

Lufthygiene Hessen: Immissionsmessungen an einer stark befahrenen Autobahn in Frankfurt am Main

Zusammenfassung

Das Messprogramm über die Immissionsbelastung an einer stark befahrenen Autobahn wurde vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) an der Bundesautobahn (BAB) A5 im Raum Frankfurt am Main zwischen dem Nordwestkreuz und dem Westkreuz Frankfurt durchgeführt. Zwei kontinuierlich arbeitende Messcontainer ermittelten an beiden Seiten der A5 (siehe Abbildung 1) in einem Abstand von etwa 20 bis 30 Metern die Immissionsbelastung durch die Luftschadstoffe Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaub (PM₁₀), Kohlenmonoxid (CO), Benzol/Toluol/Xylol (BTX) und Ozon (O₃). Die zusätzliche Erfassung der meteorologischen Parameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windrichtung und -geschwindigkeit, ermöglichte es, die gemessenen Luftschadstoffe hinsichtlich ihrer Herkunft und Ausbreitung zu untersuchen.

Hierbei stellte sich heraus, dass die Immissionssituation im Umfeld der A5 außer durch die etwa 110.000 Kraftfahrzeuge, die täglich die A5 in diesem Bereich befahren, im Wesentlichen durch die lokalen Ausbreitungsbedingungen bestimmt wird.

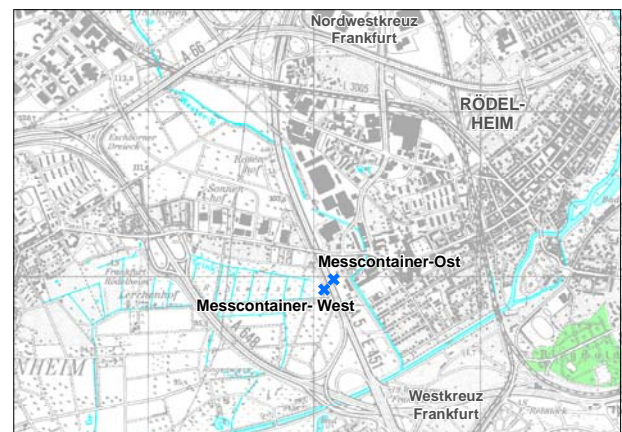
Anhand der ausgewerteten Tages-, Wochen- und Jahresgänge der an den beiden an der A5 gelegenen Stationen gemessenen Luftschadstoffkomponenten ist ein deutlicher Zusammenhang der Konzentrationsverläufe mit dem Kraftfahrzeugaufkommen erkennbar.

Schließlich zeigen die Auswertungen für NO₂, dass die im Jahr 2004 vorgeschriebene Schwelle aus Grenzwert plus Toleranzmarge für den Jahresmittelwert nach der 22. BImSchV an dem Messcontainer-Ost überschritten ist. Der Jahresmittelwert am Messcontainer-West liegt nur knapp unter dieser Schwelle von 52 µg/m³. Wegen der abnehmenden Toleranzmarge wäre die Schwelle von 50 µg/m³ für das Jahr 2005 jedoch überschritten. Kritisch zu betrachten ist die Projektion auf die Situation im Jahre 2010, da

ausgehend vom gegenwärtigen Zustand mehrere Stationen im Luftmessnetz den ab dann geltenden Grenzwert von 40 µg/m³ überschreiten.

Bei PM₁₀ werden aufgrund der guten Durchlüftung bei beiden Autobahnstationen die Grenzwerte sicher eingehalten. Die Immissionsbelastung ist geringer als an den Verkehrsmessstationen in Straßenschluchten obwohl das Verkehrsaufkommen dort deutlich niedriger liegt (max. 40.000 Kfz/d).

Abbildung 1: Standorte der Messcontainer-Ost und -West



Rechtliche Grundlagen

Durch neue EG-Richtlinien, die seit September 2002 in deutsches Recht (22. BImSchV) übernommen sind, ist die Immissionsbewertung deutlich verschärft worden. Die Kenngröße Jahresmittelwert für die Bewertung der Langzeiteinwirkung bleibt erhalten. Die Kurzeiteinwirkung wird durch Tages- bzw. Stundenmittel, die im Kalenderjahr mit einer festgelegten Anzahl von Fällen überschritten werden dürfen (Tabelle 2), definiert. Für diese neuen Grenzwerte (GW) gelten Übergangsregelungen bis 2005 bzw. 2010, die bis zu ihrer Einhaltung so genannte Toleranzmargen (TM) vorsehen. In der Phase der Übergangsregelung werden die Toleranzmargen von Jahr zu Jahr

abgesenkt (Tabelle 3). Die Überschreitung der Summe GW + TM löst die Aufstellung eines Luftreinhalteplans aus. Die 22. BImSchV enthält auch konkrete Vorgaben über die Durchführung der Messungen und über die Mindestzahl der Messstationen sowie Kriterien für die Standortauswahl. Entsprechend dieser Vorgaben wurde das Luftmessnetz Hessen modifiziert. Nach 22. BImSchV, § 10 ist weiterhin das Land in Gebiete und Ballungsräume aufzuteilen. Zurzeit ist Hessen aufgeteilt in die drei Gebiete Südhessen, Lahn-Dill sowie Mittel- und Nordhessen und in die zwei Ballungsräume Rhein-Main und Kassel. Diese Einteilung ist in Abbildung 2 dargestellt.

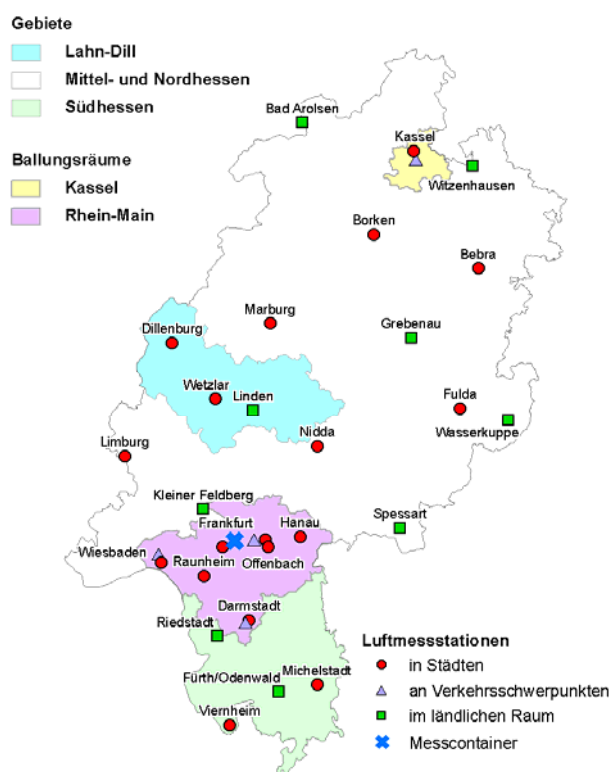
Zur Überwachung der Immissionssituation in Hessen betreibt das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) ein landesweit ausgerichtetes Messnetz mit kontinuierlich arbeitenden Luftmessstationen. Die Verpflichtung zur landesweiten Immissionsüberwachung ergibt sich aus den EG-Luftqualitätsrichtlinien, die durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz und seine Verordnungen in deutsches Recht umgesetzt sind. Die Standorte der Luftmessstationen sind der Übersichtskarte (Abbildung 2) zu entnehmen. Die Standorte sind so gewählt, dass eine flächendeckende Immissionsüberwachung gewährleistet werden kann. Der Abstand zwischen den einzelnen Luftmessstationen liegt zwischen 40 und 60 km; dies reicht aus, um die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Hessen zu erfassen. Insgesamt wurden im Jahr 2004 31 Immissionsmessstationen unterhalten: 18 Stationen in Städten, 9 im ländlichen Raum sowie 4 Stationen an Verkehrsschwerpunkten. Aktuelle Informationen zum Luftmessnetz Hessen können dem „Lufthygienischen Jahresbericht“ für das Jahr 2008 entnommen werden.

