

# / Mobile Luftgütemessung 2014: Gute Luft in Eitting

Umwelt am Flughafen München

Verbindung leben

# M





# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Die mobile Luftgütemessstation in der Gemeinde Eitting</b>	<b>13</b>
2.1	Anfrage der Gemeinde.....	13
2.2	Standortfindung und -wahl.....	13
2.3	Mobile Luftgütemessstation.....	16
2.4	Messumfang / Parameter .....	18
2.5	Messzeitraum .....	19
2.6	Betrieb der mobilen Luftgütemessstation.....	20
<b>3</b>	<b>Flugverkehr im Messzeitraum</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Luftschadstoffe</b>	<b>23</b>
4.1	Ausbreitung.....	23
4.2	Feinstaub.....	24
4.3	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe [PAK] / Benzo[a]pyren als Leitparameter.....	25
4.4	Stickstoffoxide .....	25
4.5	Ozon .....	26
4.6	Benzol und n-Alkane.....	27
<b>5</b>	<b>Bewertungsgrundlagen</b>	<b>29</b>
5.1	Allgemeine Bewertungsgrundlagen.....	30
5.2	Mögliche Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von n-Alkanen.....	32
5.3	Langzeit-Luftqualitätsindex.....	33
<b>6</b>	<b>Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Eitting</b>	<b>34</b>
6.1	Partikel PM <sub>10</sub> und PM <sub>2,5</sub> .....	34
6.2	Stickstoffdioxid [NO <sub>2</sub> ].....	35
6.3	Ozon [O <sub>3</sub> ].....	37
6.4	Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol und n-Alkane .....	38
6.5	Benzo[a]pyren.....	40

<b>7</b>	<b>Zusätzliche Vergleichsbetrachtungen</b>	<b>41</b>
7.1	Vergleich der Messwerte Eitting (mobile LGM) mit der Hauptmessstation [LHY7].....	41
7.2	Vergleich mit ausgewählten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern [LÜB] .....	53
7.3	Langzeit-Luftqualitätsindex.....	56
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Literatur</b>	<b>60</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Standorte von LHY4 und LHY7 sowie der mobilen Luftgütemessstation	12
Abbildung 2:	Vorgeschlagene Standorte im Ortsteil Eitting	13
Abbildung 3:	Vorgeschlagener Standort im Ortsteil Reisen	14
Abbildung 4:	Übersichtslageplan mit mobiler Luftgütemessstation am Messort Kinderhaus „St. Georg“ in der Gemeinde Eitting	15
Abbildung 5:	Mobile Luftgütemessstation am Kinderhaus „St. Georg“ in der Gemeinde Eitting	16
Abbildung 6:	Mobile Luftgütemessstation im Einsatz	17
Abbildung 7:	Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation	17
Abbildung 8:	Auszug aus AIP Germany	21
Abbildung 9:	Flugspuraufzeichnungen vom 12.10.2014 [Betriebsrichtung Ost]	22
Abbildung 10:	Flugspuraufzeichnungen vom 16.10.2014 [Betriebsrichtung West]	22
Abbildung 11:	Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM <sub>10</sub> -Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 [Tagesmittelwerte, Tagesgrenzwert 50 µg/m <sup>3</sup> rot markiert]	42
Abbildung 12:	Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM <sub>2,5</sub> -Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 [Tagesmittelwerte]	42
Abbildung 13:	Verlauf der NO-Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 [Stundenmittelwerte]	45
Abbildung 14:	Verlauf der NO <sub>2</sub> -Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 [Stundenmittelwerte, Grenzwert für das Stundenmittel 200 µg/m <sup>3</sup> rot markiert]	45
Abbildung 15:	Verlauf der O <sub>3</sub> -Konzentration in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 [Stundenmittelwerte, Informationsschwelle 180 µg/m <sup>3</sup> rot markiert]	47

Abbildung 16:	Verlauf der Benzol-Konzentration in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 [Wochenmittelwerte, Immissionsgrenzwert 5 µg/m <sup>3</sup> rot markiert]	49
Abbildung 17:	Verlauf der n-Alkan-Konzentration [Summe] in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogenen Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m <sup>3</sup> , rot markiert]	50
Abbildung 18:	Vergleich der Benzo[a]pyren-Konzentration Eitting zur Hauptmessstation [Monatsmittelwerte, Zielwert für das Jahr 1 µg/m <sup>3</sup> rot markiert]	51
Abbildung 19:	Vergleich der PM <sub>10</sub> -Monatsmittelwerte LÜB - Eitting	53
Abbildung 20:	Vergleich der PM <sub>2,5</sub> -Monatsmittelwerte LÜB - Eitting	54
Abbildung 21:	Vergleich der NO <sub>2</sub> -Monatsmittelwerte LÜB - Eitting	54
Abbildung 22:	Vergleich der Ozon-Monatsmittelwerte LÜB - Eitting	55

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht Messparameter, Messgeräte und Messverfahren	19
Tabelle 2:	Starts und Landungen sowie Betriebsrichtungsverteilung	21
Tabelle 3:	Beurteilungswerte	31
Tabelle 4:	Langzeit-Luftqualitätsindex LaQx	33
Tabelle 5:	Statistische Kenngrößen der PM <sub>10</sub> - und PM <sub>2,5</sub> -Konzentrationen im Messzeitraum	34
Tabelle 6:	Statistische Kenngrößen der NO <sub>2</sub> -Konzentration für den Messzeitraum	35
Tabelle 7:	Statistische Kenngrößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum	36
Tabelle 8:	Statistische Kenngrößen der O <sub>3</sub> -Konzentration für den Messzeitraum	37
Tabelle 9:	Ergebnisse der BTEX- und n-Alkanmessungen	38
Tabelle 10:	Benzo[a]pyren-Konzentration im PM <sub>10</sub>	40
Tabelle 11:	Statistische Kenngrößen der PM <sub>10</sub> - und PM <sub>2,5</sub> -Konzentration im Messzeitraum	41
Tabelle 12:	Statistische Kenngrößen der NO <sub>2</sub> -Konzentration für den Messzeitraum	43
Tabelle 13:	Statistische Kenngrößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum	44
Tabelle 14:	Statistische Kenngrößen der O <sub>3</sub> -Konzentration für den Messzeitraum	46
Tabelle 15:	Ergebnisse der BTEX- und n-Alkanmessungen (Mittelwerte über den Messzeitraum)	48
Tabelle 16:	Benzo[a]pyren-Konzentration im PM <sub>10</sub>	51
Tabelle 17:	Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftqualitätsindex	56
Tabelle 18:	Bewertung der Luftqualität in Eitting	56
Tabelle 19:	Bewertung der Luftqualität in Eitting gemäß Langzeit-Luftqualitätsindex	59

## **Vorwort des 1. Bürgermeisters der Gemeinde Eitting**

Bei der Sitzung der Fluglärmkommission am 04.12.2013 wurde die Information gegeben, dass die Flughafen München GmbH, als erster Flughafenbetreiber Deutschlands, zusätzlich eine mobile Luftgütemessstation angeschafft hat – ein freiwilliges Angebot an die Kommunen im Umland.

Ich habe das Angebot der Flughafen München GmbH damals sofort aufgegriffen und gebeten, dass die mobile Luftgütemessstation in der Gemeinde Eitting aufgestellt wird und fünf Standorte vorgeschlagen.

Schließlich haben wir uns einvernehmlich, mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, auf den Standort unmittelbar am Kinderhaus „St.-Georg“ in Eitting geeinigt.

Die mobile Luftgütemessstation war von Anfang Juli 2014 bis Ende Dezember 2014 am Standort in Eitting.

Die Flughafen München GmbH geht hier einen neuen Weg im Umweltschutz und der Luftreinhaltung, indem ein ergänzender Nachweis der Luftqualität auf dem Flughafengelände und in der Region geführt wird.

Wichtig war mir, dass die Untersuchungsergebnisse vom Bayerischen Landesamt für Umwelt begutachtet werden, um die Neutralität zu wahren.

Ich danke allen, die an der Auswertung und Begutachtung der Messergebnisse mitgewirkt haben, insbesondere der Flughafen München GmbH dafür, dass wir für diese Messung als sog. Pilotgemeinde ausgewählt wurden.

Ihr

Georg Wiester

1. Bürgermeister der Gemeinde Eitting



## Vorwort der Flughafen München GmbH

Saubere Luft ist eine wesentliche Lebensgrundlage. Daher misst der Flughafen München seit Inbetriebnahme mit stationären Luftgütemesseinrichtungen die Qualität der Luft am Flughafen.

Die Anforderungen an die Qualität haben sich seit Inbetriebnahme des Flughafens erheblich verschärft. Grund dafür sind v.a. europäische Maßgaben und deren Umsetzungen in die deutsche Gesetzgebung.

Die Ergebnisse der Luftgütemessungen, die am Flughafen durchgeführt, regelmäßig in den Sitzungen der Fluglärmkommission vorgestellt und anschließend veröffentlicht werden, zeigen, dass die gemessenen Werte am Flughafen München unter den einschlägigen Immissionswerten liegen, Überschreitungen wurden nicht ermittelt. Das liegt nicht zuletzt an den erheblichen Anstrengungen des Flughafens zur Vermeidung und Verringerung von Emissionen.

Mit seiner mobilen Luftgütemessstation geht der Flughafen München seit 2014 einen neuen Weg bei der Luftgüteüberwachung. Als erster Flughafen Deutschlands stellt er den Kommunen im Umland seine mehr als 100.000 EUR teure Anlage kostenlos zur Verfügung. Mit der bestens ausgestatteten Anlage braucht der Flughafen keinen Vergleich mit anderen etablierten Messnetzen zu scheuen.

Der vorliegende Messbericht der „Messkampagne Eitting 2014“ stellt nun die Ergebnisse der im 2. Halbjahr 2014 durchgeführten Messungen dar und stellt sie Messergebnissen an anderen Überwachungsstationen gegenüber. Der vorliegende Bericht der Flughafen München GmbH ergänzt den Messbericht des mit den Messungen beauftragten akkreditierten Prüfinstituts um Informationen zu den Luftschadstoffen oder zur mobilen Luftgütemessstation.

Die Ergebnisse zeigen, dass die gemessenen Parameter deutlich unter den zugehörigen Grenz- bzw. Vergleichsparametern liegen und sich die Luft in der Gemeinde Eitting mit typischen ländlichen Hintergrundsituationen vergleichen lässt.

Es freut mich, dass die Gemeinde Eitting als erste Kommune das Angebot des Flughafens annahm, die Durchführung der Messkampagne Eitting eng begleitete und tatkräftig unterstützte.

Ihr

Hermann Blomeyer

Leiter Projektteam Kapazitäten und Umwelt



## Überblick über die Messkampagne Eitting

Die mobile Luftgütemessstation wurde von der Flughafen München GmbH in der Sitzung der Fluglärmkommission am 04.12.2013 vorgestellt.

Die Gemeinde Eitting griff mit Schreiben vom 09.12.2013 als erste Kommune das freiwillige Angebot der Flughafen München GmbH zur mobilen Messung der Luftgüte im Umland des Flughafens München auf.

Aus fünf Standortvorschlägen (vier im Ortsteil Eitting, einer im Ortsteil Reisen) der Gemeinde Eitting wurde am 04.06.2014 im Rahmen einer gemeinsamen Begehung der Standort am Kinderhaus „St. Georg“ der Gemeinde Eitting u.a. aufgrund seiner besonderen Bedeutung zur Nähe eines Aufenthaltsorts von Kindern nach fachlichen Gesichtspunkten einvernehmlich gewählt. Die Standortwahl erfolgte in Abstimmung mit der Gemeinde Eitting, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, der Firma Müller-BBM und der Umweltschutzabteilung des Flughafens München.

Die mobile Luftgütemessstation war im Zeitraum 01.07.2014 bis 31.12.2014 in Betrieb. Die Datenverfügbarkeit betrug im Messzeitraum 98 - 100 %.

Nähere Informationen zur mobilen Luftgütemessstation (z.B. Innenausstattung, Messumfang, Betrieb), zum Flugverkehr im Messzeitraum, zu Luftschadstoffen sowie den Bewertungsgrundlagen sind in den folgenden Kapiteln 2 bis 5 erläutert.

Detaillierte Ausführungen zu den Messergebnissen sowie zusätzliche Vergleichsbetrachtungen der Firma Müller-BBM [19] finden sich in den Kapiteln 6 und 7. Die Ergebnisse der Messkampagne Eitting 2014 sind in Kapitel 8 zusammengefasst.

Für alle gemessenen Parameter der 39. BImSchV wurden die Immissionswerte sicher eingehalten bzw. deutlich unterschritten. Für zusätzliche Parameter wurden die Beurteilungswerte des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) und der hilfsweise herangezogene Richtwert I (Vorsorgewert) der Kommission für Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt ebenfalls deutlich unterschritten.

Als Fazit der Messkampagne Eitting 2014 lässt sich unter Heranziehung des Langzeit-Luftqualitätsindex festhalten:

Gute Luft in Eitting!

## 1 Veranlassung

Die Qualität der Luft ist entscheidend für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen sowie für das Gedeihen der Natur. Die Bewahrung einer guten Luftqualität zählt zu den wichtigsten Aufgaben des Umweltschutzes, denn die Luft wird durch eine Vielzahl von Quellen (Verkehr, Industrie, Landwirtschaft, Haushalte und viele andere) belastet.

Durch den Betrieb des Flughafens München werden Emissionen freigesetzt. Emittenten sind neben den Flugzeugturbinen auch die Abfertigung der Flugzeuge am Boden, die Erzeugung von elektrischem Strom, Wärme und Kälte in der Energiezentrale, die Flugzeugwartung, der öffentliche und nichtöffentliche Straßenverkehr sowie andere Aktivitäten. Wesentliche Schadstoffe, die dabei freigesetzt werden können, sind Stickstoffoxide (NO<sub>2</sub>, NO), Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) und verschiedene Kohlenwasserstoffe (u.a. Benzol und Benzo[a]pyren).

Um den Einfluss des Flughafenbetriebs auf die Luftqualität kontinuierlich zu überwachen, betreibt der Flughafen München umfangreiche Immissionsmessungen mit ortsfesten Luftgütemessstationen.

2014 wurden diese ortsfesten Immissionsmessungen um eine mobile Luftgütemessstation ergänzt. Durch Immissionsmessungen im Umland des Flughafens wird es möglich, die Luftqualität direkt vor Ort zu beobachten. Die Auswahl der Messparameter orientiert sich an der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen [39. BImSchV] [2]. Hierzu zählen Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), Benzol und Benzo[a]pyren. Zusätzlich wurden n-Alkane (Leitparameter für Kerosin) gemessen und auch die meteorologischen Parameter Windrichtung und -geschwindigkeit sowie Lufttemperatur, -feuchte und -druck bestimmt.

Sowohl der Umfang der Messungen als auch die angewandten Messverfahren und Messmethoden sind mit dem Landesamt für Umwelt abgestimmt und entsprechen den Anforderungen der 39. BImSchV. Die eingesetzten Messsysteme entsprechen den einschlägigen Technischen Richtlinien und sind mit dem Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) vergleichbar.

Die mobile Luftgütemessstation wurde am 04.12.2013 in der Fluglärmkommission vorgestellt. Es wurde vereinbart, dass Anfragen von interessierten Gemeinden entweder über die Fluglärmkommission an die Flughafen München GmbH oder direkt an die Umweltabteilung des Flughafens München gerichtet werden können.

Die Standortwahl erfolgt gemeinsam mit der jeweiligen Gemeinde, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, der Firma Müller-BBM und der Umweltabteilung des Flughafens München. Die Firma Müller-BBM ist ein akkreditiertes Prüfinstitut das gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung [41. BImSchV] als sachverständige Stelle bekannt gegeben ist.

Die Messdauer beträgt üblicherweise sechs Monate und umfasst jeweils sowohl Monate des Winter- als auch des Sommerhalbjahres. Die Messergebnisse werden in der Gemeinde vorgestellt und auf den Internetseiten des Flughafens München veröffentlicht.

Der Flughafen München ist der erste Flughafen Deutschlands, der diese Umweltleistung anbietet. Das Angebot ist eine freiwillige Maßnahme, um größtmögliche Transparenz beim Einfluss des Flughafens München auf die Luftqualität in der Region zu gewährleisten.

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse der Messungen in der Gemeinde Eitting vor. Er erweitert den von Müller-BBM erstellten Bericht „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Eitting – Messzeitraum 01.07.2014 – 31.12.2014“ vom 12.03.2015 [19] um die Kapitel 2 bis 5 mit zusätzlichen Informationen zur mobilen Luftgütemessstation, zum Flugverkehr sowie den Luftschadstoffen und Bewertungsgrundlagen. Die Kapitel 6 und 7 stellen die Messergebnisse und zusätzliche Vergleichsbetrachtungen dar. Sie sind, wie auch die Zusammenfassung [Kapitel 8], wort- und inhaltsgleich aus dem Messbericht der Firma Müller-BBM übernommen.

Abbildung 1 zeigt die Standorte der stationären Luftgütemessstationen LHY4 und LHY7 auf dem Flughafengelände sowie den Standort der mobilen Luftgütemessstation im Zeitraum 01.07.2014 bis 31.12.2014 in der Gemeinde Eitting.

