Umweltanalytik
Nürnberg

Beschreibung der Auswirkungen des Brandes im Müllbunker der MVA am 21.04.2010 auf die Umwelt

Im Auftrag des Abfallwirtschaftsbetriebs

der Stadt Nürnberg

Bericht Nr. 241250

Nürnberg im September 2010

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 3

2 Datengrundlage 3

3 Beschreibung der Brandbedingungen 4

4 Beschreibung der klimatischen Situation während des Brandes 5

4.1 Meteorologische Daten der Messstation Flugfeld 5
4.2 Meteorologische Daten der MVA 5
4.3 Klimatische Verhältnisse und deren Auswirkungen am Tag des Brandes in Nürnberg 5

5 Ergebnisse der Schadstoffmessungen am Tage des Brandes 6

5.1 Messungen an den Luftmessstationen 6
5.2 Vor-Ort-Messungen durch die Feuerwehr und SUN/U 6
5.3 Untersuchungen auf dem Gelände der MVA 7

6 Berechnung der Menge der beim Brand freigesetzten Schadstoffe 7

6.1 Berechnung über Emissionsfaktoren 7
6.2 Berechnung aus Staubuntersuchungen 8

7 Vergleich der Emissionen des Müllbunkerbrandes mit anderen Emissionssituationen 9

7. 1 Stickstoffdioxid- und PM_{10}-Feinstaubemissionen des Jahres 2004 10
7. 2 Emissionen des Jahres 1992 10
7. 3 Dioxinemissionen 11

8 Bewertung der Auswirkungen des Müllbunkerbrandes 12

8. 1 Kohlenmonoxid 12
8. 2 Chlorwasserstoff 12
8. 3 Stickstoffoxide 13
8. 4 Schwefeloxide 13
8. 5 Fluorwasserstoff 13
8. 6 Benzol 14
8. 7 Benzo-a-pyren 14
8. 8 Halogenierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane 15
8. 9 Staub, PM_{10} 15
8. 10 Metalle 15

9 Fazit 16

10 Literatur 18

Verzeichnis der Anhänge 19

1 Aufgabenstellung

Am 21. April 2010 brach um etwa 2 Uhr morgens im Müllbunker der Müllverbrennungsanlage Nürnberg offenes Feuer in einem Stapel dort gelagerten Abfalls aus. Sofort und planmäßig wurden alle erforderlichen Maßnahmen zur Brandbekämpfung eingeleitet, was jedoch nicht die Entstehung und Ausbreitung von Brandgasen - auch in der Umgebung der Müllverbrennungsanlage - verhindern konnte. Die Brandbekämpfung dauerte letztlich bis in die Nacht zum 22. April, eine Außenwirkung durch Rauch und Geruch war ab Entstehung des Brandes für 10 Stunden, allerdings mit stetig abnehmender Tendenz, gegeben.

Schon kurz nach Ausbruch des Feuers und im weiteren Lauf des Tages wurde vorsorglich die Bevölkerung durch Rundfunkdurchsagen von dem Ereignis unterrichtet und gewarnt. Mit Tagesanbruch konnte die örtliche Ausbreitung der Rauchwolke im Südosten Nürnbergs ermittelt werden und die Feuerwehr stellte nach orientierenden Messungen fest, dass im Ausbreitungsbereich keine Gefährdung durch Brandgase bestand.

Dennoch beabsichtigt ASN als Betreiber der Müllverbrennungsanlage, eine weitergehende qualifizierte Abschätzung über die Auswirkungen des Brandereignisses vorzunehmen.

Am 16. Juni wurde die Abteilung Umweltanalytik des Eigenbetriebs Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN/U) beauftragt, die Auswirkungen des Brandes auf die Umwelt außerhalb des Betriebsgeländes und eventuelle, damit verbundene Risiken für die menschliche Gesundheit abzuschätzen und zu bewerten.

2 Datengrundlage

Zur Beschreibung der Situation am Tage des Brandes konnten folgende Daten und Berichte verwendet werden:

- Ergebnisse von Luftmessungen, die unmittelbar nach Beginn der Löscharbeiten sowie im Laufe des 21.04.2010 auf dem Betriebsgelände sowie in den Wohngebieten in der Leeseite der MVA von der Feuerwehr und von SUN/U durchgeführt wurden
- Beobachtungen während des Hubschraubereinsatzes der Feuerwehr
- Prüfberichte von SUN/U
- Klimadaten der Luftmessstation der Stadt Nürnberg auf dem Flughafengelände
- Klimadaten der Wetterstation auf dem MVA-Gebäude
- Daten zum Verlauf der Luftschadstoffe aus den Luftmessstationen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) und der Stadt Nürnberg

Zur Bewertung der Auswirkungen des Brandes wurde zurückgegriffen auf

- Flächendeckende und Straßenabschnitt bezogenen Messungen des Chemischen Untersuchungsamtes (UA, inzwischen Umweltanalytik Nürnberg, SUN/U)
- Ergebnisse stationärer Luftmessungen
- Sicherheitsanalyse der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) /1/
- Emissionskataster des LfU /2/
- Luftreinhalteplan der Stadt Nürnberg /3/

3 Beschreibung der Brandbedingungen

Entscheidend für die bei einem Brand entstehenden Produkte sind

1. Zusammensetzung und Menge der Ausgangsstoffe
2. Physikalische und chemische Bedingungen während des Brandes und
3. Dauer des Brandes

In der Nacht des Brandes umfasste die Lagermenge im Müllbunker ca. 6.000 t, aufgeteilt in zwei räumlich getrennte, etwa gleich große Stapel mit einem jeweiligen Volumen von 6.000 m³ auf der östlichen und südlichen Seite des Müllbunkers.

Der gelagerte Abfall bestand aus 70 % Restmüll aus Haushalten, 11 % Sperrmüll aus Haushalten, 19 % hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen und geringen Anteilen von "Gefährlichen Abfällen" (0,03 %, überwiegend ölverschmutzte Betriebsmittel)[1]. Die stoffliche Zusammensetzung dieser Abfälle, die i. d. R. vermischt in Sammelfahrzeugen und -containern in die Müllverbrennungsanlage verbracht werden, kann im Einzelnen nicht genau bestimmt werden. Der angelieferte Abfall wird vor der Ablagerung auf den Stapeln mit betrieblichen Mitteln (Kran) weitgehend gemischt und homogenisiert.

Vom Müllbunkerbrand betroffen war ausschließlich ein Anteil von ca. 500 t der im östlichen Bereich aufgestapelten Lagermenge von 3.000 t. Der Abfall im Brandbereich war dort seit etwa zwei Wochen gelagert.

Beim Verbrennen von inhomogenem Material wie dem hier beschriebenen Hausmüll entstehen in Abhängigkeit von Temperatur und Sauerstoffgehalt ein großes Spektrum chemischer Verbindungen mit unterschiedlicher Human- und Ökotoxizität. Es handelt sich dabei um einen Schwelbrand wenn die Temperatur vergleichsweise niedrig ist und die Sauerstoffzufuhr nicht für eine vollständige Verbrennung ausreicht. Außer dem giftigen Kohlenmonoxid können sich dabei weitere toxische Stoffe bilden, wie

- polychlorierten Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F),
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) mit der Leitsubstanz Benzo-a-pyren,
- Benzol.

Bereits eine Aufnahme dieser Stoffe in der Größenordnung von Millionstel Gramm kann mit einem Gesundheitsrisiko verbunden sein und meistens gibt es keine Wirkungsschwelle unterhalb derer ein Gesundheitseffekt sicher auszuschließen wäre. Während diese organischen Verbindungen Produkte einer unvollständigen Verbrennung sind und bei höherer Temperatur und genügend Sauerstoff zu Kohlendioxid und Wasser (sowie Chlorwasserstoff im Falle der PCDD/F) umgesetzt werden, bleiben Metalle wie Cadmium, Arsen, Quecksilber, Antimon oder Blei, entweder metallisch oder in Form von Verbindungen, immer erhalten. Als Dampf oder an kleine Staubpartikel gebunden verteilen sie sich in der Umwelt, wenn sie nicht unter den kontrollierten Bedingungen einer Verbrennungsanlage durch ein entsprechendes Filtersystem zurückgehalten werden.

Im Falle des Brandes im Müllbunker gingen Staub, Rauch und Gase ungefiltert an die Umwelt und es kann nicht mehr festgestellt werden wie hoch der Anteil des Mülls war, der bei hoher Temperatur und optimaler Sauerstoffzufuhr vollständig verbrannt ist. Deshalb wird im weiteren davon ausgegangen, dass der gesamte Müll unter Schwelbrandbedingungen verbrannt ist, was der schlimmste anzunehmende Fall wäre und zu einem maximalen Schadstoffausstoß geführt hätte (sog. "worst-case-Bedingungen").

[1] Mengenangaben aus der Wiegedatenerfassung ASN, Durchschnitt für 2010

4 Beschreibung der klimatischen Situation während des Brandes

4.1 Meteorologische Daten der Messstation Flugfeld

Die Stadt Nürnberg betreibt auf dem Gelände des Flughafens zusammen mit der Flughafen Nürnberg GmbH eine Luftmessstation, in der auch Windrichtung und Windgeschwindigkeit gemessen werden. Wegen der Lage der Messstation auf offenem und ebenem Gelände können die dort gemessenen Werte als repräsentativ für bodennahe Luftschichten zumindest im Norden Nürnbergs betrachtet werden. Allerdings können insbesondere was Windgeschwindigkeit und Windrichtung betrifft im bebauten Gebiet deutliche Abweichungen aufgrund der kleinräumigen Verhältnisse auftreten.

Am Tag des Brandes wurde am Flugfeld eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von 4,9 m/sec mit Stundenmittelwerten von bis zu 7,8 m/sec gemessen. Die Windrichtung war am Tag des Brandes zwischen 274° und 355°, wobei der Wind bis 16:00 zwischen 274° und etwa 300° schwankte und nach 16:00 sich auf die 360° zubewegte. Das bedeutet, dass an diesem Tage der Wind im freien Gelände aus nordwestlicher Richtung kam, bis 16:00 vorherrschend aus Westnordwest und danach aus Nordnordwest. (Siehe Anhang 1)

4.2 Meteorologische Daten der MVA

Windgeschwindigkeit und Windrichtung im Bereich der MVA werden von ASN mit einer auf dem Dach des Kesselhauses fest installierten Messeinrichtung in einer Höhe von 45 m über dem Erdboden gemessen. Die Werte werden kontinuierlich und automatisch erfasst und zur Anzeige bzw. zur weiteren Speicherung und Visualisierung in die Schaltwarte der MVA übermittelt.

