

# ***Ökotoxikologische Bewertung von Vanadium***

Dieter Schudoma

***Fachgebiet IV 2.4  
Wassergefährdende Stoffe - Ökotoxikologielabor  
(Umweltbundesamt)***

## Überblick

- Wasserrahmenrichtlinie
- Ableitungsmethode für Umweltqualitätsnormen
- GSF-Ableitung Ökotoxikologie
- Bestehende Qualitätsanforderungen
- Aquatische Ökotoxikologie von Vanadium
- Vorschlag für UQN (Nenzda 2003)
- Hintergrundwerte

## Wasserrahmenrichtlinie

### NICHTERSCHÖPFENDES VERZEICHNIS DER WICHTIGSTEN SCHADSTOFFE

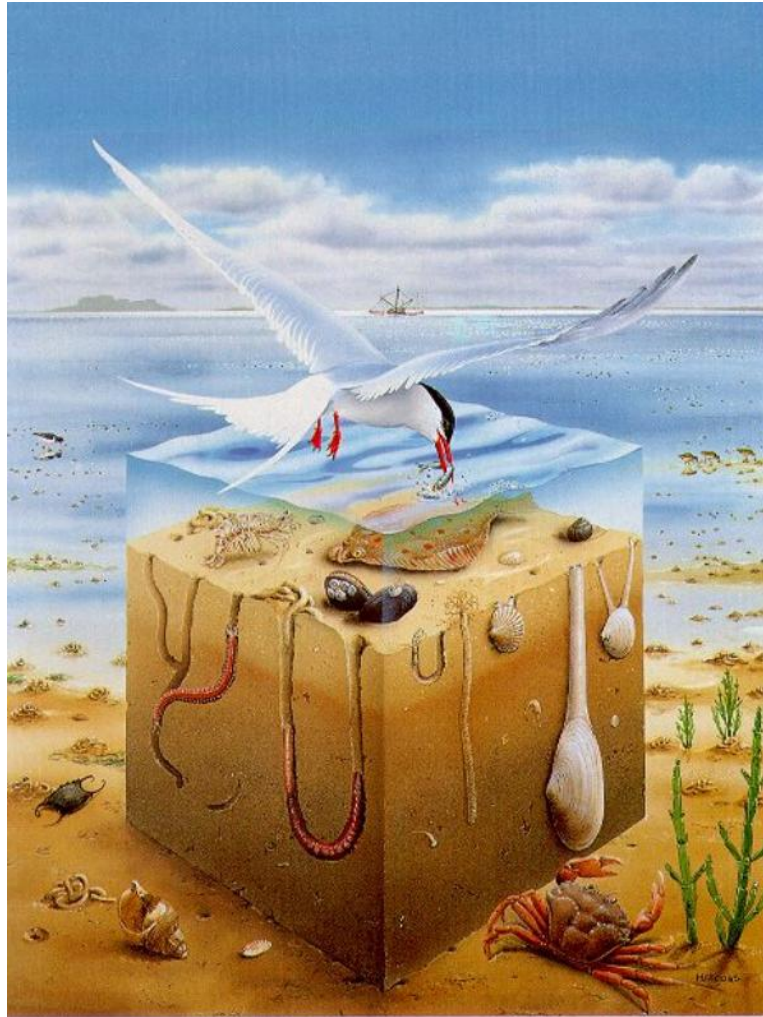
- **Mitgliedstaaten legen für relevante Schadstoffe aus dem nichterschöpfenden Verzeichnis der wichtigsten Schadstoffe UQN fest**
- **Verfahren zur Festlegung chemischer Qualitätsnormen durch die Mitgliedstaaten zur Einstufung des ökologischen Zustands (Anhang V 1.2.6)**
- **Prioritäre Stoffe: EU-weite UQN, WRRL Anhang X Methodenkonzept nach Lepper (2005)**

WFD (2000/60/EC) ANNEX VIII

#### INDICATIVE LIST OF THE MAIN POLLUTANTS

1. Organohalogen compounds and substances which may form such compounds in the aquatic environment.
2. Organophosphorous compounds.
3. Organotin compounds.
4. Substances and preparations, or the breakdown products of such, which have been proved to possess carcinogenic or mutagenic properties or properties which may affect steroidogenic, thyroid, reproduction or other endocrine-related functions in or via the aquatic environment.
5. Persistent hydrocarbons and persistent and bioaccumulable organic toxic substances.
6. Cyanides.
7. Metals and their compounds.
8. Arsenic and its compounds.
9. Biocides and plant protection products.
10. Materials in suspension.
11. Substances which contribute to eutrophication (in particular, nitrates and phosphates).
12. Substances which have an unfavourable influence on the oxygen balance (and can be measured using parameters such as BOD, COD, etc.).