Ausgangssituation

Im Lufthygienischen Jahresbericht 2002 wurden die Immissionskenngrößen erstmals entsprechend den Anforderungen der neuen 22. BImSchV berechnet. An den im Ballungsraum Rhein-Main liegenden verkehrsbezogenen Messstationen, Ffm.-Friedberger-Landstraße und Darmstadt-Hügelstraße wurde eine Überschreitung von GW + TM für den Jahreswert NO₂ bzw. den Tageswert PM₁₀ festgestellt. Im Rahmen der Ursachenanalyse des Luftreinhalteplans Rhein-Main wurde der Verkehr als Hauptverursacher für die Überschreitungen ermit-

telt. Um die Auswirkungen des Verkehrs im Ballungsraum differenzierter herauszuarbeiten, wurde u. a. ein Messprogramm an einer stark befahrenen Autobahn in der Zeit von 01.09.2003 bis 31.03.2005 durchgeführt. Die sich von den bestehenden Verkehrsstationen unterscheidenden Standortmerkmale und Randbedingungen sollten eine exaktere Bestimmung der Kfz-Anteile ermöglichen. Ein wesentlicher Unterschied zu den Stationen in Straßenschluchten ist die freie Anströmbarkeit der Messcontainer und die bis zu vierfach höheren Werte des durchschnittlichen täglichen Verkehrs (DTV).

Abbildung 2: Luftmessnetz Hessen (Stand 2004)



Alle Vergleichstationen für diesen Bericht wurden aufgrund ihrer relativen Nähe zu den Messcontainern ausgewählt. Herangezogen wurden drei Stationen im ländlichen Raum, drei Stationen an Verkehrsschwerpunkten sowie eine Stadtstation. In der Tabelle 1 sind die geografischen Koordinaten der Messstationen sowie deren Standortcharakter angeben.

Stationen im ländlichen Raum:

Die Umgebung der Messstation Riedstadt (siehe Abbildung 2) im Gebiet Südhessen ist durch

Landwirtschaft geprägt. Die Messstationen Kleiner Feldberg und Spessart liegen nordwestlich bzw. östlich von Frankfurt. Beide Stationen gehören zu dem Gebiet Mittel- und Nordhessen, das dort für Erholung und Forstwirtschaft genutzt wird. Die Emissionen in der Umgebung beider Messstellen sind sehr gering und die Belastung durch Immissionen ist als niedrig einzustufen.

Stationen an Verkehrsschwerpunkten:

Die Verkehrsstationen Frankfurt-Friedberger-Landstraße, Darmstadt-Hügelstraße sowie Wiesbaden-Ringkirche liegen im Ballungsraum Rhein-Main (siehe Abbildung 2). Die Gebiete um die Messstellen werden durch Handel, Gewerbe und zum

Wohnen genutzt. Alle drei Stationen weisen ein hohes Verkehrsaufkommen von 18.000 bis 43.000 Fahrzeugen pro Tag auf. Die Messstationen in Frankfurt und Darmstadt zeichnen sich durch ihren „Straßenschluchtcharakter“ aus. Der in Wiesbaden anzutreffende Straßentyp wird charakterisiert durch eine Straßenkreuzung mit großen, breiten Straßen.

Station für den städtischen Hintergrund:

Die Stadtstation in Frankfurt-Höchst zeichnet sich durch große und breite Straßen mit mittlerem Verkehrsaufkommen aus. Das Gebiet um die Messstation wird sowohl zum Wohnen, für Handels- und Gewerbezwecke als auch industriell genutzt.

Tabelle 1: Standorte und Stationscharakteristiken der Messcontainer-Ost und -West und der Vergleichsstationen

	Stationsname	RW	HW	H. ü. NN	Längengrad	Breitengrad	Standortcharakter
▲	Darmstadt-Hügelstraße	34752	55259	154	8°39'16,7"	49°52'13,5"	Innenstadt, Straßenschlucht
▲	Ffm.-Friedb.-Landstraße	34781	55543	123	8°41'34,8"	50°07'32,4"	Innenstadt, Straßenschlucht
●	Ffm.-Höchst	34673	55518	101	8°32'31,8"	50°06'10,5"	Innenstadt, Industrie
■	Kleiner Feldberg	34606	55652	810	8°26'28,7"	50°13'29,6"	Mittelgebirge, Kuppenlage
▲	Messcontainer-Ost	34711	55540	99	8°35'42,5"	50°07'16,9"	Autobahn, Ebene
▲	Messcontainer- West	34711	55539	98	8°35'36,9"	50°07'14,9"	Autobahn, Ebene
■	Riedstadt	34652	55211	89	8°31'01,2"	49°49'34,7"	ländlich
■	Spessart	35288	55586	490	9°24'10,0"	50°09'50,5"	Wald, Mittelgebirge
▲	Wiesbaden-Ringkirche	34450	55493	140	8°13'53,5"	50°04'42,0"	Innenstadt, Straßenkreuzung

Abkürzungen:

RW: Rechtswert (Gauß-Krüger) **HW:** Hochwert (Gauß-Krüger) **H. ü. NN:** Höhe über Normalnull (m)

● in Städten ■ im ländlichen Raum ▲ an Verkehrsschwerpunkten

Tabelle 2: Grenzwerte nach der 22. BImSchV bzw. Zielwerte für Ozon nach der 33. BImSchV

Komponente	Kenngröße	Einheit	Grenzwert (zul. Überschr.)	einzuhalten ab	GW + TM (für 2004) ¹⁾	Schutzziel	Bemerkungen
22. BImSchV							
SO ₂	1-h-Wert	µg/m ³	350 (24-mal)	01.01.2005	380	Gesundheit	
	24-h-Wert	µg/m ³	125 (3-mal)	01.01.2005		Gesundheit	
	Jahresmittel	µg/m ³	20	19.07.2001		Ökosystem	emissionsfern ²⁾
	Wintermittel ³⁾	µg/m ³	20	19.07.2001		Ökosystem	emissionsfern ²⁾
NO ₂	1-h-Wert	µg/m ³	200 (18-mal)	01.01.2010	260	Gesundheit	
	Jahresmittel	µg/m ³	40	01.01.2010	52	Gesundheit	
NO _x	Jahresmittel	µg/m ³	30	19.07.2001		Vegetation	emissionsfern ²⁾
PM10	24-h-Wert	µg/m ³	50 (35-mal)	01.01.2005	55	Gesundheit	
	Jahresmittel	µg/m ³	40	01.01.2005	41,6	Gesundheit	
Blei	Jahresmittel	µg/m ³	0,5	01.01.2005		Gesundheit	
Benzol	Jahresmittel	µg/m ³	5	01.01.2010	12	Gesundheit	
CO	max. 8-h-Wert	mg/m ³	10	01.01.2005		Gesundheit	
33. BImSchV (Zielwerte)							
Ozon	1-h-Wert	µg/m ³	180	09.09.2003		Gesundheit	Info-Schwelle
	1-h-Wert	µg/m ³	240	09.09.2003		Gesundheit	Alarmschwelle
	max. 8-h-Wert	µg/m ³	120 (25-mal) ⁴⁾	2010		Gesundheit	Zielwert
	AOT40	µg/m ³ ·h	18 000 ⁵⁾	2010		Vegetation	Zielwert

Abkürzungen:

zul. Überschr.: Anzahl der zulässigen Überschreitungen pro Jahr **GW + TM:** Grenzwert plus Toleranzmarge
NO_x: Summe NO + NO₂, angegeben als NO₂ **PM10:** Feinstaub (**P**articulate **M**atter) ≤ 10 µm
max. 8-h-Wert höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-Mittelwerten
AOT40: accumulated exposure over a threshold of 40 ppb; Summe der Differenzen zwischen 1-h-Werten über 80 µg/m³ (40 ppb) und dem Wert 80 µg/m³ im Zeitraum 8–20 Uhr von Mai bis Juli