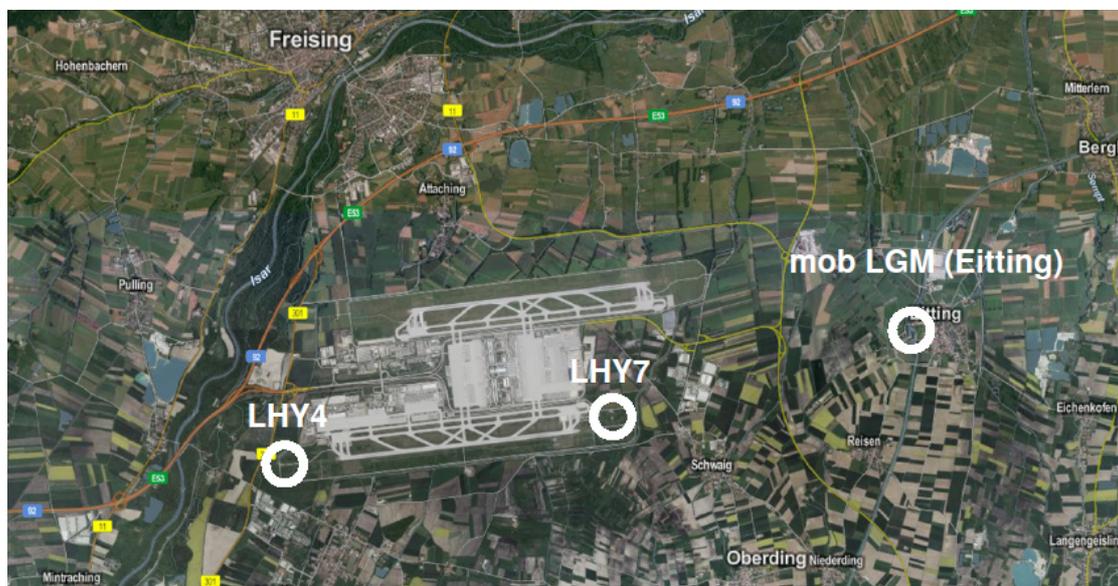


Abbildung 1: Standorte von LHY4 und LHY7 sowie der mobilen Luftgütemessstation

## 2 Die mobile Luftgütemessstation in der Gemeinde Eitting

### 2.1 Anfrage der Gemeinde

Die Gemeinde Eitting wandte sich mit Schreiben vom 09.12.2013 an die Flughafen München GmbH und bat um Durchführung einer mobilen Luftgütemessung in deren Gemeindegebiet.

### 2.2 Standortfindung und -wahl

Im Rahmen der Standortfindung schlug die Gemeinde Eitting vier mögliche Standorte im Gemeindegebiet Eitting vor, vier im Ortsteil Eitting sowie einen Standort im Ortsteil Reisen.

Die nachfolgenden Abbildungen 2 und 3 zeigen die vorgeschlagenen Standorte der Gemeinde Eitting.

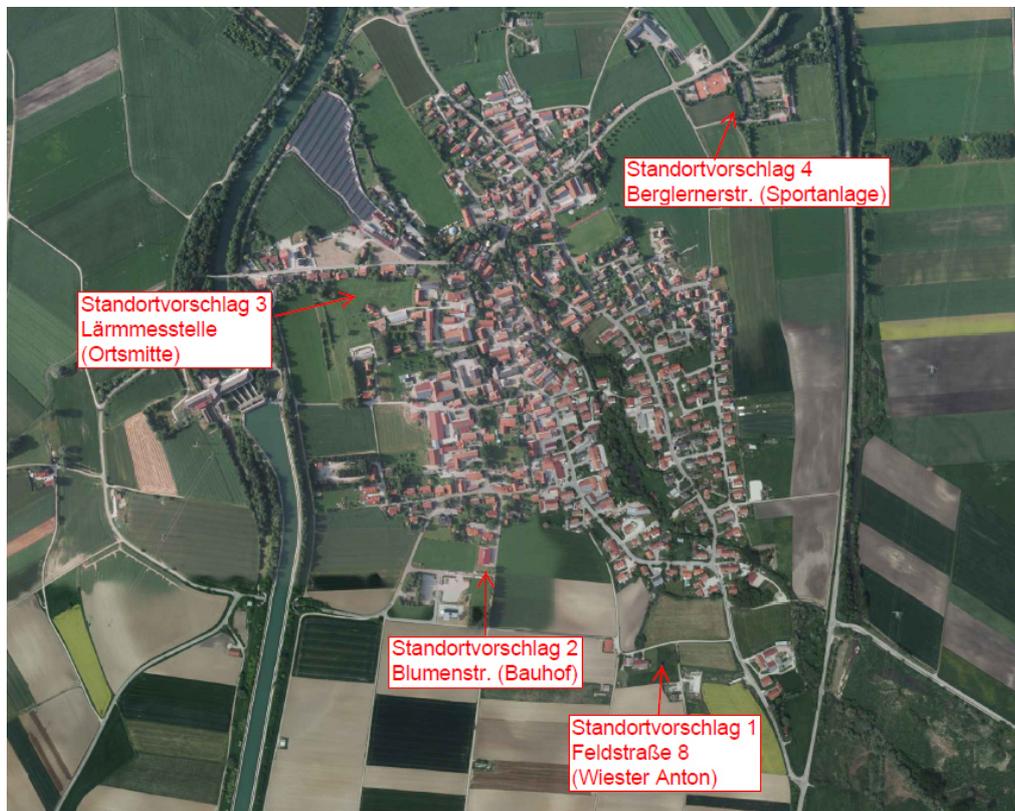


Abbildung 2: Vorgeschlagene Standorte im Ortsteil Eitting



**Abbildung 3: Vorgeschlagener Standort im Ortsteil Reisen**

Die Festlegung des Standortes erfolgte am 04.06.2014 bei einer gemeinsamen Begehung der vier vorgeschlagenen Standorte im Ortsteil Eitting einvernehmlich nach fachlichen Gesichtspunkten durch die Gemeinde Eitting, vertreten durch den 1. Bürgermeister Georg Wiester, dem Vertreter des Bayerischen Landesamts für Umwelt, Regierungsdirektor Dr. Heinz Ott, dem zur Durchführung der Messkampagne Eitting 2014 beauftragten akkreditierten Prüfinstitut Müller-BBM GmbH, Rebecca Dutzi, sowie der Flughafen München GmbH, vertreten durch Hans-Peter Melzl und Stefan Kaun von der Umweltabteilung.

Folgende Standortvorschläge standen zur Wahl:

**Standortvorschlag 1: Feldstraße 8 in der Gemeinde Eitting**

Der vorgeschlagene Standort 1 befindet sich am Ortsrand der Gemeinde Eitting südlich des Ortszentrums und bei Westwind im Lee der südlichen Start- und Landebahn. Ein Kfz-Verkehrseinfluss ist gering, jedoch kann an diesem Standort der Einfluss der angrenzenden Gebäude auf die Strömungsverhältnisse und damit auf die Immissionssituation nicht ausgeschlossen werden. Der Standort ist deshalb nur bedingt geeignet.

**Standortvorschlag 2: Blumenstraße, Bauhof der Gemeinde Eitting**

Der vorgeschlagene Standort 2 am Bauhof befindet sich in einem Gewerbegebiet im südwestlichen Teil des Gemeindegebiets. Der vorgeschlagene Messort ist frei anströmbar. In unmittelbarer Nähe befindet sich eine Befüllstation für Pflanzenschutzmittel. In diesem Umfeld kann nicht ausgeschlossen werden, dass Messergebnisse etwa durch während des Befüllvorgangs laufende Dieseltraktoren beeinflusst werden. Der Standort ist deshalb nur bedingt geeignet.

**Standortvorschlag 3: Kinderhaus „St. Georg“ der Gemeinde Eitting**

Der vorgeschlagene Standort 3 befindet sich neben dem Parkplatz des Kinderhauses „St. Georg“ der Gemeinde Eitting. Der Messort ist frei anströmbar, er befindet sich im Lee des

Flughafens München und im Luv des Parkplatzes und wird nur in vergleichsweise geringem Umfang von lokalen Emittenten beeinflusst. Der Einfluss durch PKW-Fahrten von und zum Kinderhaus scheint gering. Die Anforderungen der 39. BImSchV für den Standort sind grundsätzlich erfüllt. Er hat in der Nähe des Aufenthaltsorts von Kindern eine besondere Bedeutung. Der Standort ist deshalb geeignet.

#### **Standortvorschlag 4: Sportplatz der Gemeinde Eitting**

Der vorgeschlagene Standort 4 befindet sich im Lee der Gemeinde Eitting. Aufgrund des Baumbestands ist eine freie Anströmung des Messortes nicht gewährleistet. Der Standort ist nur bedingt geeignet.

#### **Standortvorschlag 5: Gemeinde Eitting / Ortsteil Reisen**

Der Standortvorschlag 5 im Ortsteil Reisen musste im Vorfeld ausgeschlossen werden, da dort der für die Datenübermittlung erforderliche Mobilfunkempfang nur mit erheblichem Zusatzaufwand sicher gestellt hätte werden können.

#### **Standortwahl Kinderhaus „St. Georg“**

Nach Besichtigung der vorgeschlagenen Standorte wurde nach fachlichen Gesichtspunkten einvernehmlich entschieden, dass die mobile Luftgütemessung am Standort 3, also am Kinderhaus „St. Georg“ der Gemeinde Eitting, durchgeführt wird.

Im Übersichtslageplan in der Abbildung 4 ist der Standort dargestellt.



**Abbildung 4: Übersichtslageplan mit mobiler Luftgütemessstation am Messort Kinderhaus „St. Georg“ in der Gemeinde Eitting**



Abbildung 5: Mobile Luftgütemessstation am Kinderhaus „St. Georg“ in der Gemeinde Eitting

### 2.3 Mobile Luftgütemessstation

Die mobile Luftgütemessstation des Flughafens München besteht aus einem Container mit der Abmessung 2,40 Meter mal 2,60 Meter, der auf einem PKW-Anhänger montiert ist.

Der Anhänger mit Container hat eine Höhe von rd. 2,50 Meter und weist ein Gesamtgewicht von rd. 1.200 kg auf.

Die mobile Luftgütemessstation verfügt über einen ausziehbaren Mast, dessen Spitze in ausgefahrenem Zustand rd. 8 Meter über dem Boden liegt.

Die mobile Luftgütemessstation benötigt für Ihren Betrieb einen externen 220 V-Anschluss.

Die zu messende Außenluft wird über dem Dach des Containers in einer Höhe von rd. 4 Metern angesaugt. Die Messhöhe der meteorologischen Messungen beträgt rd. 8 Meter.

Abbildung 6 zeigt die mobile Luftgütemessstation im Einsatz, Abbildung 7 veranschaulicht die Innenausstattung.



**Abbildung 6: Mobile Luftgütemessstation im Einsatz**



**Abbildung 7: Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation**

## 2.4 Messumfang / Parameter

Mit den Messinstrumentarien in der mobilen Luftgütemessstation können folgende Luftschadstoffe gemessen werden:

- Feinstaub (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)
- Stickstoffoxide (NO<sub>2</sub>, NO)
- Ozon (O<sub>3</sub>)
- Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (BTEX)
- n-Alkane (n-Hexan bis n-Tetradekan)
- Benzo[a]pyren

Zudem werden folgende meteorologischen Parameter bestimmt:

- Windrichtung und -geschwindigkeit
- Lufttemperatur und -feuchte
- Luftdruck

Nachfolgende Tabelle 1 enthält den Messumfang der mobilen Luftgütemessstation mit den gemessenen Parametern, dem eingesetzten Gerät sowie den verwendeten Messverfahren. Die Parameter, Geräte und Verfahren entsprechen den einschlägigen Vorgaben.

Messumfang der mobilen Luftgütemessstation		
Parameter	Gerät	Verfahren
PM <sub>10</sub> kontinuierlich	Horiba Typ: APDA 371	In Anlehnung an DIN EN 12341
PM <sub>10</sub> gravimetrisch	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 12341
PM <sub>2,5</sub> kontinuierlich	Horiba Typ: APDA 371	In Anlehnung an DIN EN 12341
PM <sub>2,5</sub> gravimetrisch	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 12341
Ozon [O <sub>3</sub> ]	Horiba Typ: APOA 370	DIN EN 14625
Stickstoffmonoxid [NO]	Horiba Typ: APNA 370	DIN EN 12411
Stickstoffdioxid [NO <sub>2</sub> ]	Horiba Typ: APNA 370	DIN EN 14211
BTEX	Horiba Typ: GPS5-8D bzw. MCZ Typ MircoPNS	DIN EN 14662
Benzo[a]pyren (im PM <sub>10</sub> )	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 15549
n-Alkane [C <sub>6</sub> -C <sub>14</sub> ]	Horiba Typ: GPS5-8D bzw. MCZ Typ MircoPNS	DIN EN 14662
Temperatur	Wetterstation Thies/ Luftt	VDI 3786 Blatt 3
relative Feuchte	Wetterstation Thies/ Luftt	VDI 3786 Blatt 4
Windgeschwindigkeit	Wetterstation Thies/ Luftt	VDI 3786 Blatt 2
Windrichtung	Wetterstation Thies/ Luftt	VDI 3786 Blatt 2
Luftdruck	Wetterstation Thies/ Luftt	VDI 3786 Blatt 16

Tabelle 1: Übersicht Messparameter, Messgeräte und Messverfahren

## 2.5 Messzeitraum

Die Luftgütemessstation war in der Gemeinde Eitting im Zeitraum 01.07.2014 bis 31.12.2014 in Betrieb. Der Messzeitraum kann als repräsentativ angesehen werden, da sowohl das Sommer- als auch das Winterhalbjahr mit jeweils drei Monaten erfasst wurde.

## **2.6 Betrieb der mobilen Luftgütemessstation**

Mit dem Betrieb der mobilen Luftgütemessstation wurde ein akkreditiertes Prüfinstitut beauftragt, das nach § 29b BImSchG in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung [41. BImSchV] als sachverständige Stelle bekannt gegeben ist. Die Flughafen München GmbH hat dazu die dafür zugelassene sachverständige Stelle Müller-BBM GmbH betraut.

Die Funktion der Messgeräte wurde u.a. vom Betreiber werktäglich überprüft. Die kontinuierlichen Stickstoffoxid- und Ozonmessungen wurden täglich mit Null- und Prüfgas überprüft. Die Wartung der Messgeräte erfolgte nach den Vorgaben der jeweiligen Richtlinien.

Die Steuerung der Messgeräte sowie die Erfassung, Speicherung und Verarbeitung der Messdaten erfolgte mittels eines Messstationsrechners.

Die Messwerte wurden über eine Netzwerkverbindung direkt an die Messnetzzentrale des Betreibers Müller-BBM gesandt, der sie einer Plausibilitätsprüfung unterzog und anschließend nach den Vorgaben der 39. BImSchV sowie der jeweiligen Richtlinien auswertete.

### 3 Flugverkehr im Messzeitraum

Im Messzeitraum 01.07.2014 bis 31.12.2014 fanden insgesamt 191.034 Flugbewegungen statt.

In dieser Periode war zu 39,3 % der Zeit in Richtung Osten gestartet und von Westen kommend gelandet worden. Damit wurde zu 60,7 % der Zeit in Richtung Westen gestartet und von Osten kommend gelandet. Die Betriebsrichtungsverteilung beträgt im langjährigen Mittel der sechs verkehrsreichsten Monate rd. 38 % Ost und 62 % West. Damit stellt die im Messzeitraum vorgefundene Luftverkehrssituation eine weitestgehend typische Situation dar, die als repräsentativ angesehen werden kann. Tabelle 2 enthält die Starts und Landungen sowie die Betriebsrichtungsverteilung im Messzeitraum 01.07.2014 bis 31.12.2014.

Starts und Landungen im Messzeitraum	
Betriebsrichtung Ost	75.154
Betriebsrichtung West	115.880
Betriebsrichtungsverteilung im Messzeitraum	
Betriebsrichtung Ost	39,3 %
Betriebsrichtung West	60,7 %
Betriebsrichtungsverteilung im langjährigen Mittel	
Betriebsrichtung Ost	38 %
Betriebsrichtung West	62 %

Tabelle 2: Starts und Landungen sowie Betriebsrichtungsverteilung

Zur Veranschaulichung zeigt Abbildung 8 einen Ausschnitt aus AIP Germany zu den Flugroutenfestlegungen.

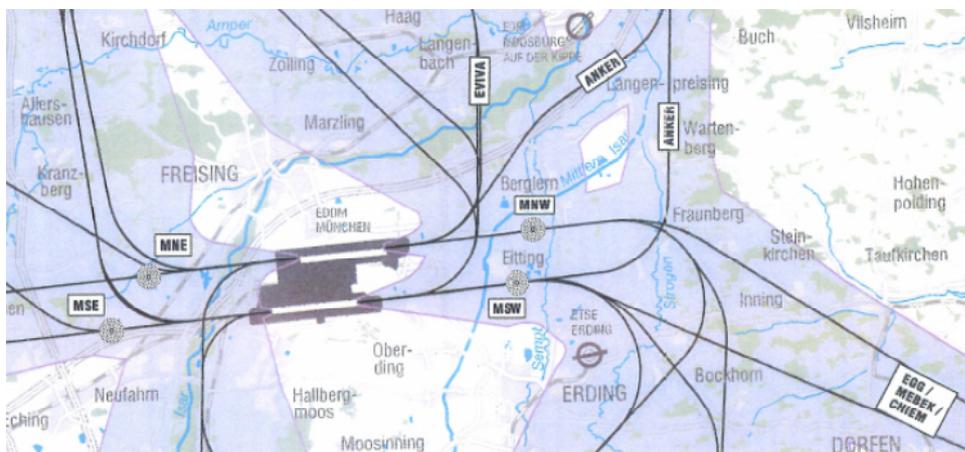


Abbildung 8: Auszug aus AIP Germany

Abbildung 9 stellt beispielhaft die im Messzeitraum überflogenen Bereiche bei Betriebsrichtung Ost (Flugspuraufzeichnungen vom 12.10.2014) dar. Dargestellt sind alle Starts (rot) und Landungen (blau).

