

Desinfektion mit Nebenwirkungen

Chlorat und Bromat in Trinkwasser aus Baden-Württemberg

Chemisches und
Veterinäruntersuchungsamt
Stuttgart

C. Breitling-Utzmann, L. Buchstab, T. Nietner, N. Bauer, P. Müller, I. Valente

Email: carmen.breitling-utzmann@cvuas.bwl.de

Ziel

- routinemäßige und risikoorientierte Untersuchung der polaren Desinfektionsnebenprodukte Chlorat und Bromat in Trinkwasser
- Werden die Grenzwerte nach Trinkwasser-Verordnung (2023) eingehalten?

Grenzwerte TrinkwV

Chlorat:	70 µg/L	dauerhaft
	200 µg/L	bei zeitweiser Dosierung
	700 µg/L	kurzfristig zur Gefahrenabwehr
Bromat:	10 µg/L	

Analyse

- LC-MS/MS, ESI nach Direktinjektion
- Quantifizierung mittels Stabilisotopenverdünnungsanalyse
- simultane Bestimmung von Bromat, Chlorat und Perchlorat möglich

Ergebnis

- Chlorat:** in 36 von 1006 Proben (3,6 %) wurde der Grenzwert von 70 µg/L überschritten
- Bromat:** in 2 von 1019 Proben (0,2 %) wurde der Grenzwert von 10 µg/L überschritten

