

# „Best practices“ im Umgang mit Desinfektionsmitteln – Warum wir den Einsatz im Wasserwerk neu justieren müssen?



WAT 2018, Berlin

Dr.–Ing. Burkhard Wricke

# Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren

- Für die Desinfektion von Trinkwasser dürfen nur die in der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß §11 der TrinkwV für die Desinfektion zugelassenen Aufbereitungsstoffe und Verfahren eingesetzt werden.
- Derzeit zugelassene Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren:

Desinfektionsmittel	Desinfektionsverfahren
Chlor	Dosierung von Chlorgaslösungen
Natrium- und Calciumhypochlorit	Dosierung von Natrium- und Calciumhypochloritlösungen
Chlordioxid	Elektrolytische Herstellung und Dosierung von Chlor vor Ort
Ozon	Dosierung einer vor Ort hergestellten Chlordioxidlösung
	Erzeugung und Dosierung von Ozon vor Ort
	UV-Bestrahlung (240 – 290 nm)

# Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren (Stand Dez. 2017)

---

## Teil II: Desinfektionsverfahren

Desinfektionsverfahren	Verwendungszweck	Technische Regeln
Dosierung einer vor Ort hergestellten Chlordioxidlösung	Desinfektion	DVGW-Arbeitsblätter W 224, W 624
Dosierung von Chlorgaslösungen	Desinfektion	DVGW-Arbeitsblätter W 296, W 623
Dosierung von Natrium- und Calciumhypochlorit-Lösung	Desinfektion	DVGW-Arbeitsblätter W 296, W 623
Elektrolytische Herstellung und Dosierung von Chlor vor Ort	Desinfektion	DVGW-Arbeitsblätter W 296, W 623, W 229
Erzeugung und Dosierung von Ozon und Ozonlösung vor Ort	Desinfektion, Oxidation	DVGW-Arbeitsblätter W 225, W 296, W 625
UV-Bestrahlung (240 – 290 nm)	Desinfektion	DVGW-Arbeitsblätter W 294-1, W 294-2, W 294-3

# Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren (Stand Dez. 2017)

Teil I c: Aufbereitungsstoffe, die zur Desinfektion des Wassers eingesetzt werden

Stoffname	Reinheitsanforderungen	Zulässige Zugabe	Konzentrationsbereich nach Abschluss der Aufbereitung	Zu beachtende Reaktionsprodukte
Calciumhypochlorit	DIN EN 900 Tab.1: Typ 1	1,2 mg/l freies Cl <sub>2</sub>	max. 0,3 mg/l freies Cl <sub>2</sub> min. 0,1 mg/l freies Cl <sub>2</sub>	Trihalogenmethane, Bromat, <b>Chlorat</b>
Chlor	DIN EN 937 Tab.1 Bei Herstellung des Chlor nach dem Amalgamverfahren: Hg-Gehalt max. 0,1 mg/kg Cl <sub>2</sub>	1,2 mg/l freies Cl <sub>2</sub>	max. 0,3 mg/l freies Cl <sub>2</sub> min. 0,1 mg/l freies Cl <sub>2</sub>	Trihalogenmethane
Chlordioxid	DIN EN 12671 Nur Angaben zu den Ausgangsstoffen (EN 937, 938, 939, 12678, 12926)	0,4 mg/l ClO <sub>2</sub>	max. 0,2 mg/l ClO <sub>2</sub> min. 0,05 mg/l ClO <sub>2</sub>	Chlorit, <b>Chlorat</b>
Natriumhypochlorit	DIN EN 901 Tab.1: Grenzwert für Verunreinigungen mit Natriumchlorat (NaClO <sub>3</sub> ): < 5,4 % (m/m) des Aktivchlors	1,2 mg/l freies Cl <sub>2</sub>	max. 0,3 mg/l freies Cl <sub>2</sub> min. 0,1 mg/l freies Cl <sub>2</sub>	Trihalogenmethane, Bromat, <b>Chlorat</b>
Ozon	DIN EN 1278 Anhang A.3.2	10 mg/l O <sub>3</sub>	≤ 0,05 mg/l O <sub>3</sub>	Trihalogenmethane, Bromat

