



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz

Luftqualitätsmessungen im Stadtgebiet von Halle (Saale)

Auswertung des
Messfahrzeugeinsatzes in der
Freiimfelder Straße im Jahr 2015

Impressum

Luftqualitätsmessungen im Stadtgebiet von Halle (Saale)

Auswertung des Messfahrzeugeinsatzes in der Freimfelder Straße 2015

Herausgeber: Landesamt für Umweltschutz
Tel.: +49 345-5704-501
poststelle@lau.mlu.sachsen-anhalt.de
Internet: www.lau.sachsen-anhalt.de

Redaktion: Fachgebiet 32, Torsten Bayer

Redaktionsschluss: Halle (Saale), November 2016

Bildnachweis: Titelfoto und Bilder im Text: M. Wurzel, FG 32

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Messstandorte	4
3	Messprogramm	5
4	Ergebnisse	5
4.1	Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	5
4.1.1	Messeinsatz 2015	5
4.1.2	Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2015	8
4.2	Stickstoffdioxid (NO ₂)	13
4.2.1	Aktivmessungen 2015	13
4.2.2	Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2015	14
4.2.3	Ergebnisse der NO ₂ -Passivsammlermessungen	15
5	Zusammenfassung	16

1 Einleitung

Der Einsatz des Luftmessfahrzeugs zur Durchführung von Luftqualitätsmessungen im Stadtgebiet von Halle (Saale), speziell in der Freimfelder Straße, erfolgte in Umsetzung des Evaluierungskonzeptes¹ als Wiederholungsmessung nach der Messkampagne 2011/2012².

Die Messung wurde in zwei getrennten Messphasen als orientierende Messung gemäß § 13 der 39. BImSchV (siehe Tabelle 1) durchgeführt. Der Standort des Messfahrzeugs war derselbe wie bei der Ersterhebung, er befand sich in der Freimfelder Straße Nr. 88, direkt an der Comeniuschule.

Tabelle 1: Messphasen

Messphase	Zeitraum*
1. Messphase	14.08.2015 – 29.09.2015
2. Messphase	04.11.2015 – 16.12.2015

* reine Messtage (ohne Auf- und Abbautage)

Die hier vorliegende Auswertung beinhaltet eine kurze allgemeine Beschreibung der Messstandorte und die Darstellung der Messergebnisse für Partikel und Stickstoffdioxid aus der Freimfelder Straße im Vergleich mit den Ergebnissen der Ersterhebung sowie den LÜSA³-Stationen aus dem Stadtgebiet Halle (Saale).

2 Messstandorte

Die nachfolgende Abbildung 1 (aufgenommen am 27.08.2015) zeigt das Messfahrzeug in der Freimfelder Straße an seinem Standort vor der Comeniuschule. Eine Karte vom Stadtgebiet Halle, welche alle genannten Standorte und die Grenzen der Umweltzone enthält, ist als Anlage 1 beigelegt.



Abbildung 1: Luftmessfahrzeug in der Freimfelder Straße in Halle (Saale)

Darüber hinaus basiert die vorliegende Auswertung auf den Messdaten der stationären LÜSA-Stationen Halle/Merseburger Straße, Halle/Paracelsusstraße und Halle/Nord (Schleiermacherstraße). Bei den beiden erstgenannten Stationen handelt es sich um verkehrsbezogene Messstationen mit vergleichsweise hoher Belastung. Die Station Halle/Nord ist repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung und befindet sich in einem Wohngebiet. Weitere Details und eine Beschreibung der Standorte finden sich auf den LÜSA-Webseiten (www.lau.sachsen-anhalt.de).

¹ Konzept „Evaluierung der Luftreinhaltepläne für die Ballungsräume Magdeburg und Halle“ (LAU, 2012)

² Bericht „Auswertung des Messfahrzeugeinsatzes in der Freimfelder Straße in Halle (Saale)“ (LAU, 2013, unveröffentlicht)

³ Luftüberwachungssystem Sachsen-Anhalt

3 Messprogramm

Das Messprogramm beinhaltet die Luftschadstoffe Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}, Ozon, Stickstoffoxide (NO, NO₂), und Schwefeldioxid (SO₂), wobei die Erfassung der Partikel- und Stickstoffoxidbelastung den eigentlichen Schwerpunkt der Messungen bildete und nur diese Inhalt des vorliegenden Berichtes ist. Darüber hinaus erfolgte die Erhebung verschiedener meteorologischer Kenngrößen.

Einzelheiten zu den erhobenen Parametern, angewandten Messprinzipien und entsprechenden DIN/EN-Normen finden sich in der nachfolgenden Tabelle 2.

Tabelle 2: Messprogramm

gemessene Schadstoffe	Messgerätetyp	Messprinzip	Norm/Richtlinie
Partikel PM ₁₀	SHARP 5030	Nephelometer/ Beta-Absorption	DIN EN 12341:2014
Partikel PM _{2,5}	Hochvolumensammler (HVS) DHA-80 SHARP 5030	Gravimetrie Nephelometer/ Beta-Absorption	
Stickstoffoxide (NO/NO ₂)	TE42C	Chemilumineszenz	DIN EN 14211:2012
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Passivsammler		DIN EN 13528-3
Schwefeldioxid (SO ₂)	APSA 370	Fluoreszenz	DIN EN 14212:2012
meteorologische Parameter			
relative Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur, Windrichtung, Windgeschwindigkeit			

In der Freimfelder Straße wurden bereits im Jahr 2011 im Zusammenhang mit den beginnenden Messaktivitäten zur Evaluierung des Luftreinhalteplanes NO₂-Passivsammler installiert. Im vorliegenden Bericht wird im Abschnitt Stickstoffdioxid daher auch auf die Messergebnisse ab 2012 Bezug genommen.

Hinweis:

NO₂-Passivsammler werden bereits seit einigen Jahren ergänzend zu den aktiven Messungen zur Überwachung der NO₂-Immissionen eingesetzt. Die Passivsammler ermöglichen die Ermittlung der NO₂-Konzentrationen in der Außenluft mit Hilfe eines Laborverfahrens. Die Gleichwertigkeit dieses Verfahrens mit der Referenzmethode, bezogen auf den Jahresmittelwert, wurde nachgewiesen. NO₂-Passivsammlermessungen eignen sich jedoch nicht für zeitnahe Aussagen, da das angewendete Verfahren auf die Ermittlung von Jahresmittelwerten abzielt.

4 Ergebnisse

4.1 Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}

4.1.1 Messeinsatz 2015

Die Bewertung der Partikelbelastung (PM₁₀) erfolgt hauptsächlich auf der Basis von gravimetrisch bestimmten Tagesmittelwerten. Da an der Messstation Halle/Nord (Schleiermacherstraße) ein solches Verfahren nicht zum Einsatz kommt, dienen dort die Messergebnisse des automatischen Verfahrens als Grundlage.

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die Tagesmittelwerte PM₁₀ der drei LÜSA-Stationen in Halle im Vergleich zum Standort des Messfahrzeuges in der Freimfelder Straße (1. Messphase - Sommer). Überschreitungen des zulässigen Tageswertes in Höhe von 50 µg/m³ traten an keinem der vier Standorte auf. Mit dem Auftreten von Überschreitungen ist im Normalfall in den Sommermonaten nicht zu rechnen, da das Belastungsniveau im Allgemeinen sehr niedrig ist.

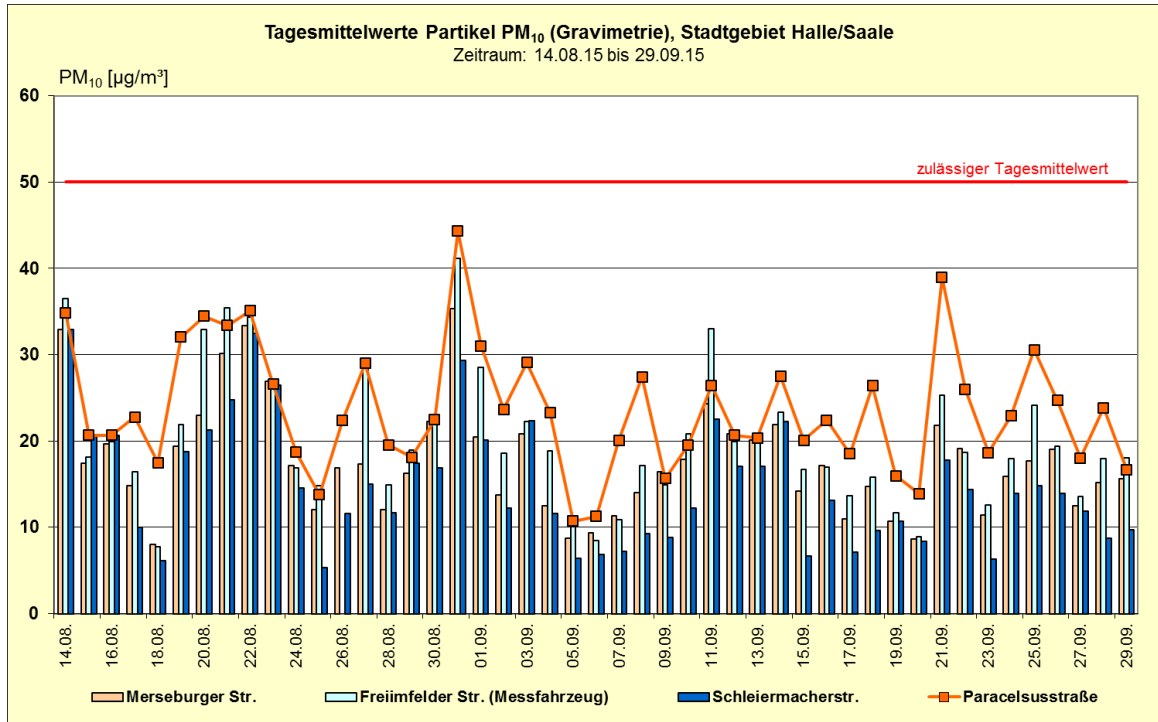


Abbildung 2: Vergleich der Tagesmittelwerte Partikel PM₁₀ (Gravimetrie, Schleiermacherstraße = automatische Messung), 1. Messphase