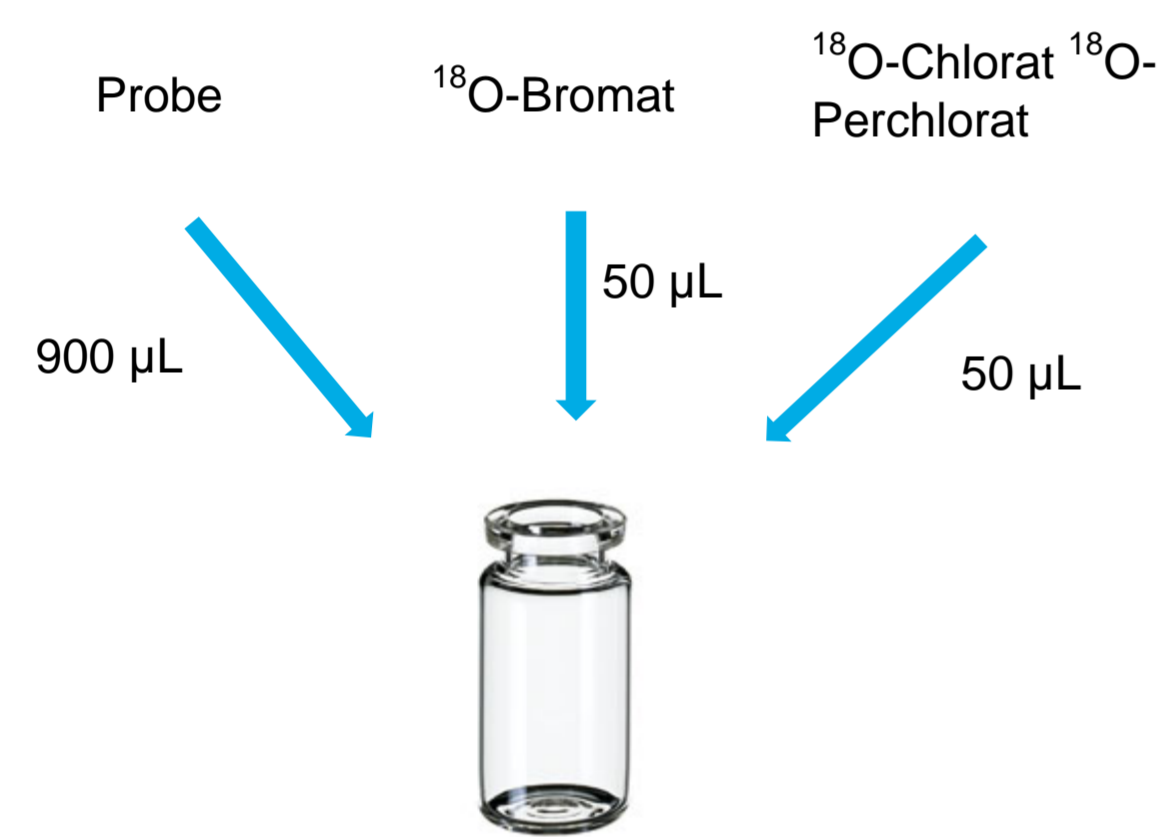
Chlorat

- entsteht v.a. bei Desinfektion mit Chlorbleichlauge, Chlorgas oder Chlordioxid
- akute Toxizität durch Oxidation von Hämoglobin, Nierenversagen
⇒ akute Referenzdosis **ARfD 36 µg/kg KG** [1]
- chronische Toxizität für Schilddrüse durch Hemmung der Iodaufnahme
⇒ tolerierbare tägliche Aufnahmemenge **TDI 3 µg/kg KG** [1]
- Grenzwert für dauerhafte Dosierung (70 µg/L) wird vom BfR nur für eine kurze Zeitdauer als akzeptabel angesehen [2]

Bromat

- entsteht v.a. bei Desinfektion mit Ozon O₃
- mutagen *in vitro* und *in vivo*
- „möglicherweise krebserzeugend für den Menschen“ (IARC 2b)
