



Eisenbahn-Bundesamt

Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserverteilungs- und Trinkwasserspeichersystemen in Schienenfahrzeugen und ortsfesten/mobilen Trinkwasser-Befüllungsanlagen

im Internet veröffentlicht unter: www.eba.bund.de/Service/ref34/s_34b.htm

Gemäß § 4 Abs. 1 der Trinkwasserverordnung muss Trinkwasser frei sein von Krankheitserregern. Auf dem Wege vom Verteilungsnetz der Eisenbahnen zum Verbraucher (Reisenden) darf das Trinkwasser nicht zusätzlich mit Krankheitserregern oder mit chemischen Stoffen sowie anderen Verunreinigungen kontaminiert werden. Darum müssen die Trinkwasserverteilungsnetze, die Trinkwasserbehälter und die Armaturen unter hygienischen Gesichtspunkten geplant, gebaut und betrieben werden. In diesem Zusammenhang ist die ordnungsgemäße Durchführung von Reinigung und Desinfektion besonders wichtig.

Dieser Anhang wurde durch das Eisenbahn-Bundesamt (EBA) herausgegeben, um im Bereich der Eisenbahnunternehmen den reinigenden und desinfizierenden Unternehmensbereichen diesbezüglich ein geeignetes Anleitungsmaterial zur Verfügung zu stellen und um eine bundesweit einheitliche Verfahrensweise zu gewährleisten.

Stand: 01.01.2008

Erstellt durch:

Eisenbahn- Bundesamt, Referat 34 - Überwachung Betrieb (Personal, Anlagen, Fahrzeuge)
Dipl.-Ing. Rainer Mahnke, GA 3414 - Aufsicht nach Infektionsschutzgesetz -
Vorgebirgsstraße 49, 53119 Bonn
Tel.: (0228) 98 26 366, Fax: (0228) 98 26 9366, Mobil: 0172- 2 47 22 81
e-Mail: MahnkeR@eba.bund.de

Kapitel	Inhalt	Seite
1.	<u>Begriffe</u>	5
2.	<u>Vorbemerkung</u>	5
3.	<u>Vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung von Kontaminationen des Trinkwassers</u>	6
3.1	Schutz vor Verunreinigungen bei Bau und Reparatur von Anlagen	6
3.2	Vermeidung von Ablagerungen	7
4.	<u>Reinigung</u>	7
4.1	Ziel der Reinigung	7
4.2	Reinigungsmittel und -verfahren	8
4.2.1	Mechanische Reinigung	8
4.2.2	Chemische Reinigung	8
5.	<u>Desinfektion</u>	8
5.1	Auswahl der Desinfektionsmittel	9
5.2	Arbeitssicherheit	9
5.3	Bewährte Desinfektionschemikalien	10
5.3.1	Natriumhypochlorit, NaOCl	11
5.3.2	Calciumhypochlorit, Ca(OCl) ₂	11
5.3.3	Chlordioxid, ClO ₂	12
5.3.4	Wasserstoffperoxid, H ₂ O ₂	12
5.3.5	Kaliumpermanganat, KMnO ₄	13
5.4	Sonstige Desinfektionsmittel	13
5.5	Bestimmung der Desinfektionsmittel- Konzentration	14
5.6	Bedarfsermittlung des benötigten Desinfektionsmittels bei Dosiergeräten	17
6.	<u>Arbeitsgeräte für den Einsatz von Desinfektionsmitteln</u>	17
6.1	Allgemeines	17
6.2	Anlagentypen für die Desinfektion von Trinkwasserfüllschläuchen und -behältern	17

Kapitel	Inhalt	Seite
6.2.1	Stationäre Anlage zur Desinfektion von Trinkwasserfüllschläuchen	17
6.2.2	Mobile Desinfektionsdosieranlage auf Herlisil-Basis für Trinkwasserfüllschläuche und -behälter	18
6.3	Sonstige Dosiergeräte	20
6.3.1	Injektoren	20
6.3.2	Dosierpumpen	21
6.4	Betrieb und Wartung	22
7.	<u>Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserbehältern in Schienenfahrzeugen</u>	22
7.1	Allgemeine Maßnahme vor Beginn der Reinigung	22
7.2	Reinigung	22
7.2.1	Mechanische Reinigung	22
7.2.2	Chemische Reinigung	23
7.3	Desinfektion	23
8.	<u>Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen in Trinkwasser-Befüllungsanlagen und in Schienenfahrzeugen</u>	23
8.1	Spülverfahren	23
8.1.1	Spülen mit Trinkwasser	23
8.1.2	Spülen mit Luft/Wasser-Gemisch	24
8.1.3	Molchverfahren	24
8.2	Desinfektion	24
8.2.1	Statisches Desinfektionsverfahren	25
8.2.2	Thermisches Desinfektionsverfahren in Schienenfahrzeugen	25
8.3	Vorgehen bei Reparaturen	25
9.	<u>Reinigung und Desinfektion von Einbauteilen</u>	26
10.	<u>Kontrolluntersuchungen</u>	26
10.1	Entnahme von Trinkwasserproben	26
10.2	Mikrobiologische Untersuchungen	27
11.	<u>Inbetriebnahme von Trinkwasserleitungen und -behältern</u>	27

Kapitel	Inhalt	Seite
12.	<u>Beseitigung von reinigungs- und desinfektionsmittelhaltigen Wässern</u>	28
12.1	Wasserrechtliche Gesichtspunkte	28
12.2	Einleitung in ein öffentliches Kanalnetz	28
12.3	Einleitung in einen Vorfluter	28
12.4	Versickerung im Erdreich	29
13.	<u>Desinfektion des Trinkwassers selbst (Trinkwasseraufbereitung)</u>	29
13.1	Anforderungen	29
13.2	Dosieranlagen für Desinfektions- bzw. Oxidationsmittel	29
13.3	UV-Desinfektionsanlagen in Schienenfahrzeugen	31
13.4	Trinkwasserkonservierung	32
14.	<u>Rechtsvorschriften, UVV, Normen, Technische Regeln und sonstige Unterlagen</u>	32
14.1	Rechtsvorschriften	32
14.2	Unfallverhütungsvorschriften (UVV)	33
14.3	Normen	33
14.4	Technische Regeln der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW)	34
14.5	Sonstige Unterlagen	35

Anlage 1:

Muster für einen „Maßnahmeplan über Abhilfemaßnahmen bei Parameterüberschreitungen in Wasser für den menschlichen Gebrauch in Schienenfahrzeugen/Trinkwasser-Befüllungsanlagen“

Anlage 2:

Anhang 1 der „Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001“:

Einzelprüfung von UV-Desinfektionsgeräten ohne Baumusterprüfung_nach DVGW-Arbeitsblatt W 294 – Voraussetzungen, Anforderungen und Prüfung

1. Begriffe

(1.1) Trinkwasser

Das Trinkwasser ist ein verderbliches Lebensmittel, auf dem aber kein Verfallsdatum steht. Es unterliegt organoleptischen, mikrobiologischen und chemischen Veränderungen und ist daher nicht unbegrenzt haltbar.

Wie andere Lebensmittel, so ist auch das Trinkwasser nicht steril, d.h., es kann eine Vielzahl von Mikroorganismen enthalten, ohne dass dadurch seine Eignung für den menschlichen Genuss eingeschränkt ist. Dies ist erst dann besorgniserregend, wenn es sich bei diesen Mikroorganismen um Krankheitserreger handelt.

Fakultativ pathogene Krankheitserreger, die in der Umwelt nur in geringen Konzentrationen vorkommen, können sich im Trinkwasser unter bestimmten Bedingungen bis hin zu infektionsrelevanten Konzentrationen vermehren.

(1.2) Trinkwasser-Befüllungsanlage (WFA)

Anlage, die Trinkwasser von der Übergabestelle an Schienenfahrzeuge zur Verfügung stellt, einschließlich aller Einrichtungen, Rohrleitungen, Schläuche, Armaturen und Apparate sowie mobile Fahrzeuge mit Trinkwasser-Transportbehältern. Befüllungsanlagen können über eine eigene Wasseraufbereitungs- bzw. -desinfektionsanlage verfügen.

(1.3) Abgabestelle

Stelle in einer Trinkwasser-Befüllungsanlage, an der die Übergabe des Trinkwassers vom ortsfest verlegten Netz der Befüllungsanlage über eine Schlauchleitung an das Schienenfahrzeug erfolgt.

(1.4) Aufbereitung

Gezielte wissenschaftlich begründete technische Maßnahme

- a) zur Anpassung der Beschaffenheit eines Wassers an die Anforderungen an Trinkwasser und
- b) zur Anpassung der Trinkwasserbeschaffenheit an technische Erfordernisse der Trinkwasserverteilung, Speicherung und -verwendung.

(1.5) Desinfektion

Abtötung bzw. Inaktivierung von Krankheitserregern (Viren, Bakterien und Parasiten) sowie unspezifischen (nicht pathogenen) Mikroorganismen

(1.6) Betreiber

Unternehmer bzw. sonstiger Inhaber eines Schienenfahrzeuges bzw. einer mobilen oder ortsfesten Trinkwasser-Befüllungsanlage.

Der Betreiber ist für die Einhaltung der für die von ihm betriebenen Anlage geltenden Rechtsvorschriften und technischen Regeln verantwortlich. Betreiber kann auch der tatsächliche Nutzer der Anlage sein.

2. Vorbemerkung

Trinkwasser muss auch im Bereich der Eisenbahnen besonderen Anforderungen genügen, damit keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen beim Verbraucher (Reisende, Mitarbeiter etc.) verursacht werden. Die zur Überwachung erforderlichen Untersuchungsparameter sind in der Trinkwasserverordnung¹ festgelegt. Eine der möglichen Ursachen für Veränderungen des Trinkwassers auf dem Transportweg sind Verunreinigungen im Verteilungssystem.

Verunreinigungen können vor allem beim Neubau und bei der Reparatur von Anlagen in das Trinkwassersystem gelangen. Dabei stellt die Kontamination mit Krankheitserregern die größte Gefahr dar. Um derartige Veränderungen des Trinkwassers auszuschließen, ist es notwendig, Verunreinigungen zu entfernen und gegebenenfalls die Mikroorganismen durch eine begleitende Desinfektion zu deaktivieren. Der erste Schritt zur Beseitigung einer Kontamination sollte in jedem Fall die Reinigung sein. Die Desinfektion ist als zusätzliche Maßnahme bei Erfordernis durchzuführen.

¹ Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 (BGBl. I Nr. 24 vom 28.05.2001) in der aktuellen Fassung

3. Vorbeugende Maßnahmen zur Verhinderung von Kontaminationen des Trinkwassers

3.1 Schutz vor Verunreinigungen bei Bau und Reparatur von Anlagen

Die Sorge für die Trinkwasserhygiene beginnt nicht erst mit der Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserversorgungsanlagen², sondern bereits bei der Planung, Verlegung bzw. beim Einbau. Beim Neubau und bei der Reparatur von Anlagen stellt die Kontamination mit Mikroorganismen, einschließlich Krankheitserregern und Fäkalindikatoren die größte Gefahr dar. Sedimentierter Schmutz führt zur wochen- oder monatelangen Vermehrung von Mikroorganismen (Koloniezahlerhöhungen, Wachstum von coliformen Mikroorganismen und von *Pseudomonas aeruginosa*). Durch gezielte Maßnahmen muss verhindert werden, dass Verunreinigungen und vor allem Mikroorganismen in die Armaturen, Rohrleitungen und Behälter eingetragen werden:

- Die für die Trinkwasserinstallation angelieferten Rohre, Schläuche und Behälter müssen mit den herstellerseitig angebrachten Schutzkappen an allen Öffnungen verschlossen sein. Diese Kappen dürfen erst kurz vor der Montage entfernt werden.
- Verunreinigungen sind durch Auswaschen bzw. Abwaschen mit Reinigungs- und Desinfektionsmitteln zu entfernen.
- In Trinkwasserinstallationen dürfen nur saubere Rohre, Formstücke und Armaturen eingebaut werden. Die Rohrleitungen sind während des Baus ständig reinzuhalten. Offene Rohre im Rohrgraben sind auch bei kurzen Arbeitsunterbrechungen, vor allem aber nachts mit Stopfen oder Presskolben sicher zu verschließen. Es ist nicht ausreichend, ein Brett vor die Rohröffnung zu stellen oder mit Kunststofffolien abzudecken, weil auch das Eindringen von Oberflächenwasser sicher verhindert werden muss.
- Auf jeder Baustelle sind geeignete Rohrbürsten dauernd bereitzuhalten. Jedes einzelne Rohr ist vor dem Einbau mittels Rohrbürste von losem Schmutz und sonstigen Fremdkörpern zu reinigen.

Da trotz aller Vorsorgemaßnahmen ein Eintrag von Mikroorganismen nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden kann, ist es darüber hinaus erforderlich, Maßnahmen zu ergreifen, die eine Vermehrung dieser Organismen verhindern oder zumindest erschweren:

- Die in der Installation eingesetzten Bau- und Rohrleitungswerkstoffe, Dichtungsmaterialien, Gleitmittel, Gewindeschneidöle, Anstriche, Beschichtungen usw., die mit dem Trinkwasser in Berührung kommen, sind entsprechend der DIN 1988³ bzw. der DIN EN 1717⁴, den KTW-Empfehlungen⁵ und den Technischen Regeln W 270⁶ und W 347⁷ des DVGW sorgfältig auszuwählen und dürfen bezüglich ihrer Werkstoff-Zusammensetzung ein Wachstum von Mikroorganismen nicht fördern, das Trinkwasser durch chemische Substanzen nicht verunreinigen und müssen gesundheitlich unbedenklich sein.
- Die Trinkwasserversorgungsanlage muss baulich so ausgeführt werden, dass sie hinsichtlich der eingesetzten Materialien und den Einrichtungen zum Schutz des Trinkwassers bzw. der Erhaltung der Trinkwassergüte der DIN 1988 bzw. der DIN EN 1717 entspricht.
- Bei Kunststoff-Trinkwasserbehältern in Schienenfahrzeugen ist zu beachten, dass diese, trotz Befüllung mit Trinkwasser unterschiedlicher Wasserqualitäten, eine Schleimbildung bzw. die

² unter Trinkwasserversorgungsanlagen werden hier ausschließlich Rohrleitungen, Schläuche u.a. Installationen in ortsfesten Trinkwasser-Befüllungsanlagen (WFA) für Schienenfahrzeuge und unter Behältern Trinkwasserbehälter in Schienenfahrzeugen verstanden

³ DIN 1988 - "Technische Regeln für Trinkwasser- Installationen (TRWI)", Teil 1 bis 8

⁴ DIN EN 1717 - Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherungseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen

⁵ Leitlinie für die hygienische Beurteilung von organischen Materialien in Kontakt mit Trinkwasser (KTW-Leitlinie) vom 18.11.2005 (BGesBl. 48 S. 1409) in der aktuellen Fassung

⁶ DVGW-Technische Regel W 270 „Vermehrung von Mikroorganismen auf Materialien für den Trinkwasserbereich; Prüfung und Bewertung“

⁷ DVGW-Technische Regel W 347 „Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung“

Bildung von ablösbaren Ablagerungen (z.B. Kalk) nicht mehr als bei vergleichbaren Behältern aus metallenen Werkstoffen verursachen dürfen.

Zusätzlich ist zu gewährleisten, dass es während der gesamten Nutzungszeit des Behälters, als Folge auslaugender Vorgänge, zu keinem Fremdstoff- und/oder Geruchsaustag aus dem Material des Behälters in das Trinkwasser bzw. in die Umwelt kommt.

Die KTW-Empfehlungen und die Technische Regel DVGW W 270 sind zu berücksichtigen.

- In mit Kohlenwasserstoff belasteten Böden dürfen keine Kunststoffrohre ohne besonderen Schutz für Trinkwasserinstallationen verwendet werden. Damit soll verhindert werden, dass aromatische Kohlenwasserstoffe durch die Kunststoffrohre diffundieren und in das Trinkwasser gelangen können.
- Die eingesetzten Installationsmaterialien müssen desinfizierbar und gegen Desinfektionsmaßnahmen dauerhaft beständig sein.
- Trinkwasserleitungen und -netze müssen so geplant werden, dass die Stagnation von Trinkwasser auf das absolut Notwendige minimiert wird. Wenn Stichleitungen nicht zu vermeiden sind, sollten diese immer direkt an der letzten noch benutzten Abgabestelle enden.

Grundsätzlich sind alle neu verlegten bzw. reparierten Rohrleitungen, Anlagen und Anlagenteile vor der Inbetriebnahme zu reinigen (spülen). Dadurch sollen evtl. eingetragene Fremdstoffe aus dem System entfernt werden. Bezüglich der Durchführung der Reinigung der Systeme s.a. Punkt 6.1.1. und 6.1.2. dieses Anhangs.

3.2 Vermeidung von Ablagerungen

Eine weitere Ursache für Beeinträchtigungen des Trinkwassers sind Ablagerungen, die sich aufgrund der Herkunft und Beschaffenheit des Wassers über einen längeren Nutzungszeitraum, z.B. in Rohrleitungen oder Trinkwasserbehältern, bilden können. Ablagerungen sind auch die Folge von geringen Fließgeschwindigkeiten (Stagnation). Diese Ablagerungen müssen in regelmäßigen Abständen entfernt werden, da es ansonsten u.a. zu mikrobiologischen und chemischen Beeinträchtigungen des Trinkwassers kommen kann.

Desinfektionsmaßnahmen führen als Ursachenbekämpfung in der Regel nicht zum Ziel. Entscheidend ist, dass das Material, das von den Mikroorganismen als Nährsubstrat genutzt werden kann, aus dem System entfernt wird. Außerdem können die Ablagerungen bei einer Änderung der Fließverhältnisse mobilisiert werden und zu erheblichen Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität in Form von Trübungen und Verfärbungen führen. Auch deswegen sollten die Ablagerungen entfernt werden.

4. Reinigung

4.1 Ziel der Reinigung

Die Reinigung von Anlagen und Einrichtungen, die mit Trinkwasser in Berührung kommen, liefert einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung einer einwandfreien Trinkwasserqualität. Dies gilt nicht nur für die Beseitigung von Verunreinigungen, die zu einer Belastung des Trinkwassers in chemischer Hinsicht führen, sondern auch bei einer Kontamination des Wassers mit Mikroorganismen, einschließlich Krankheitserregern und Fäkalindikatoren. Durch die Reinigung werden auch die Substanzen ausgetragen, die langfristig zu einer Vermehrung der Mikroorganismen auf benetzten Oberflächen und damit zu Koloniezahlerhöhungen im Trinkwasser oder zu einer Kontamination dieses Wassers mit spezifischen Bakterien führen können.

Bei der Reinigung sind alle lockeren und auch im späteren Betrieb mobilisierbare Ablagerungen zu entfernen. Optisch auffällige und fest anhaftende anorganische Beläge, wie sie z.B. durch Eisen, Mangan und Carbonate gebildet werden, stellen keine hygienische Beeinträchtigung dar.

Festhaftende organische Verunreinigungen, die zu einer Beeinträchtigung des Trinkwassers führen können, sind Substanzen, die beim Bau oder bei der Reparatur auf die später von Trinkwasser benetzten Flächen gelangen (z.B. Schälöl). Sie führen zur Vermehrung der Mikroorganismen und damit zu Koloniezahlerhöhungen im Trinkwasser bzw. zu Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen und müssen daher entfernt werden. In ungünstigen Fällen müssen die verunreinigten Flächen gesandstrahlt werden.

4.2 Reinigungsmittel und -verfahren

Bei der Reinigung lassen sich grundsätzlich zwei unterschiedliche Verfahren unterscheiden:

4.2.1 Mechanische Reinigung

Bei der mechanischen Reinigung bietet der Einsatz von Trinkwasser sowie bei Rohrleitungen und Füllschläuchen von Trinkwasser/Luft-Gemischen primär die besten Voraussetzungen. Dabei kann der gewünschte Reinigungseffekt aber nur durch eine ausreichend hohe Fließgeschwindigkeit des Trinkwassers erreicht werden, mit der die Verunreinigungen von der Oberfläche abgetragen werden. Durch den Einsatz der Hochdruckreinigung kann der Reinigungseffekt deutlich verbessert werden. Eine weitere Steigerung kann durch die Verwendung von warmem Trinkwasser erzielt werden.

