



**Beschreibung der Lufthygienischen Situation im Nürnberger Hafen**

**Nachtrag zu Bericht Nr. 260245**

Nürnberg im November 2006

## **Veranlassung**

Im Bericht von Umweltanalytik Nürnberg Nr. 260245 zur Beschreibung der Lufthygienischen Situation im Nürnberger Hafen wurde auf Bioakkumulationsuntersuchungen mit standardisiertem Weidelgras hingewiesen, die das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) in der Zeit von Juni bis Oktober 2005 im Nürnberger Hafen auf dem Betriebsgelände und im Umfeld der Fa. MAR durchführte. Dabei fiel auf, dass die dabei gefundenen Konzentrationen für Polychlorierte Dioxine und Furane (PCDD/F) weit über den für städtische Ballungsräume zu erwartenden Durchschnittswerten und deutlich über den, an vergleichbaren Anlagen gefundenen Werten lagen.

Um zu klären, ob deshalb ein erhöhtes Gesundheitsrisiko für Bewohner der dem Hafen benachbarten Stadtteile oder für Menschen die sich im Hafen oder dem unmittelbaren Umfeld aufhalten besteht, veranlasste der Nürnberger Umweltbürgermeister (BMU) die Entnahme und Untersuchung von Bodenproben durch Umweltanalytik Nürnberg in Zusammenarbeit mit dem Wasserwirtschaftsamt und dem LfU.

Dazu wurden in einem Umkreis von ca. 2 km um die Fa. MAR an 25 Punkten Bodenproben genommen (siehe Karte Anhang 1) und davon zunächst 10 Proben, die für das kleinräumige Umfeld, das Hafengebiet und die umliegende Wohnbebauung repräsentativ sind im Labor des LfU auf PCDD/F untersucht.

Außerdem wurde das LfU mit einer toxikologischen Bewertung der Ergebnisse der Weidelgrasuntersuchung beauftragt.

## **Ergebnisse**

Um die Ergebnisse von Untersuchungen auf PCDD/F bezüglich ihres Gesundheitsrisikos einschätzen zu können gibt man für die verschiedenen Komponenten (Kongeneren) sog. Internationalen Toxizitätsäquivalente (I-TEQ) an, deren Addition das Gesamtergebnis der jeweiligen Probe ergibt.

Die 10 untersuchten Bodenproben (siehe Anhang 2) hatten eine durchschnittliche Konzentration von 3,9 ng I-TEQ/kg der höchste Wert von 16,2 ng I-TEQ/kg wurde in einem Hausgarten im benachbarten Reichelsorf gefunden, die Werte im Hafengebiet lagen zwischen 1,2 und 4,4 ng I-TEQ/kg.

## **Grenzwerte**

Grenzwerte für PCDD/F im Boden sind in der Bundesbodenschutz-Verordnung vom 12.7.99 entsprechend der Bodennutzung festgelegt:

Für Kinderspielplätze: 100 ng TEQ/kg Trockenmasse  
Für städtische Gebiete: 1.000 ng TEQ/kg Trockenmasse  
Für Industriegebiete: 10.000 ng TEQ/kg Trockenmasse

Außerdem hat die Bund/Länder Arbeitsgruppe Dioxine in ihrem 2. Bericht 1993 Richtwerte und Handlungsempfehlungen zur Bodennutzung vorgeschlagen:

<b>PCDD/F-Kontamination ng I-TEQ/kg Boden- Trockenmasse</b>	<b>Handlungsempfehlungen</b>
<5	Zielgröße; jegliche Nutzung ungeprüft möglich
5 - 40	Prüfaufträge und Handlungsempfehlungen für die landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung
> 40	Einschränkung auf bestimmte landwirtschaftliche und gärtnerische Bodennutzung, - uneingeschränkte Nutzung bei minimalem Dioxintransfer

## **Bewertung**

Alle untersuchten Proben liegen deutlich unter dem niedrigsten Grenzwert der Bodenschutzverordnung von 100 ng I-TEQ/kg für Kinderspielplätze. Außerdem liegen die im Hafengebiet genommenen Proben auch unter dem Zielwert der Bund/Länder Arbeitsgruppe Dioxine von 5 ng I-TEQ/kg für die ungeprüfte Nutzung. Es ist praktisch auszuschließen, dass der in einem Reichelsdorfer Garten gefundene Wert von 16,2 ng I-TEQ/kg durch Aktivitäten auf dem Hafengelände verursacht wurde.