Die gemessenen Windgeschwindigkeiten ergaben einen Tagesmittelwert von 3,7 m/sec, der höchste Stundenmittelwert lag bei 5,9 m/sec. Bis 19:30 schwankte der Wind zwischen 201° und 260°, danach drehte er auf bis zu 80° und ab 23:00 wieder auf 241° bis 249°. Er kam also vorherrschend aus westsüdwestlicher Richtung, drehte am Abend über Süden bis nach Osten und zurück auf Westsüdwest. (Siehe Anhang 1)

4.3 Klimatische Verhältnisse und deren Auswirkungen am Tag des Brandes in Nürnberg

Der Vergleich der Winddaten von MVA und Flugfeld zeigt weitgehend eine gute Übereinstimmung. Die Windgeschwindigkeit zeigt an beiden Orten mit leichter Versetzung die gleiche Tendenz, wobei durch die Barrieren der Bebauung an der MVA immer die geringeren Werte gemessen werden. Die Ergebnisse Windrichtungsmessungen weichen stärker von einander ab, wobei nicht festgestellt werden kann, ob an der MVA bereits ein Einfluss anderer überregionaler Luftströmungen bemerkbar war, oder ob es sich um Ablenkungen der Windrichtungen wegen der Rauigkeit der Geländeoberfläche in der Innenstadt handelte.

Die überdurchschnittlich hohe Windgeschwindigkeit lässt auf einen guten Luftaustausch am Tag des Brandes schließen, der dafür sorgte, dass die emittierten Schadstoffe schnell vom unmittelbaren Umfeld des Brandes weggeführt und großräumig verteilt wurden.

Die Auswertung der Windrichtungsmessungen sowohl von Flugfeld als auch von MVA führt zu der Annahme, dass die Schadstoffe hauptsächlich in Richtung Osten abtransportiert wurden, etwa zwischen Nordost und Südost (Siehe Karte, Anhang 2).

5 Ergebnisse der Schadstoffmessungen am Tage des Brandes

5.1 Messungen an den Luftmessstationen

Im Nürnberger Stadtgebiet werden vom LfU und der Stadt Nürnberg an sechs Stellen ortsfeste Messstationen zur Überwachung der Außenluft betrieben, die aber mit unterschiedlichen Messgeräten ausgerüstet sind. Die Karte im Anhang 2 zeigt die Lage der Messstationen und im Anhang 3 sind für die Parameter Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid und PM_{10}-Feinstaub die Verläufe der Ein-Stunden-Mittelwerte für die Zeit vom 20. bis 22. April 2010 aufgeführt.

Entsprechend der Auswertung der Messungen von Windrichtung und Windgeschwindigkeit hätten sich die Messstationen Bahnhof und Jakobsplatz in der Abluftfahne des Brandes im Müllbunker befunden, messbare Auswirkungen wären am ehesten an diesen Stationen festgestellt worden.

Die Verläufe aller Parameter zeigen, dass

- an den Messstationen - aufgrund der hohen Windgeschwindigkeit - am 21. April die Schadstoffkonzentrationen unter denen des Vortages und meistens auch des folgenden Tages lagen und
- die von der Abluftfahne betroffenen Messstationen Jakobsplatz und Bahnhof keinen Schadstoffverlauf zeigen, der von dem der übrigen Messstationen auffällig abweicht.

Es lässt sich somit feststellen, dass der Brand keinen erkennbaren Einfluss auf die Ergebnisse der Immissionsmessungen in den Nürnberger Luftmessstationen hatte.

5.2 Vor-Ort-Messungen durch die Feuerwehr und SUN/U

Um möglicherweise von den Auswirkungen des Brandes betroffene Menschen warnen und geeignete Maßnahmen zu deren Schutz treffen zu können, ermittelte die Feuerwehr Nürnberg die Bedingungen in der Umgebung der MVA, vor allem in der Abwindzone. Die aus den Messungen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung angenommene Ausbreitung der Abgaswolke in nordöstliche bis südöstliche Richtung konnte zunächst durch einen Helikopter-Erkundungsflug bestätigt werden.

An 24 Punkten im gesamten Ausbreitungsbereich wurde dann von der Feuerwehr eine Bewertung der Immissionssituation durchgeführt und dort, wo Brandgeruch wahrnehmbar war, eine orientierende Luftschadstoffmessung vorgenommen. Dabei wurde ausnahmslos keine Gefährdung durch Brandgase angezeigt.

Außerdem wurden am Morgen des 21. April 2010 von SUN/U mobile Immissionsmessungen im Abwind der Brandstelle durchgeführt, die Messorte

- Ecke Gibitzenhofstraße/Brehmstraße, Parkplatz Norma und
- Vogelweiherstraße, zwischen Sportplatz und Siemens-Parkplatz

wurden von der Feuerwehr festgelegt. Die Messergebnisse im Vergleich mit den Messwerten aus den Immissionsmessstationen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Vergleich der Ergebnisse der mobilen Messungen mit den Werten aus den Messstationen vom 21.04.10

Ort der Messung	Zeitraum (MEZ)	SO_2 (µg/m ³)	NO_2 (µg/m³)	CO (mg/m³)
Gibitzenhofstraße	10:21 – 11:21	2	19	0,14
Vogelweiherstraße	11:30 – 12:30	2	16	0,29
Bahnhof	11:00 – 12:00	2	23	0,20
Ziegelstein	11:00 – 12:00		16	
v.d.-Tann-Straße	11:00 – 12:00		31	0,30
Flugfeld	11:00 – 12:00		5	0,01
Jakobsplatz	11:00 – 12:00		14	
Muggenhof	11:00 – 12:00		12	0,09

5.3 Untersuchungen auf dem Gelände der MVA

SUN/U wurde am Tag nach dem Brand mit der Probenahme und Analyse von Wischproben und Feststoffproben des Rußniederschlags im MVA-Gebäude beauftragt. Die Ergebnisse sollten zur Dokumentation der Schadstofffreisetzung beitragen und Informationen zur Festlegung von Arbeitsschutzmaßnahmen bei den anstehenden Reinigungs- und Sanierungsarbeiten liefern. Für die Abschätzung der Schadstoffemissionen wurde auf die Untersuchungsergebnisse dieser Feststoffproben zurückgegriffen. (Anhang 4, 5 und 6)

6 Berechnung der Menge der beim Brand freigesetzten Schadstoffe

6.1 Berechnung über Emissionsfaktoren

Da über die Zusammensetzung des verbrannten Mülls keine genaueren Angaben vorliegen, wird auf die Liste der Emissionsfaktoren des LfU zurückgegriffen, die der Risikoabschätzung der UVU zugrunde liegen /1/. Da diese Liste keine Emissionsfaktoren für PM_{10} und Benzo-a-pyren enthält wurden für diese Verbindungen Emissionsfaktoren des britischen National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI) /4/ verwendet, und zwar die jeweils höchsten Faktoren für den Fall “Accidental Fires“. Für die in Tabelle 2 durchgeführte Berechnung wurde angenommen, dass 500 Tonnen Hausmüll unter Schwelbrandbedingungen verbrannt sind.

Tabelle 2: Berechnung der Schadstoffemissionen während des Brands im Müllbunker unter Verwendung der Emissionsfaktoren des LfU und des NAEI

Stoff	chem. Formel	spezifische Freisetzung [g/kg] verschweltem Abfall	Emission (kg)
Kohlenmonoxid	CO	46	23.000
Acrylnitril		0,5	250
Benzol		1	500
Biphenyle		0,4	200
1,3 Butadien		0,6	300
Chlorwasserstoff	HCl	9,4	4.700
Fluorwasserstoff	HF	0,172	86
Schwefeldioxid	SO_2	7	3.500
Schwefelwasserstoff	H_2S	1,5	750
Stickstoffdioxid	NO_2	1,4	700
Feinstaub-PM_{10}		50 *)	25.000
Benzo-a-pyren		0,0012 *)	0,6
2,3,7,8-TCDD (“Dioxin“)		$4{,}0 \times 10^{-7}$	0,0002
Metallverbindungen:			
	Sb_2O_3	0,04	20
	As_2O_3	0,00265	1,325
	BeO	0,000277	0,1385
	$CdCl_2$	0,00796	3,98
	Co_3O_4	0,053	26,5
	NiO	0,0093	4,65
	Hg	0,004	2
	Tl_2O_3	0,0093	4,65
	CrO_3	0,0132	6,6

*) Emissionsfaktoren des NAEI

6.2 Berechnung aus Staubuntersuchungen

Am Tag des Brandes wurde von SUN/U Staubproben als Wischproben und Feststoffproben genommen und u.a. auf

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK incl. Benz-a-pyren),
- Halogenierte Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F, PBDD/F),
- die Metalle Quecksilber, Blei, Cadmium, Arsen, Antimon

untersucht (siehe Anhang 4 bis 6). Für eine grobe Abschätzung der Emission dieser analysierten Verbindungen wird angenommen, dass der, während des Brandes emittierte Gesamtstaub zu etwa 90 % aus Feinstaub der Fraktion kleiner 10 µm (PM_{10}) bestand /5/. Aus der in Tabelle 2 berechneten PM_{10}-Emission von 25.000 kg ergäbe sich somit eine freigesetzte Gesamtstaubmenge von ca. 28.000 kg. Mit der weiteren Annahme dass die Schadstoffgehalte dieses Staubes in etwa denen entsprechen, die bei den Untersuchungen gefundenen wurden lassen sich die in Tabelle 3 aufgeführten Emissionen berechnen.

Tabelle 3: Abschätzung von Schadstoffemissionen während des Müllbunkerbrandes aus den Ergebnissen der Staubanalysen

		Staubanalyse		Emission	
		Ergebnis	Einheit	Menge	Einheit
Antimon	Sb	220	mg/kg	6,2	kg
Arsen	As	7,1	mg/kg	0,2	kg
Blei	Pb	430	mg/kg	12	kg
Cadmium	Cd	11	mg/kg	0,3	kg
Chrom	Cr	160	mg/kg	5	kg
Kupfer	Cu	860	mg/kg	24	kg
Nickel	Ni	68	mg/kg	1,9	kg
Kobalt	Co	28	mg/kg	0,8	kg
Zink	Zn	3.800	mg/kg	106	kg
Quecksilber	Hg	3,6	mg/kg	0,1	kg
Benzo-a-pyren		1,4	mg/kg	0,039	kg
2,3,7,8-TCDD		0,197	µg/kg	5,5	mg

7 Vergleich der Emissionen des Müllbunkerbrandes mit anderen Emissionssituationen

Zwar fielen bei den Immissionsmessungen am Tag des Brandes keine, gegenüber den üblicherweise gemessenen Durchschnittswerten erhöhten Schadstoffkonzentrationen auf, dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich verschiedene Schadstoffe mit unterschiedlicher Toxizität vor allem in der Hauptwindrichtung auch in den bodennahen Luftschichten im Nürnberger Stadtgebiet verteilt und damit auch ein erhöhtes Umweltrisiko bzw. bei den betroffenen Bewohnern ein erhöhtes Gesundheitsrisiko verursacht haben. Da eine Quantifizierung auf der Grundlage von Immissionsmessungen also nicht möglich ist, soll im folgenden für die in Tabelle 2 aufgeführten Schadstoffe eine Bewertung durch die Gegenüberstellung von vergleichbaren Emissionen durchgeführt werden, sofern Daten für eine Abschätzung zur Verfügung stehen.

Allerdings werden inzwischen Schadstoffe wie Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid oder Benzol von Industrie, Verbrennungsanlagen, Haushalten oder Verkehr aufgrund technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung nur in wenig relevanten Mengen emittiert, sodass für die Gegenüberstellung verschiedene Szenarien entwickelt werden mussten:

1. Für Stickstoffdioxid und PM10-Feinstaub werden die Emissionen des MVA-Brandes mit den Emissionen des Jahres 2004 verglichen.