Abbildung 3 zeigt analog die Tagesmittelwerte PM₁₀ für die 2. Messphase (Winter). Darüber hinaus ist die Anzahl der im Messzeitraum beobachteten Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes in Höhe von 50 µg/m³ aufgeführt. Am Standort Paracelsusstraße wurden vier Überschreitungen gemessen, in der Freimfelder Straße gab es eine und an den übrigen beiden Standorten jeweils keine. Dazu ist anzumerken, dass die Partikelbelastung während der 2. Messphase landesweit betrachtet sehr niedrig gewesen ist. Insgesamt gesehen war die Zahl der Überschreitungstage vergleichsweise niedrig und die wenigen Überschreitungen waren auf die Hotspots beschränkt.

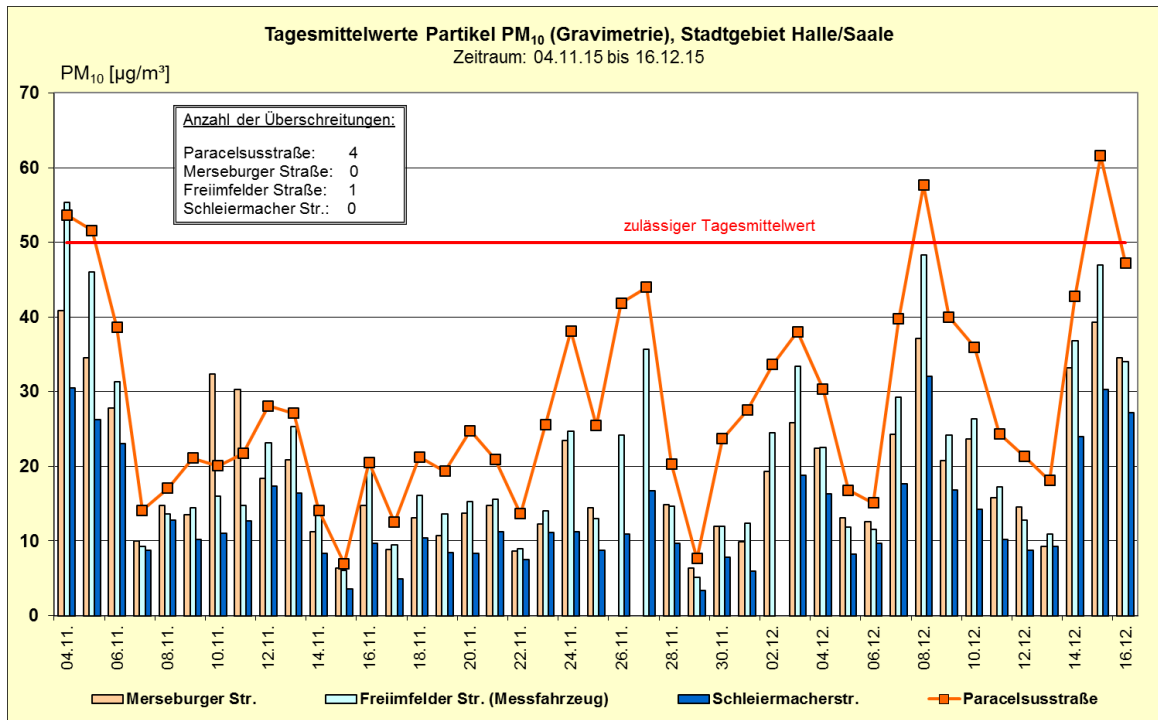


Abbildung 3: Vergleich der Tagesmittelwerte Partikel PM₁₀ (Gravimetrie, Schleiermacherstraße = automatische Messung), 2. Messphase

Für die Einschätzung der Partikelbelastung im Gesamtmesszeitraum wurden die Daten beider Messperioden stationsweise zusammengefasst. Dabei ist erkennbar, dass die im Ergebnis berechnete mittlere Belastung in der Merseburger Straße (verkehrsnahe Standort) und in der Schleiermacherstraße (städtischer Hintergrund) interessanterweise gleich war und in der Freimfelder Straße eine um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geringere Belastung auftrat. Darüber hinaus wurde die mittlere Belastung mit den Jahresmittelwerten 2015 der beteiligten LÜSA-Stationen verglichen. Dabei zeigte sich, dass das ermittelte Belastungsniveau für PM_{10} in allen Fällen unterhalb der Jahresmittelwerte lag (Abbildung 4).

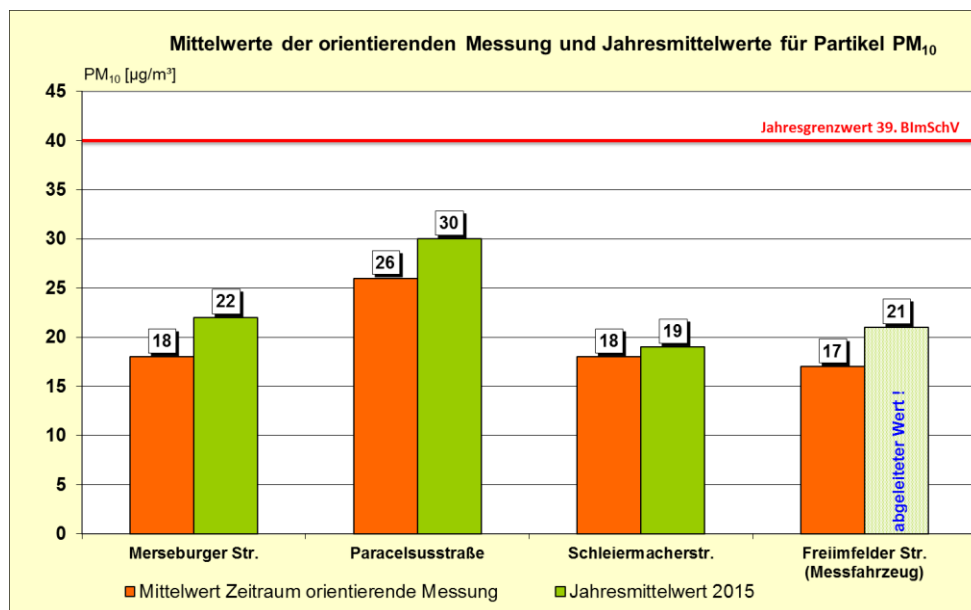


Abbildung 4: Mittelwerte der orientierenden Messung und Jahresmittelwerte für Partikel PM_{10}

Die Differenz zwischen orientierender Messung und Jahresmittelwert betrug für die beiden verkehrsbezogenen Stationen Halle/Merseburger Straße und Paracelsusstraße jeweils $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für den Standort im städtischen Hintergrund (Schleiermacherstraße) konnte eine Differenz von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt werden.

Um auch für die Freimfelder Straße eine fundierte Aussage hinsichtlich der zu erwartenden Jahresbelastung treffen zu können, wurde der an der Merseburger Straße (Referenz) ermittelte Belastungsunterschied in Höhe von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf das Ergebnis der orientierenden Messung übertragen. Daraus ergibt sich für den Standort Freimfelder Straße ein abgeleiteter PM_{10} -Jahresmittelwert in Höhe von $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mithin besteht für diesen Standort im Normalfall keine Gefahr der Grenzwertüberschreitung. Dies gilt auch für das Tageswertkriterium (35 Tage / Kalenderjahr mit Tagesmittelwerten $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sind zulässig).

Für $\text{PM}_{2,5}$ ergibt sich erwartungsgemäß ein ähnliches Bild. Bei der mittleren Belastung im Untersuchungszeitraum hebt sich die Paracelsusstraße mit $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ heraus, die übrigen Messstandorte liegen bei $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Schleiermacherstraße). Die Jahresmittelwerte 2015 liegen etwas höher und unterscheiden sich von der Belastung im Untersuchungszeitraum um 2 bis $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abbildung 5). Daraus ergibt sich für die $\text{PM}_{2,5}$ -Jahresbelastung in der Freimfelder Straße ein abgeleiteter Wert von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit eine vergleichbare Belastung wie in der Merseburger Straße. Der Unterschied zur Schleiermacherstraße liegt bei $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Der gemäß 39. BImSchV seit dem 01.01.2015 gültige Immissionsgrenzwert für $\text{PM}_{2,5}$ in Höhe von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an allen vier Standorten eingehalten.