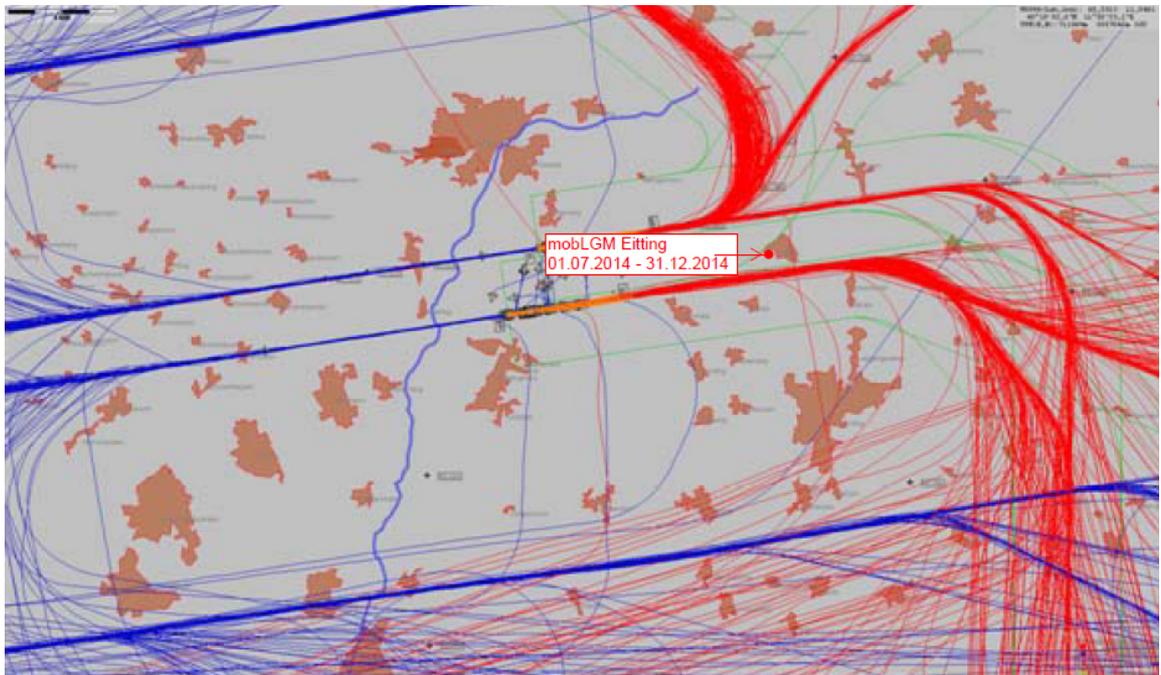


Abbildung 9: Flugspuraufzeichnungen vom 12.10.2014 (Betriebsrichtung Ost)

Abbildung 10 stellt beispielhaft die im Messzeitraum überflogenen Bereiche bei Betriebsrichtung West (Flugspuraufzeichnungen vom 16.10.2014) dar. Dargestellt sind alle Starts (rot) und Landungen (blau).

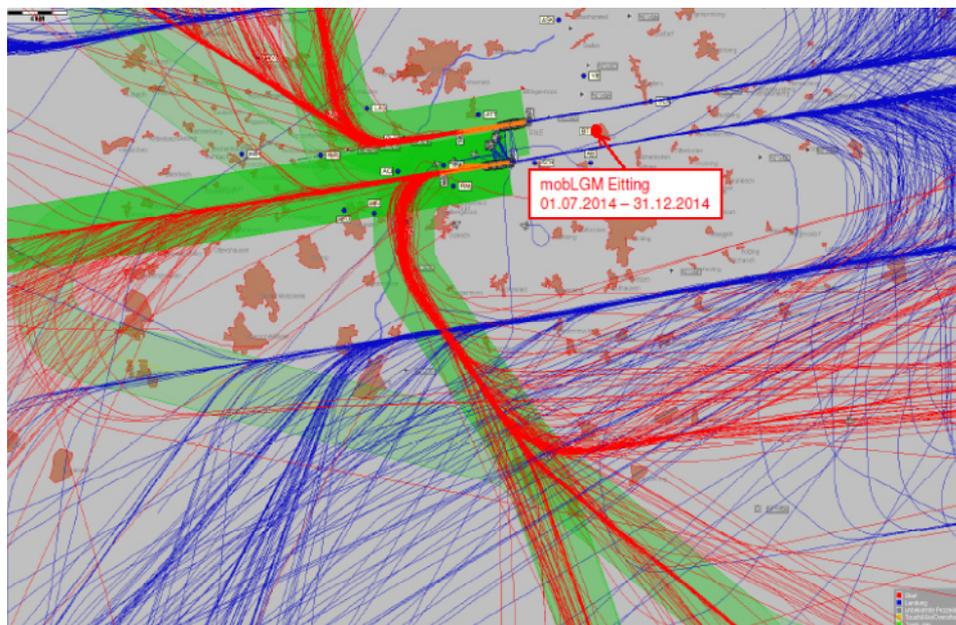


Abbildung 10: Flugspuraufzeichnungen vom 16.10.2014 (Betriebsrichtung West)

## 4 Luftschadstoffe

Ein „Schadstoff“ im Sinne der 39. BImSchV ist jeder in der Luft vorhandene Stoff, der schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt haben kann.

### 4.1 Ausbreitung

#### 4.1.1 Emission

Als Emissionen werden in der Luftreinhalteverordnung Schadstoffe bezeichnet, die in die Atmosphäre abgegeben werden. Emissionsquellen können Anlagen der Industrie oder der Wärmeenergieerzeugung sein und auch Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen oder Flugzeugturbinen. Emissionsorte können u.a. Schornsteine, Fahrzeuge oder Flugzeuge sein.

Einige Luftschadstoffe werden direkt in die Atmosphäre abgegeben, andere entstehen durch natürliche, in der Atmosphäre stattfindende Umwandlungsprozesse aus Vorläufersubstanzen. So führt die Einwirkung von Sonnenlicht z.B. auch ohne das Zutun des Menschen zur Bildung von Ozon.

#### 4.1.2 Transmission

Die Ausbreitung von in die Atmosphäre abgegebenen Schadstoffen erfolgt im Wesentlichen durch den Wind. Der Wind am Flughafen München weht häufig aus Westen oder Südwesten. Winde aus dieser Richtung sind meist mit einer höheren Turbulenz der Atmosphäre gekoppelt und auch Niederschlagsereignisse treten vermehrt bei dieser Windrichtung auf. Spurenstoffe in der Atmosphäre werden dabei durch die erhöhte Turbulenz schnell verteilt, verdünnt und durch den Niederschlag ausgewaschen.

Bei Ostwind sind die Windgeschwindigkeiten oft niedriger, auch die Niederschlagshäufigkeit ist geringer. Da Verteilung und Verdünnung deshalb bei Ostwind langsamer als bei Westwind erfolgen und zudem die Niederschlagswahrscheinlichkeit geringer ist, können Luftschadstoffe über große Entfernungen transportiert werden. Dies kann zu erhöhten Hintergrundkonzentrationen führen. Beispiel hierfür ist der tagelange Geruch nach Rauch über Westeuropa, wenn in Osteuropa Waldbrände wüten.

Bei windschwachen Wetterlagen mit Hochdruckeinfluss und damit verbundener keiner oder geringer Bewölkung können sich durch Auskühlung des Erdbodens und der bodennahen Luft sog. Inversionswetterlagen bilden, bei denen bodennahe Kaltluftschichten von wärmeren Luftschichten überlagert werden, was den vertikalen Lufttransport hemmt. Diese Wetterlagen treten sowohl im Winter als auch im Sommer auf, wobei sie im Winter häufiger beobachtet werden und sich langsamer auflösen als im Sommer, was zu einer längeren Unterdrückung des vertikalen Transports im Winter führt. Deshalb können sich bei Inversionswetterlagen in der Nähe des Bodens freigesetzte Schadstoffe lokal anreichern. Inversionswetterlagen sind ein wesentlicher Grund dafür, dass in den Wintermonaten häufig höhere Schadstoffkonzentrationen gemessen werden als im Sommer.

Der Transport von Schadstoffen in vertikaler Richtung ist gegenüber dem horizontalen Transport von untergeordneter Bedeutung. Je kleiner und leichter die Luftschadstoffe sind, desto weniger neigen sie zum Absinken. Die Schadstoffe, die von Flugzeugen emittiert werden, sind so klein, dass sie nur sehr langsam nach unten sinken. Befindet sich ein Emittent oberhalb einer Inversionsschicht, so werden die Schadstoffe nicht mehr zum Boden transportiert.

#### 4.1.3 Immission

Von Immissionen spricht man erst, wenn Luftschadstoffe nach der Transmission und der dabei stattfindenden Verteilung und Verdünnung auf die Umwelt einwirken. Bei Immissionsmessungen steht vor allem der Schutz der menschlichen Gesundheit im Mittelpunkt.

## 4.2 Feinstaub

### Entstehung

Feinstaub entsteht auf natürliche Art oder durch die Tätigkeit des Menschen. Auf natürlichem Wege entstandener Feinstaub besteht zum Beispiel aus aufgewirbeltem Bodenmaterial, Pollen, Sporen, Vulkanstaub, Seesalz oder dem sog. „Saharastaub“. Durch menschliche Tätigkeit erzeugter Feinstaub ist zum Beispiel in den Abgasen von Fahrzeugen, Kraftwerken, Heizkesseln oder Öfen enthalten oder entsteht bei industriellen Prozessen. In Innenräumen sind Zigaretten- und Kerzenrauch wesentliche Feinstaubquellen.

Feinstaub mit einem kleineren Durchmesser als 10 Mikrometer [ $1/100$  mm] wird als  $PM_{10}$  [Particulate Matter] oder auch als Feinstaub bezeichnet, da bereits die Turbulenz der bodennahen Atmosphäre genügt, um ihn am Absinken zu hindern.

Feinstaub mit einem kleineren Durchmesser als 2,5 Mikrometer [ $1/400$  mm] wird als  $PM_{2,5}$  bezeichnet.

Feinstaub mit einem kleineren Durchmesser als 0,1 Mikrometer [ $1/10000$  mm] wird als  $PM_{0,1}$  oder UFP [Ultra Feine Partikel] bezeichnet.

### Wirkung

$PM_{10}$  kann durch Nase und Mund in die Lunge gelangen, wo er je nach Größe bis in die Bronchien oder Lungenbläschen transportiert werden kann. Je kleiner die Partikel sind desto tiefer können sie in den menschlichen Körper vordringen.  $PM_{10}$  oder die kleineren Partikelfractionen können nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand zu Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen führen [1].

$PM_{2,5}$  als Bestandteil von  $PM_{10}$  kann aufgrund seiner geringeren Größe tiefer in die Lunge gelangen. Seit 2010 wird nach 39. BImSchV bei Risikoabschätzungen von Feinstaub auf die Gesundheit der Bevölkerung im Allgemeinen nicht mehr  $PM_{10}$  sondern  $PM_{2,5}$  zugrunde gelegt. Dies ist auf die anzunehmende größere Gesundheitsgefährdung durch  $PM_{2,5}$  im Vergleich zu  $PM_{10}$  zurückzuführen.

PM<sub>0,1</sub> als Bestandteil von PM<sub>10</sub> kann von den Lungenbläschen (Alveolen) in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen. Für PM<sub>0,1</sub> gibt es derzeit noch keine standardisierten Messverfahren und keine Bewertungskriterien.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für PM<sub>10</sub> ein Immissionsgrenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>2,5</sub> ein Zielwert von 25 µg/m<sup>3</sup>, der seit 2015 Grenzwert ist, enthalten [2] (siehe auch Tabelle 3).

### **4.3 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) / Benzo(a)pyren als Leitparameter**

#### **Entstehung**

Der Begriff „PAK“ bezeichnet die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffverbindungen. PAKs in der Luft sind entweder an Staub gebunden oder liegen in gasförmigem Zustand vor. Ob PAKs im konkreten Fall eher an Partikel gebunden sind oder eher gasförmig vorkommen, hängt von den jeweiligen atmosphärischen Bedingungen ab, vor allem von der Temperatur.

PAKs können überall in der Umwelt gefunden werden, sie entstehen auf natürlichem Wege oder durch menschliche Tätigkeit. Sie werden bei der Verbrennung von festen und flüssigen fossilen Brennstoffen (z.B. Kohle, Diesel, Heizöl, Benzin, Kerosin) freigesetzt, können aber auch in Teer (z.B. in Straßenbelägen) enthalten sein. Sie entstehen bei unvollständigen Verbrennungsprozessen und sind deshalb z.B. in den Abgasen des Straßenverkehrs, von Heizkesseln oder im Rauch von Kaminöfen enthalten. Im Zusammenhang mit der Luftqualitätsüberwachung wird Benzo(a)pyren im PM<sub>10</sub> als Leitparameter für PAKs verwendet [3]. Ein spezifisches „PAK-Profil“, das eindeutig auf den Flugverkehr als Emissionsquelle hinweist, besteht nicht [4]. Benzo(a)pyren im PM<sub>10</sub> hat als einzige PAK-Substanz einen Jahreszielwert in der 39. BImSchV. Deshalb wird bei Immissionsmessungen Benzo(a)pyren im PM<sub>10</sub> bestimmt.

#### **Wirkung**

Höhere PAK-Konzentrationen können giftig sein, aber auch schon niedrigere Konzentrationen in der Umgebungsluft können z.B. das Lungenkrebsrisiko erhöhen oder zu einer Veränderung des Erbgutes führen [3].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für Benzo(a)pyren ein Zielwert von 1 ng/m<sup>3</sup> enthalten [2] (siehe auch Tabelle 3).

### **4.4 Stickstoffoxide**

#### **Entstehung**

Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) entstehen u.a. durch Verbrennungsprozesse bei hohen Temperaturen. Die Hauptverursacher für NO<sub>x</sub>-Emissionen sind Industrie, Energieerzeugung und der Verkehrssektor. Primär wird überwiegend Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, das in der Atmosphäre u.a. durch die Reaktion mit Ozon (O<sub>3</sub>) zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) umgewandelt wird.

## Wirkung

Für den Menschen ist aus gesundheitlicher Sicht insbesondere Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) von Bedeutung. Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ ) wird als Reizgas mit stechend-stickigem Geruch bereits in geringen Konzentrationen wahrgenommen. Die geringe Wasserlöslichkeit des Stickstoffdioxids ( $\text{NO}_2$ ) bedingt, dass der Schadstoff nicht in den oberen Atemwegen gebunden wird sondern auch in tiefere Bereiche der Lunge eindringt und zu Atemwegserkrankungen führen kann. Vor allem Asthmatiker und Kinder reagieren bereits auf niedrige Stickstoffdioxidkonzentrationen.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für Stickstoffdioxid ein Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enthalten [2] (siehe auch Tabelle 3).

Durch Stickstoffverbindungen wird zusätzlich Stickstoff in Ökosysteme eingetragen. Es fördert das Pflanzenwachstum und trägt zur Eutrophierung bei. Gemeinsam mit Schwefelverbindungen tragen Stickstoffverbindungen zudem zur Versauerung von Böden und Gewässern bei.

## 4.5 Ozon

### Entstehung

Ozon ( $\text{O}_3$ ) ist eine stark oxidierende Form von Sauerstoff, die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Vegetation hat. Die existierenden Zielwerte und langfristigen Ziele der Luftreinhaltung dienen sowohl dem Schutz der menschlichen Gesundheit als auch dem Schutz der Vegetation.

In der bodennahen Atmosphäre (Troposphäre) wird Ozon ( $\text{O}_3$ ) in relevantem Ausmaß nicht direkt als Schadstoff emittiert. Es handelt sich vielmehr um einen sogenannten Sekundärspurenstoff, der photochemisch durch die vom Sonnenlicht ausgelöste Oxidation von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen (VOC) oder aus Stickstoffoxiden entsteht. Da die Bildung von Ozon ( $\text{O}_3$ ) nicht regional begrenzt ist, sind internationale Anstrengungen zur Ozonregulierung notwendig. In der Gesetzgebung sind aus diesem Grund Zielwerte und keine rechtsverbindlichen Grenzwerte festgelegt. Ozonkonzentrationen können indirekt durch die Begrenzung der Emissionen von VOC und Stickstoffoxiden kontrolliert werden [5].

### Wirkung

Beim Einatmen wird das Ozon fast vollständig durch die Bronchien aufgenommen. Die Absorption nimmt bei körperlicher Belastung zu, da dabei mehr Atemluft als im Ruhezustand inhaliert wird.

An Tagen mit erhöhter Ozonkonzentration wird von Atemwegsbeschwerden (meist bei Asthmatikern) und eingeschränkten Lungenfunktionen berichtet [5].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind daher in der 39. BImSchV für Ozon ein Zielwert von  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit 25 zulässigen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre sowie eine Informations- und Alarmschwelle enthalten [2] (siehe auch Tabelle 3).

## 4.6 Benzol und n-Alkane

Benzol und n-Alkane sind flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen [Volatile Organic Compounds – VOC]. Während Benzol nur in geringen Mengen im Kraftstoff enthalten sein darf, sind die n-Alkane Hauptbestandteile von Kerosin, Heizöl, Diesel und Benzin [6]. Das typische Kohlenwasserstoffmuster für Kerosin zeigt ein Maximum für die n-Alkane C8 (n-Oktan) bis C13 (n-Tridekan) [7]. Die Zusammensetzung der Abgase von Flugzeugtriebwerken oder Dieselmotoren ist ähnlich. Bei Überlagerungen ist eine Zuordnung der Abgase zu einem bestimmten Emittenten nicht mehr möglich [4], [8]

### Benzol - Entstehung

Benzol wird bei der Verbrennung von Kraftstoffen in geringem Umfang im Abgas gebildet, wird aber auch bei der Produktion von Kraftstoffen in Raffinerien, durch Verdunstung bei der sog. „Tankatmung“ und bei Tankvorgängen frei. Die Europäische Union hat deshalb im Jahr 2000 den Benzolgehalt von Benzin auf 1 Vol.-% beschränkt, was zu einer Benzolabnahme in der Umgebungsluft führte.