2. Für die Schadstoffe Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff, Benzol, Benz-a-pyren, 2,3,7,8-TCDD (“Dioxin“), Staub und Schwermetalle werden Emissionen die etwa für den Zeitraum um 1992 typisch waren herangezogen.

Auch mit diesem Verfahren kann keine quantitative Einschätzung der Erhöhung von Umwelt- und Gesundheitsrisiken geleistet werden, es vermittelt aber einen Bezug der Auswirkungen des MVA-Brandes zu sonstigen, alltäglichen, von Schadstoffen ausgehenden Risiken, mit der Einschrän-

kung, dass sich die durch den Brand freigesetzten Schadstoffe nur über einen Teil des Stadtgebietes verteilt haben.

7. 1 Stickstoffdioxid- und PM_{10}-Feinstaubemissionen des Jahres 2004

Für die Fortschreibung des Emissionskatasters für Bayern /3/ wurden vom Landesamt für Umwelt die Gesamtmengen der Emissionen für das Stadtgebiet Nürnberg bestimmt und bestimmten Quellen zugeordnet. Die Tabelle im Anhang 7 zeigt eine jährliche Gesamtemission von 2.874,3 t Stickstoffdioxid und 259 t PM_{10}. Der daraus errechnete Mittelwert ergibt tägliche Emissionen im Nürnberger Stadtgebiet von etwa 7,9 t Stickstoffdioxid und 0,7 t PM_{10}.

Tabelle 4: Vergleich durchschnittlicher täglicher Emissionen im Jahre 2004 mit den Emissionen des Brands im Müllbunker

	2004 (t/Tag)	Müllbunkerbrand (t)
Stickstoffdioxid	7,9	0,7
PM10	0,7	25

In Tabelle 2 wurden Emissionen von 0,7 t Stickstoffdioxid und 25 t PM_{10}, verursacht durch den Brand im Müllbunker, errechnet. Diese Daten werden in Tabelle 4 mit den durchschnittlichen täglichen Emissionen des Jahres 2004 verglichen. Dabei zeigt sich, dass die durch den Müllbunkerbrand verursachte Stickstoffdioxidemission etwa 9 % der durchschnittlichen Stickstoffemission des gesamten Stadtgebietes während eines Tages entspricht, die PM_{10}-Emission würde etwa bei der 36-fachen durchschnittlichen Tagesemission liegen.

7. 2 Emissionen des Jahres 1992

Der Tabelle 5 liegt das Emissionskataster des LfU für das Untersuchungsgebiet Erlangen – Fürth – Nürnberg für das Bezugsjahr 1992 zu Grunde /2/. Allerdings sind die Angaben der Emissionen für das gesamte Untersuchungsgebiet berechnet worden. Für den hier angestellten Vergleich wurden dem Nürnberger Stadtgebiet, entsprechend dem Einwohneranteil, 62,9 % der Gesamtemissionen zugerechnet. Dem werden die Emissionen des Brandes im Müllbunker gegenübergestellt und zwar nach Berechnung mit Emissionsfaktoren und aus Untersuchungsergebnissen der Staubprobe.

Tabelle 5: Durchschnittliche tägliche Emissionen im Nürnberger Stadtgebiet im Vergleich zu den, nach verschiedenen Methoden errechneten Emissionen des Brands im Müllbunker (in kg)

	Hausbrand 1992	Nürnberg gesamt 1992	MVA-Brand, aus Emiss.Faktoren	MVA-Brand, aus Staubanalysen
Kohlenmonoxid	10.035	90.134	23.000	
Chlorwasserstoff	10	70	4.700	
Stickstoffoxide	3.059	38.041	700	
Schwefeloxide	3.289	6.972	3.500	
Fluorwasserstoff	1,4	20	86	
Benzol		654	500	
Benzo-(a)-pyren	0, 12		0,6	0,039
Staub	394	2.797	28. 000*)	
Schwermetalle im Staub		40		
Zinkverbindungen, Zink	0,03			106
Cadmium	0,002		3,98	0,3
Blei	0,17	31		12

*) Hochgerechnet aus Tabelle 1, PM_{10}-Fraktion des Gesamtstaubs

7. 3 Dioxinemissionen

Aufgrund des hohen PVC-Anteils im Hausmüll entstehen bei dessen Verbrennung außer Chlorwasserstoff eine Reihe chlororganischer Verbindungen von denen den polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen (PCDD/F) wegen ihrer hohen Toxizität eine besondere Bedeutung zukommt. Da für das Nürnberger Stadtgebiet keine Schätzungen zu Dioxinemissionen vorlagen wurden in Tabelle 6 als Orientierungswerte die Berechnungen des Umweltbundesamtes zur jährlichen Dioxinemission in Deutschland /6/ herangezogen und entsprechend dem Einwohneranteil als Tagesmittelwert auf Nürnberg umgerechnet.

Tabelle 6: Vergleich der statistischen täglichen Dioxinemission mit der Emission während des Brands im Müllbunker (in mg)

	1990	1994	2004	MVA-Brand Emiss.Faktoren	MVA-Brand Staubanalysen
Anteil Nürnberg pro Tag	20,5	5,7	1,6	200	5,5

8 Bewertung der Auswirkungen des Müllbunkerbrandes

Während des Brandes im Müllbunker ist eine unbekannte Anzahl von chemischen Verbindungen entstanden und zum großen Teil auch freigesetzt worden. Im Folgenden sollen die Stoffe, die bei diesem Ereignis in großer Menge an die Umwelt abgegeben wurden bzw. von denen bekannt ist, dass auch Emissionen von vergleichsweise geringen Mengen mit einem hohen Umwelt- und Gesundheitsrisiko verbunden sind näher betrachtet und das von Ihnen ausgehende Risiko anhand vergleichbarer Emissionen bewertet werden.

8. 1 Kohlenmonoxid

Kohlenmonoxid ist eines der Hauptprodukte von unvollständigen Verbrennungen, und deshalb auch bei dem Brand im Müllbunker in großen Mengen entstanden. Die geschätzte Emission von 23 Tonnen ist aber nur ein Bruchteil dessen, was noch Anfang der 1990-er Jahre in den Wintermonaten in Nürnberg täglich emittiert wurde.

Bei Luftmessungen am 21.04.10 (Tabelle 1) zwischen 10:21 und 12:30 (MEZ) in der Leeseite der MVA (siehe Karte, Anhang 2) wurden für Kohlenmonoxid Ein-Stunden-Mittelwerte von 0,14 und 0,29 mg/m³ gefunden. Gleichzeit lagen die Werte bei den Luftmessstationen am Flughafen und am Jakobsplatz bei 0,01 und 0,1 mg/m³. An der Messstation von-der-Tann-Straße, die jedoch in der Luvseite der MVA liegt, war die Kohlenmonoxidbelastung bei 0,3 mg/m³, aber aufgrund der Nähe zur stark befahrenen Kreuzung Rothenburger Straße/von-der-Tann-Straße werden hier meistens die höchsten Kohlenmonoxidwerte gemessen und es ist anzunehmen dass an Messorten Gibitzenhofstraße und Vogelweiherstraße eine geringere Kohlenmonoxidbelastung vorliegt.

Somit ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen des Brandes auf die Immission im Falle des Kohlenmonoxids einen messbaren Effekt hatte, der aber für die menschliche Gesundheit nicht wesentlich war, denn der Immissionsgrenzwert liegt für Kohlenmonoxid nach 22.BImSchV liegt bei 10 mg/m³ als 8-Stunden-Mittelwert und darf 24 mal pro Kalenderjahr überschritten werden /7/.

8. 2 Chlorwasserstoff

Hauptsächlich durch den Kunststoff PVC (Polyvinylchlorid) wird Chlor in den Hausmüll eingetragen und im Falle eines Brandes vor allem als Chlorwasserstoff freigesetzt. Dadurch unterscheidet sich Müll in seinem Abbrandverhalten von fossilen Brennstoffen, die nur in geringen Mengen Chlor enthalten. Dementsprechend dürfte die geschätzte Emission von 4,7 Tonnen Chlorwasserstoff am Tag des Brandes im Müllbunker ein außergewöhnliches Ereignis gewesen sein.

Das Einatmen von Chlorwasserstoff kann zu Verätzungen der Atemwege führen, der ehemalige Grenzwert für Chlorwasserstoff in der Luft am Arbeitsplatz (Maximale Arbeitsplatzkonzentration, MAK-Wert, inzwischen Richtwert) liegt bei 3 mg/m³. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Emission von 23 Tonnen Kohlenmonoxid nur zu einer Erhöhung der Immssionskonzentration um höchstens 0,2 mg/m³ führten kann aber davon ausgegangen werden, dass die freigesetzte Menge Chlorwasserstoff außerhalb des MVA-Geländes zu keiner gesundheitsrelevanten Konzentration geführt hat.

8. 3 Stickstoffoxide

Die Stickoxide Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) entstehen als Folgeprodukte bei Verbrennungsprozessen entweder aus den Luftkomponenten Stickstoff und Sauerstoff, die bei hohen Temperaturen miteinander reagieren, oder durch die Verbrennung von organischen Stickstoffverbindungen, die in den Brennstoffen enthalten sind. Dabei entsteht zunächst das instabile Stickstoffmonoxid, das sich je nach Bedingungen innerhalb einiger Sekunden oder Minuten mit Luftsauerstoff zum stabileren Stickstoffdioxid verbindet und großräumig ausbreitet.

Da die Stickoxid-Emissionen aus Kraftwerken und Verbrennungsanlagen durch Änderung der Verbrennungsprozesse und Einführung der Rauchgasreinigung stark reduziert werden konnten, emittiert inzwischen der Kfz-Verkehr die größten Mengen von Stickoxiden, die mit den beim Brand freigesetzten Mengen verglichen werden können. Tabelle 4 zeigt, dass die für das Jahr 2004 geschätzte, täglich durch den Verkehr freigesetzte Menge von 7,9 Tonnen wesentlich höher ist, als die beim Brand entstandenen 0,7 Tonnen und dass somit der Einfluss des Brandes auf die Stickstoffdioxidbelastung als unerheblich eingestuft werden kann. Das zeigen auch die während des Brandes gemessenen Konzentrationen die mit 18,5 und 15,7 µg/m³ sogar unter den Jahresmittelwerten der Luftmessstationen von 20 – 55 µg/m³ liegen.

Der Kurzzeitgrenzwert für Stickstoffdioxid liegt bei 200 µg/m³ als ein-Stunden-Mittelwert und darf 18 mal pro Kalenderjahr überschritten werden /7/.

8. 4 Schwefeloxide

Das hauptsächlich beim Verbrennen schwefelhaltiger Energieträger wie Kohle oder Heizöl entstehende Schwefeldioxid (SO_2) ging während der letzten Jahre in der Außenluft vielerorts und zum Teil deutlich zurück. Kritisch war die Belastung früher in sog. Smog-Episoden, meistens während der Wintermonate bei austauscharmen Wetterlagen und hoher Heizaktivität. Durch technische Maßnahmen wie Rauchgasentschwefelung, Heizungsumstellungen auf umweltfreundliche Brennstoffe und Einsatz von Fernwärme konnte die Schwefeldioxid-Konzentration aber deutlich gesenkt werden, so dass z. B. seit 1969 der Jahresdurchschnittswert in der Nürnberger Innenstadt von 100 µg/m³ auf weniger als 10 µg/m³ zurück ging.