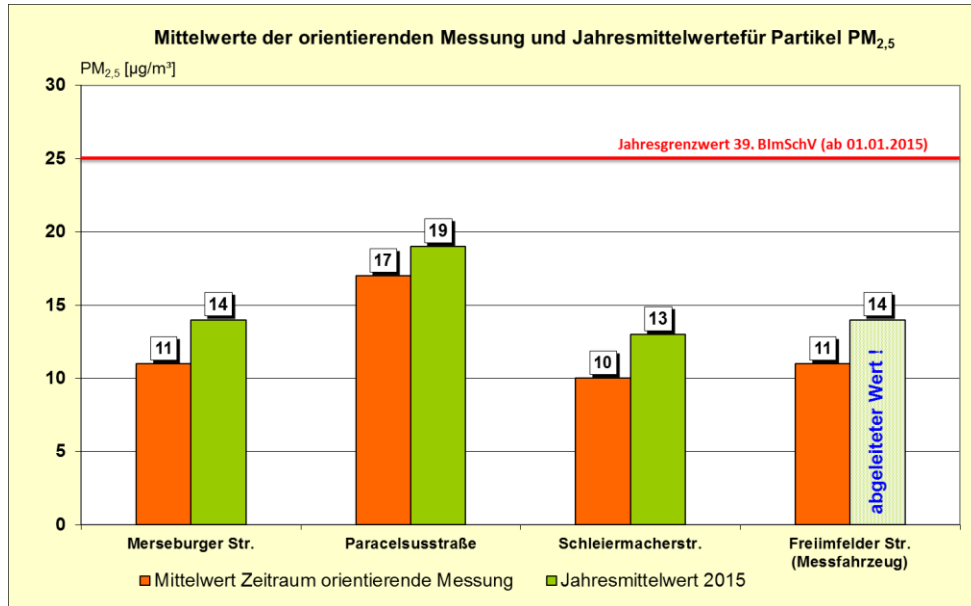


Abbildung 5: Mittelwerte der orientierenden Messung und Jahresmittelwerte für Partikel PM_{2,5}

4.1.2 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2015

Der Vergleich der Ergebnisse der bislang absolvierten Messeinsätze wurde für Partikel PM₁₀ und PM_{2,5} auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. für die Freimfelder Straße auf Basis der aus der orientierenden Messung jeweils abgeleiteten Jahreswerte geführt (Abbildung 6).

Parallel dazu erfolgte in einem weiteren Schritt der Vergleich auf der Basis von meteorologiebereinigten Differenzbeträgen. Um die meteorologisch bedingten Einflüsse auf die Jahresmittelwerte minimieren zu können, wurde dazu jeweils der Jahresmittelwert einer repräsentativen Hintergrundmessstation von den Jahreswerten subtrahiert. Die so erhaltenen, meteorologiebereinigten Differenzbeträge bilden Veränderungen der lokalen Zusatzbelastung im Allgemeinen reeller ab (Abbildung 8).

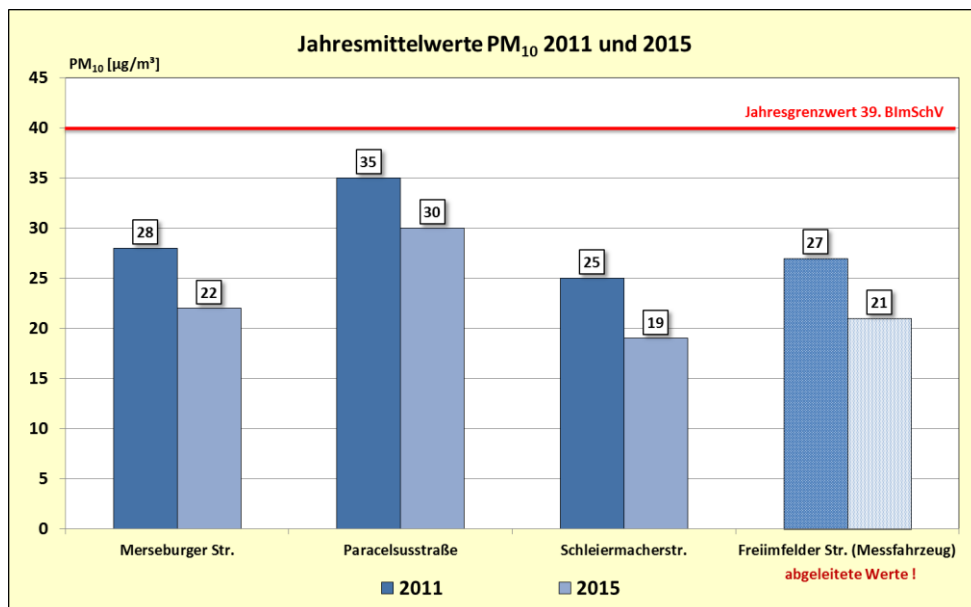


Abbildung 6: Vergleich der PM₁₀-Jahresmittelwerte 2011 und 2015

Der Vergleich der Jahresmittelwerte 2011 und 2015 weist zunächst für die LÜSA-Standorte einen Unterschied von 6 µg/m³ (Merseburger Straße, Schleiermacherstraße) bzw. 5 µg/m³ in der Paracelsusstraße aus. Für den Standort Freimfelder Straße ergibt sich auf Basis der abgeleiteten Jahreswerte ebenfalls eine Differenz von 6 µg/m³.

Insgesamt erscheint die Differenz zwischen den beiden Messjahren damit vergleichsweise hoch, es stecken darin jedoch vier Jahre Entwicklung und natürlich auch die Wirkungen der Umweltzone. Weiterhin enthalten sind natürlich die meteorologisch bedingten Schwankungen zwischen den Ergebnissen der einzelnen Messjahre.

Zur Entwicklung der PM_{10} -Konzentrationen lässt sich in Auswertung der Ergebnisse aus dem gesamten Messnetz allgemein feststellen, dass das Niveau seit 2011 deutlich zurückgegangen ist. Insbesondere die Jahre 2012 und 2013 zeichneten sich durch die bis dahin niedrigsten Konzentrationen seit Beginn der PM_{10} -Messungen aus. Diese Aussage gilt insbesondere für verkehrsnah Standorte, lässt sich im Wesentlichen aber auch auf den städtischen und ländlichen Hintergrund übertragen. Die Konzentrationen im Jahr 2015 lagen noch unterhalb dieser bisherigen Tiefstwerte. Anhand von Abbildung 7 lässt sich diese Entwicklung auf der Basis von Stationsklassen nachvollziehen. In diesen Klassen wurden LÜSA-Stationen mit durchgehenden Messreihen und gleicher Exposition jeweils zusammengefasst.

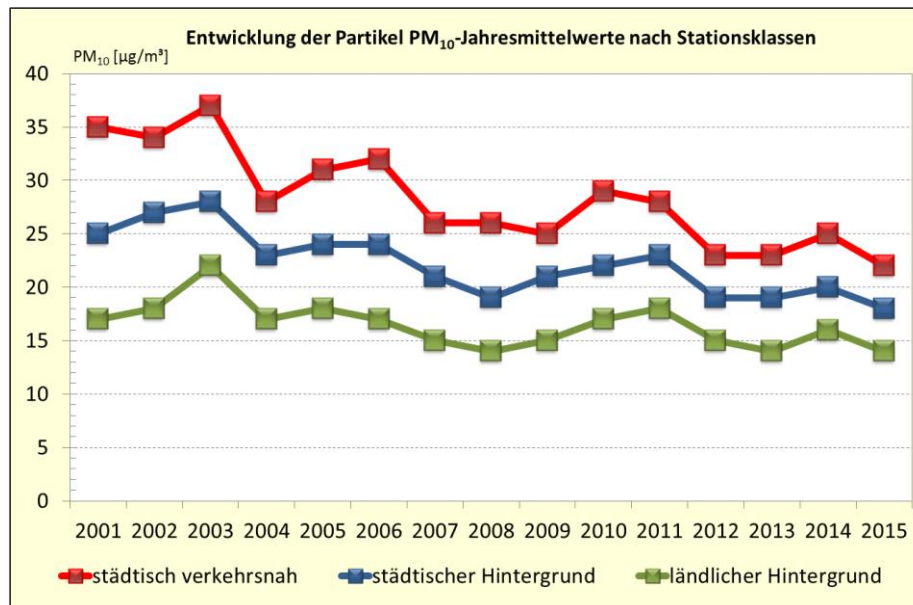


Abbildung 7: Entwicklung der Partikel PM_{10} -Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

In der nachfolgenden Abbildung 8 sind die meteorologiebereinigten Differenzbeträge im Vergleich der Jahre 2011 und 2015 dargestellt. Diese Differenzbeträge generieren sich aus den PM_{10} -Jahresmittelwerten der untersuchten Standorte und den PM_{10} -Jahresmittelwerten der Messstation Domäne Bobbe⁴ (2011: $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2015: $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Letztere wurden dabei zum Zwecke der Minimierung meteorologischer Einflüsse von den Werten der untersuchten Standorte subtrahiert. Zu Vergleichszwecken wurde zusätzlich ein außerhalb des Stadtgebietes von Halle (Saale) gelegener verkehrsnaher Messstandort mit einbezogen (Wittenberg/Dessauer Straße).

