

**Messbericht zu einer klimatologisch-lufthygienischen
Standmessung während einer austauscharmen
Wetterlage in der Stadt Witzenhausen**

Auftraggeber

Stadt Witzenhausen

Auftragnehmer

Universität Duisburg-Essen

Institut für Geographie

Abteilung Angewandte Klimatologie
und Landschaftsökologie

vorgelegt von

Prof. Dr. Wilhelm Kuttler

Dipl.-Umweltwiss. Klaus Kordowski

Dr. Andreas-Bent Barlag

Inhalt

1	Fragestellung und Zielsetzung.....	2
2	Untersuchungsmethoden	2
3	Ergebnisse.....	5
3.1	Meteorologische Randbedingungen	5
3.1.1	Übergeordnete Wetterlage	5
3.1.2	Temperaturinversion und Austauschsituation	6
3.2	Immissionssituation	8
3.2.1	Gasförmige Spurenstoffe	8
3.2.2	Partikel	12
3.2.3	Überblick und Zusammenfassung der Immissionssituation	13
3.3	Windrichtungsabhängige Untersuchung.....	14
4	Diskussion der Ergebnisse.....	17
	Literatur	18

1 Fragestellung und Zielsetzung

Die Firma SCA Packaging Containerboard Deutschland GmbH plant am Standort Witzhausen die Erweiterung eines Heizkraftwerkes auf eine Feuerungsleistung von 124 MW. In Reaktion auf den Genehmigungsbescheid des Regierungspräsidiums Kassel und dem folgenden Widerspruch durch KUMM (2005) wurde die Abteilung Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie an der Universität Duisburg-Essen von der Stadt Witzhausen beauftragt, eine temporäre, 24 h andauernde, ortsfeste klimatologisch-lufthygienische Messung durchzuführen.

Das Planungsobjekt liegt ca. 2,8 km südlich des Stadtkerns von Witzhausen auf ca. 171 m ü. NN im Gelstertal, einem relativ eng eingeschnittenen Tal mit einer Schulterhöhe von ca. 150 m im Bereich des Heizkraftwerkes (siehe Abbildung 1). Das Gelstertal öffnet sich ca. 2 km nordnordöstlich des Kraftwerkes in das südost-nordwestlich verlaufende Tal der Werra. Es besteht die Vermutung, dass es durch Emissionen des Kraftwerkes (Schornsteinhöhe 140 m) bei einer Wetterlage mit ausgeprägter Talinversion (Temperatursperrschicht unterhalb der Talschulter) zu einer Akkumulation von Spurenstoffen im Bereich des Tals kommt und dies bei einer Luftströmung aus südlichen Richtungen zu einer Immissionszusatzbelastung im Bereich des Stadtgebietes von Witzhausen führen könnte.

Ziel dieser Untersuchung ist, durch eine temporäre Immissionsmessung von 24 Stunden Dauer während einer solchen Wetterlage die aktuellen Immissionskonzentrationen zu messen und auf dieser Basis Anhaltspunkte dafür zu finden, ob eine Realisierung des Planobjektes zu einer Zusatzbelastung der Immission von verbrennungsspezifischen Spurengasen im Siedlungsbereich Witzhausens führen könnte.

2 Untersuchungsmethoden

In der Zeit von Mittwoch, 19.12.2007, 18 Uhr bis Freitag, 21.12.2007, 6 Uhr wurde in Witzhausen mittels des mobilen Messlabors der Abteilung Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie der Universität Duisburg-Essen (Abbildung 2) eine temporäre Messung lufthygienischer und meteorologischer Parameter durchgeführt. Erfasst wurden neben Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Globalstrahlung die bodennahen Konzentrationen von Kohlenmonoxid (CO), Stick-

stoffoxiden (NO_x), Ozon (O_3), luftgetragenen Partikeln (PM_x) und aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX). Eine Auflistung der eingesetzten Messinstrumente befindet sich in Tabelle 1.

Der Messstandort befand sich im Süden des Stadtgebietes Witzenhausen (Ritzmühlengeweg, 143 m ü. NN, $51^\circ 20' 16,1''$ N, $9^\circ 51' 48,3''$ E) am Ausgang des Gelstertals in das Werratal (Abbildung 1) und lag damit in ca. 2,4 km Entfernung (Luftlinie) nordnordöstlich des Planungsobjektes und wurde in Absprache mit dem Auftraggeber festgelegt. Nach Osten ist der Standort durch einen auslaufenden Höhenrücken von ca. 20 m Höhe vom dort nach Süden abknickenden Werratal getrennt. Die Stärke des Kfz-Verkehrs im unmittelbaren Bereich des Messstandortes ist als gering einzuschätzen, lokale Emissionen können bei der Ergebnisinterpretation jedoch nicht völlig außer Acht gelassen werden; auch ist eine evtl. Zusatzbelastung durch Kraftfahrzeugemissionen auf der im Gelstertal verlaufenden Bundesstraße 451 möglich.

Die Größen der erfassten Parameter wurden kontinuierlich gemessen und in 1 min-Mittelwerten aufgezeichnet (Ausnahme BTEX: 15 min-Mittelwerte). Die Auswertung geschah auf Basis von 15 min-Mittelwerten bzw. der interstationäre Vergleich mit Stationsdaten (des HLUG, siehe unten) auf 30 min-Mittelwerten. Die vertraglich vereinbarte 24 Stunden dauernde Messung wurde aus Gründen erhöhter Repräsentativität auf 36 Stunden verlängert.

Als Referenzdaten wurden Werte der Station *Witzenhausen-Wald* aus dem Messnetz des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG 2008a) herangezogen. Diese ca. 460 m höher als der Messstandort liegende siedlungsferne Station in Kuppenlage (603 m ü. NN, $51^\circ 17' 39,9''$ N, $9^\circ 46' 32,5''$ E) ist unbeeinflusst von anthropogenen Emissionen der näheren Umgebung und wird bei einer ausgeprägten Talinversion oberhalb der Sperrschicht liegen und die übergeordnete Strömungssituation wiedergeben. Die horizontale Entfernung zum Messstandort beträgt ca. 7,7 km (siehe Abbildung 1). Zur weiteren Ergebnisinterpretation wurden Daten weiterer HLUG-Stationen herangezogen. Details zu diesen Stationen sind der Internetpräsentation des Landesamtes zu entnehmen (HLUG 2008a).