# Veranlassung für die Festlegung von Höchstwerten für Chlorat

---

- Bisher kein verbindlicher Grenzwert, WHO Leitwert 0,7 mg/l, Empfehlung UBA (seit 1997) und BfR (seit 2004) 0,2 mg/l
- Verordnung (EG) Nr.396/2005 vom 23.2.2005 über Höchstgehalte an Pestiziden in Lebensmitteln: Höchstwert 0,01 mg/kg
  - *Eine Übernahme der Werte für Chlorat als Biozidrückstand hätte für die Trinkwasseraufbereitung einen Grenzwert von 0,01 mg/kg bedeutet.*
- Konsequenz: Neubewertung von Chlorat durch das UBA und Aufnahme mit der 19. Änderung in die Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der TrinkwV

# Chlorathöchstwerte gemäß 19. Änderung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren

---

- für die dauerhafte Dosierung bis zu 1,2 mg/l Chlor bzw. 0,4 mg/l Chlordioxid:.....**70 µg/l**
- für die zeitweise Dosierung, wenn die Desinfektion nicht anders gewährleistet werden kann: .....**200 µg/l**
- beim Einsatz von Natrium- und Calciumhypochlorit für kurzfristige Notfälle: .....**700 µg/l**

# Herkunft von Chlorat in Desinfektionsmittellösungen

---

- **Natriumhypochlorit**

- Bestandteil des gelieferten Produktes (gemäß DIN EN 901) max. 5,4 % Natriumchlorat bezogen auf den Gehalt an freiem Chlor
- Bildung durch Zerfall von Natriumhypochlorit bei Transport und Lagerung

- **Calciumhypochlorit**

- Laut DIN EN 900: Nebenprodukt des Herstellungsprozesses
- da nur kurzzeitige Lagerung, Zerfall von untergeordneter Bedeutung

# Herkunft von Chlorat in Desinfektionsmittellösungen

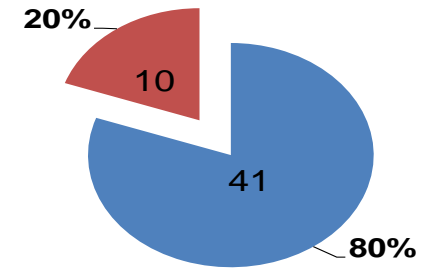
---

- **Elektrolytisch hergestellte Chlor- bzw. Natriumhypochloritlösungen**
  - Bildung bei der Herstellung
  - da nur kurzzeitige Lagerung, Zerfall von untergeordneter Bedeutung
- **Chlordioxidlösungen**
  - Bildung bei der Herstellung
  - Bildung durch Zerfall in Abhängigkeit von Konzentration und pH-Wert

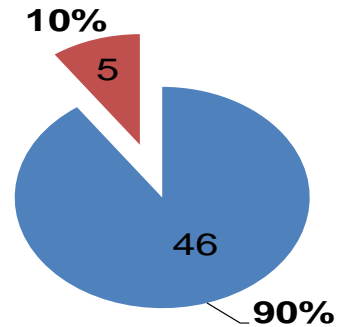


# Studie zur Erfassung des Ist-Zustandes

- 10 Wasserversorgungsunternehmen in Sachsen und Baden-Württemberg
- 51 Desinfektionsstandorte, davon 41 Fassungs- bzw. Aufbereitungsanlagen und 10 Übergabestellen von Fernwasser (Talsperrenwasser)
- 46 Standorte mit Dosierung von Natriumhypochlorit als konz. Lösung bzw. nach Verdünnung, 5 Standorte mit Dosierung von Chlordioxid, davon 2 Standorte mit Chlorit-/Chlorverfahren und 3 Standorte mit Chlorit-/Säureverfahren