- Grenzwert orientiert sich an analytischer und technischer Machbarkeit
- Grenzwert müsste nach toxikologischer Berechnung niedriger liegen:
2 bis 6 µg/L (zusätzliches Krebsrisiko 10⁻⁵)
0,2 bis 0,6 µg/L (zusätzliches Krebsrisiko 10⁻⁶) [3]

Analytik mittels LC-ESI-MS/MS



System
Agilent 1200 Infinity UHPLC gekoppelt mit 6490 Triple-Quadrupol (Agilent, Waldbronn)
Waters Acquity UPLC H-Class plus gekoppelt mit Xevo TQ-XS Triple-Quadrupol (Waters, Milford, MA, USA)

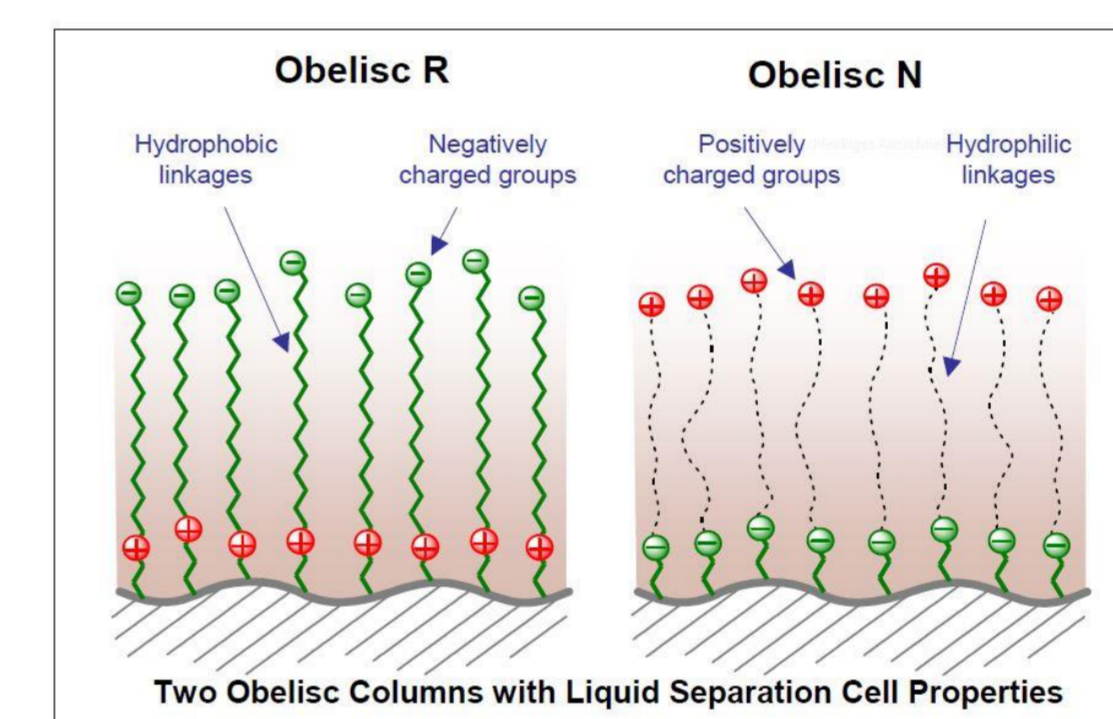
Säule
Obelisc R, trimodale UHPLC-Säule (2.1 x 150 mm, 100 Å, 5 µm, SIELC Technologies, Wheeling, IL, USA)