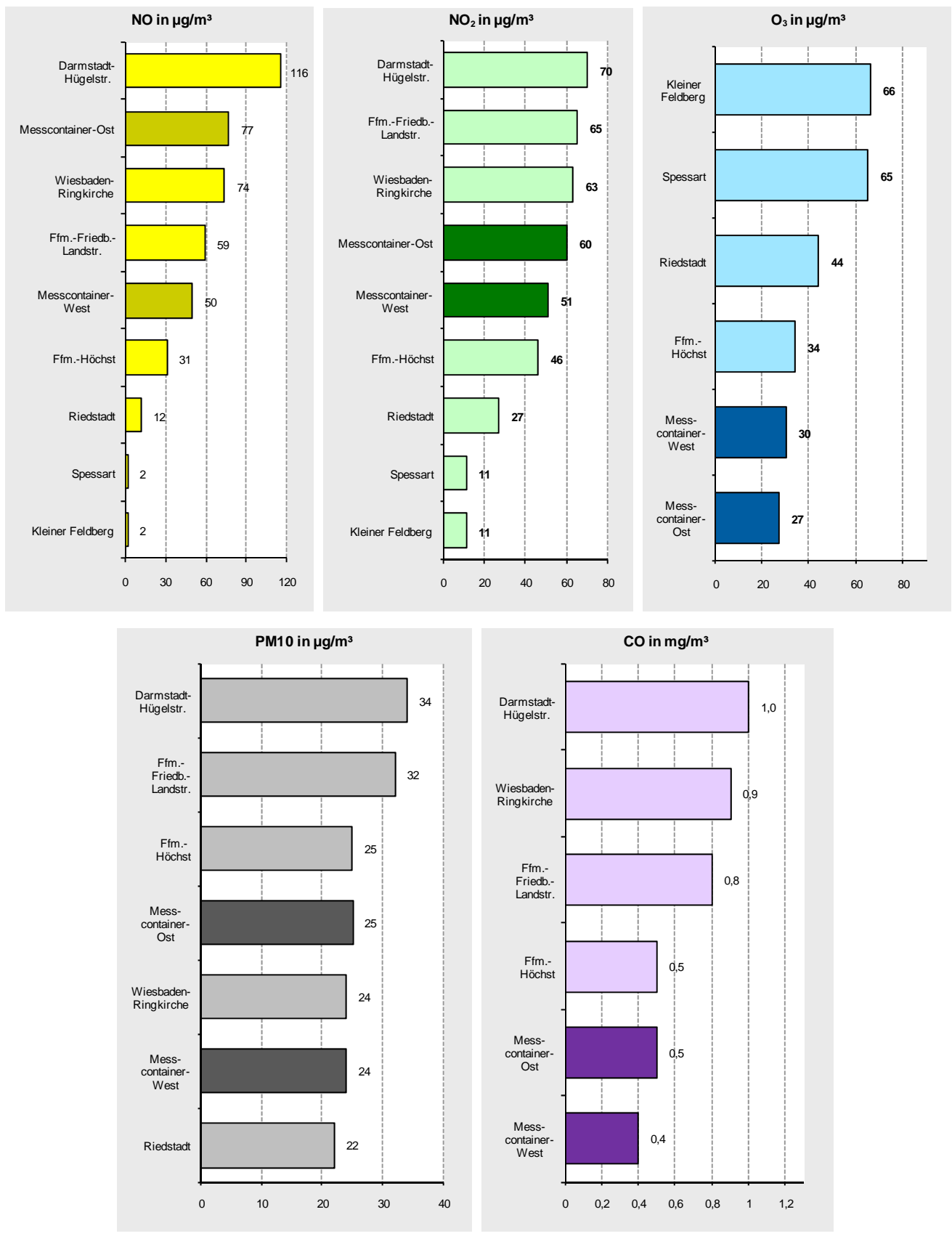
Erläuterungen:

- ¹⁾ Bis zum Jahr, ab dem die Grenzwerte einzuhalten sind, gilt in einigen Fällen die Schwelle Grenzwert plus Toleranzmarge.
- ²⁾ Messung mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km von Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen
- ³⁾ 01.10.–31.03.
- ⁴⁾ Mittelung über 3 Jahre
- ⁵⁾ Mittelung über 5 Jahre

Tabelle 3: Grenzwerte inklusive Toleranzmargen bis 2010 (22. BImSchV)

Jahr	SO ₂	NO ₂	NO ₂	PM10	PM10	Benzol	CO
	1-h-Wert	1-h-Wert	Jahresmittel	24-h-Wert	Jahresmittel	Jahresmittel	8-h-Wert
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[mg/m ³]
2002	440	280	56	65	44,8	10	16
2003	410	270	54	60	43,2	10	14
2004	380	260	52	55	41,6	10	12
2005	350	250	50	50	40	10	10
2006	350	240	48	50	40	9	10
2007	350	230	46	50	40	8	10
2008	350	220	44	50	40	7	10
2009	350	210	42	50	40	6	10
2010	350	200	40	50	40	5	10

Abbildung 3: Jahresmittelwerte 2004 an den Messcontainern und an den Vergleichsstationen (absteigend sortiert)



Immissionsbeurteilung

Die Jahresmittelwerte sind in den horizontalen Balken-Diagrammen (siehe Abbildung 3) und in der tabellarischen Übersicht (siehe Tabelle 4) dargestellt. In der Tabelle 5 sind die Überschreitungen von Beurteilungswerten der jeweiligen Immissionskenngröße gezeigt. Für die Grenzwerte bzw. GW + TM, bei denen eine Gefahr der Überschreitung besteht, sind die Auswertungen für alle hessische Luftmessstationen auch graphisch dargestellt. In der Abbildung 4 ist der Jahresmittelwert von NO_2 abgebildet, während Abbildung 5 die Überschreitungshäufigkeit für den Tagesmittelwert von PM_{10} zeigt.

Kohlenmonoxid:

Kohlenmonoxid ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas. Es entsteht bei der unvollständigen Oxidation von kohlenstoffhaltigen Substanzen. Dies erfolgt zum Beispiel beim Verbrennen dieser Stoffe, wenn nicht genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Kohlenmonoxid ist für den Menschen giftig, da es im Blut stärker an die roten Blutkörperchen (Hämoglobin) angelagert wird als Sauerstoff. Dadurch kommt es zu einer verminderten Sauerstoffversorgung des Körpers. Bei einer Unterversorgung von Gehirn, Herz und Blutgefäßen kann das zu Leistungsverminderung bis hin zum Tode führen.

Anhand von Abbildung 3 ist erkennbar, dass die Jahresmittelwerte für CO im Jahr 2004 zwischen $0,4$ und $1,0 \text{ mg/m}^3$ liegen, wobei an allen Stationen der ab 2005 geltende 8-h-Grenzwert weit unterschritten wurde (siehe Tabelle 5). Messcontainer-Ost bzw. -West liegen mit $0,5 \text{ mg/m}^3$ und $0,4 \text{ mg/m}^3$ an vorletzter bzw. letzter Stelle. Die ersten beiden Plätze belegen die an Verkehrsschwerpunkten gelegen Stationen Darmstadt-Hügelstraße und Wiesbaden-Ringkirche mit $1,0 \text{ mg/m}^3$ und $0,9 \text{ mg/m}^3$.

Stickstoffoxide:

Stickstoffoxide sind eine Sammelbezeichnung für die gasförmigen Oxide des Stickstoffs. Sie werden auch mit NO_x abgekürzt. Stickstoffmonoxid (NO) ist ein farbloses Gas, Stickstoffdioxid (NO_2) ist ein rotbraunes, stechend chlorähnlich riechendes Gas, das leicht verflüssigt werden kann. Bedingt durch die geringe atmosphärische Verweilzeit von NO und der relativ großen Entfernung zu den Quellgebieten sind die emissionsfernen Standorte

wie Kleiner Feldberg oder Spessart am geringsten durch NO belastet.