■ Fassungs- bzw. Aufbereitungsanlage  
■ Fernwasser

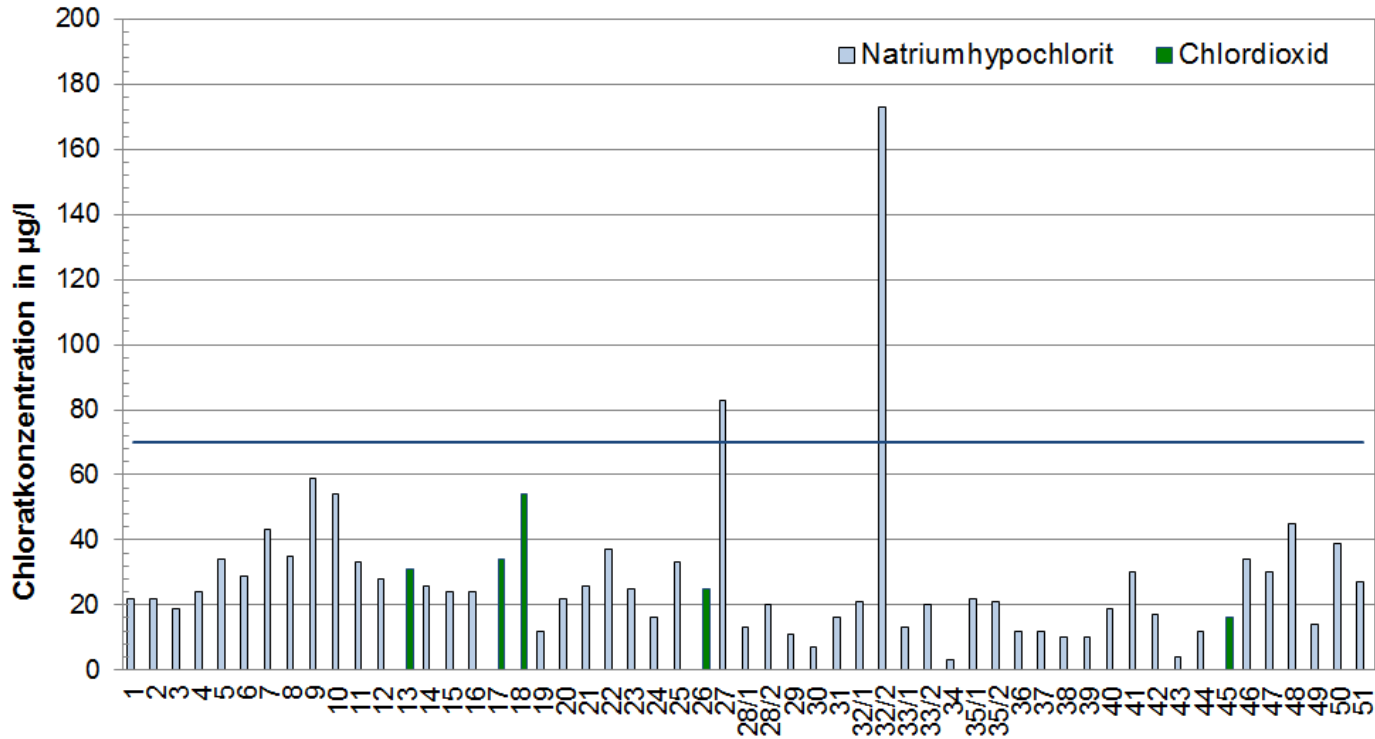


■ Natriumhypochlorit ■ Chlordioxid

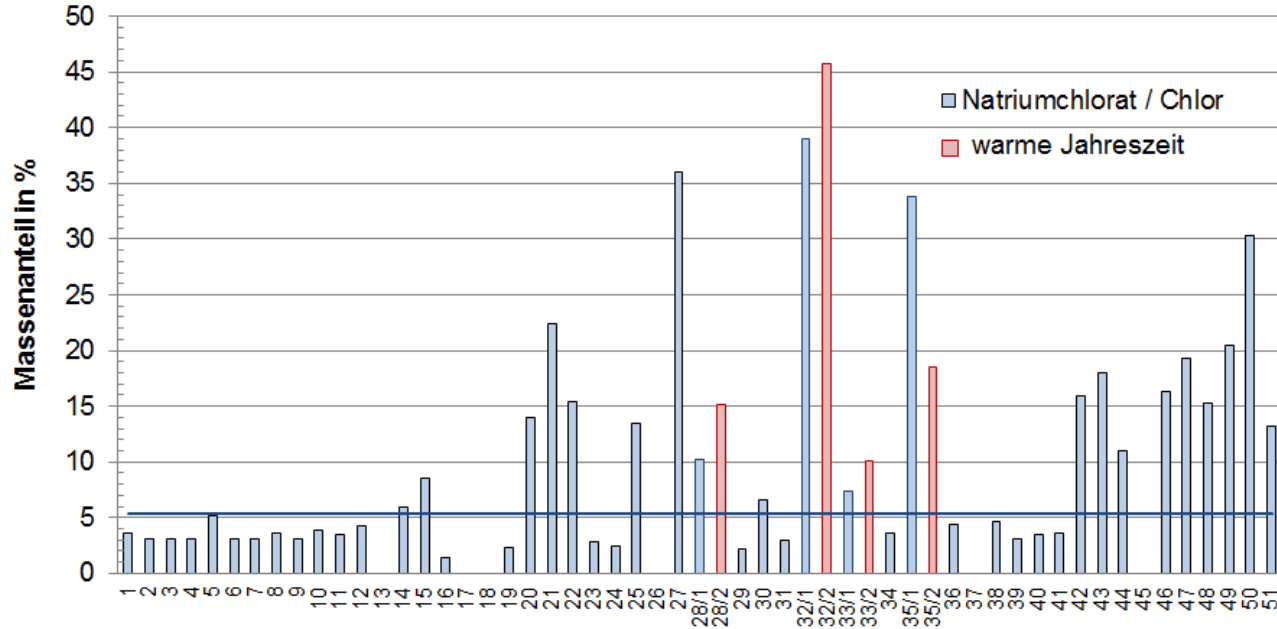
# Chloratkonzentrationen vor der Desinfektion

	Quellwasser	Grundwasser	Fernwasser desinfiziert
Anzahl untersuchter Wässer	33	8	10
	Chlorat in µg/l		Chlorat in µg/l
<b>Minimum</b>	< 1	< 1	10,0
<b>Mittelwert</b>	7,3	9,1	23,4
<b>90-Perzentil</b>	12,7	17,2	32,6
<b>Maximum</b>	27,0	34,0	47,0