Eine weitere bedeutende Quelle von Benzol in der Umgebungsluft ist die Verbrennung von Holz [9].

### Benzol - Wirkung

Laut Weltgesundheitsorganisation [WHO] sind wesentliche Gesundheitsauswirkungen, die auf längere Benzolexposition zurückzuführen sind, Blutvergiftungen [Hämatotoxizität], Erbgutschädigungen [Genotoxizität] und krebserregende Wirkungen [Kanzerogenität]. Die Benzolexposition von Schwangeren wurde auch mit der Häufung von Frühgeburten und der Schwächung des Immunsystems von Kindern in Zusammenhang gebracht [9].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für Benzol ein Grenzwert von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enthalten, für Toluol, Ethylbenzol und Xylol nicht [2] (siehe auch Tabelle 3).

### n-Alkane - Entstehung

n-Alkane und andere flüchtige organische Komponenten [VOC] sind in der Atmosphäre allgegenwärtig. Sie kommen sowohl natürlicherweise vor [Freisetzung z.B. von Pflanzen und Böden], werden aber auch von Menschen emittiert. Typische Quellen sind verkehrsbedingte Emissionen, Farben oder z.B. Schutzbeschichtungen. VOC spielen als Vorläufersubstanzen eine wichtige Rolle für die Entstehung von Ozon. Sie können in der Atmosphäre auch zu halbflüchtigen und schwerflüchtigen Verbindungen reagieren, anschließend aus der Gasphase in einen partikulären Zustand übergehen und somit zur Feinstaubbelastung beitragen.

Die Konzentrationen sind nach Untersuchungen in Innenräumen häufig höher (bis zum Zehnfachen) als im Freien, unabhängig davon, ob die Untersuchungen in ländlichen oder stark industriellen Gebieten durchgeführt wurden [10].

## **n-Alkane - Wirkung**

Die meisten bekannten Untersuchungen zur Wirkung von VOC wurden in Innenräumen oder an Arbeitsplätzen durchgeführt. Nur wenige Studien untersuchten bisher die VOC-Exposition im Freien. Bekannt ist, dass es vor allem in stark verkehrsbelasteten Gebieten und in der Umgebung von stationären Quellen zu „Hotspots“ kommen kann, aber auch durch biogene Quellen in ländlichen Gegenden.

Symptome die mit einer allgemein erhöhten VOC-Expositionen in Zusammenhang gebracht werden, sind Bindehautreizungen, Nasen- und Rachenbeschwerden, Kopfschmerzen, allergische Hautreaktionen, Atemnot, Schwindel, Erbrechen, Nasenbluten und Müdigkeit. Die wichtigste Wirkung der n-Alkane besteht aber darin, dass sie Vorläufersubstanzen von Ozon sind.

Für Alkane und Kohlenwasserstoffgemische existieren für die Außenluft keine rechtsverbindlichen Immissionswerte.

Die Kommission für Innenraumlufthygiene (IRK) am Umweltbundesamt hat für die Alkane C9 [n-Nonan] bis C14 [n-Tetradekan] Richtwerte für Innenräume festgelegt. Diese Richtwerte sind wirkungsbezogene Werte, die sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützen. Der Richtwert I [Vorsorgewert] für C9 und C14-Alkane beträgt 0,2 mg/m<sup>3</sup> Innenluft, das entspricht 200 µg/m<sup>3</sup> [11].

## 5 Bewertungsgrundlagen

### Rechtsgrundlagen

In den Staaten der europäischen Union existiert ein einheitliches Recht zur Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität. Die Grundlage bildet die EU-Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa [Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG] [12].

Zum Zweck der Einhaltung europäischer Richtlinien wurde in der Bundesrepublik Deutschland das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge [Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG] [13] geändert und die 22. und 33. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [22. BImSchV und 33. BImSchV] erlassen. Mit Inkrafttreten der 39. BImSchV wurde neben der Luftqualitätsrichtlinie [2008/50/EG] auch die Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15.12.2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft sowie die Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe in nationales Recht umgesetzt sowie die 22. und 33. BImSchV abgelöst.

Die 39. BImSchV dient dem Schutz der menschlichen Gesundheit sowie dem Schutz der Umwelt gegen mögliche Schäden durch Luftverunreinigungen. Sie regelt die geltenden Immissionswerte für Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Feinstaub (PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>), Schwefeldioxid, Benzol, Kohlenmonoxid sowie Blei, Ozon und Benzo[a]pyren.

### Zuständigkeiten

Zur Überwachung der Luftqualität führt in Bayern das Bayerische Landesamt für Umwelt dauerhaft Untersuchungen nach den Anforderungen der 39. BImSchV durch. Zur Sicherstellung der nach der 39. BImSchV einzuhaltenden Immissionswerte werden in Bayern, wenn erforderlich, von den Regierungen in Abstimmung mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Luftreinhaltepläne erarbeitet, die für die Öffentlichkeit zugänglich sind.

Luftreinhaltepläne sind dann aufzustellen, wenn in bestimmten Gebieten oder Ballungsräumen Immissionsgrenzwerte zuzüglich festgelegter Toleranzmargen oder der Zielwert für PM<sub>2,5</sub> überschritten werden. Sie beinhalten auch erforderliche Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen. Besteht die Gefahr, dass in der 39. BImSchV festgelegte Immissionsgrenzwerte oder der Zielwert für PM<sub>2,5</sub> überschritten werden, wird zudem ein Plan für kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen aufgestellt. Die Maßnahmen sind entsprechend des Verursacheranteils unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes gegen alle Emittenten zu richten, die zur Überschreitung der Immissionswerte beitragen. Die Öffentlichkeit ist nach § 30 der 39. BImSchV von der zuständigen Behörde über die Luftqualität und insbesondere über die Überschreitung von Alarm- und Informationsschwellen zu unterrichten.

Die langjährigen Messergebnisse der am Flughafen München durchgeführten Luftgüteüberwachung machten und machen die Erstellung eines Luftreinhalteplanes durch die zuständigen Behörden nicht erforderlich, da die Werte für Schadstoffe in der Luft die Immissionswerte deutlich unterschreiten.

## **5.1 Allgemeine Bewertungsgrundlagen**

Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt nach der 39. BImSchV durch den Vergleich gemessener Immissionskenngrößen (z.B. Mittelwerte, Maximalwerte, Überschreitungshäufigkeit, Dosis) mit den Beurteilungswerten.

Folgende Begriffsbestimmungen sind u.a. in der 39. BImSchV beschrieben:

### **Immissionsgrenzwert**

Immissionsgrenzwert ist ein Wert, der aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss und danach nicht überschritten werden darf. In der Bundesrepublik Deutschland sind rechtsverbindliche Grenzwerte für Immissionen in der 39. BImSchV geregelt. Vorgaben für genehmigungsbedürftige Anlagen sind in der TA Luft festgelegt [14], sie ist als Verwaltungsvorschrift jedoch nicht einschlägig.

### **Informationsschwelle**

Informationsschwelle ist ein Wert (für Ozon), bei dessen Überschreitung schon bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen besteht und bei dem unverzüglich geeignete Informationen erforderlich sind.

### **Alarmschwelle**

Eine Alarmschwelle ist ein Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition ein Risiko für die Gesundheit der Gesamtbevölkerung besteht und unverzüglich Maßnahmen ergriffen werden müssen.

### **Richtwert**

Richtwerte sind nicht rechtsverbindlich, sie dienen der Orientierung und dürfen überschritten werden. Sie werden von Fachgremien aufgestellt und können als zusätzliche Beurteilungsgrundlagen herangezogen werden. Hierzu zählt u.a. die VDI-Richtlinienreihe 2310 [15].

### **Zielwert**

Zielwert ist ein Wert, der mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern und der nach Möglichkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss. Zielwerte werden von Fachgremien für Substanzen festgelegt, für die keine eindeutigen Wirkungsschwellen bestehen. Hierzu zählen die Zielwerte der 39. BImSchV und die Zielwerte des Länderausschuss Immissionsschutz [LAI] [16].

Nachfolgende Tabelle 3 gibt einen Überblick über die bei den Messungen mit der mobilen Luftgütemessstation heranzuziehenden Beurteilungswerte der 39. BImSchV:

Parameter	Immissionswert	Zeitbezug	Definition	Schutzzweck
Feinstaub PM <sub>10</sub>	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	50 µg/m <sup>3</sup> [35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig]	Tagesmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	25 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Zielwert [ab 2015 Grenzwert] nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Benzo[a]pyren im PM <sub>10</sub>	1 ng/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Zielwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	200 µg/m <sup>3</sup> [18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig]	1-h-Mittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	400 µg/m <sup>3</sup> [gemessen an 3 aufeinanderfolgenden Stunden]	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Ozon (O <sub>3</sub> )	120 µg/m <sup>3</sup> [25 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig, gemittelt über 3 Jahre]	gleitender 8-h-Mittelwert	Zielwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	180 µg/m <sup>3</sup>	1-h-Mittelwert	Informationsschwelle nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	240 µg/m <sup>3</sup>	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Benzol	5 µg/m <sup>3</sup>	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
n-Alkane	Für n-Alkane existieren keine Immissionswerte in der 39. BImSchV.			

**Tabelle 3: Beurteilungswerte**

## Großräumige Standortbestimmung

Gemäß 39. BImSchV [2] wird bezüglich der großräumigen Standortbestimmung zwischen vier Arten von Stationen unterschieden. Die Aufgliederung erfolgt in städtische, vorstädtische und ländliche Stationen sowie ländlichen Hintergrund.

Der Messstandort Eitting ist in die Kategorie „ländlicher Hintergrund“ einzuordnen. Messstationen mit ländlichem Hintergrund befinden sich typischerweise in einiger Entfernung zu Stadt- und Industriegebieten und abseits örtlicher Emissionsquellen. Es handelt sich um Gebiete mit niedriger Bevölkerungsdichte, die z.B. in natürlichen Ökosystemen wie Wäldern liegen.

## 5.2 Mögliche Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von n-Alkanen

1. Gemäß LAI 2004 [Länderausschuss für Immissionsschutz] kann als Beurteilungswert  $1/100$  des Grenzwertes für die Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz herangezogen werden [ $1/100 \cdot \text{MAK}$ , AGW nach TRGS 900] [17].
2. Für C9 bis C14-Alkane wird hier hilfsweise der Richtwert I [Vorsorgewert] der Kommission für Innenraumlufthygiene [IRK] am Umweltbundesamt herangezogen. Diese Richtwerte sind wirkungsbezogene Werte, die sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützen. Der Richtwert I [Vorsorgewert] für C9 bis C14-Alkane beträgt  $0,2 \text{ mg/m}^3$ , das entspricht  $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  [11].

Für die Bewertung der Messergebnisse der mobilen Luftgütemessstation gemessenen n-Alkane wird hier hilfsweise der Richtwert I der Kommission für Innenraumlufthygiene [IRK] verwendet, da dieser strenger ist als der Beurteilungswert des LAI.

### 5.3 Langzeit-Luftqualitätsindex

Zur Erleichterung der Beurteilung von Messergebnissen hat die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg einen Langzeit-Luftqualitätsindex [LaQx] für die Stoffe Benzol, Stickstoffdioxid und die Partikel PM<sub>10</sub> erstellt [18].

Der Langzeitluftqualitätsindex dient der Bewertung der durchschnittlichen Luftqualität eines Jahres. Für die Bewertung kürzerer Zeiträume ist er formal nicht geeignet und wurde daher nur hilfsweise herangezogen. Er ist nach dem Schulnotensystem in die Klassen 1 („sehr gut“) bis 6 („sehr schlecht“) eingeteilt.

Tabelle 4 zeigt den Langzeit-Luftqualitätsindex.

Bewertung	Benzol [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	LaQX Klasse	Farbe
sehr gut	0,0 - 0,2	0 - 12	0 - 7	1	
gut	0,3 - 1,0	13 - 20	8 - 15	2	
befriedigend	1,1 - 2,0	21 - 30	16 - 30	3	
ausreichend	2,1 - 5,0	31 - 40	31 - 40	4	
[Grenzwert]	5	40	40		
schlecht	5,1 - 25,0	41 - 200	41 - 50	5	
sehr schlecht	> 25	> 200	> 50	6	

**Tabelle 4: Langzeit-Luftqualitätsindex LaQx**

In den nachfolgenden Abschnitten 6 und 7 sind die Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Eitting [Kapitel 6] sowie zusätzliche Vergleichsbetrachtungen [Kapitel 7] für den Messzeitraum 01.07.2015 bis 31.12.2014 enthalten. Kapitel 8 enthält die Zusammenfassung der Messergebnisse.

Die Kapitel 6, 7 und 8 sind aus dem von Müller-BBM erstellten Bericht „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Eitting – Messzeitraum 01.07.2014 – 31.12.2014“ vom 12.03.2015 [19] wort- und inhaltsgleich übernommen.

## 6 Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Eitting

In nachfolgenden Abschnitt sind die Ergebnisse der Luftgütemessungen in Eitting (mobile LGM) für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 dargestellt. Die Datenverfügbarkeit betrug zwischen 98 % - 100 %.

### 6.1 Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

In Tabelle 5 sind die statistischen Kenngrößen der mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren ermittelten PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen des Messortes Eitting (mobile LGM) auf der Basis von Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM		39. BImSchV
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	
Minimum	µg/m <sup>3</sup>	3	3	-
Maximum	µg/m <sup>3</sup>	37	30	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>40/25<sup>1)</sup></b>
Tage > 50 µg/m <sup>3</sup>	1	0	-	50/35 <sup>2)</sup>
Anzahl Messwerte		184	184	-
Verfügbarkeit	%	100	100	-

<sup>1)</sup> Immissionsgrenzwert für das Jahr (PM<sub>10</sub>: 40 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>2,5</sub>: 25 µg/m<sup>3</sup>)

<sup>2)</sup> PM<sub>10</sub>: max. Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> bei 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr

**Tabelle 5: Statistische Kenngrößen der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen im Messzeitraum**

Für den gesamten Messzeitraum beträgt die ermittelte PM<sub>10</sub>-Konzentration am Messort Eitting 14 µg/m<sup>3</sup>. Im Vergleich hierzu beträgt der Immissionsgrenzwert für das Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV 40 µg/m<sup>3</sup>. Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Beim PM<sub>10</sub> wurde der zusätzliche Tagesgrenzwert von 50 µg/m<sup>3</sup> mit 35 zulässigen Überschreitungstagen im gesamten Messzeitraum in Eitting nicht überschritten.

Die PM<sub>2,5</sub>-Konzentration wurde in Eitting mit 11 µg/m<sup>3</sup> bestimmt. Dieser Mittelwert liegt deutlich unterhalb des 2014 gültigen Zielwertes der 39. BImSchV von 25 µg/m<sup>3</sup> für das Kalenderjahr.

## 6.2 Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

In Tabelle 6 sind die statistischen Kenngrößen der in Eitting gemessenen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Monatsmittelmittelwerte auf Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM NO <sub>2</sub>	39. BlmSchV
Mittelwert Juli 2014	µg/m <sup>3</sup>	13	-
Mittelwert August 2014	µg/m <sup>3</sup>	13	-
Mittelwert September 2014	µg/m <sup>3</sup>	17	-
Mittelwert Oktober 2014	µg/m <sup>3</sup>	22	-
Mittelwert November 2014	µg/m <sup>3</sup>	20	-
Mittelwert Dezember 2014	µg/m <sup>3</sup>	22	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>18</b>	<b>40<sup>1)</sup></b>
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	188	200/18 <sup>2)</sup>
1-h-Mittelwert >200 µg/m <sup>3</sup>	1	0	-
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1	-
Verfügbarkeit %	%	98	-

<sup>1)</sup> Jahresimmissionswert NO<sub>2</sub> gemäß 39. BImSchV

<sup>2)</sup> maximaler Stundemittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mit 18 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BImSchV

**Tabelle 6: Statistische Kenngrößen der NO<sub>2</sub>-Konzentration für den Messzeitraum**

An der mobilen Luftgütemessstation in Eitting wurde eine mittlere NO<sub>2</sub>-Konzentration von 18 µg/m<sup>3</sup> festgestellt; dies entspricht einem Anteil von 45 % des Jahreshgrenzwerts gemäß 39. BImSchV von 40 µg/m<sup>3</sup>. Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Der NO<sub>2</sub>-Stundenimmissionsgrenzwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mit 18 zulässigen Überschreitungen wurde im Messzeitraum nicht überschritten.

Informativ sind zudem in Tabelle 7 die Kenngrößen der NO-Konzentration dargestellt. Für diesen Parameter ist kein Immissionswert festgelegt.

<b>Kenngröße</b>	<b>Einheit</b>	<b>mobile LGM NO</b>	<b>39. BlmSchV</b>
Mittelwert Juli 2014	µg/m <sup>3</sup>	2	-
Mittelwert August 2014	µg/m <sup>3</sup>	2	-
Mittelwert September 2014	µg/m <sup>3</sup>	5	-
Mittelwert Oktober 2014	µg/m <sup>3</sup>	8	-
Mittelwert November 2014	µg/m <sup>3</sup>	10	-
Mittelwert Dezember 2014	µg/m <sup>3</sup>	4	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>5</b>	<b>-</b>
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	254	-
1-h-Mittelwert >200 µg/m <sup>3</sup>	1	-	-
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1	-
Verfügbarkeit %	%	98	-

**Tabelle 7: Statistische Kenngrößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum**

Die NO-Konzentration betrug im Messzeitraum an der mobilen Messstation 5 µg/m<sup>3</sup>. Für Stickstoffmonoxid gibt es keinen Grenzwert. Es ist ein Indikator für nahe gelegene Emittenten, da es bei Verbrennungsvorgängen in deutlich höherer Konzentration als NO<sub>2</sub> emittiert wird. In der Außenluft wird NO zu NO<sub>2</sub> umgewandelt. Nur für die NO<sub>2</sub>-Konzentration in der Außenluft wurden Grenzwerte festgelegt.

