

Umweltchemikalien • CD Grundversion

Eigenschaften, Vorkommen, Wirkung, Literatur, Grenz- und Richtwerte

Bearbeitet von
Gerd Rippen

25. Update 0. CD-ROM.
ISBN 978 3 609 58021 0
Format (B x L): 12,5 x 19,0 cm
Gewicht: 86 g

[Weitere Fachgebiete > Chemie, Biowissenschaften, Agrarwissenschaften > Analytische Chemie > Umweltchemie, Lebensmittelchemie](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

2-Methyl-4,6-dinitrophenol

Synonyme, Abkürzungen:

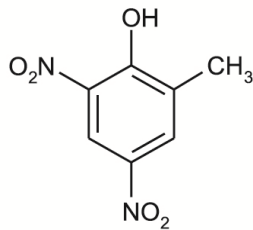
6-Methyl-2,4-dinitrophenol, 4,6-Dinitro-o-cresol, 2,4-Dinitro-6-methylphenol, 2-Hydroxy-1-methyl-3,5-dinitrobenzol; DNOC

CA-Bezeichnung:

Phenol, 2-methyl-4,6-dinitro-

Summenformel:

$C_7H_5N_2O_5$

Strukturformel:**CAS-Nummer:**

534-52-1

EINECS-Nummer:

208-601-1

RTECS-Nummer:

GO 9625000

Molare Masse:

198,13 g/mol

Aggregatzustand bei 25 °C:

fest kristallin (Prismen) [13, 89, 127, 143]

Farbe:

gelb

Geruch, Geschmack:

Geruchsschwellenwert Luft: 0,004-0,021 mg/m³ [13, 20]

Geruchsschwellenwert Wasser: 1,3 mg/L [13, 20, 126]

Umrechnungsfaktor Luft:

bei 20 °C und 1013 hPa: 1 ppmv \triangleq 8,24 mg/m³ [11, 13]

EMISSIONSQUELLEN UND EMITTIERTE MENGEN

Jährliche Produktionsmenge (weltweit):

ca. 1985: < 2000 t/a (geschätzt)

Jährliche Produktionsmenge (Deutschland):

1981: Verbrauch weniger als 980 t/a (aromatische Nitroverbindungen)

1985: weniger als 1000 t/a [47]

Jährliche Produktionsmenge (Europäische Union):

EG (ca. 1989,1992): in keinem Mitgliedsland Produktion oder Einfuhr mehr als 1000 t/a [92, 119]

EU (ca. 1999): Produktion oder Import 10-1000 t/a [132]

Jährliche Produktionsmenge (andere Länder):

USA:

1977: Import 20 t/a [135]

1980: keine Produktion [38]

1984: 69 kg/a [143]

1986: 450-4500 t/a [143]

1998: 450-4500 t/a [143]

2002: 220-450 t/a [143]

Verwendung:

Breitbandherbizid, Fungizid, Insektizid, Milbengift, insbesondere auf Obstbäumen [38]

Verwendung in USA und Europa zurückgehend wegen hoher nichtselektiver Toxizität gegenüber Pflanzen und Menschen [38]

nicht-systemisches Insektizid mit Kontakt- und Fraßgiftwirkung gegen beißende und saugende Schädlinge; speziell zur Bekämpfung der Nonne (*Lymantria monacha*) im Forst, als Winterspritzmittel (Gelböl) gegen Überwinterungsstadien tierischer Schädlinge im Obst- und Weinbau und als Ovizid gegen Spinnmilben [117]

Kontaktherbizid mit Ätzwirkung gegen einjährige Unkräuter im Getreide und Mais sowie zur Krautabtötung im Kartoffelanbau [117]

Sonstige Quellen und Emissionen, Emissionsfaktoren:

in Luft mit OH-Radikalen und Stickstoffoxiden/HNO₂ photochemische Bildung aus Toluol über 2-Kresol und Mononitrokresole [18, 26, 27, 32, 33, 35]

Nebenprodukt oder Transformationsprodukt bei der Sprengstoff-(TNT-)Herstellung bzw. an TNT-kontaminierten Standorten [104, 106]

Schätzung des in die Umwelt gelangenden Anteils:

100 %

Insgesamt in die Umwelt eintretende Menge (Schätzung):

weltweit 20 000 t/a (durch photochemische Umwandlung von Toluol)

Nicht-anthropogene Quellen:

keine bekannt

DATEN ZUR MOBILITÄT

Wasserlöslichkeit:

bei 15-25 °C: 0,19 g/L [69]

Dampfdruck:

bei 20 °C: 0,0087 Pa [70]

bei 25 °C: 0,015 Pa [70]

Sättigungskonzentration in Luft:

0,09 µg/m³ [11]; 1 mg/m³ [13]

Siedepunkt bei 1013 hPa:

312 °C (unter Zersetzung) [11, 16, 117, 143]

Henry-Koeffizient $H = c(\text{Luft})/c(\text{Wasser})$:

bei 20 °C: $9,4 \cdot 10^{-6}$ (gemessen) [111]

bei 20 °C: $4,0 \cdot 10^{-6}$ (berechnet)

bei 25 °C: $6,3 \cdot 10^{-6}$ (berechnet), d.h. gering flüchtig aus Wasser

bei 30 °C: $15,8 \cdot 10^{-6}$ (gemessen) [111]

Angaben zur Adsorbierbarkeit:

Sedimente: $K_{oc} = 89\text{-}600$ L/kg, Mittelwert 260 L/kg (n=12) [83]

Belebtschlamm: $K_{oc} = 590$ L/kg [66]

sehr starke Adsorption an K⁺- und Cs⁺-gesättigte Tonminerale:

K⁺-Kaolinit: $K_d = 2700$ L/kg [108],

Cs⁺-Kaolinit $K_d \approx 18\ 000$ L/kg [90],

K⁺-Illit: $K_d = 16\ 000$ L/kg [108],

K⁺-Montmorillonit $K_d = 37\ 000$ L/kg [108, 114]

Schmelzpunkt:

86 °C [43]

Dichte:

bei 20 °C: 1,486 g/cm³ [16]; 1,58 g/cm³ [117, 143]

Relative Gasdichte (Luft = 1):

6,84 [11, 13]

DATEN ZUR PERSISTENZ**Reaktion mit OH-Radikalen:**

in Luft: k_{OH} (ca. 298 K) = $0,03 \cdot 10^{-12}$ cm³ s⁻¹ (berechnet) [91]

in Luft: k_{OH} (ca. 298 K) = $0,3 \cdot 10^{-12}$ cm³ s⁻¹ (berechnet) [143, 144], entsprechend einer mittleren Halbwertszeit ([OH] = $5 \cdot 10^5$ cm⁻³) von 53 Tagen

Reaktion mit anderen reaktiven Teilchen:

in Luft mit Ozon: vernachlässigbar [91]

in Luft mit NO₃: k (ca. 298 K) = $10 \cdot 10^{-15}$ cm³ s⁻¹ (geschätzt) [91]; Halbwertszeit ([NO₃] = 50 pptv) 20 min [91]

Hydrolyse:

unter Umweltbedingungen unwahrscheinlich, da keine reaktiven Gruppen [143]; Halbwertszeit bei 15 °C und pH = 5-9 > 50 a [110]

Ionisierungsenergie:

10,13 eV [91]

Abbau mit isolierten Kulturen:

mit *Arthrobacter* sp. Transformation unter Nitrit-Bildung [17]

mit einem aus Boden isolierten Actinomyceten-Stamm (adaptiert an p-Nitrophenol als Metabolit von Parathion) Transformation [82]

mit gemischten Bakterienkulturen von Schlamm, Boden und Wasser (210 mg/L, DNOC als einzige C-Quelle) im statischen Schütteltest in 48 Stunden nur 1 % Transformation [13, 143]

Aerober Abbau in Kläranlagen:

Static-Screening-Flask-Test: bei 5 und 10 mg/L keine signifikante Transformation (51 bzw. 14 % in dritter Subkultur) [8, 15]

in Kläranlage bei 11 mg/L 99 % Entfernung (kein Abbau) [52]

durch biologische Abwasserbehandlung auch nach Adaptation normalerweise nicht eliminierbar [112]

in Belebtschlamm-Labormodellanlagen und Respirometer (100 mg/L) auch mit Adaptation nicht abbaubar [121]

Zahn-Wellens-Test: < 20 % Transformation [143]

MITI-Test (100 mg/L): mit Belebtschlamm in 28 Tagen 4 % des theoretischen Sauerstoffbedarfs [143]

im Respirometer (3 h, 100 mg/L, adaptiert an Phenol): 22 % des theoretischen Sauerstoffbedarfs [143]

mit Belebtschlamm (11 µg/L) 99 % Transformation [143]

Anaerober Abbau:

unter methanogenen Bedingungen bei 20, 50 und 100 mg/L keine Mineralisierung und Hemmung der Methanbildung [67]

unter reduktiven Bedingungen (34 mg/L H₂S) mit organischem Material aus natürlichen Gewässern (wahrscheinlich Hydrochinon-Strukturen) effektive abiotische Reduktion, zunehmend mit steigendem pH-Wert [100]

in natürlichem anaerobem Wasser Halbwertszeit 2,8 Tage [143]

