0 ²⁾	+	0 ^{2), 3)}	0	+
Chlordioxid	+	+	+	+	+	+
+ gut	¹⁾ Ggf. Wasserbehandlung bei $W_{KS I}$ und bei $W_{KS II}$					
0 ausreichend	²⁾ Hohe Desinfektionsmittelkonzentration und lange Einwirkzeit					
– schlecht	³⁾ Verbessern d. Wirksamkeit durch Zugabe v. 1 % Phosphorsäure					

mit einer frischen unbehandelten ZM-Auskleidung weiche, wenig gepufferte Wasser verwendet, so kann als Folge des pH-Wert-Anstiegs das für eine Desinfektion erforderliche Redoxpotenzial von $E_H > 800$ mV bei vielen Desinfektionsmitteln nicht oder nur durch Anwendung hoher Konzentrationen und langer Einwirkzeiten erreicht werden. Zu diesen Desinfektionsmitteln gehört beispielsweise das häufig verwendete Chlor/Hypochlorit, das bei pH-Werten

über 8 zunehmend Schwierigkeiten bei der Desinfektion bereitet. Zu empfehlen sind in diesen Fällen Desinfektionsmittel, deren Redoxpotenziale keine oder nur eine geringe pH-Wert-Abhängigkeit haben, beispielsweise Chlordioxid.

Wird eine ZM-ausgekleidete Rohrleitung mit ausreichend hartem Wasser in Betrieb genommen, so bilden sich auf der Mörteloberfläche Deckschich-

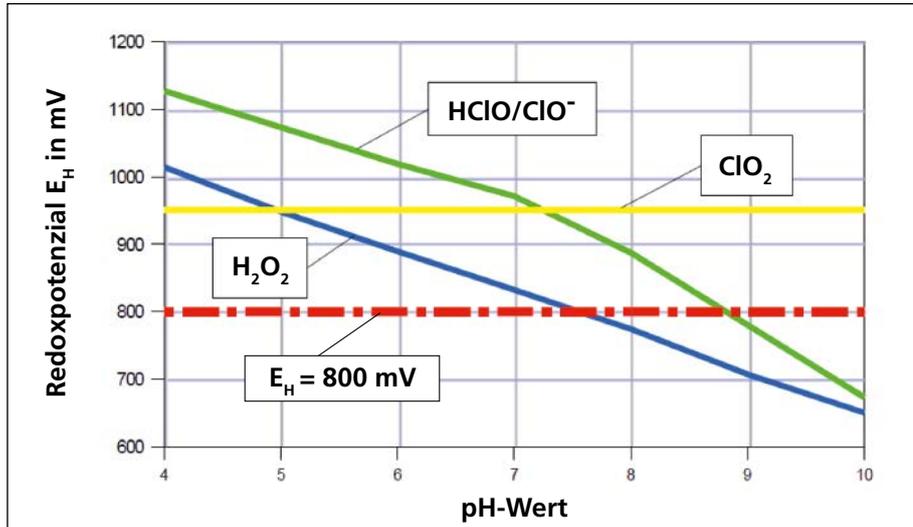


Bild 21.3:

Redoxpotenzial der Desinfektionsmittel Chlor (unterchlorige Säure)/Hypochlorit ($HClO/ClO^-$), Wasserstoffperoxid (H_2O_2) und Chlordioxid (ClO_2) in Abhängigkeit vom pH-Wert [21.23]

ten. Die gute Pufferung der härteren Wasser verringert den pH-Wert-Anstieg. Deckschichten und gute Pufferung des Wassers begünstigen demnach die Einstellung des erforderlichen Redoxpotenzials.

21.10 Handhabung und Entsorgung

Angaben zur Lagerung, Handhabung und Entsorgung der Desinfektionsmittel enthalten die technischen Datenblätter

und Sicherheitsdatenblätter der Hersteller. Hinweise gibt das DVGW-Arbeitsblatt W 346 [21.1], Anhang 2.

Alle Desinfektionsmittel neigen zum Zerfall. Wärme, Licht und Staub sowie Schwermetallverbindungen und organische Stoffe wirken beschleunigend. Deshalb sind Desinfektionsmittel und vor allem die Dosierlösungen in jedem Fall kühl und dunkel zu lagern. Zur Handhabung sind nur die vom Hersteller empfohlenen Geräte zu verwenden. Zu viel entnommene Mengen an Dosierlösung dürfen nie mehr in den Vorratsbehälter zurückgeben werden.