4.2.2 Chemische Reinigung

Bei der chemischen Reinigung kann der Reinigungseffekt durch Verwendung von chemischen Reinigungsmitteln verbessert werden. Dabei ist es aber notwendig, dass die Art der Ablagerungen oder Verunreinigungen bekannt ist und dass diese auch durch die Reinigungsmittel entfernt werden können, ohne dass es zu einer Beschädigung der zu reinigenden Oberfläche kommt. So sind Reinigungsmittel auf der Basis anorganischer oder organischer Säuren besonders gut zur Entfernung von Eisen- und Manganoxiden und von Calciumcarbonat geeignet, während für organische Beläge meistens oxidierende Stoffe (z.B. Wasserstoffperoxid, Peroxyessigsäure, Natriumperborat) in Betracht kommen. Chemische Reinigungsmittel werden fast ausschließlich bei der Reinigung von Trinkwasserbehältern verwendet. Reinigungsmittel können, sofern sie organische Komponenten enthalten, zu einer Vermehrung von Mikroorganismen und infolgedessen auch zu Koloniezahlerhöhungen im Trinkwasser führen. Daher sollten nur nach der Technischen Regel W 319⁸ des DVGW zugelassene Reinigungsmittel verwendet werden.

Die Entfernung von Verunreinigungen mit Trinkwasser, Trinkwasser/Luft-Gemischen und mechanischen Hilfsmitteln ist der Reinigung mit Reinigungsmitteln grundsätzlich vorzuziehen.

5. Desinfektion

Die Desinfektion ist eine technische Maßnahme, um Krankheitserreger sowie unspezifische (nicht pathogene) Mikroorganismen abzutöten bzw. zu inaktivieren. Die Desinfektion von Trinkwasser richtet sich gegen alle Erreger von Infektionen, die durch das Trinkwasser übertragen werden können sowie gegen einen hohen bzw. schwankenden Gehalt an apathogenen Keimen. Im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgung sind im Zuständigkeitsbereich des EBA im Bereich der Eisenbahnen zu unterscheiden:

- die Desinfektion der Trinkwasserversorgungsanlagen und
- die Desinfektion des Trinkwassers selbst (s. Abschnitt 13).

Die Anwendung von Aufbereitungsstoffen bzw. von Desinfektionsverfahren für das Trinkwasser selbst sind im § 11 der Trinkwasserverordnung gesetzlich geregelt. Auf der Grundlage des § 11 ist vom Umweltbundesamt eine entsprechende Liste⁹ erarbeitet worden. Ein wesentliches Ziel der Trinkwasserverordnung ist, die Infektion übertragbarer Krankheiten mit dem Trinkwasser zu verhindern. Aus diesem Grunde fordert der § 4 Abs. 1 der Trinkwasserverordnung, dass Trinkwasser frei sein muss von Krankheitserregern. Zur Erreichung dieses Zieles ist die Desinfektion des Trinkwassers nicht zwingend vorgeschrieben. Nur wenn die Kontamination des Trinkwassers mit Mikroorganismen nicht durch andere Maßnahmen beseitigt werden kann, ist die Desinfektion des Trinkwassers selbst erforderlich.

Anders als bei der Desinfektion des Trinkwassers selbst (Trinkwasserdesinfektion) ist die Anwendung von Stoffen und Verfahren für die Desinfektion von Teilen der Trinkwasserversorgungsanlagen nicht gesetzlich geregelt. Außerdem können die Erfahrungen mit der Trinkwasserdesinfektion nur bedingt auf die Anlagendesinfektion übertragen werden. Beispielsweise würden Desinfektionsmittelkonzentrationen, wie sie die Liste des Umweltbundesamtes für das Trinkwasser selbst festlegt, nicht für eine erfolgreiche Desinfektion von Teilen der Trinkwasserversorgungsanlagen ausreichen. Grundsätzlich sind für die Anlagendesinfektion auch eine größere Anzahl von Desinfektionsmitteln zugelassen. Derartige

⁸ DVGW- Technische Regel W 319 „Reinigungsmittel für Trinkwasserbehälter; Einsatz, Prüfung und Beurteilung“

⁹ Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001 in der aktuellen Fassung

Unterschiede und die Einsicht in die Bedeutung der Anlagendesinfektion führten zur Formulierung entsprechender Technischer Regeln, z.B. W 291¹⁰ des DVGW.

5.1 Auswahl der Desinfektionsmittel

Wenn mit Reinigungsverfahren keine einwandfreie mikrobiologische Trinkwasserbeschaffenheit erzielt werden kann, können Desinfektionsmittel hilfreich sein. Die Auswahl des anzuwendenden Mittels muss nach den erforderlichen Gegebenheiten, wie

- Handhabung und Wirksamkeit des Desinfektionsmittels,
- Werkstoffe der zu desinfizierenden Anlagenteile,
- Beseitigung bzw. Entsorgung des Desinfektionsmittels und
- vor allem entsprechend dem Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt erfolgen.

Ein Mittel, welches zur Desinfektion von Trinkwasserversorgungsanlagen eingesetzt werden soll, muss verschiedenen Forderungen gerecht werden:

- sichere Entkeimung,
- weitestgehender Schutz des Installationsmaterials,
- deutliche Reduzierung der Oberflächenspannung,
- geringstmöglicher Neutralisationsaufwand gegenüber pH-aktiven und chemisch aktiven Stoffen,
- maximale Arbeitssicherheit,
- geringstmögliche Umweltbelastung,
- lagerstabil; das heißt, seine Wirkstoffkonzentration soll während der Lagerung möglichst nicht abnehmen,
- problemlos handhabbar, beispielsweise hinsichtlich des Transportes und beim Umfüllen,
- günstiger Preis.

Diese Forderungen widersprechen sich zum Teil gegenseitig. So ist eine starke, zuverlässige Desinfektionswirkung nur schwer mit einer geringen Personengefährdung und mit einer problemlosen Entsorgung vereinbar. Ein treffendes Beispiel hierfür ist die Peressigsäure. Diese hat hervorragende mikrobizide Eigenschaften, das heißt, die Bakterien, Viren, Pilze, Sporen und andere Mikroorganismen werden zuverlässig abgetötet. Peressigsäure zeichnet sich gegenüber anderen Desinfektionsmitteln besonders durch ihre kurze Einwirkungszeit und ihre niedrigen Anwendungskonzentrationen aus. Trotz dieser hervorragenden Desinfektionswirkung hat sich die Peressigsäure in vielen Fällen, wie auch bei der Rohrleitungs- und Behälterdesinfektion, nicht bewährt. Gründe dafür sind ihre ungünstigen chemischen Eigenschaften, der stechende Geruch, die Toxizität, die korrodierende Wirkung und die verhältnismäßig geringe Stabilität der Gebrauchslösung.

5.2 Arbeitssicherheit

Wenn die Substitution durch ungefährliche Mittel nicht möglich ist, ist der Umgang und die Verwendung so zu gestalten, dass die Freisetzung bzw. der Kontakt mit dem Mittel am Arbeitsplatz verhindert oder minimiert wird. Die Rangfolge der Schutzmaßnahmen gemäß § 19 Gefahrstoffverordnung¹¹, ist dabei zu beachten.

Von Desinfektionsmitteln bzw. deren Zusatzstoffen dürfen bei sachgemäßem Umgang weder mittelbar noch unmittelbar gesundheitliche Gefahren für die Anwender ausgehen. Dies gilt für Transport, Lagern, Abfüllen, Umfüllen, Mischen und Anwenden. Für den Umgang mit Gefahrstoffen muss der Arbeitnehmer eine persönliche Schutzausrüstung verwenden, die vom Eisenbahnunternehmen zur Verfügung zu stellen ist:

- Schutzbrille,
- Schürze,
- Handschuhe und
- Stiefel.

Für jeden Gefahrstoff ist eine arbeitsbereich- und stoffbezogene Betriebsanweisung gemäß den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 555, „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“ zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen wird sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und

¹⁰ DVGW- Technische Regel W 291 "Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen"

¹¹ Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV), vom 26. Oktober 1993, BGBl I S. 1782 i.d.F. der Bekanntmachung vom 15.11.1999, in der aktuellen Fassung

Verhaltensregeln festgelegt werden. Außerdem sind die Personen, die mit Gefahrstoffen umgehen, einmal jährlich zu unterweisen.

Besteht die Gefahr, dass gefährliche Stoffe am Arbeitsplatz frei werden, so ist zu ermitteln, ob die MAK-, TRK- und BAT-Werte eingehalten werden, gegebenenfalls müssen andere Mittel eingesetzt, das Arbeitsverfahren geändert und entsprechende Vorsorgeuntersuchungen durchgeführt werden.

Die Mittel sind in Gebinden mit entsprechender Kennzeichnung gemäß GefStoffV aufzubewahren. Bei Aufbewahrung in Originalgebinden entfällt eine besondere Kennzeichnung, da diese vom Hersteller vorgenommen wird. Desinfektionsmittel sind grundsätzlich unter Verschluss zu halten und sollten getrennt von anderen Stoffen in einem kühlen, gut belüfteten Raum gelagert werden.

5.3 Bewährte Desinfektionschemikalien

In der Tabelle 1 sind die im Bereich der Eisenbahnen gebräuchlichsten Mittel für die Rohrleitungs-, Füllschlauch- und Behälterdesinfektion mit ihren unterschiedlichen Eigenschaften gegenübergestellt worden.

Tabelle 1: Chemikalien zur Anlagendesinfektion

Bezeichnung	Handelsform	Lagerung	Sicherheitshinweise	Anwendungskonzentration ²⁾	
				Rohrleitung	Behälter und Anlagenteile ⁴⁾
Chlorbleichlauge Natriumhypochlorit NaOCl	wässrige Lösungen mit maximal 150 g/l Chlor	lichtgeschützt und kühl, verschlossen in Auffangwanne WGK 2 ¹⁾	alkalisch, ätzend, giftig, Schutzausrüstung erforderlich	50 mg Chlor /l	5 g Chlor /l
Calciumhypochlorit Ca (OCl) ₂	Granulat oder Tabletten mit ca. 70 % Ca (OCl) ₂	kühl, trocken, verschlossen WGK 2 ^{1) 6)}	Lösung reagiert alkalisch, ätzend, giftig, Schutzausrüstung erforderlich	50 mg Chlor /l	5 g Chlor /l
Chlordioxid ClO ₂	Zwei Komponenten (Natriumchlorit, Natriumperoxodisulfat)	lichtgeschützt, kühl, verschlossen Natriumchlorit: WGK 2 ¹⁾ Natriumperoxodisulfat: WGK 1 ¹⁾	wirkt oxidierend; Chlordioxidgas nicht einatmen; Schutzausrüstung erforderlich	6 mg ClO ₂ /l	0,5 g ClO ₂ /l
Wasserstoffperoxid H ₂ O ₂	wässrige Lösungen 5 %, 15 %, 30%, 35% ...	lichtgeschützt, kühl, Verschmutzungen unbedingt vermeiden (Zersetzungsgefahr) WGK 1 ^{1) 5)}	bei Lösungen > 5 % Schutzausrüstung erforderlich	150 mg H ₂ O ₂ /l	max. 15 g H ₂ O ₂ /l
Herlisil	wässrige, schwach saure Lösung mit einem Anteil von 50% Wasserstoffperoxid	in dicht schließenden Behältern, lichtgeschützt, kühl, Verschmutzungen unbedingt vermeiden (Zersetzungsgefahr)	Lösung reagiert ätzend und brandfördernd, Schutzausrüstung erforderlich, WGK 1 ¹⁾	200 mg Herlisil/l Wasser	
Kaliumpermanganat KMnO ₄	dunkelviolette bis graue, nadelförmige Kristalle	in gut verschlossenen Metallbehältern fast unbegrenzt haltbar WGK 2 ¹⁾	wirkt oxidierend; konzentrierte Lösungen erfordern Hautschutz	15 mg KMnO ₄ /l	³⁾

¹⁾ Wasser-Gefährdungs-Klasse (WGK) gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe - VwVwS (1999)

WGK 1 = schwach wassergefährdend

WGK 2 = wassergefährdend

WGK 3 = stark wassergefährdend

²⁾ vorgeschlagener Wert

³⁾ aus ästhetischen Gründen nicht zu empfehlen

⁴⁾ Konzentration der Sprühlösung

⁵⁾ bei Lösungen > 20 % gilt TRGS 515

⁶⁾ Umweltbundesamt, Auskunfts- und Dokumentationsstelle wassergefährdende Stoffe, Berlin

5.3.1 Natriumhypochlorit, NaOCl (auch als „Natronbleichlauge“ oder „Chlorbleichlauge“ bezeichnet)

Lieferform:

Stark alkalische Lösung (pH -12) mit ca. 12 % bzw. mindestens 150 g freiem Chlor/l

Warnhinweise:

In Konzentrationen zwischen 5 und 10 % wirkt Natriumhypochlorit reizend auf Haut, Augen und Atmungsorgane. Konzentrationen über 10 % verursachen Verätzungen. Beim Kontakt mit sauer reagierenden Chemikalien (z.B. Säure) entwickelt sich giftiges Chlorgas. Die Anforderungen der Sicherheitsdatenblätter müssen eingehalten werden.

Chemische Eigenschaften:

Natriumhypochlorit ist dunkel, kühl und gut verschlossen aufzubewahren, da Licht, Wärme und Verunreinigungen allmählich zur Zersetzung führen. Die Gebinde sind mit dem Lieferdatum zu versehen. Nach längerer Lagerung muss die Konzentration an NaOCl kontrolliert werden. So nimmt der Gehalt an Aktivchlor bei einer Lagertemperatur von bei 20°C innerhalb von 30 Tagen um etwa 30 g/l ab, bei 10°C dagegen nur um etwa 10 g/l. Bei hartem Wasser verursacht die stark alkalische Lösung Calciumcarbonat-Ausfällungen an Dosieranlage und Impfstelle.

Die Desinfektionswirkung lässt bei höherem pH-Wert stark nach, d. h. die Wandalkalität von Zementmörtelauskleidungen oder anderen zementgebundenen Werkstoffen ist zu berücksichtigen. Mit organischen Stoffen bzw. Verunreinigungen bilden sich sowohl bei der Anlagendesinfektion als auch insbesondere bei der Einleitung in die Kanalisation chlororganische Verbindungen (AOX).

Dosierlösung:

Wässrige Lösung mit 120 - 150 g NaOCl/l; sie wird dem Wasser zugesetzt, um die gewünschte Desinfektionsmittelkonzentration zu erreichen.

Anwendungsgebiet:

Rohrleitungen, Behälter-Zugabe über Injektor oder Dosierpumpe.

Bei mikrobiellen Beeinträchtigungen des Trinkwassers im Rohrnetz bzw. in Behältern erfolgt die Zugabe über eine Dosierpumpe.

Entsorgung:

Natriumhypochloritlösungen aus der Desinfektion von Anlagen sind grundsätzlich vor der Einleitung in Abwasser oder offene Vorfluter zu inaktivieren (siehe auch Abschnitt 12.3.).

5.3.2 Calciumhypochlorit, Ca(OCl)₂

Lieferform:

Calciumhypochlorit ist ein weißes Salz, z. B. in Form von Granulaten oder Tabletten mit 70 % aktivem Chlor.

Warnhinweise:

Calciumhypochlorit ist brandfördernd und darf deshalb nicht zusammen mit leicht brennbaren Stoffen gelagert werden. Beim Kontakt mit sauer reagierenden Chemikalien (z.B. Säuren) entsteht giftiges Chlorgas. In festem Zustand (Granulat, Tabletten) ist Calciumhypochlorit ätzend, in wässrigen Lösungen wirkt es reizend auf Augen, Atmungsorgane und Haut. Die Anforderungen der Sicherheitsdatenblätter müssen eingehalten werden.

Chemische Eigenschaften:

Calciumhypochlorit ist wasserlöslich (ca. 18 g/l bzw. 1,8 % bei 25 °C), enthält jedoch bis zu 7 % unlösliche Stoffe (z. B. Calciumcarbonat). Bei der Lagerung ist es stark korrosionsfördernd. Die Lösung ist alkalisch und verursacht bei hartem Wasser zusätzliche Calciumcarbonat-Ausfällungen. Dosieranlage und Impfstelle sind im Hinblick auf mögliche Verstopfungen zu überwachen.

Wie bei Natriumhypochlorit lässt die Desinfektionswirkung bei hohem pH-Wert stark nach. Mit organischen Stoffen bzw. Verunreinigungen bilden sich ebenfalls chlororganische Verbindungen (AOX).

Dosierlösung:

Wässrige Lösung mit ca. 10 g/l freiem Chlor; sie wird dem Wasser zugesetzt, um die gewünschte Desinfektionsmittelkonzentration zu erreichen.

Anwendungsgebiet:

Rohrleitungen, Behälter - Zugabe über Injektor oder Dosierpumpe bzw. in fester (nicht aufgelöster) Form, z. B. Granulat oder Tabletten in entsprechender Menge.

Entsorgung:

Bei der Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen ist vor der Einleitung von Calciumhypochlorit-Lösungen in die Kanalisation bzw. in offene Vorfluter eine Inaktivierung erforderlich (siehe auch Abschnitt 12.3.).

5.3.3 Chlordioxid, ClO_2

Lieferform:

Zweikomponentensystem zur Erzeugung von Chlordioxidlösungen bestehend aus

Komponente 1 - Natriumchloritlösung enthält 3 g ClO_2^-/l

Komponente 2 - Natriumperoxodisulfat, Salz mit > 50 % $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$

Warnhinweise:

Komponente 1 nicht eintrocknen lassen, da festes Natriumchlorit brandfördernd wirkt.

Komponente 2 wirkt gesundheitsschädlich beim Verschlucken und kann zur Sensibilisierung bei Hautkontakt führen. Die Anforderungen der Sicherheitsdatenblätter sind einzuhalten.

Im Umgang mit der gebrauchsfertigen Lösung sind die Herstellerhinweise zu beachten. Der Behälter für die konzentrierte Chlordioxid-Dosierlösung (0,3 Gew.-%) muss so beschaffen sein, dass kein Chlordioxidgas austreten kann.

Chemische Eigenschaften:

Die Einzelkomponenten für die Chlordioxidherzeugung sind in gut verschlossenen Gebinden nahezu unbegrenzt lagerstabil. Chlordioxid wird durch Zusammengeben von Komponente 1 und Komponente 2 entsprechend den Herstellungsvorschriften erzeugt.

Chlordioxid ist ein Gas, welches gut wasserlöslich ist. Die Behälter sind gut verschlossen zu halten, um Ausgasung zu vermeiden. Unter Licht- und Wärmeeinwirkung unterliegt Chlordioxid der Zersetzung in ionische Endprodukte. Das fertig angesetzte Produkt sollte daher dunkel und kühl gelagert werden. Unter diesen Bedingungen ist eine wässrige, 0,3 %ige und pH-neutrale Chlordioxidlösung bei 22 °C ca. 40 Tage haltbar.

Die Desinfektionswirkung ist weitgehend unabhängig vom pH-Wert.

Mit organischen Stoffen bzw. Verunreinigungen bildet sich Chlorit.

Dosierlösung:

Wässrige Lösung mit 0,3 % bzw. 3 g/l ClO_2 ; sie wird dem Wasser zugesetzt, um die gewünschte Desinfektionsmittelkonzentration zu erreichen.

Anwendungsgebiet:

Rohrleitungen, Behälter - Die Zugabe erfolgt über Injektor oder Dosierpumpe.

Entsorgung:

Bei der Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen ist vor Einleitung des überschüssigen Chlordioxids und Chlorits, eines seiner Reaktionsendprodukte, in die Kanalisation bzw. in offene Vorfluter eine Inaktivierung erforderlich. (z. B. mit Calciumsulfitfiltern oder Aktivkohlefiltern).