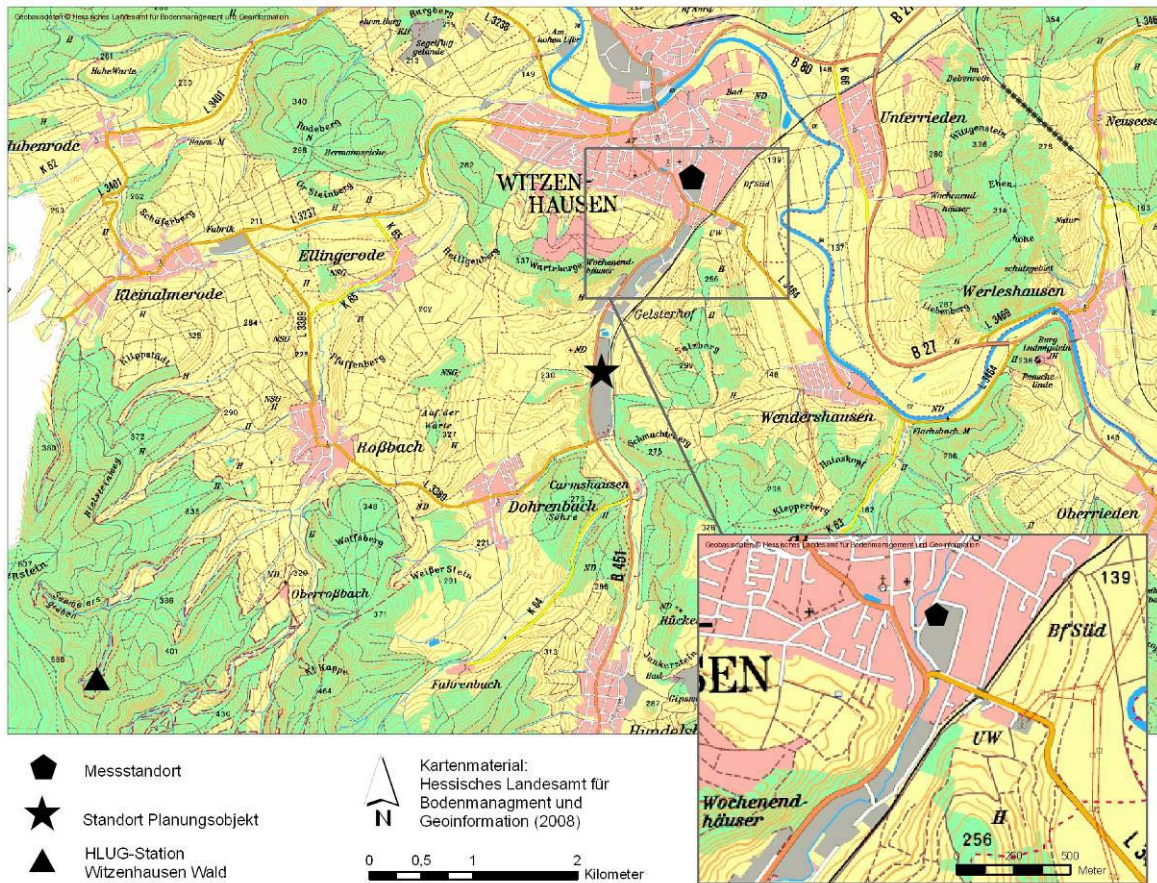


Abbildung 1: Standorte der Messung, der HLUG-Station Witzenhausen-Wald sowie des Planungsobjektes



Abbildung 2: Mobiles Messlabor der Abteilung Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie, Universität Duisburg-Essen (Foto: K. Kordowski)

Tabelle 1: Geräteausstattung zur Erfassung atmosphärischer Spurenstoffe und meteorologischer Größen des mobilen Messlabors

Komponente	Hersteller/Gerät	Messprinzip
Stickstoffoxide (NO _x)	Horiba APOA-350 E	Chemilumineszenz
Kohlenmonoxid (CO)	Monitoner Labs ML 9830 B	NDIR-Photometrie
Ozon (O ₃)	Horiba APNA-350 E	UV-Absorption
Partikel (0,25 µm – 32 µm)	Grimm EnvironCheck 107	90° - Streulichtmessung
BETX	Synspec GC 955, PID Detektor	Gaschromatographie
Lufttemperatur	Friedrichs	Platin-Widerstand (Pt 100)
rel. Luftfeuchtigkeit	Friedrichs	kapazitiv
Windrichtung- und Geschw.	Thies	2D-Ultraschallanemometer
Globalstrahlung	Friedrichs Pyranometer CM 11/14	Fotometrie

3 Ergebnisse

3.1 Meteorologische Randbedingungen

3.1.1 Übergeordnete Wetterlage

Nach DWD (2008) lag Deutschland im Zeitraum 15.-22.12.2007 unter stabilem Hochdruckeinfluss (Großwetterlage *Hoch Mitteleuropa*). Diese weitgehend niederschlagsfreie und schwachwindige Episode war im ganzen Land gekennzeichnet durch hohe Sonneneinstrahlung in den Bereichen, in denen sich bodennah entstandener Nebel auflösen konnte. Das Untersuchungsgebiet war im Messzeitraum niederschlagsfrei und nahezu unbewölkt mit einem Maximum der Globalstrahlung von 180 W/m² am Messstandort. Die für die Ausprägung einer für das Messvorhaben wünschenswerten autochthonen Situation nötige Vorlaufzeit dieser Wetterlage war gegeben, d.h. vorhandene geländeklimatologische Phänomene konnten sich ausreichend ausprägen.

Die vorherrschende Wetterlage kann als typische winterliche Hochdruckwetterlage beschrieben werden, bei der sich unter einer bodennah ausgeprägten Temperaturinversion Spurengasemissionen akkumulieren können. Bezogen auf das Untersuchungsgebiet kann von einer sogenannten *worst-case* Situation gesprochen werden.

3.1.2 Temperaturinversion und Austauschsituation

Obwohl der Messstandort (Talsituation) und die Referenzstation Witzenhausen-Wald (Berglage) einen horizontalen Versatz von ca. 7,7 km aufweist, ist aufgrund der flächendeckend stabilen übergeordneten Wetterlage ein Temperaturvergleich und ein Rückschluss auf Inversionsverhältnisse zulässig.

In Abbildung 3 sind die Verläufe der Lufttemperaturen an beiden Standorten sowie der resultierende vertikale Temperaturgradient dargestellt. Die Lufttemperatur am Messstandort wies am 20.12. einen geringen Tagesgang auf, jedoch war der durchgehende Trend eine fortschreitende Auskühlung des Talgrundes im Messzeitraum. Die Temperatur an der 460 m höher gelegenen Referenzstation war durchweg höher und stieg nach einem Wechsel der Anströmungsrichtung (vgl. Abbildung 4) entgegen dem Tagesgang weiter an. Das Maximum des Temperaturgradienten wurde mit 2,8 K/100 m am Ende des Messzeitraums erreicht.

Der Vergleich beider Stationen zeigt also eine deutlich ausgeprägte Temperaturinversion, die im Verlauf der Messung an Intensität zunahm. Obwohl keine Aussagen über den vertikalen Aufbau der Sperrschicht getroffen werden können, kann davon ausgegangen werden, dass die tiefliegenden Talbereiche thermisch von der höher liegenden Atmosphäre isoliert waren.

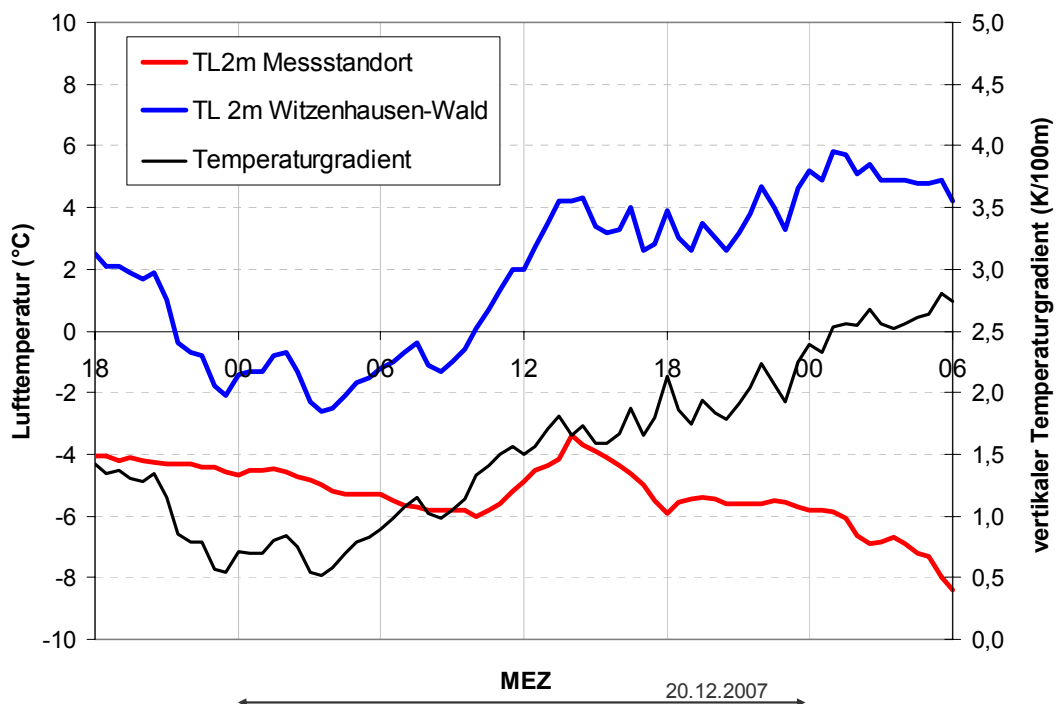


Abbildung 3: Verläufe der Lufttemperatur am Messstandort in Witzenhausen (143 m ü. NN) und an der HLUG-Station Witzenhausen Wald (603 m ü. NN) sowie der resultierende vertikale Temperaturgradient im Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