Die Untersuchungen der Bodenproben geben somit keinen Hinweis auf ein erhöhtes Risiko für die menschliche Gesundheit im Umfeld der Fa. MAR und in der benachbarten Wohnbebauung.

Außerdem kommt ein toxikologisches Gutachten des LfU (Anhang 3) zum Ergebnis, dass für Nutzer des Weges am Ostufer des Europakanals gegenüber der Fa. MAR kein zusätzliches Gesundheitsrisiko besteht.

Nürnberg, 17.11.06

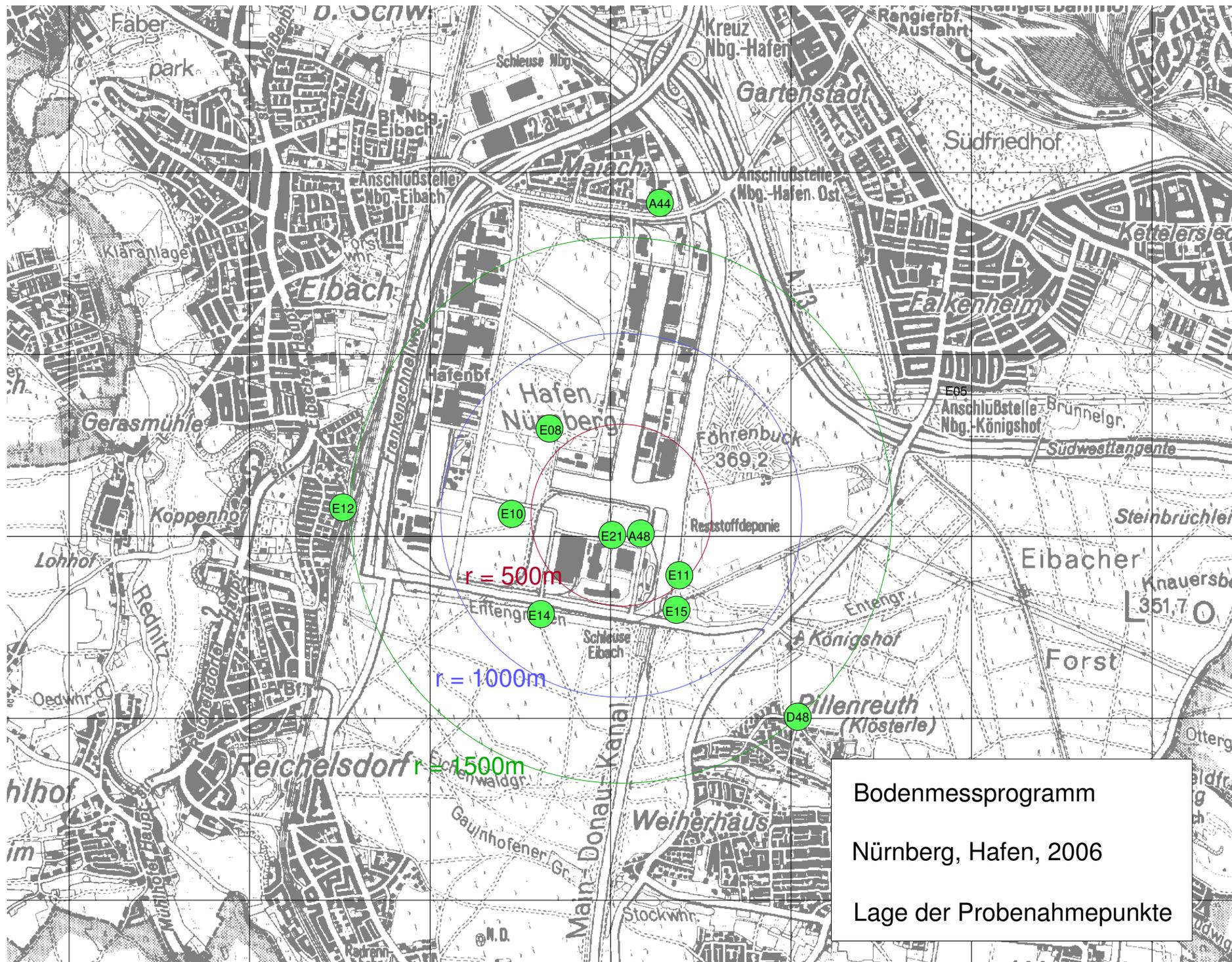
Dr. Werner Balzer

## **Anhang**

Anhang 1: Lage der Probenahmeorte

Anhang 2 Zwischenbericht zu Auftrag 060221, Bestimmung von PCDD/PCDF in Böden

Anhang 3: Bewertung der von LfU-74 in Weidelgraskulturen im Gebiet Nürnberg-Hafen 2005 gemessenen Konzentrationen von Dioxinen/Furanen und dioxinähnlichen PCB



Bodenmessprogramm  
Nürnberg, Hafen, 2006  
Lage der Probenahmepunkte



## Zwischenbericht zu Auftrag 060221

**Auftraggeber:** Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg  
Herr Dr. Balzer  
Adolf-Braun-Str. 13-15  
90429 Nürnberg

**Auftragsdatum:** 23.10.2006

**Matrix:** Boden

**Zielsetzung:** Bestimmung von PCDD/PCDF in Böden

**Verantwortliches Labor**

PD Dr. W. Körner (74 )

---

**Freigegeben von**

(Abteilungsleitung)

---



Auftragsnummer: 60221

Auftraggeber: Stadt Nürnberg - Dr. Balzer

## Prüfbericht

### 1. Beschreibung und Herkunft der Proben

Die luftgetrockneten und auf <2 mm gesiebten Proben wurden in braunen Schraubgläsern am 18. und 20.10.2006 ans LfU-Augsburg gesandt.

### 2. Probenvorbereitung und Analytik

Die Proben wurden nach gründlicher Durchmischung und Homogenisierung nach DIN-38414-24 extrahiert, aufgearbeitet und analysiert (s. Hinweise am Ende des Prüfberichtes).

Eine Bestimmung der Restfeuchte bei 105 °C bei drei Proben ergab Wassergehalte von jeweils unter 2 %. Alle Ergebnisse wurden deshalb auf die Einwaage an luftgetrockneter Probe bezogen.