Abbildung 4 zeigt, dass die NO_2 -Werte an verkehrsnahen Stationen am höchsten sind. Wie man in Tabelle 5 sehen kann, wurde der nach den Bestimmungen für 2004 geltende 1-h-Wert für NO_2 (GW + TM: $260 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ mit 18 Überschreitungen) an allen Stationen eingehalten. Ausgehend von der Bewertungsgrundlage für 2010 käme es an den beiden Autobahncontainern ebenfalls zu keiner Überschreitung des dann geltenden Grenzwertes. Der im Jahr 2004 gültige Jahresmittelwert von $52 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ wird am Messcontainer-West mit $60 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ überschritten, jedoch am Messcontainer-Ost mit $51 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ knapp eingehalten. An den drei Verkehrsstationen Ffm.-Friedberger-Landstraße, Darmstadt-Hügelstraße und Wiesbaden-Ringkirche wurden 2004 ebenfalls Überschreitungen von GW + TM festgestellt. Zieht man den ab 2010 gültigen Grenzwert von $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ zur Beurteilung heran, so sind an zehn Stationen Überschreitungen festzustellen.

PM₁₀:

Unter PM_{10} versteht man Feinstaub mit einem Durchmesser von $10 \text{ } \mu\text{m}$. Es gibt natürliche und anthropogene Quellen für Feinstaub. Hauptverursacher des anthropogenen Anteils am Feinstaub sind u. a. Industrie, Privathaushalte und Verkehr. Zu den natürlichen Verursachern zählen z. B. Waldbrände, Vulkanausbrüche und Saharastaub.

Die Jahresmittelwerte für PM_{10} liegen im Jahr 2004 mit Werten von $22 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ bis $34 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ alle unterhalb der Schwelle von GW + TM. Messcontainer-Ost und -West schöpfen mit $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ bzw. $24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ diese Schwelle zu etwa 60 % aus. Der im Jahr 2004 geltende Grenzwert plus Toleranzmarge für den Tagesmittelwert (35 Überschreitungen von $55 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) wurde am Messcontainer-West (14 Überschreitungen) und Messcontainer-Ost (13 Überschreitungen) eingehalten (siehe Tabelle 5). Nur an der Messstation Darmstadt-Hügelstraße wurden mehr als 35 Überschreitungen gemessen. Bewertet man die PM_{10} -Belastung mit dem ab 2005 gültigen Kurzzeit-Grenzwert, so wird diese an beiden Messcontainern eingehalten (siehe Abbildung 5).

Ozon:

Ozon ist ein schlecht wasserlösliches Gas. Das Ozonmolekül (O_3) besteht nicht wie der Luftsauerstoff (O_2) aus zwei, sondern aus drei Sauerstoffatomen. Da das Ozonmolekül ein Sauer-

stoffatom leicht wieder abgibt, ist es sehr reaktiv und stellt somit ein starkes Oxidationsmittel dar. Es wird deshalb zum Beispiel zur Trinkwasserentkeimung, zur Lebensmittelkonservierung und als Bleichmittel eingesetzt. Ozon ist ein toxisches Reizgas, das beim Menschen primär die Lunge schädigt. Aufgrund seiner geringen Wasserlöslichkeit dringt es beim Einatmen tief in die Lunge ein und ruft dort durch seine hohe Reaktionsfähigkeit Schädigungen der Oberfläche

hervor; dabei lässt sich eine Einschränkung der Lungenfunktion feststellen. Daneben bewirken höhere Ozonkonzentrationen (ab 200 µg/m³) subjektive Befindlichkeitsstörungen wie Augentränen, Kopfschmerzen, Konzentrationsschwäche und Reizung der Atemwege; bei hohen Ozonwerten (ab 240 µg/m³) kann die physische Leistungsfähigkeit abnehmen. Schätzungsweise 10 bis 15 % der Bevölkerung reagieren besonders empfindlich auf Ozon.

Tabelle 4: Jahresmittelwerte und Belegungsgrad für das Messjahr 2004

Einheit µg/m³, Einheit für CO: mg/m³, Einheit für Bel.: %

Komponente	Darmstadt-Hügelstraße		Ffm.-Friedb.-Landstraße		Ffm.-Höchst		Kleiner Feldberg		Messcontainer-Ost	
	Jm	Bel.	Jm	Bel.	Jm	Bel.	Jm	Bel.	Jm	Bel.
CO	1	100	0,8	100	0,5	97			0,5	100
NO	116	97	59	96	31	96	2	96	77	97
NO ₂	70	97	65	96	46	96	11	96	60	97
O ₃					34	93	66	98	27	100
PM10	34	98	32	100	25	98			25	99
Benzol	3,2	96	2,6	86					1,4	92
Toluol	10,3	96	8,8	85					16	93
m-/p-Xylol	6,6	96	4,9	85					1,8	93

Komponente	Messcontainer-West		Riedstadt		Spessart		Wiesbaden-Ringkirche	
	Jm	Bel.	Jm	Bel.	Jm	Bel.	Jm	Bel.
CO	0,4	100					0,9	99
NO	50	97	12	97	2	96	74	97
NO ₂	51	97	27	97	11	95	63	97
O ₃	30	99	44	100	65	98		
PM10	24	97	22	99			24	99
Benzol	1,4	86					3,8	95
Toluol	13	86					11,9	95
m-/p-Xylol	1,3	86					6,2	95

Abkürzungen: Jm: Jahresmittelwert Bel.: Belegungsgrad (Anteil Auswertbarer Daten im Jahr)

Der 1-h-Wert von 180 µg/m³, bei dessen Überschreitung eine Information der Bevölkerung

erfolgen muß (siehe Tabelle 2), wird am Messcontainer-Ost drei Mal und am Messcontainer-

West sieben Mal überschritten. Im Vergleich hierzu liegt Riedstadt mit insgesamt 24 Überschreitungen an erster Stelle (siehe Tabelle 5).

Die Ozonbelastung ist im ländlichen Raum höher als in den Ballungsräumen. Deshalb wiesen die Stationen Kleiner-Feldberg, Spessart und Riedstadt mehr als die zulässigen 25 Überschreitungen des 8-h-Wertes auf (siehe Tabelle 5). Die Messcontainer-Ost bzw. -West liegen mit 17 und 13 Überschreitungen deutlich darunter.

Benzol:

Benzol ist eine farblose Flüssigkeit mit charakteristischem Geruch. Es gehört zu den aromati-

schen Kohlenwasserstoffen. Benzol ist krebserregend und wurde deshalb als Lösungsmittel durch die weniger gefährlichen Aromaten Toluol und Xylol weitgehend ersetzt.

Betrachtet man Tabelle 4, sieht man, dass die Jahresmittelwerte für 2004 im Bereich von 1,4 µg/m³ bis 3,8 µg/m³ liegen. Vom Maximalwert ausgehend bedeutet dies eine Ausschöpfung des ab 2010 geltenden Grenzwertes von 76 % (siehe Tabelle 3). An beiden Messcontainern mit jeweils 1,4 µg/m³ ist der Grenzwert für Benzol sicher eingehalten.