### 6.3 Ozon (O<sub>3</sub>)

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die Monatsmittelwerte, der Mittelwert über den gesamten Messzeitraum sowie die weiteren Kenngrößen gemäß 39. BImSchV dargestellt.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM	39. BImSchV
		Ozon	
Mittelwert Juli 2014	µg/m <sup>3</sup>	62	-
Mittelwert August 2014	µg/m <sup>3</sup>	49	-
Mittelwert September 2014	µg/m <sup>3</sup>	36	-
Mittelwert Oktober 2014	µg/m <sup>3</sup>	22	-
Mittelwert November 2014	µg/m <sup>3</sup>	13	-
Mittelwert Dezember 2014	µg/m <sup>3</sup>	27	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>35</b>	<b>-</b>
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	148	-
1-h-Mittelwert >180 µg/m <sup>3</sup>	1	0	180 <sup>1)</sup>
8-h-Mittelwert >120 µg/m <sup>3</sup>	1	5	120/25 <sup>2)</sup>
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	3	-
Verfügbarkeit %	%	98	-

<sup>1)</sup> maximaler Stundemittelwert von 180 µg/m<sup>3</sup> gemäß 39. BImSchV

<sup>2)</sup> maximaler 8-Stundenmittelwert, mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr gemäß 39. BImSchV

**Tabelle 8: Statistische Kenngrößen der O<sub>3</sub>-Konzentration für den Messzeitraum**

Die mittlere Ozonkonzentration am Messort in Eitting betrug im Messzeitraum 35 µg/m<sup>3</sup>. Ozon ist kein primärer Luftschadstoff, sondern wird durch fotochemische Prozesse in der Außenluft gebildet.

Für Ozon wurde kein Jahresmittelwert zum Schutz der Gesundheit festgelegt, sondern ein Immissionszielwert von 120 µg/m<sup>3</sup>, der sich auf den gleitenden 8-Stundenmittelwert mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr bezieht und ein Informationsschwellenwert von 180 µg/m<sup>3</sup> für das Stundenmittel.

Der Immissionszielwert von 120 µg/m<sup>3</sup> wurde in Eitting im 2. Halbjahr 2014 insgesamt fünfmal überschritten. Im Vergleich hierzu wurde an der Hauptmessstation LHY7, die sich im Sicherheitsbereich des Flughafens München befindet, im Messzeitraum der Grenzwert an sieben Tagen überschritten. Im Jahresmittel wurden an der Hauptmessstation LHY7 insgesamt 16 Überschreitungstage registriert. Deshalb ist auch davon auszugehen, dass in Eitting im gesamten Kalenderjahr 2014 dieser Grenzwert eingehalten ist.

Die Informationsschwelle (Stundenmittelwerte > 180 µg/m<sup>3</sup>) wurde nicht überschritten.

## 6.4 Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol und n-Alkane

Die Messungen für die Bestimmung der aromatischen Kohlenwasserstoffe [Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol] und der n-Alkane [C6 – C14] erfolgte diskontinuierlich mittels Proben-träger. Die Proben-träger wurden nach der Probenahme im Labor mittels GC-MS auf die zu bestimmenden Komponenten analysiert. Die Probenahmedauer je Einzelmessung betrug ca. eine Woche.

Für diese Komponenten sind in der Außenluft keine Beurteilungswerte festgelegt. Alkane sind neben aromatischen Kohlenwasserstoffen u. a. Bestandteile von Kerosin. Analysen von Kerosin weisen insbesondere die n-Alkane n-Oktan bis n-Tridekan [mit 8 bis 13 Kohlenstoffatomen] als charakteristische Hauptbestandteile aus. Auch Xylole sind mit niedrigeren Anteilen in Kerosin enthalten [6].

Die Ergebnisse der Messungen sind der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengefasst.

Messparameter	Mittelwert	max. Wochen- mittelwert	Beurteilungswert
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>BTEX</b>	Benzol	0,7	5 <sup>1)</sup>
	Toluol	1,3	30 <sup>2)</sup>
	Ethylbenzol	0,3	880 <sup>3)</sup>
	m+p-Xylol	0,6	-
	o-Xylol	0,2	-
	$\Sigma$ Xylole	0,8	30 <sup>2)</sup>
<b>n-Alkane</b>	n-Hexan	0,21	-
	n-Heptan	0,20	-
	n-Oktan	0,07	-
	n-Nonan	0,07	-
	n-Dekan	0,11	-
	n-Undekan	0,08	-
	n-Dodekan	0,05	-
	n-Tridekan	0,05	-
	n-Tetradekan	0,05	-
	$\Sigma$ n-Alkane	0,88	200 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Immissionsgrenzwert für das Jahr (39. BImSchV)

<sup>2)</sup> Zielwert für das Jahr (LAI)

<sup>3)</sup> 1/100AGW

<sup>4)</sup> C9-C14 Alkane/ Isoalkane Innenraum Richtwert I (Vorsorgerichtwert) UBA

**Tabelle 9: Ergebnisse der BTEX- und n-Alkanmessungen**

Der Benzolmittelwert über den Messzeitraum in Eitting betrug  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und lag somit 85 % unter dem Jahresgrenzwert des 39. BImSchV von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Der maximale Wochenmittelwert während des Messzeitraums betrug  $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und unterschreitet ebenfalls den Grenzwert, der ein Jahresmittelwert ist.

Auch beim Toluol und den Xylenen sind mit  $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw.  $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Mittel Konzentrationen deutlich unterhalb der Zielwerte des LAI bestimmt worden. Die mittlere Ethylbenzol-Konzentration lag mit  $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mehr das 1.000fache unterhalb des vom AGW abgeleiteten Beurteilungswertes von  $880 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der herangezogene Beurteilungswert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Bei den n-Alkanen wurden in Eitting im Mittel Summenkonzentrationen von  $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt. Die Konzentrationen der einzelnen n-Alkane lagen bei fast allen Einzelmessungen im Bereich der Bestimmungsgrenze und damit in einem Bereich, in dem die Messunsicherheit verglichen mit dem Messergebnis relativ hoch ist.

Im Vergleich zum hilfsweise herangezogenen, toxikologisch abgeleiteten Beurteilungswert für Innenräume von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zeigt sich, dass sich die hier vorgefundenen n-Alkanenkonzentrationen im nicht relevanten Bereich befinden. Der herangezogene Beurteilungswert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Ein Einfluss des Flugverkehrs auf die n-Alkankonzentrationen war nicht nachzuweisen, da die typischen Kerosinkomponenten n-Oktan und n-Tridekan innerhalb des Alkan-Spektrums nicht erhöht waren. Das in Eitting vorgefundene Kohlenwasserstoffmuster zeigt diesbezüglich keine Auffälligkeiten.

## 6.5 Benzo[a]pyren

Die Benzo[a]pyren-Konzentrationen wurden als Monatsmittelwerte aus den PM<sub>10</sub>-Proben ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Messungen sind in der nachfolgenden Tabelle 10 dargestellt.

	<b>Benzo(a)pyren im PM<sub>10</sub></b>	<b>mobile LGM</b>	<b>39. BImSchV</b>
Juli 14	ng/m <sup>3</sup>	0,01	-
August 14	ng/m <sup>3</sup>	0,03	-
September 14	ng/m <sup>3</sup>	0,06	-
Oktober 14	ng/m <sup>3</sup>	0,22	-
November 14	ng/m <sup>3</sup>	0,57	-
Dezember 14	ng/m <sup>3</sup>	0,37	-
<b>Mittelwert</b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>	<b>0,21</b>	<b>1<sup>1)</sup></b>

<sup>1)</sup> Zielwert für das Kalenderjahr nach 39. BImSchV

**Tabelle 10: Benzo[a]pyren-Konzentration im PM<sub>10</sub>**

In Eitting wurde über den Messzeitraum eine mittlere Benzo[a]pyren-Konzentration im PM<sub>10</sub> von 0,21 ng/m<sup>3</sup> ermittelt. Der Zielwert für das Kalenderjahr von 1 ng/m<sup>3</sup> wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Auffällig war die erhöhte Benzo[a]pyren-Konzentration in Eitting im November. In diesem Monat traten fast ausschließlich Ostwinde mit typischerweise niedrigen Windgeschwindigkeiten auf. Typische Benzo[a]pyren-Emittenten sind Holzfeuerungen. Es ist wahrscheinlich, dass durch lokale Emittenten die erhöhte Benzo[a]pyren-Konzentration in Eitting hervorgerufen wurde. Der Monatsmittelwert lag jedoch auch im November mit 0,6 ng/m<sup>3</sup> noch deutlich unterhalb des Jahreszielwertes von 1 ng/m<sup>3</sup>.

## 7 Zusätzliche Vergleichsbetrachtungen

### 7.1 Vergleich der Messwerte Eitting (mobile LGM) mit der Hauptmessstation (LHY7)

Zur besseren lufthygienischen Einordnung wurden die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen am Messort Eitting zusätzlich mit Messergebnissen der bestehenden Hauptmessstation LHY7 des Flughafens verglichen. Die Standorte der mobilen Luftgütemessstation und LHY7 sind in Abbildung 1 dargestellt.

#### 7.1.1 Partikel PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>

In Tabelle 11 sind die statistischen Kenngrößen der mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren ermittelten PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen der beiden Messorte Eitting (mobile LGM) und LHY7 auf der Basis von Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM		LHY7		39. BImSchV
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	
Minimum	µg/m <sup>3</sup>	3	3	3	3	-
Maximum	µg/m <sup>3</sup>	37	30	33	29	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>40/25<sup>1)</sup></b>
Tage > 50 µg/m <sup>3</sup>	1	0	-	0	-	50/35 <sup>2)</sup>
Anzahl Messwerte		184	184	183	184	-
Verfügbarkeit	%	100	100	99	100	-

<sup>1)</sup> Immissionsgrenzwert für das Jahr (PM<sub>10</sub>: 40 µg/m<sup>3</sup>, PM<sub>2,5</sub>: 25 µg/m<sup>3</sup>)

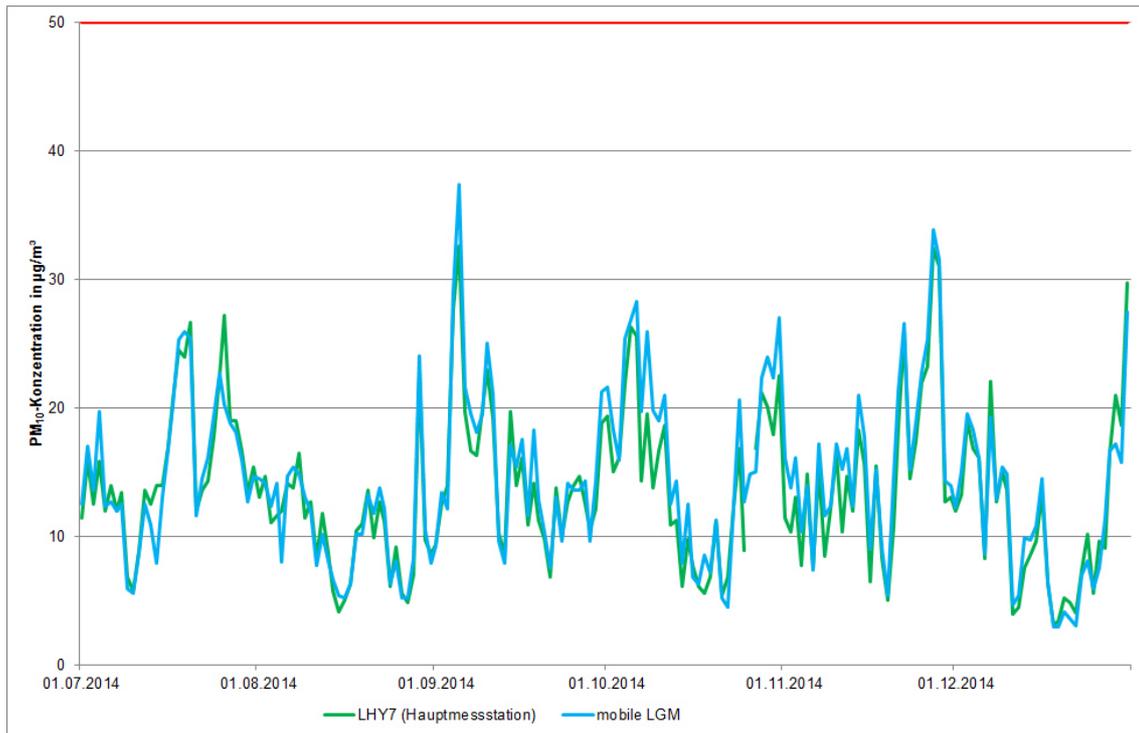
<sup>2)</sup> PM<sub>10</sub>: max. Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> bei 35 zulässigen Überschreitungen pro Jahr

**Tabelle 11: Statistische Kenngrößen der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentration im Messzeitraum**

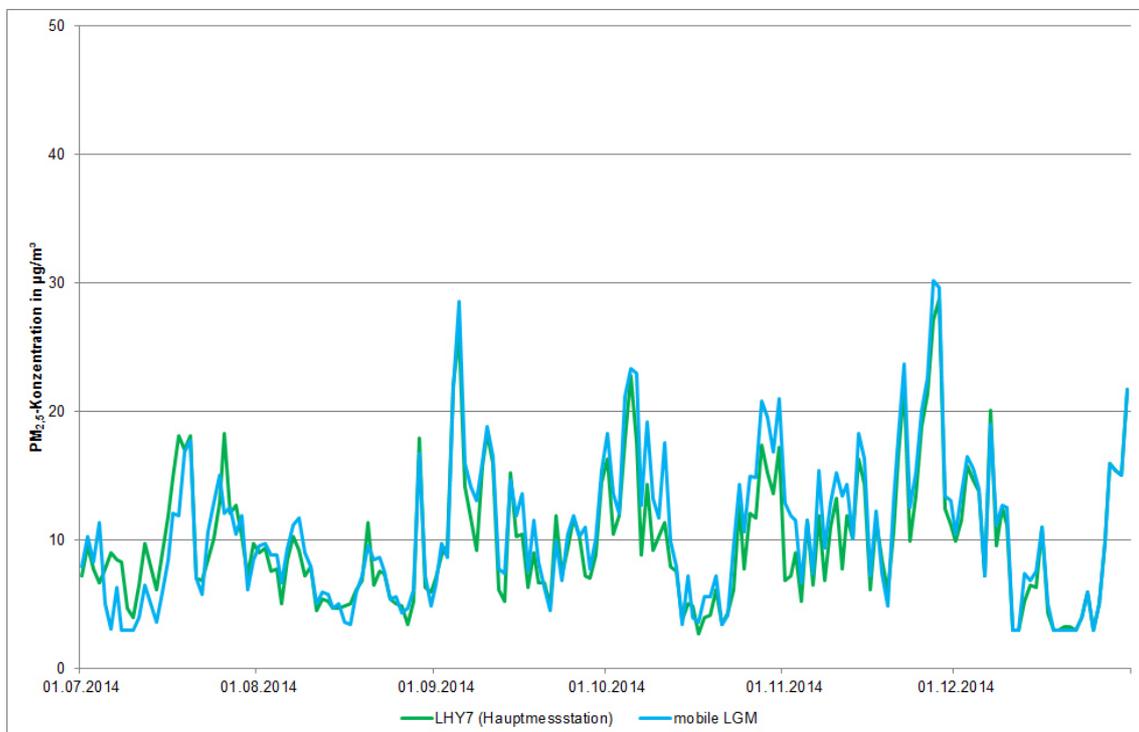
Die mittlere PM<sub>10</sub>-Konzentration betrug an beiden Messorten 14 µg/m<sup>3</sup> für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014.

Beim PM<sub>2,5</sub> wurde eine um ca. 1 µg/m<sup>3</sup> höhere Konzentration in Eitting festgestellt. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit ist diese Differenz nicht als signifikant zu bewerten.

Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigen den zeitlichen Verlauf der ermittelten PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen am Messort Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7.



**Abbildung 11: Verlauf der gravimetrisch gemessenen  $PM_{10}$ -Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 (Tagesmittelwerte, Tagesgrenzwert für das Stundenmittel  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  rot markiert)**



**Abbildung 12: Verlauf der gravimetrisch gemessenen  $PM_{2,5}$ -Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 (Tagesmittelwerte)**

Anhand der Verläufe der PM<sub>10</sub>- und PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen sind sehr gute Übereinstimmungen zwischen den beiden Messorten zu erkennen. An beiden Messorten wurden Anfang September 2014 und Ende November 2014 die höchsten Konzentrationen ermittelt.