Abbau im Grundwasser:

mit aerobem Grundwasser und Sediment (25 µg/L) nach 80 Tagen Adaptation rasche Transformation (2,1 µg/L je Tag) [143]

Abbau in oberirdischen Gewässern:

im Rhein nach unfallbedingter Freisetzung geschätzte Halbwertszeit 30 d [36]

wird durch Reinkulturen abgebaut, in natürlichen Systemen unklar [52]

in natürlichem aerobem Wasser Halbwertszeit 7 Tage [143]

Abbau im Boden:

im Boden Mineralisierung in 3-21 d, abhängig von Bodenart und Temperatur [16]

im Boden 75-100 % Transformation in 2-4 Wochen [24]

Isolation von Bakterienstämmen aus Bodenproben, die DNOC als alleinige C- und Energie-Quelle verwerten können [80]

im Boden zunächst langsame Transformation von ca. 30 % nach 22-24 Tagen, danach in weiteren 4 Tagen vollständige Transformation [71]

in neutralen und schwach alkalischen Böden (10-150 mg/kg) nach Adaptation 10-30 % Mineralisierung [143]

in saurem Boden nur bei 1-20 mg/kg Mineralisierung [143]

in schwach basischem und in saurem Boden (3,3 % o.m. bzw. <1 % o.m.), jeweils ohne Adaptation, in 65 Tagen keine Transformation [143]

DATEN ZUR AKKUMULIERBARKEIT

Verteilungskoeffizient n-Octanol/Wasser ($\log P_{ow}$):

2,61 [44]

Löslichkeit in lipoiden Lösungsmitteln:

Dichlormethan: bei 20 °C 500 g/L [143]

Chloroform: bei 15 °C 43 g/L [16]; 370 g/L [143]

Benzol: 370 g/L [143]

Toluol: bei 20 °C 250 g/L [143]

Methanol: bei 20 °C 58 g/L [143]

Ethanol: bei 15 °C 370 g/L [16]; 430 g/L [143]

Essigsäureethylester: bei 20 °C 340 g/L [143]

Aceton: bei 20 °C 510 g/L [143]; 1000 g/L [143]

Hexan: bei 20 °C 4,0 g/L [143]

Biokonzentrationsfaktor:

Zebrabärbling: BCF (fl.; kinet.) = 1,46 [42, 143]

Karpfen: BCF (6 Wochen) = <0,3-0,7 bei 50 µg/L, <2,9 bei 5 µg/L [143]

Dickkopfelritze (Fathead Minnow, *Pimephales promelas*): BCF (24-30 d, 0,6-7,8 µg/L) = 56-64 [143]

Geoakkumulation:

sehr starke Adsorption an K^+ - und Cs^+ -gesättigte Tonminerale [90, 108, 114]

ANGABEN ZUR DIREKTEN SCHADWIRKUNG

Gentoxische Wirkungen:

im Ames-Test mit *Salmonella typhimurium* TA100 ohne metabolische Aktivierung (S9) mutagen [23]

im Ames-Test mittlere mutagene Aktivität [16, 103]

Maus *in vivo*: in Knochenmarkszellen noch nach einem Jahr Chromosomenaberrationen nachweisbar, bei wiederholter Applikation an den Männchen auch in den Embryos [34]

im Test mit der Schwarzbäuchigen Taufliege (*Drosophila melanogaster*) erhöhte Rate geschlechtsgebundener rezessiver Letalmutationen [140]

Auswirkungen auf zelluläre Prozesse:

Neutralrot-Assay auf Zytotoxizität: $EC_{50} = 44$ mg/L [142]

Sauerstoffverbrauch in isolierten Mitochondrien: $EC_{50} = 0,40$ mg/L [142]

Hemmung der Acetylcholinesterase: $EC_{50} > 250$ mg/L [142]

Alkylierung von SH-Gruppen: $EC_{50} > 250$ mg/L [142]

Endokrine Wirkungen:

Wirkung auf den menschlichen Östrogen-Rezeptor im Hefetest: $EC_{50} > 250$ mg/L [142]

als potenziell endokrin wirksam gelistet [146]

Sensibilisierende Wirkung:

wird vermutet [16]

Akute Toxizität bei Mensch und Säugetier:**oral:**

Ratte:

LD₅₀ = 10 mg/kg [54, 143];LD₅₀ = 17 mg/kg KG [20];LD₅₀ = 25 mg/kg KG [46];LD₅₀ = 26 mg/kg KG [124]LD₅₀ = 30 mg/kg KG [16, 124, 127]

Maus:

LD₅₀ = 20 mg/kg KG [46];LD₅₀ = 21 mg/kg KG [16];LD₅₀ = 47 mg/kg KG [143]Ziege: LD₅₀ = 100 mg/kg KG [16, 143]Schaf: LD₅₀ = 200 mg/kg KG (Na-Salz) [16, 143]Schwein: LD₅₀ = 20-100 mg/kg KG [16]Katze: LD₅₀ = 50 mg/kg KG [143]Meerschweinchen: LD₅₀ = 20 mg/kg KG [46]**dermal:**Ratte: LD₅₀ = 80 mg/kg KG [46]

Meerschweinchen:

LD₅₀ = 200 mg/kg KG [16, 143];LD₁₀ = 500 mg/kg KG [46];LD₁₀₀ = 500 mg/kg KG [124]Kaninchen: LD₅₀ = 80 mg/kg KG [46]**Subakute, subchronische und chronische Toxizität bei Mensch und Säugetier:**

Ratte: im Fütterungsversuch über 6 Monate NOEL = 100 ppm [16]

Herz-, Leber-, Nierenschädigungen [16]

Ratte oral: bei Fütterung von 50-400 mg/kg im Futter über 90 d keine Wirkungen auf Wachstum, Körpertemperatur, hämatologische oder klinisch-chemische Parameter in Blut und Urin [30]

Mensch Inhalation: NOEL 0,2 mg/m³ [38]

bei ständiger Exposition Fälle von Erblindung [139]

Toxizität gegenüber Vögeln:Huhn: LD₅₀ = 40 mg/kg KG [46]**Toxizität gegenüber Wassertieren:**Zebrabärbling (*Brachydanio rerio*): LC₅₀ (24 h. stat.) = 1,0-3,5 mg/L [37, 143]Dickkopfelritze (Fathead Minnow, *Pimephales promelas*):LC₅₀ (6 h) = 6 mg/L [2];LC₅₀ (48 h, stat.) = 8,6 mg/L [25];LC₅₀ (96 h, fl.) = 1,5 mg/L (gemessen) [143];LC₅₀ (96 h, fl.) = 1,7 mg/L [5];LC₅₀ (96 h) = 2,0 mg/L [10, 25, 51, 54];LC₅₀ (96 h, fl.) = 2,7 mg/L [134, 143];LC₅₀ (8 d, fl.) = 1,5 mg/L [25];LC₅₀ (8 d, fl.) = 2,0 mg/L [50]Blauer Sonnenbarsch (*Lepomis macrochirus*):LC₅₀ (24 h) = 0,65 mg/L [55];LC₅₀ (96 h, stat.) = 0,23 mg/L [10, 54, 55, 143];LC₅₀ (96 h, stat.) = 0,36 mg/L [143];LC₅₀ (96 h) = 2,8 mg/L [61]

Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*): LC₅₀ (96 h) = 0,066 mg/L [61]

Karpfen (*Cyprinus carpio*): Na-Salz: LC₅₀ (48 h) = 0,17 mg/L [6]

Karpfen (*Cyprinus auratus*): Na-Salz: LC₅₀ (48 h) = 0,45 mg/L [6]

atlant. Lachs (*Salmo salar*, jung): LC₀ (stat.) = 0,20 mg/L (Isomer nicht angegeben) [13]

japan. Reisfisch (*Oryzias latipes*):

Na-Salz: LC₅₀ (48 h) = 0,20 mg/L [6];

EC₅₀ (48-96 h) = 3,5 mg/L [79];

NOEC (40 d; Mortalität, Verhalten) = 0,1 mg/L [79];

NOEC (40 d; Wachstum, Schlüpfen) = 1 mg/L [1, 79]

Guppy (*Poecilia reticulata*):

EC₅₀ (48-96 h) = 1,8 mg/L [79];

NOEC (28 d; Mortalität, Wachstum, Verhalten) = 1 mg/L [1, 79]

Wasserfloh (*Daphnia magna*):

EC₀ = 8 mg/L [2, 16];

EC₀ (24 h, pH=7,0; Schwimmfähigkeit) = 1,3 mg/L [57];

EC₀ (24 h) = 1,5 mg/L [60];

EC₀ (24 h, pH=8,0; Schwimmfähigkeit) = 1,6 mg/L [48];

EC₀ (24 h, stat., offenes Gefäß, pH=7,6-7,7; Schwimmfähigkeit) = 4,4 mg/L [59];

EC₅₀ (24 h, pH=8,0; Schwimmfähigkeit) = 2,0 mg/L [48];

EC₅₀ (24 h, semistat.; Gleichgewicht, Immobilisierung) = 2,3 mg/L [60, 143];

EC₅₀ (24 h, pH=7,0; Schwimmfähigkeit) = 2,8 mg/L [57];

EC₅₀ (24 h, stat.; Beweglichkeit) = 2,9 mg/L [93];