# Chloratkonzentrationen nach Desinfektion

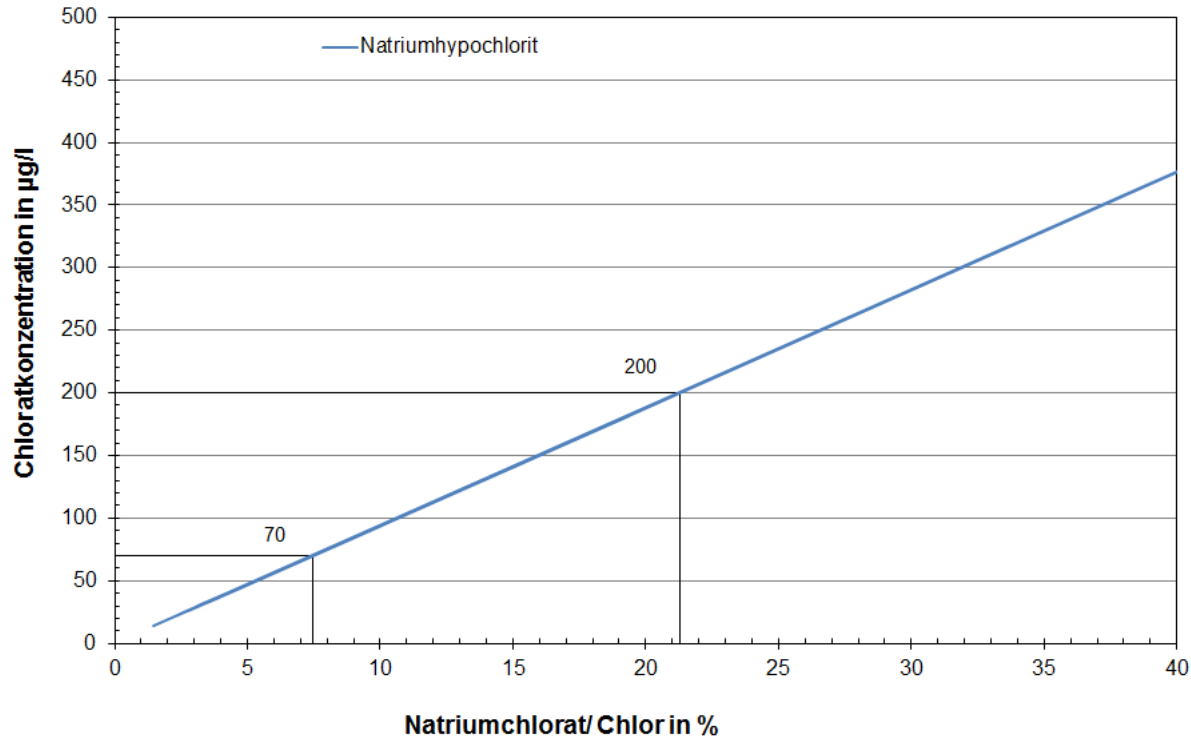


# Gemessene Massenanteile von Natriumchlorat (m/m) an freiem Chlor in Natriumhypochloritdosierlösungen



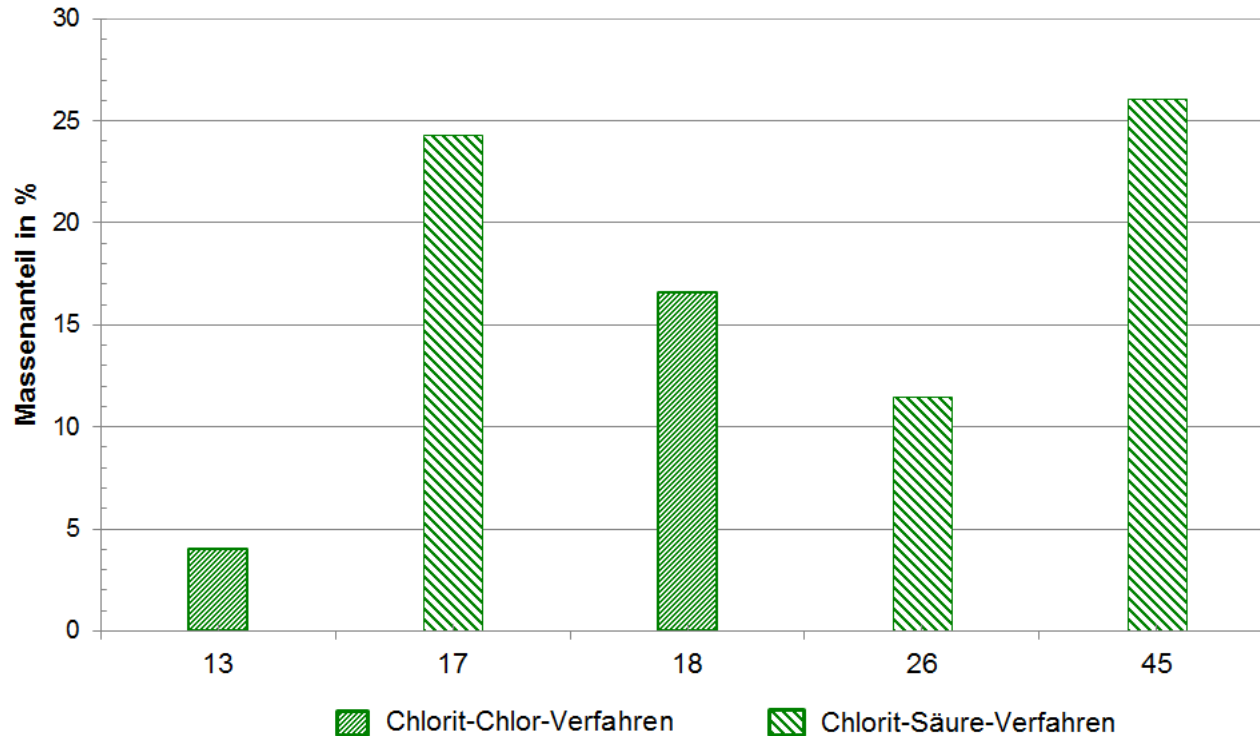
# Chloratkonzentration im Trinkwasser in Abhängigkeit vom Massenanteil des Chlorats