5.3.4 Wasserstoffperoxid H_2O_2

Lieferform:

wässrige Lösungen 5 %, 15 %, 30 %, 35 % ...

Warnhinweise:

Lösungen mit Konzentrationen über 20 % verursachen Verätzungen und sind brandfördernd. In Konzentrationen zwischen 5 und 20 % reizt Wasserstoffperoxid Haut und Augen. In Konzentrationen unter 5 % handelt es sich nicht um einen Gefahrstoff. Die Anforderungen der Sicherheitsdatenblätter müssen eingehalten werden.

Chemische Eigenschaften:

Wasserstoffperoxid zerfällt zu Wasser und Sauerstoff. Bei dunkler und kühler Lagerung findet ein langsamer Zerfall statt. Licht, Wärme und Staub beschleunigen den Zerfall erheblich. Bei konzentrierten Lösungen kann es zu Explosionen kommen. Daher muss jede Verunreinigung sorgfältig vermieden werden. Lösungen mit Konzentrationen von 35 % und darüber dürfen nur mit deionisiertem oder destilliertem Wasser verdünnt werden.

Obwohl nicht brennbar, können Wasserstoffperoxid-Lösungen > 30% als starke Oxidationsmittel brennbare Materialien entzünden. Aus diesem Grund sollte beispielsweise verschüttetes Wasserstoffperoxid mit viel Wasser weggespült werden und nicht mit brennbaren Putzlappen aufgewischt werden.

Die Wirksamkeit ist bis zu pH-Werten von pH 8 weitgehend unabhängig von der Wasserstoff ionenkonzentration; sie lässt aber bei höheren pH-Werten schnell nach. Suspendierte Feststoffe, z. B. Eisenhydroxid, katalysieren den Selbstzerfall.

Dosierlösung:

Wässrige Lösung mit 1,5 bis 5 % bzw. 15 bis 50 g/l; sie wird dem Wasser zugesetzt, um die gewünschte Desinfektionsmittelkonzentration zu erreichen.

Anwendungsgebiet:

Rohrleitungen, Behälter - Die Zugabe erfolgt über Injektor oder Dosierpumpe in das Zuflusswasser.

Entsorgung:

Wegen der raschen Zersetzung zu Wasser und Sauerstoff ist die Entsorgung über die Kanalisation (Abwasser) unproblematisch; in offenen Gewässern (Oberflächengewässer) sind Konzentrationen bis 10 mg/l unschädlich.

5.3.5 Kaliumpermanganat, KMnO_4

Lieferform:

Dunkelviolette bis graue, nadelförmige Kristalle

Warnhinweise:

Kaliumpermanganat darf nicht zusammen mit leicht brennbaren oder reduzierenden Stoffen gelagert werden, da es brandfördernd ist und sich explosionsartig zersetzen kann. Es ist gesundheitsschädlich beim Verschlucken, beim Kontakt mit Säuren können giftige Gase entstehen. In wässriger Lösung wirkt es reizend auf Haut und Augen. Die Anforderungen der Sicherheitsdatenblätter müssen eingehalten werden.

Chemische Eigenschaften:

In gut verschlossenen Metallbehältern ist Kaliumpermanganat praktisch unbegrenzt haltbar und lagerfähig. In wässriger Lösung wird es schnell, insbesondere durch Licht- und Wärmeeinfluss, zu Mangandioxid (Braunstein) reduziert. Die Löslichkeit in Wasser ist stark temperaturabhängig (z. B. 44 g/l bei 10 °C, 65 g/l bei 20 °C, 91 g/l bei 30 °C).

In alkalischem Milieu ist die Desinfektionswirkung gering (niedrige Redoxspannung). Bei zementgebundenen Werkstoffen (Beton, zementmörtel ausgekleidete Rohre, Faserzementrohre) sind jedoch oft bessere Desinfektionserfolge als mit chlorhaltigen Mitteln festzustellen.

Dosierlösung:

Wässrige Lösung mit 15 g KMnO_4 /l; sie wird dem Wasser zugesetzt, um die gewünschte Desinfektionsmittelkonzentration zu erreichen.

Anwendungsgebiet:

Rohrleitungen - Zugabe über Injektor oder Dosierpumpe.

Entsorgung:

Bei der Einleitung der wässrigen Lösung in die Kanalisation entstehen keine Probleme, die Einleitung in Oberflächengewässer ist bis zu 25 mg/l schadlos.

5.4 Sonstige Desinfektionsmittel

Chlorgas und Ozon sind für die Anlagendesinfektion im Bereich der Eisenbahnen weniger geeignet. Bei einer nachträglichen Desinfektion ist der Einsatz von Chlorgas nur unter Beachtung besonderer Maßnahmen entsprechend den Vorgaben der GefStoffV zu vertreten.

Ozon kann sich explosionsartig zersetzen und kann daher nicht transportiert bzw. gelagert werden. Der Einsatz ist deshalb allenfalls auf den unmittelbaren Wasserwerksbereich begrenzt.

5.5. Bestimmung der Desinfektionsmittel-Konzentration

Tabelle 2: Bestimmung der Desinfektionsmittel-Konzentration bei einer 100%igen Ausgangskonzentration

Gesamt volumen		1 l	2 l	3 l	4 l	5 l	6 l	7 l	8 l	9 l	10 l	20 l	30 l	40 l	50 l	60 l	70 l	80 l	90 l	100 l
KONZ. DER DESINF.- LÖSUNG	0,5 %	5 ml	10 ml	15 ml	20 ml	25 ml	30 ml	35 ml	40 ml	45 ml	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	250 ml	300 ml	350 ml	400 ml	450 ml	500 ml
	1,0 %	10 ml	20 ml	30 ml	40 ml	50 ml	60 ml	70 ml	80 ml	90 ml	100 ml	200 ml	300 ml	400 ml	500 ml	600 ml	700 ml	800 ml	900 ml	1,0 l
	1,5 %	15 ml	30 ml	45 ml	60 ml	75 ml	90 ml	105 ml	120 ml	135 ml	150 ml	300 ml	450 ml	600 ml	750 ml	900 ml	1,05 l	1,2 l	1,35 l	1,5 l
	2,0 %	20 ml	40 ml	60 ml	80 ml	100 ml	120 ml	140 ml	160 ml	180 ml	200 ml	400 ml	600 ml	800 ml	1,0 l	1,2 l	1,4 l	1,6 l	1,8 l	2,0 l
	2,5 %	25 ml	50 ml	75 ml	100 ml	125 ml	150 ml	175 ml	200 ml	225 ml	250 ml	500 ml	750 ml	1,0 l	1,25 l	1,5 l	1,75 l	2,0 l	2,25 l	2,5 l
	3,0 %	30 ml	60 ml	90 ml	120 ml	150 ml	180 ml	210 ml	240 ml	270 ml	300 ml	600 ml	900 ml	1,2 l	1,5 l	1,8 l	2,1 l	2,4 l	2,7 l	3,0 l
	4,0 %	40 ml	80 ml	120 ml	160 ml	200 ml	240 ml	280 ml	320 ml	360 ml	400 ml	800 ml	1,2 l	1,6 l	2,0 l	2,4 l	2,8 l	3,2 l	3,6 l	4,0 l
	5,0 %	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	250 ml	300 ml	350 ml	400 ml	450 ml	500 ml	1,0 l	1,5 l	2,0 l	2,5 l	3,0 l	3,5 l	4,0 l	4,5 l	5,0 l
	8,0 %	80 ml	160 ml	240 ml	320 ml	400 ml	480 ml	560 ml	640 ml	720 ml	800 ml	1,6 l	2,4 l	3,2 l	4,0 l	4,8 l	5,6 l	6,4 l	7,2 l	8,0 l

ACHTUNG !

Erst Desinfektionsmittel ins Gefäß, danach Wasser auffüllen (ca. 20°C warm), anschließend gut durchmischen. Desinfektionsmittel und Wasser dürfen das vorgeschriebene Gesamtvolumen nicht überschreiten.

Beispiel: Gesamtvolumen (Wasser und Desinfektionsmittel)
laut Tabelle benötigtes Desinfektionsmittel bei 5 %
daraus ergibt sich die aufzufüllende Menge Wasser

$$\begin{array}{r} 300 \text{ l} \\ - 15 \text{ l} \\ \hline = 285 \text{ l} \end{array}$$

Nomogramm zur Rohrleitungsdesinfektion

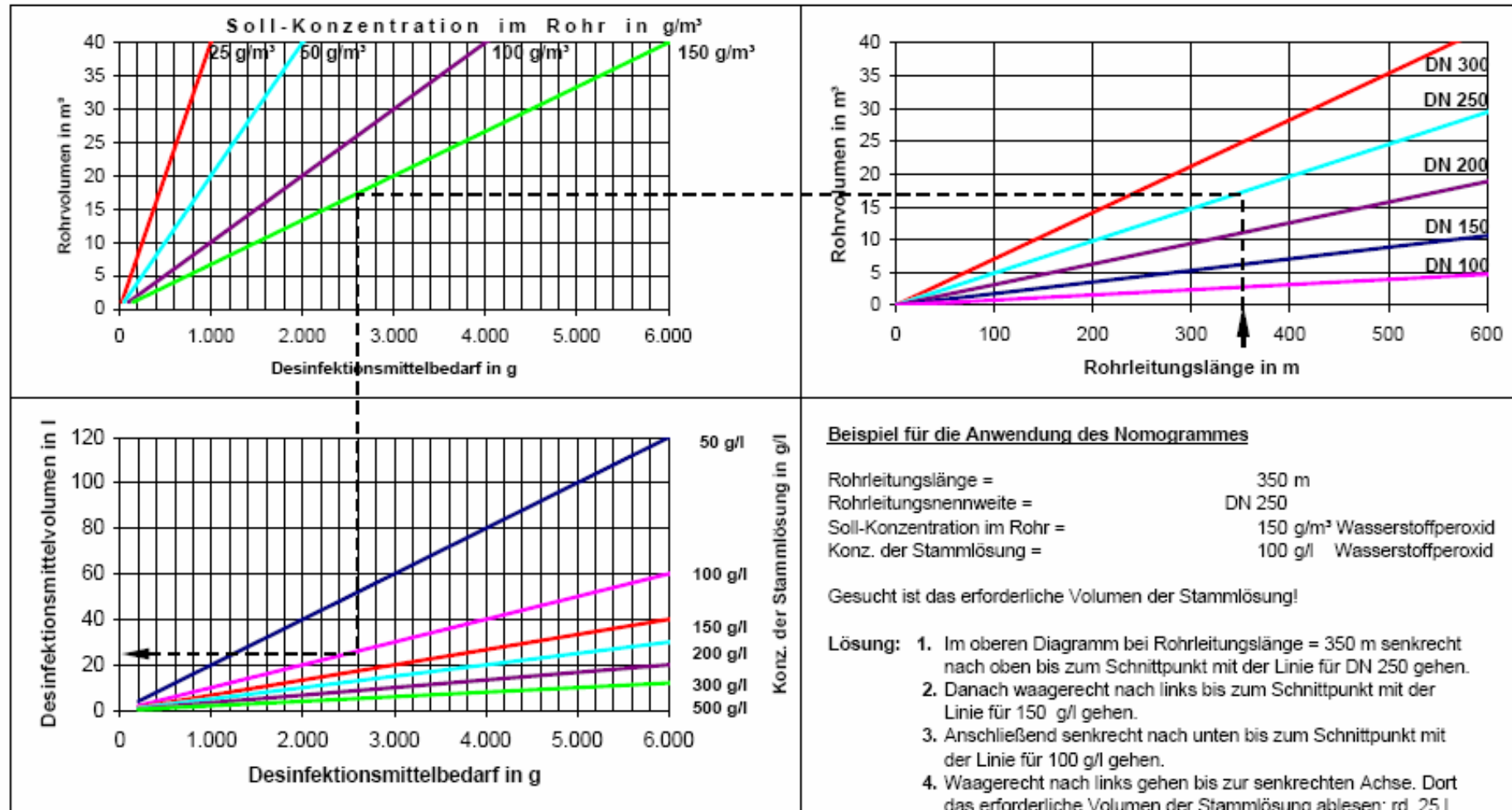


Bild 1: Nomogramm zur Ermittlung des erforderlichen Volumens der Stammlösung in Abhängigkeit von Rohrleitungslänge und –volumen und Soll-Konzentration im Rohr (nach Dipl.-Ing. Schiffmann)

Stand: 01.01.2008

Erstellt durch: Eisenbahn- Bundesamt, Referat 34 - Überwachung Betrieb (Personal, Anlagen, Fahrzeuge)
 Dipl.-Ing. Rainer Mahnke, GA 3414 - Aufsicht nach Infektionsschutzgesetz -
 Vorgebirgsstraße 49, 53119 Bonn
 Tel.: (0228) 98 26 366, Fax: (0228) 98 26 9366, Mobil: 0172- 2 47 22 81
 e-Mail: MahnkeR@eba.bund.de

Für die einfache Bestimmung der Desinfektionsmittelkonzentration in Trinkwasser-Befüllungsanlagen und Schienenfahrzeugen sind kolorimetrische Messverfahren geeignet. Dabei werden der Trinkwasserprobe Reagenztabletten zugegeben, die genau aufeinander abgestimmte, korrekt ausgewogene Inhaltsstoffe, Puffer und Katalysatoren enthält. Je nach Desinfektionsmittelkonzentration verfärbt sich die Trinkwasserprobe mehr oder weniger intensiv. Durch Vergleich der gefärbten Trinkwasserprobe mit einer Farbskala in einem Kolorimeter (Bild 1) kann die Konzentration des Desinfektionsmittels ausreichend genau ermittelt werden.

Reagenzien in Tablettenform erlauben den Verzicht auf Dosiergeräte, wie beispielsweise Pipetten und Dispenser. Sie vereinen einfache Handhabung, exakte Dosierung, hohe Analysengenauigkeit, kein Sicherheitsrisiko, problemlosen Versand und lange Lagerfähigkeit in sich. Die Reagenztabletten werden entweder in Aluminiumfolie oder in Flaschen verpackt geliefert.

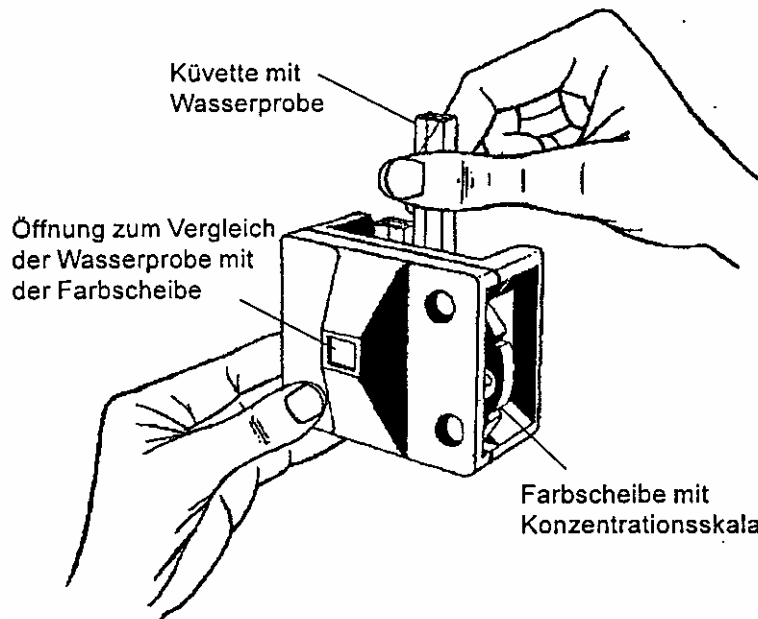


Bild 1: Kolorimeter zur Bestimmung der Desinfektionsmittelkonzentration

Die beschriebenen Kolorimeter eignen sich zur Bestimmung der Desinfektionsmittel-Konzentration sowohl in den Lagerbehältern, als auch - zu Beginn der Desinfektion - in der Rohrleitung bzw. in den Behältern.

Zur Kontrolle, ob nach abgeschlossener Desinfektion oder nach erfolgter Abschluss-Spülung noch Desinfektionsmittel nachweisbar ist, gibt es ein einfacheres Messverfahren mit sogenannten Teststäbchen. Diese Teststäbchen werden kurz in die zu untersuchende Lösung eingetaucht, so dass die Reaktionszone voll benetzt wird. In Abhängigkeit von der Desinfektionsmittelkonzentration wird sich diese Reaktionszone nach wenigen Sekunden mehr oder weniger intensiv verfärben. Derartige Teststäbchen sind weniger messgenau als die vorher beschriebenen Kolorimeter. Doch da nach abgeschlossener Desinfektion bzw. erfolgter Spülung nur nachgewiesen werden soll, ob überhaupt noch Desinfektionsmittel vorhanden ist, ist ihre Messgenauigkeit völlig ausreichend.

Stand: 01.01.2008

Erstellt durch: Eisenbahn- Bundesamt, Referat 34 - Überwachung Betrieb (Personal, Anlagen, Fahrzeuge)
Dipl.-Ing. Rainer Mahnke, GA 3414 - Aufsicht nach Infektionsschutzgesetz -
Vorgebirgsstraße 49, 53119 Bonn
Tel.: (0228) 98 26 366, Fax: (0228) 98 26 9366, Mobil: 0172- 2 47 22 81
e-Mail: MahnkeR@eba.bund.de

5.6 Bedarfsermittlung des benötigten Desinfektionsmittels bei Dosiergeräten

Die erforderliche Zugabemenge bei Natrium- und Calciumhypochlorit lässt sich beim Einsatz von Dosiergeräten gemäß nachstehender Formel rechnerisch bestimmen:

$$\frac{C \times WV}{AC} = D$$

C = bestimmte Chlorzugabemenge in mg/l
WV = zu behandelnder Wasser-Volumenstrom in m³/h
AC = Aktiv-Chlorgehalt des Dosiermittels pro Liter in g/l
D = zu ermittelnde Dosiermenge an Natrium- bzw. Calciumhypochlorit in l/h

Beispiel:

$$\frac{0,3 \text{ mg/l} \times 200 \text{ m}^3/\text{h}}{150 \text{ g/l}} = 0,40 \text{ l/h Natrium- bzw. Calciumhypochlorit}$$

6. Arbeitsgeräte für den Einsatz von Desinfektionsmitteln

6.1 Allgemeines

Geräte und sonstige Arbeitseinrichtungen müssen dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG)¹² bzw. den einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften entsprechen und für die Verwendung von Desinfektionsmitteln besonders geeignet sein. Maschinen und Sicherheitsbauteile müssen eine CE-Kennzeichnung aufweisen.

Für die Desinfektion von Trinkwasserverteilungsanlagen haben sich mobile Anlagen bewährt. Diese Anlagen können unter Umständen auch bei mikrobiologischen Beeinträchtigungen von Rohrnetzabschnitten eingesetzt werden. Betreiber von Trinkwasser-Befüllungsanlagen im Bereich der Eisenbahnen, die weder über das entsprechend ausgebildete Personal noch die erforderlichen Geräte verfügen, sollten mit benachbarten Wasserversorgungsunternehmen oder Spezialunternehmen vorsorglich Vereinbarungen über den Einsatz solcher Anlagen treffen.

6.2 Anlagentypen für die Desinfektion von Trinkwasserfüllschläuchen und -behältern

Im Bereich der Eisenbahnen kommen hauptsächlich zwei verschiedene Anlagentypen zum Einsatz.

6.2.1 Stationäre Anlage zur Desinfektion von Trinkwasserfüllschläuchen

Die Vorrichtung ist für eine flexible Aufstellung vorgesehen.
Voraussetzung für die Wahl des Aufstellungsortes ist eine Einleitmöglichkeit in die Kanalisation.