Tabelle 5: Überschreitungen von Grenz- und Zielwerten nach der 22. BImSchV bzw. für Ozon nach der 33. BImSchV im Messjahr 2004

Komponente	O ₃			PM10		NO ₂		CO	C ₆ H ₆
	µg/m ³			µg/m ³		µg/m ³		mg/m ³	µg/m ³
Einheit	1-h	1-h	8-h	24-h	Jm	1-h	Jm	8-h	Jm
Kenngröße	1-h	1-h	8-h	24-h	Jm	1-h	Jm	8-h	Jm
GW + TM, ZW	180	240	120	55	41,6	260	52	12	10
GW 2005 bzw. 2010				50	40	200	40	10	5
Zulässige Überschreitungen/Jahr	-	-	25	35		18		-	
Situation in 2004	Anzahl			Anz.	Wert	Anz.	Wert	Anz.	Wert
Darmstadt				36	34	0	70	keine Überschreitungen	3,2
Ffm.-Friedb.-Landstr.				32	32	1	65		2,6
Ffm.-Höchst	3	0	17	15	25	0	46		
Kleiner Feldberg	4	0	52			0	11		
Messcontainer-Ost	3	0	17	14 (18)	25	0 (1)	60		1,4
Messcontainer-West	7	0	13	13 (14)	24	0 (0)	51		1,4
Riedstadt	24	1	42	8	22	0	27		
Spessart	14	0	68			0	11		
Wiesbaden				11	24	0	63		3,8

Abkürzungen und Erläuterungen:

C₆H₆: Benzol, Jm: Jahresmittelwert

Anz.: Anzahl der aufgetretenen Überschreitungen; Wert: Wert der Jahreskenngröße

GW: Grenzwert, GW+TM: Grenzwert plus Toleranzmarge, ZW: Zielwert für O₃

Farbe „violett“: Zielwertüberschreitungen (33.BImSchV)

Farbe „rot“: Überschreitungen GW + TM (22.BImSchV)



Abbildung 4: Überschreitungen des Beurteilungswertes für den Jahresmittelwert von NO₂ im Messjahr 2004

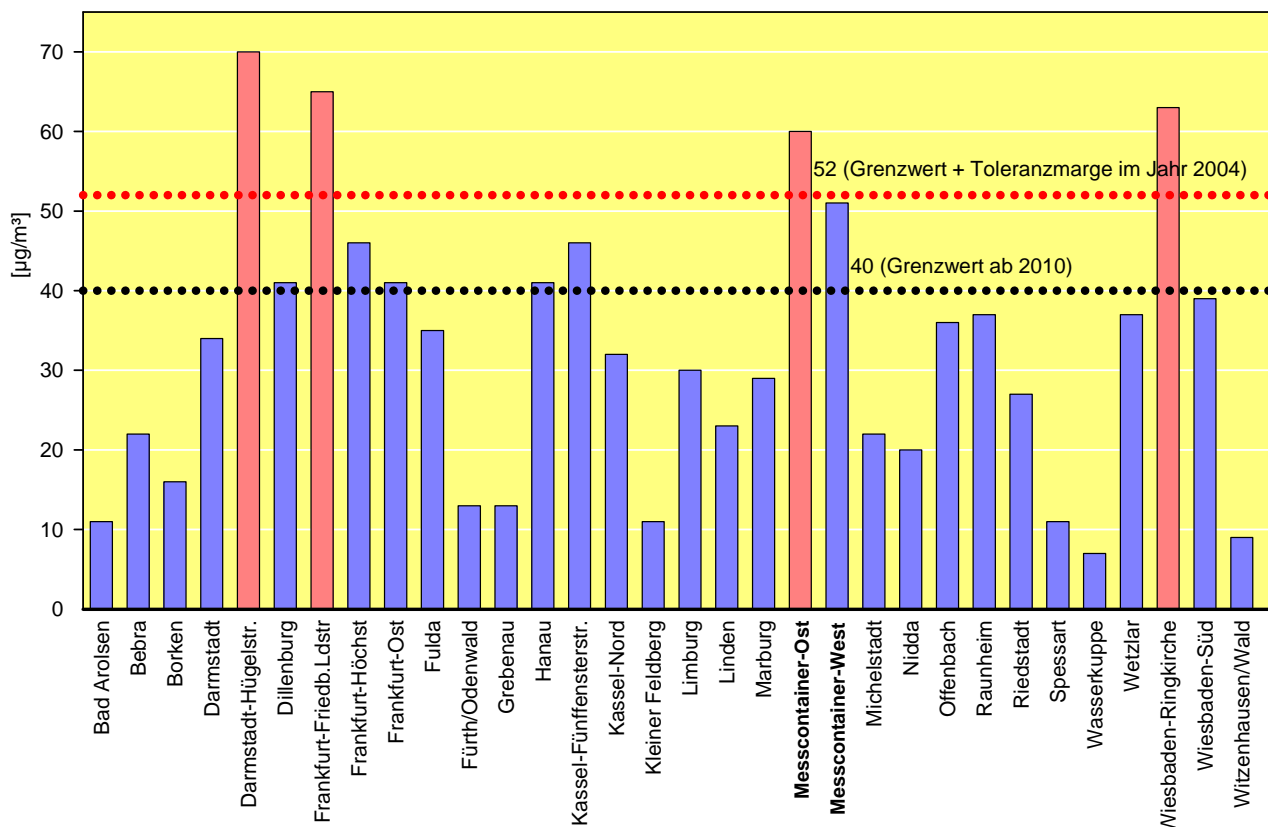


Abbildung 5: Überschreitungen des PM₁₀-Beurteilungswertes für den 24h-Wert im Messjahr 2004