EC₅₀ (24 h, stat.; Beweglichkeit) = 3,3 mg/L in Anwesenheit von 5 mg/L gelöster Huminstoffe [93];

EC₅₀ (24 h, stat., offenes Gefäß, pH=7,6-7,7; Schwimmfähigkeit) = 6,6 mg/L [59];

LC₅₀ = 14 mg/L [36];

EC₁₀₀ (24 h, pH=8,0; Schwimmfähigkeit) = 3,1 mg/L [48];

EC₁₀₀ (24 h, pH=7,0; Schwimmfähigkeit) = 5,0 mg/L [57];

EC₁₀₀ (24 h, stat., offenes Gefäß, pH=7,6-7,7; Schwimmfähigkeit) = 9,6 mg/L [59];

EC₀ (48 h, pH=7,0; Schwimmfähigkeit) = 1,3 mg/L [57];

LC₀ (48 h) = 1,5 mg/L [41];

EC₅₀ (48 h, pH=7,0; Schwimmfähigkeit) = 2,7 mg/L [57];

LC₅₀ (48 h) = 3,1 mg/L [41];

LC₅₀ (48 h, stat.) = 3,3 mg/L [53];

EC₅₀ (48 h) = 3,4 mg/L [79];

EC₁₀₀ (48 h, pH=7,0; Schwimmfähigkeit) = 5,0 mg/L [57];

LC₅₀ (96 h) = 3,1 mg/L [10, 20];

EC₅₀ (96 h) = 3,4 mg/L [79];

EC₁₀ (16 d, semistat.; Wachstum) = 1,7 mg/L [7, 13];

EC₅₀ (16 d, semistat.; Reproduktion) = 2,1 mg/L [143];

EC₅₀ (16 d, semistat.; Reproduktion) = 2,2 mg/L [7, 53];

NOEC (16 d, semistat.; Wachstum) = 0,21 mg/L [7];

NOEC (21 d; Mortalität, Reproduktion) = 1 mg/L [1, 79];

NOEC (21 d, semistat.; Reproduktion) = 1,3 mg/L [60, 128, 131]

Wasserfloh (*Daphnia pulex*):

EC₅₀ (48 h, stat.; Immobilisierung) = 0,145 mg/L [143]

Blattfußkrebs (*Moina macrocopa*): Na-Salz: LC₅₀ (48 h) = 10 mg/L [6]

Schlamm Schnecke (*Lymnaea stagnalis*):

EC₅₀ (48-96 h) = 7,4 mg/L [79];

NOEC (40 d; Reproduktion) = 0,032 mg/L [1, 79];

NOEC (40 bzw. 7 d; Mortalität, Schlüpfrate) = 1 mg/L [1, 79]

Flohkrebs (*Gammarus fasciatus*): LC₅₀ (96 h, stat.) = 1,10 mg/L [143]

Süßwasserpolyp (*Hydra oligactis*):

EC₅₀ (48-96 h) = 4,4 mg/L [79];

NOEC (21 d; spezif. Wachstumsrate) = 0,32 mg/L [1, 79]

Wimpertierchen (*Uronema parduczi* Chatton-Lwoff): EC₀ (20 h, stat.; Hemmung des Zellwachstums) = 0,012 mg/L [13, 49]

Wimpertierchen (*Tetrahymena pyriformis*): EC₅₀ (48 h; Hemmung des Wachstums) = 3,8 mg/L [96]

Rädertierchen (*Brachionus calyciflorus*):

EC₁₀ (48 h, stat.; Anzahl) = 0,55 mg/L (nominal) [128, 131];

EC₂₀ (48 h, stat.; Anzahl) = 1,26 mg/L (nominal) [128];

EC₅₀ (48 h, stat.; Anzahl) = 5,2 mg/L (nominal) [128, 131]

Röhrenflagellaten (*Entosiphon sulcatum*): EC₀ (72 h, stat.; Hemmung des Zellwachstums) = 5,4 mg/L [3, 13, 49, 143]

saprozoische Protozoen (*Chilomonas paramecium*): EC₀ (48 h, stat.; Hemmung der Zellvermehrung) = 5,4 mg/L [49]

Najaden: LC₅₀ (96 h) = 0,00032 mg/L [29]

Toxizität gegenüber Amphibien:

Krallenfrosch (*Xenopus laevis*):

NOEC (100 d; Mortalität, Entwicklung, Wachstum) = 0,32 mg/L [1, 79]

Toxizität gegenüber Insekten:

Mückenlarve (*Culex pipiens*):

LC₀ (25 d) = 10 mg/L [1, 79];

NOEC (25 d; Entwicklung) = 10 mg/L [1, 79]

Steinfliege (*Pteronarcys* sp.): LC₅₀ (96 h, stat.) = 0,32 mg/L [143]

Toxizität gegenüber Mikroorganismen:

Bakterien (*Escherichia coli*):

EC (16 h; Hemmung des Glukoseabbaus) = 100 mg/L [13, 138];

EC₅₀ (48 h; Hemmung der Zellvermehrung) = 101 mg/L [16, 21, 22, 73]

Bakterien (*Pseudomonas fluorescens*):

EC (16 h; Hemmung des Glukoseabbaus) = 30 mg/L [13, 138];

NOEC (7 h; Hemmung des Zellwachstums) = 10 mg/L [1, 79]

Bakterien (*Pseudomonas putida*): EC₀ (16 h, stat.; Hemmung des Zellwachstums) = 16 mg/L [3, 13, 16, 143]

in Kläranlagen toxisch ab 10 mg/L [15]

Bakterien (*Mycobacterium smegmatis* M 169, 48 h): min. Hemmkonzentration 143 mg/L [73]

Hemmung der Belebtschlammatmung (Labortropfkörper): EC₁₀₀ = 240 mg/L [99]

in Böden Hemmung der Biomasse-bezogenen Kurzzeit-Atmung und der Dehydrogenaseaktivität bei ca. 5 mg/kg [78]

Leuchtbakterien (*Vibrio fischeri*):

EC₅₀ (5 min) = 6,3 mg/L [133];

EC₅₀ (5 min) = 6,6 mg/L [133];

EC₅₀ (30 min) = 1,50 mg/L [133];

EC₅₀ (30 min, stat.) = 11,7 mg/L [129];

EC₀ (22 h, stat.) = 0,03 mg/L (nominal) [131];

EC₁₀ (22 h, stat.) = 0,039 mg/L (nominal) [128, 131];

EC₂₀ (22 h, stat.) = 0,058 mg/L (nominal) [128];

EC₅₀ (22 h, stat.) = 0,11 mg/L (nominal) [128, 131]

Cyanobakterien (Blualgen, *Microcystis aeruginosa*):

EC₀ (96 h; Hemmung des Zellwachstums) = 3,2 mg/L [1, 79];

EC₅₀ (48-96 h) = 37 mg/L [79];

EC₀ (8 d; Hemmung des Zellwachstums) = 0,15 mg/L [2, 13]

Toxizität gegenüber Pflanzen:

Grünalge (*Desmodesmus subspicatus*):

EC₅₀ (49-79 min, stat.; Hemmung der Sauerstoffproduktion) = 210 mg/L [142];

EC₀ (Fluoreszenz) = 4,8 mg/L [31];

EC₁₀ (Fluoreszenz) = 4,8 mg/L [76];

EC₁₀ (Hemmung des Zellwachstums) = 9,7 mg/L [76];

EC₁₀ (48 h, stat.; Hemmung der Zellvermehrung) = 4,4 mg/L [56];

EC₁₀ (48 h, stat.; Hemmung des Zellwachstums) = 16 mg/L [56];

EC₅₀ (48 h, stat.; Hemmung der Zellvermehrung) = ca. 31 mg/L [56];

EC₅₀ (48 h, stat.; Hemmung des Zellwachstums) = ca. 110 mg/L [56]

Grünalge (*Desmodesmus quadricauda*): EC₀ (7 d, stat.; Hemmung des Zellwachstums) = 13 mg/L [3, 13, 143]

Grünalge (*Desmodesmus pannonicus*):

EC₀ (96 h; Hemmung des Zellwachstums) = 10 mg/L [1, 79];

EC₅₀ (48-96 h) = 34 mg/L [79]

Grünalge (*Pseudokirchneriella subcapitata*):

EC₀ (72 h, stat.; Fluoreszenz) = 0,3 mg/L [131];

EC₀ (72 h, stat.; Zellzahl) = 1 mg/L [131];

EC₁₀ (72 h, stat.; Fluoreszenz) = 0,71 mg/L [131];

EC₁₀ (72 h, stat.; Zellzahl) = 1,1 mg/L [131];

EC₁₀ (72 h, stat.; Fluoreszenz) = 4,7 mg/L [131];

EC₅₀ (72 h, stat.; Fluoreszenz) = 2,3 mg/L [131]

EC₅₀ (72 h, stat.; Zellzahl) = 3,8 mg/L [131];

EC₅₀ (72 h, stat.; Fluoreszenz) = 43 mg/L [131];

Grünalge (*Selenastrum capricornutum*, *Chlorella pyrenoidosa*): EC₅₀ = 50 mg/L [10]

Protoplasten:

EC₁₀ (Enzymhemmung) = 2,6 mg/L [76];