Die Unterschiede zwischen den meteorologiebereinigten Differenzbeträgen sind in etwa nur noch halb so groß wie beim simplen Vergleich der Jahresmittelwerte. Sie liegen an den LÜSA-Standorten in Halle bei $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Merseburger Straße, Schleiermacherstraße, Freimfelder Straße) bzw. bei $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Paracelsusstraße). Der zum Vergleich herangezogene Messstandort Wittenberg weist ebenfalls eine Differenz von $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf.

Zusammengefasst lässt sich daraus die These ableiten, dass der Wert der Veränderung der lokalen Zusatzbelastung (Belastungsreduzierung) zwischen den Jahren 2011 und 2015 maximal der festgestellten Differenz von $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entspricht. Dementsprechend hat es am Standort Paracelsusstraße etwas geringere lokale Effekte gegeben.

Hinweis: Die hier gewählte Methodik der Nutzung **meteorologiebereinigter Differenzbeträge** stellt einen einfachen Ansatz zur Minimierung meteorologischer Einflüsse auf die Jahresmittelwerte bei den

⁴ Die Messstation Domäne Bobbe liegt etwa in der Mitte des Landes mit einigem Abstand zu den Ballungsräumen Magdeburg, Halle (Saale) und Dessau-Roßlau. Das dort gemessene Niveau der Luftschadstoffbelastung (Partikel, Stickstoffdioxid) ist durchaus typisch für diese zentral im Land gelegene und überwiegend durch Landwirtschaft geprägte Region. Dieser Standort repräsentiert damit recht gut den regionalen Hintergrund und erscheint daher für die Nutzung als Referenzstation zur Meteorologie-Bereinigung als vergleichsweise gut geeignet.

Partikeln dar. Es ist der Versuch, zu objektiveren Aussagen in Bezug auf potentielle Veränderungen der lokalen Zusatzbelastung zu kommen, als dies bei der ausschließlichen Betrachtung der „reinen“ Jahresmittelwerte möglich wäre. Grundlage für die Auswertung und die Auswahl des jeweiligen „Referenzjahres“ der Hintergrundstation sind dementsprechend genau die Messjahre, in denen auch der Einsatz des Luftmessfahrzeugs in der Freimfelder Straße erfolgte (2011 und 2015). In Abhängigkeit von den gewählten „Referenzjahren“ sind daher methodisch bedingt abweichende Ergebnisse zu erwarten. Dies gilt ebenso bei Auswahl eines alternativen Hintergrundstandortes.

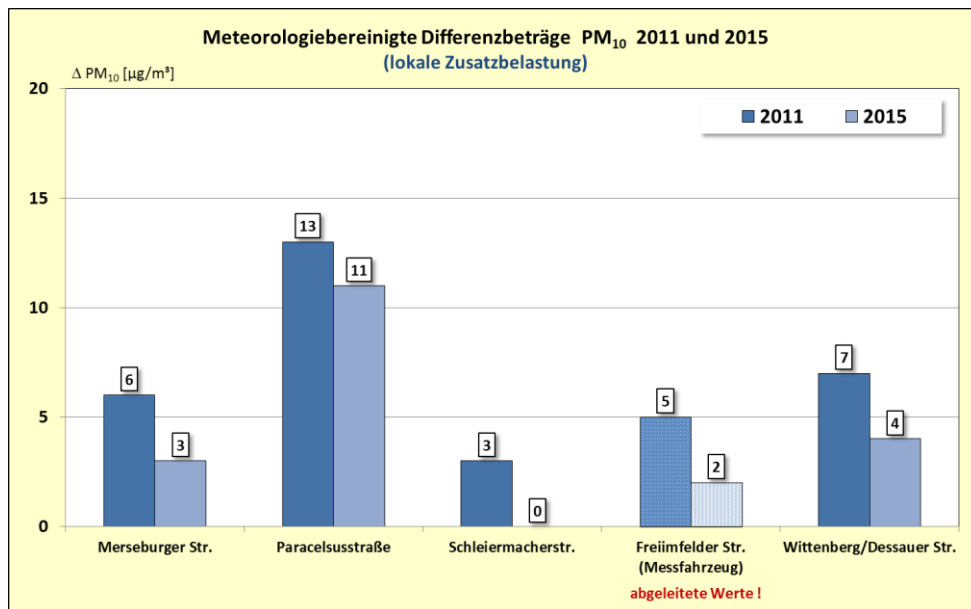


Abbildung 8: Vergleich der meteorologiebereinigten Differenzbeträge PM₁₀ 2011 und 2015

Der Vergleich der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2011 und 2015 weist für die LÜSA-Standorte einen Unterschied von 6 µg/m³ (Merseburger Straße, Schleiermacherstraße) bzw. 5 µg/m³ in der Freimfelder Straße aus (Abbildung 9). Damit gingen die PM_{2,5}-Jahresmittelwerte im Grunde um den gleichen Betrag zurück wie die PM₁₀-Jahresmittelwerte. Für den Standort Paracelsusstraße lässt sich jedoch keine Aussage treffen, da im Jahr 2011 dort keine PM_{2,5}-Messung erfolgte.

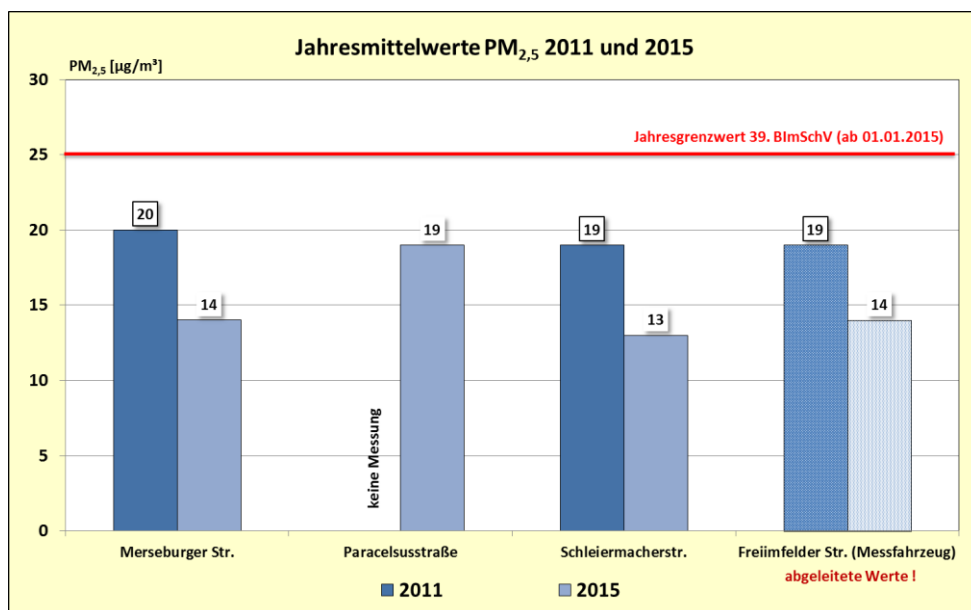


Abbildung 9: Vergleich der PM_{2,5}-Jahresmittelwerte 2011 und 2015

Analog zum PM₁₀ nachfolgend auch hier der Blick auf die Entwicklung im gesamten Messnetz. Wie anhand von Abbildung 10 erkennbar ist, sind die im Jahr 2015 gemessenen Jahresmittelwerte die niedrigsten seit Beginn der Messungen. Diese Aussage gilt dabei für alle Stationsklassen.

In der Abbildung 11 sind die meteorologiebereinigten Differenzbeträge im Vergleich der Jahre 2011 und 2015 dargestellt. Diese Differenzbeträge generieren sich aus den $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerten der untersuchten Standorte und den $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerten der Messstation Domäne Bobbe (2011: $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2015: $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

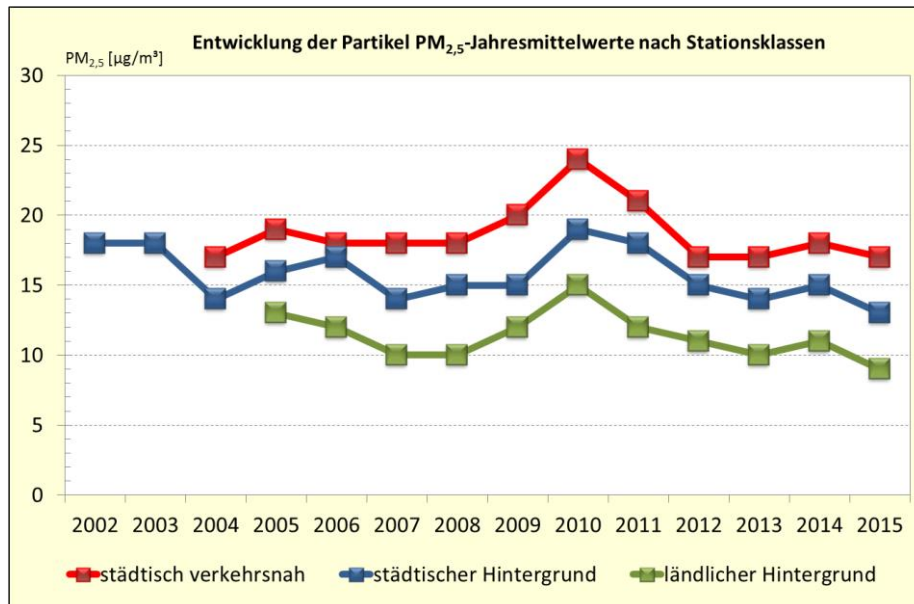


Abbildung 10: Entwicklung der Partikel $PM_{2,5}$ -Jahresmittelwerte nach Stationsklassen