Beispiel eines prinzipiellen Aufbaus :

- Auffangwanne (1500x600x200) mit 4 Stützfüßen und Entleerungseinrichtung sowie 4 Aufhängegabeln für die Füllkupplungen
- Rahmen mit belüftbarem Rohrverteiler mit 4 absperrbaren Anschlüssen für Füllschläuche (entsprechend der verwendeten Anschlusskupplungen an den Füllständern) und den Aufhängegabeln für die verwendeten Füllkupplungen und einer Aufnahmevorrichtung für den Plastikbehälter
- Anschluss-Stutzen für die Trinkwasserleitung am Rohrverteiler mit Absperrorgan und Rückflußverhinderer
- 50 l-Plastikbehälter mit Maßeinteilung zur Aufnahme der Desinfektionslösung mit Ablaufhahn und Anschluss am Rohrverteiler

¹² Gesetz über technische Arbeitsmittel und Verbraucherprodukte (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz – GPSG) vom 06. Januar 2004 (BGBl. I S. 219) in der aktuellen Fassung

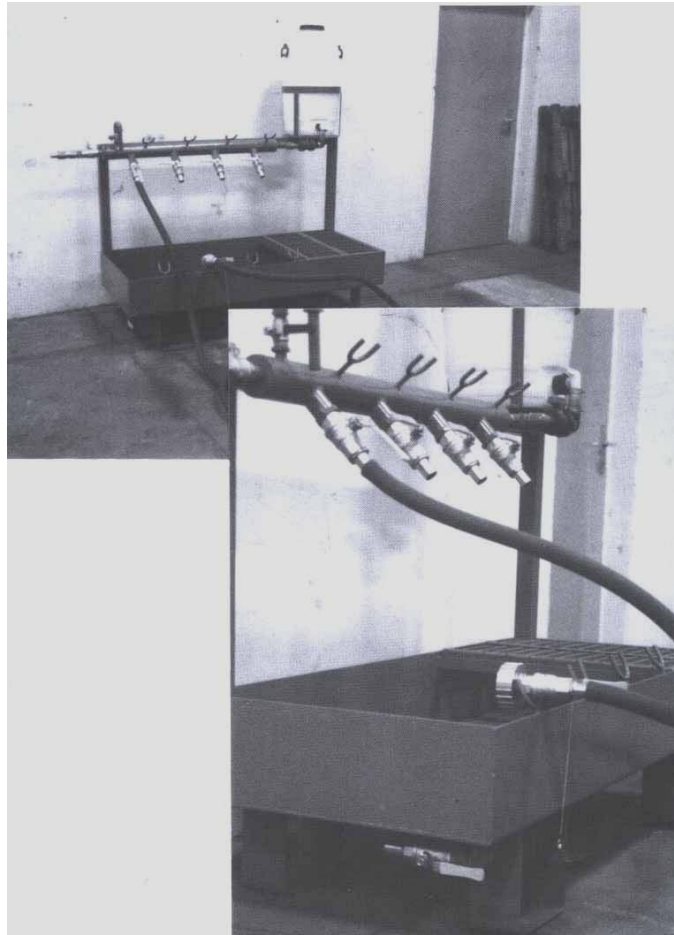


Bild 2: Beispiel einer stationären Füllschlauch-Desinfektionsanlage

Der Betreiber einer Desinfektionsanlage für Füllschläuche hat unter Verwendung der vom Hersteller von mitgelieferten Betriebs- bzw. Gebrauchsanleitung eine Betriebsanweisung in verständlicher Form und Sprache aufzustellen. Sie muss insbesondere Angaben enthalten über:

- die In- und Außerbetriebnahme,
- die Bedienung und Wartung der Anlage und
- das Verhalten bei Störfällen und Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren.

Die Betriebsanweisung ist den Aufsichtspersonen auszuhändigen und im Bereich der Desinfektionsanlage oder an sonstiger geeigneter Stelle gut sichtbar auszuhängen bzw. auszulegen.

6.2.2 Mobile Desinfektionsdosieranlage auf Herlisil-Basis für Trinkwasserfüllschläuche und -behälter

Nach dem Entleeren wird der Trinkwasserbehälter im Schienenfahrzeug bzw. der Trinkwasserfüllschlauch über die stromlose mobile Dosieranlage gemäß Betriebsanleitung des Herstellers mit Herlisil befüllt. Diese gewährleistet, dass dem Befüllwasser wirklich nur die erforderliche Menge Desinfektionsmittel zugegeben wird. Die Anwendungskonzentration beträgt 200 mg Herlisil je Liter Frischwasser.

Der Behälter bzw. der Schlauch wird bis zum Überlauf gefüllt. Bei Behältern werden dann alle Entnahmestellen im Schienenfahrzeug geöffnet und mittels Messstreifen der Herlisil-Gehalt nachgewiesen.

Die Standzeit beträgt mindestens 90 Minuten ab Ende des Befüllvorganges. Danach wird das Befüllwasser abgelassen und der Behälter bzw. der Schlauch mit Frischwasser gespült, bis kein Herlisil mehr an den Entnahmestellen bzw. am Schlauchkupplungskopf nachweisbar ist.

ACHTUNG !

Die vom Hersteller eingestellte Dosiermenge von 200 mg/l darf auf keinen Fall verstellt werden !

Fahrbare Dosierstation, stromlos

verzinkt mit stromloser Dosierpumpe;
max. Förderleistung 2l/h bei 10 bar;
Dosiermenge: 0,025 - 0,40 l/m³;
Durchflussleistung: 0,1 - 5,0 l/m³;
Fußventil mit Sieb;
Rückschlagkugel und Keramikgewicht;
durchflussbegrenzter Rückflussverhinderer;
Kugelhahn mit Entleerung am Ein- und
Ausgang der Dosierstation;
Feinfilter mit Entlüftung.



Bild 3: Beispiel für eine mobile Desinfektionsdosieranlage (hier für Herlisil)

Da mobile Desinfektionsanlagen für verschiedene Aufgaben verwendet werden, ist der erforderliche Wasserdurchfluss unterschiedlich groß und hängt vom eingesetzten Desinfektionsmittel und der Bauart der Anlage ab.

Die Anlagen können so betrieben werden, dass entweder der gesamte Wasserdurchfluss oder nur ein Teilstrom mit Desinfektionsmittel behandelt wird (Bild 4).

Wird zur Erfüllung einer Desinfektionsaufgabe nur ein geringer Wasserdurchfluss benötigt, z. B. zur Desinfektion von Trinkwasserleitungen, so ist es zweckmäßig, den gesamten Wasserdurchfluss durch das Gerät zu führen. Auf diese Weise ist eine gleichmäßige Dosierung gewährleistet. Auch bei einer Nachdesinfektion des Trinkwassers sollte wegen der höheren Dosiergenauigkeit möglichst eine Impfung des Gesamtvolumenstromes vorgenommen werden. Bei kleinen Durchflüssen kann durch Einrichtung einer Dauerentnahme (an der Endabgabestelle) ein relativ konstanter Durchfluss eingestellt und die Gefahr einer Über- bzw. Unterdosierung minimiert werden.

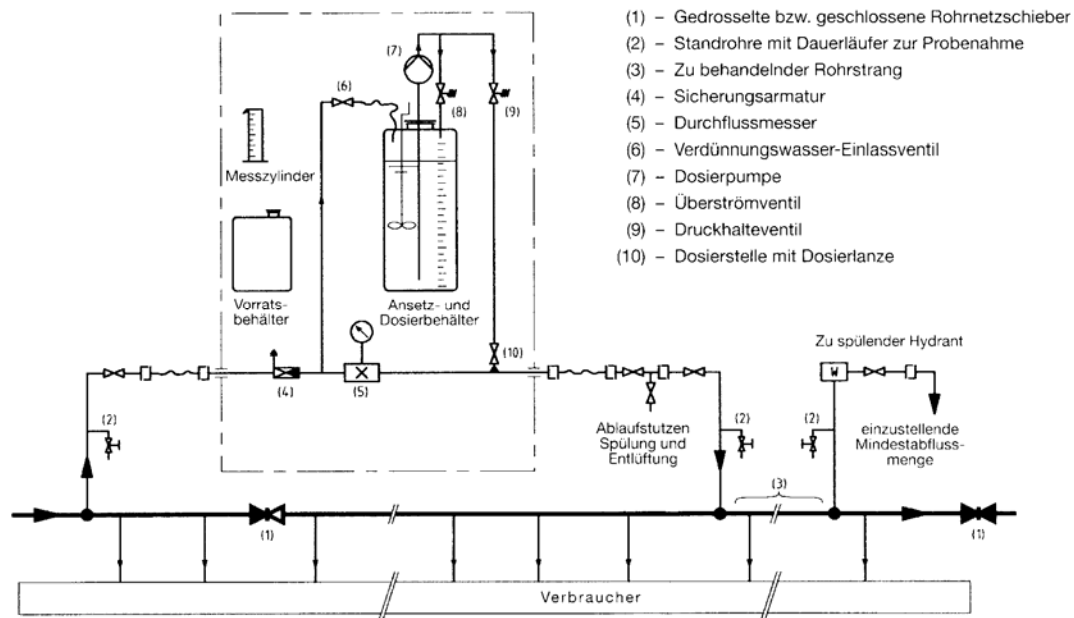


Bild 4: Mobile Desinfektionsanlage

6.3 Sonstige Dosiergeräte

6.3.1 Injektoren

Steht Druckwasser zur Verfügung, kann das Einbringen des flüssigen Desinfektionsmittels in eine drucklose Leitung mit Hilfe von Injektoren vorgenommen werden (Bild 5 und 6). Injektoren lassen sich leicht handhaben und benötigen keine Stromversorgung. Der zur Verfügung stehende technische Spielraum für Durchsatz und Desinfektionsmittelkonzentration sowie die Dosiergenauigkeit sind jedoch gering. Außerdem verursacht die Injektordüse einen großen Druckabfall. Daher eignen sich Injektoren nur für die Anlagendesinfektion, nicht für die Desinfektion von Trinkwasser, das an Anschlussnehmer abgegeben werden soll. Hierfür sind Anlagen mit hoher Dosiergenauigkeit erforderlich, die nur geringe Druckverluste verursachen.

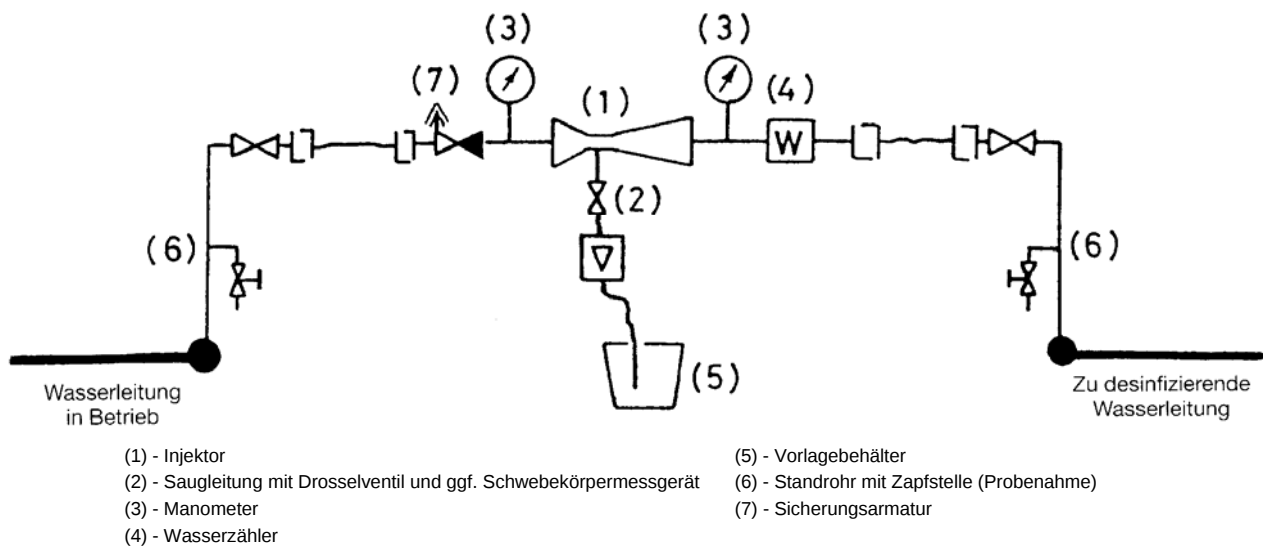


Bild 5: Darstellung eines Injektors (1) mit der Entnahme von Trinkwasser aus einer in Betrieb befindlichen Leitung und Einspeisung in die zu desinfizierende Trinkwasserleitung

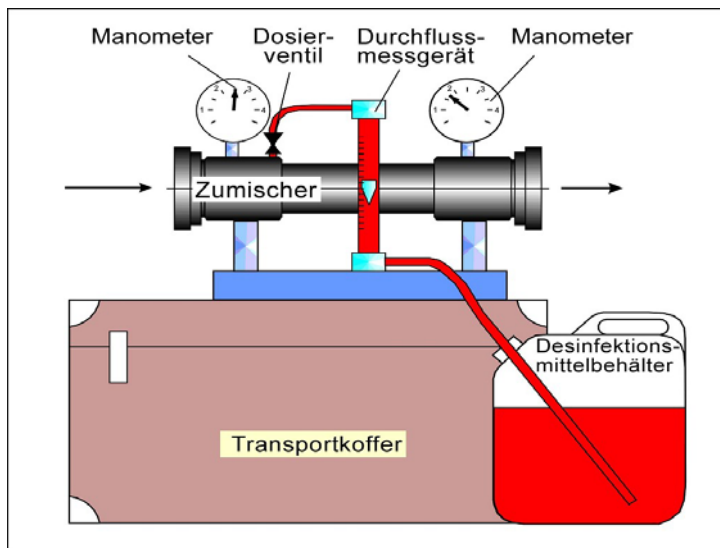


Bild 6: Injektor für Desinfektionsmittel

6.3.2 Dosierpumpen

Im Gegensatz zu Injektoren dosieren die üblicherweise verwendeten Kolben- oder Membranpumpen (s. Bild 7) pulsierend, wenn sie nicht mit einer Pulsationsdämpfung ausgestattet sind. Trotzdem haben sie sich für den Einsatz von flüssigen Desinfektionsmitteln bewährt. Die Dosierpumpen werden im Allgemeinen von einem Elektromotor angetrieben bzw. ohne Fremdenergie durch das zu impfende Trinkwasser selbst oder arbeiten nach dem Prinzip der Magnetpumpe. Die mit den Desinfektionsmitteln in Berührung kommenden Pumpenteile müssen gegen diese Mittel beständig sein.

Bei der Wahl der Pumpe ist der maximal mögliche Gegendruck zu berücksichtigen. Da beim Einbringen kleiner Dosiervolumina in große Wassermengen die Vermischung ungenügend und eine anschließende Mischung im allgemeinen nicht sichergestellt ist, sollte die Verwendung größerer Dosiervolumina und verdünnter Lösungen bei höherer Hubfrequenz bevorzugt werden.

Der Förderstrom sollte aus praktischen Gründen 10 -100 l/h betragen. Wesentlich ist, dass die Pumpen einen genügend großen Einstellbereich (10 -100 %) und eine hohe Hubfrequenz (1 - 2 Hübe pro sec) haben. Der Einsatzbereich der Pumpen kann durch Verdünnen der Desinfektionsmittellösung nach unten erweitert werden. Ein Verdünnen mit nicht enthärtetem Wasser kann bei alkalischen Desinfektionsmitteln (Natrium-, Calciumhypochlorit) wegen der pH-Wert-Erhöhung auf Dauer zu Kalkausscheidungen und Verkrustungen innerhalb der Pumpen bzw. der Impfstelle führen. Die Anlagen sind daher regelmäßig auf Verkrustungen zu kontrollieren und gegebenenfalls zu reinigen.

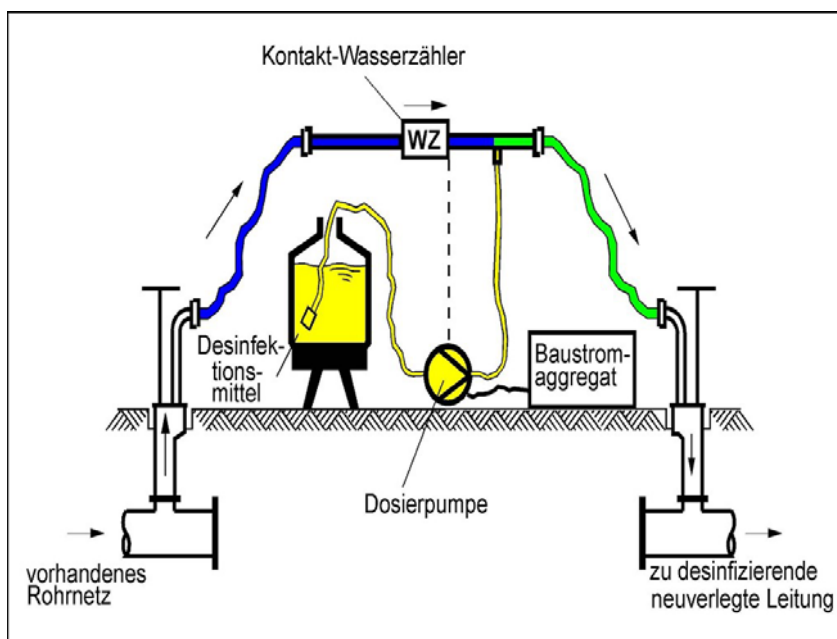


Bild 7: Mengenabhängige Membran- Dosierpumpe für Desinfektionsmittel

6.4 Betrieb und Wartung

Die Impflanze muss regelmäßig kontrolliert und gewartet werden (z. B. Entfernung von Calciumcarbonat). Um die Einsatzbereitschaft einer mobilen Desinfektionsanlage zu gewährleisten, ist das Betriebspersonal im Umgang mit der Anlage regelmäßig zu unterweisen sowie der Einsatz dieser Geräte zu üben.

Nach dem Einsatz einer mobilen Desinfektionsanlage sind die Geräte zu spülen bzw. zu reinigen, um Schäden und Störungen bei nachfolgenden Einsätzen zu vermeiden.

7. Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserbehältern in Schienenfahrzeugen

Die Reinigung von Trinkwasserbehältern in Schienenfahrzeugen ist aufgrund der besonderen baulichen Gegebenheiten regelmäßig erforderlich. Durch die Reinigung werden auch Substanzen aus dem Behälter ausgetragen, die langfristig zu einer Vermehrung der Mikroorganismen auf den benetzten Oberflächen führen können. Gemeinsames Merkmal dieser Behälter ist die im Vergleich zum Rohrleitungsnetz in aller Regel wesentlich höhere Verweildauer des Wassers. So kann es durch

- Stagnation,
- Zutritt von Luftsauerstoff
- Eintrag von Verschmutzungen über den Luftpfad

zu Veränderungen bzw. zu Beeinträchtigungen der Trinkwasserbeschaffenheit (Sedimentation von Wasserinhaltsstoffen, Ausfällungen, Verkeimungen) kommen.

Behälter sind gemäß der Technischen Regel DVGW W 318¹³ mindestens einmal jährlich vorsorglich zu kontrollieren und erforderlichenfalls zu reinigen.

Ziel einer Reinigung von Trinkwasserbehältern ist es, mögliche negative Einflüsse der Wasserspeicherung auf die Trinkwasserbeschaffenheit zu minimieren.

Bei Schienenfahrzeugen, die länger als 72 Stunden abgestellt werden sollen, muss die Trinkwasserversorgungsanlage vor Abstellung vollständig entwässert werden. Vor erneuter Inbetriebnahme der Anlage ist diese zu reinigen (spülen) und das System mit Trinkwasser neu zu befüllen.