EC₁₀ (Sauerstoffentwicklung) = 149 mg/L [76]

Wasserlinse (*Lemna minor*):

EC₅₀ (48-96 h) = 2,5 mg/L [79];

NOEC (7 d; Hemmung des Zellwachstums) = 0,32 mg/L [1, 79]

Toxizität gegenüber terrestrischen Lebewesen:

Regenwurm (*Eisenia andrei*): LC₅₀ (28 d; künstl. Boden) = 21 mg/kg TS [101]

Regenwurm (*Allolobophora*): LC₅₀ (7 d; Sand) = 13,1 mg/kg TS [101]

ANGABEN ZUR INDIREKTEN SCHADWIRKUNG

Dissoziationskonstante (pK_a-Wert):

4,36 [45], d.h. unter Umweltbedingungen teilweise als Anion

Komplexbildungsfähigkeit:

bildet Komplexe mit phenolischen Gruppen und Aminen [16]

Hinweise auf toxische Verunreinigungen, Transformationsprodukte:

im Boden Bildung von Nitrit [14, 64, 80]

durch Bakterien (*Pseudomonas* sp.) Transformation zu Aminokresol oder zu hydroxyliertem Catechol (mit *Arthrobacter simplex*) mit anschließender Ringöffnung [38]

mit aus Boden isolierten Bakterienstämmen Bildung von stereoisomeren 4,6-Dinitro-2-methylhexanoaten (Hydrierung des aromatischen Rings) [80]

mit *Arthrobacter* sp. Transformation unter Nitrit-Abspaltung zu 2,3,5-Trihydroxytoluol [17]

KLASSIFIZIERUNGEN, RICHT- UND GRENZWERTE

Vorbemerkung:

Die übliche Methode „Phenolindex“ nach DIN 38409, Teil 16, erfasst aus methodischen Gründen mit Nitrogruppen substituierte Phenole, darunter auch das DNOC, nicht [122].

Tolerierbare resorbierte Dosis, TRD; Acceptable Daily Intake, ADI; Reference Dose, RfD:

D (1990/97): DTA-Wert 5 µg/(kg KG · d) [125]

Wasser:

EU (1998): Grenzwert für Trinkwasser 0,10 µg/L (Pestizide einzeln) [120]; 0,50 µg/L (Pestizide insgesamt) [120]

D (2011): Grenzwert Trinkwasser [118]: 0,10 µg/L (Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte einzeln, inkl. relevanter Metabolite, Abbau- und Reaktionsprodukte) bzw. 0,50 µg/L (Summe der Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte, inkl. relevanter Metabolite, Abbau- und Reaktionsprodukte)

D (2013): Wassergefährdungsklasse nicht festgelegt [116])

D (2004): länderübergreifender Geringfügigkeitsschwellenwert für Grundwasser zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen (Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte) 0,1 µg/L (Einzelstoff), 0,5 µg/L (Summe) [77]

D (2001): vorläufige Zielvorgabe für das Schutzgut aquatische Lebensgemeinschaften 10 µg/L [87]

Grundwasser (Baden-Württemberg, D, 1998) [94]:

Hintergrundwert	nicht nachweisbar (?) (als Pestizid)
Prüfwert zum Schutz von Grundwasser und Grundwassernutzungen	0,1 µg/L (als Pestizid)
tägliche maximale Fracht ins Grundwasser	0,2 g/d (als Pestizid)

Grundwasser (Bayern, D, 2001; organisch-chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung einschließlich ihrer toxischen Hauptabbauprodukte) [88]:

Stufe 1 (Geringfügigkeitsschwelle)	0,5 µg/L (gesamt) 0,1 µg/L (Einzelstoff)
Stufe 2 (Sanierungsmaßnahmen)	2 µg/L (gesamt) 1 µg/L (Einzelstoff)

Grundwasser (Berlin, D, 2005; Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte) [86]:

Geringfügigkeitsschwellenwert	0,5 µg/L (gesamt) 0,1 µg/L (Einzelstoff)
sanierungsbedürftige Grundwasserverunreinigung	2,5 µg/L (gesamt) 0,5 µg/L (Einzelstoff)

Luft:

D (2013): kein MAK-Wert aufgestellt, da keine hinreichenden Informationen vorliegen (IIb) [12]

USA (ca. 1986): akzeptierbare Konzentration in Außenluft 3-5 µg/m³ (8- bis 24-h-Mittelwert) [9]

Lebensmittel und Bedarfsgegenstände:

D (2010 [107], 2012 [136]):

Höchstmenge in Eiern, Fleisch, Fleischerzeugnissen, Milch und Erzeugnissen auf Milchbasis 50 µg/kg [107];

Höchstmenge in Hopfen und Tee 100 µg/kg [107, 136];

Höchstmenge in allen anderen pflanzlichen Lebensmitteln 50 µg/kg [107];

Höchstmenge in übrigen pflanzlichen Futtermitteln außer Gewürzen sowie Futtermitteln tierischen Ursprungs 50 µg/kg [136]

D (2010): gem. Kosmetik-Verordnung § 1 i.V. mit Anlage 1 Teil A (Nummer 1068) allgemeines Verbot der Verwendung beim gewerbsmäßigen Herstellen oder Behandeln von kosmetischen Mitteln [108]

Pflanzenschutzmittel:

EU (1999/2005): Zulassung zurückgezogen [98, 139]

D (2013): als Pflanzenschutzmittelwirkstoff nicht mehr zugelassen, d.h. Verwendung nicht mehr erlaubt [145]

USA (1998): in keinem zugelassenen Pestizid enthalten [143]

VORKOMMEN IN DER UMWELT

Wasser:

industr. Abwässer (Mineralölraffinerien, USA, 1978): Ablauf <1-50 µg/L (n>6) [109]

Einzugsbereich Klang River (Malaysia, 1990/91): <0,1-79 µg/L (n=9 von 15) [84]

kontam. Grundwasser (Sprengstoffproduktion; Elsnig, D, vor 1995): 8,6 µg/L [115]

Klärschlamm:

Klärschlamm (204 Kläranlagen; MI, USA, 1980): 0,20-187 mg/kg TS (n=20 von 228), Mittelwert 13 mg/kg, Median 2,3 mg/kg [19]

Niederschlag:

Frankfurt (D, 1984): in Gewitterregen > 1 µg/L [35]

Regenwasser und Schnee (Hannover, D, 1988): qualitativ nachgewiesen [58]

Nebelwasser (1000 m NN, Fichtelgebirge, D, 1989):
5,9, 7,2 und 17 µg/L (n=3) [63]

Nebelwasser (Ochsenkopf, D, 1988):
0,9-12,5 µg/L, Mittelwert 4,0 µg/L (n=10) [75]

Nebelwasser (Bayreuth, D, 1988):
0,97-5,3 µg/L, Mittelwert 3,7 µg/L (n=3) [75]

Wolken- und Regenwasser (Fichtelgebirge, 700 m Höhe; D, 1989):
Mittelwert 1,5 µg/L (n=?) [72]

Wolken- und Regenwasser (Fichtelgebirge, 1000 m Höhe; D, 1989):
1,8 u. 9,9 µg/L, Mittelwert 3,5 µg/L (n=?) [72]

Wolken- und Regenwasser (Nähe Garmisch-Partenkirchen, 1130 m Höhe; D, 1989):
0,4 u. 2,0 µg/L, Mittelwert 0,7 µg/L (n=?) [72]

Regenwasser (Dübendorf, CH, 1985): 0,95-3,0 µg/L (n=4) [4]

Luft:

Fichtelgebirge (700 m Höhe; D, 1989): <0,3-21 ng/m³ (n=3 von 4), Mittelwert ca. 1,2 ng/m³ [72]

Alpen (Nähe Garmisch-Partenkirchen, 730 m Höhe; D, 1989): Mittelwert ca. 5 ng/m³ [72]

Dübendorf (CH, 1985): 30 ng/m³ (n=1) [4]

Arbeitsplatz (Herstellung der formulierten Sprühflüssigkeiten; D, ca. 1980): 0,081-0,85 ng/m³ [143]

Pflanzen:

Fichtennadeln (D, ca. 1988): <2-38 µg/kg Frischmasse je nach Alter und Standort (n=14 von 16) [62]

Fichtennadeln (emittentenfern; A, 1995):

1. Jahrgang <0,5-1,5 µg/kg Frischmasse, Median <0,5 µg/kg Frischmasse (n=8 von 25) [130]

2. Jahrgang 1,1-4,4 µg/kg Frischmasse, Mittelwert 1,6 µg/kg Frischmasse, Median 1,2 µg/kg Frischmasse (n=25) [130]

Fichtennadeln (1/2-jährig; Slowenien und Kärnten, SLO, A, 2000): <0,5-0,5 µg/kg Frischmasse, Median 0,5 µg/kg Frischmasse (n=5 von 8) [137]

ANGABEN ZUM UMGANG

Beständigkeit unter Laborbedingungen:

technisches Produkt (mit üblicherweise 10 % Wasser) relativ gut beständig [16]

Brennbarkeit:

in trockener Form explosiv [16]

Toxizität:

Gefahr der Hautresorption [12]

Haut- und Augenreizung, ätzende Wirkung:

haut- und augenreizend [143]