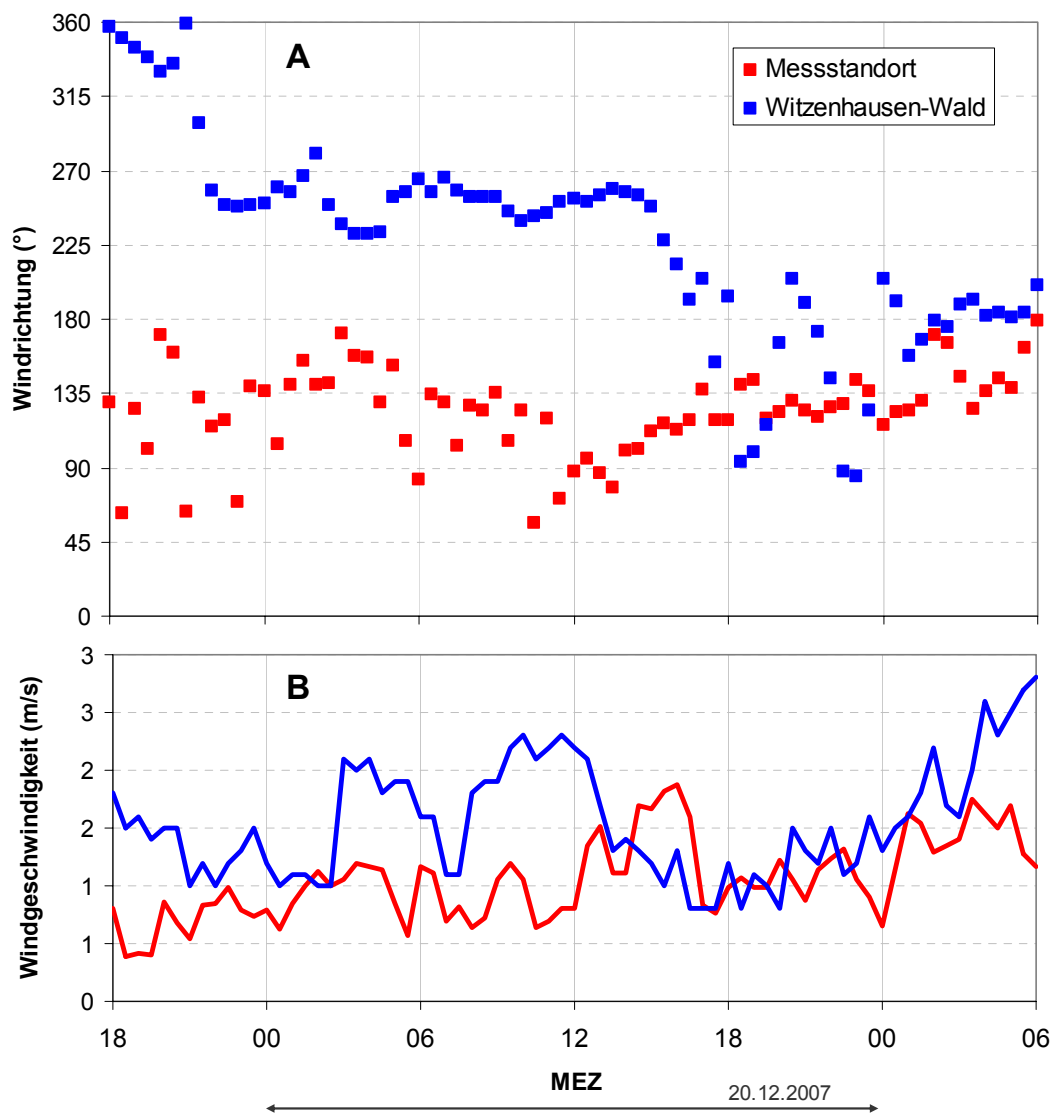


Abbildung 4: Verlauf von Windrichtung (A) und Windgeschwindigkeit (B) am Messstandort und an der HLUG-Station Witzenhausen-Wald für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

Abbildung 4 zeigt den Verlauf von Windrichtung und Windgeschwindigkeit an beiden Stationen. Die am Messtandort dominierende Windrichtung aus dem südöstlichen Sektor divergierte deutlich von der übergeordneten westlichen Anströmung an der Referenzstation, bis dort am Nachmittag des 20.12. die Hauptwindrichtung in den Südsektor wechselte.

An beiden Standorten war es durchgehend schwachwindig: Am Messtandort lag die mittlere Windgeschwindigkeit mit 1,1 m/s etwas niedriger als die der Referenzstation (1,6 m/s). Das niedrige Niveau der Windgeschwindigkeit an dieser Kuppenlage ist auffällig, bei Berücksichtigung der vorherrschenden Wetterlage jedoch plausibel.

Die vorherrschenden Windverhältnisse lassen den Schluss zu, dass das Strömungssystem im Tal während des Messzeitraums durch die beschriebene thermische Schichtung vollständig von der übergeordneten Situation abgekoppelt und durch eine eigene Kaltluftdynamik charakterisiert war. Die häufigste Anströmungsrichtung am Messstandort ist dabei Ost-südost (im Gegensatz zu West-südwest an der Station Witzenhausen-Wald, vgl. Abbildung 5), was dem Verlauf des übergeordneten Werratal entspricht und auf einen dominanten Kaltluftstrom hinweist, der einen südlichen Zustrom aus dem Gelstertal umlenkt und in der Windrichtungshäufigkeitsverteilung überlagert. Diese Beobachtung deckt sich mit den berechneten Windrichtungshäufigkeiten des Windrosen-Atlas Hessen (HLUG 2008b), wo der Verlauf der Werra ebenfalls einen übergeordneten Einfluss besitzt.

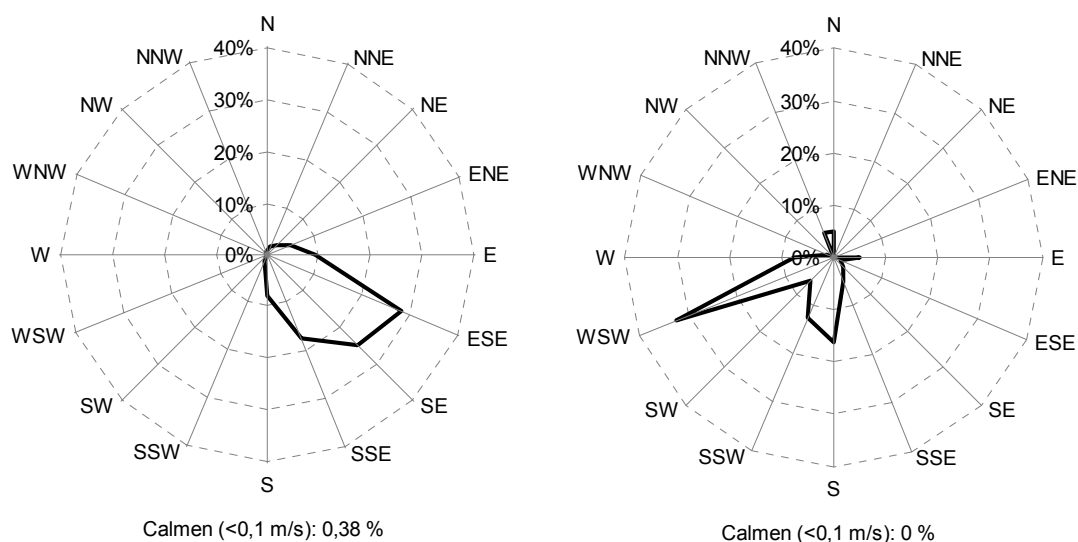


Abbildung 5: Windrichtungshäufigkeitsverteilung am Messstandort in Witzenhausen (links) und an der HLUG-Station Witzenhausen-Wald (rechts) für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