7.1 Allgemeine Maßnahme vor Beginn der Reinigung

Neben der Begutachtung des baulichen Zustandes ist in hygienischer Hinsicht auf Geruchs-, Belags- und Bewuchsbildung auf den Behälterflächen sowie auf Art und Verteilung von Ablagerungen zu achten. Optisch auffällige und fest anhaftende anorganische Beläge wie sie z.B. durch Eisen, Mangan und Carbonate gebildet werden können, stellen keine hygienische Beeinträchtigung dar. Häufig haben sie als Deckschichten korrosionsschützende Eigenschaften. Diese fest anhaftenden anorganischen Schichten müssen daher aus hygienischer Sicht auch nicht entfernt werden, da sie im späteren Betrieb nicht zu Beeinträchtigungen des Trinkwassers führen. Eine Entfernung aus ästhetischen Gründen sollte wegen der Gefahr der Beschädigung der Oberflächen unterbleiben.

7.2 Reinigung

Die Reinigung wird entscheidend vereinfacht, wenn dafür Sorge getragen wird, dass die Verunreinigungen nicht antrocknen. Die Restentleerung der Fahrzeugbehälter sollte daher erst unmittelbar vor dem Beginn der Reinigung beendet sein. Die Wahl des Reinigungsverfahrens richtet sich nach der Art und dem Grad der zu entfernenden Verschmutzung.

Aus hygienischer und aus technischer Sicht ist mechanischen Reinigungsverfahren im Allgemeinen vor dem Einsatz chemischer Reinigungsmittel der Vorzug zu geben.

7.2.1 Mechanische Reinigung

Eine mechanische Behälterreinigung umfasst folgende Arbeitsgänge:

- Abspritzen aller Behälterinnenflächen und Ableiten des Reinigungswassers
- Säubern besonders verunreinigter Stellen, z. B. mit Hochdruckgeräten (mit warmem Trinkwasser)
- Reinigen von Rohrleitungen und sonstigen Einbauteilen
- Säubern der Be- und Entlüftungseinrichtungen (gegebenenfalls Filterwechsel).

¹³ DVGW- Technische Regel W 318 „Wasserbehälter, Kontrolle und Reinigung“, Februar 1983

Die Arbeiten sind unmittelbar nach der Begehung zu beginnen. Beim Einsatz von Hochdruckgeräten sind die „Richtlinien für Flüssigkeitsstrahler (Spritzgeräte, ZH 1 /406)“ der Berufsgenossenschaft zu beachten.

7.2.2 Chemische Reinigung

Die im Handel erhältlichen Reinigungsmittel sind meist stark saure Produkte auf der Basis organischer oder anorganischer Säuren unter Zusatz von Inhibitoren und gegebenenfalls von mikrobiziden Substanzen. Da chemische Reinigungsmittel keine universelle Wirkung aufweisen, ist ihr Einsatz stets auf den spezifischen Verwendungszweck abzustellen.

Reinigungsmittel können, sofern sie organische Komponenten enthalten, zu einer Vermehrung der Mikroorganismen im Trinkwasser führen. Daher sollten vor dem Einsatz und bei der Verwendung von chemischen Reinigungsmitteln die Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 319¹⁴ beachtet werden.

7.3 Desinfektion

Als Abschluss einer Reinigungsmaßnahme ist ggf. eine Desinfektion des Behälters vorzusehen. Zum Desinfizieren kann 1,5%ige Wasserstoffperoxid- bzw. Natriumhypochloritlösung mit 5 g/l Chlor verwendet werden.

Für die Desinfektion wird die Desinfektionslösung in den leeren Trinkwasserbehälter des Schienenfahrzeuges eingefüllt. Der Behälter ist solange mit Desinfektionslösung zu befüllen, bis die Lösung aus den Überlaufleitungen des Trinkwasserbehälters wieder austritt. Nach der vorgeschriebenen Einwirkungszeit wird der Behälter entleert, mit Trinkwasser gespült und anschließend wieder mit Trinkwasser gefüllt. Ein Nachteil dieser Standmethode ist, dass Decken und obere Teile der Behälterwände nicht immer sicher mitdesinfiziert werden können.

Auf die einschlägigen Sicherheitshinweise und Unfallverhütungsvorschriften wird verwiesen.

8. Reinigung und Desinfektion von Trinkwasserleitungen in Trinkwasser-Befüllungsanlagen und in Schienenfahrzeugen

Die Reinigung und Desinfektion von Rohrleitungen kann mit verschiedenen Verfahren erfolgen. Durch intensives Spülen der Rohrleitungen mit Wasser kann auf die Verwendung von Desinfektionsmitteln häufig verzichtet werden. Die Reinigungswirkung kann durch Zusatz von Luft bei der Wasserspülung oder durch mechanische Verfahren mit Hochdruckreinigern bzw. Spüllanzen verstärkt werden.

Falls erforderlich, ist die Rohrleitung in Abschnitte zu unterteilen. Der für die Reinigung bzw. Desinfektion vorgesehene Leitungsabschnitt ist von in Betrieb befindlichen Teilen des Trinkwasser-versorgungssystems zu trennen, um sicherzustellen, dass kein Wasser von dem zu reinigenden bzw. zu desinfizierenden Leitungsabschnitt in das in Betrieb befindliche Trinkwasser-Rohrnetz eindringen kann. Ausnahmen von der geforderten Leitungstrennung sind zulässig bei kurzen Leitungslängen und bei Anschlussleitungen < DN 80 und weniger als 100 m Länge, wenn durch besondere Maßnahmen ein Eindringen von Desinfektionswasser in das in Betrieb befindliche Trinkwasser-Rohrnetz verhindert wird. Das kann über jeweils zwei gesperrte, hintereinander liegende Absperrarmaturen mit einem dazwischen liegenden, drucklosen Rohrleitungsabschnitt oder mittels Steckscheiben erfolgen. Gesperrte Armaturen sind eindeutig zu kennzeichnen, um eine irrtümliche Betätigung zu vermeiden. Werden Standrohre eingesetzt, sind diese mit geeigneten Sicherungsarmaturen zu versehen.

Bei hartnäckigen Verkeimungen von Leitungen sind Mehrfachdesinfektionen im Wechsel mit Spülungen solange notwendig, bis einwandfreie mikrobiologische Befunde der Proben des nicht desinfizierten Wassers vorliegen. Die im folgenden Abschnitt beschriebenen Verfahren haben sich bewährt.

8.1 Spülverfahren

8.1.1 Spülen mit Trinkwasser

Bei Leitungen bis DN 150 ist das Spülen mit Trinkwasser das einfachste Reinigungsverfahren. Unter Umständen kann bereits damit auf eine zusätzliche Desinfektion mit chemischen Mitteln verzichtet werden.

Wenn die Rohrleitung nicht mittels Hochdruckgerät vorgereinigt ist, ist es für den Erfolg des Spülens wesentlich, dass eine ausreichende Fließgeschwindigkeit (2 bis 3 m/s) in der Leitung erreicht wird. Benutzt man für die Zuleitung des Spülwassers Schläuche als Behelf, so dürfen diese nur für Trinkwasser verwendet werden (Kennzeichnung). Vor Gebrauch müssen sie gespült und möglichst auch desinfiziert werden. Das gleiche gilt für Schnellkupplungsrohre.

Als Spülwassermenge sollte je nach Leitungsquerschnitt der drei- bis fünffache Rohrinhalt verwendet werden.

¹⁴ DVGW- Technische Regel W 319 „Reinigungsmittel für Trinkwasserbehälter; Einsatz, Prüfung und Beurteilung“, Mai 1990

8.1.2 Spülen mit Luft/Wasser-Gemisch

Lässt sich in einer Leitung allein durch Trinkwasser keine ausreichende Spülwirkung erreichen, so kann das Spülen durch gleichzeitiges Zugeben von Luft unterstützt werden. Bei diesem Verfahren wird in eine abgeschiebte Strecke unter gleichzeitigem geringen Öffnen des Absperrorgans am Anfang der Leitungsstrecke Druckluft durch einen Hydranten eingeblasen, während das entstehende und mit Ablagerungspartikeln angereicherte Luft/Wasser-Gemisch über eine geöffnete Abgabestelle frei ausfließen kann (Bild 8). Wie bei jedem Spülen muss sichergestellt sein, dass während des Spülens kein Wasser aus der Spülstrecke in das in Betrieb befindliche Trinkwasser-Rohrnetz und zu den Verbrauchern gelangen kann. Die Druckluft kann mit einem Kompressor erzeugt werden. Hierbei ist auf ölfreie sowie partikel- und keimarme Druckluft sowie auf ausreichenden Druck auf der Seite des Kompressors zu achten. Außerdem muss sichergestellt sein, dass mit der Luft keine sonstigen Verunreinigungen in das Rohrnetz eingetragen werden.

Nach dem Spülen mit Luft/Wasser muss auf einwandfreie Entlüftung der Rohrleitung geachtet werden. Die Spülung mit einem Luft/Wasser-Gemisch sollte nur durch erfahrene Fachkräfte ausgeführt werden.

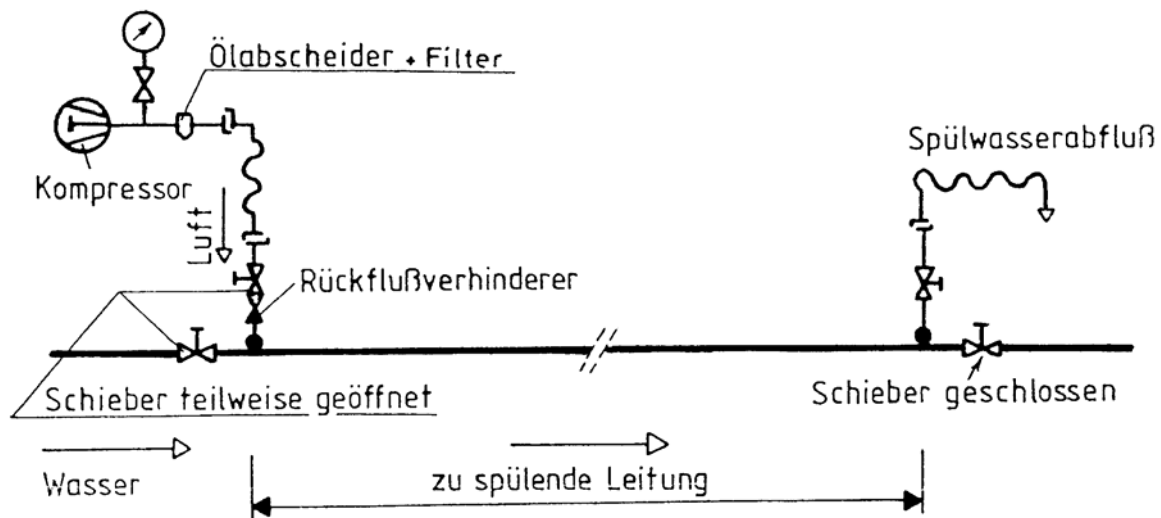


Bild 8: Spülen der Rohrleitung mit Luft/Wasser-Gemisch ohne Leitungstrennung

8.1.3 Molchverfahren

Das Molchen wird für die Entfernung fest anhaftender Ablagerungen aus älteren Leitungen verwendet. Die Inkrustationen werden dabei mittels mehrteiligen Kratzern gelöst und durch Gummischeiben ausgetragen.

Das Molchverfahren ist aber auch für die Reinigung neu verlegter Trinkwasserleitungen und für Trinkwasserfüllschläuche geeignet. Da hier nur leicht anhaftende Verunreinigungen entfernt werden sollen, reichen weiche, fein- bis mittelporige Schwammgummibälle mit einer Dichte von ca. $0,16 \text{ g/cm}^3$ aus. Die Ergebnisse der Reinigung neu verlegter Leitungen durch das Molchverfahren zeigen, dass fast immer der erste Versuch zu mikrobiologisch einwandfreien Ergebnissen führt.

8.2 Desinfektion

Für den Fall, dass mit Spülverfahren nach Abschnitt 8.1 nicht die notwendige mikrobiologische Unbedenklichkeit für die Inbetriebnahme der Leitung erreicht werden kann, können Desinfektionsverfahren eingesetzt werden.

Beim Einsatz von Desinfektionsmitteln sind mögliche Umweltschäden zu vermeiden, die bei unvorhergesehenem Freisetzen der Desinfektionslösung entstehen können. Die gesamte für die Desinfektion verwendete Ausrüstung muss für den Einsatz in der Trinkwasserversorgung geeignet sein. Es dürfen nur erfahrene, im Umgang mit Desinfektionsmitteln geschulte Fachkräfte eingesetzt werden.

Trinkwasserfüllschläuche werden durch die Eisenbahnen vorsorglich in Abständen von 6 Monaten desinfiziert. Über diese Desinfektion der Schläuche wird ein Nachweis geführt, um bei weiteren Parameterüberschreitungen die betreffenden Schläuche auch nachträglich ermitteln zu können. Zur Desinfektion der Schläuche ist eine geeignete Vorrichtung zum Befüllen der Schläuche mit Desinfektionslösung und zum Aufhängen der Schläuche während der Einwirkungszeit des Mittels erforderlich. Die Desinfektionslösung wird in der vorgeschriebenen Konzentration in die betreffenden Schläuche eingefüllt und muss dort (je nach verwendetem Mittel) ca. 1,5 bis 5 Stunden einwirken.

Zwischen der stationären Füllschlauch-Desinfektionsanlage und dem damit fest verbundenen Trinkwasseranschluss ist gemäß DIN 1988 bzw. DIN EN 1717 eine geeignete Sicherungsarmatur einzubauen, um zu verhindern, dass bei Druckabfall im Trinkwassernetz desinfektionsmittelhaltige Wässer in die Trinkwasserleitung zurückgesaugt werden können.

Eine Möglichkeit der baulichen Ausführung einer stationären Desinfektionsanlage ist in Abschnitt 6.2.1. aufgezeigt. Abschnitt 6.2.2. zeigt ein Beispiel für eine mobile Desinfektionsanlage für den Einsatz von Herlisil.

8.2.1 Statisches Desinfektionsverfahren

Beim statischen Verfahren verbleibt die Desinfektionsmittellösung für mindestens 12 Stunden im vollständig gefüllten Leitungsabschnitt. Die Konzentration der Desinfektionsmittellösung und die Mindestkontaktzeit sind von der Zehrung des Wassers abhängig. Am Ende der Einwirkzeit soll das Desinfektionsmittel noch nachweisbar sein, d.h., ca. 30% der ursprünglich eingespülten Konzentration. Es werden die in Tabelle 1 aufgeführten Konzentrationen empfohlen.

Neuerlegte Rohrleitung werden mit Trinkwasser gefüllt, dem in konstantem Verhältnis in der Regel über einen Hydranten Desinfektionsmittel in Konzentration der Dosierlösung mit einer Dosierpumpe oder einem Injektor zugemischt wird. Die Zugabe darf erst beendet werden, wenn die gesamte Leitung mit Desinfektionslösung gefüllt ist. Diese Art der Erstbefüllung der neuerlegten Rohrleitung hat den großen Vorteil, dass auch die schwer zu erreichenden Toträume im Bereich von Muffenspalt, Überschiebern oder Armaturen sofort mit Desinfektionsmittel benetzt werden.

Beim Einspülen von Desinfektionslösung mit geringer Fließgeschwindigkeit und großen Leitungsquerschnitten in bereits gefüllte Wasserleitungen kann sich ein Stromfaden mit Desinfektionsmittel in der Mitte oder im Scheitel des Leitungsquerschnitts bilden. Dadurch kommt es nicht zu der gewünschten Wirkung an der Wandung bzw. Oberfläche.

Während der Standzeit müssen in dem behandelten Leitungsstück vorhandene Schieber, Hydranten, Abgabestellen usw. betätigt werden, um auch sie zu desinfizieren.

8.2.2 Thermisches Desinfektionsverfahren

In zentralen oder dezentralen Warmwasser-Versorgungssystemen der Schienenfahrzeuge besteht bei entsprechenden technischen Voraussetzungen auch die Möglichkeit einer thermischen Desinfektion. Dabei wird der gesamte Inhalt des Warmwasserleitungs- und -speichersystems durch den Trinkwassererwärmer auf > 70°C erhitzt. Jede Entnahmestelle ist bei geöffnetem Auslaß für mindestens 3 Minuten mit 70°C zu beaufschlagen. Temperatur und Zeitdauer sind dabei unbedingt einzuhalten.

8.3 Vorgehen bei Reparaturen

Reparaturarbeiten sind mit äußerster Sorgfalt und Sauberkeit auszuführen. Es ist unter allen Umständen zu verhindern, dass bei Reparaturen im Bereich von ortsfesten Trinkwasser-Befüllungsanlagen Wasser aus der Baugrube in die Trinkwasserleitung gelangt. Dazu sind ausreichend starke Pumpen vorzuhalten. Außerdem ist für eine ausreichende Tiefe der Baugrube und, falls möglich, für eine nicht vollständige Absperrung des beschädigten Leitungsabschnittes zu sorgen, damit an der Schadenstelle immer ein geringer Wasseraustritt erfolgt. Einzubauende Teile sind mit sauberem Trinkwasser oder Desinfektionslösung vor Ort zu reinigen.

Falls nach einem Rohrschaden der Leitungsabschnitt desinfiziert werden soll (s.a. Bild 9), ist eine Einwirkzeit von mindestens 1 Stunde anzustreben. Eine höhere Konzentration an Desinfektionsmittel als in Tabelle 1 genannt, verbessert nicht zwangsläufig das Desinfektionsergebnis. Vielmehr ist sicherzustellen, dass das Desinfektionsmittel an alle zu desinfizierenden Anlagenteile gelangt. Das Eindringen von Desinfektionslösung in angeschlossene benachbarte Anlagenteile, die zum Zeitpunkt der Desinfektion weiter der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen, muss ausgeschlossen sein. Die Desinfektionslösung ist mit einer nachfolgenden Spülung sicher aus der Trinkwasserleitung hinauszuspülen.

Nach der Reparatur muss eine gründliche Reinigung (Spülung) solange durchgeführt werden, bis in dem von der Reparatur betroffenen Netzabschnitt zumindest optisch keine Trübung des Trinkwassers mehr festgestellt werden kann.

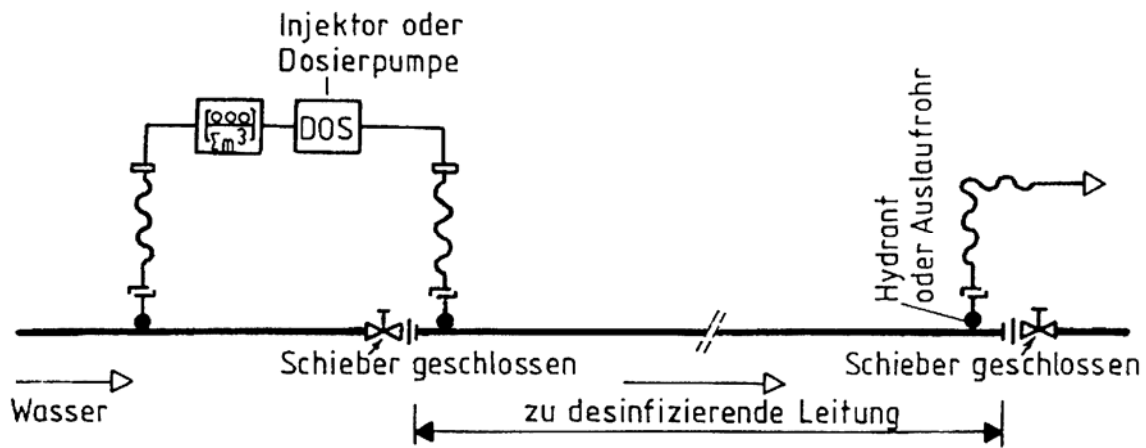


Bild 9: Desinfektion einer Rohrleitung bei Leitungstrennung

9. Reinigung und Desinfektion von Einbauteilen

Eine besondere Desinfektion von Einbauteilen, wie Pumpen, Armaturen, Rohrformstücke etc., wird nur selten erforderlich. Wegen der in der Regel glatten Innenflächen, die mit Trinkwasser in Berührung kommen, reicht der Spüleffekt durch reines Trinkwasser bei der Inbetriebnahme im Allgemeinen aus. Im übrigen kann eine Desinfektion auch zusammen mit der Desinfektion der Rohrleitung erfolgen, wobei in diesem Fall z. B. Schieber, Abgabestellen und Hydranten zu betätigen sind, damit die Desinfektionslösung auch in wenig durchflossene Hohlräume gelangt.