LITERATUR UND ANMERKUNGEN

- [1] Slooff, W.; Canton, J.H.: Comparison of the Susceptibility of 11 Freshwater Species to 8 Chemical Compounds. II. (Semi)chronic Toxicity Tests. *Aquat. Toxicol.* **4** (1983) 271
- [2] Pomeroy, S.E.; Brauning, S.E.; Kidd, G.H.: Validation of the OECD Ecotoxicology Testing Scheme Set. Battelle Columbus Labs., Columbus, OH, USA, im Auftrag der U.S. EPA (68-01-5043-80), 1980
- [3] Bringmann, G.; Kühn, R.: Comparison of the Toxicity Thresholds of Water Pollutants to Bacteria, Algae, and Protozoa in the Cell Multiplication Inhibition Test. *Water Res.* **14** (1980) 231-241
- [4] Leuenberger, C.; Czucwza, J.; Tremp, J.; Giger, W.: Nitrated Phenols in Rain: Atmospheric Occurrence of Phytotoxic Pollutants. *Chemosphere* **17** (1988) 511-515
- [5] Schultz, T.W.; Holcombe, G.W.; Phipps, G.L.: Relationships of Quantitative Structure-Activity to Comparative Toxicity of Selected Phenols in the *Pimephales promelas* and *Tetrahymena pyriformis* Test Systems. *Ecotox. Environ. Safety* **12** (1986) 146-153
- [6] Nishiuchi, Y.; Hashimoto, Y.: Toxicity of Pesticide Ingredients to Some Fresh Water Organisms. *Botyu-Kagaku* **32** (1967) 5-11
- [7] Deneer, J.W.; Seinen, W.; Hermens, J.L.M.: Growth of *Daphnia magna* Exposed to Mixtures of Chemicals with Diverse Modes of Action. *Ecotox. Environ. Safety* **15** (1988) 72-77
- [8] Tabak, H.H.; Quave, S.A.; Mashni, C.I.; Barth, E.F.: Biodegradability Studies with Organic Priority Pollutant Compounds. *J. Water Pollut. Control. Fed.* **53** (1981) 1503-1518
- [9] National Air Toxics Information Clearinghouse: NATICH Data Base Report on State and Local Agency Air Toxics Activities; Final Report 1 No. EPA 68-02-4330, 1986
- [10] Moore, J.M.; Ramamoorthy, S.: *Organic Chemicals in Natural Waters - Applied Monitoring and Impact Assessment*. New York: Springer 1984
- [11] AuerGesellschaft GmbH (Hrsg.): *Auer-Technikum*, 12. Ausgabe, Berlin, 1989
- [12] Deutsche Forschungsgemeinschaft, Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Mitteilung 49. MAK- und BAT-Werte-Liste 2013. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Weinheim: Wiley-VCH 2013
- [13] Verschueren, K.: *Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals*. Van Nostrand Reinhold, New York, 3. Auflage, 1996
- [14] Overcash, M.R.; Weber, J.B.; Miles, M.L.: Behavior of Organic Priority Pollutants in the Terrestrial Systems: Di-n-butylphthalate Ester, Toluene, and 2,4-Dinitrophenol. Report of Water Resources Research Institute of the University of North Carolina No. 171, 1982
- [15] Richards, D.J.; Shieh, W.K.: Biological Fate of Organic Priority Pollutants in the Aquatic Environment. *Water Res.* **20** (1986) 1077-1090
- [16] Koch, R.: *Datenspeicher Umweltchemikalien - Eigenschaften. Toxizität. Umweltverhalten*. VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin: 1986
- [17] Schwarzenbach, R.P.; Stierli, R.; Folsom, B.; Zeyer, J.: Compound Properties Relevant for Assessing the Environmental Partitioning of Nitrophenols. *Environ. Sci. Technol.* **22** (1988) 83-91
- [18] Leone, J.A.; Seinfeld, J.H.: Updated Chemical Mechanism for Atmospheric Photooxidation of Toluene. *Intern. J. Chem. Kinet.* **16** (1984) 159-193
- [19] Jacobs, L.W.; Zabik, M.J.: Importance of Sludge-Borne Organic Chemicals for Land Application Programs. Proc. 6th Ann. Madison Conf. of Applied Research & Practice on Municipal & Industrial Waste, 14./15.09.1983, Madison, WI, USA, S. 418-426
- [20] Enslein, K.; Tuzzeo, T.M.; Borgstedt, H.H.; Blake, B.W.; Hart, J.B.: Prediction of Rat Oral LD50 From *Daphnia magna* LC50 and Chemical Structure. In: Kaiser, K.L.E. (Hrsg.): *QSAR in Environmental Toxicology II*, Reidel: 1987, S. 91-106
- [21] Nendza, M.; Seydel, J.K.: Quantitative Structure-Toxicity Relationships and Multivariate Data Analysis for Ecotoxic Chemicals in Different Biotestsystems. *Chemosphere* **17** (1988) 1575-1584
- [22] Nendza, M.; Seydel, J.K.: Quantitative Structure-Toxicity Relationships for Ecotoxicologically Relevant Biotestsystems and Chemicals. *Chemosphere* **17** (1988) 1585-1602
- [23] Klopman, G.; Raychaudhury, C.: A Novel Approach to the Use of Graph Theory in Structure-Activity

- Relationship Studies. Application to the Quality Evaluation of Mutagenicity in a Series of Nonfused Ring Aromatic Compounds. *J. Comput. Chem.* 9 (1988) 232-243
- [24] Ottow, J.C.: Pesticides - Contamination, Self-Purification and Fertility of Soils; in: *Plant Research and Development - A Biannual Collection of Recent German Contributions through Plant Research*. Vol. 21. Institute for Scientific Cooperation, Tübingen, 1985, S. 7-26
- [25] Phipps, G.L.; Holcombe, G.W.; Fiant, J.T.: Acute Toxicity of Phenol and Substituted Phenols to the Fathead Minnow. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 26 (1981) 585-593
- [26] Rippen, G.; Haag, F.; Klöpffer, W.; Ricker, I.; Zietz, E.: Photochemische Bildung und nasse Deposition phytotoxischer Dinitrophenole - eine Ursache für das Waldsterben? Vortrag auf dem Symposium „Neue Ursachenhypothesen“, Berlin, 16./17.12.1985
- [27] Grosjean, D.: Atmospheric Reactions of Ortho Cresol: Gas Phase and Aerosol Products. *Atmos. Environ.* 18 (1984) 1641-1652
- [28] Ahlers, J.; Benzing, M.; Gies, A.; Pauli, W.; Rösick, E.: Yeast as an Unicellular Model System in Ecotoxicology and Xenobiochemistry. *Chemosphere* 17 (1988) 1603-1615
- [29] Weiss, G. (Hrsg.): *Hazardous Chemicals Data Book*. Second Edition. Noyes Data Corp., Park Ridge, NJ, USA, 1986
- [30] Den Tonkelaar, E.M.; van Leeuwen, F.X.R.; Kuiper, C.: Semichronic Toxicity Testing of DNOC in the Rat. *Meded. Fac. Landbouwwet., Rijksuniv. Gent* 48 (1983) 1015-1022; zitiert in *CA 100*: 80951g
- [31] Schmidt, C.: Der Algen-Fluoreszenztest als empfindlicher Biotest auf algizide Substanzen im Oberflächenwasser. Bericht des Instituts für Wasserforschung, Dortmund, an das Umweltbundesamt, Berlin; Forschungsbericht Nr. 102 02 302/09, 1985; erschienen in Berlin als Texte des Umweltbundesamtes Nr. 34/85
- [32] Leone, J.A.; Seinfeld, J.H.: An Outdoor Smog Chamber and Modeling Study of Toluene-NO_x Photooxidation. *Intern. J. Chem. Kinet.* 17 (1985) 177-216
- [33] Grosjean, D.: Reactions of o-Cresol and Nitrocresol with NO_x in Sunlight and with Ozone-Nitrogen Dioxide Mixtures in the Dark. *Environ. Sci. Technol.* 19 (1985) 968-974
- [34] Nehéz, M.; Selyes, A.; Mazzag, E.; Berencsi, G.: Additional Data on the Mutagenic Effect of Dinitro-o-cresol-Containing Herbicides. *Ecotox. Environ. Safety* 8 (1984) 75-79
- [35] Rippen, G.; Zietz, E.; Frank, R.; Knacker, T.; Klöpffer, W.: Do Airborne Nitrophenols Contribute to Forest Decline? *Environ. Technol. Lett.* 8 (1987) 475-482
- [36] Capel, P.D.; Giger, W.; Reichert, P.; Wanner, O.: Accidental Input of Pesticides into the Rhine River. *Environ. Sci. Technol.* 22 (1988) 992-997
- [37] Devillers, J.; Meunier, T.; Chambon, P.: Intérêt de la relation dose-effet-temps en écotoxicologie pour la détermination des différentes classes chimiques de toxiques. *Tech. Sci. Munic. L'Eau* 80 (1985) 329-334
- [38] Sittig, M. (Hrsg.): *Priority Toxic Pollutants - Health Impacts and Allowable Limits*. Environmental Health Series No. 1. Noyes Data Corp. Park Ridge, NJ, USA (1980)
- [39] Thiem, K.-W.; Sewekow, B.; Kiel, W.; Handschuh, W.; Freese, H.; Vagt, H.; Bunge, W.: Nitroverbindungen, aromatische; in: *Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie*, 4. Auflage, Bd. 17, Verlag Chemie: Weinheim 1979, S. 383-416
- [40] Kenaga, E.E.: Predicted Bioconcentration Factors and Soil Sorption Coefficients of Pesticides and other Chemicals. *Ecotox. Environ. Safety* 4 (1980) 26-38
- [41] LeBlanc, G.A.: Acute Toxicity of Priority Pollutants to Water Flea (*Daphnia magna*). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 24 (1980) 684-691
- [42] Butte, W.; Paul, C.; Willig, A.; Zauke, G.-P.: Beziehungen zwischen der Struktur von Phenolen und ihrer Akkumulation gemessen im Flow-Through Fisch-Test (OECD No. 305 E). Forschungsbericht FKZ 106 02 053, Fachbereich Chemie der Universität Oldenburg, Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; im Auftrag des Umweltbundesamtes, 1988
- [43] Mittelwert für den Schmelzpunkt aus 85,5 °C [16, 95], 85,8 °C [13, 38], 86,4 °C [11], 86,5 °C [39, 143], 87 °C [117] und 87,5 °C [89, 127]: Schmp. (n=6) = 86,45 ± 0,74 °C
- [44] Mittelwert für den Verteilungskoeffizienten n-Octanol/Wasser aus
 $P_{ow} = 132$ (log $P_{ow} = 2,12$) [17, 90, 141],
 $P_{ow} = 135$ (log $P_{ow} = 2,13$) [143, 144],
 $P_{ow} = 138$ (log $P_{ow} = 2,14$; Schüttelmethode) [74],
 $P_{ow} = 141$ (log $P_{ow} = 2,15$) [131],
 $P_{ow} = 145$ (log $P_{ow} = 2,16$; Schüttelmethode) [74, 83],
 $P_{ow} = 355$ (log $P_{ow} = 2,55$; mit HPLC) [42],
 $P_{ow} = 617$ (log $P_{ow} = 2,79$) [113],
 $P_{ow} = 724$ (log $P_{ow} = 2,86$; mit HPLC) [28] und
 $P_{ow} = 1260$ (log $P_{ow} = 3,10$) [16]:
 P_{ow} (n=9) = 405 ± 393 (log $P_{ow} = 2,61$).
 Berechnet wurde ein Wert von 366 (log $P_{ow} = 2,56$) [5].
- [45] Mittelwert für die Dissoziationskonstante aus