## Ableitung von Umweltqualitätsnormen nach WRRL



- Lepper (2005): Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC)
- Schutzgüter:  
Pelagiale und benthische Lebensgemeinschaften von Süß-, Brack- und Meerwasser  
Fischfressende Vogel- und Säugetierarten (z.B. Eisvogel, Otter)  
Menschliche Gesundheit – Trinkwassergewinnung und Nahrungsaufnahme
- Die strengste Umweltqualitätsnorm (Environmental Quality Standard) aus den einzelnen Schutzgütern wird als UQN herangezogen.

## Ableitung einer UQN zum Schutz von Wasserorganismen

- Ableitung von UQN nutzt die Vorgaben des Technical Guidance Document (TGD)
- Datengrundlage: akute und chronische Daten
  - Algen und/oder Makrophyten
  - Daphnien (Kleinkrebse) oder Organismen, die für salzhaltiges Wasser repräsentativ sind
  - Fische
- Sicherheitsfaktor (SF) oder Empfindlichkeitsverteilung der Arten mit abgesenktem SF
- Berechnung der UQN bezogen auf den Jahremittelwert:

$$\text{JD-UQN}_{\text{Süßwasser}} [\mu\text{g/L}] = \text{niedrigster NOEC, EC10 or EC50} [\mu\text{g/L}] / \text{SF}$$

- Sicherheitsfaktoren (1000 – 10)

## Sicherheitsfaktoren zur Ableitung einer JD-UQN

Verfügbare Daten	Sicherheitsfaktor
Zumindest jeweils eine akute L(E)C50 von drei trophischen Ebenen (Fisch, Daphnien und Algen)	1000
Eine chronische NOEC (Fische oder Daphnien)	100
Zwei chronische NOECs aus zwei trophische Ebenen (Fische und/oder Daphnien und/oder Algen)	50
Chronische NOECs von mindestens drei Arten aus drei trophische Ebenen (in der Regel Fische, Daphnien und Algen)	10
Empfindlichkeitsverteilung der Arten 10 NOEC, Berechnung $HC_5 * SF = UQN$	5–1
Modell-Ökosystemtest	Einzelfallbewertung



## GSF - Ökotoxikologische Kriterien

- Schutzziele:
  - intakter Lebensraum im Grundwasserbereich
  - Grundwasser Bestandteil des Naturhaushalts und Basisabfluss von Oberflächenwasser
- Ökotoxikologische Kriterien:
  - nationales Qualitätskriterium zur Berichterstattung nach 76/464/EWG (ca. 8-facher Hintergrundwert)  
7 µg/l V entsprechend 200 mg/kg V
  - PNEC (aquat.) 2,4 µg/l V (Nendza, 2003)
  - NL Qualitätskriterium  
MPA (Maximum Permissible Addition) 3,5 µg/l  
(Crommentuijn et al., 1997; de Bruijn et al., 1999)