10. Kontrolluntersuchungen

10.1 Entnahme von Trinkwasserproben

Bei Rohrleitungen müssen nach beendeter Reinigung (Spülung) bzw. Desinfektion zumindest an ihrem Ende, bei Verzweigung gegebenenfalls auch an mehreren Enden und bei längeren Leitungen auch von Teilstücken, Trinkwasserproben entnommen werden.

Hierfür hat sich bewährt, Entnahmeventile an den Spülstandrohren anzubringen (s. Bild 10). Der Austausch von Spülstandrohren gegen Entnahmestandrohre bringt die Möglichkeit des Eindringens von Verunreinigungen mit sich, was zu falschen Ergebnissen bei der Untersuchung der Wasserproben führen kann. Auch bei Spülungen über Ausläufe oder Entleerungen muss eine Möglichkeit zur korrekten Entnahme von Trinkwasserproben (Entnahmearmaturen ohne Strahlregler, Gummi- bzw. Kunststoffdichtungen o.ä.) vorhanden sein.

Bei der Probenahme sind die in DIN 38411, Teil 1 "Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K); Vorbereitung zur mikrobiologische Untersuchung von Wasserproben (K1)" angegebenen Maßnahmen (Ablaufenlassen, Reinigen und Abflammen der Entnahmeventile) zu berücksichtigen.

Vor der Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen ist zu prüfen, ob das Wasser eventuell noch Desinfektionsmittel enthält. Beispielsweise darf der maximale freie Chlorgehalt des abgegebenen Trinkwassers nur bis 0,3 mg/l betragen.

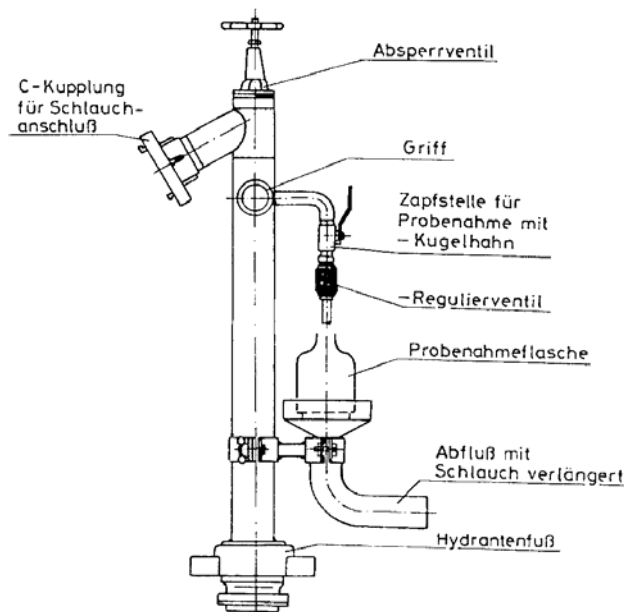


Bild 10: Spülstandrohr mit Einrichtung zur Entnahme von Proben für bakteriologische Untersuchungen

10.2 Mikrobiologische Untersuchungen

Folgende Grenzwerte und Anforderungen für mikrobiologische Parameter müssen gemäß Trinkwasserverordnung eingehalten werden:

- kein *Escherichia coli* in 100 ml,
- keine coliformen Bakterien in 100 ml,
- keine Enterokokken in 100 ml,
- Koloniezahlen bei 22° C ohne anormale Veränderung (bzw. bei Untersuchung nach altem Untersuchungsverfahren < 20 je 1 ml bei desinfiziertem Wasser und < 1000 je 1 ml in Trinkwasser-Befüllungsanlagen und Schienenfahrzeugen)
- Koloniezahlen bei 36° C ohne anormale Veränderung (bzw. bei Untersuchung nach altem Untersuchungsverfahren < 100 je 1 ml in Trinkwasser-Befüllungsanlagen und Schienenfahrzeugen)
- *Legionella spec.*
(in Schienenfahrzeugen, die über druckwasserbetriebene Duscheinrichtungen mit Warmwasserbereitungsanlagen verfügen)
- *Pseudomonas aeruginosa*
(in Schienenfahrzeugen und mobilen Trinkwasser-Befüllungsanlagen)

Nur wenn diese Grenzwerte und Anforderungen eingehalten sind, darf die Trinkwasser-Befüllungsanlage oder die Trinkwasserversorgungsanlage des Schienenfahrzeuges in Betrieb genommen werden. Bei Überschreitung von nur einem Parameter muss der gesamte Vorgang mit Spülung bzw. Desinfektion, Probenahme und mikrobiologischer Untersuchung wiederholt werden.

11. Inbetriebnahme von Trinkwasserleitungen und -behältern

Die Inbetriebnahme von neuen und länger außer Betrieb gewesenen Rohrleitungen oder Behältern für die Trinkwasserversorgung darf erst dann erfolgen, wenn die mikrobiologische Unbedenklichkeit auf Grund von entsprechenden Untersuchungsergebnissen nachgewiesen ist. Die Untersuchungsergebnisse sind mit Angabe von Ort und Zeitpunkt der Probeentnahme und des Ergebnisses der Chlorbestimmung festzuhalten. Diese Daten sind den Betriebsunterlagen des Betreibers beizufügen.

Gemäß § 13 Abs. 1 der Trinkwasserverordnung ist der Betreiber einer neuen Trinkwasser-Befüllungsanlage verpflichtet, dem Eisenbahn-Bundesamt als zuständigem Gesundheitsamt die beabsichtigte Inbetriebnahme spätestens vier Wochen vorher anzuzeigen.

12. Beseitigung von reinigungs- und desinfektionsmittelhaltigen Wässern

Nach Beendigung der Reinigung bzw. Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen, Behältern und Trinkwasserfüllschläuchen muss das verwendete Mittel bzw. seine wässrige Lösung beseitigt werden, ohne dass dadurch Schäden in der Umwelt entstehen.

Hierzu kann entweder die Konzentration des Mittels durch Verdünnung soweit abgesenkt werden, dass keine Schädigung mehr zu erwarten ist, oder das Mittel, das im Allgemeinen eine oxidierende Wirkung hat, durch die Einwirkung von Reduktionsmitteln unwirksam gemacht werden. Letzteres kann durch Zugabe von chemischen Reduktionsmitteln (siehe Abschnitt 12.3.) geschehen.

Für die Beseitigung von Wässern, die Reinigungs- bzw. Desinfektionsmittel enthalten, kommen im Wesentlichen drei Möglichkeiten in Betracht, wobei wasserrechtliche Gesichtspunkte zu beachten sind:

- Einleitung in ein öffentliches Kanalnetz
- direkte Einleitung in einen Vorfluter
- Versickerung im Erdreich

Dabei ist zu berücksichtigen, dass neben den Reinigungs- bzw. Desinfektionsmitteln auch die bei der Reinigung anfallenden Schmutzstoffe im abzuleitenden Wasser enthalten sind.

12.1 Wasserrechtliche Gesichtspunkte

Für Einleitungen in die Kanalisation ist die jeweils geltende Entwässerungssatzung (Kanalsatzung, Abwassersatzung) maßgebend.

Die Einleitung von reinigungs- bzw. desinfektionsmittelhaltigen Wässern, Spülwässern usw. in ein oberirdisches Gewässer stellt eine Benutzung des Gewässers nach § 3 Wasserhaushaltsgesetz¹⁵ dar.

Die Benutzung bzw. hier Einleitung von Stoffen im Sinne des § 3 Abs.1 Nr. 4 WHG ist nur mit einer Erlaubnis gemäß § 7 WHG zulässig. Einleitungen in das Grundwasser stellen nach § 3 Abs. 1 Nr. 5 ebenfalls eine Benutzung dar, deren Zulassung nach § 34 Abs. 1 WHG Einschränkungen unterliegt. Die ergänzenden Bestimmungen der Wassergesetze der Länder sind zu beachten.

Die Beseitigung von reinigungs- und desinfektionsmittelhaltigen Wässern durch Verrieseln bzw. Versickern über freiem Gelände bedarf nur dann keiner wasserrechtlichen Erlaubnis, wenn sichergestellt ist, dass dabei keine Schadstoffe in das Grundwasser gelangen. Privatrechtliche Regelungen mit den beteiligten Grundstückseigentümern sind erforderlich.

12.2. Einleitung in ein öffentliches Kanalnetz

Die Einleitung reinigungs- bzw. desinfektionsmittelhaltiger Wässer in das öffentliche Kanalnetz hat entsprechend den Auflagen des Betreibers der Abwasserbeseitigung zu erfolgen. Fallen dabei größere Flüssigkeitsmengen an, ist eine Abstimmung mit dem Betreiber der Kanalisation und des Klärwerkes erforderlich.

12.3 Einleitung in einen Vorfluter

Bei der direkten Einleitung von reinigungs- bzw. desinfektionsmittelhaltigen Wässern in einen Vorfluter (oder über die Regenwasserkanalisation) sind die besonderen örtlichen Verhältnisse, insbesondere die jeweilige Wasserführung des Vorfluters sowie die abzuleitenden Wassermengen, zu berücksichtigen, um schädigende Wirkungen im Gewässer zu vermeiden.

Als sichere und für die Gewässerökologie unschädliche Methode hat sich bei desinfektionsmittelhaltigen Abwässern die chemische Umsetzung bewährt. Zur Behandlung von chlorhaltigen Desinfektionsmitteln wird im Allgemeinen eine etwa 10%ige Natriumthiosulfatlösung verwendet. Je Gramm Chlor ist in der Praxis ein Zusatz von ca. 3,5 g technischem ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) bzw. 2,2 g wasserfreiem Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) erforderlich.

Natriumthiosulfat ist für Wasserorganismen unschädlich. Zu beachten ist jedoch die durch Natriumthiosulfat-Überschüsse hervorgerufene Sauerstoffzehrung im Gewässer. Natriumthiosulfat kann grundsätzlich auch zur Umsetzung von überschüssigem Kaliumpermanganat und Wasserstoffperoxid verwendet werden.

Bei der Behandlung mit Natriumthiosulfat ist dafür Sorge zu tragen, dass eine vollständige Durchmischung stattfindet, bevor die Einleitung in den Vorfluter erfolgt.

Zum Entchloren eignet sich auch Wasserstoffperoxid, wobei in gleicher Weise vorgegangen wird. Zur Reduktion von 1 g Chlor wird ca. 1 g H_2O_2 benötigt. Man verwendet einen geringen Überschuss von 5 bis 10 %, der in der Vorflut rasch abgebaut wird.

¹⁵ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts – WHG - vom 27.07.1957 (BGBl I S. 1110, S. 1386) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19.08.2002 (BGBl I S. 3245), in der aktuellen Fassung

Die Inaktivierung von Chlor kann auch mit Aktivkohle vorgenommen werden. Für diesen Fall werden transportable Filter mit Aktivkohlefüllungen zwischen 1 und 2 m³ empfohlen. Um eingeschwemmte Verunreinigungen entfernen zu können, müssen diese Filter rückspülbar sein.

12.4 Versickerung im Erdreich

Die Beseitigung chlorhaltiger Abwässer durch Verrieseln bzw. Versickern im Gleisbereich bzw. im freiem Gelände bedarf nur dann keiner wasserrechtlichen Erlaubnis, wenn sichergestellt ist, dass dabei nichts in das Grundwasser gelangt. Dieser Nachweis dürfte durch die Bahnunternehmen selbst nicht ohne weiteres zu erbringen sein, da die Untergrundverhältnisse bzw. Grundwasserströmungen in der Regel diesen Unternehmen nicht bekannt sind. Einleitungen in das Grundwasser stellen nach § 3 Wasserhaushaltsgesetz ebenfalls eine Benutzung dar, deren Zulassung nach § 34 Abs. 1 WHG Einschränkungen unterliegt.

Die Beseitigung von Mirasan Perox-Lösung in der vorgeschriebenen Einsatzkonzentration bis max. 300 mg / l Frischwasser durch Verrieseln bzw. Versickern im Gleisbereich bzw. im freiem Gelände kann nach Aussage des Herstellers als unbedenklich angesehen werden, da das in dieser geringen Konzentration enthaltene H₂O₂ (Wasserstoffperoxid) in Verbindung mit den organischen Substanzen im Erdreich leicht in H₂O (Wasser) und O₂ (Sauerstoff) zerfällt.

13. Desinfektion von Trinkwasser selbst (Trinkwasseraufbereitung)

13.1 Anforderungen

Für die Desinfektion im Rahmen der Trinkwasseraufbereitung dürfen grundsätzlich nur die gemäß Trinkwasserverordnung zugelassenen Mittel und Verfahren zum Einsatz gelangen. Diese Mittel und Verfahren sind mit den entsprechenden Einsatzbedingungen in der „Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001“ vom Bundesministerium für Gesundheit im Bundesgesundheitsblatt veröffentlicht.

Die Anwendungsbereiche und die dabei zu beachtenden Randbedingungen für den Einsatz dieser Desinfektionsmittel und –verfahren sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Anwendungsbereiche

Desinf.-mittel	Anwendungsbereich	zulässige Zugabemenge	Höchstkonzentration nach Aufbereitung	Reaktionsprodukte
Chlor und Chlorverbindungen Cl ₂	- pH < 8 - Ammonium < 0,1 - DOC ² ≤ 2,5 mg/l ³	1,2 mg/l Cl ₂ (0,6 mg/l Cl ₂) ¹	max. 0,3 mg/l Cl ₂ min. 0,1 mg/l Cl ₂ (0,6 mg/l Cl ₂) ¹	Trihalogenmethane und andere chlororganische Verbindungen; biologisch abbaubare Stoffe
Chlordioxid ClO ₂	- gesamter pH-Bereich - DOC ² ≤ 2,5 mg/l ³	0,4 mg/l ClO ₂	max. 0,2 mg/l ClO ₂ min. 0,05 mg/l ClO ₂	Chlorit ⁴ ; biologisch abbaubare Stoffe
Ozon O ₃	- gesamter pH-Bereich - nicht als letzte Aufbereitungsstufe	10 mg/l O ₃	0,05 mg/l O ₃	Bromat; erhöhte Bildung biologisch abbaubare Stoffe
Desinf.-verfahren				
UV-Bestrahlung (240-290 nm)	- biologisch stabile Wässer			
Abkochen ⁵	- als Notfallmaßnahme			

¹ zulässig, wenn die Desinfektion nicht anders gesichert werden kann, oder wenn die Desinfektion zeitweise durch Ammonium beeinträchtigt wird

² DOC = der gelöste organische Kohlenstoff (dissolved organic carbon)

³ Orientierungswert bedingt durch Grenzwerte für Nebenprodukte

⁴ der Wert für Chlorit gilt als eingehalten, wenn nicht mehr als 0,2 mg/l Chlordioxid zugegeben werden

⁵ sprudelndes Kochen

13.2 Dosieranlagen für Desinfektions- bzw. Oxidationsmittel

Sind in Trinkwasser-Befüllungsanlagen Dosieranlagen für Desinfektions- bzw. Oxidationsmittel in Betrieb oder sollen solche zum Einsatz gelangen, sind die Betriebsanleitungen und die für den Bau, den Betrieb und die Wartung geltenden Vorschriften, Richtlinien und Normen zu beachten (siehe auch Abschnitt 14).

Gemäß der „Unfallverhütungsvorschrift GUV-V D5 Chlorung von Wasser“ vom April 1979 i.d.F. vom Januar 1997 (am 30.01.1997 von der EUK beschlossen und öffentlich bekanntgemacht) und den dazu erlassenen „Durchführungsanweisungen“ (am 06.09.1996 von der EUK beschlossen) gelten im Bereich der Eisenbahnen für Chlorungsanlagen, die mit Natrium- und Calciumhypochlorit betrieben werden, folgende Festlegungen:

Aufstellungsräume:

- Chlorungsanlagen müssen in verschließbaren, gut zu lüftbaren Räumen aufgestellt und die für die Chlorung bestimmten Chemikalien müssen in verschließbaren Räumen gelagert sein. Durch diese Forderungen sollen Chlorungsanlagen und Chemikalien gegen Witterungseinflüsse geschützt und dem Zugriff Unbefugter entzogen werden. Diese Räume sind gegen Zutritt Unbefugter zu sichern. Die Räume dürfen außerdem nicht für den ständigen Aufenthalt von Personen bestimmt sein. Ein „ständiger“ Aufenthalt liegt vor, wenn sich Personen länger als 2 Stunden pro Tag in dem Raum aufhalten. Reparatur- und Wartungsarbeiten an der Chlorungsanlage sind hiervon ausgenommen.
- Abweichend davon dürfen in Arbeitsräumen, in denen sich Personen ständig aufhalten, Chlorungsanlagen, die für einen dort stattfindenden Arbeitsprozess benötigt werden, aufgestellt sein, wenn
 - nur die für den Fortgang der Arbeit erforderlichen Chemikalien vorhanden sind und
 - die Chlorungsanlagen und Chemikalien gegen Zugriff Unbefugter gesichert werden können.
- In Räumen, in denen Natriumhypochlorit, Natriumchlorit, deren Lösungen oder Salzsäure vorhanden sind, darf die Temperatur 0 °C nicht unterschreiten. Unter 0 °C können Lösungen auskristallisieren, evtl. gefrieren und möglicherweise Behälter beschädigen. Ein gefahrloses Beseitigen von Chemikalien muss möglich sein. Die Forderung kann z.B. durch einen Wasseranschluss und einen Bodenablauf erfüllt werden.
- Ortsveränderliche Chlorungsanlagen dürfen abweichend auch außerhalb von Räumen aufgestellt sein, wenn sie gegen Zugriff Unbefugter gesichert sind. Die Bestimmung ist während des Betriebes erfüllt, wenn z.B. die Chlorungsanlage ständig beaufsichtigt wird.
- Durch Anschläge ist auf die Gefahren beim Umgang mit Chlorungsanlagen und auf Vorsichtsmaßnahmen hinzuweisen. Diese Forderung ist z.B. erfüllt, wenn die Anschläge dem Anhang 3 der GUV 8.15 entsprechen.

Behälter:

- Die Verschlüsse von Behältern für die zur Chlorung verwendeten Chemikalien müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert sein und das Eindringen von Verunreinigungen wie auch das Austreten des Behälterinhaltes bei Transport und Lagerung verhindern.
- Behälter für Chemikalien oder Chlor müssen dem Inhaltsstoff entsprechend gekennzeichnet sein.

Betrieb:

- Der Unternehmer hat unter Verwendung der von den Herstellern von Chlorungsanlagen bzw. Chemikalien mitgelieferten Betriebs- und Gebrauchsanleitungen eine Betriebsanweisung in verständlicher Form und Sprache aufzustellen. Sie muss insbesondere Angaben enthalten über:
 - die In- und Außerbetriebnahme,
 - die Bedienung und Wartung der Anlage und
 - das Verhalten bei Störfällen und Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren.
- Die Betriebsanweisung ist den Aufsichtspersonen auszuhändigen und im Bereich der Chlorungsanlage oder an sonstiger geeigneter Stelle gut sichtbar auszuhängen bzw. auszulegen.
- Mit der Bedienung und Wartung von Chlorungsanlagen sowie mit dem Umgang mit Chemikalien dürfen nur Personen beauftragt werden, die darin unterwiesen sind und von denen zu erwarten ist, dass sie ihre Aufgaben zuverlässig erfüllen.
- Der Unternehmer hat folgende persönliche Schutzausrüstungen für Mitarbeiter, die Umgang mit Natrium- bzw. Calciumhypochlorit haben, zur Verfügung zu stellen: Gesichtsschutz, Gummi- oder Kunststoffstiefel, Schutzhandschuhe und Schutzhürze.
- Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass die Beschäftigten mit der Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung vertraut sind. Die Beschäftigten sind mit der Benutzung der persönlichen

Schutzausrüstungen vertraut, wenn sie in die Benutzung eingewiesen bzw. für den Umgang mit ihnen ausgebildet worden sind und die persönlichen Schutzausrüstungen regelmäßig verwenden oder mind. halbjährlich Übungen durchführen.