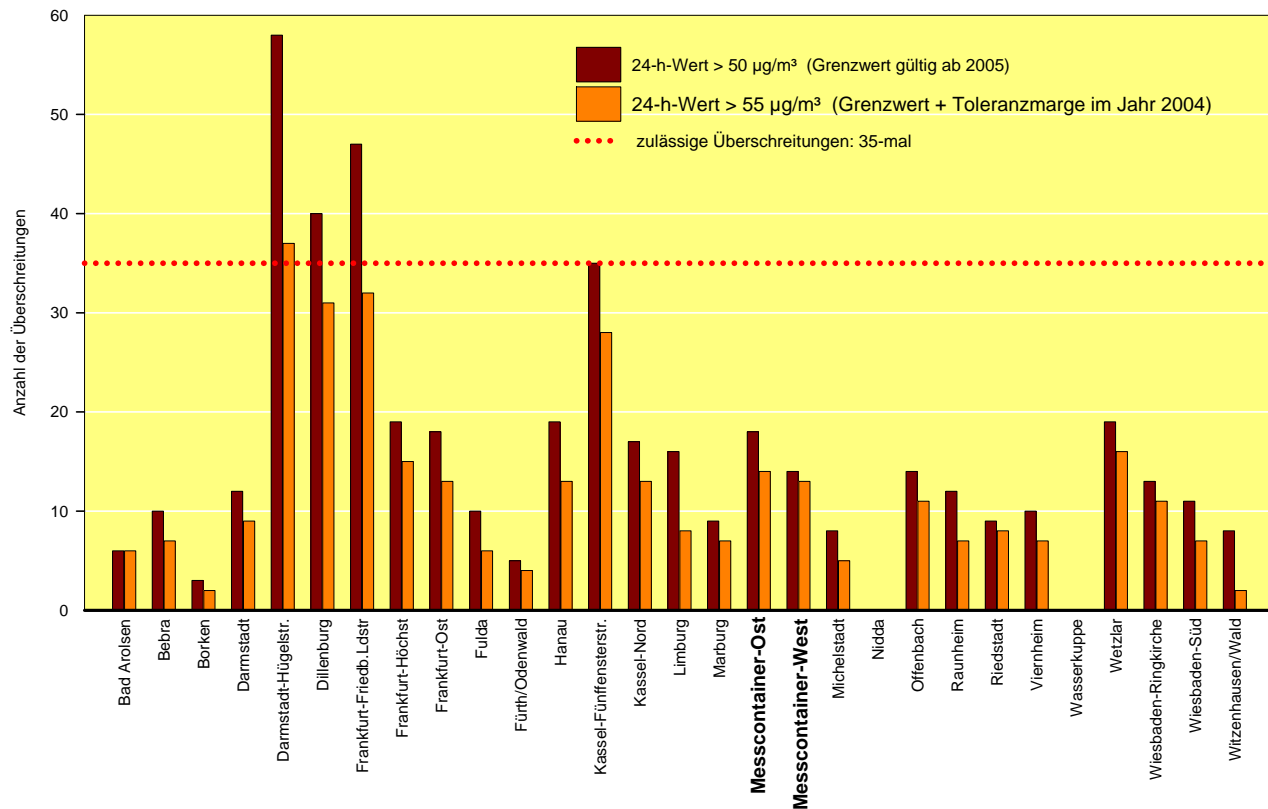
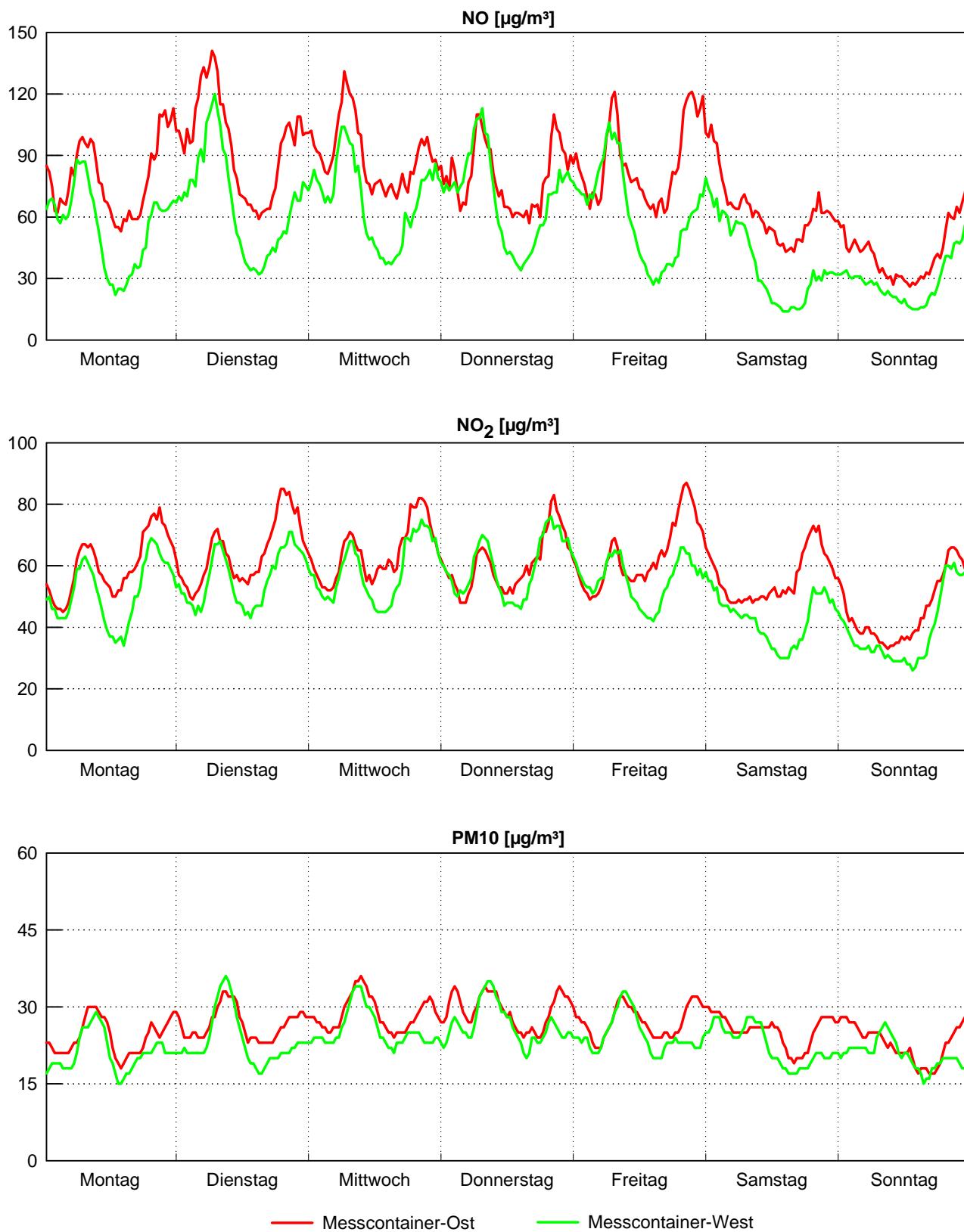


Abbildung 6: Wochengänge von NO, NO₂ und PM10 im Zeitraum vom 01.09.2003 bis 31.3.2005



Analyse der Wochengänge

In den Wochengängen von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid sind die höchsten Werte in den Morgen- und Abendstunden unter der Woche zu erkennen (siehe Abbildung 6), während die Konzentrationen am Wochenende niedriger ausfallen. Von Dienstag bis Donnerstag liegen die Extrema dieser Komponenten auf ähnlich hohem Niveau, lediglich am Montag fallen die Höchstwerte etwas niedriger aus. In fast allen Fällen liegen die Konzentrationswerte vom Messcontainer-Ost mit deutlicher Differenz über denen des Messcontainers-West.

Die Spitzen bei PM10 sind weniger stark ausgeprägt; es ist aber auch hier ein leichter Rückgang der Konzentrationswerte am Wochenende vorhanden, während sich unter der Woche die höchsten Maximalwerte Dienstag, Mittwoch und Donnerstag ausbilden.

Bemerkenswert ist, dass die NO₂- und PM10-Konzentrationen über Nacht nicht so stark abklingen wie der Verkehr in den späten Nacht- und frühen Morgenstunden zurückgeht. Wenn der Verkehr sein Minimum erreicht (siehe Abbildung 7), sind bei den Immissionen trotzdem weiterhin hohe Werte abzulesen. Grund für die Anreicherung der bodenemittierten Luftschadstoffe am Abend ist die vom Abend bis in die frühen Morgenstunden zunehmende Stabilisie-

rung der bodennahen Atmosphäre, die eine Verdünnung und Verteilung der Schadstoffe unterbindet.

Analyse der Tagesgänge

Der Tagesgang des Kfz-Verkehrs in Fahrtrichtung Süd weist seine beiden Maxima zwischen sieben und acht Uhr morgens und zwischen sechzehn und siebzehn Uhr abends auf. Die Verkehrszahlen beginnen morgens allerdings schon um ca. 4 Uhr, nachmittags um 15 Uhr kontinuierlich zu steigen und gehen in der Frühe ab 8 Uhr leicht zurück, in den Abendstunden beginnt ein stärkerer Rückgang um 18 Uhr. Dies ist in Abbildung 8 dargestellt.

Im Einzelnen weisen die mittleren Tagesgänge bei den direkt von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffkomponenten meist zwei Maxima (am Morgen und Abend) auf, die etwa dem Tagesgang des Verkehrsaufkommens entsprechen. Die Schadstoffkonzentrationen steigen mit dem einsetzenden Berufsverkehr morgens zwischen 4 Uhr und 5 Uhr an und erreichen die Maximalwerte zwischen 7 Uhr und 8 Uhr am Vormittag. Das zweite, abendliche Maximum wird etwa zwischen 20 und 21 Uhr erreicht. Zwischen den beiden Maxima gehen die Konzentrationswerte bis zum frühen Nachmittag wieder in den Bereich der nächtlichen Ausgangswerte zurück (siehe Abbildung 8).