Somit war die Emission von 3,5 Tonnen Schwefeldioxid am 21. April zwar für heutige Verhältnisse ungewöhnlich hoch, Tabelle 5 zeigt aber dass vor ca. 20 Jahren in Nürnberg täglich im Durchschnitt etwa die doppelte Menge ausgestoßen wurde.

Die Stundenmittelwerte von 2,2 bzw. 2,3 µg/m³, die bei den Immissionsmessungen gefunden wurden lagen im Bereich des, für die Zeit außerhalb der Heizperiode üblichen, niedrigen Belastungsniveaus, ein Einfluss des Brandes ist nicht erkennbar. Zum Vergleich: Der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegt bei 350 µg/m³ als Ein-Stunden- und bei 125 µg/m³ als Acht-Stunden-Mittelwert.

8. 5 Fluorwasserstoff

Durch die Verbrennung fluorhaltiger Stoffe im Müll entsteht Fluorwasserstoff, der sich sofort mit Wasser zu Fluorwasserstoffsäure (Flusssäure) umsetzt. Sie wirkt auf Haut und Atemwege ätzend, wobei Wirkungen bei direktem Hautkontakt bei wässrigen Lösungen ab Konzentrationen von ca. 2 – 3 % beobachtet werden, der ehemalige Grenzwert für den Arbeitsplatz (MAK-Wert, gilt jetzt als Orientierungswert) liegt bei 0,83 mg/m³.

Aufgrund der effektiven Rauchgasreinigung sind bei der Nürnberger Müllverbrennungsanlage die Fluorwasserstoffkonzentrationen im Abgas unter der Nachweisgrenze, so dass eine Emission von 86 kg, wie sie für den Brand im Müllbunker hochgerechnet wurde ein außergewöhnliches Ereignis darstellt. Ein Vergleich mit älteren Emissionsdaten zeigt aber, dass es sich dabei um das ca. 4 bis 5- fache dessen handelt, was im gesamten Nürnberger Stadtgebiet durchschnittlich jeden Tag freigesetzt wurde.

Da die Emission von 23 Tonnen Kohlenmonoxid (siehe 8.1) nur zu einer maximalen Erhöhung des Immissionsmesswertes um ca. 0,2 mg/m³ führten kann angenommen werden dass die Fluorwasserstoffemission von 86 kg nicht zu einer messbaren Erhöhung der Konzentration in der Außenluft und auch nicht zu einer Erhöhung des Risikos für Umwelt und Gesundheit geführt hat.

8. 6 Benzol

Benzol ist ein Bestandteil des Mineralöls und wird durch den Kraftfahrzeugverkehr freigesetzt, entsteht aber auch durch Verbrennungsprozesse. Weil Benzol zu Schädigungen des blutbildenden Systems führen und Krebs (Leukämie) auslösen kann ist die Senkung der Benzolbelastung ein erklärtes Ziel des Immissionsschutzes. Auf europäischer Ebene wurde dazu eine Verminderung des Benzolgehaltes von Otto-Treibstoffen von bisher maximal 5 % auf 1 % beschlossen worden, was zu einer Reduzierung des Benzolgehaltes in der Nürnberger Außenluft von bis zu 15 µg/m³ auf ca. 2 bis 3 µg/m³ führte.

Die Emission von ca. 500 kg Benzol am 21. April war somit, unter Berücksichtigung der aktuellen Immissionssituation, ungewöhnlich hoch und entsprach in etwa der Menge die bis vor ungefähr 10 Jahren täglich in Nürnberg freigesetzt wurde. Es ist zu vermuten, dass die Windverhältnisse für eine großräumige Verteilung und damit für eine Verdünnung sorgten, eine Erhöhung des Gesundheitsrisikos durch das beim Brand emittierte Benzol in exponierten Bereichen kann aber nicht völlig ausgeschlossen werden.

8. 7 Benzo-a-pyren

Benzo-a-pyren (BaP) ist eine Verbindung aus der Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK), die bei unvollständiger Verbrennung organischen Materials entstehen und in Rauch und Ruß enthalten sind. Viele PAKs sind eindeutig kanzerogen und können beim Menschen verschiedene Krebsarten verursachen. BaP ist die am besten untersuchte Komponente dieser Gruppe und wird häufig als deren Leitsubstanz verwendet.

Obwohl die PAK-Emissionen der Industrie in den letzten Jahren verringert werden konnten setzen Hausbrand und Kfz-Verkehr immer noch erhebliche Mengen von PAK frei. Allerdings dürfte in Nürnberg sich die für das Jahr 1990 berechnete Emission von 0,19 kg BaP inzwischen durch Heizungsumstellungen auf Fernwärme und Erdgas verringert haben.

Für den Brand im Müllbunker wurde eine BaP-Emission von 0,6 kg auf der Grundlage von Emissionsfaktoren und von 0,039 kg auf der Grundlage der Untersuchungsergebnissen berechnet. Sie dürfte damit im Vergleich zur aktuellen durchschnittlichen täglichen Emission ungewöhnlich hoch gewesen sein. Zwar ist davon auszugehen, dass die Windverhältnisse am Tag des Brandes für eine weiträumige Verteilung und entsprechende Verdünnung gesorgt haben, im ungünstigsten Fall ist aber eine Erhöhung des Gesundheitsrisikos durch BaP und PAK nicht auszuschließen.

8. 8 Halogenierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane

Beim Verbrennen von organischen Substanzen in Gegenwart von Halogenverbindungen (speziell Chlor und Brom) in einem Temperaturbereich von etwa 300 – 600 °C können sich Halogenierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/F), oft als "Dioxine" bezeichnet, bilden. Es handelt sich dabei um schwer abbaubare (persistente) Verbindungen mit einer sehr hohen akuten Toxizität und einer die Krebsentstehung fördernden Wirkung (Promotoren). Um die Giftigkeit von Gemischen verschiedener Dioxine und Furane vergleichen zu können werden sogenannte Toxizitätsäquivalente (TEQ) auf der Basis des sog. Sevesodioxins (2,3,7,8-TCDD), welches als die giftigste Einzelverbindung gilt, gebildet. Dioxine können sich im Fettgewebe oder in fetthaltigen Lebensmitteln anreichern.

Dioxine wurden bis Anfang der 1990-er Jahre in Deutschland im Maßstab von mehr als einem kg pro Jahr in die Umwelt eingetragen. Strenge gesetzliche Vorgaben, wie z.B. die 17. BImSchV /8/, die die Dioxinemission von Kraftwerken und Verbrennungsanlagen auf 0,1 ng TEQ/m³ begrenzten, führten zu einem deutlichen Rückgang der Dioxinbelastung in der Umwelt und in Lebensmitteln.

Wegen des PVC-Anteils im Hausmüll haben sich auch während des Brandes im Müllbunker Dioxine gebildet. Je nachdem, ob diese Dioxinemission auf der Grundlage von Staubanalysen oder Emissionsfaktoren berechnet wird ergibt sich ein geschätzter Ausstoß zwischen 5,5 und 200 mg (siehe Tabelle 6). Diese Menge wurde im Jahre 1994 an einem bis 36 Tagen, im Jahre 2004 und damit wahrscheinlich bis heute wird sie an drei Tagen bis vier Monaten in Nürnberg freigesetzt. Auch wenn sich diese Fracht weiträumig verteilt hat so ist doch aufgrund der Persistenz der PCDD/F mit einem nahezu kompletten Eintrag in die Umwelt und damit in Ökosysteme und Nahrungsketten zu rechnen.

8. 9 Staub, PM_{10}

Über den, bei einem Brand freigesetzten Staub können stark giftige, teilweise krebserregende organische Stoffen wie polyzyklische Kohlenwasserstoffe und Dioxine sowie anorganische Metallen in die Umwelt eingetragen worden sein. Mit Hilfe eines Emissionsfaktors wurde berechnet, dass beim Brand im Müllbunker ca. 28 Tonnen Staub, davon 25 Tonnen PM_{10}-Feinstaub freigesetzt wurden. Abgesehen davon, dass er, je nach Oberflächenstruktur beim Einatmen zu Reizungen in den Atemwegen führen kann, geht das Gesundheitsrisiko des Staubes in erster Linie von den Inhaltsstoffen aus.

Der Brand im Müllbunker setzte etwa das 36-fache der tagesdurchschnittlichen PM_{10}-Emission in Nürnberg fei.

8. 10 Metalle

Im Müll sind die verschiedensten Metalle unterschiedlichster Toxizität, die sich meistens auch in Gebrauchsgegenständen finden, enthalten. In Tabelle 7 wurde aus den Metallverbindungen der Tabelle 1 der elementare Metallanteil berechnet und der Abschätzung aus den Ergebnissen der Staubanalysen (Tabelle 3) gegenübergestellt.

Von den drei Metallen mit dem höchsten Gewichtsanteil Zink, Kupfer und Blei kommt - unter Berücksichtigung der freigesetzten Mengen - nur letzterem eine höhere Bedeutung für Umwelt und Gesundheit zu, wobei eine Vergiftung durch Blei aber erst dann zu erwarten ist, wenn es über einen längeren Zeitraum aufgenommen wird. Selbst wenn sich die am Tage des Brandes emittierte

Fracht komplett in bodennahen Luftschichten verteilt hätte und erhöhte Bleimengen eingeatmet worden wären, ist davon auszugehen, dass die aufgenommene Menge zu gering war, um eine Wirkung hervorzurufen. Das gilt auch für die Metalle Antimon, Beryllium, Chrom, Nickel und Kobalt. Quecksilber ist zwar sehr viel giftiger aber es ist anzunehmen, dass eine einmalige Freisetzung und großräumige Verteilung von 0,1 bis 2 kg dieses Metalls nicht zu einer Aufnahme von gesundheitsschädlichen Mengen geführt hat.

Tabelle 7: Emission von Metallen in kg, berechnet aus Emissionsfaktoren und Analyseergebnissen

Element		Emiss.Faktoren	Staubanalysen
Antimon	Sb	14	6,2
Arsen	As	1	0,2
Blei	Pb		12
Beryllium	Be	0,05	
Cadmium	Cd	3	0,3
Chrom	Cr		4,5
Kupfer	Cu		24,1
Nickel	Ni	4	1,9
Thallium	Tl	4	
Kobalt	Co	13	0,8
Zink	Zn		106
Quecksilber	Hg	2	0,1

Arsen, Cadmium und Thallium bzw. ihre Verbindungen (z.B. Arsenit oder Arsen(III)-oxid) sind als giftig oder sehr giftig eingestuft, Cadmium steht im begründeten Verdacht beim Menschen Krebs auszulösen. Allerdings kommen alle drei Metalle auch als natürliche Bestandteile in der Umwelt vor und werden in Spuren mit der Nahrung täglich aufgenommen. Die beim Brand im Müllbunker emittierten und anschließend großräumig verteilten Mengen von jeweils 0,2 bis 4 kg können aber nicht zur Aufnahme einer akut toxischen Menge geführt haben. Lediglich für das Cadmium gilt, dass auch mit einer geringfügigen Erhöhung der täglichen Aufnahme bei exponierten Personen eine Erhöhung des Gesundheitsrisikos nicht auszuschließen ist.