- $34,7 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,46$) [17, 38, 42, 74, 83],
 $40,7 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,39$; 25 °C, spektrometrisch) [74],
 $42,7 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,37$) [22],
 $44,7 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,35$) [17],
 $47,9 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,32$) [134],
 $49,0 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,31$) [90, 114, 141, 143]:
 K_a (n=6) = $(43,3 \pm 5,2) \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,36$).
 Nicht berücksichtigt wurde der spektrometrisch ermittelte Wert von $12,6 \cdot 10^{-6}$ ($pK_a = 4,9$) [97].
- [46] Lewis, R.J., Sr.; Tatken, R.L. (Hrsg.): Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. U.S. Dept. Health and Human Services, Natl. Inst. Occupat. Safety Health (NIOSH), (1979)
- [47] VCI-Altstoffliste. Chemische Industrie - Zeitschrift für Chemie, Umwelt und Wirtschaft, Heft 4/88
- [48] Bringmann, G.; Kühn, R.: Ergebnisse der Schadwirkung wassergefährdender Stoffe gegen *Daphnia magna* in einem weiterentwickelten standardisierten Testverfahren. Z. Wasser Abwasser Forsch. 15 (1982) 1-6
- [49] Bringmann, G.; Kühn, R.: Vergleich der Wirkung von Schadstoffen auf flagellate sowie ciliate bzw. auf holozoische bakterienfressende sowie saprozoische Protozoen. gwf Wasser Abwasser 122 (1981) 308-313
- [50] Hall, L.H.; Kier, L.B.; Phipps, G.: Structure-Activity Relationship Studies on the Toxicities of Benzene Derivatives: I. An Additivity Model. Environ. Toxicol. Chem. 3 (1984) 355-365
- [51] Hall, L.H.; Kier, L.B.: Molecular Connectivity of Phenols and Their Toxicity to Fish. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 32 (1984) 354
- [52] Ghisalba, O.: Chemical Wastes and Their Biodegradation - An Overview. Experientia 39 (1983) 1247-1257
- [53] Hermens, J.; Canton, H.; Steyger, N.; Wegman, R.: Joint Effects of a Mixture of 14 Chemicals on Mortality and Inhibition of Reproduction of *Daphnia magna*. Aquat. Toxicol. 5 (1984) 315-322
- [54] Janardan, S.K.; Olson, C.S.; Schaeffert, D.J.: Quantitative Comparisons of Acute Toxicity of Organic Chemicals to Rat and Fish. Ecotox. Environ. Safety 8 (1984) 531-539
- [55] Buccafusco, R.J.; Eills, S.J.; LeBlanc, G.A.: Acute Toxicity of Priority Pollutants to Bluegill (*Lepomis macrochirus*). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 26 (1981) 446-452
- [56] Kühn, R.; Pattard, M.: Results of the Harmful Effects of Water Pollutants to Green Algae (*Scenedesmus subspicatus*) in the Cell Multiplication Inhibition Test. Water Res. 24 (1990) 31-38
- [57] Kühn, R.; Pattard, M.; Pernak, K.-D.; Winter, A.: Results of the Harmful Effects of Selected Water Pollutants (Anilines, Phenols, Aliphatic Compounds) to *Daphnia magna*. Water Res. 23 (1989) 495-499
- [58] Alber, M.; Böhm, H.B.; Brodesser, J.; Feltes, J.; Levsen, K.; Schöler, H.F.: Determination of Nitrophenols in Rain and Snow. Fresenius Z. Anal. Chem. 334 (1989) 540-545
- [59] Bringmann, G.; Kühn, R.: Befunde der Schadwirkung wassergefährdender Stoffe gegen *Daphnia magna*. Z. Wasser Abwasser Forsch. 10 (1977) 161-165
- [60] Kühn, R.; Pattard, M.; Pernak, K.-D.; Winter, A.: Results of the Harmful Effects of Water Pollutants to *Daphnia magna* in the 21 Day Reproduction Test. Water Res. 23 (1989) 501-510
- [61] Vittozzi, L.; De Angelis, G.; Dracos, A.; Magliola, M.; Mussino, A.; Secchi, M.: Rassegna critica degli studi comparati di tossicità acuta condotti con le specie di pesci raccomandati dalla CEE (Allegato V, VI modifica della Direttiva CEE 79/831). Bericht des Instituto Superiore Di Sanita; ISTISAN 88/33, Rom 1988; ISSN-0391-1675
- [62] Hinkel, M.; Reischl, A.; Schramm, K.-W.; Trautner, F.; Reissinger, M.; Hutzinger, O.: Concentration Levels of Nitrated Phenols in Conifer Needles. Chemosphere 18 (1989) 2433-2439
- [63] Herterich, R.: Atrazin. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 3 (1991) 196-200
- [64] Shea, P.J.; Weber, J.B.; Overcash, M.R.: Biological Activities of 2,4-Dinitrophenol in Plant-Soil-Systems. Res. Rev. 87 (1983) 1-41
- [65] McCormick, N.G.; Feeherry, F.E.; Levinson, H.S.: Microbial Transformation of 2,4,6-Trinitrotoluene and Other Nitroaromatic Compounds. Appl. Environ. Microbiol. 31 (1976) 949-958
- [66] Dobbs, R.A.; Wang, L.; Govind, R.: Sorption of Toxic Organic Compounds on Wastewater Solids: Correlation with Fundamental Properties. Environ. Sci. Technol. 23 (1989) 1092-1097
- [67] O'Connor, O.A.; Young, L.Y.: Toxicity and Anaerobic Biodegradability of Substituted Phenols under Methanogenic Conditions. Environ. Toxicol. Chem. 8 (1989) 853-862
- [68] Jensen, H.L.; Lautrup-Larsen, G.: Microorganisms that Decompose Nitro-aromatic Compounds, with Special Reference to Dinitro-o-cresol. Acta Agric. Scand. 17 (1967) 115-126; zitiert in [18]
- [69] Mittelwert für die Wasserlöslichkeit bei 15-25 °C aus L =
 $0,10$ g/L (bei 20 °C) [38, 113, 117],
 $0,13$ g/L (bei 15 °C) [16, 24, 40, 81, 95, 143],
 $0,20$ g/L (bei 20 °C und pH=1,5) [17, 117, 143, 144],
 $0,25$ g/L (bei ? °C) [85] und
 $0,26$ g/L (bei ? °C) [85]:
 L (n=5) = $0,19 \pm 0,07$ g/L.

