

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt

31. Wasserhygienetage

# Änderungen der Trinkwasserverordnung aus toxikologischer Sicht

Jochen Kuckelkorn

Fachgebiet II 3.6 „Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers“

Umweltbundesamt – DG Bad Elster

## Rückblick

### Neue europäische Richtlinie

Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch zum 12.01.2021 in Kraft getreten.

- 12 chemische Parameter wurden geändert:
  - 7 chemische Parameter wurden hinzugefügt
  - 5 chemische Parameter wurden geändert

## Rückblick

### Neue und geänderte chemische Parameter der EU 2020/2184

Chemische Parameter	98/83/EG	EU 2020/2184	Einheit
Antimon	5,0	10	µg/l
Bisphenol A	-	2,5	µg/l
Blei	10	5	µg/l
Bor	1,0	1,5	mg/l
Chlorat	-	0,25	mg/l
Chlorit	-	0,25	mg/l
Chrom	50	25	µg/l
HAA5	-	60	µg/l
Microcystin-LR	-	1,0	µg/l
PFAS Gesamt	-	0,50	µg/l
Summe der PFAS	-	0,10	µg/l
Selen	10	20	µg/l
Uran	-	30	µg/l

## Augenblick

### Neue deutsche Trinkwasserverordnung

Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) muss auf Basis der europäischen Trinkwasser-Richtlinie aktualisiert werden.

#### Unter Vorbehalt \*

- 10 chemische Parameter werden geändert:
  - 7 chemische Parameter werden hinzugefügt
  - 3 chemische Parameter werden geändert

## Augenblick

### Neue und geänderte chemische Parameter der Trinkwasserverordnung \*

Chemische Parameter	EU alt	EU neu	VO alt	VO neu	Einheit
Antimon	5,0	10	5,0	5,0	µg/l
Arsen	10	10	10	4,0	µg/l
Bisphenol A	-	2,5	-	2,5	µg/l
Blei	10	5	10	5,0	µg/l
Bor	1,0	1,5	1,0	1,0	mg/l
Chlorat	-	0,25	-	0,070 / 0,20 / 0,70	mg/l
Chlorit	-	0,25	-	0,20	mg/l
Chrom	50	25	50	25 / 5,0	µg/l
HAA-5	-	60	-	60	µg/l
Microcystin-LR	-	1,0	-	1,0	µg/l
Summe PFAS-20	-	0,10	-	0,10	µg/l
Summe PFAS-4	-	-	-	0,020	µg/l
Selen	10	20	10	10	µg/l
Uran	-	30	10	10	µg/l

## Augenblick

### Neue und geänderte chemische Parameter der Trinkwasserverordnung \*

Chemische Parameter	EU alt	EU neu	VO alt	VO neu	Einheit
Antimon	5,0	10	5,0	5,0	µg/l
Arsen	10	10	10	4,0	µg/l
Bisphenol A	-	2,5	-	2,5	µg/l
Blei	10	5	10	5,0	µg/l
Bor	1,0	1,5	1,0	1,0	mg/l
Chlorat	-	0,25	-	0,070 [0,20 / 0,70]	mg/l
Chlorit	-	0,25	-	0,20	mg/l
Chrom	50	25	50	25 / 5,0	µg/l
HAA-5	-	60	-	60	µg/l
Microcystin-LR	-	1,0	-	1,0	µg/l
Summe PFAS-20	-	0,10	-	0,10	µg/l
Summe PFAS-4	-	-	-	0,020	µg/l
Selen	10	20	10	10	µg/l
Uran	-	30	10	10	µg/l

## Seitenblick

### Beispielhafte Berechnung eines Trinkwasserleitwertes I

#### **1) Berechnung eines TDI (Tolerable Daily Intake)**

Point of Departure: NOAEL = 10 µg/kg KG (adverser Effekt in Versuchstier)

Faktor Interspeziesvariabilität: 10

Faktor Intraspeziesvariabilität: 10

Gesamtfaktor:  $10 \times 10 = 100$

**TDI = NOAEL / Gesamtfaktor =  $10 \text{ µg/kg KG} / 100 = 0,1 \text{ µg/kg KG}$**

## Seitenblick

### Beispielhafte Berechnung eines Trinkwasserleitwertes II

#### **2) Berechnung eines Trinkwasserleitwertes (LW)**

$$LW = \frac{\text{TDI} \times \text{Körpergewicht} \times \text{Allokation}}{\text{Trinkwasserkonsum}}$$

$$LW = \frac{0,1 \frac{\mu\text{g}}{\text{kg}} \text{KG} \times 70 \text{ kg} \times 0,1}{2 \text{ l}}$$

$$LW = 0,35 \mu\text{g/l}$$

Zu beachten: Unterschiedliche Werte der Konstanten in der Berechnung  
z.B. WHO: Körpergewicht = 60 kg und Allokation = 0,2 (bei DNP = 0,8)