Dosierlösungen dürfen nicht überlagert sein. Die Herstellerangaben sind zu beachten. So nimmt in handelsüblichen Chlorbleichlaugen der Gehalt an freiem Chlor in Abhängigkeit von der Temperatur ständig ab. Das DVGW-Arbeitsblatt W 229 [21.24] informiert über diesen Zusammenhang. Bei diesem Zerfall entstehen auch unerwünschte Nebenprodukte. Deshalb ist nach längerer Lagerzeit unbedingt der Gehalt an freiem Chlor zu überprüfen.

Im Gegensatz zu Wasserstoffperoxid- und Chlordioxid-Lösungen ist Natriumhypochlorit-Lösung alkalisch (Chlorbleichlauge) mit pH-Werten zwischen 11,5 und 12,5. Nach der Zugabe erhöht sich zwangsläufig der pH-Wert des behandelten Wassers. Dies beeinträchtigt bei weichen Wässern die Wirksamkeit der Desinfektionslösung und kann bei sehr harten Wässern zum Ausfällen von Calciumcarbonat führen. Von einer Senkung des pH-Wertes durch Vermischen der Lösung mit Säuren ist abzuraten, weil Chlorgas entweichen und dadurch ein Unfall ausgelöst werden kann.

Chlorhaltige Desinfektionslösungen sind grundsätzlich vor der Einleitung in die Kanalisation oder in ein Gewässer zu behandeln. Möglichkeiten sind Verdünnen, chemische Neutralisation z. B. mit Natriumthiosulfat oder Filtration über Aktivkohlefilter.

Auf Wasserstoffperoxid basierende Desinfektionsmittel sind unter verschiedenen Handelsnamen erhältlich. Als Dosierlösung haben sie Wasserstoffperoxid-Konzentrationen von etwa 35 % oder 50 %. Zur Sprühanwendung

kommen z. B. Pump-Sprays mit Wasserstoffperoxid-Konzentrationen um 3 %. Damit lassen sich Teile oder Verbindungen vor Ort desinfizieren.

Über die Beseitigung desinfektionsmittelhaltiger Wässer informieren die DVGW-Arbeitsblätter W 291 [21.2] und W 346 [21.1], Anhang 2, die ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4] sowie die SVGW-Richtlinie W1000 [21.3].

21.11 Kontrolle der Maßnahmen und Freigabe der Rohrleitung

Nach der Desinfektion wird die Rohrleitung von der Desinfektionslösung freigespült und mit dem später zu transportierenden Wasser gefüllt. Im letzten Füllwasser sollte kein Desinfektionsmittel mehr nachweisbar sein. Zum Spülen ist etwa der zwei- bis dreifache Rohrleitungsinhalt erforderlich. Nach Beenden der Spülung sind der Rohrleitung Wasserproben für mikrobiologische Untersuchungen zu entnehmen. Das geschieht am Leitungsende oder, bei längeren Rohrleitungen, auch

an Teilstücken. Bei der Probenahme sind z. B. die im Regelwerk ISO 5667-5 [21.25] – auch enthalten in den Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A); (A 14) – angegebenen Maßnahmen unbedingt zu berücksichtigen. Dazu gehören das Abflauen lassen, das Reinigen und das Abflammen der Entnahmeventile.

Der Erfolg von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen ist durch mikrobiologische Untersuchungen zu überprüfen. Rohrleitungen dürfen grundsätzlich erst dann in Betrieb gehen, wenn aufgrund entsprechender Untersuchungsergebnisse der Nachweis der mikrobiologischen Unbedenklichkeit geführt und vorgegebene Grenzwerte für chemische Stoffe eingehalten sind. Die Untersuchungen mit Grenzwerten und Prüfungen richten sich nach der Trinkwasserverordnung. Ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend, sind die Maßnahmen zu wiederholen.

Zu erwähnen ist, dass aufgrund mikrobiologischer Untersuchungen nach der gründlichen Reinigung, z. B. mittels

Impulsspülverfahren, auf die Desinfektion verzichtet werden kann [21.21]. Dies ist vor allem dann interessant, wenn nicht genügend Wasser zur Verfügung steht oder große Spülwassermengen zu entsorgen sind. Das Impulsspülverfahren erniedrigt den Wasserbedarf bei der Reinigung und kann die anschließende Desinfektion und das Freispülen der Rohrleitung erübrigen.