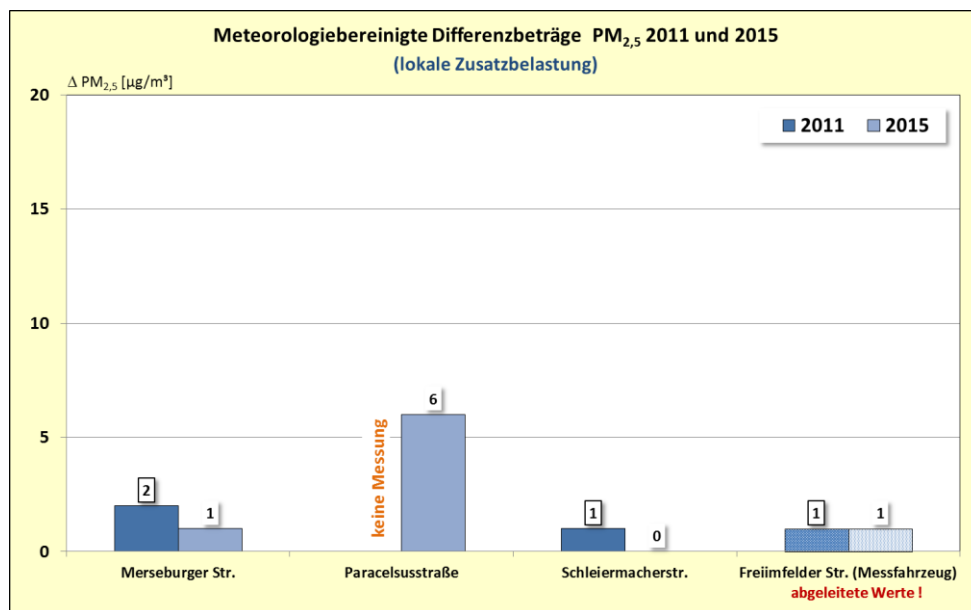


Abbildung 11: Vergleich der der meteorologiebereinigten Differenzbeträge $PM_{2,5}$ 2011 und 2015

Die Unterschiede zwischen den meteorologiebereinigten Differenzbeträgen sind erheblich geringer als beim Vergleich der Jahresmittelwerte. Sie liegen in der Merseburger Straße und der Schleiermacherstraße bei jeweils $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für die Freimfelder Straße lässt sich hingegen keine Veränderung mehr feststellen.

Damit fällt der Betrag der Veränderung der lokalen Zusatzbelastung (Belastungsreduzierung) zwischen den Jahren 2011 und 2015 bezogen auf die beiden LÜSA-Stationen in Halle für $PM_{2,5}$ geringer aus als für PM_{10} .

Abschließend wurde noch die Zusammensetzung der Partikelbelastung in den beiden Messjahren verglichen. Interessant ist dabei die „coarse fraction“, also die Grobfraction, welche Teilchen mit einer Größe $> 2,5 \mu\text{m}$ und $< 10 \mu\text{m}$ umfasst (= $PM_{10} - PM_{2,5}$). Die Ergebnisse des Vergleichs auf Basis der meteorologiebereinigten Differenzen (ΔPM_{10} und $\Delta PM_{2,5}$) zeigt Abbildung 12. Da im Jahr 2011 in der

Paracelsusstraße noch keine $PM_{2,5}$ -Messung eingerichtet war, kann für diesen Standort allerdings keine Aussage getroffen werden.

Prinzipiell gilt, dass an verkehrsbeeinflussten Standorten höhere Beträge der Grobfraktion als im städtischen Hintergrund zu erwarten sind, da sich in der Grobfraktion die nichtauspuffbedingten Anteile des Feinstaubes (z.B. Reifen-, Bremsen- und Fahrbahnabrieb) befinden. Dies lässt sich anhand der Messergebnisse für beide Messjahre auch bestätigen. Darüber hinaus ist festzustellen, dass sich die Höhe der Grobfraktion an den betrachteten LÜSA-Standorten um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verändert hat (Abbildung 12). In der Freimfelder Straße hingegen hat sich die Höhe der Grobfraktion um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verringert (Basis abgeleitete Werte).

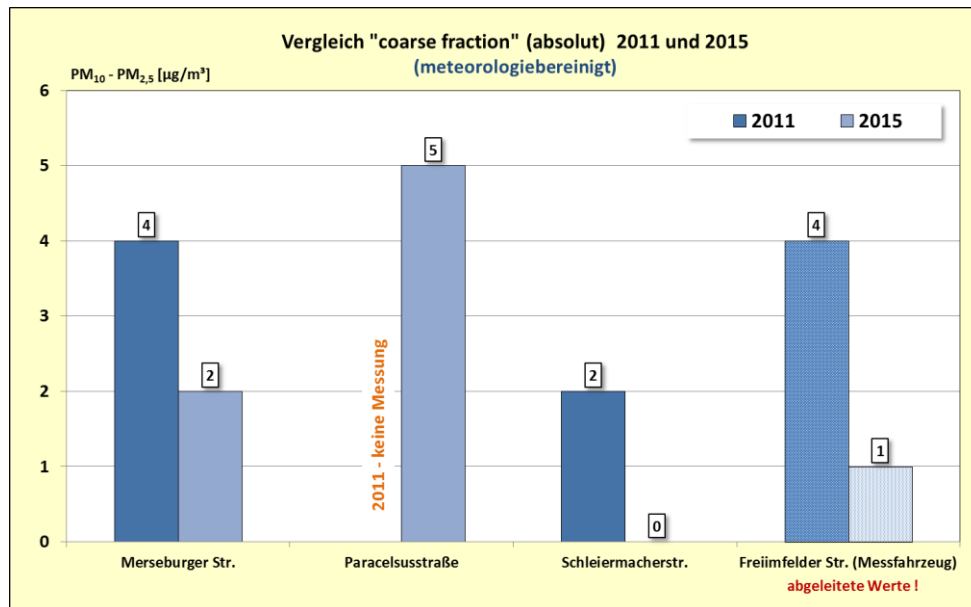


Abbildung 12: Vergleich der meteorologiebereinigten „coarse fraction“ ($PM_{10} - PM_{2,5}$) in den Jahren 2011 und 2015

4.2 Stickstoffdioxid (NO₂)

4.2.1 Aktivmessungen 2015

Für die Bewertung der Stickstoffdioxidbelastung (NO₂) wurden für alle Standorte Mittelwerte sowohl für die einzelnen Messperioden (Abbildung 13) als auch für den Gesamtzeitraum berechnet (Abbildung 14). Die Auswertung erfolgt unter Bezugnahme auf den NO₂-Jahresgrenzwert in Höhe von 40 µg/m³.

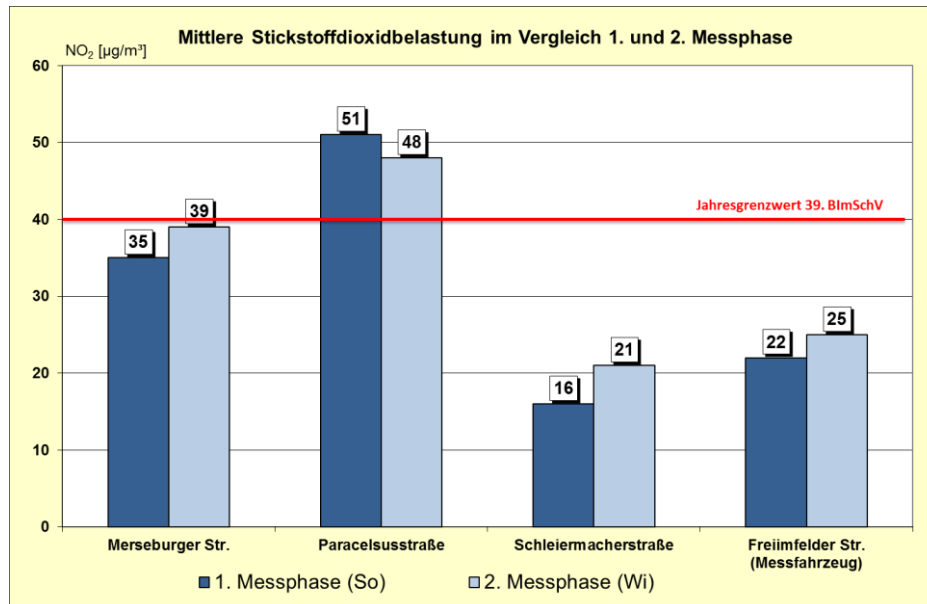


Abbildung 13: Mittlere Stickstoffdioxidbelastung im Vergleich 1. und 2. Messphase

Erwartungsgemäß hebt sich die NO₂-Konzentration in der Paracelsusstraße (sehr hohe Verkehrsdichte) sehr deutlich vom Niveau der übrigen Messstandorte ab. Die Messstation Merseburger Straße ist im Vergleich der hier betrachteten Standorte als Standort mit der zweithöchsten Stickstoffdioxidbelastung einzustufen. In der Freimfelder Straße lag die mittlere Belastung deutlich unterhalb der Ergebnisse der Merseburger Straße. Die niedrigste Belastung wurde in der Schleiermacherstraße, also im städtischen Hintergrund registriert. Der Belastungsunterschied von der Freimfelder Straße zur Merseburger Straße lag im Mittel beider Messperioden bei rund 14 µg/m³ und der Unterschied zur Station Halle/Nord (Schleiermacherstraße) betrug 5 µg/m³.