9 Fazit

Somit lässt sich abschließend feststellen, dass bei dem Brand im Müllbunker bei einer geschätzten verbrannten Müllmenge von 500 Tonnen ca. 60 Tonnen Schadstoffe freigesetzt und in der Umwelt verteilt wurden. Zwar handelt es sich dabei um Stoffe, die, zum Teil mit jahreszeitlich schwankender Menge, ohnehin täglich durch Kfz-Verkehr, Industrie, Kraftwerke oder Heizungen in Nürnberg emittiert werden, meistens jedoch in sehr viel geringeren Mengen. Glücklicherweise sorgten am Tag des Brandes die Wetterbedingungen mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 7,8 m/sec für eine großräumige Verteilung der Schadstoffe und einen nur geringen Eintrag in bodennahe Luftschichten der, an die MVA in Lee angrenzenden Stadtteilen.

Für die meisten, an die Umwelt abgegebenen Schadstoffe kann angenommen werden, dass sie durch UV-Strahlung oder chemische Prozesse in andere Stoffe umgesetzt und durch Regen und Deposition in Boden oder Gewässer eingetragen werden. Jedoch wurden sie durch die weiträumi-

ge Verteilung soweit verdünnt, dass es in den meisten Fällen nicht zu einer messbaren Erhöhung der Schadstoffkonzentration in der Umwelt gekommen ist.

Lediglich die 5,5 bis 200 mg der schwer abbaubaren halogenierten Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD/F) könnten in Windrichtung bei nicht versiegelten Flächen tatsächlich zu einem Eintrag geführt haben, der erst nach Jahrzehnten abgebaut sein wird. Dieser Eintrag ist aber nicht messbar, weil diese Flächen aus früheren Einträgen bereits vorbelastet sind und die Zusatzbelastung nicht signifikant ist.

Eine Auswirkung auf das Gesundheitsrisiko außerhalb des MVA-Geländes kann durch die Emission der Schadstoffe Benzol, PCDD/F, Benzo-a-pyren und PAK, sowie Cadmium erfolgt sein, wenn diese Stoffe durch exponierte Personen mit der Atemluft am Tage des Brandes aufgenommen wurden. Zur besseren Einschätzung des davon ausgehenden Risikos soll folgender Vergleich helfen: Der Rauch einer Zigarette enthält ca. 15 bis 40 mg biologisch aktive Giftstoffe, darunter 10 – 100 µg Benzol, 0,005 bis 0,078 mg Benzo-a-pyren, 0,007 bis 0,35 mg Cadmium und ca. 0,1 pg 2,3,7,8-TCDD-TEQ (“Sevesodioxinäquivalent“) /9/. Somit wäre mit dem Rauchen einer einzigen Zigarette ein deutlich höheres Gesundheitsrisiko verbunden, als mit einer mögliche Exposition durch die, vom Brand im Müllbunker verursachten Schadstoffbelastung der Außenluft.

10 Literatur

/1/ Lahmeyer International, Sicherheitsanalyse der Umweltverträglichkeitsuntersuchung der Abfallbehandlungsanlage Nürnberg, Kap. 14.2.11 Störfallauswirkungen, Stand: 01.08.1997

/2/ Bayerisches Landesamt für Umweltschutz; Untersuchungsgebiet Erlangen – Fürth – Nürnberg, Emissionskataster, Juli 1998

/3/ Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, 1. Fortschreibung des Luftreinhalte-/Aktionsplanes für den Ballungsraum Nürnberg - Fürth - Erlangen für das Stadtgebiet der Stadt Nürnberg Erarbeitet von Regierung von Mittelfranken, Entwurf Mai 2010

/4/ Emissionsfaktoren des britischen National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI) auf *http://www.naei.org.uk/emissions/selection.php*

/5/ Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU); Einfluss von Emissionen aus der Gebäudeheizung auf Feinstaubimmissionen im Raum Augsburg, Schlussbericht, Vorhaben: U47, Augsburg 2009

/6/ Umweltbundesamt; Hintergrund Dioxine, Dessau, Juni 2010

/7/ Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Schadstoffe in der Luft – 22.BImSchV) vom 12. Juni 2007; BGBl I, Nr. 25, 1006 – 103

/8/ Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV) vom 19.08.2003 BGBl I, S. 1614 bzw. 1633

/9/ Römpp Lexikon Chemie, Hrsg. Prof. Dr. J. Falbe, Prof. Dr. Manfred Regitz, Thieme-Verlag Stuttgart/New York, 9.Auflage, S. 4434-4438, ISBN 3-440-04516-1

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1 Verläufe von Windgeschwindigkeit und Windrichtung

Anhang 2 Karte mit Lage der Luftmessstellen und Ausbreitungen nach Hauptwindrichtungen

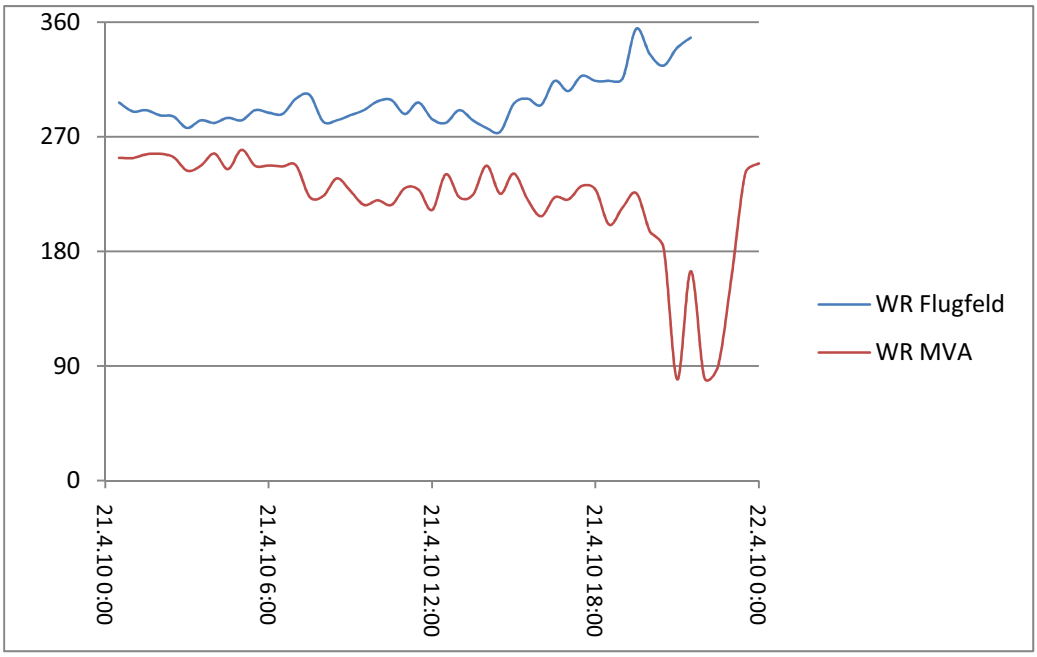
Anhang 3 Verläufe der Ein-Stunden-Mittelwerte an den Luftmessstationen

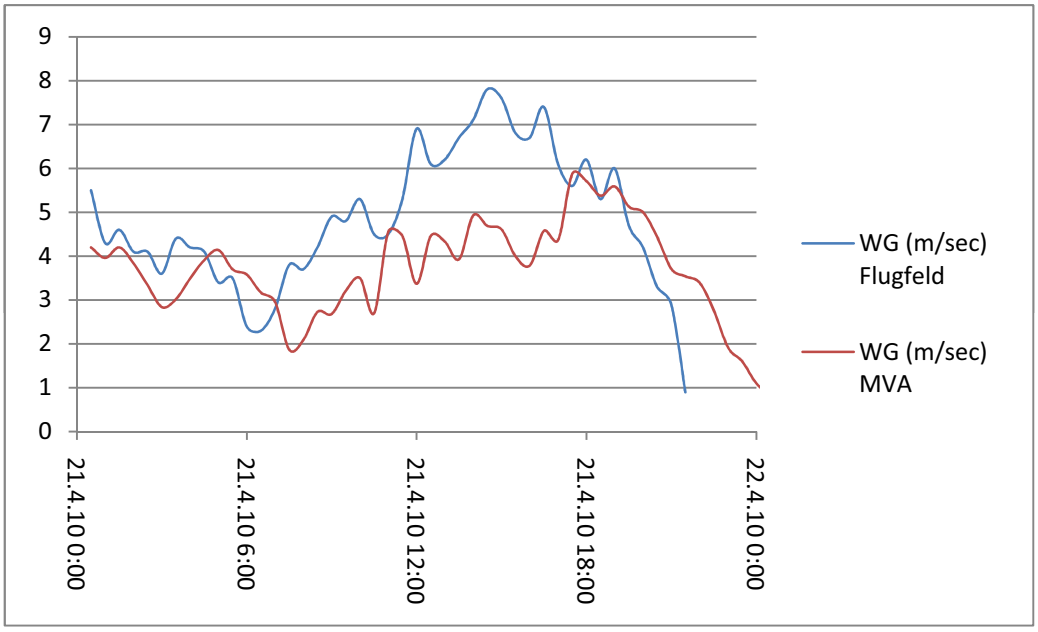
Anhang 4 Untersuchungsergebnisse Metalle