bei Dosierung von 1,2 mg/l Chlor unter Einsatz von Natriumhypochlorit



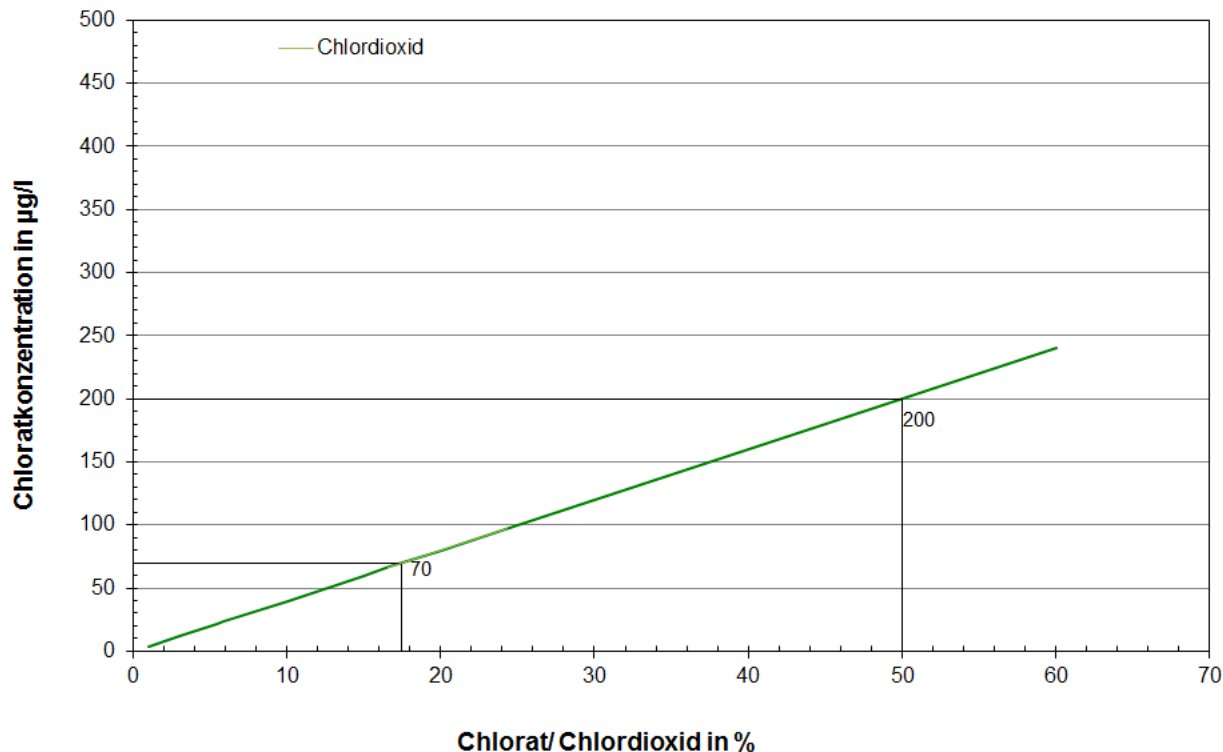
# Gemessene Massenanteile von Chlorat (m/m) an Chlordioxid