Eluent
5 mM Ammoniumacetat in Reinstwasser (A), Acetonitril (B)

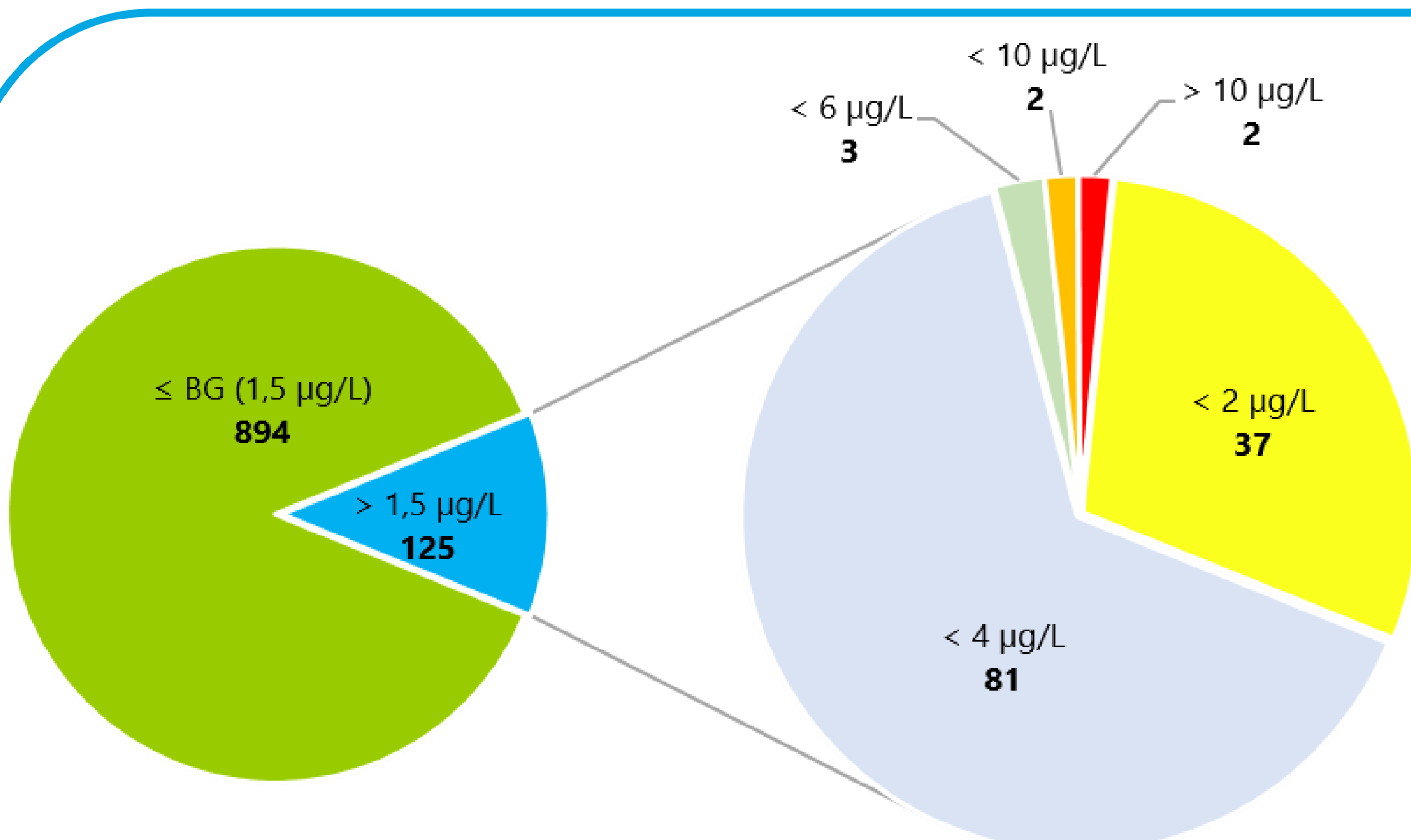
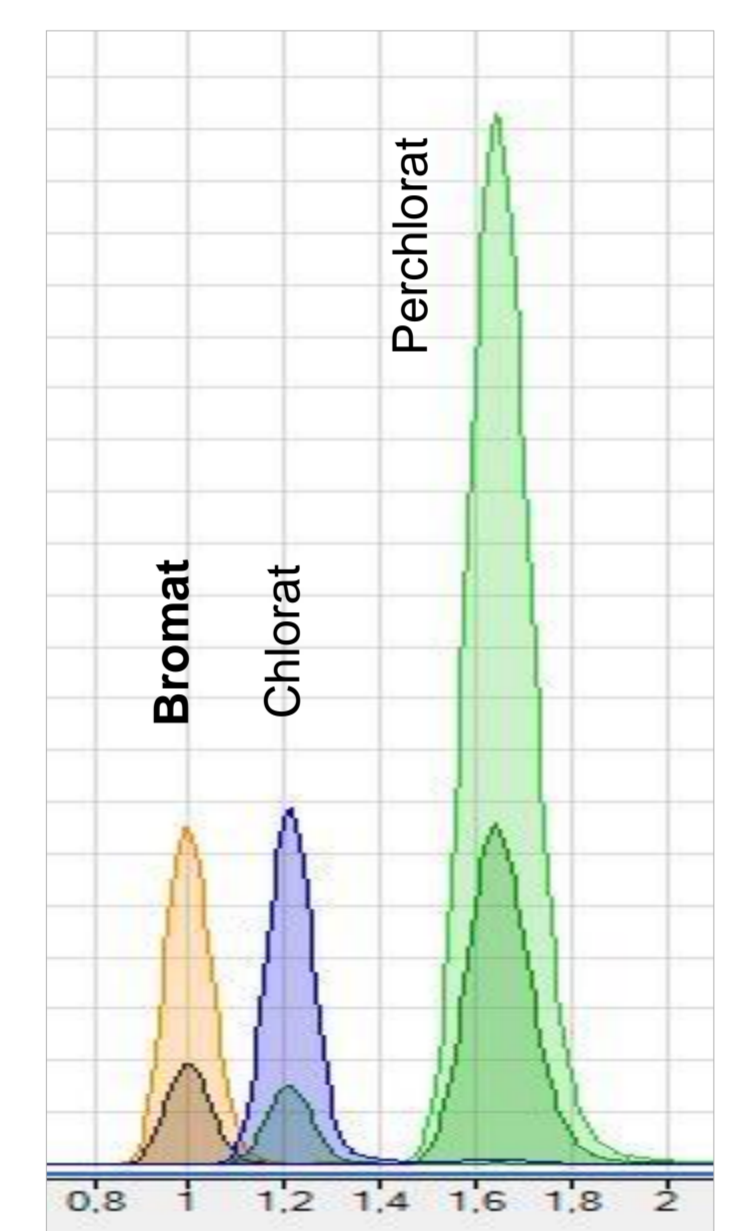
Direktinjektion der Probe
(ISTD kann auch über UPLC-System zudosiert werden)