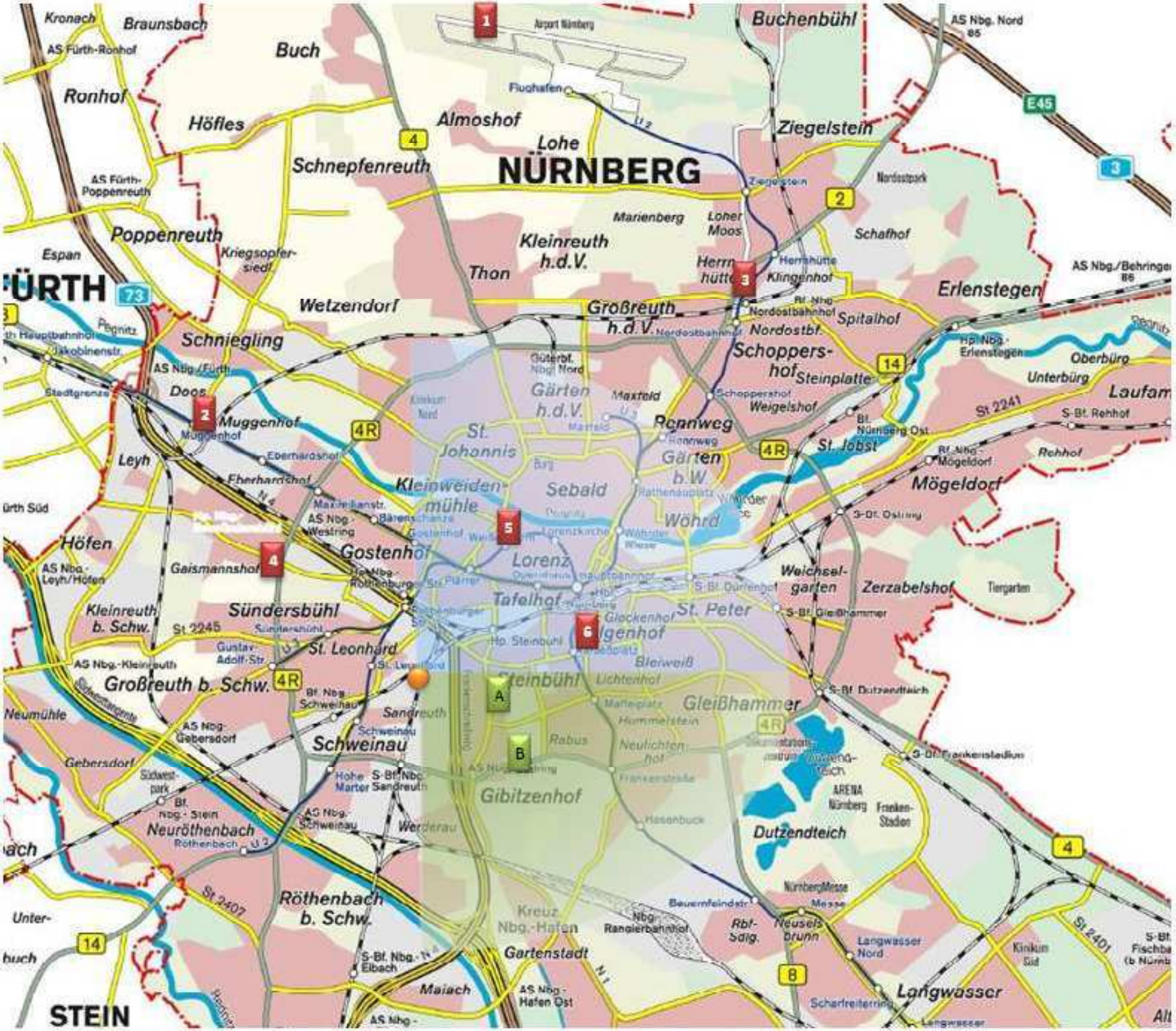
Anhang 5 Untersuchungsergebnisse PAK

Anhang 6 Untersuchungsergebnisse Dioxin

Anhang 7 Stickstoffoxidemissionen LfU


360
270
180
90
0
21.4.10 0:00
21.4.10 6:00
21.4.10 12:00
21.4.10 18:00
22.4.10 0:00
WR Flugfeld
WR MVA


9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
21.4.10 0:00
21.4.10 6:00
21.4.10 12:00
21.4.10 18:00
22.4.10 0:00
WG (m/sec) Flugfeld
WG (m/sec) MVA



Ausbreitung der Rauchwolke gemäß Hauptwindrichtung gemessen

- an der MVA
- am Flugfeld

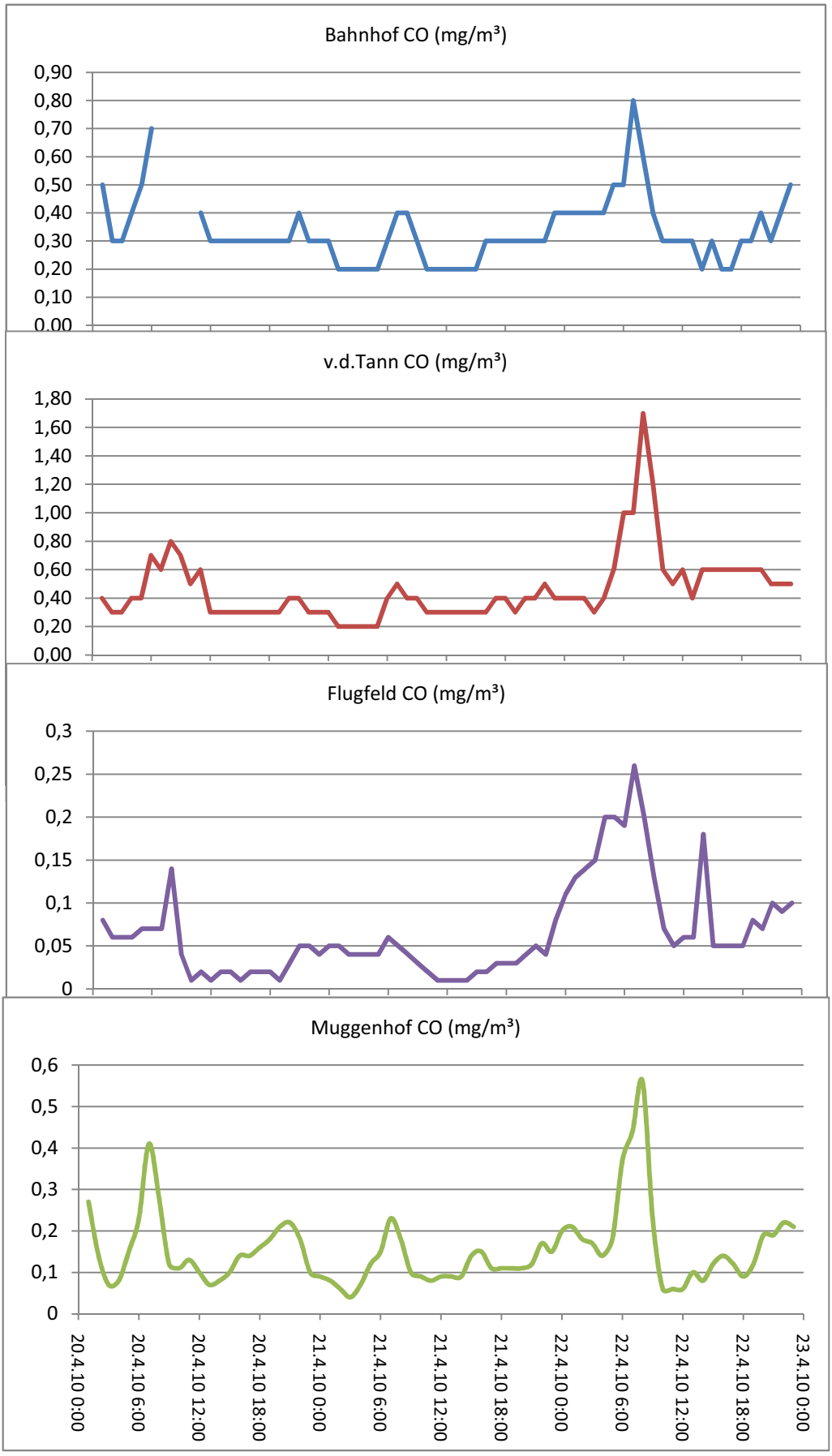
Lage der Luftessstationen

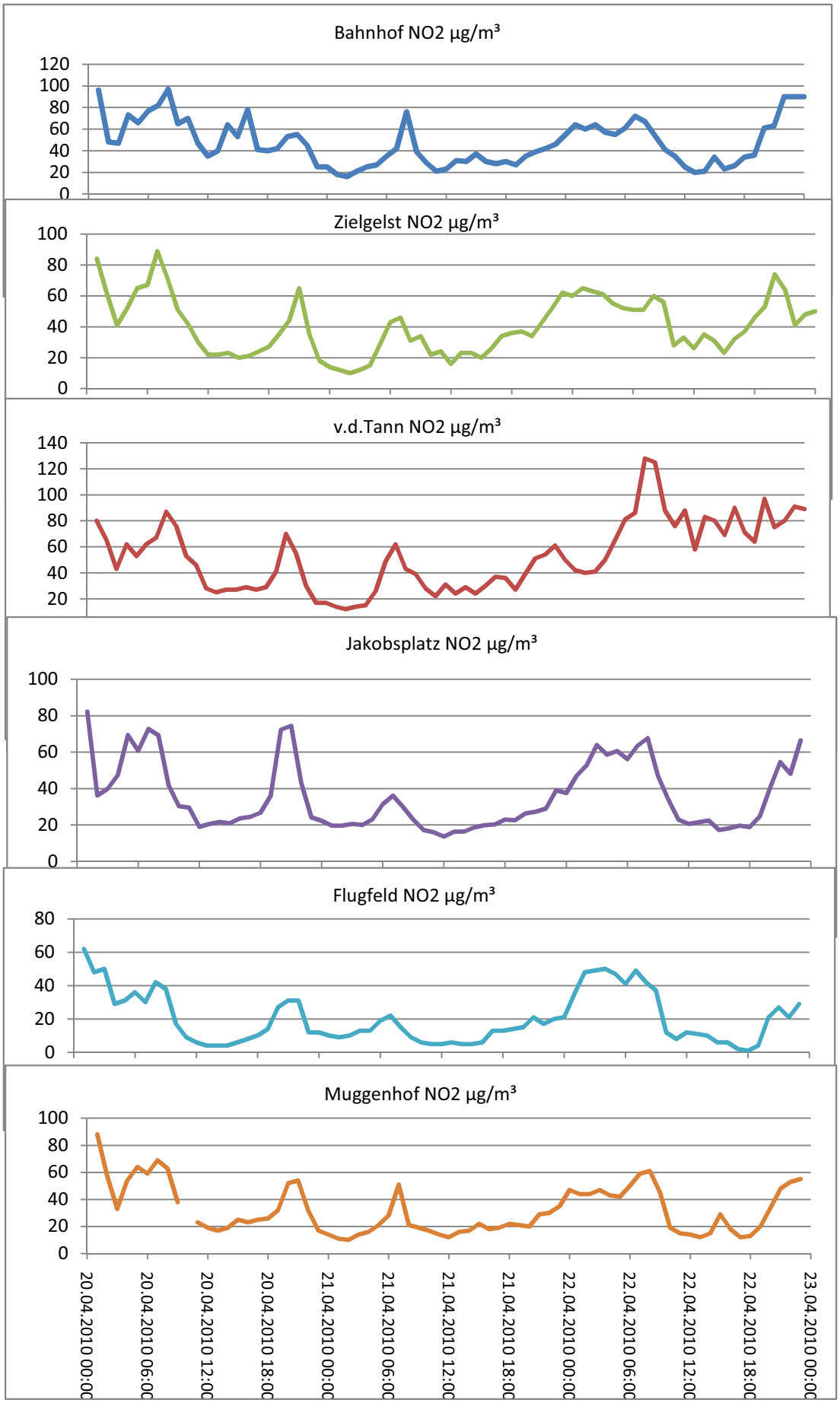
1. Flugfeld
2. Muggenhof
3. Ziegelstein
4. von-der-Tann-Str.
5. Jakobsplatz
6. Bahnhof