in Chlordioxidlösungen



# Chloratkonzentration im Trinkwasser in Abhängigkeit vom Massenanteil des Chlorats

bei Dosierung von 0,4 mg/l Chlordioxid beim Einsatz von Natriumhypochlorit



# Ergebnisse der Ist-Zustandserfassung

---

- Bei in Deutschland **üblicherweise** eingesetzten Desinfektionsmittelzugabemengen von 0,2 – 0,5 mg/l Chlor bzw. 0,1 – 0,3 mg/l Chlordioxid wird max. Chloratkonzentration von **70 µg/l** i.d.R. nicht überschritten.
- In den vor Ort angetroffenen Dosierlösungen wurden sowohl für Natriumhypochlorit als auch für Chlordioxid deutliche **Unterschiede im Chloratgehalt** festgestellt (bezogen auf Chlor bzw. Chlordioxid zwischen 1 und 46%).
- In ca. 30 % der untersuchten Anlagen hätte die Dosierung von 1,2 mg/l Chlor bzw. 0,4 mg/l Chlordioxid zur Überschreitung des Höchstwertes für Chlorat von 70 µg/l geführt.



# Hinweise für den Umgang mit Desinfektionsmitteln

---

## Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung und sachgerechte Handhabung von Desinfektionsmitteln:

- Einhaltung der Höchstwerte für Chlorat im Rahmen der Trinkwasserdesinfektion erfordert eine umfassende Qualitätssicherung vom Anlagenbetreiber unter Beteiligung der Hersteller des Desinfektionsmittels und der Lieferanten
- Grundsätzlich müssen alle Mitarbeiter des Betreibers unterwiesen und wiederkehrend geschult werden. Inhaltliche Schwerpunkte sind u.a.:
  - Art und typische Eigenschaften der Desinfektionsmittel (u.a. Haltbarkeit)
  - allgemeine Hinweise zum Umgang mit Chemikalien
  - Wareneingangs- und Anwendungskontrolle

# Hinweise für den Umgang mit Desinfektionsmitteln

---

## Qualitätssicherung bei der Auswahl und Beschaffung von Natriumhypochlorit (I):

- Beachtung der Verfügbarkeit und zuverlässigen Belieferung bei der Auswahl des Lieferanten (je zuverlässiger die Belieferung desto weniger Desinfektionsmittel muss vor Ort gelagert werden)
- Aktuelle Nachweise der geforderten Produktqualität nach DIN EN 901 sind vom Hersteller zwingend einzufordern

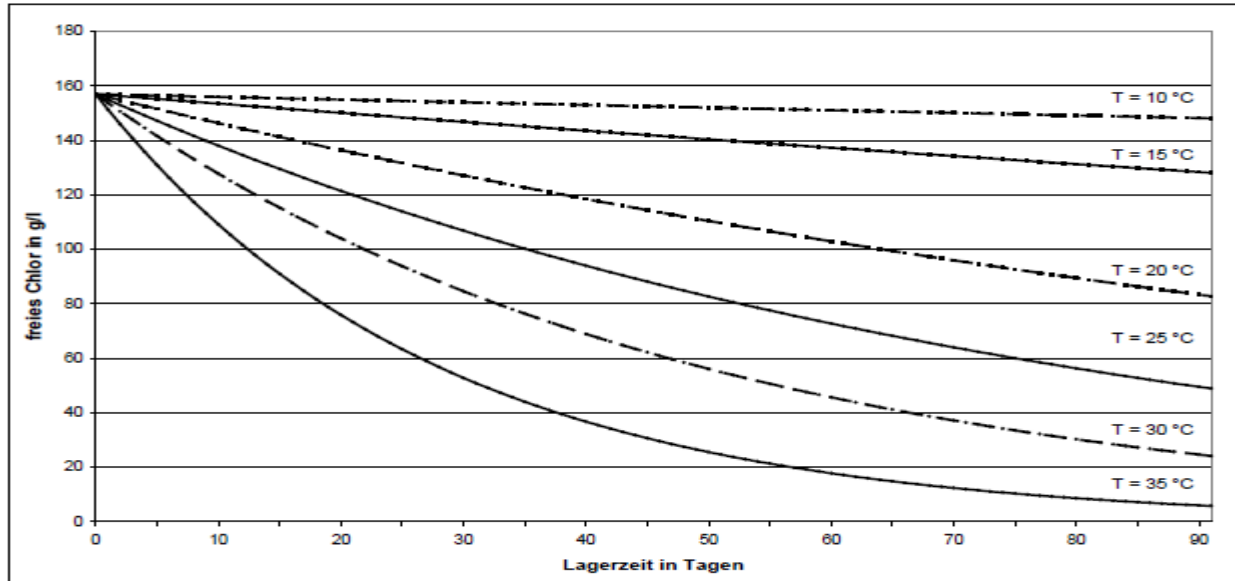
# Hinweise für den Umgang mit Desinfektionsmitteln