Arbeitsbereich
0,5 bis 200 µg/L
LOQ (Bromat) 1,5 µg/L, LOQ (Chlorat) 4,0 µg/L

Substanz	6490 Triple Quad LC/MS		Xevo TQ-XS Triple-Quadrupol	
	Quantifier	Qualifier	Quantifier	Qualifier
Bromat	127.0 → 111.0	127.0 → 95.0	126.8 → 94.8	126.8 → 110.8
Bromat IS	133.0 → 115.0	-	134.8 → 116.8	-
Chlorat	83.0 → 67.0	83.0 → 51.0	85 → 69	82.9 → 66.9
Chlorat IS	89.0 → 71.0	-	88.9 → 70.9	-



Bildquelle: https://sielc.com/Products_Obelisc

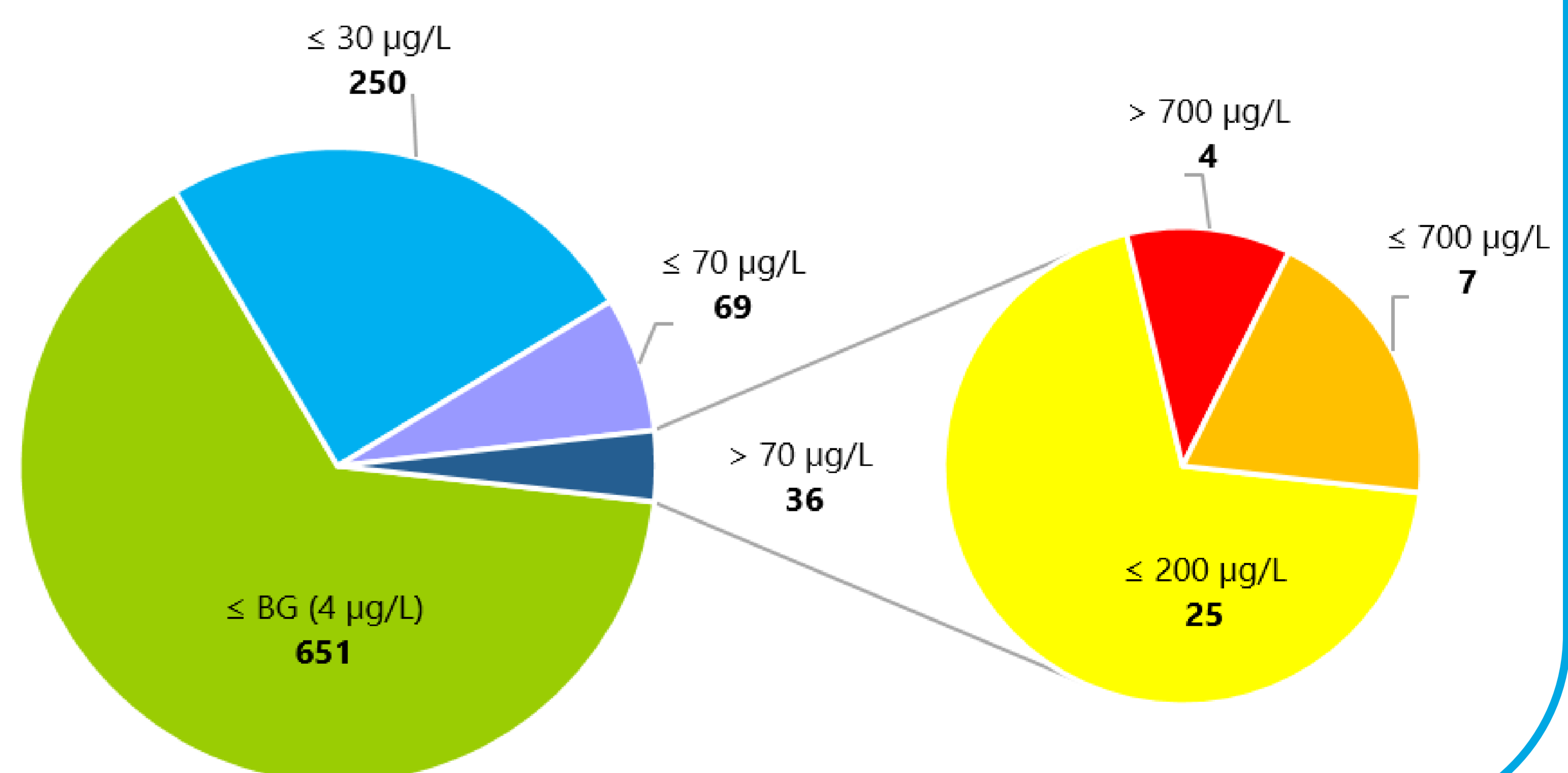


Bromat-Gehalte in Trinkwasser

Verteilung der Bromat-Gehalte in 1019 Trinkwasser-Proben aus Baden-Württemberg, die in den Jahren 2016 bis 2022 am CVUA Stuttgart untersucht wurden

Chlorat-Gehalte in Trinkwasser

Verteilung der Chlorat-Gehalte in 1006 Trinkwasser-Proben aus Baden-Württemberg, die in den Jahren 2016 bis 2022 am CVUA Stuttgart untersucht wurden

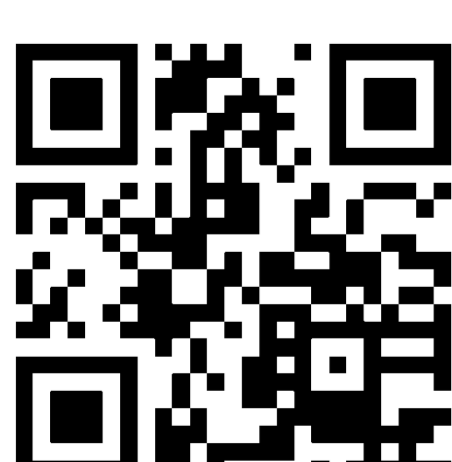


- Bromat** war in der überwiegenden Zahl der Trinkwasser-Proben nicht nachweisbar