- Leere und gefüllte Behälter für die zur Chlorung verwendeten Chemikalien dürfen nur in Räumen bzw. an Orten aufbewahrt werden, die den Forderungen, die an die Aufstellungsräume (s.o.) gestellt werden, entsprechen.
Gefüllte und leere Chemikalienbehälter sind geschlossen zu halten.
- Zur Vermeidung von Chlorgasbildung darf Natriumhypochlorit nicht mit Säure oder sauer reagierenden Chemikalien in Berührung kommen. Es darf z.B. Natriumhypochlorit nicht mit Salzsäure oder Aluminiumsulfat-Lösung zusammengeschüttet werden.
Natriumhypochlorit darf mit Säure oder sauer reagierenden Chemikalien nur dann in demselben Raum gelagert bzw. aufgestellt werden, wenn entweder Natriumhypochlorit oder Säure bzw. sauer reagierende Chemikalien in bruchsicheren Gefäßen aufbewahrt sind.

Prüfung:

- Chlorungsanlagen dürfen erst in Betrieb genommen werden, nachdem sie durch einen Sachkundigen auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft und dabei insbesondere gasführende Teile einer Dichtheitsprüfung unterzogen worden sind. Chlorungsanlagen sind regelmäßig, jedoch mindestens einmal jährlich und vor jeder Wiederinbetriebnahme durch einen Sachkundigen auf Sicherheit zu prüfen. Über Art und Ergebnis der Prüfungen ist ein schriftlicher Nachweis zu führen.
- Sachkundige sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet von Chlorungsanlagen haben und mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Richtlinien, Unfallverhütungsvorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z.B. VDE-Bestimmungen, DIN-Normen) soweit vertraut sind, dass sie den arbeitssicheren Zustand von Chlorungsanlagen beurteilen können.
Für die Durchführung der vorgeschriebenen Prüfungen kann z.B. ein Wartungsvertrag mit dem Hersteller oder einer fachkundigen Firma abgeschlossen werden.

In Trinkwasser, das mit Chlor, mit Natrium- oder Calciumhypochlorit desinfiziert wird, muss gemäß der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren des Umweltbundesamtes, Teil I c, nach Abschluss der Aufbereitung ein Restgehalt von mindestens 0,1 mg freiem Chlor je Liter nachweisbar sein. Die festgelegte Höchstkonzentration von 0,3 mg freiem Chlor pro Liter darf nicht überschritten werden.

In Trinkwasser, das mit Chlordioxid desinfiziert wird, muss nach der o.g. Liste nach Abschluss der Aufbereitung ein Restgehalt von mindestens 0,05 mg Chlordioxid je Liter nachweisbar sein. Die festgelegte Höchstkonzentration von 0,2 mg Chlordioxid pro Liter darf nicht überschritten werden.

Sind keine kontinuierlich arbeitenden Messgeräte zur Chlorüberschuss-Messung (wie z.B. in Chlordosierungsanlagen) vorhanden, müssen die Betreiber der Anlagen gemäß der Tabelle 1 b der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren des Umweltbundesamtes und dem § 16 Abs. 4 TrinkwV wöchentlich folgende Kontrollen vornehmen:

Kontrolle der zugesetzten Menge des Einsatzproduktes (Verbrauch), Dokumentation in einem Betriebsbuch erforderlich;

Kontrolle der Konzentration des Wirkstoffes im aufbereiteten Trinkwasser, Dokumentation in einem Betriebsbuch und Nachweis von Analysenbefunden erforderlich.

Die Dokumentation der Kontrollen ist schriftlich oder auf Datenträgern zu erfassen.

13.3 UV- Desinfektionsanlagen in Schienenfahrzeugen

Die UV-Desinfektionsanlagen müssen nach dem technischen Regelwerk W 294, Teil 1 bis 3 geprüft sein. Es sind nur geprüfte Anlagen zulässig, die eine Desinfektionswirksamkeit entsprechend einer Bestrahlung von mindestens 400 J/m² (bezogen auf 254 nm) einhalten.

Der Betrieb ungeprüfter UV-Anlagen wird bis zum 30.06.2007 unter der Bedingung, dass mindestens eine monatliche mikrobiologische Untersuchung auf Veranlassung des Betreibers durchgeführt wird, verlängert.

Für ungeprüfte UV-Desinfektionsgeräte aus rostfreiem Stahl mit Hg-Niederdruckstrahlern, die vor dem 1.1.2003 in Betrieb genommen wurden, kann der Nachweis, dass die Anforderungen eingehalten werden,

hilfsweise durch eine erfolgreiche Einzelprüfung nach Anhang 1 der „Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001“ (s. Anlage 2) erfolgen. Die entsprechende Prüfbescheinigung gilt für 5 Jahre und ist nicht verlängerbar.

Voraussetzung für eine zuverlässige UV-Desinfektion ist ein weitgehend partikelfreies Wasser (Trübung). Außerdem sollen zur Vermeidung störender Ablagerungen in der Bestrahlungskammer die Gehalte von gelöstem Eisen unter 0,03 mg/l sowie an Mangan unter 0,02 mg/l liegen.

Das von Quecksilber-Niederdruckstrahlern abgegebene ultraviolette Licht (UV) mit einer Wellenlänge von 254 nm bewirkt über die Zerstörung der Erbsubstanz der Mikroorganismen deren zuverlässiges Absterben. Um diesen Prozess wirkungsvoll zu unterstützen, erfolgt die Bestrahlung mit einer Intensität von mindestens 400 J/m². Diese hohe Dosis führt bei Mikroorganismen zu den sicheren Inhibierungsraten von 4 bis 5 logarithmischen Stufen (10⁴-10⁵).

Mit UV-Strahlen ist die Desinfektion des Wassers auch bei hoher bakteriologischer Belastung einfach und sicher durchführbar, ohne dass Stoffe in gesundheitsschädigenden Konzentrationen gebildet werden und der Geschmack des Trinkwassers verändert wird.

Das setzt jedoch voraus, dass diese UV-Bestrahlungsanlagen in den Schienenfahrzeugen entsprechend den Bedienungsanleitungen der Hersteller regelmäßig gewartet werden (Strahlerwechsel, Reinigung des Quarzschutzrohres). Diese Wartung erfolgt im Zuge der regelmäßig durchzuführenden Fristarbeiten am Schienenfahrzeug.

Zusätzlich ist vom Betreiber des Schienenfahrzeuges darauf zu achten, dass die Anzeige der Strahlungsintensität je nach Typ der UV-Bestrahlungsanlage nicht unter 30% bzw. 40% abfällt. In diesem Fall muss dann auch außerhalb der Fahrzeug-Fristen eine Wartung der UV-Anlage erfolgen.

13.4 Trinkwasserkonservierung

In bestimmten Ausnahmesituationen kann es erforderlich werden, dass in den Trinkwasserbehältern der Schienenfahrzeuge (z.B. in Rettungszügen) das vorhandene Wasser für den menschlichen Gebrauch für einen befristeten Zeitraum haltbar gemacht werden muss. Dazu macht sich zur Verhinderung der Verkeimung des Trinkwassers die Zugabe eines Konservierungsmittels erforderlich.

Als Zusatzstoffe zur Konservierung sind gemäß Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren des Umweltbundesamtes (Liste III a) Silber und Silberchlorit für den nicht-systematischen Gebrauch im Ausnahmefall zugelassen.

Die zulässige Zugabe für Silber und Silberchlorit beträgt 0,1 mg Silber / l Trinkwasser; die Höchstkonzentration dieser Zusatzstoffe beträgt nach der Aufbereitung 0,08 mg Silber/ l Trinkwasser.

14. Rechtsvorschriften, UVV, Normen, Technische Regeln und sonstige Unterlagen

14.1 Rechtsvorschriften

Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG), Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung seuchenrechtlicher Vorschriften (Seuchenrechtsneuordnungsgesetz – SeuchRNeuG) vom 20. Juli 2000 (BGBl. I Nr. 33 S. 1045) in der aktuellen Fassung.

Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21.05.2001 (BGBl. I Nr. 24 vom 28.05.2001), geändert durch Verordnung zur Änderung zustoffrechtlicher und anderer lebensmittelrechtlicher Verordnungen vom 20.12.2002 (BGBl. I 2002, 4695) in der aktuellen Fassung.

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts – WHG - vom 27.07.1957 (BGBl. I S. 1110, S. 1386) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19.08.2002 (BGBl. I S. 3245) in der aktuellen Fassung.

Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe VwVwS) vom 17. Mai 1999, Bundesanzeiger Jahrgang 51, Nr. 98a.

Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser – AVBWasserV - vom 20.06.1980 (BGBl. I S. 750 S. 1067) (BGBl. III 753-10) in der aktuellen Fassung.

Verordnung über Ausnahmen von den Vorschriften über die Beförderung gefährlicher Güter (Gefahrgut-Ausnahmeverordnung - GGAV) vom 23. Juni 1993, BGBl. I S. 994 (1993) in der aktuellen Fassung.

Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße und mit Eisenbahnen - Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn – GGVSE – vom 11.12.2001 (BGBl. I S. 3529), Neufassung durch Bekanntmachung vom 24.11.2006 (BGBl. I S. 2683).

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV), vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758, 3759) in der aktuellen Fassung.

14.2 Unfallverhütungsvorschriften (UVV)

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 220, „Sicherheitsdatenblatt“ (Dezember 2006).

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 555, „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 GefStoffV“ (Dezember 1997).

Unfallverhütungsvorschrift GUV-V D5 (bisher GUV 8.15) „Chlorung von Wasser“ vom April 1979 i.d.F. vom Januar 1997 und die dazu erlassenen Durchführungsanweisungen vom April 1979

14.3 Normen

- | | |
|---------------|---|
| DIN 1988-2: | Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe, Technische Regel des DVGW. |
| DIN 1988-4: | Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte, Technische Regel des DVGW. |
| DIN 1988-8: | Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Betrieb der Anlagen, Technische Regel des DVGW. |
| DIN 2001-2: | Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und aus nicht ortsfesten Anlagen; Teil 2: Nichtortsfeste Anlagen - Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser; Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Anlagen – Technische Regel des DVGW. |
| DIN 27203-11: | Zustand der Eisenbahnfahrzeuge; Fahrgastraum; - Teil 11: Wasserversorgungsanlagen. |
| DIN EN 805: | Wasserversorgung - Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden; Deutsche Fassung EN 805:2000. |
| DIN EN 806-1: | Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen, Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN 806-1:2001 + A1:2001. |
| DIN EN 1508: | Wasserversorgung; Anforderung an Systeme und Bestandteile der Wasserspeicherung; Deutsche Fassung EN 1508:1998. |
| DIN EN 1717: | Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen - Technische Regel des DVGW. |
| DIN EN 900: | Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch - Calciumhypochlorit; Deutsche Fassung EN 900:2007. |
| DIN EN 901: | Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Natriumhypochlorit; Deutsche Fassung EN 901:2007. |
| DIN EN 902: | Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Wasserstoffperoxid; Deutsche Fassung EN 902:1999. |
| E DIN EN 902 | Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Wasserstoffperoxid; Deutsche Fassung prEN 902:2007. |
| DIN EN 12671: | Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Chlordioxid; Deutsche Fassung EN 12671:2000. |

E DIN EN 12671: Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Chlordioxid; Deutsche Fassung prEN 12671:2007.

14.4 Technische Regeln der Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches (DVGW)

- DVGW - W 203: Begriffe der Chlorung (1978-05).
- DVGW - W 270: Vermehrung von Mikroorganismen auf Materialien für den Trinkwasserbereich Prüfung und Bewertung (2007-11).
- DVGW - W 271: Tierische Organismen in Wasserversorgungsanlagen (1997-02) sowie 1. Beiblatt (1997-02).
- DVGW - W 290: Trinkwasserdesinfektion – Einsatz- und Anforderungskriterien (2005-02).
- DVGW - W 291: Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen (2000-03).
- DVGW - W 294-1: UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung; Teil 1: Anforderungen an Beschaffenheit, Funktion und Betrieb (2006-06)..
- DVGW – W 294-2: UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung; Teil 2: Prüfung von Beschaffenheit, Funktion und Desinfektionswirksamkeit (2006-06).
- DVGW - W 294-3: UV-Geräte zur Desinfektion in der Wasserversorgung; Teil 3: Messfenster und Sensoren zur radiometrischen Überwachung von UV-Desinfektionsgeräten; Anforderungen, Prüfung und Kalibrierung (2006-06).
- DVGW - W 296: Vermindern oder Vermeiden der Trihalogenmethanbildung bei der Wasseraufbereitung und Trinkwasserverteilung (2002-02).
- DVGW – W 300: Wasserspeicherung - Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern in der Trinkwasserversorgung (2005 – 06).
- DVGW - W 312: Wasserbehälter - Maßnahmen zur Instandhaltung (1993-11).
- DVGW - W 319: Reinigungsmittel für Trinkwasserbehälter- Einsatz, Prüfung und Beurteilung (1990-05).
- DVGW - W 331: Auswahl, Einbau und Betrieb von Hydranten (2006-11).
- DVGW - W 346: Guss- und Stahlrohrleitungsteile mit ZM- Auskleidung, Handhabung (2000-08).
- DVGW - W 347: Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich; Prüfung und Bewertung (2006-05).
- DVGW – W 400-1: Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 1: Planung (2004-10).
- DVGW – W 400-2: Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 2: Bau und Prüfung (2004-09).
- DVGW – W 400-3: Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWV); Teil 3: Betrieb und Instandhaltung (2006 – 09).
- DVGW - W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen (2004-04)
- DVGW – W 551: Kommentar zum DVGW Arbeitsblatt W 551 (2004-12)
- DVGW - W 623: Dosieranlagen für Desinfektions- und Oxidationsmittel; Dosieranlagen für Chlor (1991-09).
- DVGW – W 624: Dosieranlagen für Desinfektions- und Oxidationsmittel; Dosieranlagen für Chlordioxid (1996-10).

14.5 Sonstige Unterlagen

Leitlinie für die hygienische Beurteilung von organischen Materialien in Kontakt mit Trinkwasser (KTW-Leitlinie) vom 18.11.2005 (BGesBl. 48 S. 1409) in der aktuellen Fassung.

Richtlinie 89/392/EWG des Rates vom 14.06.1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Maschinen.

Richtlinie 89/655/EWG des Rates vom 30.11.1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit.

DVGW-Wasser-Information Nr. 22: Wasserstoffperoxid zur Desinfektion von Anlagen der Wasserversorgung (1990-04).

DVGW-Wasser-Information Nr. 23: Über den Umgang mit Hypochloritlösungen (1997-08).

DVGW-Wasser-Information Nr. 25: „Wiederverkeimung von Trinkwasser“ und „Nicht ausreichend durchflossene Trinkwasserleitungen“ (1997-08).

DVGW-Wasser-Information Nr. 30: Konsequenzen der neuen Trinkwasserverordnung für die Desinfektion von Trinkwasser (1991-08)

DVGW-Wasser-Information Nr. 55: Stagnation in der Trinkwasserinstallation (1998-08).

DVGW-Wasser-Information Nr. 62: Entnahme von Trinkwasserproben in der Trinkwasserinstallation für die mikrobiologische Untersuchung (2000-03).

twin-Information des DVGW: Werkstoffe in der Trinkwasserinstallation (2002-09).

twin-Information des DVGW: Trinkwassererwärmungsanlagen (2002-10).

Muster für einen**„Maßnahmeplan über Abhilfemaßnahmen bei Parameterüberschreitungen in Wasser für den menschlichen Gebrauch in Schienenfahrzeugen/ Trinkwasser-Befüllungsanlagen“**

In § 16 Abs. 6 der Trinkwasserverordnung 2001 ist bestimmt, dass die Betreiber von Wasserversorgungsanlagen einen Maßnahmeplan für den Fall der Überschreitung von Grenzwerten und Anforderungen aufzustellen haben.

1. Ziel des Maßnahmeplanes

- Gewährleistung der Informationspflichten, die sich aus der Trinkwasserverordnung ergeben.
- Durchführung von Abhilfemaßnahmen bei Überschreitungen von Grenzwerten und Anforderungen bei Wasser für den menschlichen Gebrauch aus Trinkwasserversorgungsanlagen in Schienenfahrzeugen (SFZ) und/oder Trinkwasser-Befüllungsanlagen für Schienenfahrzeuge.
- Ziel dieses Maßnahmeplanes ist es auch, bei festgestellten Abweichungen der Trinkwasserbeschaffenheit von den Anforderungen der Trinkwasserverordnung (§§ 5 bis 7 und 9) eine möglichst schnelle und vor allem effektive Reaktion des Betreibers zu sichern.
- Die Abhilfemaßnahmen sollen sicherstellen, dass keine nachteilige Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit bei der Verwendung des Wassers durch den Verbraucher zu besorgen ist.

2. Geltungsbereich des Maßnahmeplanes

Dieser Maßnahmeplan gilt verbindlich für die Trinkwasserversorgungsanlagen in Schienenfahrzeugen und/oder Trinkwasser-Befüllungsanlagen im Bereich:

Vertreter des Betreibers

.....
.....

zuständige Behörde

Eisenbahn-Bundesamt (EBA), Vorgebirgsstraße 49,
53119 Bonn

Die telefonische Erreichbarkeit der Ansprechpartner ist in Anhang 4 dieses Maßnahmeplanes geregelt.

3. Verantwortlichkeit

Der Betreiber von Trinkwasserversorgungsanlagen führt alle notwendigen Abhilfemaßnahmen gemäß Anhang 1 und 2 dieses Maßnahmeplanes durch. Der Betreiber informiert nach Durchführung der Abhilfemaßnahmen das EBA (Anhang 3).

4. Abhilfemaßnahmen**4.1 Parameterüberschreitungen**

Beim Auftreten von Parameterüberschreitungen in Trinkwasser-Befüllungsanlagen/ Trinkwasserversorgungsanlagen in Schienenfahrzeugen sind die in Anhang 1 und 2 beschriebenen Abläufe und Festlegungen einzuhalten.

4.2 Besondere Vorkommnisse

Bei besonderen Vorkommnissen, die eine Beeinträchtigung der Trinkwasserqualität besorgen lassen, besteht eine unverzügliche Meldepflicht durch den Betreiber an das EBA.
In diesem Fall erforderliche Maßnahmen werden durch das EBA im Einzelfall gesondert festgelegt.

5. Begriffe

Parameterüberschreitung ist die Nichteinhaltung der mikrobiologischen und chemischen Grenzwerte und Anforderungen entsprechend der Trinkwasserverordnung.

Trinkwasserversorgungsanlagen gemäß § 72 Infektionsschutzgesetz (IfSG) und der TrinkwV in hoheitlicher Zuständigkeit des Eisenbahn-Bundesamt sind:

Anlagen in Schienenfahrzeugen zur Personenbeförderung sowie Bahndienstwagen (insbesondere Schienenfahrzeuge mit Lebensmittelverkehr, Schlaf- und Liegewagen)

ortsfixe und mobile Anlagen zur Trinkwasser-Befüllung von Schienenfahrzeugen mit Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser-Befüllungsanlagen)

Hierzu gehören auch:

- die Leitungsnetze der Trinkwasser-Befüllungsanlagen und
- deren einzelne Trinkwasser-Abgabestellen.

Der Betreiber ist im Rahmen der Delegation von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortung der verantwortliche Inhaber einer Trinkwasserversorgungsanlage.

Gemäß TrinkwV ist Trinkwasser „Wasser für den menschlichen Gebrauch“, „Trinkwasser“ und „Wasser für Lebensmittelbetriebe“. Dabei ist :

- a) Trinkwasser alles Wasser, im ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung, das zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen und Getränken oder insbesondere zu den folgenden anderen häuslichen Zwecken bestimmt ist:
 - Körperpflege und –reinigung
 - Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen,
 - Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen
- b) „Wasser für Lebensmittelbetriebe“:
alles Wasser ungeachtet seiner Herkunft, das in einem Lebensmittelbetrieb für die Herstellung, Behandlung, Konservierung oder zum Inverkehrbringen von Erzeugnissen oder Reinigung von Gegenständen und Anlagen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen können, verwendet wird, soweit die Qualität des verwendeten Wassers die Genussstauglichkeit des Erzeugnisses beeinträchtigen kann.