Abbildung 7: Wochengang des Kfz-Verkehrs auf der A5 im Bereich der Messcontainer vom 01.09.2003 bis 31.10.2004

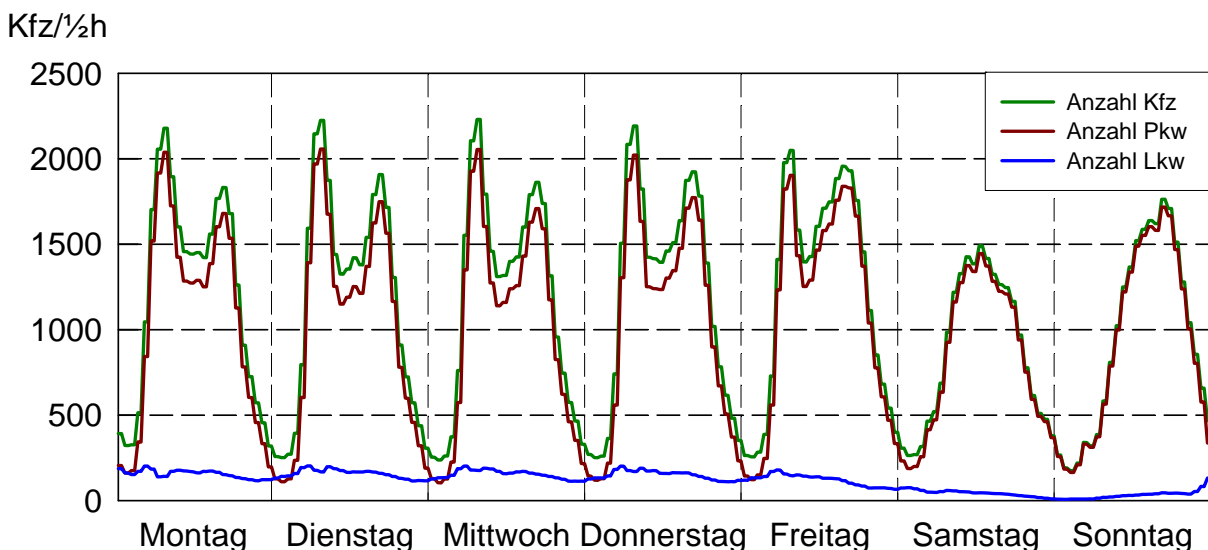


Abbildung 8: Mittlere Tagesgänge im Zeitraum vom 01.09.2003 bis 31.3.2005

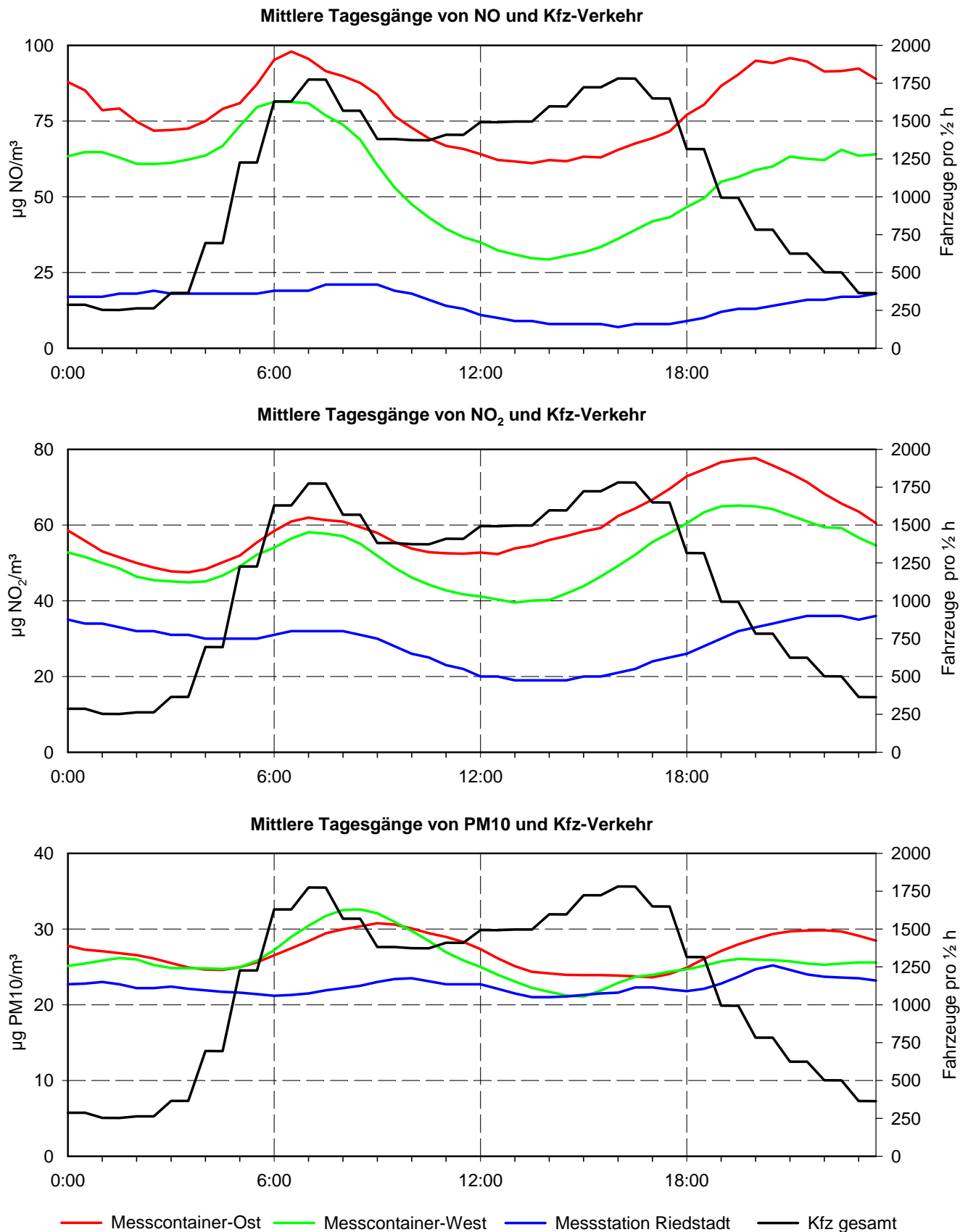
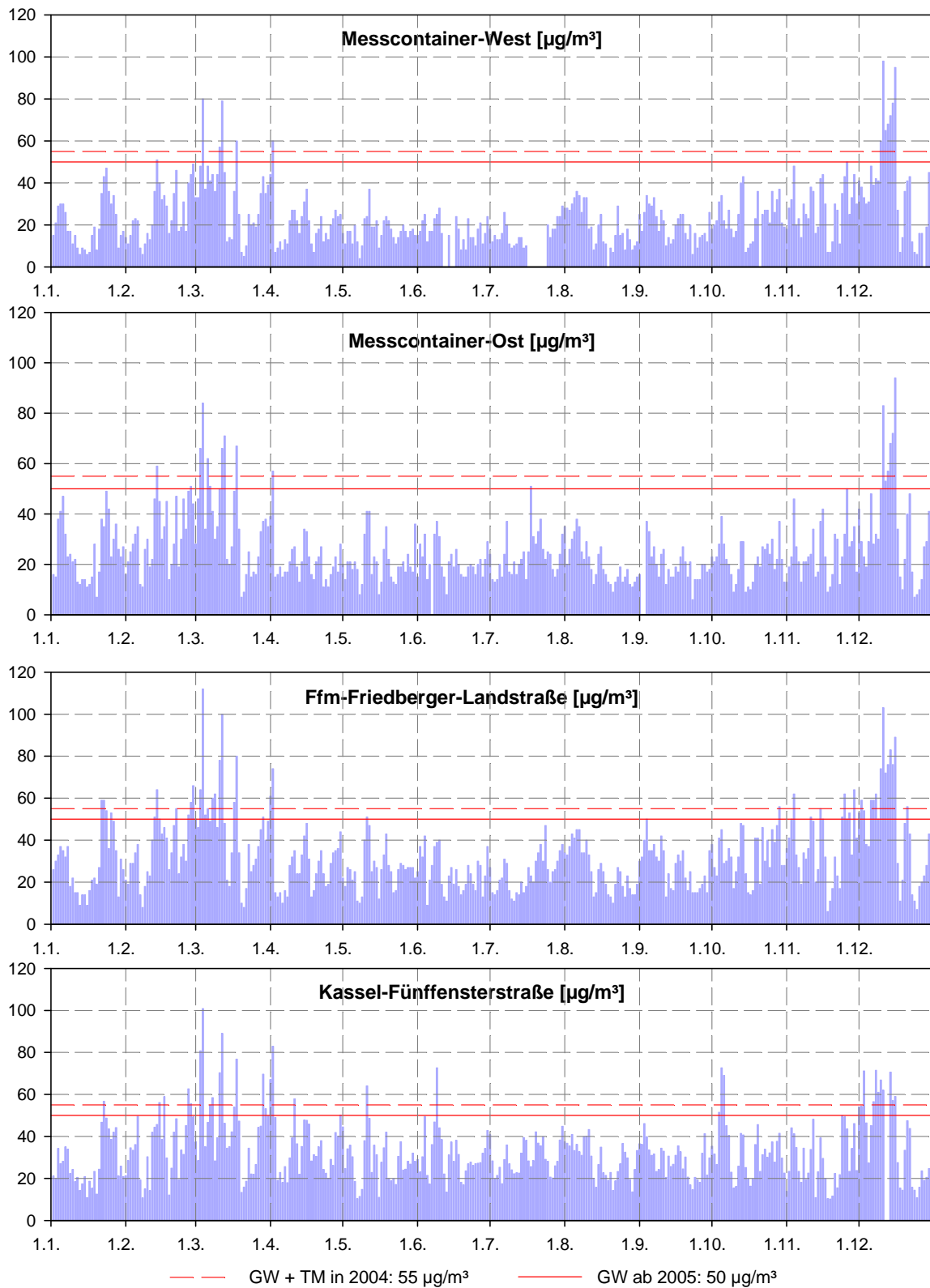