# Daten zur Wirkung von Vanadiumverbindungen auf aquatische Organismen

Quelle: FKZ 20224276

Gruppe	Testsubstanz	CAS	Prüfkriterium	Zeit in Tagen	Endpunkt	Konz. [µg V/l]	Bonität	Referenz	Jahr	Lit.-Nr.
<b>Algen</b>										
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1314-62-1	Chlorophyll	12 d	EC50	1800	2	Fargasova et al.	1999	[1]
<b>Fische</b>										
<i>Danio rerio</i>	NaVO <sub>3</sub>	13718-26-8	Mortalität	7 d	NOEC	200	2	Beusen & Neven	1987	[2]
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1314-62-1	Mortalität	13-20 d	LC50	2500	2	Stendahl & Sprague	1982	[4]
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1314-62-1	Mortalität	28 d	LC50	160	2	Birge	1978	[5]
<i>Pimephales promelas</i>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1314-62-1	Mortalität	28 d	NOEC	120	2	Kimball	1978	[6]
<i>Poecilia reticulata</i>	VOSO <sub>4</sub>	27774-13-6	Mortalität	6 d	LC50	370	2	Knudtson	1979	[7]
<i>Poecilia reticulata</i>	NaVO <sub>3</sub>	13718-26-8	Mortalität	7 d	NOEC	500	2	Beusen & Neven	1987	[2]
<i>Poecilia reticulata</i>	NaVO <sub>3</sub>	13718-26-8	Mortalität	6 d	LC50	490	2	Knudtson	1979	[7]
<b>Kleinkrebse</b>										
<i>Daphnia magna</i>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1314-62-1	Mortalität	2 d	LC50	1370	2	Kimball	1978	[6]
<i>Daphnia magna</i>	NaVO <sub>3</sub>	13718-26-8	Mortalität	23 d	NOEC	1600	2	Beusen & Neven	1987	[2]
<i>Daphnia magna</i>	NaVO <sub>3</sub>	13718-26-8	Reproduktion	97 d	NOEC	560	2	van der Hoeven	1990	[8]

## Literatur

- [1] Fargasova, A., Bumbalova, A., Havranek, E. (1999). Ecotoxicological effects and uptake of metals (Cu+, Cu2+, Mo6+, Ni2+, V5+) in freshwater alga *Scenedesmus quadricauda*. Chemosphere, 38, 1165-1173.
- [2] Beusen, J. M., Neven, B. (1987). Toxicity of vanadium to different freshwater organisms. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 39, 194-201.
- [3] Holdway, D. A., Sprague, J. B. (1979). Chronic toxicity of vanadium to flagfish. Water Res., 13, 905-910.
- [4] Stendahl, D. H., Sprague, J. B. (1982). Effects of water hardness and pH on vanadium lethality to rainbow trout. Water Res., 16, 1479-1488.
- [5] Birge, W. J. (1978). Aquatic toxicology of trace elements of coal and fly ash. 219-240. Dep. Energy Symp. Ser., 48, Augusta, GA.
- [6] Kimball, G. (1978). Effects of lesser known metals and one organic to Fathead minnows (*Pimephales promelas*) and *Daphnia magna*. Manuscript, Dep. of Entomology, Fisheries and Wildlife, University of Minnesota, Minneapolis, MN: 88.
- [7] Knudtson, B. K. (1979). Acute toxicity of vanadium to two species of freshwater fish. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 23, 95-99.
- [8] van der Hoeven, N. (1990). Effect of 3,4-dichloroaniline and metavanadate on *Daphnia* populations. Ecotox. Environ. Saf., 20, 53-70.



## Ableitung eines UQN-Entwurfs für Vanadium

- akute Wirkungsdaten für Algen, Daphnien und Fische
- keine Wirkungsdaten zu 3-wertigen und nur wenige Daten zu 4-wertigen, häufig Tests mit 5-wertigen Vanadiumverbindungen
- keine Aussage über die Auswirkung der Speziation
- chronische NOEC-Werte für Daphnien und Fische
- Empfindlichste Art
  - Dickkopfelritze (*Pimephales promelas*)  
NOEC-Wert = 120 µg/l V
- $JD-UQN = NOEC / 50 = 2,4 \text{ µg/l V}$