## Einblick

### Antimon (Sb)



CAS: 7440-36-0

Herkunft im Trinkwasser: Geogen

Alter Wert: 0,005 0 mg/l (EU: 0,005 0 mg/l)

**Neuer Wert \*:** **0,005 0 mg/l** (EU: **0,010 mg/l**)

#### Toxikologie:

- NOAEL = 6 mg/kg KG d (subchronische Daten von Ratten: Gewichtsabnahme sowie verminderte Wasser- und Futteraufnahme)
- AF = 1.000
- TDI = 6,0 µg/kg KG d
- **Trinkwasserleitwert** = 21 µg/l (gerundet **20 µg/l = 0,002 0 mg/l**)
- Grenzwert: Technische Minimierung und Vorsorgeprinzip

## Einblick

### Bor (B)

CAS: 7440-42-8

Herkunft im Trinkwasser: Geogen

Alter Wert: 1,0 mg/l (EU: 1,0 mg/l)

**Neuer Wert \*:** 1,0 mg/l (EU: 1,5 mg/l)

#### Toxikologie:

- NOAEL = 9,6 mg/kg KG d (Reproduktionsdaten von Ratten: reduzierte Gewichtsentwicklung der Föten)
- AF = 30 (Faktor 3 für Intersp.)
- TDI = 0,32 mg/kg KG d (gerundet 0,3 mg/kg KG d)
- **Trinkwasserleitwert = 1,05 mg/l (gerundet 1,0 mg/l)**
  
- Grenzwert: Gesundheitlich



## Einblick

### Selen (Se)

CAS: 7782-49-2

Herkunft im Trinkwasser: Geogen

Alter Wert: 0,010 mg/l (EU: 0,010 mg/l)

**Neuer Wert \*:** **0,010 mg/l** (EU: **0,020 mg/l**)

#### Toxikologie:

- NOAEL = 4 µg/kg KG (Epidemiologische Daten: Mangel: Myokarditis, Knochenentwicklung / Überschuss: Gastrointestinale Störungen, Zahnverfall, Haar-/Nagelausfall)
- AF = 1
- TDI = 4 µg/kg KG d
- **Trinkwasserleitwert** = 14 µg/l (gerundet **10 µg/l = 0,010 mg/l**)
- Grenzwert: Gesundheitlich



## Einblick

### Uran (U)



CAS: 7440-61-1

Herkunft im Trinkwasser: Geogen

Alter Wert: 0,010 mg/l (EU: -)

**Neuer Wert \*:** 0,010 mg/l (EU: 0,030 mg/l)

#### Toxikologie:

- NOAEL = 3,0 µg/kg KG (Epidemiologische Daten: Nierentoxizität: erhöhte Glukoseausscheidung)
- AF = 10
- TDI = 0,3 µg/kg KG d (für Trinkwasser)
- **Trinkwasserleitwert = 10,5 µg/l (gerundet 10 µg/l = 0,010 mg/l)**
  
- Grenzwert: Gesundheitlich

## Einblick

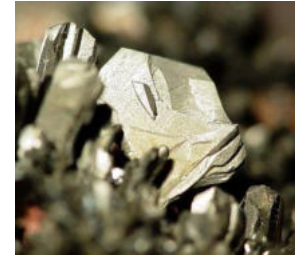
### Arsen (As)

CAS: 7440-38-2

Herkunft im Trinkwasser: Geogen/Anthropogen

Alter Wert: 0,010 mg/l (EU: 0,010 mg/l)

**Neuer Wert \*:** **0,004 0 mg/l (EU: 0,010 mg/l)**



### Toxikologie:

- Risk = 10 µg/l  $\hat{=}$  23 zusätzliche Krebsfälle auf 10.000 Personen (Epidemiologische Daten: Blasen-/Lungenkrebs)
- > 0,4 µg/l  $\hat{=}$  1 zusätzlicher Krebsfall auf 10.000 Personen
- > 0,004 µg/l  $\hat{=}$  1 zusätzlicher Krebsfall auf 1.000.000 Personen
- AF = -
- TDI = -
- **Trinkwasserleitwert = 4,0 µg/l = 0,004 0 mg/l (1.000 zusätzliche Krebsfälle auf 1.000.000 Personen)**
- Grenzwert: Gesundheitlich (Risikobasiert, **ALARA**)