3.2 Immissionssituation

3.2.1 Gasförmige Spurenstoffe

Kohlenmonoxid (CO)

Abbildung 6 zeigt den Verlauf der Kohlenmonoxidkonzentration am Messstandort. Das Konzentrationsniveau lag im ganzen Zeitraum auf einem sehr niedrigen Niveau mit einem Gesamtmittelwert von $0,5 \text{ mg/m}^3$ (im Vergleich dazu liegt der 8 h-Grenzwert nach 22. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) bei 5 mg/m^3). Es ist zudem

kein signifikanter Tagesgang oder eine deutliche Akkumulation zu erkennen. Als Vergleichswert sei hier der Mittelwert von $1,1 \text{ mg/m}^3$ an der HBUG-Station Kassel-Nord (Stadttrandstation, vgl. Tabelle 3) genannt, was die Plausibilität der am Messstandort erfassten geringen Immissionen bestätigt.

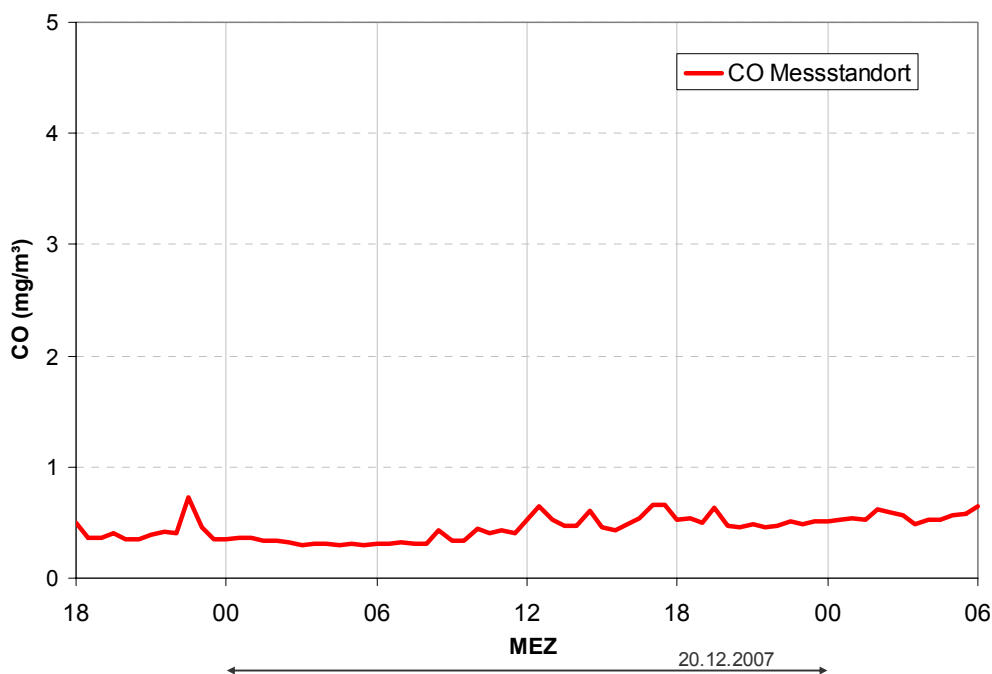


Abbildung 6: Verlauf der Konzentration von Kohlenmonoxid (CO) am Messstandort für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

Stickstoffmonoxid (NO)

Auch NO (Abbildung 7) als weiteres primäres verbrennungsbürtiges Spurengas lag mit einem Mittelwert von $15,6 \mu\text{g/m}^3$ auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau: Die empfohlene maximale Immissionskonzentration (MIK) liegt bei $500 \mu\text{g/m}^3$ im Tagesmittel nach VDI-Richtlinie 2310 (VDI 2004). Jedoch war ein deutlicher Tagesgang zu erkennen: Lag die NO-Konzentration in der Nacht vom 19.12 auf den 20.12. z.T. noch unterhalb der Nachweisgrenze, stieg die NO-Immission ab dem Morgen des 20.12. bis zum Abend hin an (Maximum $41,6 \mu\text{g/m}^3$), sinkt dann aber nicht wieder auf das Ursprungsniveau, was auf den schon angesprochenen geringen Austausch unterhalb der Talinversion und damit einer Spurenstoffakkumulation zurückzuführen ist. Die Tagesperiodizität von NO ist ein Hinweis auf Emissionen aus dem Kfz-Verkehr und u. U. dem Hausbrand im Einflussbereich der Station. Auch das NO_2/NO Verhältnis mit Werten <1 (Tagsituation am 20.12., die NO_2/NO -Verhältnisse am 19.12. haben aufgrund des sehr niedrigen NO-Levels nur eine bedingte Aussagekraft) lagen in einem plausiblen Bereich für vom Straßenverkehr beeinflusste Stadtgebiete (KUTTLER 1997).

Die NO-Immission an der Referenzstation Witzenhausen Wald lag im gesamten Zeitraum an der Nachweisgrenze, was mit den Stationscharakteristika (siedlungsferne Waldstation), vor allem aber mit der Lage der Station über der Talinversion erklärt werden kann.

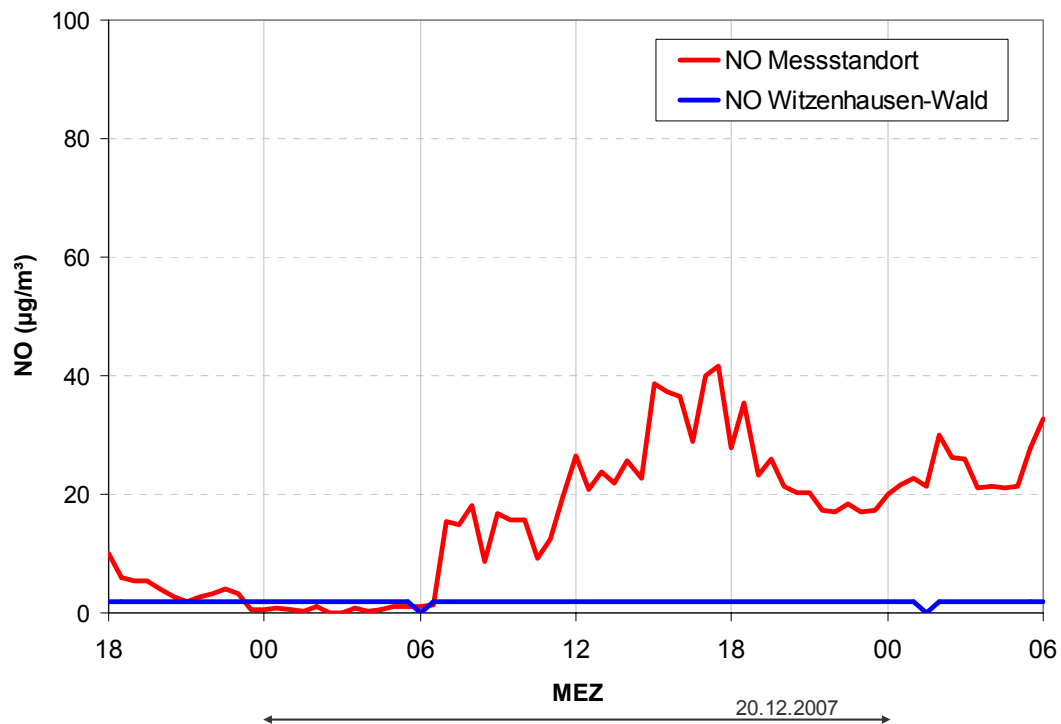


Abbildung 7: Verlauf der Konzentration von Stickstoffmonoxid (NO) am Messtandort für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