## Hintergrundkonzentration in Fließgewässern

Median: 0,46 µg/l V

Mittelwert: 0,829 µg/l V

90-Perzentil: 1,66 µg/l V

Quelle: FOREGS

<http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas/>

UQN-Vorschlag: 2,4 µg/l V

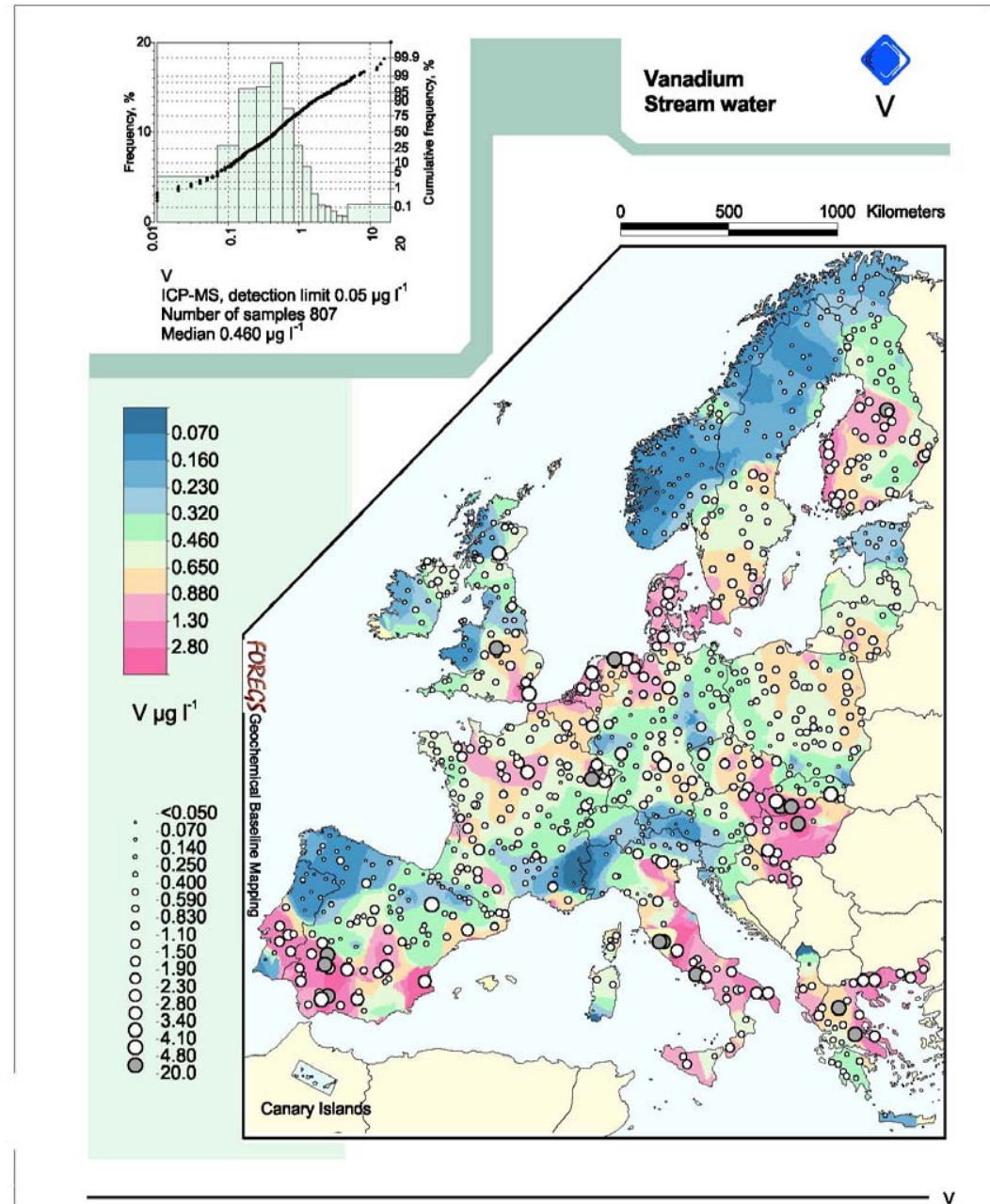
Nendza (2003)

GSF-Vorschlag:  
(humantoxikologische Bewertung)

Vanadat 2 µg/l V

Vanadiumpentoxid 3 µg/l V

Vanadylverb. 7 µg/l V





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dieter Schudoma  
dieter.schudoma@uba.de

[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

<http://webetox.uba.de/webETOX/>

## Literatur

- Lepper (2005): Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances in accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC)  
[http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework\\_directive/i-priority\\_substances/supporting\\_background/manual\\_methodology/ EN 1.0 &a=d](http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/i-priority_substances/supporting_background/manual_methodology/ EN 1.0 &a=d)
- Nendza, M. (2003): Entwicklung von Umweltqualitätsnormen zum Schutz aquatischer Biota in Oberflächengewässern, Umweltbundesamt, Berlin, F+E-Vorhaben 202 24 276  
<http://webetox.uba.de/webETOX/public/basics/literatur.do?id=2202>