

2-Methyl-4,6-dinitrophenol

Synonyme, Abkürzungen:

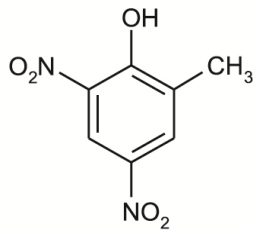
6-Methyl-2,4-dinitrophenol, 4,6-Dinitro-o-cresol, 2,4-Dinitro-6-methylphenol, 2-Hydroxy-1-methyl-3,5-dinitrobenzol; DNOC

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:**Zebrafisch (*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, Schlüpftrate) = 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 $<1- <50 \mu\text{g/L}$ (n>6) [109]

Einzugsbereich Klang River (Malaysia, 1990/91): $<0,1-79 \mu\text{g/L}$ (n=9 von 15) [84]

kontam. Grundwasser (Sprengstoffproduktion; Elsnig, D, vor 1995): $8,6 \mu\text{g/L}$ [115]

Klärschlamm:

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

Niederschlag:

Frankfurt (D, 1984): in Gewitterregen $> 1 \mu\text{g/L}$ [35]

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

Nebelwasser (1000 m NN, Fichtelgebirge, D, 1989):
 $5,9, 7,2$ und $17 \mu\text{g/L}$ (n=3) [63]

Nebelwasser (Ochsenkopf, D, 1988):
 $0,9-12,5 \mu\text{g/L}$, Mittelwert $4,0 \mu\text{g/L}$ (n=10) [75]

Nebelwasser (Bayreuth, D, 1988):
 $0,97-5,3 \mu\text{g/L}$, Mittelwert $3,7 \mu\text{g/L}$ (n=3) [75]

Wolken- und Regenwasser (Fichtelgebirge, 700 m Höhe; D, 1989):
Mittelwert $1,5 \mu\text{g/L}$ (n=?) [72]

Wolken- und Regenwasser (Fichtelgebirge, 1000 m Höhe; D, 1989):
 $1,8$ u. $9,9 \mu\text{g/L}$, Mittelwert $3,5 \mu\text{g/L}$ (n=?) [72]

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

Regenwasser (Dübendorf, CH, 1985): $0,95-3,0 \mu\text{g/L}$ (n=4) [4]

Luft:

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

Alpen (Nähe Garmisch-Partenkirchen, 730 m Höhe; D, 1989): Mittelwert ca. 5 ng/m^3 [72]

Dübendorf (CH, 1985): 30 ng/m^3 (n=1) [4]

Arbeitsplatz (Herstellung der formulierten Sprühflüssigkeiten; D, ca. 1980): $0,081-0,85 \text{ ng/m}^3$ [143]

Pflanzen:

Fichtennadeln (D, ca. 1988): $<2-38 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse je nach Alter und Standort (n=14 von 16) [62]

Fichtennadeln (emittentenfern; A, 1995):

1. Jahrgang $<0,5-1,5 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse, Median $<0,5 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse (n=8 von 25) [130]

2. Jahrgang $1,1-4,4 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse, Mittelwert $1,6 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse, Median $1,2 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse (n=25) [130]

Fichtennadeln (1/2-jährig; Slowenien und Kärnten, SLO, A, 2000): $<0,5-0,5 \mu\text{g/kg}$ Frischmasse, Median $0,5 \mu\text{g/kg}$ 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.; Eells, 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] Hurle, 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.; Rucker, 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>