Stickstoffdioxid (NO₂)

Die Immission von NO₂ (Abbildung 8) lag mit einem Mittel von 7,8 µg/m³ am Messstandort ebenfalls auf einem niedrigen Niveau (zum Vergleich 1h-Grenzwert nach 22. BImSchV: 250 µg/m³). Sowohl eine Tagesvariabilität als auch eine Akkumulation im Messzeitraum ist nicht zu erkennen. Die Konzentration von NO₂ an der Referenzstation war ebenfalls sehr gering und lag an der dort spezifischen Nachweisgrenze der Messgeräte, so dass ein direkter Vergleich nicht möglich ist.

Aromatische Kohlenwasserstoffe: BETX

Die viertelstündlich per Gaschromatographie bestimmten Konzentrationen der aromatischen Kohlenwasserstoffe (Ethyl-)Benzol, Toluol, m-,p-,o-Xylol sind in Abbildung 9 aufgetragen. Für alle Komponenten ist das Immissionsniveau als gering zu beschreiben. Ein Grenzwertvergleich ist nicht ohne weiters möglich, da die 22. BImSchV lediglich einen Jahresgrenzwert für Benzol (5 µg/m³) vorgibt. Die Werte für Benzol lagen im Messzeitraum bei einem Mittelwert von 2,9 µg/m³. Das mittlere Toluol/Benzol Verhält-

nis von 1,01 ist nicht typisch für durch Kfz-Verkehr beeinflusste Immissionen (bei denen der Anteil des Toluols höher wäre), so dass gewerbliche oder industrielle Emittenten im Einflussbereich des Messstandortes möglich sind, was aber durch eine anströmungsabhängige Untersuchung (nicht dargestellt) nicht bestätigt werden konnte.

Im Verlauf der Messung stiegen die Konzentrationen aller Komponenten leicht an, was durch eine Akkumulation bei den vorherrschenden austauscharmen Verhältnissen erklärt werden kann. Eine Tagesvariabilität ist für (Ethyl-)Benzol und Toluol nur schwach ausgeprägt.

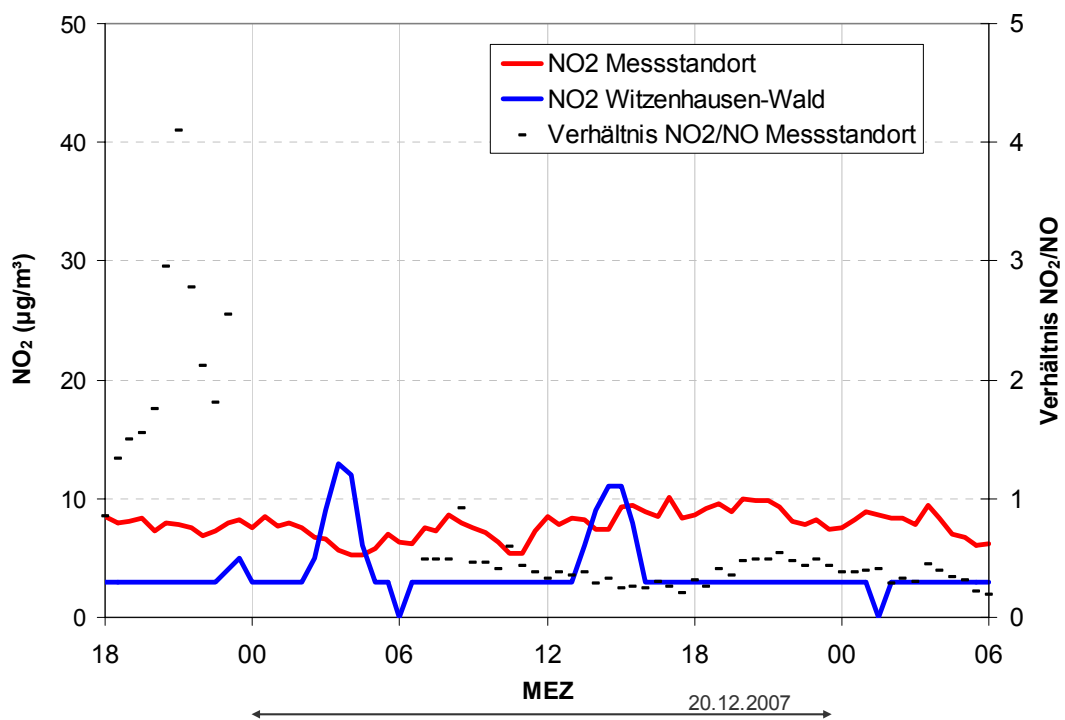


Abbildung 8: Verlauf der Konzentration von Stickstoffdioxid (NO) und des NO₂/NO-Verhältnis am Messstandort und an der Station Witzenhausen-Wald für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr. Die Werte des NO₂/NO-Verhältnisses in der Nacht vom 19.12. auf den 20.12. wurden aus dieser Darstellung eliminiert, da dort die NO-Konzentration unterhalb der Nachweisgrenze nahe des Nullpunktes lagen, was die Aussagekraft des Quotienten beeinträchtigt

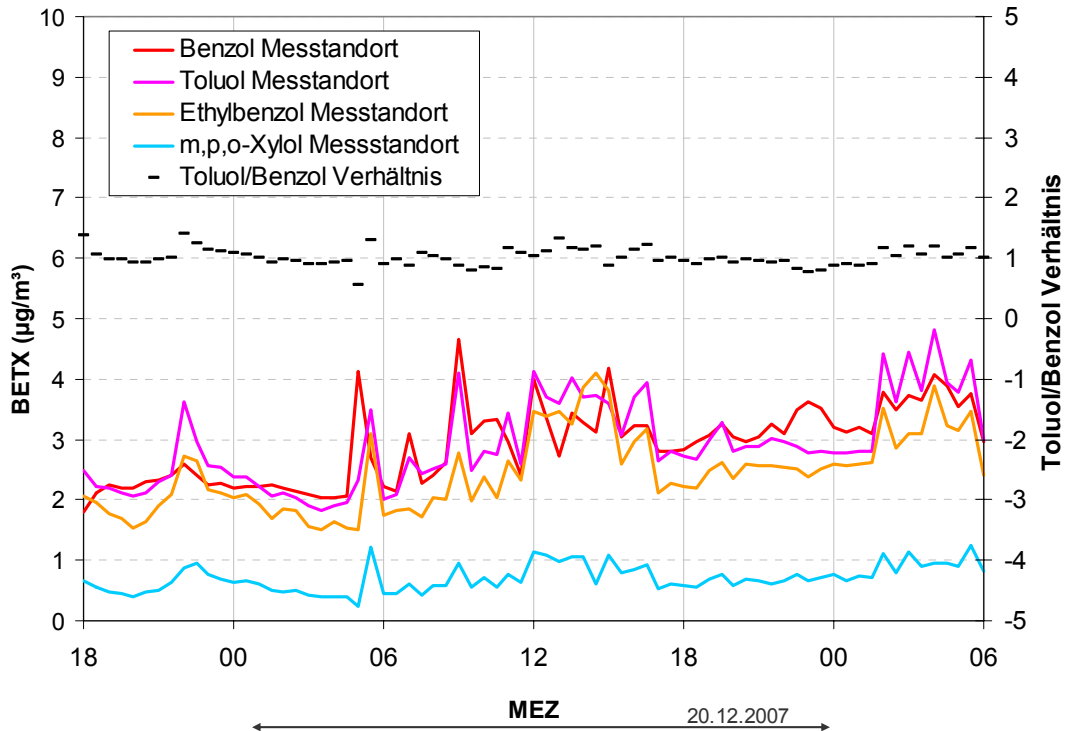


Abbildung 9: Verlauf der Konzentration der aromatischen Kohlenwasserstoffe (BETX) und des Toluol/Benzol Verhältniss am Messstandort für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