- Ein weiterer Wert für pH=7 und 20 °C ist mit 6,94 g/L angegeben [117].
- [70] Mittelwert für den Dampfdruck bei 20 °C aus
P = 0,0069 Pa [38, 113] und
P = 0,0105 Pa [11]:
P (n=2) = 0,0087 Pa.
Für 25 °C ergibt sich der Dampfdruck aus
P = 0,014 Pa [16, 81, 95] und
P = 0,016 Pa [143, 144]:
P (25 °C)(n=2) = 0,015 Pa
- [71] Hurler, K.: Ein Vergleich von Biotests mit chemisch-analytischen Methoden zum Nachweis von Atrazin, 2,4-D, DNOC und Napropamid im Boden. *Weed Res.* 17 (1977) 25-32
- [72] Herterich, R.; Herrmann, R.: Comparing the Distribution of Nitrated Phenols in the Atmosphere of Two German Hill Sites. *Environ. Technol.* 11 (1990) 961-972
- [73] Nendza, N.; Seydel, J.K.: Application of Bacterial Growth Kinetics to *in vitro* Toxicity Assessment of Substituted Phenols and Anilines. *Ecotox. Environ. Safety* 19 (1990) 228-241
- [74] Jafvert, C.T.; Westall, J.C.; Grieder, E.; Schwarzenbach, R.P.: Distribution of Hydrophobic Ionogenic Organic Compounds Between Octanol and Water: Organic Acids. *Environ. Sci. Technol.* 24 (1990) 1795-1803
- [75] Richartz, H.; Reischl, A.; Trautner, F.; Hutzinger, O.: Nitrated Phenols in Fog. *Atmos. Environ.* 24A (1990) 3067-3071
- [76] Schmidt, C.; Schnabl, H.: Stoffbezogene Struktur-Wirkungsbeziehungen bei Biotesten. *Vom Wasser* 70 (1988) 21-32
- [77] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten für das Grundwasser. Düsseldorf, Dezember 2004
- [78] Malkomes, H.-P.: Einfluss unterschiedlich formulierter Pflanzenschutzmittel auf mikrobielle Aktivitäten im Boden. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* 97 (1990) 517-531
- [79] Okkerman, P.C.; van der Plassche, E.J.; Sloof, W.; van Leeuwen, C.J.; Canton, J.H.: Ecotoxicological Effects Assessment: A Comparison of Several Extrapolation Procedures. *Ecotox. Environ. Safety* 21 (1991) 182-193
- [80] Lenke, H.: Mikrobieller Abbau von Nitrophenolen: 2,4-Dinitrophenole und 2,4,6-Trinitrophenol. Dissertation. Universität Stuttgart, Institut für Mikrobiologie. 1990
- [81] Suntuo, L.R.; Shiu, W.Y.; Mackay, D.; Seiber, J.N.; Glotfelty, D.: Critical Review of Henry's Law Constants for Pesticides. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 103 (1988) 1-59
- [82] Hanne, L.F.; Kirk, L.L.; Alger, D.; Woodruff, T.; Casadevall, M.: Characterization of Soil Actinomycetes Capable of Degrading para-Nitrophenol. Abstract Nr. O-163. 91st General Meeting of the American Society of Microbiology. American Society of Microbiology. Washington, D.C., 1991
- [83] Jafvert, C.T.: Sorption of Organic Acid Compounds To Sediments: Initial Model Development. *Environ. Toxicol. Chem.* 9 (1990) 1259-1268
- [84] Tan, G.H.; Chong, C.L.: Trace Monitoring of Water-Borne Phenolics in the Klang River Basin. *Environ. Monitor. Assess.* 24 (1993) 267-277
- [85] Gunther, F.A.; Westlake, W.E.; Jaglan, P.S.: Reported Solubilities of 738 Pesticide Chemicals in Water. *Res. Rev.* 20 (1968) 1-148
- [86] Senatsverwaltung für Gesundheit und für Stadtentwicklung und Umweltschutz von Berlin: Bewertungskriterien für die Beurteilung stofflicher Belastungen von Böden und Grundwasser in Berlin (Berliner Liste 1996). *Bek. v. 17.01.1996 - Ges V B, StadtUm IV E 1. Amtsblatt für Berlin* 46, Nr. 15, 20.03.1996, 957-984
- [87] Jahnel, J.; Zwiener, Ch.; Gremm, Th.J.; Abbt-Braun, G.; Frimmel, F.H.; Kussatz, C.; Schudoma, D.; Rocker, W.: Zielvorgaben für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und andere Schadstoffe in Oberflächengewässern. *Acta hydrochim. hydrobiol.* 29 (2001) 246-253
- [88] Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen und Gewässerverunreinigungen - Wirkungspfad Boden - Gewässer. Merkblatt Nr. 3.8/1. Stand 31.10.2001
- [89] Fachlexikon ABC der Chemie. Band 1: A-K. 3., überarbeitete Auflage: H. Deutsch: Thun und Frankfurt/Main 1987, S. 285
- [90] Haderlein, S.B.; Schwarzenbach, R.P.: Adsorption of Substituted Nitrobenzenes and Nitrophenols to Mineral Surfaces. *Environ. Sci. Technol.* 27 (1993) 316-326
- [91] Grosjean, D.: Atmospheric Chemistry of Toxic Contaminants. 1. Reaction Rates and Atmospheric Persistence. *J. Air Waste Manage. Assoc.* 40 (1990) 1397-1402
- [92] Liste der Altstoffe, die in Mengen über 1000 Tonnen jährlich in der Gemeinschaft erzeugt oder in die Gemeinschaft eingeführt werden. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* Nr. C 276, S. 7-66, 5.11.1990
- [93] Steinberg, C.E.W.; Sturm, A.; Keibel, J.; Lee, S.K.; Hertkorn, N.; Freitag, D.; Kettrup, A.A.: Changes of

- Acute Toxicity of Organic Chemicals to *Daphnia magna* in the Presence of Dissolved Humic Material (DHM). *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 20 (1992) 326-332
- [94] Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt und Verkehr und des Sozialministeriums über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen vom 16.09.1993 in der Fassung vom 01.03.1998. GABl. 46 Nr. 8 vom 06.05.1998, S. 295-303 (Baden-Württemberg)
- [95] Umweltbundesamt (Hrsg.): Untersuchung auf Grundwasserkontamination durch Pflanzenbehandlungsmittel. Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 10 204 325; UBA-FB 86-073. Materialien 3/87; Schmidt Verlag, Berlin 1987
- [96] Cronin, M.T.D.; Schultz, T.W.: Structure-Toxicity Relationships for Phenols to *Tetrahymena pyriformis*. *Chemosphere* 32 (1996) 1453-1468
- [97] Heimlich, F.; Nolte, J.: Determination of the pK Values of 2,4-Dinitrophenol Herbicides Using UV Spectroscopy. *Sci. Total Environ.* 132 (1993) 125-131
- [98] Entscheidung der Kommission vom 17. Februar 1999 über die Nichtaufnahme von DNOC als Wirkstoff in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und zur Widerrufung der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesem Wirkstoff (bekanntgegeben unter Aktenzeichen K(1999) 332) (1999/164/EG).
- [99] Baumann, U.; Kuhn, G.; Schefer, W.: Rasche Bestimmung des Bioabbaus organischer Stoffe in einem Labor-Tropfkörper. *Z. Wasser Abwasser Forsch.* 23 (1990) 129-132
- [100] Dunnivant, F.M.; Schwarzenbach, R.P.; Macalady, D.L.: Reduction of Substituted Nitrobenzenes in Aqueous Solutions Containing Natural Organic Matter. *Environ. Sci. Technol.* 26 (1992) 2133-2141
- [101] Denneman, C.A.J.; van Gestel, C.A.M.: Bodemverontreiniging en bodemecosystemen: voorstel voor C-(toetsings)waarden op basis van ecotoxicologische risico's. Anlage zum Bericht des Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene Bilthoven Nr. 725201001; April 1990; s. [105]
- [102] Weissmahr, K.W.: Mechanism and Environmental Significance of Electron Donor Acceptor Interactions of Nitroaromatic Compounds with Clay Minerals. Dissertation ETH Zürich Nr. 11631. 1996
- [103] Klopman, G.; Kalos, A.N.; Rosenkranz, H.S.: A Computer Automated Study of the Structure-Mutagenicity Relationships of Non-Fused-Ring Nitroarenes and Related Compounds. *Mol. Toxicol.* 1 (1987) 61-81
- [104] Haas, R.; Preuß, J.; von Löw, E.; Stork, G.: Sprengstoffrückstände in Boden und Grundwasser auf dem Gebiet der ehemaligen Sprengstofffabriken in Stadtallendorf/Hessen. Expertengespräch Rüstungsaltlasten, Hannover, 25./26.04.1989; Tagungsband S. 87-113
- [105] Denneman, C.A.J.; van Gestel, C.A.M.: Bodemverontreiniging en bodemecosystemen: voorstel voor C-(toetsings)waarden op basis van ecotoxicologische risico's. Bericht des Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene Bilthoven Nr. 725201001; 1990
- [106] Karg, F.P.M.; Koss, G.: Untersuchungen zur Umweltchemie, Kontaminationserkundung und -bewertung. *UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox.* 5 (1993) 182-189
- [107] Verordnung über Höchstmengen an Rückständen von Pflanzenschutz- und Schädlingsbekämpfungsmitteln, Düngemitteln und sonstigen Mitteln in oder auf Lebensmitteln (Rückstands-Höchstmengenverordnung - RHmV). Neufassung vom 21.10.1999, BGBl. I S. 2082, ber. 2002, S.1004, zuletzt geändert durch Artikel 3 V vom 19.3.2010, BGBl. I S. 286
- [108] Verordnung über kosmetische Mittel (Kosmetik-Verordnung) in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. Oktober 1997 (BGBl. I S. 2410), zuletzt geändert durch Verordnung vom 23. April 2010 (BGBl. I S. 447). <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/kosmetikv/gesamt.pdf>
- [109] Snider, E.H.; Manning, F.S.: A Survey of Pollutant Emission Levels in Wastewaters and Residuals from the Petroleum Refining Industry. *Environ. Int.* 7 (1982) 237-258
- [110] Wolfe, N.L.: Screening of Hydrolytic Reactivity of OSW Chemicals. Report of Environmental Research Laboratory, Athens, GA, USA, for the Office of Solid Waste, U.S. EPA, 1985
- [111] Tremp, J.; Mattrel, P.; Fingler, S.; Giger, W.: Phenols and Nitrophenols as Tropospheric Pollutants: Emissions from Automobile Exhausts and Phase Transfer in the Atmosphere. *Water Air Soil Pollut.* 68 (1993) 113-123
- [112] Thom, N.S.; Agg, A.R.: The Breakdown of Synthetic Organic Compounds in Biological Processes. *Proc. Royal Soc. Lond. B* 189 (1975) 347-357
- [113] Dornberger, U.; Welsch, T.: Explosivstoffe in Altlasten der Rüstungsproduktion. *UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox.* 7 (1995) 302-316
- [114] Haderlein, S.B.; Weissmahr, K.W.; Schwarzenbach, R.P.: Specific Adsorption of Nitroaromatic Explosives and Pesticides to Clay Minerals. *Environ. Sci. Technol.* 30 (1993) 612-622
- [115] Mußmann, P.; Eisert, R.; Levsen, K.; Wünsch, G.: Determination of Nitrophenols, Diaminotoluenes, and Chloroaromatics in Ammunition Wastewater. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 23 (1995) 13-19
- [116] Umweltbundesamt Berlin: Rigoletto. Katalog wassergefährdender Stoffe. <http://webriigoletto.uba.de/rigoletto/public/search.do>. Stand August 2013