21.12 Maßnahmen bei bestehenden Gussrohrleitungen

Nach Reparaturen und sonstigen Arbeiten an der Rohrleitung muss der Rohrleitungsabschnitt möglichst schnell wieder in Betrieb gehen. Für eine standardmäßige Desinfektion und Probenahme mit Freigabe bleibt daher keine Zeit. In diesem Fall ist durch andere Maßnahmen sicherzustellen, dass sich die Trinkwasserleitung nach Abschluss der Arbeiten in hygienisch einwandfreiem Zustand befindet. Hier ist besonders auf Sauberkeit während der Arbeiten zu achten. Es empfiehlt sich, die Bauteile vor dem Einbau auf Rein-

heit zu überprüfen und mit Sprühlösung zu desinfizieren. Nach Beendigung der Arbeiten ist der Rohrleitungsabschnitt gründlich mit Wasser zu spülen, wenn möglich mit hoher Fließgeschwindigkeit. Durch Zugabe von Desinfektionsmitteln lässt sich ggf. eine Desinfektion mittels Durchlaufverfahren durchführen. Auf jeden Fall sind die Hinweise des DVGW-Arbeitsblattes W 291 [21.2] zu beachten.

Es kommt immer wieder vor, dass die Wasserbeschaffenheit durch Störfälle, außergewöhnliche Vorkommnisse oder Notfälle beeinträchtigt wird. Beispiele sind Störungen bei der Wasseraufbereitung, das Eindringen von Fremdstoffen in die Trinkwasserleitung durch Lecks oder die unbeabsichtigte Verbindung mit Rohrleitungen, die kein Trinkwasser befördern. Über das Vorhalten einer hinreichenden Desinfektionskapazität in solchen Fällen gibt das Umweltbundesamt Empfehlungen [21.26]. Nach der örtlich begrenzten Desinfektion des Trinkwassers aus mobilen Anlagen muss vor allem die Ursache für die Beeinträchtigung erfasst werden. Im Anschluss an eine Sanierung ist die betroffene Trink-

wasserversorgung gründlich zu reinigen. Da es sich hierbei normalerweise um hartnäckige Verunreinigungen handelt, sind gut wirkende Reinigungsmaßnahmen angebracht. Hier hat sich das Impulsspülverfahren bewährt. Durch Feststoffinjektion lässt sich seine Wirksamkeit steigern.

Rohwasserleitungen neigen besonders bei hohen Eisen- und Mangangehalten des Wassers zum Zuwachsen. Je nach Betriebsweise und Art des Rohwassers kann es vorkommen, dass durch Spuren von gelöstem Sauerstoff die Oxidation und Ausfällung schon vor der Wasseraufbereitung stattfindet. Zurzeit wird untersucht, ob und in welchem Umfang die mikrobielle Verockerung Ursache für die Beeinträchtigungen ist [21.27].

Um die Leistungsfähigkeit dieser Rohrleitungen sicherzustellen, ist eine regelmäßige Wartung, etwa durch Spülen mit Gummibällen oder Molchen, notwendig. Im Gegensatz dazu passen sich Luftmolche jedem Leitungsquerschnitt an und tragen die mobilisierten Ablagerungen zuverlässig aus. Die Ursachen der Ablagerungen in Rohwasserlei-

tungen sowie Maßnahmen zum Vermeiden und Entfernen vor allem mit dem Impulsspülverfahren sind in [21.28] beschrieben.

21.13 Zusammenfassung

Bei Planung, Bau und Inbetriebnahme von neuen Rohrleitungen sind hygienische Aspekte zu beachten. **Tabelle 21.5** informiert über Arbeiten vor, während und nach Reinigung und Desinfektion. Vorbeugende Maßnahmen berücksichtigen die hygienischen Aspekte bei Planung und Bau von Rohrleitungen. Nach der Desinfektion ist für eine ordnungsgemäße Beseitigung der desinfektionsmittelhaltigen Wässer zu sorgen und durch Spülen mit Trinkwasser der Betriebszustand der Rohrleitung herzustellen. Die mikrobiologische Kontrolle gibt Auskunft, ob die Maßnahme erfolgreich verlief. Erst nach der Freigabe darf die Rohrleitung in Betrieb gehen.

21.14 Schlussbemerkungen, zusätzliche Informationen und Ausblick

21.14.1 Europäisches Regelwerk

Im Gegensatz zum DVGW-Regelwerk enthält das europäische Regelwerk bisher keine besondere Norm zur Inbetriebnahme oder zur Reinigung und Desinfektion von Rohrleitungen. Die EN 805 [21.11] gibt lediglich im Abschnitt 12 Information zur Desinfektion. Dabei gilt das Spülen mit Trinkwasser ohne Desinfektionsmittel mit oder ohne Zugabe von Luft als Teil der Desinfektion. Anhang A.28 gibt zusammen mit Tabelle A.3 Hinweise zur Auswahl der Desinfektionsmittel.