3.2.2 Partikel

Die Immissionskonzentrationen der Größenfraktionen luftgetragener Partikel (PM_x , Abbildung 10) sind als hoch zu bewerten. Mit einem PM_{10} Tagesmittel von $51,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am 20.12.2007 zählt dieser Tag als Überschreitungstag im Sinne der 22. BImSchV (Tage mit $PM_{10} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Zudem ist ein deutlicher Tagesgang der Konzentration am 20.12. mit einem Maximum von $76,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erkennen.

Allerdings muss bei der Partikelbelastung die übergeordnete Wetterlage berücksichtigt werden. Das windschwache Hochdruckwetter begünstigte die Ausbildung bodennaher Inversionen und damit die Akkumulation von Spurenstoffen. Landesweit herrschten in Hessen an den Messstationen des HLUG im Messzeitraum hohe PM_{10} Werte (Tabelle 2): Am 20.12. registrierten 76 % der Stationen eine Grenzwertüberschreitung, das Gesamtmittel von PM_{10} lag bei $56,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Immissionssituation am 19.12. bzw. 21.12.2007 zeigte ein analoges Bild. Es kann also davon ausgegangen werden, dass am Messstandort ein Teil der PM_{10} -Immission durch eine hohe regionale Hintergrundbelastung bestimmt wurde. Ausgenommen davon ist die Referenzstation Witzenhausen-Wald, die aufgrund der hohen Lage oberhalb der bodennahen Inversion und der emittentfreien Umgebung ein sehr geringes Konzentrationsniveau zeigte.

Tabelle 2: Tagesmittelwerte für PM₁₀ aller HLUG-Stationen und Anzahl der Stationen, die einen Grenzwertüberschreitungstag (>50 µg/m³) registrierten

	19.12.2007	20.12.2007	21.12.2007
Tagesmittel PM ₁₀ (µg/m ³) HLUG-Stationen (n=29)	57,4	56,7	71,2
Anzahl HLUG-Stationen > 50 µg/m ³	25 (86,2 %)	22 (75,9 %)	24 (82,8 %)
Mittelwert PM ₁₀ Messstandort (µg/m ³)		51,0	

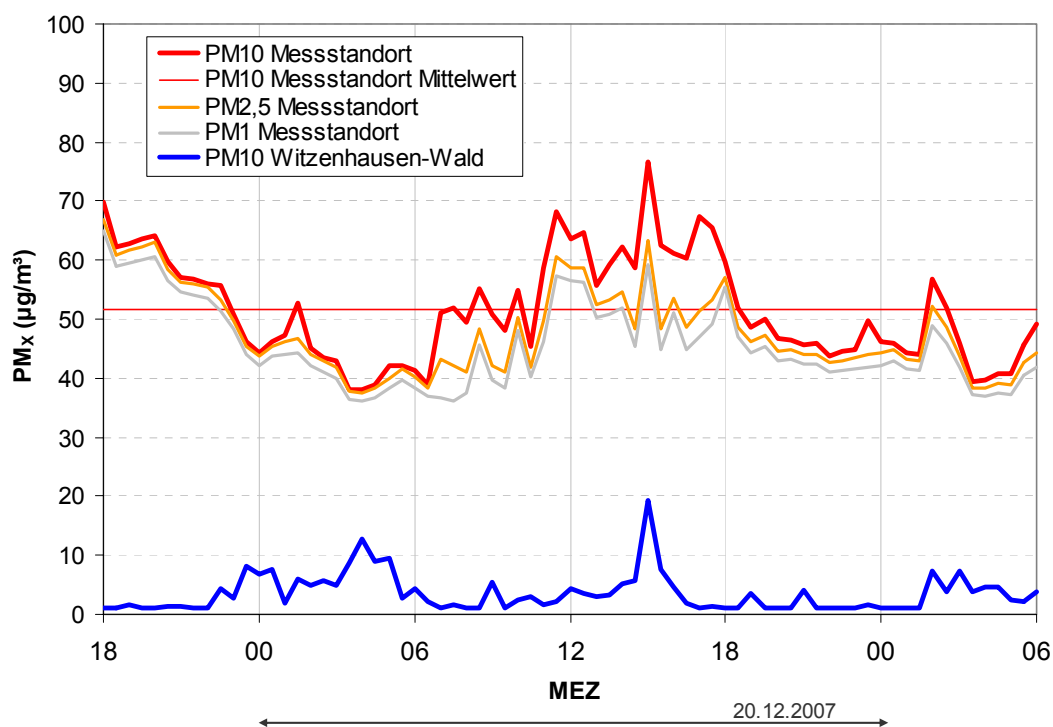


Abbildung 10: Verlauf der Konzentration der Partikelfraktion PM₁₀ am Messstandort und an der Vergleichsstation Witzenhausen-Wald für den Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

3.2.3 Überblick und Zusammenfassung der Immissionssituation

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte aller lufthygienischen Komponenten der vorliegende Messung und der Referenzstationen aufgelistet.

Bei allen gasförmigen Spurenstoffen ist die Immissionssituation am Messstandort als gut zu werten, in dem Sinne, dass keine hohen absoluten Konzentrationen gemessen wurden. Dies gilt insbesondere unter den gegebenen austauscharmen Bedingungen mit einer stabil geschichteten bodennahen Atmosphäre, was im Allgemeinen eine Akkumulation von Spurenstoffen begünstigt. Im Gegensatz zur Messung in Witzenhausen, kann dies insbesondere an direkt vom Straßenverkehr beeinflussten Standorten zu weitaus höheren Immissionen führen (z.B. NO an HLUG-Stationen in Kassel).

Die Partikelkonzentrationen, dabei hervorgehoben das PM₁₀, lagen bei dieser Messung auf einem erhöhten Level, allerdings nur wenig über der Grenzwertschwelle. Jedoch zeigt der interstationäre Vergleich, dass die Hintergrundbelastung regional und überregional im Messzeitraum hoch lag, die hohen Immissionen in Witzenhausen also nur zum Teil durch eine lokale Zusatzbelastung hervorgerufen sein dürfte.