### 3. Ergebnisse

LIMS-Nr. LfU	060221_1	060221_2	060221_3	060221_4	060221_5	060221_6	060221_7	060221_9	060221_10	060221_11
Proben-Nr.	<b>261084</b>	<b>261091</b>	<b>261120</b>	<b>261014</b>	<b>261098</b>	<b>261107</b>	<b>261117</b>	<b>261111</b>	<b>261181</b>	<b>261177</b>
Probeort/Bezeichnung	E12, +2-0 cm	E14, 0-2 cm	E15, 0-3 cm	D48, 00 - 02 cm	E08, Grünland,	E10, 0-2 cm	E11, 0-3 cm	E21, 0-3 cm	A44, 0-2 cm	A48, 0-2 cm
Kongener	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS	ng/kg TS
2378-TCDD	0.71	0.05	0.09	0.19	0.15	0.09	0.08	0.21	0.07	0.34
12378-PeCDD	3.16	0.38	0.64	0.84	0.88	0.41	0.48	0.77	0.30	1.33
123478-HxCDD	3.53	0.56	0.74	0.96	0.85	0.37	0.40	0.88	0.23	0.98
123678-HxCDD	6.85	0.71	1.44	1.61	1.78	0.53	0.80	1.43	0.42	2.42
123789-HxCDD	4.41	0.70	1.03	1.02	1.02	0.59	0.63	1.13	0.24	1.59
1234678-HpCDD	66.6	6.48	13.5	14.6	18.1	5.71	9.42	12.2	5.49	23.9
OCDD	261	23.4	65.9	52.3	93.4	31.7	43.3	37.1	27.7	113
2378-TCDF	15.1	0.43	2.69	2.40	2.54	1.26	1.10	1.58	0.80	4.43
12378-PeCDF	10.4	0.50	1.26	2.17	2.02	0.80	0.68	1.23	0.90	2.52
23478-PeCDF	10.4	0.57	1.87	2.52	2.23	0.72	0.98	1.24	0.82	2.37
123478-HxCDF	12.4	0.89	2.22	3.56	3.22	1.17	1.28	1.37	2.56	2.72
123678-HxCDF	11.6	0.91	1.81	3.02	2.25	0.67	1.02	1.24	1.26	2.07
123789-HxCDF	0.85	0.16	0.25	0.27	0.40	< 0.11	0.24	0.20	0.14	0.25
234678-HxCDF	11.9	0.99	1.74	3.29	2.75	0.69	1.22	1.26	0.72	1.97
1234678-HpCDF	45.5	4.16	7.79	14.1	12.8	3.86	5.39	5.28	10.2	10.3
1234789-HpCDF	7.00	0.68	1.06	1.53	1.66	0.57	0.82	0.90	0.69	1.40
OCDF	40.4	3.78	8.95	13.3	15.6	4.18	6.35	6.45	12.0	13.5
<b>I-TEQ</b>	<b>16.2</b>	<b>1.2</b>	<b>2.9</b>	<b>4.0</b>	<b>3.7</b>	<b>1.4</b>	<b>1.7</b>	<b>2.4</b>	<b>1.5</b>	<b>4.4</b>
<b>WHO-TEQ</b>	<b>17.5</b>	<b>1.4</b>	<b>3.2</b>	<b>4.3</b>	<b>4.1</b>	<b>1.5</b>	<b>1.9</b>	<b>2.8</b>	<b>1.6</b>	<b>5.0</b>

### 4. Bewertung

Für eine erste Einordnung der gemessenen Konzentrationen können die Werte in der Dioxindatenbank des Umweltbundesamtes herangezogen werden:

[www.pop-dioxindb.de](http://www.pop-dioxindb.de)



Auftragsnummer: 60221

Auftraggeber: Stadt Nürnberg - Dr. Balzer

## Prüfbericht

### Hinweise zu PCDD/PCDF-Bestimmung in Umweltproben nach DIN-38414-24:

#### Aufarbeitung

Extraktion (ASE) der luftgetrockneten und homogenisierten Probe mit Toluol nach Zugabe der 17 2,3,7,8-substituierten PCDD/PCDF-Kongeneren als  $^{13}\text{C}_{12}$ -markierte interne Standards; Einengen des Extraktes.

Aufreinigung in drei Schritten:

- 1) Saure Kieselgelsäule mit mindestens 20 g Kieselgel/44% konz. Schwefelsäure
- 2) Säulenchromatographie an 25 g Alumina B Super I.
- 3) Feinreinigung mit 2,5 g Alumina B Super I.

Wiederfindung: In die PCDD/PCDF-Fraktion wird  $^{13}\text{C}_6$ -1,2,3,4-TCDD zur Bestimmung der Wiederfindung des  $^{13}\text{C}_{12}$ -2,3,7,8-TCDD-Standards gegeben.

#### HRGC/HRMS-Analyse und Quantifizierung

Aufnahmemodus: Für jeden Chlorierungsgrad der PCDD bzw. PCDF werden jeweils die Massenspuren der zwei intensivsten Molekülionennmassen für die nativen PCDD/PCDF und die internen  $^{13}\text{C}_{12}$ -Standards aufgenommen.

Quantifizierung: Die Quantifizierung erfolgt über die internen  $^{13}\text{C}_{12}$ -Standards nach der Isotopenverdünnungsmethode unter Berücksichtigung der aktuellen Responsefaktoren.