Abbildung 9: Tagesmittelwerte von PM10 im Messjahr 2004



Der Tagesgang von PM10 ist absolut gesehen weniger stark ausgeprägt als die Tagesgänge der Stickstoffoxide. Das erste Maximum ist bei PM10 zwischen 8 und 9 Uhr morgens und liegt auf der Seite des Messcontainers-West im Niveau ca. $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher, während das Maximum auf der Ost-Seite eine zeitliche Verschiebung um zwei Stunden aufweist. Abends ist es umgekehrt, gegen 18 Uhr steigen die Konzentrationen am Messcontainer-Ost stärker an und liegen ca. $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als am Messcontainer-West.

In Abbildung 8 ist zusätzlich der Tagesgang an der Messstation Riedstadt, die im ländlichen Raum liegt, eingezeichnet. Bei dem Tagesgang von NO sind die deutlichsten Unterschiede gegenüber den Messcontainern zu erkennen, da bei dieser Komponente durch die kurze Verteilzeit erhöhte Konzentrationen nur in Quellnähe gemessen werden. Bei NO₂ haben sich die Tagesgänge der drei Messstationen etwas angeglichen, wobei die NO₂-Belastung an den Messcontainern erhöht ist. Bei dem Tagesgang von PM10 ist der Unterschied am geringsten. In den Nachtstunden mit niedrigen Verkehrsaufkommen sinken die Messcontainer fast auf das Niveau der Station Riedstadt. Dies zeigt, dass bei PM10 die Hintergrundbelastung eine größere Bedeutung als bei den Stickstoffoxiden hat.

Tagesmittelwerte von PM10

Die Hauptursache für die Überschreitungen des PM10-Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an den verkehrsbezogenen Messstationen liegt sicherlich in der Belastung durch den Kfz-Verkehr. Neben den Emissionen als eigentlichen Verursacher der Belastung beeinflussen die meteorologischen Bedingungen das Ausmaß der Verteilung und Verdünnung bzw. der Anreicherung der Partikel in der Luft sowie deren Entfernung daraus. So ist erwähnenswert, dass im Jahr 2004 in rund 40 % der Fälle von Überschreitungen an den drei verglichenen Messstationen, die Großwetterlage „Hoch Mitteleuropa“ vorherrschte. In der vorliegenden Untersuchung sind die PM10-Überschreitungsfälle überwiegend im Winter und im Frühjahr (März) zu finden.

Charakteristisch für die Großwetterlagen, bei denen die meisten Überschreitungen zu beobach-

ten sind, ist eine ausgeprägte Hochdruckwetterlage mit geringer Windgeschwindigkeit, eingeschränkter vertikaler Durchmischung (ggf. in Verbindung mit einer länger andauernden Inversion), einer niedrigen Mischungsschichthöhe und geringer Niederschlagsneigung. Da solche Wetterverhältnisse bevorzugt in der kalten Jahreszeit auftreten, ist für PM10 auch die Neigung zu höheren Konzentrationen und Überschreitungsfällen in dieser Zeit größer. An den Messstationen Ffm.-Friedberger-Landstraße und Kassel-Fünfensterstraße werden an einigen Tagen gleichzeitig mit den Autobahnstationen Überschreitungen festgestellt (siehe Abbildung 9). Dies ist typisch für Tage, an denen eine großräumig geprägte PM10-Belastungssituation vorherrscht.

Angaben zur Vorbelastung

Zum Schluss der Immissionsauswertungen wird eine Abschätzung der Vorbelastung für das Messjahr 2004 vorgenommen, indem ausschließlich Messergebnisse bei Windrichtung zur Emissionsquelle Autobahn hin gemittelt werden. Hierzu werden für NO, NO₂ und PM10 vom Messcontainer-Ost alle Werte mit Anströmung aus dem Sektor zwischen 30° und 150° zusammen mit den entsprechenden Messergebnissen an der westlichen Station zwischen 210° und 300° gemittelt. Tabelle 6 enthält neben den so geschätzten Werten auch noch die Gesamtjahresmittelwerte von beiden Messcontainern sowie entsprechende Angaben von einigen Vergleichsstationen und zwar von der Verkehrsstation Frankfurt-Friedberger-Landstraße sowie den Stationen im städtischen Hintergrund Raunheim, Frankfurt-Ost, Darmstadt und Wiesbaden-Süd. Hier werden bewusst andere Vergleichsstationen mit ausschließlich städtischem Hintergrundcharakter herangezogen, um die Plausibilität der Schätzwerte zu untermauern. Die Übereinstimmung der geschätzten Werte für die Hintergrundbelastung an der stark befahrenen Autobahn insbesondere mit dem städtischen Hintergrund in Wiesbaden und Darmstadt ist für die meisten Komponenten verhältnismäßig gut. Die Größenordnung wird durch diese Schätzmethode auf jeden Fall getroffen.

Tabelle 6: Jahresmittelwert der Hintergrundbelastung 2004 mit dem Auswahlkriterium MC-Ost (zwischen 30° - 150°) und MC-West (zwischen 210° - 300°) sowie weitere Angaben zum Vergleich

Komponenten	Hintergrund	Mittelwert						
		MC-Ost	MC-West	Ffm.-Friedb.-Landstr.	Raunheim	Ffm.-Ost	Darmstadt	Wi-Süd
CO [mg/m ³]	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4		0,4	0,4
NO [µg/m ³]	16	77	50	59	25	26	15	21
NO ₂ [µg/m ³]	33	60	51	65	37	41	34	39
PM10 [µg/m ³]	21	25	24	32	23	26	23	23

Gesetzliche Grundlagen

- Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV) vom 11. September 2002 (BGBl. I S. 3626) – (BGBl. III 2129-8-22-1)
- Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommer-smog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV) vom 13. Juli 2004 (BGBl. I S. 1612)
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBl. S. 511)
- Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (Luftqualitäts-Rahmenrichtlinie)
- Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (1. Tochterrichtlinie)
- Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (2. Tochterrichtlinie)
- Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002

über den Ozongehalt der Luft
(3. Tochterrichtlinie)

Impressum

Bearbeiter:

Ina Bamberger
Tyrone Adu-Baffour
(FH Wiesbaden-Rüsselsheim)

Dipl.-Ing. M. Weiß
(Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie)

Herausgeber:

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Postfach 3209
65022 Wiesbaden
Telefon: 0611/6939-0 Telefax: 0611/6939-555

Vertrieb: Telefon: 0611/6939-111
 E-Mail: vertrieb@hlug.de
 Telefax: 0611/6939-113

Kartengrundlage:

TK 25; © HLBG, Verv.-Nr.: 2001-3-112
ATKIS ® DLM 1000; © Bundesamt für
Karographie und Geodäsie, 2006