---

## Qualitätssicherung bei der Auswahl und Beschaffung von Natriumhypochlorit (II):

- Abstimmung der Rahmenbedingungen für die Anlieferung mit dem Lieferanten (kurze Transportzeiten, Vermeidung erhöhter Temperaturen)
- Ordnungsgemäße Warenannahme, Festlegung der Zuständigkeiten, Bestimmung des Aktivchlorgehaltes und der Chloratkonzentration nach DIN EN 901

# Abnahme des Gehaltes an freiem Chlor in Natriumhypochlorit-Lösungen in Abhängigkeit von Temperatur und Lagerzeit



Ausgangskonzentration: 157 g/l

Quelle: DVGW-W 229

# Hinweise für den Umgang mit Desinfektionsmitteln

---

- Kurze Bevorratungsdauer
- Lagertemperatur frostfrei und möglichst kühl
- Verwendung chemisch beständiger Werkstoffe für Bereitung, Lagerung und Dosierung
- Lichtgeschützte Lagerung
- Verunreinigungen aus den Behältern fernhalten
- Vor jeder Neubefüllung den Behälter möglichst komplett leeren
- Verdünnung kann höhere Stabilität bewirken, dabei Verwendung eines vollenthärteten Wassers oder von Wasser mit geringer Gesamthärte

# Hinweise für Vor-Ort hergestellte

## Desinfektionsmittel (I) (elektrolytisch hergestellte Chlor- und Natriumhypochloritlösungen, Chlordioxid)

---

- Herstellung vor Ort und kurze Bevorratungsdauer sichern geringe Chloratbildung durch Zerfall
- Begrenzung der Chloratbildung im Herstellungsprozess erfordert stricte Beachtung der Angaben des Herstellers der Anlage für den Betrieb
- In elektrolytisch hergestellten Chlor- und Natriumhypochloritlösungen sowie in Chlordioxidlösungen sollte der Chloratgehalt in regelmäßigen Abständen (zumindest nach jeder Wartung der Anlage) analytisch bestimmt werden (ggf. Berechnung aus Chloratmessungen im Trinkwasser und eingesetzter Dosis)

# Hinweise für Vor-Ort hergestellte Desinfektionsmittel (II) (elektrolytisch hergestellte Chlor- und Natriumhypochloritlösungen, Chlordioxid)

---

- Je höher die Konzentration an Chlordioxid, um so schneller erfolgt der Zerfall in Chlorit und Chlorat, Verweilzeit im Reaktionsbehälter bei hoher Konzentration sollte nur 15 – 60 Minuten betragen.
- Verdünnte Chlordioxidlösungen mit einer Konzentration von 1 – 3 g/l können bei kühler und dunkler Lagerung etwa eine Woche gespeichert werden.

# Weitere Aktivitäten des DVGW

---

- DVGW-Information Wasser Nr. 97, August 2018:  
„Desinfektionsmittel in der zentralen Trinkwasseraufbereitung – Hinweise zur Qualitätssicherung und sachgerechten Handhabung“
- Angestrebt wird eine Überarbeitung der DIN EN 901. Der an einigen Standorten gemessene Chloratanteil in der Natriumhypochloritlösung von deutlich unterhalb von 5,4 % bezogen auf freies Chlor zeigt, dass Natriumhypochlorit auch mit geringerem Chloratanteil verfügbar ist.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Dr. Burkhard Wricke**

TZW: DVGW  
Technologiezentrum  
Wasser  
Außenstelle Dresden  
Tel.: +49(0)351852 110  
[Burkhard.wricke@tzw.de](mailto:Burkhard.wricke@tzw.de)