Bild: <https://de.wikipedia.org/wiki/Arsen>

## Einblick

### Blei (Pb)



CAS: 7439-92-1

Herkunft im Trinkwasser: Anthropogen

Alter Wert: 0,010 mg/l (EU: 0,010 mg/l)

**Neuer Wert \*:** **0,005 0 mg/l (EU: 0,005 mg/l)**

#### Toxikologie:

- Epidemiologische Daten: Neurotoxizität: Beeinträchtigung der Entwicklung zentralnervöser Funktionen: Minderung intellektueller Fähigkeiten, Störung Feinmotorik, Hyperaktivität
- AF = -
- TDI = -
- **Trinkwasserleitwert = 5,0 µg/l = 0,005 0 mg/l**
- Grenzwert: Gesundheitlich (**ALARA**)

## Einblick

### Chrom (Cr)



CAS: 7440-47-3

Herkunft im Trinkwasser: Geogen

Alter Wert: 0,050 mg/l

(EU: 0,050 mg/l)

**Neuer Wert \*:** 0,025 mg/l -> 0,005 0 mg/l

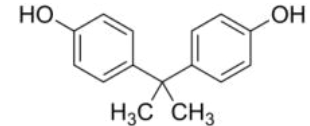
**(EU: 0,025 mg/l)**

#### Toxikologie:

- Risk = 26,6 mg/l (Cr VI)  $\hat{=}$  1 zusätzlicher Krebsfall auf 10 Personen  
(Chronische Daten von Mäusen: Adenome/Karzinome des Darmtrakts)  
-> 0,000 266 mg/l  $\hat{=}$  1 zusätzlicher Krebsfall auf 1.000.000 Personen
- AF = -
- TDI = -
- **Trinkwasserleitwert = 0,000 3 mg/l (gerundet)**
  
- Grenzwert: Gesundheitlich (Risikobasiert, **ALARA**)

## Einblick

### Bisphenol A („BPA“)



CAS: 80-05-7

Herkunft im Trinkwasser: Anthropogen

Alter Wert: - (EU: -)

**Neuer Wert \*:** **0,002 5 mg/l** (EU: **0,002 5 mg/l**)

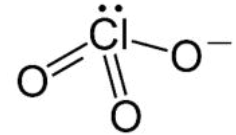
#### Toxikologie:

- NOAEL = 5 mg/kg KG (Reproduktionsdaten von Ratten: Veränderung des Körper-/Organgewichts in Adulten und Nachwuchs, Lebereffekte in Adulten)
- AF = 100
- TDI = 0,05 mg/kg KG d
- **Trinkwasserleitwert** = 0,002 5 mg/l
  
- Grenzwert: Gesundheitlich



## Einblick

### Chlorat



CAS: -

Herkunft im Trinkwasser: Anthropogen

Alter Wert: - (EU: -)

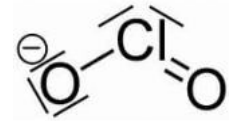
**Neuer Wert \*:** **0,070 mg/l** (EU: **0,25 mg/l**)

#### Toxikologie:

- BMDL<sub>05</sub> = 120 µg/kg KG (Epidemiologische Daten: Hemmung der Iodaufnahme in der Schilddrüse für Perchlorat)
- AF = 40 (Faktor 4 für Intrasp., Faktor 10 für Chlorat-Perchlorat)
- TDI = 3 µg/kg KG d
- **Trinkwasserleitwert** = 72 µg/l (gerundet 70 µg/l = **0,070 mg/l**)
  
- Grenzwert: Gesundheitlich

## Einblick

### Chlorit



CAS: -

Herkunft im Trinkwasser: Anthropogen

Alter Wert: - (EU: -)

**Neuer Wert \*:** **0,20 mg/l** (EU: **0,25 mg/l**)

#### Toxikologie:

- NOAEL = 3 mg/kg KG (Reproduktionsdaten von Ratten: Reduzierung Lebergewicht)
- AF = 100
- TDI = 0,03 mg/kg KG d
- **Trinkwasserleitwert = 0,72 mg/l (gerundet 0,70 mg/l)**
  
- Grenzwert: Technische Minimierung

## Einblick

### Halogenessigsäuren („HAA-5“)

Monochlor-, Dichlor- und Trichloressigsäure und Mono- und Dibromessigsäure

Herkunft im Trinkwasser: Anthropogen

Alter Wert: - (EU: -)