21.14.2 Forschungsprojekte

In den letzten Jahren halfen etliche Forschungsprojekte, die Zusammenhänge bei Reinigung und Desinfektion besser zu verstehen. Die Ergebnisse sind in Form von Thesenpapieren veröffentlicht [21.35], [21.36]. Wichtige neue Erkenntnisse lie-

gen nun über Biofilme in trinkwasserführenden Systemen vor, insbesondere über den VBNC-Zustand von Bakterien. VBNC (viable but not culturable) bedeutet lebend, aber nicht kultivierbar. Die Desinfektion beeinflusst die Übergänge zwischen kultivierbaren und VBNC-Stadien von bestimmten Bakterien. Sie kann die Populationen verändern und schnellwüchsige Bakterien begünstigen. Reinigen ist nicht gleichbedeutend mit Desinfektion. Eine wirksame Reinigung ist die Voraussetzung für den Erfolg von Desinfektionsmaßnahmen.

In den Ausführungen ist klar beschrieben, was Reinigen bedeutet, nämlich Verunreinigungen, Ablagerungen und andere unerwünschte Substanzen aus den Rohrleitungen zu entfernen. Dabei sind alle lockeren Ablagerungen zu mobilisieren und auszutragen. Sie dürfen sich auf keinen Fall an anderer Stelle wieder ablagern und dadurch erneut zu Beeinträchtigungen des Trinkwassers führen. Das Entfernen von Ablagerungen reduziert die Einnistungsmöglichkeit von Mikroorganismen und optimiert den Betriebszustand der Trinkwasseranlagen.

Tabelle 21.5:

Hygienische Aspekte bei Planung, Bau und Inbetriebnahme von Rohrleitungen

Maßnahme	Arbeiten	Regelwerk/Verzeichnis
Vorbeugende Maßnahmen	Auswahl der Werkstoffe nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik	Richtlinie 98/83/EG [21.29], Deutsche TrinkwV § 17 [21.6], DIN 2000 [21.5], Abschnitt 6.6
	Verwenden geprüfter Werkstoffe	Leitlinien des Umweltbundesamtes [21.7], DVGW-Arbeitsblätter W 270 [21.30], W 347 [21.31] und W 348 [21.32] SVGW-Richtlinie W4-1 [21.8] OENORM B 5014-1 [21.9] und OENORM B 5014-2 [21.10]
	Verwenden geprüfter Hilfsstoffe; Ausspülbarkeit	DVGW-Prüfgrundlagen VP 641 [21.15] und W 363 [21.16], Anlage A, sowie [21.17], DVGW-Arbeitsblatt W 521 [21.18]
	Verwenden zertifizierter Produkte bei Verfügbarkeit	DVGW-Verzeichnis wasserfachlicher Produkte [21.33]
	Vermeiden von Verunreinigungen während Fertigung, Lagerung und Transport; Verschließen mit Kappen, Verpackung	EN 805 [21.11], Abschnitt 10.1.3, DVGW-Arbeitsblätter W 400-2 [21.12], Abschnitt 5, und W 346 [21.1], EN 1074-1 [21.13], Abschnitt 8 SVGW-Richtlinie W4-3 [21.19], ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4]
	Sauberkeit beim Einbau; Vermeiden von Verunreinigungen z. B. Schlamm, schmutzige Lappen	DVGW-Arbeitsblätter W 346 [21.1] und W 400-2 [21.12], Abschnitt 7.2 SVGW-Richtlinie W4-3 [21.19] ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4]

Fortsetzung auf Seite 21/18

Maßnahme	Arbeiten	Regelwerk/Verzeichnis
Reinigung	Entfernen unbeabsichtigter Fremdstoffe; Entfernen von Hilfsstoffen	DVGW-Arbeitsblätter W 291 [21.2] und W 346 [21.1], Anhang 2 SVGW-Richtlinie W4-3 [21.19] ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4]
Desinfektion	Abtöten/Schädigen von Mikroorganismen; Anwendungsbereiche beachten	DVGW-Arbeitsblätter W 291 [21.2] und W 346 [21.1], Anhang 2 SVGW-Richtlinie W4-3 [21.19] ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4]
Maßnahmen nach der Desinfektion	Spülen, Entnahme von Wasserproben; Beseitigung desinfektionsmittelhaltiger Wässer	DVGW-Arbeitsblätter W 291 [21.2] und W 346 [21.1], Anhang 2 SVGW-Richtlinie W4-3 [21.19] ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4]
Kontrolle der Maßnahmen	Mikrobiologische Untersuchung; Messen des pH-Wertes	EN 16412 [21.34] Deutsche TrinkwV [21.6] SVGW-Richtlinie W4-3 [21.19] ÖVGW-Richtlinie W 55 [21.4]