- nur 2 von 1019 Proben überschritten den Grenzwert von 10 µg/L (0,2 %)
- nur 4 von 1019 Proben (0,4 %) überschritten einen Gehalt von 6 µg/L, nur 88 Proben (8,6 %) einen Gehalt von 2 µg/L

niedrigere, toxikologisch begründete Grenzwerte könnten eingehalten werden

- Chlorat** war in der überwiegenden Zahl der Trinkwasser-Proben nicht nachweisbar
- nur 36 von 1006 Proben überschritten den Grenzwert für eine dauerhafte Dosierung von 70 µg/L (3,6 %)
- nur 4 von 1006 Proben (0,4 %) überschritten den Grenzwert für eine kurzfristige Notfallchlorierung von 700 µg/L (Proben aus Eigenwasserversorgungen)

niedrigere, toxikologisch begründete Grenzwerte könnten eingehalten werden



References

- [1] *EFSA Journal* 2015, 13 (6), 4135. [2] BfR-Stellungnahme Nr. 007/2018 vom 15.02.2018 [3] Kämpfe et al., Bromat in Trinkwasser, *Trinkwasser aktuell*, 1101.4 [4] http://www.agilent.com/cs/library/posters/Public/EPRW_Poster_Chlorat_2014_V6.pdf.