**Neuer Wert \*:** **0,060 mg/l** (EU: **0,060 mg/l**)

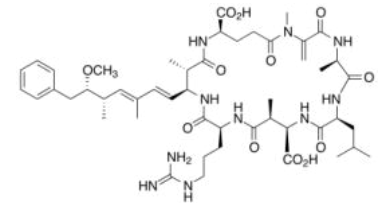
#### Toxikologie:

Stoffname	CAS	Wert [mg/l]	Art des Wertes	Begründung
Monochloressigsäure	79-11-8	0,020	WHO GV	chronische Tierversuchsdaten zur Toxizität in der Milz
Dichloressigsäure	79-43-6	0,050	WHO pGV	chronische Tierversuchsdaten zur Karzinogenität (Carc. 2B). 40 µg/l für $1 \times 10^{-5}$ , aber techn. Limitierung
Trichloressigsäure	76-03-9	0,200	WHO GV	chronische Tierversuchsdaten zur Lebertoxizität
Monobromessigsäure	79-08-03	[0,003 0]	[GOW]	nicht humankarzinogen, subchronische Studie vorhanden
Dibromessigsäure	631-64-1	[0,006 0]	[LW]	Karzinogen im Tierversuch, wahrscheinlich humankarzinogen

- Grenzwert: Technische Minimierung

## Einblick

### Microcystin-LR



CAS: -

Herkunft im Trinkwasser: Cyanobakterien

Alter Wert: - (EU: -)

**Neuer Wert \*:** **0,001 0 mg/l** (EU: **0,001 0 mg/l**)

#### Toxikologie:

- NOAEL = 40 µg/kg KG (Subchronische Daten von Mäusen: Leberpathologie)
- AF = 1.000
- TDI = 0,04 µg/kg KG d
- **Trinkwasserleitwert = 1,12 µg/l (gerundet 1,0 µg/l = 0,001 0 mg/l)**
  
- Grenzwert: Gesundheitlich

## Ausblick

### Zukünftige Aufgaben und Ziele

- **Datenerhebung** zu den chemischen Parametern, insbesondere den neuen und geänderten
- **Watch List**
  - Aktuelle Liste: Nonylphenol und 17 $\beta$ -Estradiol
  - Zukünftige Liste: Stoffe mit gesundheitlicher Relevanz
- Mögliche „neue“ relevante Stoffe aus den **Einzugsgebieten** („Monitoringliste“)
- Generelles Interesse des UBA an **konkreten Messdaten zur Evaluierung**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Jochen Kuckelkorn

[Jochen.kuckelkorn@uba.de](mailto:Jochen.kuckelkorn@uba.de)

Fachgebietsleiter II 3.6

Toxikologie des Trink- und Badebeckenwassers

Umweltbundesamt – DG Bad Elster

## Überblick

### Literatur

- World Health Organization. (2022). Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda.
- World Health Organization. (2017). Drinking Water Parameter Cooperation Project. Support to the revision of Annex I Council Directive 98/83/EC on the Quality of Water Intended for Human Consumption (Drinking Water Directive) Recommendations
- RICHTLINIE (EU) 2020/2184 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung)
- RICHTLINIE 98/83/EG DES RATES vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- Referentenentwurf des Bundesministeriums für Gesundheit, und des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft, des Bundesministeriums der Verteidigung, des Bundesministerium für Digitales und Verkehr und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Zweite Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung

## Überblick

### Literatur

- Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV). Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343) geändert worden ist.
- Trinkwasser aktuell. Handbuch. ISBN 978-3-503-14103-6. Stand: 2021. Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG
- ECHA REACH Datenbank. <https://echa.europa.eu/de/search-for-chemicals>
- National Toxicology Program. (2018). Public Health Service. U.S. Department of Health and Human Services. ISSN: 2331-267X. Report on Carcinogens Monograph on Haloacetic Acids Found as Water Disinfection By-Products. RoC Monograph 12
- Umweltbundesamt. (2022). Bekanntmachung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung.
- EFSA Journal 2010; 8(9):1829. Scientific Opinion on Bisphenol A.



## Überblick

### Literatur

- The National Academies. (2001). Subcommittee to Update the 1999 Arsenic in Drinking Water Report, Committee on Toxicology, Board on Environmental Studies and Toxicology, National Research Council. Arsenic in Drinking Water: 2001 Update. ISBN: 0-309-56570-7.