Gerätekombination: Gaschromatograph Agilent 6890 mit Autosampler 7683 und Split/Splitlos-Injektor gekoppelt an MAT 95XL Sektorfeldmassenspektrometer (ThermoFinnigan MAT)

GC-Säulen: Die Analyse erfolgt an zwei gaschromatographischen Säulen unterschiedlicher Polarität: SP2331 (60 m) und DB-XLB (60 m)

#### Nachweisgrenzen (für Einzelkongeneren) und TEQ-Berechnung

Die **Nachweisgrenze** ist definiert als das **Dreifache** der mittleren Höhe des Rauschens der zur Quantifizierung verwendeten Massenspur. Die **Bestimmungs- oder Quantifizierungsgrenze** ist definiert als das **Zehnfache** der mittleren Höhe des Rauschens der zur Quantifizierung verwendeten Massenspur. Für nicht nachweisbare bzw. nicht quantifizierbare Einzelkongeneren sind diese Bestimmungsgrenzen in den Ergebnistabellen angegeben.

Die Gesamt-Toxizitätsäquivalentkonzentration (TEQ) ist ohne und, sofern notwendig, mit Berücksichtigung der **halben Nachweisgrenze** für nicht nachweisbare bzw. nicht quantifizierbare Kongeneren angegeben.

#### Ergebnisunsicherheit

Die Ergebnisunsicherheit der Toxizitätsäquivalentkonzentration (TEQ) beträgt für die PCDD/F 25%. Dies wird durch regelmäßige Kontrolle eines zertifizierten Sediment-Referenzmaterials sichergestellt. Bei sehr gering belasteten oder inhomogenen Proben kann die Ergebnisunsicherheit z.T. deutlich höher liegen.

**Bewertung****der von LfU-74 in Weidelgraskulturen im Gebiet Nürnberg-Hafen 2005 gemessenen Konzentrationen von Dioxinen/Furanen und dioxinähnlichen PCB**

I.R. des Projektes „Schredderanlagen und Abfalldéponien – relevante Sekundärquellen für dioxinähnliche PCB und verwandte persistente Schadstoffe“ wurden von Mai – Okt. 2005 im Gebiet Nürnberg-Hafen, 5 Serien Weidelgraskulturen á 4 Wochen an je 5 Standorten exponiert und im Labor auf polychlorierte Dioxine/Furane, dioxinähnliche PCB, Indikator-PCB, PAK und polybromierte Diphenylether (PBDE) sowie Schwermetalle analysiert. Zwei der 5 Messpunkte liegen außerhalb des Geländes der Schredderanlage. Der Messpunkt C5 liegt am Ostufer des Europakanals am Rande des von Fußgängern und Radfahrern genutzten Weges. Im folgenden soll eine toxikologische Einordnung der dort zu erwartenden Immissionskonzentrationen durchgeführt werden:

Der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) hat 2004 für die Summe der Dioxine/Furane und dioxinähnlichen PCB als Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung einen Jahresmittelwert von 150 fg WHO-TEQ / m<sup>3</sup> festgelegt.

Eine erste grobe Abschätzung der während des Expositionszeitraumes in der Außenluft herrschenden Konzentrationen kann für die betrachteten Stoffe bzw. Stoffgruppen aus den in früheren Untersuchungen für den Pfad Luft – Gras ermittelten Transferraten erfolgen. I.R. eines Forschungsvorhabens (Projekt DIMM „Ermittlung der Immissionsbelastung durch polychlorierte Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF) sowie dioxinähnliche PCB in Bayern“) hat das LfU in den Jahren 2002 und 2003 an den beiden immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen Augsburg und Kulmbach diese Transferraten für Dioxine/Furane und PCB experimentell ermittelt. Dabei wurde zeitgleich mit der Exposition der Weidelgräser, Außenluft gesammelt und analysiert. Die Transferrate Luft–Gras wurde wie folgt ermittelt:

Transferrate Luft–Gras = Konz. (Gras) / Konz. (Luft) [m<sup>3</sup>/g TS]