Simulationsrechnungen zeigen unzureichend durchströmte Bereiche auf. Solche Bereiche in Verbindungen und Bauteilen können im Betrieb zu erhöhter Biofilmbildung führen und sind konstruktiv zu minimieren. So sollte auch die Länge von wenig genutzten Abgängen auf maximal das Dreifache des Innendurchmessers beschränkt werden. Im Falle einer Kontamination sind wenig durchströmte Bereiche nur mit intensiven Reinigungsverfahren wie mit dem Impulsspülverfahren zu erreichen. Simulationsrechnungen halfen bereits beim Optimieren von Bauteilen mit dem Ziel, Probleme im Betrieb durch erhöhte Biofilmbildung zu verringern sowie Reinigung und Desinfektion zu verbessern.

21.14.3 DVGW-Arbeitsblatt W 557 [21.37]

Während sich DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] auf die Wasserverteilungsanlagen bezieht, war infolge unterschiedlicher Betriebsbedingungen, Nennweiten, Werkstoffe, Bauteile und Apparate eine Regelung für die Trinkwasser-Installation innerhalb von Gebäuden notwendig. Aufbauend auf

das DVGW-Arbeitsblatt W 291 [21.2] und ergänzend zu EN 806-4 [21.38] wurde das DVGW-Arbeitsblatt W 557 [21.37] erarbeitet. Zwar kommen Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen nach EN 545 [21.39] normalerweise nur außerhalb von Gebäuden zur Anwendung, aber dennoch sind die in diesem Arbeitsblatt enthaltenen Informationen zum Betrieb der Verteilungsnetze von derart überragender Bedeutung, dass sie hier erwähnenswert sind.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 557 [21.37] erschien im Oktober 2012 mit dem damaligen Kenntnisstand, berücksichtigt aber noch nicht die Ergebnisse aus dem letzten Forschungsprojekt [21.36]. Im Aufbau spiegeln sich die drei Themen des DVGW-Arbeitsblattes W 291 [21.2] wieder:

- vorbeugende Maßnahmen,
- Reinigung,
- Desinfektion.

Das DVGW-Arbeitsblatt W 557 [21.37] unterstreicht die Bedeutung der Reinigung vor der Desinfektion. Diese Hinweise gelten gleichwohl auch für die Wasserverteilung, insbesondere bei

Verunreinigungen und Kontaminationen. Der erste Schritt zur Beseitigung einer Verunreinigung ist in jedem Fall die Reinigung. Dies gilt auch bei mikrobiellen Kontaminationen. In Partikel oder Korrosionsprodukten eingebettete Mikroorganismen lassen sich mit Hilfe von Desinfektionsmitteln so gut wie nicht abtöten, weil diese die Mikroorganismen nicht erreichen. Daher müssen die Partikel oder Korrosionsprodukte durch Spülen oder andere Reinigungsmaßnahmen entfernt werden. Die Anlagendesinfektion kann als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme erforderlich werden. Ablagerungen begünstigen die Vermehrung von Mikroorganismen, wodurch es zu mikrobiellen Beeinträchtigungen kommen kann. Um dies zu verhindern, ist beim Vorhandensein von Ablagerungen eine Reinigung erforderlich. Bei einer vorhandenen mikrobiellen Beeinträchtigung der Beschaffenheit des Trinkwassers ist als erste Maßnahme eine Reinigung durchzuführen. In diesen Fällen kann nach der Reinigung eine zusätzliche Anlagendesinfektion erforderlich sein.

Das Arbeitsblatt weist auf die Belastung der Werkstoffe durch die Desinfektion hin. Jede Anlagendesinfektion belastet die Werkstoffe und Bauteile der Trinkwasser-Installation, sodass es zu einer Schädigung der Trinkwasser-Installation kommen kann. Eine regelmäßige Wiederholung der Anlagendesinfektion zur Verhinderung von Kontaminationen ist aus diesem Grunde nicht zu empfehlen.

21.14.4 Überarbeitung des DVGW-Arbeitsblattes W 291 [21.2]

Nach über 15 Jahren steht die Überarbeitung des DVGW-Arbeitsblattes W 291 [21.2] an. Die Arbeiten beginnen im Jahr 2015.