- [117] WIKIPEDIA, Die freie Enzyklopädie: 2-Methyl-4,6-dinitrophenol.
<http://de.wikipedia.org/wiki/2-Methyl-4,6-dinitrophenol>. Stand August 2013
- [118] Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011, BGBl. I S. 2370, geändert durch Artikel 2 Absatz 19 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011, BGBl. I S. 3044
- [119] Liste der Altstoffe, die in Mengen über 1000 Tonnen jährlich in der Gemeinschaft erzeugt oder in die Gemeinschaft eingeführt werden. Anhang I zur Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates vom 23. März 1993 zur Bewertung und Kontrolle der Umweltrisiken chemischer Altstoffe. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 84/1-84/71, 05.04.1993
- [120] Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 03.11.1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 330 vom 05.12.1998, 32-54; berichtigt im Amtsblatt L 45 vom 19.02.1999, 55
- [121] Wotzka, J.; Pfitzner, S.; Giest, B.: Biochemische Abbaubarkeit ausgewählter organischer Verbindungen; Teil 2. Dtsch. Gewässerkd. Mitt. 38 (1994) 10-17
- [122] Bei der Phenolindex-Bestimmung beträgt die gewichtsbezogene relative Extinktion im Vergleich zu Phenol nur 2 % (oxidative Kupplung mit 4-Aminoantipyrin) [123].
- [123] Koppe, P.; Dietz, F.; Traud, J.: Nachweis und photometrische Bestimmung von 126 Phenol-Körpern mit vier gruppenspezifischen Reagentien im Wasser. Z. Anal. Chem. 285 (1977) 1-19
- [124] Spector, W.S. (Hrsg.): Handbook of Toxicology. Vol. I. Acute Toxicities of Solids, Liquids and Gases to Laboratory Animals. Saunders: Philadelphia: 1956
- [125] Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin: ADI-Werte und DTA-Werte für Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe. Ausgabe: 7 (Stand: 7.4.1997), Bundesgesundhbl. 5/97, 179-181
- [126] Dietz, F.; Traud, J.: Geruchs- und Geschmacks-Schwellen-Konzentrationen von Phenolkörpern. gwf Wasser Abwasser 119 (1978) 318-325
- [127] The Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals and Drugs. Ninth ed. Merck: Rahway, NJ, USA. 1976
- [128] Radix, P.; Léonard, M.; Papantoniou, Ch.; Roman, G.; Saouter, E.; Gallotti-Schmitt, S.; Thiébaud, H.; Vasseur, P.: Comparison of *Brachionus calyciflorus* 2-d and MICROTOX Chronic 22-h Tests with *Daphnia magna* 21-d Test for the Chronic Toxicity Assessment of Chemicals. Environ. Toxicol. Chem. 18 (1999) 2178-2185
- [129] Altenburger, R.; Backhaus, Th.; Boedeker, W.; Faust, M.; Scholze, M.; Grimme, H.: Predictability of the Toxicity of Multiple Chemical Mixtures to *Vibrio fischeri*: Mixtures Composed of Similarly Acting Chemicals. Environ. Toxicol. Chem. 19 (2000) 2341-2347
- [130] Weiss, P.: Pflanzentoxische organische Schadstoffe und enzymatische Reaktionen in Fichten emittentenferner Waldstandorte Österreichs. Teil 1: Nitrophenole, leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe und Trichloressigsäure in Fichtennadeln. Umweltbundesamt, Monographien Band 123. Wien, 2000
- [131] Radix, P.; Léonard, M.; Papantoniou, Ch.; Roman, G.; Saouter, E.; Gallotti-Schmitt, S.; Thiébaud, H.; Vasseur, P.: Comparison of Four Chronic Toxicity Tests Using Algae, Bacteria, and Invertebrates Assessed with Sixteen Chemicals. Ecotox. Environ. Safety 47 (2000) 186-194
- [132] International Uniform Chemical Information Database (IUCLID): List of the 7840 EU Low Production Volume Chemicals. Stand 09/2000. Office for Official Publications of the European Communities, L-2985 Luxembourg. Catalog No. LB-NA-19-559-EN-Z; ISBN 92-828-8647-7
- [133] Kaiser, K.L.E.; Ribo, J.M.: *Photobacterium phosphoreum* Toxicity Bioassay. II Toxicity Data Compilation. Toxicity Assessment: An International Journal 3 (1988) 195-237
- [134] Broderius, S.J.; Kahl, M.D.; Hoglund, M.D.: Use of Joint Toxic Response to Define the Primary Mode of Toxic Action for Diverse Organic Chemicals. Environ. Toxicol. Chem. 14 (1995) 1591-1605
- [135] Helmes, C.T.; Fung, V.A.; Lewin, B.; McCaleb, K.E.; Malko, S.; Pawlovich, A.M.: A Study of Aromatic Nitro Compounds for the Selection of Candidates for Carcinogen Bioassay. J. Environ. Sci. Hlth. A17 (1982) 75-128
- [136] Futtermittelverordnung in der Fassung vom 24.5.2007, BGBl. I S. 770, zuletzt geändert durch Verordnung vom 21.9.2012, BGBl. I S. 2064
- [137] Weiss, P.: Organische Schadstoffe an entlegenen Waldstandorten Sloweniens und Kärntens. Bericht BE-195. Umweltbundesamt. Wien: 2002
- [138] Bringmann, G.; Kühn, R.: Vergleichende toxikologische Befunde an Wasserbakterien. Gesundheits-Ingenieur 81 (1960) 337-339
- [139] Nachr. Chem. 53 (2005) 736
- [140] Müller, J.; Haberzettl, R.: Mutagenicity of DNOC in *Drosophila melanogaster*. Arch. Toxicol. Supplement. 4 (1980) 59-61
- [141] Escher, B.I.; Schwarzenbach, R.P.: Evaluation of Liposome - Water Partitioning of Organic Acids and Bases. 1. Development of a Sorption Model. Environ. Sci. Technol. 34 (2000) 3954-3961
- [142] Nendza, M.; Wenzel, A.: Discriminating Toxicant Classes by Mode of Action. 1. (Eco)toxicity Profiles. ESPR – Environ. Sci. & Pollut. Res. 13 (2006) 192-203

- [143] Hazardous Substances Data Bank (HSDB): 4,6-dinitro-o-cresol. CAS Registry Number: 534-52-1. HSN 1596. <http://toxnet.nlm.nih.gov>; Letzte Revision 08.02.2013. Stand August 2013
- [144] EPA's Office of Pollution Prevention Toxics and Syracuse Research Cooperation (SRC): Exposure Assessment Tools and Models - Estimation Programs Interface (EPI) Suite. Version 4.11, November 2012. <http://www.epa.gov/opptintr/exposure/pubs/episuitedl.htm>
- [145] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit: Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel mit Informationen über beendete Zulassungen. Stand Januar 2013. http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/psm_ZugelPSM_node.html
- [146] The Endocrine Disruption Exchange (TEDX): TEDX List of Potential Endocrine Disruptors. <http://www.endocrinedisruption.com/endocrine-disruption/tedx-list-of-potential-endocrine-disruptors/chemicalsearch?action=search>