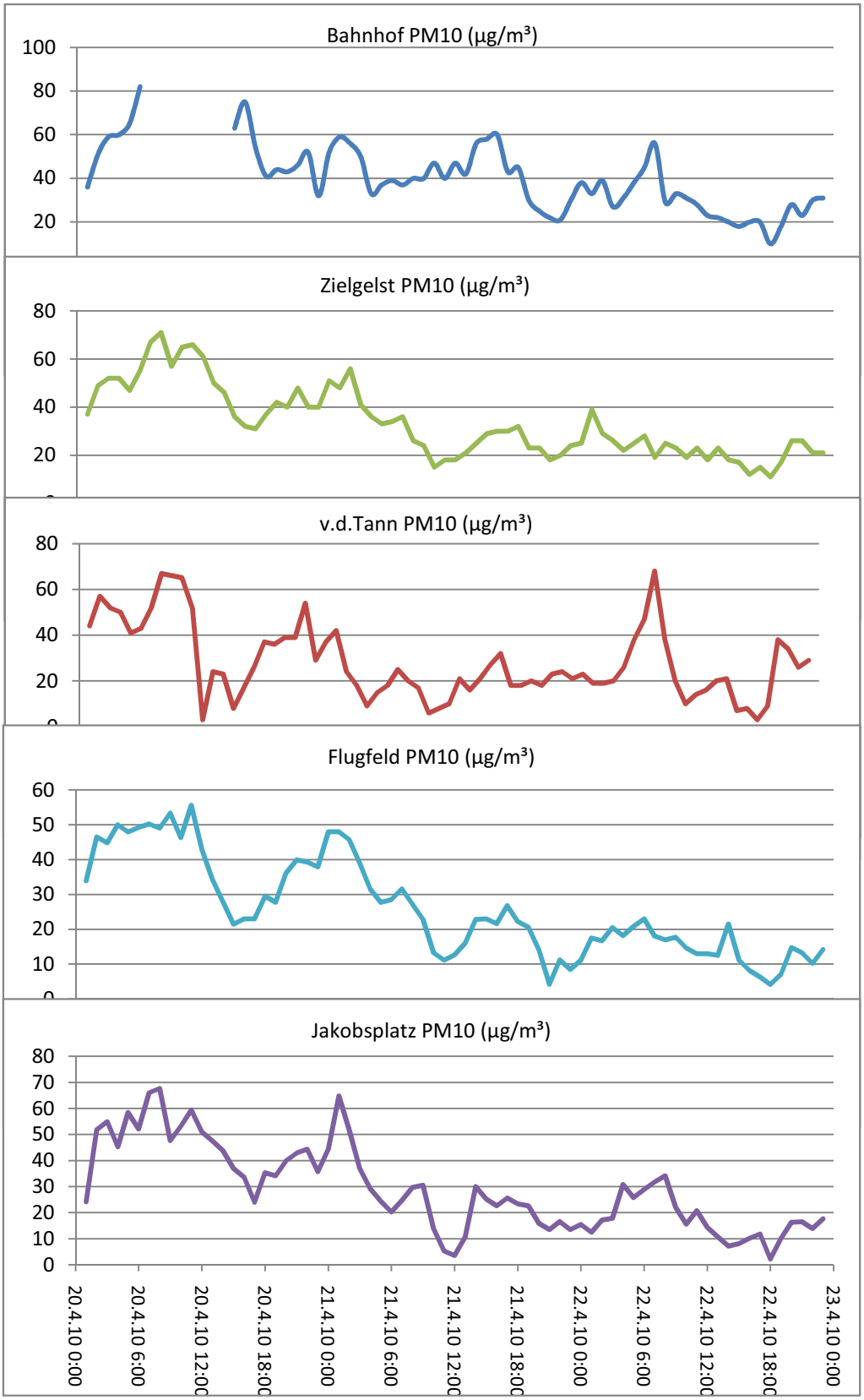
Lage der mobilen Messstellen

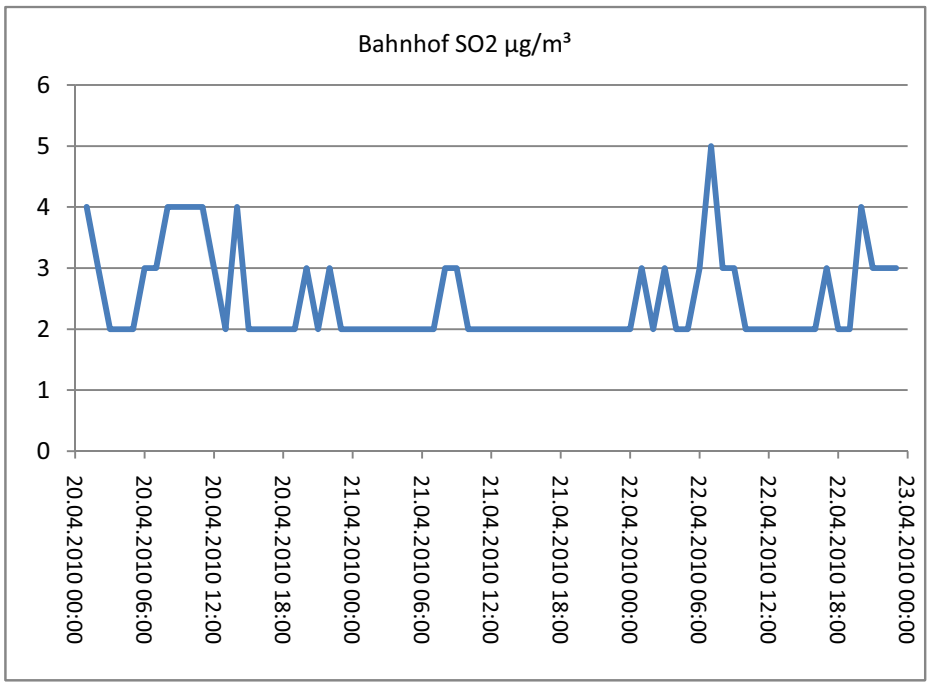
- A: Gibitzenhofstraße/ Brehmstraße
- B: Vogelweiherstraße

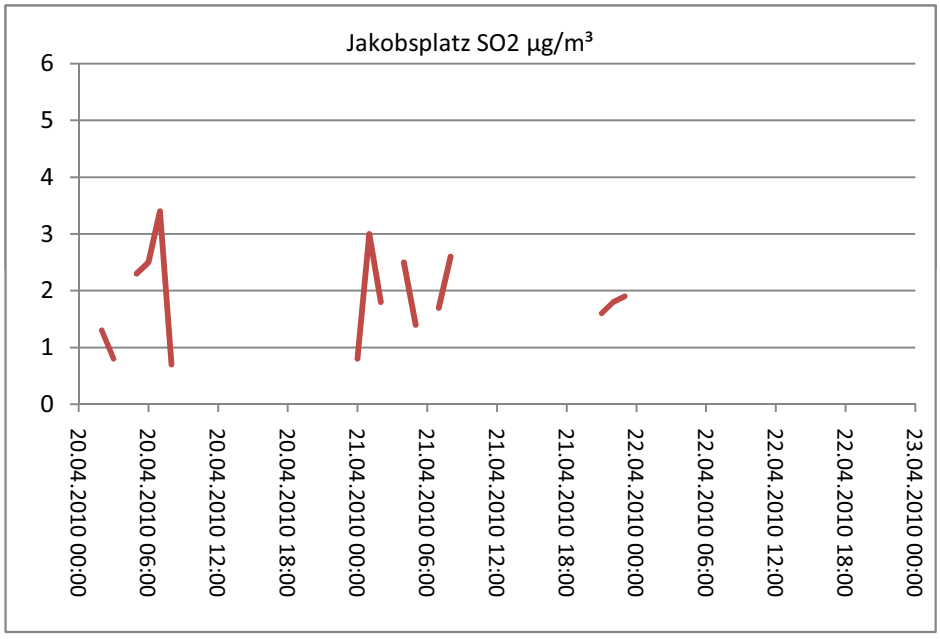
MVA


Bahnhof CO (mg/m³)
0,90
0,80
0,70
0,60
0,50
0,40
0,30
0,20
0,10
0,00
v.d.Tann CO (mg/m³)
1,80
1,60
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
Flugfeld CO (mg/m³)
0,3
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
Muggenhof CO (mg/m³)
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
20.4.10 0:00
20.4.10 6:00
20.4.10 12:00
20.4.10 18:00
21.4.10 0:00
21.4.10 6:00
21.4.10 12:00
21.4.10 18:00
22.4.10 0:00
22.4.10 6:00
22.4.10 12:00
22.4.10 18:00
23.4.10 0:00


Bahnhof NO2 µg/m³
120
100
80
60
40
20
0
Zielgelst NO2 µg/m³
100
80
60
40
20
0
v.d.Tann NO2 µg/m³
140
120
100
80
60
40
20
Jakobsplatz NO2 µg/m³
100
80
60
40
20
0
Flugfeld NO2 µg/m³
80
60
40
20
0
Muggenhof NO2 µg/m³
100
80
60
40
20
0
20.04.2010 00:00
20.04.2010 06:00
20.04.2010 12:00
20.04.2010 18:00
21.04.2010 00:00
21.04.2010 06:00
21.04.2010 12:00
21.04.2010 18:00
22.04.2010 00:00
22.04.2010 06:00
22.04.2010 12:00
22.04.2010 18:00
23.04.2010 00:00


Bahnhof PM10 (µg/m³)
100
80
60
40
20
Zielgelst PM10 (µg/m³)
80
60
40
20
v.d.Tann PM10 (µg/m³)
80
60
40
20
Flugfeld PM10 (µg/m³)
60
50
40
30
20
10
Jakobsplatz PM10 (µg/m³)
80
70
60
50
40
30
20
10
0
20.4.10 0:00
20.4.10 6:00
20.4.10 12:00
20.4.10 18:00
21.4.10 0:00
21.4.10 6:00
21.4.10 12:00
21.4.10 18:00
22.4.10 0:00
22.4.10 6:00
22.4.10 12:00
22.4.10 18:00
23.4.10 0:00


Bahnhof SO2 µg/m³
6
5
4
3
2
1
0
20.04.2010 00:00
20.04.2010 06:00
20.04.2010 12:00
20.04.2010 18:00
21.04.2010 00:00
21.04.2010 06:00
21.04.2010 12:00
21.04.2010 18:00
22.04.2010 00:00
22.04.2010 06:00
22.04.2010 12:00
22.04.2010 18:00
23.04.2010 00:00


Jakobsplatz SO2 µg/m³
6
5
4
3
2
1
0
20.04.2010 00:00
20.04.2010 06:00
20.04.2010 12:00
20.04.2010 18:00
21.04.2010 00:00
21.04.2010 06:00
21.04.2010 12:00
21.04.2010 18:00
22.04.2010 00:00
22.04.2010 06:00
22.04.2010 12:00
22.04.2010 18:00
23.04.2010 00:00

Adolf-Braun-Straße 13
90429 Nürnberg
Tel.: 0911-231-

Umweltanalytik Nürnberg

Prüfbericht Nr.: 20100604

Auftraggeber:

Anlass der Untersuchung: Wischproben Bunkerbrand, Spezialauftrag

Probenahme am: 22.04.2010
Probeneingang: 23.04.2010

Prüfbeginn: 04.05.2010
Prüfende: 06.05.2010

Probe Nr.	10-12757				
Probenbezeichnung	Wischprobe 4, Bodenschlamm für SM				
Parameter	Einheit	**Ergebnis**	BG	Grenzwert nach 1)	Prüfverfahren
Antimon	mg/kg Orginal substanz	**220**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Arsen	mg/kg Orginal substanz	**7,1**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Blei	mg/kg Orginal substanz	**430**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Cadmium	mg/kg Orginal substanz	**11**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Chrom	mg/kg Orginal substanz	**160**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Kupfer	mg/kg Orginal substanz	**860**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Nickel	mg/kg Orginal substanz	**68**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Thallium	mg/kg Orginal substanz	**<3,5**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Kobalt	mg/kg Orginal substanz	**28**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Zink	mg/kg TM	**3800**	3,5		DIN EN ISO 11885-E22
Quecksilber Einfachbestimmung, Orginalsubstanz	mg/kg Orginal substanz	**3,6**	0,013		DIN EN 1483-E12

1) kein Grenzwertvergleich

Werkleitung: Dr. Peter Pluschke, Albrecht Kippes
Vorsitzender des Werkausschusses: Dr. Ulrich Maly, Oberbürgermeister

Zertifizierter Betrieb nach DIN EN ISO 9001/14001 Qualitäts- und Umweltmanagement

- Akkreditiert nach DIN EN ISO / IEC 17025 durch die DACH Deutsche Akkreditierungsstelle Chemie GmbH
- Untersuchungsstelle gemäß AbfKlärV
- Untersuchungsstelle nach Trinkwasserverordnung 2001
- Untersuchungsstelle gemäß §18 BBodSchG
- Zertifiziert nach AQS Bayern (AQS 05/068/99)

Deutscher Akkreditierungs Rat DAR
Registriernummer: DAC-PL-0218-03-00

Adolf-Braun-Straße 13
90429 Nürnberg
Tel.: 0911-231-

Umweltanalytik
Nürnberg

Nürnberg, 06.08.2010

i.A.

Dieser Prüfbericht darf in Auszügen nur mit schriftlicher Genehmigung veröffentlicht werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben benannten Prüfgegenstände. Akkreditierte Prüfverfahren sind in der Urkunde benannt.

Adolf-Braun-Straße 13
90429 Nürnberg
Tel.: 0911-231-

Umweltanalytik Nürnberg

Prüfbericht Nr.: 20100604

Auftraggeber:

Anlass der Untersuchung: Wischproben Bunkerbrand, Spezialauftrag

Probenahme am: 22.04.2010
Probeneingang: 23.04.2010

Prüfbeginn: 27.04.2010
Prüfende: 04.05.2010

Probe Nr.	10-12280				
Probenbezeichnung	Pr. 4, feucheter Bodenschlamm für Schwermetalle und PAK				
Parameter	Einheit	**Ergebnis**	BG	Grenzwert nach 1)	Prüfverfahren
Naphthalin Material	mg/kg	**2,2**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Acenaphthylen Material	mg/kg	**3,4**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Acenaphthen Material	mg/kg	**0,37**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Fluoren Material	mg/kg	**2,8**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Phenanthren Material	mg/kg	**14**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Anthracen Material	mg/kg	**2,8**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Fluoranthen Material	mg/kg	**6,9**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Pyren Material	mg/kg	**5,7**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Benzo(a)anthracen Material	mg/kg	**2,5**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Chrysen Material	mg/kg	**2,9**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Benzo(b)fluoranthen Material	mg/kg	**2,4**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Benzo(k)fluoranthen Material	mg/kg	**0,76**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Benzo(a)pyren Material	mg/kg	**1,4**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Indeno(1,2,3-cd)pyren Material	mg/kg	**0,98**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Dibenzo(ah)anthracen Material	mg/kg	**0,26**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Benzo(ghi)perylen Material	mg/kg	**0,94**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1
Summe PAK Material	mg/kg	**50**	0,20		LUA NRW Merkblatt 1

1) kein Grenzwertvergleich

Adolf-Braun-Straße 13
90429 Nürnberg
Tel.: 0911-231-

Umweltanalytik
Nürnberg

Nürnberg, 06.08.2010

i.A.

Dieser Prüfbericht darf in Auszügen nur mit schriftlicher Genehmigung veröffentlicht werden. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben benannten Prüfgegenstände. Akkreditierte Prüfverfahren sind in der Urkunde benannt.

Stadtentwässerung und
Umweltanalytik Nürnberg
Herrn Menge
Adolf-Braun-Str. 15

90429 Nürnberg

Prüfbericht:

Prüfberichtsnummer: 0479/10

Auftraggeber:	Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg Adolf-Braun-Str. 15 90429 Nürnberg
Auftrag vom:	26.04.2010
Prüfgegenstand:	9 Proben: 8 Wischproben und 1 Schlammprobe
Prüfziel:	Prüfung auf polychlorierte und polybromierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF und PBDD/PBDF)
Probenahme:	durch Auftraggeber
Probeneingang:	26.04.2010
Prüfverfahren:	AbfklärV Anhang 1, 1.3.3.2
Prüfzeitraum:	27.04. – 30.04.2010

Prüfergebnisse:

Probenbezeichnung:		**10-12281**	**10-12282**	**10-12283**	**10-12284**
Labor-Nr.:		0479/10-1	0479/10-2	0479/10-3	0479/10-4
Parameter	**Einheit**				
PCDD/PCDF (NATO/CCMS-TE ohne NWG)	ng/m²	0,002	2,12	5,30	1,99
Summe 8 PBDD/PBDF	ng/m²	n.n.	17,0	30,3	9,9

Probenbezeichnung:		**10-12285**	**10-12286**	**10-12287**
Labor-Nr.:		0479/10-5	0479/10-6	0479/10-7
Parameter	**Einheit**			
PCDD/PCDF (NATO/CCMS-TE ohne NWG)	ng/m²	0,004	0,002	0,002
Summe 8 PBDD/PBDF	ng/m²	n.n.	n.n.	n.n.

Probenbezeichnung:		**10-12288**
Labor-Nr.:		0479/10-8
Parameter	**Einheit**	
PCDD/PCDF (NATO/CCMS-TE ohne NWG)	pg	0,01
Summe 8 PBDD/PBDF	pg	n.n.

Probenbezeichnung:		**10-12289**
Labor-Nr.:		0479/10-9

Parameter	**Einheit**	
PCDD/PCDF (NATO/CCMS-TE ohne NWG)	µg/kg TS	0,197
Berechnung nach GefStoffV		
2,3,7,8-TCDD	µg/kg TS	0,012
Berechnung nach GGVS/GGVE		
Gruppe 1	µg/kg TS	0,409
Gruppe 1+2	µg/kg TS	0,899
Gruppe 1+2+3	µg/kg TS	12,0
Gruppe 4	µg/kg TS	0,610
Gruppe 4+5	µg/kg TS	0,839

TRGS 905 (2005): **2 µg/kg 2,3,7,8-TCDD**

GGVSEB/ChemVerbotsV (09/08):

Gruppe 1:	**1 µg/kg**	**Gruppe 4:**	**1 µg/kg**
Gruppe 1+2:	**5 µg/kg**	**Gruppe 4+5:**	**5 µg/kg**
Gruppe 1+2+3:	**100 µg/kg**		

Bemerkungen: TS: Trockensubstanz
n.n.: nicht nachweisbar

Die Probenahmefläche beruht auf Kundenangaben und wurde nicht von Ökometric ermittelt.

Die auch auszugsweise Veröffentlichung und Vervielfältigung dieses Prüfberichts darf nur mit schriftlicher Genehmigung der Firma Ökometric GmbH erfolgen. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände.

Bayreuth, den 30.04.2010

Horst Rottler
Standortleitung

Dr. Mohammed Rachidi
stellv. Laborleitung

Beiträge aus dem städtischen Hintergrund durch Verkehr und Anlagen

Die Immissionsbeiträge, die aus dem städtischen Hintergrund in das Überschreitungsgebiet eingetragen werden, wurden anhand der Ergebnisse des F+E-Vorhabens "Einflüsse auf die Immissionsgrundbelastung von Straßen (EIS)"[3] aus dem Stadtgebiet Augsburg im Verhältnis auf das Stadtgebiet von Nürnberg übertragen. In dem F+E Vorhaben EIS erfolgte eine Ermittlung der Immissionsbeiträge aus den Daten des Emissionskatasters Bayern mittels Ausbreitungsrechnung für mehrere Rechengebiete. Hierzu stellt das Emissionskataster flächenbezogene (2 km x 2 km) Abgasemissionen von Straßenverkehr, genehmigungs- und nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen und von Feuerungsanlagen zur Verfügung.

Sonstige Immissionseinflüsse

Nicht im Emissionskataster oder durch Emissionserklärungen oder sonstige Emissionsfaktoren quantifizierte Emissionsquellen, wie biogene Emissionen, Verwitterungsstäube von Gebäuden, Abwehungen von Lkw-Ladungen, Bau- und Arbeitsmaschinen, Baustellen, Bildung von Sekundär-Aerosolen aus gasförmigen Vorläuferstoffen und sonstige Verbrennungsvorgänge können einen nicht unbeträchtlichen Beitrag zur PM_{10}-, sowie in geringerem Ausmaß zur NO_2-Gesamtbelastung liefern. Diese Einflüsse können sowohl aus dem städtischen Hintergrund, als auch vom unmittelbar am Überschreitungsort vorbei führenden Straßenverkehr stammen. Die Summe all dieser Beiträge kann nur abgeschätzt werden. Sie ergibt sich aus den Differenzen zwischen den PM_{10}- bzw. NO_2-Messwerten an der LÜB-Station und der Summe der übrigen Immissionsanteile.

Beurteilung der Immissionsanteile

Aus Tabelle 27 ergibt sich, dass die Konzentrationswertüberschreitungen von NO_2 im Überschreitungsgebiet zu einem Anteil von rund 26 % aus dem großräumigen Hintergrund stammen. Etwa 47 % sind vom örtlichen Verkehr verursacht.

3.3.4 Gesamtmenge der Emissionen im Stadtgebiet Nürnberg

Für die Fortschreibung des Emissionskatasters für Bayern 2004 (LfU 2009) wurden vom Landesamt für Umwelt die Gesamtmengen der Emissionen für das Stadtgebiet Nürnberg bestimmt.
Die Quellen und damit die Verursacher der Emissionen wurden dabei jeweils standardgemäß einzelnen Sektoren zugeordnet.

Tabelle 28: Gesamtmenge und Quellen der PM_{10} und NO_2 Emissionen in Nürnberg

	Gesamtmenge – Emissionen [t/a]	
	PM_{10}	**NO_2**
Straßenverkehr	81,4	1307,7
sonstiger Verkehr	36,9	411,47
Industrie (genehmigungsbedürftige Anlagen)	34,6	701,3
sonstige nicht gen-bed Anlagen	20,8	k.A.
nicht gen-bed Feuerungsanlagen	85,0	453,8
sonstige nicht gefasste Quellen	0,3	k.A.
Summe	259	2874,3

Quelle: Landesamt für Umwelt

[3] Einflüsse auf die Immissionsgrundbelastung von Straßen (EIS), F+E-Projekt im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, TÜV Industrie Service GmbH, TÜV SÜD Gruppe, Schlussbericht vom 22.07.2004