21.14.5 Reinigung und Instandhaltung

Die Reinigung ist nicht nur bei der Inbetriebnahme notwendig, um unbeabsichtigte Verunreinigungen und Montagehilfsmittel auszutragen, sondern spielt bei der Instandhaltung der Rohrleitungen eine große Rolle. Sie sorgt für einen hygienisch einwandfreien Zustand und Versorgungssicherheit. Vor allem

bei Rohwasserleitungen ist eine regelmäßige Reinigung erforderlich, wenn beispielsweise Verockerung die Leistung beeinträchtigt [21.23]. Bei Abwasserdruckleitungen berücksichtigt das neue DWA-Regelwerk die Instandhaltung. Hier sind Reinigungen durch Molchung, Druckluftspülung oder Impulsspülverfahren möglich. Entsprechende Einspeiseeinrichtungen oder Molchschleusen sind bei der Planung und beim Bau vorzusehen. Die stationäre Druckluftspülung soll Ablagerungen verhindern, während das Impulsspülverfahren je nach Bedarf gezielt Rohrleitungsabschnitte reinigen kann. Beide Verfahren arbeiten normalerweise online und verwenden angestautes Abwasser zum Reinigen.

21.15 Literatur

- [21.1] DVGW-Arbeitsblatt W 346
Guss- und Stahlrohrleitungsteile mit ZM-Auskleidung – Handhabung
[DVGW worksheet W 346
Cast iron and steel pipes and components with cement mortar lining – Handling]
2000-08

- [21.2] DVGW-Arbeitsblatt W 291
Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilsanlagen
[DVGW worksheet W 291
Cleaning and disinfection of water distribution systems]
2000-03

- [21.3] SVGW-Richtlinie W1000
Empfehlungen für die Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen
[SVGW guideline W1000
Recommendations for cleaning and disinfection of drinking water pipelines]
2000-03

- [21.4] ÖVGW-Richtlinie W 55
Behälter- und Rohrnetzhygiene
[ÖVGW guideline W 55
Hygiene in reservoirs and
pipeline networks]
2012-05-01
- [21.5] DIN 2000
Zentrale Trinkwasserversorgung –
Leitsätze für Anforderungen an
Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb
und Instandhaltung der
Versorgungsanlagen
[Central drinking water supply –
Guide lines regarding requirements
for drinking water, planning,
construction, operation and
maintenance of plants]
2000-10
- [21.6] Deutsche Trinkwasserver-
ordnung in der Fassung der
Bekanntmachung vom
2. August 2013
[http://www.gesetze-im-internet.de/
trinkvw_2001/BJNR095910001.html](http://www.gesetze-im-internet.de/trinkvw_2001/BJNR095910001.html)
- [21.7] Leitlinien des Umweltbundes-
amtes (Übersicht)
[http://www.umweltbundesamt.de/
themen/wasser/trinkwasser/trink-
wasser-verteilen/bewertungs-
grundlagen-leitlinien](http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasser-verteilen/bewertungsgrundlagen-leitlinien)
- [21.8] SVGW-Richtlinie W4-1
Richtlinie für Wasserverteilung –
Teil 1: Allgemeines
[SVGW guideline W4-1
Guideline for water distribution –
Part 1: General]
2013-03
- [21.9] OENORM B 5014-1
Sensorische und chemische Anforde-
rungen und Prüfung von Werk-
stoffen im Trinkwasserbereich –
Teil 1: Organische Werkstoffe
[Organoleptic and chemical require-
ments and testing of materials in
contact with drinking water –
Part 1: Organic materials]
2000-11-01
- [21.10] OENORM B 5014-2
Sensorische und chemische Anforde-
rungen und Prüfung von Werk-
stoffen im Trinkwasserbereich –
Teil 2: Zementgebundene
Werkstoffe
[Organoleptic and chemical require-
ments and testing of materials in
contact with drinking water –
Part 2: Cementitious materials]
2011-12-15
- [21.11] EN 805
Water supply –
Requirements for systems and
components outside buildings
[Wasserversorgung –
Anforderungen an Wasserversor-
gungssysteme und deren Bau-
teile außerhalb von Gebäuden]
2000