Überschreitungen des Stundenmittelwertes in Höhe von 200 µg/m³ (18 Überschreitungen im Kalenderjahr sind zulässig) gab es an keinem Standort. Der höchste 1-Stundenmittelwert wurde mit **148 µg/m³** in der Paracelsusstraße gemessen, gefolgt von der Merseburger Straße mit 122 µg/m³. Das Maximum in der Freimfelder Straße lag bei 89 µg/m³ und damit noch unterhalb des Höchstwertes in der Schleiermacherstraße (113 µg/m³).

Für eine Gesamteinschätzung der Stickstoffdioxidbelastung wurden zunächst die Daten beider Messperioden stationsweise zusammengefasst. Die im Ergebnis berechnete mittlere Belastung wurde mit den Jahresmittelwerten 2015 der beteiligten LÜSA-Stationen verglichen. Dabei zeigte sich, dass das ermittelte Belastungsniveau mit Ausnahme der Paracelsusstraße in allen Fällen unterhalb der Jahresmittelwerte lag. Die Differenz zwischen orientierender Messung und Jahresmittelwert lag am Standort Merseburger Straße bei 2 µg/m³ und in der Schleiermacherstraße bei 1 µg/m³. In der Paracelsusstraße unterscheiden sich beide Werte nicht.

Um auch für die Freimfelder Straße eine Aussage hinsichtlich der zu erwartenden Jahresbelastung treffen zu können, wurde der an der Merseburger Straße (Referenz) ermittelte Belastungsunterschied in Höhe von **2 µg/m³** auf das Ergebnis der orientierenden Messung übertragen. Daraus ergibt sich für diesen Standort ein abgeleiteter Jahresmittelwert in Höhe von **21 µg/m³** (Abbildung 14). Mithin ist für diesen Standort keine Grenzwertrelevanz in Bezug auf Stickstoffdioxid zu unterstellen.

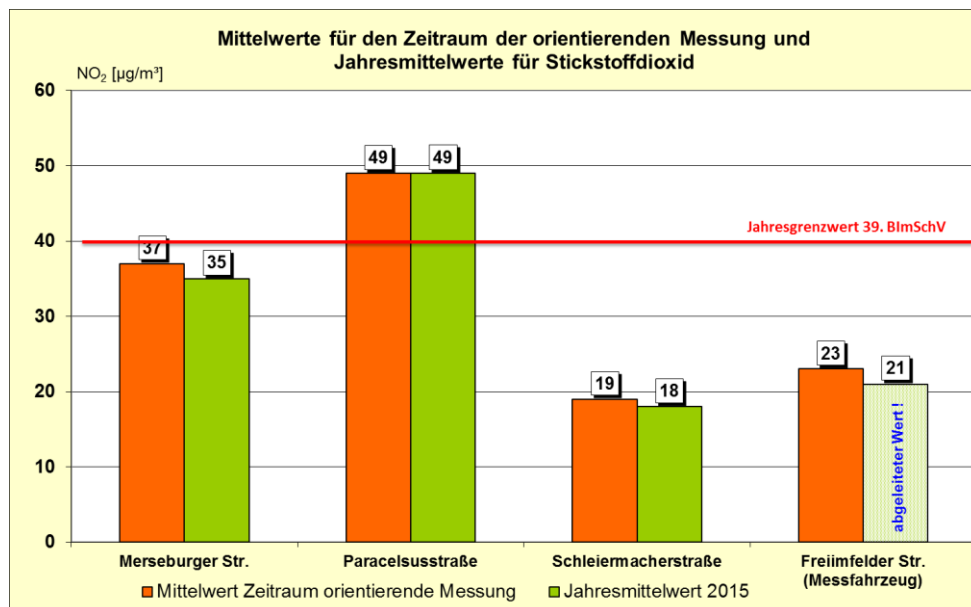


Abbildung 14: Mittelwerte für den Zeitraum der orientierenden Messung und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid

4.2.2 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2015

Der Vergleich der Ergebnisse der bislang absolvierten Messeinsätze wurde auf Basis der Jahresmittelwerte bzw. für die Freimfelder Straße auf Basis der aus der orientierenden Messung jeweils abgeleiteten Jahreswerte geführt. Um die meteorologisch bedingten Einflüsse auf die Jahresmittelwerte zu minimieren wurde der Jahresmittelwert einer Hintergrundmessstation jeweils in Abzug gebracht. Die so erhaltenen meteorologiebereinigten Differenzbeträge bilden eine solidere Interpretationsgrundlage und Veränderungen in der Belastungshöhe sind deutlicher erkennbar. In der nachfolgenden Abbildung 15 sind die meteorologiebereinigten Differenzbeträge im Vergleich der Jahre 2011 und 2015 dargestellt. Die Bereinigung erfolgte unter Verwendung der NO₂-Jahresmittelwerte der Messstation Domäne Bobbe (2011: 11 µg/m³, 2015: 8,9 µg/m³). Zu Vergleichszwecken wurde zusätzlich ein außerhalb des Stadtgebietes von Halle (Saale) gelegener verkehrsnaher Messstandort mit einbezogen (Wittenberg/Dessauer Straße).

Aus den meteorologiebereinigten Differenzbeträgen lassen sich für die Freimfelder Straße ein Unterschied von 3 µg/m³ in der Belastungshöhe und damit ein Rückgang von 2011 zu 2015 ableiten. Für die Paracelsusstraße ergibt sich eine Differenz von 4 µg/m³ (ebenfalls Rückgang). Die Schleiermacherstraße zeigt sich hingegen unverändert und in der Merseburger Straße ist ein Anstieg der Belastung um 5 µg/m³ erkennbar.

Der Anstieg erklärt sich jedoch durch die Installation einer Lichtsignalanlage an der Merseburger Straße auf Höhe der Messstation im Dezember 2013. Infolge der durch diese Lichtsignalanlage häufig verursachten Rückstausituationen, stieg die NO₂-Belastung im Folgejahr 2014 um 4 µg/m³ und völlig entgegen dem landesweiten Trend an. Da sich die Verkehrssituation dort auch im Jahr 2015 unverändert darstellt, bleibt der Effekt der Lichtsignalanlage ebenfalls bestehen. Insofern kann dieser Messstandort nicht mehr für die Abschätzung von Belastungsänderungen zwischen den Messjahren herangezogen werden.

Der Blick auf den Vergleichsstandort Wittenberg/Dessauer Straße zeigt einen Rückgang um 1 µg/m³. Betrachtet man darüber hinaus weitere verkehrsnahen Standorte des Messnetzes, wie z. B. Aschersleben und Dessau/Albrechtsplatz, so manifestiert sich dort ein Rückgang der lokalen Zusatzbelastung in der Größenordnung von 1 bis 2 µg/m³. Mithin weisen die verkehrsnahen Standorte in Halle (Saale) einen deutlicheren Belastungsrückgang auf als die genannten Vergleichsstandorte, welche sich außerhalb des Einflussbereichs von Umweltzonen befinden. Daraus wiederum lässt sich ableiten, dass die an den verkehrsnahen Standorten in Halle (Saale) festgestellte, zusätzliche Minderungsrate von 1 bis 2 µg/m³ NO₂ im Jahresmittel, der Wirkung der Umweltzone zugeschrieben werden kann. Im städtischen Hintergrund sind keine Veränderungen erkennbar, da sich die Jahresmittelwerte der Station Halle/Nord (Schleiermacherstraße) und der „Korrektur“-Station Domäne Bobbe jeweils in gleichem Umfang (um 2 µg/m³) verringert haben. Grundsätzlich ist jedoch an fast allen Messstationen innerhalb des Luftmessnetzes Sachsen-Anhalts eine Verringerung der NO₂-Belastung im Vergleich der Jahre 2011 und 2015 zu erkennen.