### 7.1.2 Stickstoffdioxid [NO<sub>2</sub>]

In Tabelle 12 sind die statistischen Kenngrößen der NO<sub>2</sub>-Konzentration von Eitting und der Hauptmessstation LHY7 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM	LHY7	39. BlmSchV
		NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	
Mittelwert Juli 2014	µg/m <sup>3</sup>	13	17	-
Mittelwert August 2014	µg/m <sup>3</sup>	13	15	-
Mittelwert September 2014	µg/m <sup>3</sup>	17	20	-
Mittelwert Oktober 2014	µg/m <sup>3</sup>	22	21	-
Mittelwert November 2014	µg/m <sup>3</sup>	20	19	-
Mittelwert Dezember 2014	µg/m <sup>3</sup>	22	24	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>40<sup>1)</sup></b>
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	188	77	200/18 <sup>2)</sup>
1-h-Mittelwert >200 µg/m <sup>3</sup>	1	0	0	-
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1	4	-
Verfügbarkeit %	%	98	98	-

<sup>1)</sup> Jahresimmissionswert NO<sub>2</sub> gemäß 39. BImSchV

<sup>2)</sup> maximaler Stundenmittelwert von 200 µg/m<sup>3</sup> mit 18 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BImSchV

**Tabelle 12: Statistische Kenngrößen der NO<sub>2</sub>-Konzentration für den Messzeitraum**

An der mobilen Luftgütemessstation in Eitting wurde mit 18 µg/m<sup>3</sup> eine um im Mittel ca. 2 µg/m<sup>3</sup> geringere NO<sub>2</sub>-Konzentration als an der Hauptmessstation LHY7 festgestellt.

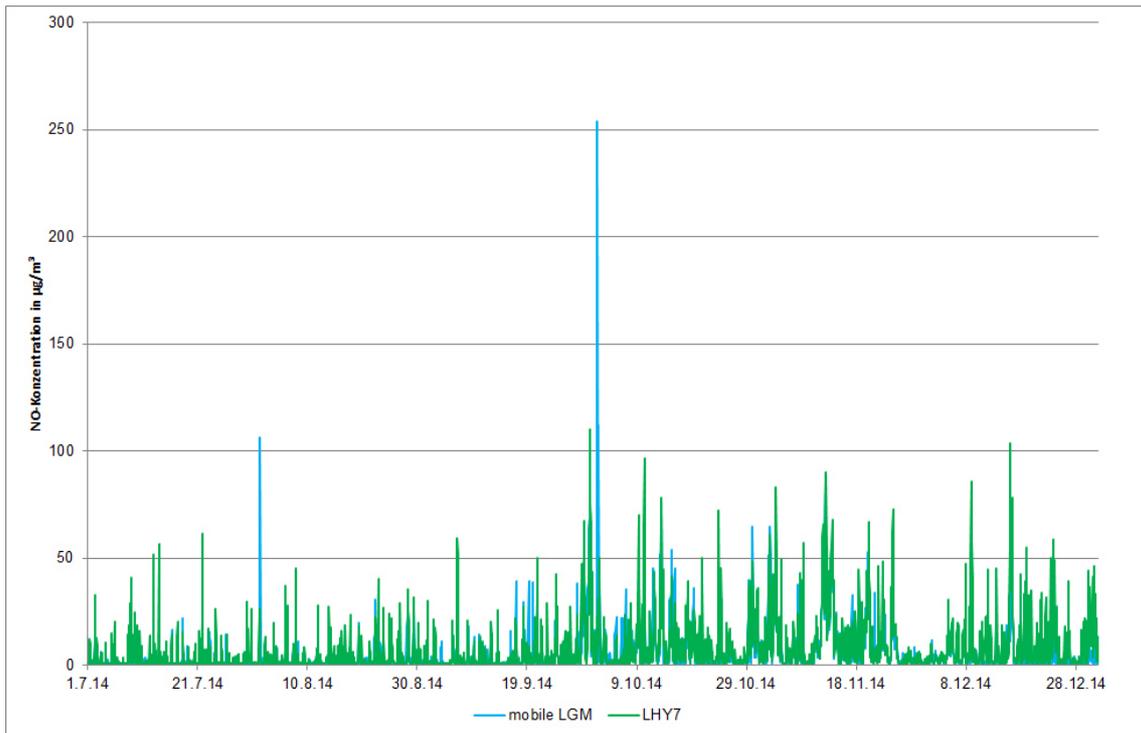
Informativ sind zudem in Tabelle 13 die Kenngrößen der NO-Konzentration zusammengefasst. Für diesen Parameter gibt es keinen Immissionswert.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM	LHY7	39. BlmSchV
		NO	NO	
Mittelwert Juli 2014	µg/m <sup>3</sup>	2	3	-
Mittelwert August 2014	µg/m <sup>3</sup>	2	3	-
Mittelwert September 2014	µg/m <sup>3</sup>	5	6	-
Mittelwert Oktober 2014	µg/m <sup>3</sup>	8	9	-
Mittelwert November 2014	µg/m <sup>3</sup>	10	12	-
Mittelwert Dezember 2014	µg/m <sup>3</sup>	4	9	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>-</b>
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	254	110	-
1-h-Mittelwert >200 µg/m <sup>3</sup>	1	-	-	-
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	1	4	-
Verfügbarkeit %	%	98	98	-

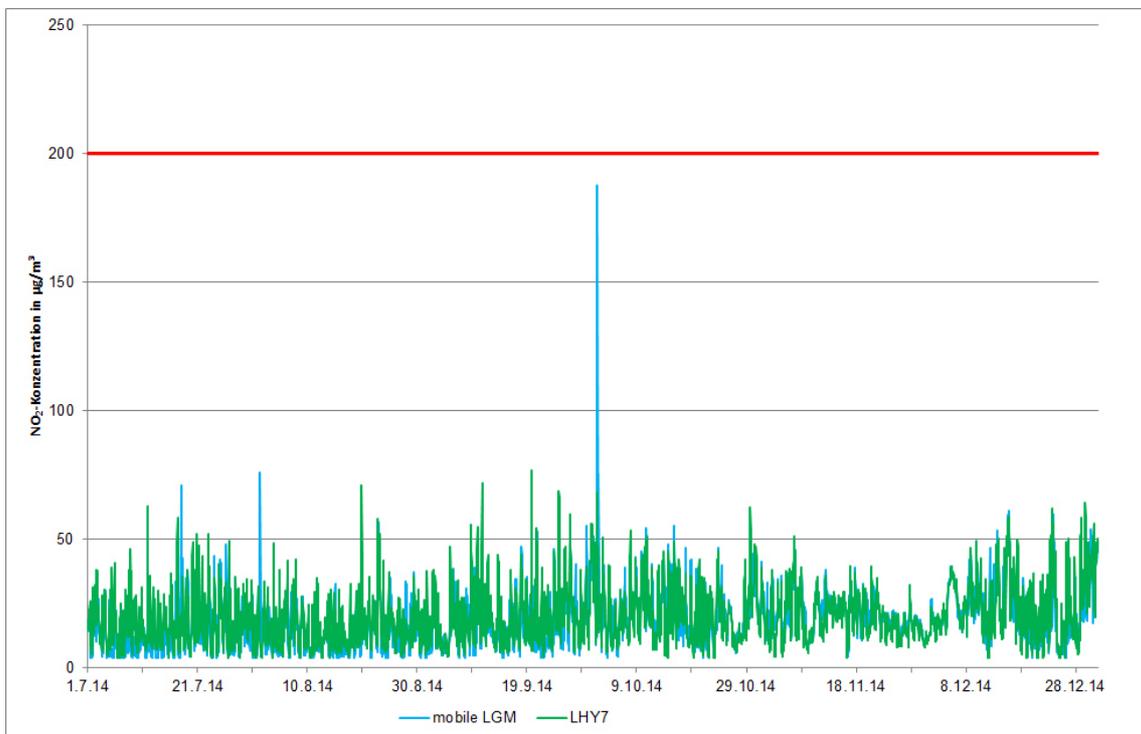
**Tabelle 13: Statistische Kenngrößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum**

Die Differenz wurde auch bezüglich der NO-Konzentrationen zwischen den beiden Messorten ermittelt. Lediglich im November 2014 wurden in Eitting höhere NO<sub>2</sub>-Konzentrationen gemessen als an der Hauptmessstation LHY7. Da es in diesem Monat fast ausschließlich Ostanströmungen gab, ist ein Einfluss des Flughafens auf das westlich gelegene Eitting unwahrscheinlich.

In den nachfolgenden Abbildungen 13 und 14 sind die Verläufe der NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration für beide Messorte grafisch dargestellt.



**Abbildung 13: Verlauf der NO-Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 [Stundenmittelwerte]**



**Abbildung 14: Verlauf der NO<sub>2</sub>-Konzentration an den Messstationen mobile LGM und LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.14 [Stundenmittelwerte, Grenzwert für das Stundenmittel 200 µg/m<sup>3</sup> rot markiert]**

Anhand der Verläufe für die NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentration der mobilen Messstation in Eitting und der Hauptmessstation LHY7 zeigen sich gute Übereinstimmungen zwischen den Stationen.

Am Messort Eitting traten am Mittwoch, 01.10.2014 zwischen 19:30 Uhr – 21:00 Uhr erhöhte NO- und NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf, die den beurteilungsrelevanten Wert für NO<sub>2</sub> von 200 µg/m<sup>3</sup> aber noch nicht überschritten. Die Ursache dafür wurde recherchiert, konnte aber nicht identifiziert werden.

### 7.1.3 Ozon [O<sub>3</sub>]

In der nachfolgenden Tabelle 14 sind Ergebnisse der Ozonmessungen für die mobile Messstation im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 auf Basis von Stundenmittelwerten dargestellt.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM	LHY7	39.
		Ozon	Ozon	BlmSchV
Mittelwert Juli 2014	µg/m <sup>3</sup>	62	63	-
Mittelwert August 2014	µg/m <sup>3</sup>	49	51	-
Mittelwert September 2014	µg/m <sup>3</sup>	36	37	-
Mittelwert Oktober 2014	µg/m <sup>3</sup>	22	26	-
Mittelwert November 2014	µg/m <sup>3</sup>	13	15	-
Mittelwert Dezember 2014	µg/m <sup>3</sup>	27	29	-
<b>Mittelwert</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>-</b>
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	148	168	-
1-h-Mittelwert >180 µg/m <sup>3</sup>	1	0	0	180 <sup>1)</sup>
8-h-Mittelwert >120 µg/m <sup>3</sup>	1	5	7	120/25 <sup>2)</sup>
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m <sup>3</sup>	3	3	-
Verfügbarkeit %	%	98	98	-

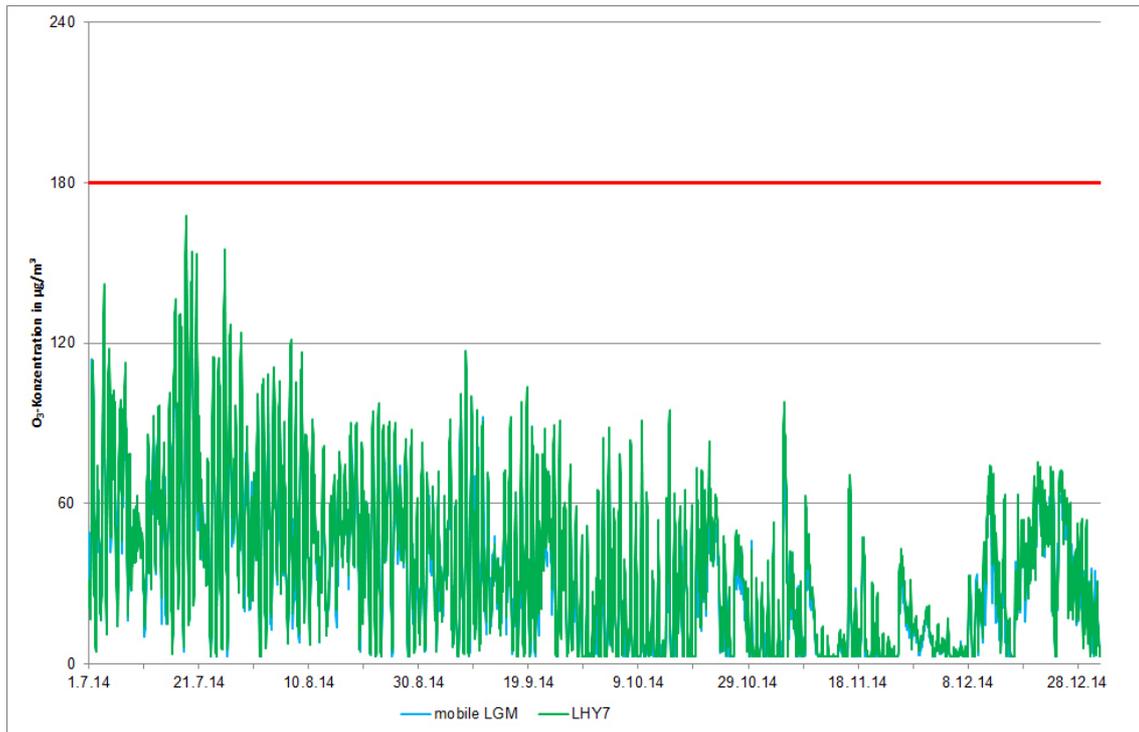
<sup>1)</sup> maximaler Stundemittelwert von 180 µg/m<sup>3</sup> gemäß 39. BImSchV

<sup>2)</sup> maximaler 8-Stundenmittelwert, mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr gemäß 39. BImSchV

**Tabelle 14: Statistische Kenngrößen der O<sub>3</sub>-Konzentration für den Messzeitraum**

Die mittlere Ozonkonzentration in Eitting im Messzeitraum betrug 35 µg/m<sup>3</sup> und lag somit ca. 2 µg/m<sup>3</sup> unter dem Mittelwert der Hauptmessstation LHY7. In allen Messmonaten wurden in Eitting geringfügig niedrigere Ozonkonzentrationen als an der Hauptmessstation LHY7 bestimmt.

In der nachfolgenden Abbildung 15 ist der Verlauf der Ozonkonzentration in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 grafisch dargestellt.



**Abbildung 15: Verlauf der O<sub>3</sub>-Konzentration in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 [Stundenmittelwerte, Informationsschwelle 180 µg/m<sup>3</sup> rot markiert]**

Anhand des Verlaufs der Ozonkonzentration zeigen sich sehr gute Übereinstimmungen zwischen den beiden Messorten. Typischerweise wurden wie auch an den LÜB-Stationen in den Sommermonaten höhere Ozonkonzentrationen gemessen. Im November 2014 gab es durch die neblige Witterung mit viel Ostwindanteil und geringen Windgeschwindigkeiten besonders niedrige Ozonkonzentrationen.

### 7.1.4 Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol und n-Alkane

In der nachfolgenden Tabelle 15 sind die Mittelwerte der BTEX- und n-Alkanmessungen für die mobile Messstation Eitting und die Hauptmessstation LHY7 dargestellt.

Messparameter	mobile LGM	LHY7	Beurteilungswert
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
BTEX	Benzol	0,7	5 <sup>1)</sup>
	Toluol	1,3	30 <sup>2)</sup>
	Ethylbenzol	0,3	0,1
	m+p-Xylol	0,6	0,4
	o-Xylol	0,2	0,1
	$\Sigma$ Xylole	0,8	0,5
n-Alkane	n-Hexan	0,21	0,13
	n-Heptan	0,20	0,12
	n-Oktan	0,07	0,04
	n-Nonan	0,07	0,06
	n-Dekan	0,11	0,08
	n-Undekan	0,08	0,05
	n-Dodekan	0,05	0,03
	n-Tridekan	0,05	0,03
	n-Tetradekan	0,05	0,04
	$\Sigma$ n-Alkane	0,88	0,57

<sup>1)</sup> Immissionsgrenzwert für das Jahr (39. BImSchV)

<sup>2)</sup> Zielwert für das Jahr (LAI)

<sup>3)</sup> 1/100AGW

<sup>4)</sup> C9-C14 Alkane/ Isoalkane Innenraum Richtwert I (Vorsorgerichtwert) UBA

**Tabelle 15: Ergebnisse der BTEX- und n-Alkanmessungen [Mittelwerte über den Messzeitraum]**

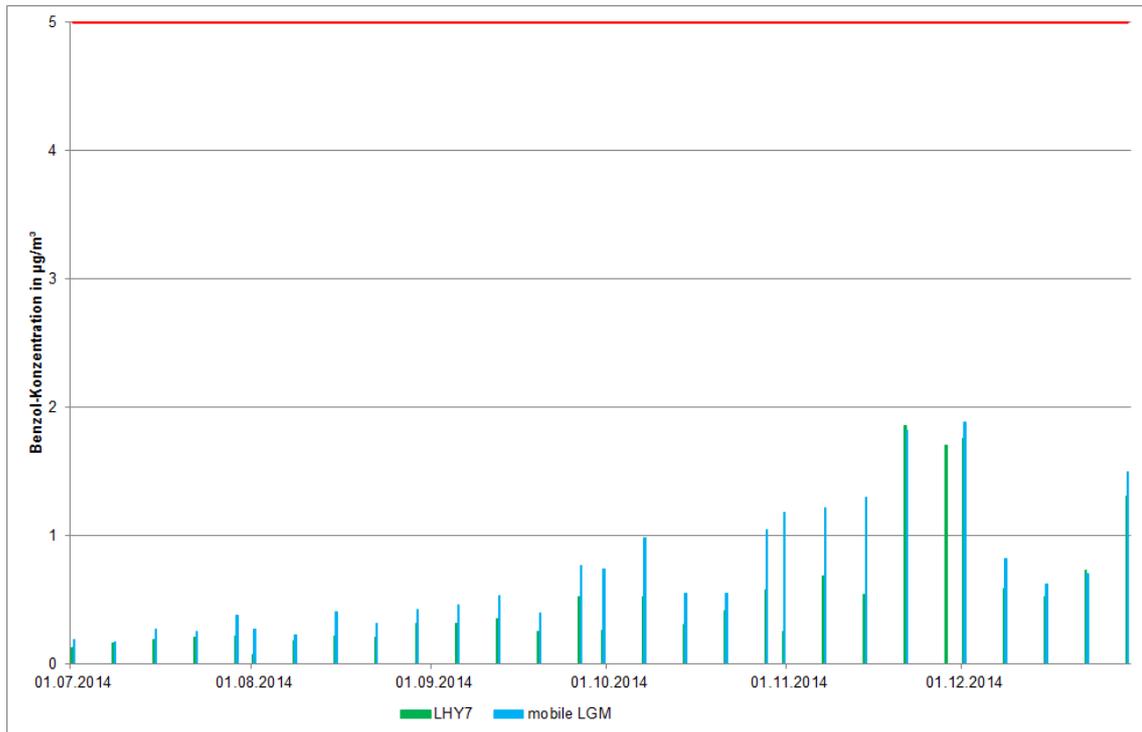
Der Benzolmittelwert in Eitting war mit  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ca.  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  höher als an der Hauptmessstation LHY7. Diese Tendenz konnte auch für die Parameter Toluol, Ethylbenzol und die Xylole festgestellt werden. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit ist diese Differenz nicht als signifikant zu bewerten.