- [21.12] DVGW-Arbeitsblatt W 400-2
Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV) –
Teil 2: Bau und Prüfung
[DVGW worksheet W 400-2
Technical rules for water distribution systems –
Part 2: Construction and testing]
2004-09
- [21.13] EN 1074-1
Valves for water supply –
Fitness for purpose requirements and appropriate verification tests –
Part 1: General requirements
[Armaturen für die Wasserversorgung –
Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und deren Prüfung –
Teil 1: Allgemeine Anforderungen]
2000
- [21.14] EADIPS®/FGR®-Norm 74
Formstücke und Armaturen aus duktilem Gusseisen –
Verpackung von Formstücken und Armaturen
[Ductile iron fittings and valves –
Packaging of ductile iron fittings and valves]
2013-06
- [21.15] DVGW-Prüfgrundlage VP 641
Gleitmittel für Steckmuffen-Verbindungen in der Wasserversorgung –
Anforderungen und Prüfungen
[DVGW test specification VP 641
Lubricants for push-in joints in water supply –
Requirements and testing]
2009-06
- [21.16] DVGW-Prüfgrundlage W 363
Absperrarmaturen, Rückflussverhinderer, Be-/Entlüftungsventile und Regelarmaturen aus metallenen Werkstoffen für Trinkwasserversorgungsanlagen –
Anforderungen und Prüfungen
- [DVGW test specification W 363
Isolation valves, check valves, air valves and control valves made of metallic materials for drinking water distribution systems –
Requirements and testing]
2010-06
- [21.17] DVGW-Prüfgrundlage W 363-B1:
1. Beiblatt zu DVGW-Prüfgrundlage W 363 –
Absperrarmaturen, Rückflussverhinderer, Be-/Entlüftungsventile und Regelarmaturen aus metallenen Werkstoffen für Trinkwasserversorgungsanlagen –
Anforderungen und Prüfungen
[DVGW test specification W 363-B1:
Supplement 1 to DVGW test specification W 363 –
Isolation valves, check valves, air valves and control valves made of metallic materials for drinking water distribution systems –
Requirements and testing]
2014-09

- [21.18] DVGW-Arbeitsblatt W 521
Gewindeschneidstoffe für die
Trinkwasser-Installation –
Anforderungen und Prüfung
[DVGW worksheet W 521
Thread cutting agents for
drinking water installation –
Requirements and testing]
1995-12
- [21.19] SVGW-Richtlinie W4-3
Richtlinie für Wasserverteilung –
Planung, Projektierung,
Bau, Prüfung sowie
Betrieb und Instandhaltung
der Trinkwasserverteilung
außerhalb von Gebäuden –
Teil 3: Bau und Prüfung
[SVGW guideline W4-3
Guideline for water distribution –
Planning, project development,
construction, testing as well as
operation and maintenance
of drinking water distribution
systems outside buildings –
Part 3: Construction and testing]
2013-3
- [21.20] SVGW-Richtlinie W4-5
Richtlinie für Wasserverteilung –
Planung, Projektierung,
Bau, Prüfung sowie
Betrieb und Instandhaltung
der Trinkwasserverteilung
außerhalb von Gebäuden –
Teil 5: Praxisunterlagen, Themen-
blatt Nr. 7: Rohrnetzspülung
[SVGW guideline W4-5
Guideline for water distribution –
Planning, project development,
construction, testing as well as
operation and maintenance
of drinking water distribution
systems outside buildings –
Part 5: Practical data sheet, data
sheet No. 7: Network flushing]
2013-3
- [21.21] Bernemann, M. und Farke, O.:
Bau einer Trinkwassertransport-
leitung DN 700 in Paderborn
[Construction of a drinking water-
main DN 700 in Paderborn]
bbr – Fachmagazin für Leitungs-
bau, Brunnenbau und Geothermie
2007-02, S. 16 ff.
- [21.22] Immel, S., Schimmelpfennig, S.,
Klein, N., Utke, C., und Gnirss, R.:
Brunnengalerien und Rohwas-
serleitungen online reinigen
[Inline cleaning of well galleries
and raw water pipelines]
wwt – Wasserwirtschaft
Wassertechnik,
Heft 1–2,
2014, S. 15 ff.
- [21.23] Klein, N. und Rammelsberg, J.:
Inbetriebnahme von Rohrleitungen
mit Zementmörtel-Auskleidung
[Commissioning of cement
mortar lined pipelines]
3R international (48),
Heft 3-4,
2009, S. 144 ff.
- [21.24] DVGW-Arbeitsblatt W 229
Verfahren zur Desinfektion
von Trinkwasser mit Chlor
und Hypochloriten
[DVGW worksheet W 229
Disinfection procedures
of drinking water with
chlorine and hypochlorite's]
2008-05