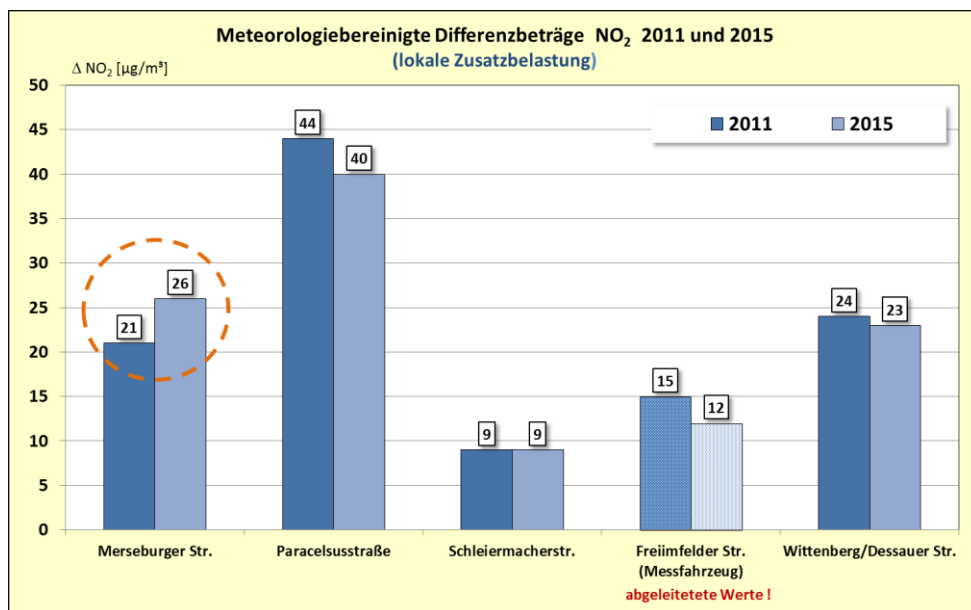


Abbildung 15: Vergleich der meteorologiebereinigten NO₂-Differenzbeträge 2011 und 2015

4.2.3 Ergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen

Die Passivsammler wurden in der Freimfelder Straße an geeigneten Punkten entlang der Straßenflucht in Abständen von ca. 115 m (F1 zu F2) bzw. ca. 180 m (F2 zu F3) auf der Ostseite angebracht. Die Straße verläuft in Nord-Süd-Richtung. Der Standort F1 ist identisch mit dem Standort des Messfahrzeugs. Die Messungen an diesem Standort wurden jedoch ab 2013 eingestellt. Der am weitesten südlich gelegene Messpunkt (F3) befindet sich in ca. 290 m Entfernung zum Standort des Messfahrzeugs. Weitere Details zu den Standorten sind der Anlage 2 zu entnehmen.

Die Ergebnisse der NO₂-Passivsammlermessungen in der Freimfelder Straße sind als Jahresmittelwerte ab 2012 in Tabelle 3 enthalten. Es ist ein deutlicher Gradient mit einem Anstieg der Konzentrationen von Nord nach Süd erkennbar (2012). Am Messpunkt F3 lagen die Konzentrationen im ersten Messjahr durchaus in einem erhöhten Bereich, jedoch noch deutlich unterhalb des Grenzwertes. Dies ist vermutlich u.a. auf Unterschiede in der Straßengeometrie zurückzuführen. Darüber hinaus befindet sich unmittelbar am Punkt F3 eine Bushaltestelle.

Insgesamt ist über die Jahre hinweg ein Rückgang der Werte sichtbar. Dieser betrug am Messpunkt F3 7 µg/m³ und am Messpunkt F2 5 µg/m³ (Vergleich 2012 – 2015). Eine Grenzwertrelevanz besteht aktuell an keinem der beiden verbliebenen Standorte.

Tabelle 3: Jahresmittelwerte der NO₂-Passivsammler)

Ort	Jahresmittelwerte (µg/m ³)			
	2012	2013	2014	2015
Halle, Freimfelder Str. (F 1) Nr. 88 (Ostseite)	27	keine Messung	keine Messung	keine Messung
Halle, Freimfelder Str. (F 2) Nr. 92 (Ostseite)	31	29	29	26
Halle, Freimfelder Str. (F 3) Nr. 102 (Ostseite)	35	34	30	28

5 Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Berichtes ist die Auswertung des Einsatzes des Luftmessfahrzeuges (orientierende Messung gemäß § 13 der 39. BImSchV) in der Freimfelder Straße in Halle (Saale) im Jahr 2015. Die Messungen erfolgten jeweils für die Dauer von ca. 6 Wochen, beginnend am 14.08.2015 (1. Messphase) bzw. am 04.11.2015 (2. Messphase).

Dieser Messeinsatz erfolgte als erste Wiederholungsmessung der in den Jahren 2011/2012 durchgeführten Stuserhebung und diente damit vorrangig der Erfassung von Veränderungen in der Belastungssituation.

Grundlage für die Bewertung der Messergebnisse aus der Freimfelder Straße ist im Wesentlichen der Vergleich mit den LÜSA-Stationen im Stadtgebiet von Halle und den Grenz- bzw. Zielwerten der 39. BImSchV.

Die orientierenden Messungen in der Freimfelder Straße zeigen eine sichere Einhaltung der Grenzwerte für Partikel PM_{10} und Stickstoffdioxid an diesem Standort. Der seit dem 01.01.2015 einzuhaltende Grenzwert für Partikel $PM_{2,5}$ in Höhe von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert wird ebenfalls sicher eingehalten.

In Auswertung der Messergebnisse für Partikel PM_{10} und Stickstoffdioxid konnte festgestellt werden, dass das Belastungsniveau in der Freimfelder Straße geringfügig über dem Niveau im städtischen Hintergrund (Schleiermacherstraße) liegt, gleichzeitig aber unterhalb der Belastung in der Merseburger Straße bleibt. Am Verkehrs-Hotspot Paracelsusstraße wurde das höchste Belastungsniveau ermittelt.

Im Vergleich zu den Ergebnissen der Stuserhebung (2011/2012) konnte sowohl für Partikel als auch Stickstoffdioxid ein Rückgang der Belastung festgestellt werden. Dieser Rückgang ist grundsätzlich jedoch an fast allen Messstationen innerhalb des Luftmessnetzes Sachsen-Anhalts im Vergleich der Jahre 2011 und 2015 zu erkennen.

Darüber hinaus hat sich bei den Partikeln für die Grobfraction (coarse fraction), welche Teilchen mit einer Größe $> 2,5 \mu\text{m}$ und $< 10 \mu\text{m}$ umfasst, ebenfalls eine Reduzierung gezeigt. Diese lag an den betrachteten LÜSA-Standorten Merseburger Straße und Schleiermacherstraße bei $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (meteorologiebereinigt). In der Freimfelder Straße fiel der Rückgang geringfügig höher aus und lag letztlich bei $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (basierend auf abgeleiteten Werten).

Aus dem Vergleich auf der Basis meteorologiebereinigter Differenzbeträge konnte für Partikel PM_{10} eine Reduzierung der lokalen Zusatzbelastung in der Größenordnung von maximal $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet werden. Dieser Wert wurde sowohl für die untersuchten Standorte im Stadtgebiet von Halle (Saale) (Ausnahme Paracelsusstraße), als auch für einen Vergleichsstandort aus dem Messnetz ermittelt (Wittenberg/Dessauer Straße). Für den Standort Paracelsusstraße hat sich eine Reduzierung der Belastung um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ergeben.

Für Partikel $PM_{2,5}$ wurde nach gleicher Methodik ein deutlich geringerer Betrag für den Rückgang der lokalen Zusatzbelastung ermittelt. Dieser Betrag lag bei jeweils $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für die Standorte Merseburger Straße und Schleiermacherstraße. Für die Freimfelder Straße konnte hingegen keine Veränderung festgestellt werden. Damit fällt der Betrag der Veränderung (Reduzierung der lokalen Zusatzbelastung) zwischen den Jahren 2011 und 2015 bezogen auf die beiden LÜSA-Stationen in Halle für $PM_{2,5}$ geringer aus als für PM_{10} .

Beim Stickstoffdioxid zeigte sich für den Standort Paracelsusstraße eine Differenz von $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Belastungshöhe (meteorologiebereinigt). Für die Freimfelder Straße ergab sich eine Differenz in Höhe von $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (abgeleitet). Mit Blick auf die Entwicklung an weiteren verkehrsnahen Standorten des Messnetzes, wie z. B. Aschersleben und Dessau/Albrechtsplatz, konnte festgestellt werden, dass sich dort ein Belastungsrückgang in der Größenordnung von 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ manifestiert hat.