Bei den n-Alkanen wurden ebenfalls in Summe in Eitting höhere Konzentrationen festgestellt als an der Hauptmessstation LHY7. Der Mittelwert betrug an beiden Messorten  $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In diesem niedrigen Konzentrationsbereich [ $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ] sind die Messunsicherheiten im Vergleich zum Messergebnis groß.

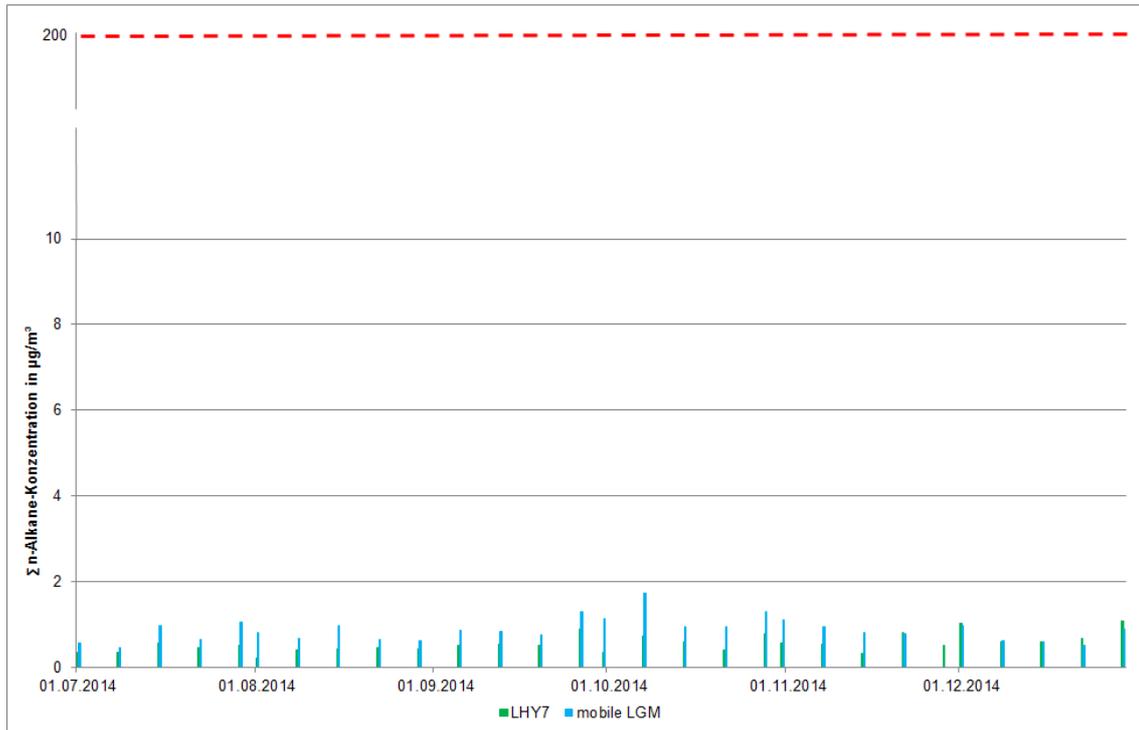
Die gemessenen Werte liegen weit unter dem hilfsweise herangezogenen Beurteilungswert für Innenräume von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ein typisches Kohlenwasserstoffmuster für Kerosin, bei dem typischerweise die Konzentrationen der n-Alkane n-Oktan bis n-Tridekan erhöht sind, konnte an keinem der beiden Messorte nachgewiesen werden.

In Abbildung 16 und Abbildung 17 sind die Verläufe der Einzelprobenahmen der Benzol- und der n-Alkankonzentrationen für den Messzeitraum grafisch dargestellt.



**Abbildung 16: Verlauf der Benzol-Konzentration in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 [Wochenmittelwerte, Immissionsgrenzwert 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rot markiert]**



**Abbildung 17: Verlauf der n-Alkan-Konzentration [Summe] in Eitting im Vergleich zur Hauptmessstation für den Messzeitraum 01.07. – 31.12.2014 (Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogenen Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m³, rot markiert)**

Anhand der Verläufe für die Benzol- und n-Alkankonzentrationen der mobilen Messstation Eitting und der Hauptmessstation LHY7 zeigen sich gute Übereinstimmungen zwischen den Stationen.

### 7.1.5 Benzo[a]pyren

In der nachfolgenden Tabelle 16 und Abbildung 18 sind die gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentrationen im PM<sub>10</sub> für die Messorte mobile Luftgütemessstation Eitting und LHY7 [Hauptmessstation] als der Monatsmittelwerte und Mittelwerte für den gesamten Messzeitraum dargestellt.

	Benzo(a)pyren im PM <sub>10</sub>	mobile LGM	LHY7	39. BImSchV
Juli 14	ng/m <sup>3</sup>	0,01	0,01	-
August 14	ng/m <sup>3</sup>	0,03	0,02	-
September 14	ng/m <sup>3</sup>	0,06	0,05	-
Oktober 14	ng/m <sup>3</sup>	0,22	0,13	-
November 14	ng/m <sup>3</sup>	0,57	0,37	-
Dezember 14	ng/m <sup>3</sup>	0,37	0,42	-
<b>Mittelwert</b>	<b>ng/m<sup>3</sup></b>	<b>0,21</b>	<b>0,16</b>	<b>1<sup>1)</sup></b>

<sup>1)</sup> Zielwert für das Kalenderjahr nach 39. BImSchV

Tabelle 16: Benzo[a]pyren-Konzentration im PM<sub>10</sub>

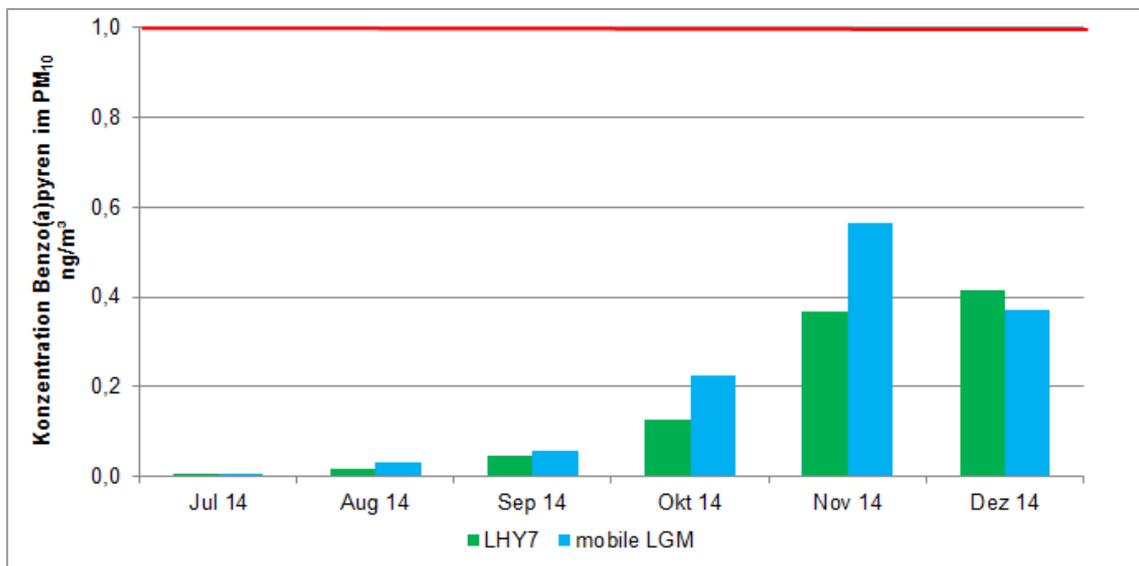


Abbildung 18: Vergleich der Benzo[a]pyren-Konzentration Eitting zur Hauptmessstation [Monatsmittelwerte, Zielwert für das Jahr 1 µg/m<sup>3</sup> rot markiert]

An der Hauptmessstation LHY7 wurden im Messzeitraum mit 0,16 ng/m<sup>3</sup> geringfügig niedrigere Benzo[a]pyren-Konzentrationen als in Eitting ermittelt.

In den ersten drei Messmonaten wurden typischerweise sehr niedrige Benzo[a]pyren-Konzentrationen an beiden Messorten festgestellt.

Auffällig waren etwas höhere Benzo[a]pyren-Konzentrationen in Eitting im November 2014, die an der Hauptmessstation LHY7 nicht in dieser Höhe festgestellt werden konnten. Da in diesem Zeitraum fast ausschließlich Ostanströmungen auftraten, ist ein Einfluss des Flughafens auf die Messwerte von Eitting auszuschließen. Vielmehr ist es wahrscheinlich, dass durch lokale Emittenten (z. B. Holzfeuerungen) die erhöhten Benzo[a]pyren-Konzentrationen in Eitting hervorgerufen wurden.

Die großen jahreszeitlichen Schwankungen sind für Benzo[a]pyren charakteristisch.

## 7.2 Vergleich mit ausgewählten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB)

Für die Bewertung der ermittelten  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_2$  und  $O_3$ -Konzentrationen werden die Monatsmittelwerte der Messungen am Messort in Eitting mit Messwerten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt verglichen. Als Referenzstandorte wurden die LÜB-Stationen München-Stachus [Städtisch/Verkehr] Landshut – Podewilsstraße [Städtisch/Verkehr] bzw. München-Lothstraße [städtischer Hintergrund] und Johanneskirchen [ländlicher Hintergrund] ausgewählt [7]. Die LfU-Messdaten sind noch nicht abschließend auf Plausibilität geprüft und somit als vorläufige Messdaten zu bezeichnen.

Die nachfolgenden Abbildungen [Abbildung 19 bis Abbildung 22] stellen die Verläufe im Vergleich dar.