Tabelle 3: Mittelwerte lufthygienischer Komponenten am Messstandort und an ausgewählten HLUG-Stationen für den gesamt Messzeitraum (19.12. 2007, 18 Uhr - 21.12.2007, 6 Uhr) und für nur den 20.12.2007 (24 Stunden)

	Standort dieser Untersuchung (Witzenhausen, 143 m ü.NN)		HLUG-Station Witzenhausen Wald (Umland, 603 m ü. NN)		HLUG-Station Kassel-Nord (Stadtrand, 167 m ü. NN)		HLUG-Station Kassel Fünf-fensterstr. (Innenstadt, 167 m ü. NN)	
	ges.	nur 20.12.	ges.	nur 20.12.	ges.	nur 20.12.	ges.	nur 20.12.
CO (mg/m ³)	0,5	0,4			1,1	1,2	1,4	1,5
NO (µg/m ³)	15,7	16,5	2,0	2,0	137,5	154,0	182,7	182,4
NO ₂ (µg/m ³)	7,8	7,8	3,9	4,3	4,9	5,8	70,8	83,4
PM ₁₀ (µg/m ³)	51,0	51,5	3,5	3,9	74,9	78,0	72,8	75,7
PM _{2,5} (µg/m ³)	47,2	46,7						
PM ₁ (µg/m ³)	44,9	44,2						
Benzol (µg/m ³)	2,9	2,9					6,4	7,1
Toluol (µg/m ³)	2,9	2,9					10,7	13,5
Ethylbenzol (µg/m ³)	2,5	2,4						
m,p,o-X (µg/m ³)	0,7	0,7					9,3	10,7

3.3 Windrichtungsabhängige Untersuchung

Um auf Basis der gemessenen Immissionsdaten und meteorologischen Größen Hinweise auf Emissionsquellen zu bekommen, wurden verschiedene Spurenstoffwindrosen angefertigt (16-teilig, Mittelungsbereich 22,5°). Der erste Schritt ist, die gemessenen Konzentrationen windrichtungsabhängig darzustellen. Die resultierenden Konzentrationswindrosen sind in ihrer Aussagekraft jedoch begrenzt, da weder Windrichtungshäufigkeit noch Windgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Auf die Darstellung dieser Ergebnisse wird daher verzichtet.

In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind die windrichtungsabhängigen Massenflussdichten und Massenflussdichtedosen¹ dargestellt. Für CO, NO und PM_x traten die höchsten Massenflussdichten im Ost-südost-Sektor auf, allerdings ist eine schwach ausgeprägte Zweigliedrigkeit mit einem sekundären Maximum im Südsektor zu erkennen (stärker ausgeprägt bei NO und schwach bei CO und BETX). Die Massenflussdichtedosen aller Komponenten wurden durch die ost-südöstliche Hauptwindrichtung (vgl. Abbildung 5) dominiert, der größte Massenanteil der am Messstandort registrierten Spurenstoffe hatte während der Messung seinen Ursprung in dieser Richtung.

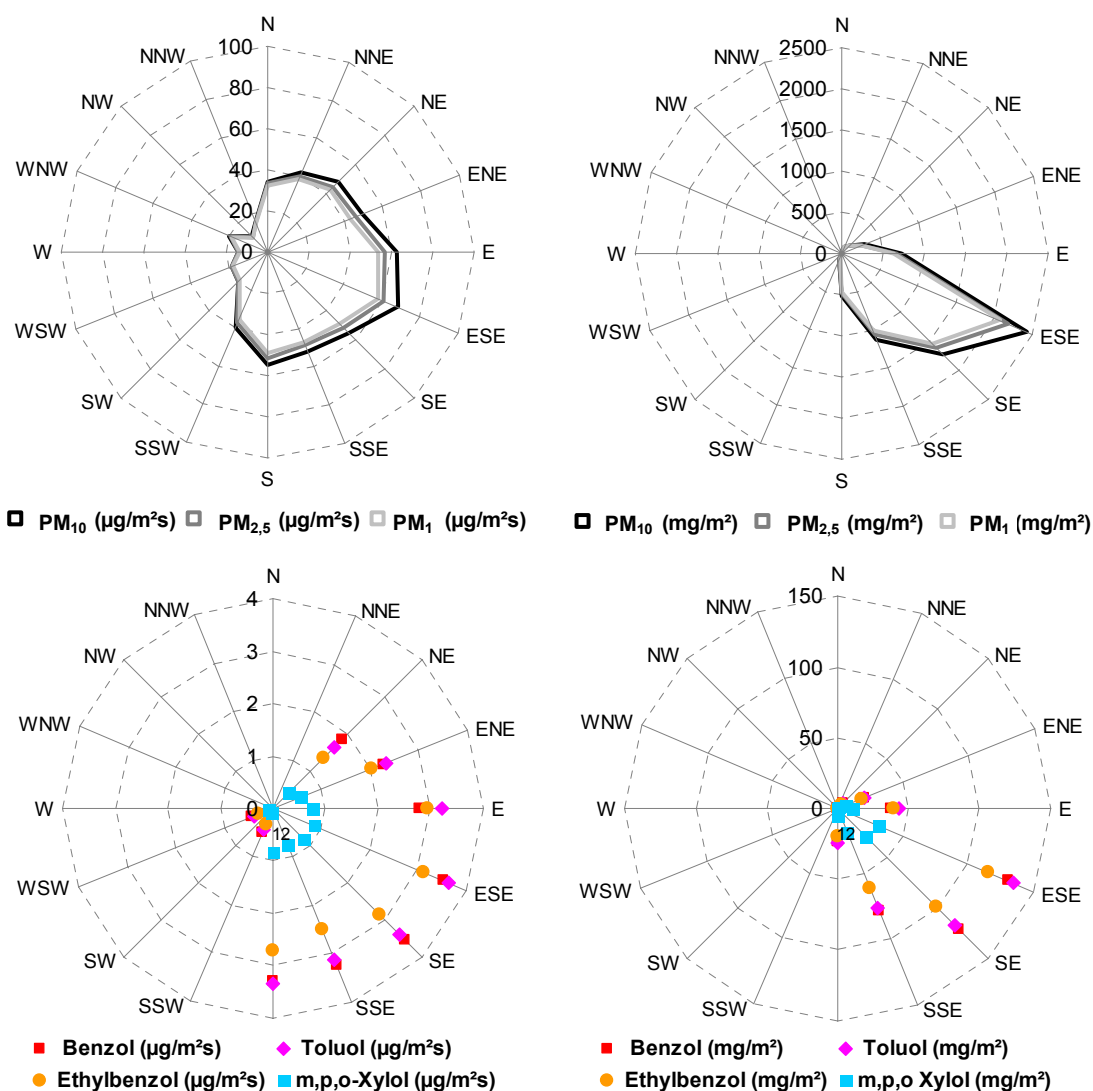


Abbildung 11: Mittlere windrichtungsabhängige Massenflussdichten (linke Seite) sowie Massenflussdichtedosen (rechte Seite) der Partikelgrößenfraktionen PM_x und aromatischen Kohlenwasserstoffen BETX am Messstandort in Witzenhausen im Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

¹ Massenflussdichtewindrosen (Einheit µg/(m²•s)) geben windrichtungsabhängig den mittleren Massenfluss eines Spurenstoffes pro Sekunde durch eine Durchtrittsfläche von 1 m² an. Die dazugehörigen Massenflussdichtedosen berechnen sich aus der Summe der Massenflussdichten pro Sektor über den gesamten Messzeitraum (Einheit mg/m²). Die vorherrschende Windrichtungshäufigkeitsverteilung hat dabei eine stark beeinflussende Funktion.