- [21.25] ISO 5667-5
Water quality –
Sampling –
Part 5: Guidance on sampling
of drinking water from treat-
ment works and piped
distribution systems
[Wasserbeschaffenheit –
Probenahme –
Teil 5: Anleitung zur Probenahme
von Trinkwasser aus Aufbereitungs-
anlagen und Rohrnetzsystemen]
2006
- [21.26] Bundesgesundheitsblatt –
Gesundheitsforschung –
Gesundheitsschutz
Empfehlung des Umwelt-
bundesamtes
Vorhalten einer hinreichenden
Desinfektionskapazität nach
§ 5 Abs. 4 TrinkwV 2001 für
außergewöhnliche Vorkomm-
nisse oder Notfälle
2004-11
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/desinfektionskapazitaet_2004_11.pdf
- [21.27] Mikrobielle Verockerung in
technischen Systemen
<http://www.anti-ocker.de/>
- [21.28] Klein, N. und Hammann, H.-G.:
Reinigen der Rohwasserleitungen
sichert die Trinkwasserversorgung
[Cleaning of raw water pipelines
secures drinking water supply]
Energie | wasser-praxis,
Ausgabe 06
2008, S. 24 ff.
- [21.29] Richtlinie 98/83/EG
Richtlinie 98/83/EG des Rates
vom 03.11.1998 über die
Qualität von Wasser für
den menschlichen Gebrauch
[Directive 98/83/EC
Council Directive 98/83/EC
of 3 November 1998 on the
quality of water intended
for human consumption]
1998-11-03
- [21.30] DVGW-Arbeitsblatt W 270
Vermehrung von Mikroorga-
nismen auf Werkstoffen für
den Trinkwasserbereich –
Prüfung und Bewertung
- [DVGW worksheet W 270
Microbial enhancement on
materials to come into contact
with drinking water –
Testing and assessment]
2007-11
- [21.31] DVGW-Arbeitsblatt W 347
Hygienische Anforderungen
an zementgebundene Werk-
stoffe im Trinkwasserbereich –
Prüfung und Bewertung
[DVGW worksheet W 347
Hygiene requirements for cemen-
titious materials intended for use
in drinking water supply systems –
Testing and evaluation]
2006-05
- [21.32] DVGW-Arbeitsblatt W 348
Anforderungen an Bitumen-
beschichtungen von Formstücken
aus duktilem Gusseisen und im
Verbindungsbereich von Rohren
aus duktilem Gusseisen, unlegier-
tem und niedrig legiertem Stahl

- [DVGW worksheet W 348
Requirements of bituminous
coatings of ductile iron fittings
and in the jointing area of
ductile iron pipes and unalloyed
and low-alloyed steel pipes]
2004-09
- [21.33] DVGW-Verzeichnis wasser-
fachlicher Produkte
<http://www.dvgw-cert.com/?id=34>
<http://mycert.dvgw-cert.com/verzeichnisse/index/>
- [21.34] EN 16421
Influence of materials on water
for human consumption –
Enhancement of microbial
growth (EMG)
[Einfluss von Materialien auf Wasser
für den menschlichen Gebrauch –
Vermehrung von Mikroorganismen]
2014
- [21.35] Erkenntnisse aus dem BMBF
(Deutsches Bundesministerium
für Bildung und Forschung) –
Verbundprojekt
„Biofilme in der Trinkwasser-
Installation“
http://www.biofilm-hausinstallation.de/dokumente/Thesepapier_2_0.PDF
- [21.36] Erkenntnisse aus dem Projekt
„Biofilm-Management“
Erkennung und Bekämpfung
von vorübergehend unku-
ltivierbaren Pathogenen
in der Trinkwasser-Installation
http://www.biofilm-management.de/sites/default/files/Projektmeetings/Bonn_2014/Thesepapier/Thesepapier%201.1.pdf
- [21.37] DVGW-Arbeitsblatt W 557
Reinigung und Desinfektion von
Trinkwasser-Installationen
[DVGW worksheet W 557
Cleaning and disinfection of
drinking water installations]
2012-10
- [21.38] EN 806-4
Specifications for installations
inside buildings conveying water
for human consumption –
Part 4: Installation
[Technische Regeln für
Trinkwasser-Installationen –
Teil 4: Installation]
2010
- [21.39] EN 545
Ductile iron pipes, fittings,
accessories and their joints
for water pipelines –
Requirements and test methods
[Rohre, Formstücke, Zubehör-
teile aus duktilem Gusseisen
und ihre Verbindungen
für Wasserleitungen –
Anforderungen und Prüfverfahren]
2010