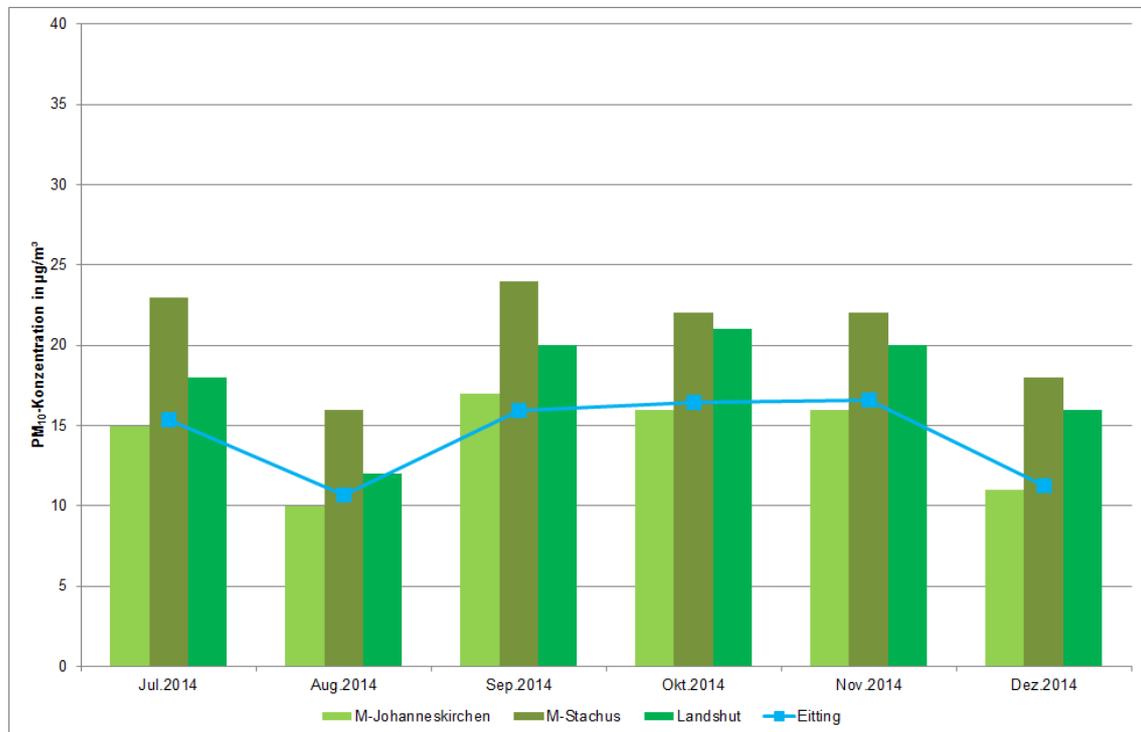


Abbildung 19: Vergleich der  $PM_{10}$ -Monatsmittelwerte LÜB - Eitting

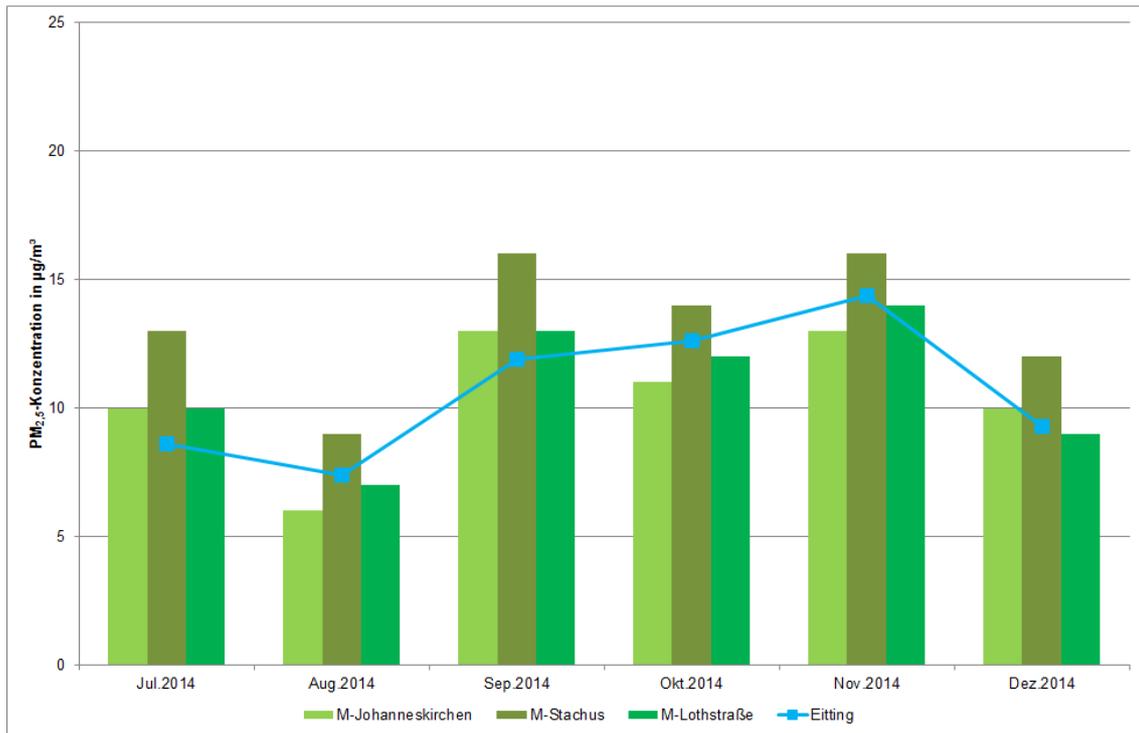


Abbildung 20: Vergleich der PM<sub>2,5</sub>-Monatsmittelwerte LÜB - Eitting

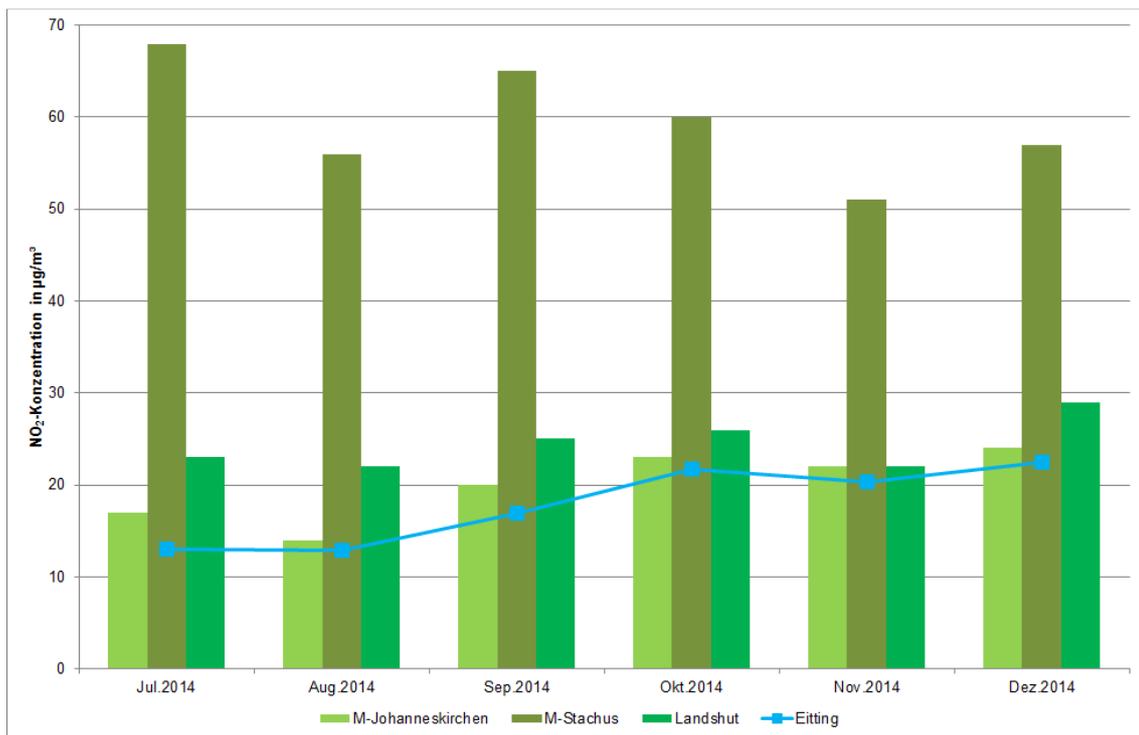
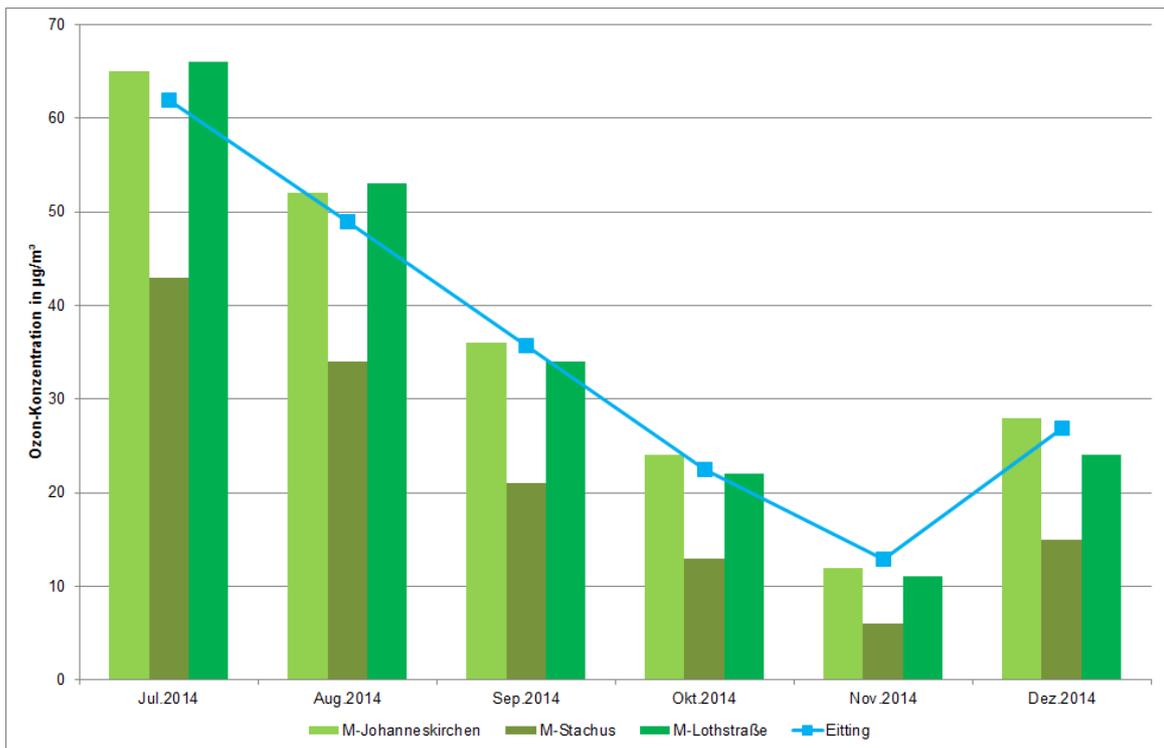


Abbildung 21: Vergleich der NO<sub>2</sub>-Monatsmittelwerte LÜB - Eitting



**Abbildung 22: Vergleich der Ozon-Monatsmittelwerte LÜB - Eitting**

Anhand der grafischen Darstellung der Verläufe aller Messkomponenten sind zwischen der mobilen Messstation in Eitting und den LÜB-Stationen im Konzentrationsverlauf sehr gute Übereinstimmungen erkennbar.

Im Vergleich aller Stationen zeigt sich an der LÜB-Messstation München-Johanneskirchen und der mobilen Messstation in Eitting ein vergleichbares Immissionsniveau, das dem typischen ländlichen Hintergrund entspricht.

### 7.3 Langzeit-Luftqualitätsindex

Zur Erleichterung der Beurteilung von Messergebnissen hat die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg einen Langzeit-Luftqualitätsindex [LaQx] für die Stoffe Benzol, Stickstoffdioxid [NO<sub>2</sub>] und die Partikel PM<sub>10</sub> erstellt [18].

Der LaQx dient der Bewertung der durchschnittlichen Luftqualität eines Jahres, für die Bewertung von Mittelwerten kürzerer Zeiträume ist er formal nicht geeignet und wurde daher nur hilfsweise herangezogen.

Der LaQx ist nach dem Schulnotensystem in die Klassen 1 („sehr gut“) bis 6 („sehr schlecht“) eingeteilt.

Tabelle 17 enthält eine Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftgütequalitätsindex.

Bewertung	Benzol [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	LaQx Klasse	Farbe
sehr gut	0,0 – 0,2	0 -12	0 - 7	1	
gut	0,3 – 1,0	13 -20	8 – 15	2	
befriedigend	1,1 – 2,0	21 -30	16 – 30	3	
Ausreichend	2,1 – 5,0	31 -40	31 -40	4	
Grenzwert	5	40	40		
schlecht	5,1 – 25,0	41 -200	41 – 50	5	
sehr schlecht	> 25	> 200	> 50	6	

**Tabelle 17: Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftqualitätsindex**

Auf Grundlage dieses Langzeit-Luftqualitätsindex können die gemessenen mittleren Immissionskonzentrationen an Benzol, Stickstoffdioxid und Partikel PM<sub>10</sub> wie folgt bewertet werden [siehe nachfolgende Tabelle 18].

Parameter	Mittelwert des Messzeitraums	Bewertung	LaQx Klasse	Farbe
Benzol	0,7	Gut	2	
NO <sub>2</sub>	18	Gut	2	
PM <sub>10</sub>	14	Gut	2	

**Tabelle 18: Bewertung der Luftqualität in Eitting**

Auch wenn der Messzeitraum nicht ein ganzes Jahr umfasste, kann im Analogieschluss, z. B. durch die unter 7.1 und 7.2 durchgeführten Vergleiche mit langjährig betriebenen Messstationen, die Luftgüte nach LaQx in Eitting für Benzol, Stickstoffdioxid und Partikel PM<sub>10</sub> als „gut“ bezeichnet werden.

## 8 Zusammenfassung

Die Flughafen München GmbH betreibt mehrere lufthygienische Messstationen im Umfeld des Flughafens. 2013 wurde von der Flughafen München GmbH eine mobile Luftgütemessstation erworben, um den Anrainergemeinden des Flughafens die Durchführung lokaler Immissionsmessungen anbieten zu können.

Mit der mobilen Luftgütemessstation können neben den meteorologischen Randparametern die immissionsseitig im Umfeld eines Flughafens relevanten Luftschadstoffe Partikel  $PM_{10}$  und  $PM_{2,5}$ , Stickstoffoxide ( $NO$  und  $NO_2$ ), Ozon ( $O_3$ ), Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol (BTEX), die n-Alkane als Tracer für Kerosin (C6 – C14), sowie Benzo[a]pyren im  $PM_{10}$  gemessen werden.

Eitting bewarb sich als erste Gemeinde um die Aufstellung der mobilen Luftgütemessstation. Der Messort am Kinderhaus „St. Georg“, in der Ortsmitte von Eitting, wurde gemeinsam mit dem Bürgermeister der Gemeinde, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU), der Flughafen München GmbH und der Müller-BBM GmbH ausgewählt.

Die Messungen wurden über den Zeitraum von sechs Monaten, zwischen 01. Juli – 31. Dezember 2014 durchgeführt. Dieser Messzeitraum kann als repräsentativ angesehen werden, da sowohl das Sommer- als auch das Winterhalbjahr mit jeweils drei Monaten erfasst wurde.

Die Ergebnisse der Luftgütemessungen in Eitting können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bei den Partikelmessungen wurde im gesamten Messzeitraum für  $PM_{10}$  ein Mittelwert von  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bzw. für  $PM_{2,5}$  ein Mittelwert von  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt. Der Grenzwert für  $PM_{10}$  von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und der Zielwert für  $PM_{2,5}$  von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemäß 39. BImSchV für das Kalenderjahr wurden somit deutlich unterschritten.  
Der maximal an 35 Tagen im Kalenderjahr zulässige Tagesmittelwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für  $PM_{10}$  wurde im zweiten Halbjahr 2014 an keinem Tag überschritten.
- Für Stickstoffdioxid wurde in Eitting während des Messzeitraums ein Mittelwert von  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bestimmt. Der Grenzwert für das Jahresmittel von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde sicher eingehalten. Der Stundenmittelwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mit 18 zulässigen Überschreitungen, wurde ebenfalls nicht überschritten.  
Auch die  $NO$ -Konzentration, für die es keinen Immissionsgrenzwert gibt, lag mit  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Mittel auf einem sehr niedrigen, ländlichen Niveau.
- Bei den Ozonmessungen in Eitting wurde die in der 39. BImSchV festgelegte Informationsschwelle von  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als 1-Stunden-Mittelwert nicht überschritten. Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Zielwert beträgt  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als höchster 8-Stunden-Mittelwert während eines Tages bei 25 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr. Der Wert ist seit 01.01.2010 einzuhalten, wobei die Überschreitungstage gemittelt über drei Jahre auszuwerten sind.  
Während der Messungen in Eitting, im zweiten Halbjahr 2014, wurde der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Ozon an fünf Tagen überschritten. In diesem Zeitraum wurden an der Hauptmessstation (LHY7) 7 Überschreitungen registriert.  
Anzumerken ist, dass im Gegensatz zu den anderen Luftschadstoffen Ozon kein primärer Luftschadstoff ist, der direkt emittiert wird. Daher treten beim Ozon an den verkehrsbeein-

flussten Messstationen geringere Jahresmittelwerte als an emissionsarmen Stationen (ländlicher Raum) auf.

- Die mittlere Benzol-Konzentration betrug im Messzeitraum  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Jahresgrenzwert der 39. BImSchV von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde damit sicher eingehalten.
- Bei den zusätzlich bestimmten Komponenten Toluol, Xylol und Ethylbenzol wurden Mittelwerte weit unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) bestimmt.
- Der Halbjahresmittelwert der Summe der n-Alkane n-Hexan (C6) bis n-Tetradekan (C14) lag mit  $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  auf einem sehr niedrigen Niveau. Ein Grenzwert für diese Parameter existiert nicht.  
Die gemessenen Werte liegen deutlich unter dem hilfsweise herangezogenen Beurteilungswert für Innenräume von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .  
Ein typisches Kohlenwasserstoffmuster für Kerosin, bei dem typischerweise die n-Alkane n-Oktan bis n-Tridekan erhöht sind, konnte nicht nachgewiesen werden.
- Für Benzo(a)pyren wurde in Eitting ein Mittelwert von  $0,21 \text{ ng}/\text{m}^3$  festgestellt. Der Jahreszielwert gemäß 39. BImSchV von  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  wurde somit deutlich unterschritten. Auffällig war der deutlich erhöhte Monatsmittelwert im November 2014. In diesem Messzeitraum traten fast ausschließlich Ostwinde mit geringen Windgeschwindigkeiten auf, so dass ein Transport vom Flughafengelände zur Messstation unwahrscheinlich ist. Ein lokaler Einfluss, z. B. durch Holzfeuerungen, ist wahrscheinlich.

Ergänzend wurden die Messergebnisse aus Eitting mit der Hauptmessstation LHY7 und mit dem LÜB-Messnetz (Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern des Bayerischen Landesamtes für Umwelt) verglichen. Abschließend erfolgte die Beurteilung der Messergebnisse unter Verwendung eines Langzeit-Luftqualitätsindex.

Diese Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Konzentrationen aller in Eitting gemessenen Immissionsparameter befanden sich auf dem Niveau der Hauptmessstation LHY7.
- Im Vergleich zu den LÜB-Stationen des LfU zeigt sich zwischen der Messstation München Johanneskirchen und Eitting ein vergleichbares Immissionsniveau, das dem typischen ländlichen Hintergrund entspricht.

Zur Beurteilung der Luftqualität wird über die rechtsverbindlichen Beurteilungskriterien hinaus der Langzeit-Luftqualitätsindex verwendet, der von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg [LUBW] definiert wurde.

Parameter	Mittelwert des Messzeitraums	Bewertung	LaQX Klasse	Farbe
Benzol	0,7	Gut	2	
NO <sub>2</sub>	18	Gut	2	
PM <sub>10</sub>	14	Gut	2	

**Tabelle 19: Bewertung der Luftqualität in Eitting gemäß Langzeit-Luftqualitätsindex**

Auch wenn der Messzeitraum nicht ein ganzes Jahr umfasste, kann im Analogieschluss, z. B. durch die unter 7.1 und 7.2 durchgeführten Vergleiche mit langjährig betriebenen Messstationen, die Luftgüte nach LaQx in Eitting für Benzol, Stickstoffdioxid und Partikel PM<sub>10</sub> als „gut“ bezeichnet werden.

## 9 Literatur

- [1] LANUV NRW [2012]: Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz [LANUV] NRW, Recklinghausen, Januar 2012
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV] vom 2. August 2010 [BGBl. I S. 1065]
- [3] AirMonTech [2012]: Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas  
[http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/PM\\_PAH\\_MBI.pdf](http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/PM_PAH_MBI.pdf)
- [4] Tesseraux, I. [2000]: Flugzeugemissionen und -immissionen - Belastungen für die Anwohner von Flughäfen. Handbuch für Bioklima und Lufthygiene [Hrsg. Moriske u. Turowski]. Ecomed-Verlag 3/2000
- [5] AirMonTech [2012]: Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas  
[http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES\\_Ozone\\_MBI.pdf](http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES_Ozone_MBI.pdf)
- [6] LUA [2005]: Fachinformationen des Landesumweltamtes [Internetpräsentation] – Nr. 12. Landesumweltamt Brandenburg [Hrsg]
- [7] LfU Bayern [2015]: Vorläufige Messdaten der LÜB-Stationen; Mitteilung per Email, 22.01.2015
- [8] HLfU [1999]: Schadstoffbelastungen durch den Flugverkehr. Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz. Heft 260, Hessische Landesanstalt für Umwelt
- [9] AirMonTech [2012]: Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas  
[http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES\\_Benzene\\_MBI.pdf](http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES_Benzene_MBI.pdf)
- [10] AirMonTech [2012]: Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas  
[http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES\\_VOC\\_MBI.pdf](http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES_VOC_MBI.pdf)
- [11] Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte [2012]: Festgelegter Richtwert II für C9-C14-Alkane / Isoalkane [aromatenarm],  
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte>
- [12] RL 2008/50/EG: Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa; Amtsblatt der europäischen Union vom 11.06.2008; L152
- [13] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz [BImSchG] vom 26. September 2002 [BGBl. I S. 3830], zuletzt geändert am 2. Juli 2013 [BGBl. I S. 1943]
- [14] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft] vom 24. Juli 2002 [GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511]

- [15] VDI 2310: Richtlinienreihe zu Maximalen Immissionswerten zum Schutz der Vegetation, zum Schutz des Menschen und zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere
- [16] VDI 3957 Blatt 10 (2004 - 12): Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Emittentenbezogener Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren
- [17] TRGS 900: Technische Regeln für Gefahrstoffe 900, zuletzt geändert und ergänzt am 02.04.2014, [GMBI 2014 S.271-274]
- [18] LUBW (2014): Ermittlung des Langzeit-Luftqualitätsindex (LaQx) <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20148/>, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
- [19] Bericht Müller-BBM „Flughafen München - Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Eiting [mobile LGM] – Messzeitraum 01. Juli – 31. Dezember 2014“ vom 12.03.2015

## **Danksagung**

Dank gilt dem 1. Bürgermeister der Gemeinde Eitting, Georg Wiester, für seine Initiative, Unterstützung bei der Standortfindung sowie Durchführung der Messkampagne, bei den hilfsbereiten Mitarbeiterinnen des benachbarten Kinderhauses „St. Georg“, den Mitarbeitern des Eittinger Bauhofs, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, insbesondere Herrn Regierungsdirektor Dr. Heinz Ott für fachliche Beratung, dem akkreditierten Prüfinstitut Müller-BBM, namentlich Rebecca Dutzi, für ihr außerordentliches Engagement sowie allen weiteren an der Durchführung der Messkampagne in Eitting 2014 Beteiligten, namentlich Hans-Peter Melzl, Stefan Kaun und Melanie Richter von der Umweltabteilung des Flughafens München.

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Flughafen München GmbH  
Recht, Gremien, Compliance und Umwelt  
Postfach 23 17 55  
85326 München  
[www.munich-airport.de](http://www.munich-airport.de)

### **Redaktion**

Konzerneinheit Projektteam Kapazitäten und Umwelt

### **Fotos und Grafiken**

Flughafen München GmbH, Müller-BBM GmbH

### **Weitere Informationen / Fragen**

<http://www.munich-airport.de/de/company/umwelt/index.jsp>  
[umwelt@munich-airport.de](mailto:umwelt@munich-airport.de)  
089/975-40460

19. März 2015