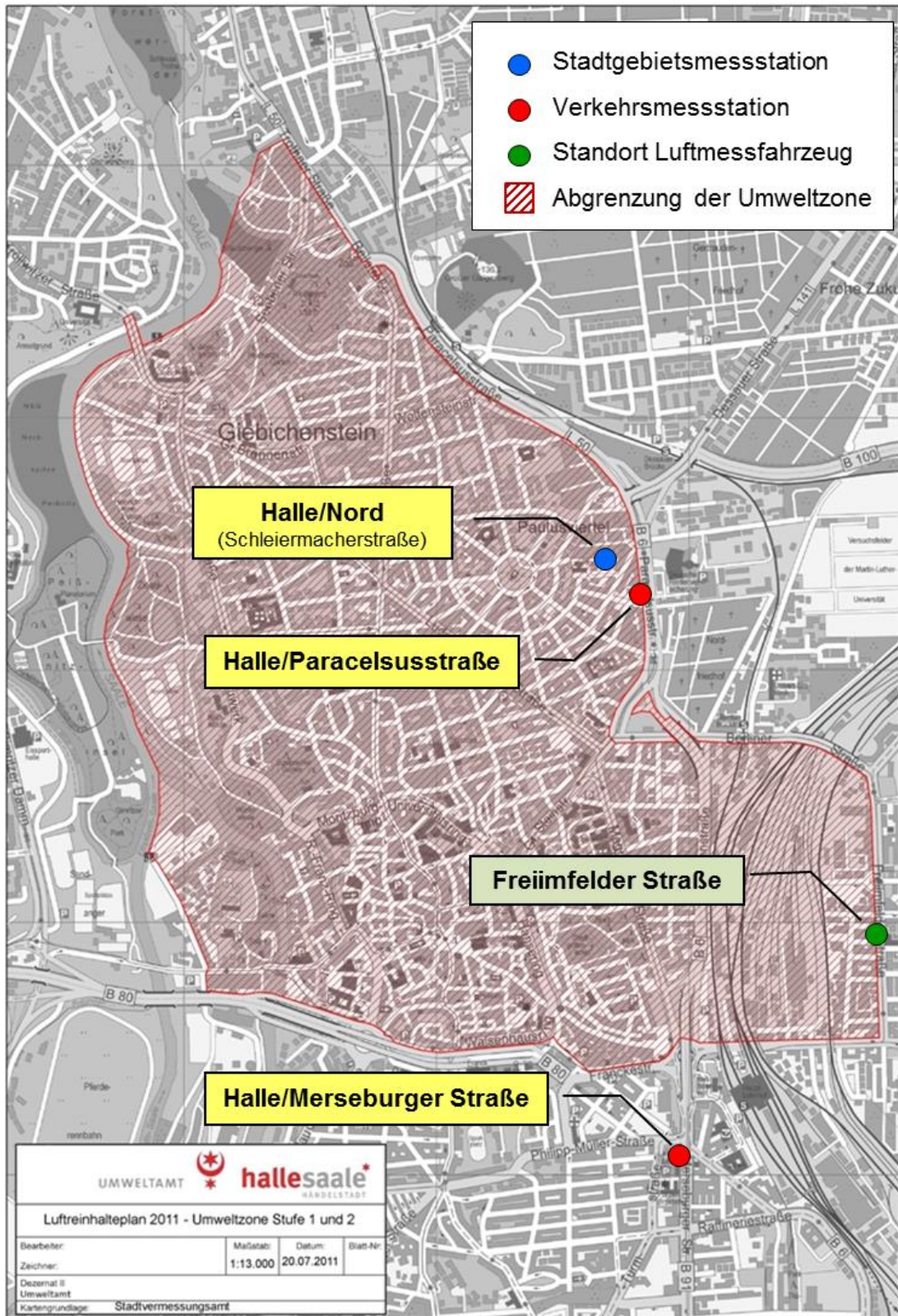
Somit weisen die verkehrsnahen Standorte in Halle (Saale) einen deutlicheren Belastungsrückgang auf als die Vergleichsstandorte, welche sich außerhalb des Einflussbereichs von Umweltzonen befinden. Dies lässt den Schluss zu, dass die an den verkehrsnahen Standorten in Halle (Saale) festgestellte zusätzliche **Minderungsrate von 1 bis $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 im Jahresmittel der Wirkung der Umweltzone zugeschrieben werden kann.**

Davon ausgenommen ist jedoch die Entwicklung in der Merseburger Straße, da dort ein Anstieg der Belastung um $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erfolgt ist. Dieser erklärt sich jedoch durch die Installation einer Lichtsignalanlage auf Höhe der Messstation Ende 2013. Infolge der durch diese Lichtsignalanlage häufig verursachten Rückstausituationen, stieg die NO_2 -Belastung in den Folgejahren an (z.B. 2014 um

4 µg/m³). Daher konnte dieser Messstandort nicht mehr für die Abschätzung von Belastungsänderungen zwischen der Statuserhebung 2011 und der ersten Folgeerhebung herangezogen werden.

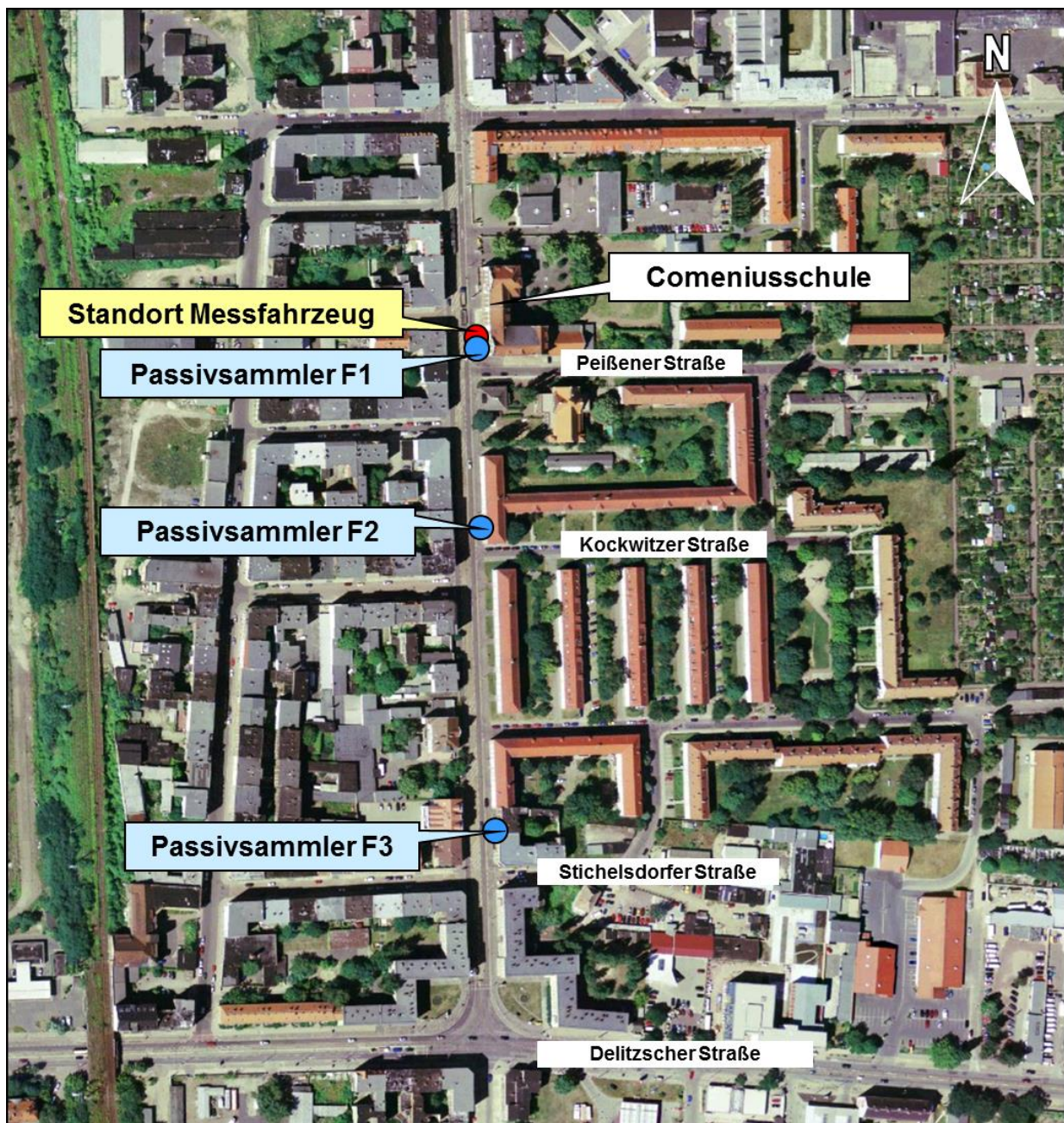
Im Ergebnis der NO₂-Passivsammlermessungen in der Freimfelder Straße konnte ein deutlicher Gradient mit einem Anstieg der Konzentrationen von Nord nach Süd nachgewiesen werden. Die NO₂-Jahresmittelwerte lagen im Jahr 2012 zwischen 27 und 35 µg/m³. Der höchste Jahresmittelwert in der Freimfelder Straße wurde mit 35 µg/m³ am Messstandort Freimfelder Straße 102 (F3) ermittelt. Insgesamt ist über die Jahre hinweg ein Rückgang der Werte sichtbar. Dieser betrug am Messpunkt F3 7 µg/m³ und am Messpunkt F2 5 µg/m³ (Vergleich 2012 – 2015). Eine Grenzwertrelevanz besteht aktuell an keinem der beiden verbliebenen Standorte.

LÜSA-Messstationen und Standort des Luftmessfahrzeugs im Bereich der Stadt Halle (Saale)



Lageplan Freimfelder Straße, Halle (Saale)

Detailübersicht Standorte Luftmessfahrzeug und NO₂-Passivsammler



Quelle: http://laucir1.lau.mlu.lsa-net.de/umn/php/gfi_umn_design.php (RGB 2005)