Die Übertragung von Aufgaben an Dritte entbindet den Betreiber von Trinkwasserversorgungsanlagen nicht von seiner Verantwortung gemäß Trinkwasserverordnung.

6. Inkrafttreten

Der vom Betreiber erarbeitete Maßnahmenplan tritt erst am Tage der Bekanntmachung des Zustimmungsbescheides des EBA in Kraft.

Abhilfemaßnahmen bei mikrobiologischen Parameterüberschreitungen in Wasser für den menschlichen Gebrauch

Kat. A - ortsfeste und mobile Trinkwasser-Befüllungsanlagen

Parameter	Kat. A
Koloniezahl > 100 bis 1000/ ml	unverzügliche Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache <i>bei Einzelbeanstandung:</i> Reinigung/ Spülung der Trinkwasser-Abgabestelle Nachprobe <i>bei mehreren Beanstandungen:</i> Reinigung/ Spülung der gesamten WFA Nachproben
Koloniezahl > 1000/ ml	unverzügliche Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache 1. WFA <u>mit</u> ortsfesten Anlagen zur Desinfektion von Trinkwasser - Prüfung der ordnungsgemäßen Funktion der Desinfektionsanlage und Erhöhung der Dosierung bis zum gesetzlich zulässigen Höchstwert entsprechend der "Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 TrinkwV"; - Nachproben innerhalb von 10 Arbeitstagen durchführen; - werden trotzdem Koloniezahlen > 1000/ ml nachgewiesen, erfolgt die Festlegung weiterer Maßnahmen als Einzelfallentscheidung durch das EBA 2. WFA <u>ohne</u> ortsfeste Anlagen zur Desinfektion von Trinkwasser - beanstandete Abgabestellen reinigen/ spülen und Nachproben innerhalb von 10 Arbeitstagen durchführen; wenn die Nachproben ohne Beanstandungen sind, dann werden keine weiteren Maßnahmen erforderlich - werden in den Nachproben wieder Koloniezahlen > 1000/ ml nachgewiesen, müssen die beanstandeten Abgabestellen gereinigt/ gespült <u>und</u> nach Technischer Regel DVGW W 291 desinfiziert werden, anschließend sind erneut Nachproben zu veranlassen; wenn die Nachproben ohne Beanstandungen sind, dann werden keine weiteren Maßnahmen erforderlich - werden erneut Koloniezahlen > 1000/ ml nachgewiesen, erfolgt die Festlegung weiterer Maßnahmen als Einzelfallentscheidung durch das EBA. <i>(Die Stilllegung einer gesamten WFA erfolgt grundsätzlich als Einzelfallentscheidung durch das EBA)</i>
coliforme Bakterien	unverzügliche Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache 1. WFA <u>mit</u> ortsfesten Anlagen zur Desinfektion von Trinkwasser - Prüfung der ordnungsgemäßen Funktion der Desinfektionsanlage und Erhöhung der Dosierung bis zum gesetzlich zulässigen Höchstwert entsprechend der "Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 TrinkwV" - Nachproben innerhalb von 10 Arbeitstagen durchführen; - werden coliforme Bakterien wiederum nachgewiesen, erfolgt die Festlegung weiterer Maßnahmen als Einzelfallentscheidung durch das EBA. 2. WFA <u>ohne</u> ortsfeste Anlagen zur Desinfektion von Trinkwasser - beanstandete Abgabestellen reinigen/ spülen und Nachproben innerhalb von 10 Arbeitstagen durchführen; wenn die Nachprobe ohne Beanstandungen sind, dann werden keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Parameter	Kat. A
(noch colif. Bakt.)	- werden in den Nachproben wieder coliforme Bakterien nachgewiesen, müssen die beanstandeten Abgabestellen gereinigt/ gespült <u>und</u> nach Technischer Regel DVGW W 291 desinfiziert werden, anschließend sind erneut Nachproben zu veranlassen; wenn die Nachproben ohne Beanstandungen sind, dann werden keine weiteren Maßnahmen erforderlich. - werden erneut coliforme Bakterien nachgewiesen, erfolgt die Festlegung weiterer Maßnahmen als Einzelfallentscheidung durch das EBA. Grundsätzlich gilt für Punkt 1 und 2. : Bis zum Vorliegen von Einwandfreibefunden für die Nachproben dürfen an den betroffenen Entnahmestellen <u>keine</u> Restaurations-, Schlaf- und Liegewagen befüllt werden. <i>(Die Stilllegung einer WFA erfolgt grundsätzlich als Einzelfallentscheidung durch das EBA.)</i>
Escherichia coli	unverzögliche Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache <i>bei Einzelbeanstandung:</i> Stilllegung der Trinkwasser-Abgabestelle und Reinigung/ Spülung und Desinfektion nach Technischer Regel DVGW W 291 durchführen; Nachprobe an der betroffenen Trinkwasser-Abgabestelle veranlassen; Wiederinbetriebnahme erst nach Einwandfreibefund zulässig. <i>bei mehreren Beanstandungen:</i> Stilllegung der WFA und Reinigung/ Spülung und Desinfektion der gesamten Anlage nach Technischer Regel DVGW W 291 durchführen; Nachproben an allen Trinkwasser-Abgabestellen veranlassen; Wiederinbetriebnahme erst nach Einwandfreibefunden zulässig.
Enterokokken	unverzögliche Untersuchungen zur Aufklärung der Ursache <i>bei Einzelbeanstandung:</i> Stilllegung der Trinkwasser-Abgabestelle und Reinigung/ Spülung und Desinfektion nach Technischer Regel DVGW W 291 durchführen; Nachprobe an der betroffenen Trinkwasser-Abgabestelle veranlassen; Wiederinbetriebnahme erst nach Einwandfreibefund zulässig. <i>bei mehreren Beanstandungen:</i> Stilllegung der WFA und Reinigung/ Spülung und Desinfektion der gesamten Anlage nach Technischer Regel DVGW W 291 durchführen; Nachproben an allen Trinkwasser-Abgabestellen veranlassen; Wiederinbetriebnahme erst nach Einwandfreibefunden zulässig.
Pseudomonas aeruginosa	nur bei mobilen Trinkwasser-Befüllungsanlagen !! die Festlegung von Maßnahmen erfolgt als Einzelfallentscheidung durch das EBA
Legionellen	keine Untersuchung erforderlich

Kat. B - Schienenfahrzeuge mit Lebensmittelverkehr

**Kat. C - Schienenfahrzeuge mit hygienisch relevanten Bereichen
(z.B. Schlafwagen/Liegewagen/Bahndienstwagen)**

Kat. D - Sitzwagen

Parameter	Kat.B	Kat. C	Kat. D
Koloniezahl > 100 bis 1000/ ml	Reinigung und Desinfektion der Wasserversorgungsanlage (WVA) bei Fristung gem. TRF 3010 keine Einsatzbeschränkung	keine Maßnahmen	keine Maßnahmen
Koloniezahl > 1000/ ml	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 7 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 14 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	keine Maßnahmen
coliforme Bakterien	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 3 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 3 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 7 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe
Escherichia coli	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 3 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 3 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 7 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe
Enterokokken	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 3 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 3 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe	Reinigung und Desinfektion der WVA nach spätestens 7 Tagen und Wiedereinsatz des SFZ; Nachprobe
Pseudomonas aeruginosa	die Festlegung von Maßnahmen erfolgt als Einzelfallentscheidung durch das EBA	die Festlegung von Maßnahmen erfolgt als Einzelfallentscheidung durch das EBA	die Festlegung von Maßnahmen erfolgt als Einzelfallentscheidung durch das EBA
Legionellen	keine Untersuchung erforderlich	Maßnahmen entspre- chend der Technischen Regel des DVGW, Arbeitsblatt W 551/552 - Trinkwassererwärmungs- und Leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums -	keine Untersuchung erforderlich

Abhilfemaßnahmen bei Parameterüberschreitungen von chemischen Parametern in Wasser für den menschlichen Gebrauch aus Trinkwasser-Befüllungsanlagen

Parameter*	Trinkwasserfüllanlage
Trübung / Eisen	Reinigung der gesamten Trinkwasser-Befüllungsanlage gemäß Technischer Regel des DVGW W 291 - Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen – vom März 2000 keine Trinkwasser-Befüllung für Schienenfahrzeuge mit UV-Anlage, erst nach Einwandfreibefund können diese Schienenfahrzeuge wieder befüllt werden.
übrige chemische	1. unverzügliche Meldung an EBA 2. Nachprobe zur Befundssicherung, Parameterüberschreitung wird erneut bestätigt: Die in Anhang 4 genannten Ansprechpartner des EBA sind unverzüglich zu benachrichtigen und der ermittelte Sachverhalt vollständig darzustellen, um die Festlegung der Abhilfemaßnahmen durch das EBA zu ermöglichen.

*gesundheitsrelevante Parameter nach Anlage 2 Teil II der Trinkwasserverordnung

Blei, Benzo-(a)-pyren, Epichlorhydrin, Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Trihalogenmethane, Vinylchlorid

*versorgungstechnische Parameter nach Anlage 3 der Trinkwasserverordnung

Eisen, elektrische Leitfähigkeit, Färbung, Mangan, Trübung, Wasserstoff-Ionen-Konzentration

Adresse des Betreibers, Datum

Vorabinformation über eine Parameterüberschreitung

Entnahmeort:

Entnahmestelle:

Datum der Probennahme:

Probenehmer:

Probeneingangsdatum:

Probennummer:

beanstandete
Parameter:

.....

.....

Rückinformation an Eisenbahn-Bundesamt

Reinigung und Spülung wurde durchgeführt am:

Desinfektion wurde durchgeführt am:

Nachprobe veranlasst am:

Bemerkungen:

Unterschrift Betreiber:

Datum:

Erreichbarkeit der Ansprechpartner

Betreiber: Anschrift:

 Name:
 Telefon:
 Fax:
 Mobil:

Behörde: Anschrift: **Eisenbahn-Bundesamt
 GA 3414
 Vorgebirgsstraße 49
 53119 Bonn**
 Name: **Herr Mahnke**
 Telefon: **0228 - 98 26 366**
 Fax: **0228 - 98 26 9366**
 Mobil: **0172 - 247 22 81 (auch außerhalb der Bürozeiten)**

Anhang 1 der „Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 Trinkwasserverordnung 2001“

**Einzelprüfung von UV-Desinfektionsgeräten ohne Baumusterprüfung
nach DVGW-Arbeitsblatt W 294 – Voraussetzungen, Anforderungen und Prüfung**

A Voraussetzungen

1. Anwendungsbereich gemäß Liste nach §1 TrinkwV

a) UV-Geräte aus Edelstahl mit bis zu 7 Hg-Niederdruckstrahlern und Überwachungseinrichtung für Strahlerfunktion und UV-Sensor, die konstruktiv eine Desinfektionswirksamkeit von 400 J/m² unter den jeweiligen Einsatzbedingungen einhalten können.

b) Geräte bis Baujahr 2002

c) Einbau und Inbetriebnahme der Geräte vor Inkrafttreten der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) am 1.1.2003

2. Gültigkeit der Prüfbescheinigung

5 Jahre vom Zeitpunkt der Prüfung, eine Verlängerung ist nicht möglich.

B Anforderungen

1. Anforderungen an das zu prüfende UV-Gerät

a) Das Gerät liegt im Anwendungsbereich

- bis Baujahr 2002
- Einbau und Inbetriebnahme vor dem 1.1.2003
- Überwachungseinrichtung für die Funktion der Strahler ist vorhanden
- UV-Sensor zur Überwachung ausreichender UV-Bestrahlung ist vorhanden
- Begrenzung auf maximal zulässigen Durchfluss ist vorhanden
- Einrichtung für Alarm und Unterbrechung des Durchflusses bei Störung oder Fehlfunktion ist vorhanden

b) Einbau-, Wartungs- und Betriebsanleitung liegen vollständig vor und erlauben sachgemäßen Betrieb

c) Dokumentation mit Schnittzeichnung sowie Spezifikation der Komponenten liegt vollständig vor

d) Die Sensoreigenschaften sind dokumentiert und prüfbar (Datenblatt, Konstruktionszeichnung)

e) Alle Verschleiß-Ersatzteile sind spezifiziert und verfügbar (insbesondere Dichtungen, Quarzschutzrohre, Strahler, Vorschaltgeräte, UV-Sensor).

2. Anforderungen an die Funktionsüberwachung

a) Betriebsanzeige und Betriebsstundenzähler für alle Strahler sind vorhanden.

b) Betriebsstundenzähler ist rückstellbar (bei Strahlerwechsel) und gegen unbeabsichtigtes Verstellen gesichert.

c) Der Sensor ist ausreichend UV-selektiv, dies gilt als erfüllt, wenn der Sensor die Anforderung in Abschnitt 3.b erfüllt.

d) Der mit gereinigtem Gerät und neuem Strahlersatz erforderliche Sensor abgleich auf 100% ist möglich und gegen unbeabsichtigtes Verstellen gesichert.

e) Der Grenzwert des Sensorsignals (Wert der Anzeige in %) ist angegeben, bei dessen Unterschreiten die Desinfektionswirksamkeit von 400 J/m² nicht mehr gewährleistet wird.

f) Der Grenzwert ist eingestellt und gegen Verstellen gesichert.

g) Ist das Sensorsignal auf bzw. unter 110 % des Grenzwertes abgefallen, erfolgt ein Warn-Signal mit dem Hinweis, dass Reinigung und ggf. Strahlerwechsel erforderlich sind.

h) Ist das Sensorsignal auf bzw. unter den Grenzwert abgefallen, oder ist einer der Strahler ausgefallen, unterbricht die Schaltung den Durchfluss und es erfolgt ein Störungs-Signal, mit dem Hinweis, dass das Gerät wegen unzureichender Desinfektionswirksamkeit außer Betrieb gegangen ist und den Durchfluss unterbrochen hat.

3. Anforderung an den Betrieb der Geräte

a) DVGW-Arbeitsblatt W 294 Teil 1 ist anzuwenden mit Ausnahme der Sensorkalibrierung und Prüfung. Insbesondere gilt:

- Die Betriebsanleitung muss klar angeben, wie das Gerät ordnungsgemäß zu betreiben ist und welche Maßnahmen bei Warnungen und Störungen zu ergreifen sind.
- Die Einhaltung vom maximal zulässigen Durchfluss muss sicher gestellt sein.
- Die Unterbrechung des Durchflusses bei Unterschreiten des Sensor-Grenzwerts sowie bei Strahlerausfall muss sichergestellt sein.
- Es muss jeweils ein Zapfhahn für die bakteriologische Probenahme in der Rohrleitung vor und nach dem UVGerät vorhanden sein. Hähne am Gerät sind für die Probenahme unzulässig.
- Das Gerät ist wöchentlich zu kontrollieren und das Betriebstagebuch zu führen. In dieses sind Datum und Uhrzeit der Kontrolle sowie Sensorsignalanzeige einzutragen. Wasseruntersuchungen und Wartungsmaßnahmen sind ebenfalls mit Datum und Umfang zu dokumentieren, außerdem der Name der eintragenden Person.

b) nach jedem Strahlerwechsel (mit Reinigung des Gerätes) ist die Anzeige des Sensors auf 100% abzugleichen (Startwert), dabei ist die ausreichende UV-Selektivität wie folgt zu prüfen:

- Die UV-Selektivität ist ausreichend, wenn bei Beleuchtung der Messöffnung des Sensors mit einer 40 W Mattglas-Glühlampe in 10 cm Abstand, das Signal 10% des Startwertes nicht überschreiten. Erfüllt der UV-Sensor diese Anforderung nicht, ist er durch einen mit ausreichender UV-Selektivität zu ersetzen.

4. Anforderung an die Wasserbeschaffenheit

a) Eine aktuelle Wasseranalyse nach Trinkwasserverordnung muss vorliegen, außerdem ist ein Untersuchungsbefund über SSK/SAK-254, Trübung, Fe ges, Mn ges, pH-Wert, Leitfähigkeit, KbE 20/36, E.coli/Coliforme vom Wasser vor dem UV-Gerät vorzulegen, der längsten 6 Monate alt sein darf.

b) Die Zahl der E.Coli sollte 10 KbE/100 ml nicht überschreiten. Die Zahl für Coliforme sollte unter 20 KbE/100 ml liegen. Die Trübung muss unter 1,0 FNU liegen.

C Durchführung der Prüfung

1. Prüfinstitut

Die Prüfung ist in Anlehnung an DVGW-Arbeitsblatt W 294 Teil 2 Abschnitt 4.5.2 von einer dazu befähigten Stelle mit entsprechender Ausrüstung und Qualifikation vorzunehmen, zu dokumentieren und zu bescheinigen.

2. Geräte- und Einsatzprüfung

Die Einhaltung der Anforderungen B1. bis B4. ist zu prüfen und zu bestätigen.

3. Biodosimetrische Prüfung der Desinfektionswirksamkeit von 400 J/m²

a) Vom zu desinfizierenden Wasser werdengemessen: SSK/SAK-254, Trübung, Fe ges, Mn ges, pH-Wert, Leitfähigkeit, KbE 20/36, E.coli/Coliforme.

b) Die Untersuchung wird analog zu DVGW-Arbeitsblatt W 294 Teil 2 durchgeführt.

- c) Das Gerät wird entweder vor Ort oder in einem Prüflabor an einen (transportablen) Prüfstand entsprechend DVGW-Arbeitsblatt W 294 Teil 2 angeschlossen (mit Dosierung/ Einmischung, Probenahme vor UV-Gerät, Mischer, Probenahme nach UV-Gerät).
- d) Einbaulage und hydraulischer Anschluss müssen mit der Betriebssituation übereinstimmen.
- e) Die Stromversorgung der Strahler-EVG wird auf einen Regeltrafo geschaltet, die Stromversorgung der Steuerung wird auf Netzspannung (230 V) geschaltet.
- f) Das UV-Gerät wird in Betrieb genommen und der Durchfluss auf den zu prüfenden Wert eingestellt (Abfluss durch Probennahmehähne berücksichtigen).
- g) Der SSK-254 des Testwassers wird mit Ligninsulfonat auf den Wert des SSK-254 der Anwendung eingestellt.
- h) Der **Startwert** der Sensoranzeige wird bei 230 V Strahlerversorgung eingestellt (100%).
- i) Für **Test L** wird der *Grenzwert* der Sensoranzeige durch Absenken der Strahlerleistung über die Netzspannung mittels Regeltrafo eingestellt.
- j) Für **Test H** wird der *Grenzwert* der Sensoranzeige durch Anheben des SSK- 254 durch Zumischen von Ligninsulfonat eingestellt.
- k) Bei beiden Tests (L und H) werden Sporen von B.subtilis ATCC 6633 zudosiert, so dass vor dem UV-Gerät etwa 10×10^3 KbE/ml erhalten werden.
- l) Die biodosimetrische Untersuchung erfolgt analog zu DVGW-Arbeitsblatt W 294 Teil 2 Abschnitt 5.4.
- m) Die Anforderung einer Desinfektionswirksamkeit von $> 400 \text{ J/m}^2$ ist erfüllt, wenn bei beiden Tests eine Inaktivierung der B.-subtilis-Sporen von mindestens $2,5 \lg 10$ erzielt wird.

D Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten

1. Prüfinstitut und Prüfer,
2. Ort und Datum der Prüfung,
3. Beschreibung des geprüften Geräts,
4. Untersuchungsbedingungen,
5. Ablauf und Ergebnisse der Untersuchungen,
6. zusammenfassendes Prüfungsergebnis,
7. ggf. Hinweise zum Betrieb,
8. Ablauf der Gültigkeit der Prüfung (Jahr)
9. rechtsverbindliche Unterschrift