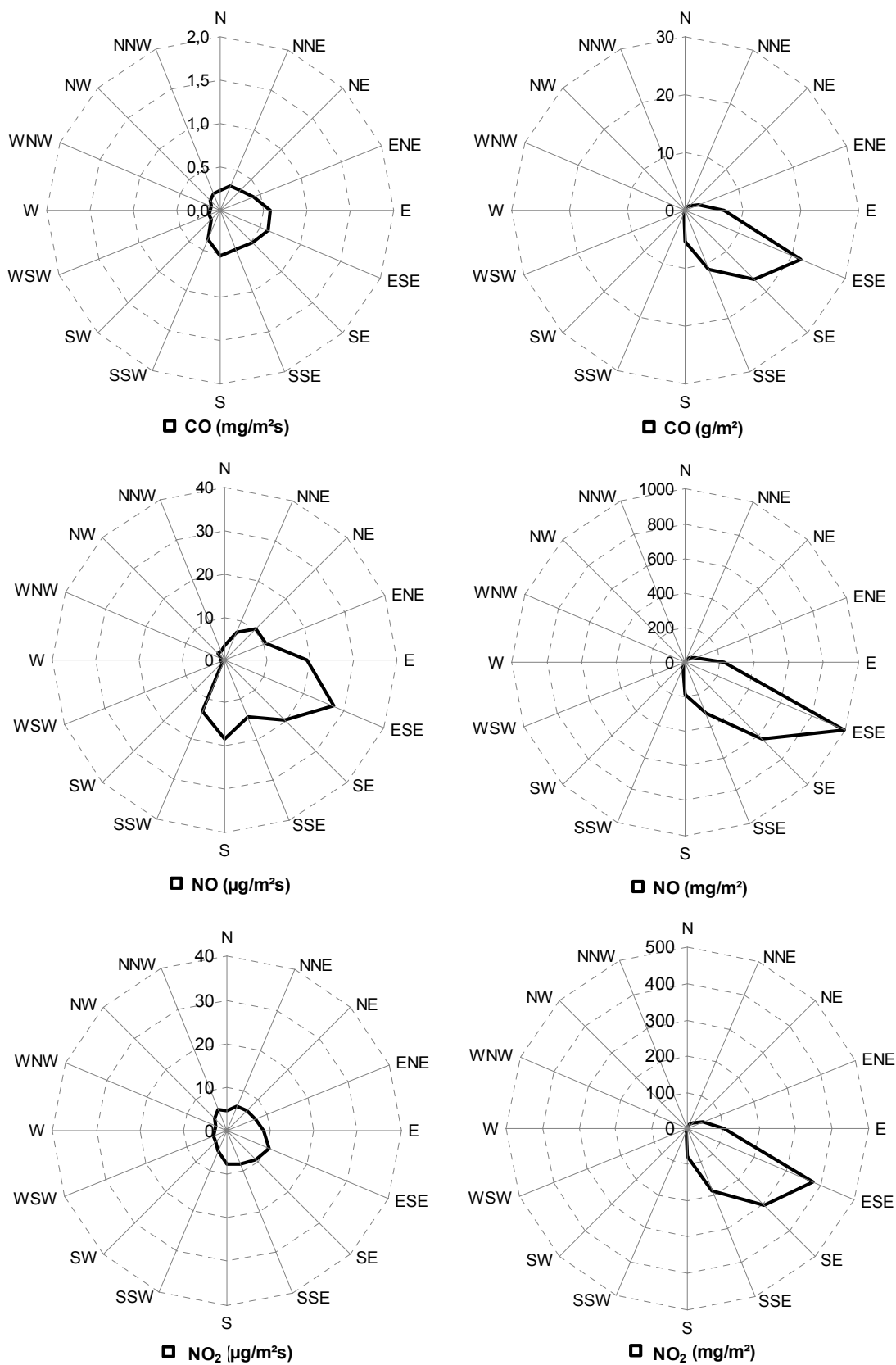


Abbildung 12: Mittlere windrichtungsabhängige Massenflussdichten (linke Seite) sowie Massenflussdichtedosen (rechte Seite) von CO, NO und NO₂ am Messstandort in Witzenhausen im Messzeitraum 19.12.2007, 18 Uhr bis 21.12.2007, 6 Uhr

4 Diskussion der Ergebnisse

Die zum Messzeitpunkt vorherrschende autochthone Wetterlage, die durch eine vollständige geländeklimatische Entkoppelung der Talbereiche vom übergeordneten Strömungsfeld gekennzeichnet war, kann als repräsentativ für eine austauscharme winterliche Situation am untersuchten Standort beschrieben werden und stellt für die zu Grunde liegende Fragestellung eine *worst-case* Situation dar.

Die Immission der untersuchten Spurenstoffe lag für alle Spurenstoffe (bis auf die Partikelgrößenfraktion PM_{10}) auf einem niedrigen Niveau. Grenzwertschwellen wurden weit unterschritten. Die untersuchte Konzentration von PM_{10} war, gemessen an der Grenzwertschwelle, hoch. Jedoch muss auf die im Messzeitraum vorherrschende hohe allgemeine Belastung hingewiesen werden: Gemessen an allen HLUG-Stationen lag die Immission von PM_{10} am Messstandort unter dem Landesmittelwert von Hessen.

Bei Berücksichtigung des Messstandortes und der Wetterlage (die eine gravitativ gesteuerte Kaltluftdynamik im Talbereich begünstigt) ist die in Kapitel 3.3 genannte Zweigliedrigkeit der Massenflussdichten ein Indiz für zwei ineinandergreifende Kaltluftregime: Der übergeordnete Kaltluftstrom im Werratal (südöstlich verlaufend) und der Kaltluftabfluss aus dem südlich in das Werratal mündende Gelstertal. Obwohl lokale Quellen am Messstandort nicht auszuschließen sind (schwacher Kfz-Verkehr im Nahbereich), kann dies ein Hinweis auf einen Spurenstofftransport aus Richtung der jeweiligen Talachsen bedeuten. Unter dieser Annahme muss der Kaltluftstrom aus dem Werratal so mächtig sein, dass der in Kapitel 2 beschriebene östlich vom Messstandort auslaufende Höhenrücken kein blockierendes Hindernis darstellt, was unter den gegebenen meteorologischen Bedingungen jedoch plausibel ist.

Bei einer vergleichbaren Wetterlage, wie der im Messzeitraum vorliegenden, ist eine Akkumulation und ein Transport von unterhalb der Inversion emittierten Spurenstoffen durch das Gelstertal nach Norden nicht auszuschließen. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass ein mit Emissionen des Planungsobjektes belasteter Kaltluftabfluss aus dem Gelstertal durch die übergeordnete Strömung im Werratal vermischt und weitertransportiert werden könnte. Dadurch könnte die Beeinflussung der Siedlungsbereiche von Witzenhausen durch eine zusätzliche Belastung aus dem Gelstertal verringert werden. Diese Vermutung müsste allerdings durch genauere Untersuchungen der Kaltluftdynamik,

speziell der Eindringtiefe und -mächtigkeit der Kaltluft in den Stadtkörper, verifiziert werden, was durch die Analyse mit Einsatz chemischer Tracer realisiert werden könnte. Im Bezug auf das Planungsobjekt und die Emissionshöhe müssten für eine endgültige Bewertung der vertikale Aufbau und die genaue Mächtigkeit der Talinversion bei verschiedenen Wetterlagen bekannt sein, um sicherzustellen, ob Emissionen des Kraftwerkes unter Umständen unterhalb der thermischen Sperrschicht abgegeben werden.

Literatur

DWD, DEUTSCHER WETTERDIENST (2008), *Witterungsreport Express*, Jahrgang 9, 12/2007, Offenbach

HLUG, HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2008a), *Messwerte des Messnetzes von 1997 bis heute*. Internetressource, <http://www.hlug.de/medien/luft/messnetz/index.htm>, Abrufdatum: 08.01.2008

HLUG, HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2008b), *Windrosen-Atlas Hessen*. Internesressource, <http://windrosen.hessen.de>, Abrufdatum: 09.01.2008

KUMM (2005), *Widerspruch gegen den Genehmigungsbescheid nach § 16 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) – Wesentliche Änderung des Heizkraftwerkes der Firma SCA Packaging Containerboard Deutschland GmbH – des Regierungspräsidiums Kassel vom 13.05.2005*, unveröffentlichtes Gutachten, Offenbach

KUTTLER (1997), *Analyse Kfz-relevanter Immissionen in innerstädtischen Verkehrs- und Grünflächen*, FAT-Schriftenreihe Nr. 31, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V., Frankfurt a. M.

VDI, VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (2004), *Richtlinie 2310: Maximale Immissionswerte*, Blatt 12, VDI-Verlag, Düsseldorf