Bezogen auf WHO-TEQ lagen die Transferraten in folgenden Bereichen:

PCDD/PCDF: 4 – 71 m<sup>3</sup>/g TS

Dioxinähnliche PCB: 50 – 214 m<sup>3</sup>/g TS

Abschätzung der Außenluftkonzentrationen aus den Transferraten:

1) Am Messpunkt C5 wurden 2005 folgende maximalen Gehalte in Weidelgras gefunden:

PCDD/PCDF: 5,66 pg WHO-TEQ/g TS

Dioxinähnliche PCB: 11,8 pg WHO-TEQ/g TS

Daraus ergeben sich für ein 28-Tage-Intervall folgende maximalen Konzentrationen in der Außenluft:

PCDD/PCDF: 80 – 1400 fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>

Dioxinähnliche PCB: 55 - 240 fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>

2) Am Messpunkt C5 wurden 2005 folgende mittleren Gehalte in Weidelgras gefunden:

PCDD/PCDF: 2,94 pg WHO-TEQ/g TS

Dioxinähnliche PCB: 6,34 pg WHO-TEQ/g TS

Dies entspricht für ein 28-Tage-Intervall folgenden mittleren Konzentrationen in der Außenluft:

PCDD/PCDF: 41 – 740 fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>

Dioxinähnliche PCB: 30 - 130 fg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>

Nimmt man an, dass der Jahresmittelwert der Außenluftkonzentrationen sich nicht signifikant von dem im betrachteten 20-Wochen-Zeitraum unterscheidet, so wurde im Jahr 2005 am Standort C5 der LAI-Zielwert für die langfristige Luftreinhalteplanung von 150 fg WHO-TEQ / m<sup>3</sup> sehr wahrscheinlich überschritten.

Hinweis: Das angewandte Verfahren kann natürlich nur grobe Näherungswerte liefern. Eine abschließende Bewertung ist nur durch direkte Außenluftuntersuchungen möglich!

#### Expositionsbetrachtung:

Aus 2) ergibt sich für den Standort C5 eine durchschnittliche maximale Konzentration von Dioxinen/Furanen und dioxinähnlichen PCB von insgesamt 0,87 pg WHO-TEQ/m<sup>3</sup>.

Unter der Annahme, dass sich eine erwachsene Person täglich eine Stunde in diesem Gebiet aufhält, entspräche dies aufgerundet einem Atemvolumen von 1 m<sup>3</sup>. Bei angenommener 100%-iger Resorption der inhalierten Dioxine/Furane und PCB wäre das eine tägliche zusätzliche Aufnahme von 0,87 pg WHO-TEQ. Bei einem Körpergewicht von 70 kg entspräche dies einer zusätzlichen täglichen Dosis von 0,012 pg WHO-TEQ/kg. Die derzeit in der EU geltende duldbare wöchentliche Aufnahme für Dioxine/Furane und dioxinähnliche PCB liegt bei 14 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht, was einer duldbaren täglichen Aufnahme von 2 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht entspricht. Die durchschnittliche tägliche ernährungsbedingte Belastung der Bevölkerung mit Dioxinen/Furanen und dioxinähnlichen PCB liegt in Deutschland und anderen EU-Staaten bei 1,2 bis 3,0 pg WHO-TEQ/kg Körpergewicht [1]. Durch die am Ostufer des Europakanals mögliche zusätzliche inhalative Aufnahme von Dioxinen/Furanen erhöht sich die Gesamtbelastung durch diese Stoffe nur geringfügig. Ein Gesundheitsrisiko ist mit dieser Zusatzbelastung nicht verbunden.

[1] Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2004). KOM (2004) 240. Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament und den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuß über die Durchführung der Gemeinschaftsstrategie für Dioxine, Furane und polychlorierte Biphenyle (KOM (2001) 593), Brüssel, 13.4.2004. zitiert in: Körner W. (2005): Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) in der Umwelt. *UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.* **17**, 115-121.

- Referat 74 -

PD Dr. W. Körner