

/ Mobile Luftgütemessung
Ismaning 05.07.2016 – 05.01.2017

Umwelt am Flughafen München

Verbindung leben

MI



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	8
1. Überblick über die Messkampagne Ismaning	9
2. Die mobile Luftgütemessstation in Ismaning.....	11
2.1. Anfrage der Gemeinde Ismaning	11
2.2. Standortvorschläge	11
2.3. Begehung der Standorte	16
2.4. Standortwahl	18
2.5. Messzeitraum.....	19
2.6. Mobile Luftgütemessstation.....	19
2.7. Messumfang / Parameter	21
2.8. Betrieb der mobilen Luftgütemessstation.....	23
3. Meteorologie und Flugverkehr im Messzeitraum	24
3.1. Meteorologische Situation während des Messzeitraums	24
3.2. Ergebnisse der meteorologischen Messungen in Ismaning.....	25
3.3. Flugverkehr	29
4. Luftschadstoffe.....	32
4.1. Entstehung und Ausbreitung.....	32
4.2. Schichtung der Atmosphäre.....	33
4.3. Flugbewegungen in der atmosphärischen Grenzschicht.....	33
4.4. Verteilung von Flugzeugemissionen.....	34
4.5. Feinstaub.....	34
4.6. Benzo[a]pyren als Leitparameter für PAK.....	35
4.7. Stickstoffoxide	36
4.8. Schwefeldioxid	36
4.9. Ozon	37
4.10. Benzol und n-Alkane.....	37
5. Bewertungsgrundlagen	39

5.1.	Allgemeine Bewertungsgrundlagen	40
5.2.	Mögliche Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von n-Alkanen.....	42
5.3.	Langzeit-Luftqualitätsindex.....	43
6.	Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Ismaning	45
6.1.	Messergebnisse Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	45
6.2.	Messergebnisse Stickstoffdioxid [NO ₂]	48
6.3.	Messergebnisse Schwefeldioxid [SO ₂].....	51
6.4.	Messergebnisse Ozon [O ₃]	53
6.5.	Messergebnisse Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol und n-Alkane.....	54
6.6.	Messergebnisse Benzo[a]pyren	57
7.	Vergleich der Messstationen.....	60
7.1.	Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	60
7.2.	Stickstoffdioxid [NO ₂].....	645
7.3.	Schwefeldioxid [SO ₂]	659
7.4.	Ozon [O ₃].....	71
7.5.	Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol und n-Alkane.....	73
7.6.	Benzo[a]pyren.....	75
8.	Zusätzliche Vergleichsbetrachtungen	78
8.1.	Vergleich mit ausgewählten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern [LÜB]	78
8.2.	Langzeit-Luftqualitätsindex.....	81
9.	Zusammenfassung	83
10.	Index	86

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Standorte von LHY4, LHY7 und der mobilen Luftgütemessstation in Ismaning.	9
Abbildung 2. Vorgeschlagener Standort „Gemeindliches Gebäude Münchener Straße 101“	12
Abbildung 3. Vorgeschlagener Standort „Bürgerpark Ismaning“	12
Abbildung 4. Vorgeschlagener Standort „Sportpark, Grünfleckstraße 1“	13
Abbildung 5. Vorgeschlagener Standort „Bauhof, Mayerbachstraße 82“	13
Abbildung 6. Vorgeschlagener Standort „Sportplatz Grüne Heide, Wiesstraße, Ortsteil Fischerhäuser“	14
Abbildung 7. Vorgeschlagener Standort „Kindergarten Am Weiher, Dorfstraße 43“	164
Abbildung 8. Vorgeschlagener Standort „Sportplatz FC Ismaning, Leuchtenbergstraße 25“	15
Abbildung 9. Vorgeschlagener Standort „Realschule, An der Torfbahn 5“	15
Abbildung 10. Überblick vorgeschlagene Standorte Gemeinde Ismaning.	16
Abbildung 11. Mobile Luftgütemessstation am Standort „Sportplatz FC Ismaning“ in Ismaning	19
Abbildung 12. Außenansicht der mobilen Luftgütemessstation am Standort „Sportplatz FC Ismaning“	200
Abbildung 13. Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation.....	21
Abbildung 14. Windrichtungsverteilung der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning.....	26
Abbildung 15. Mittlerer Verlauf der Windgeschwindigkeit in Ismaning für den Messzeitraum	28
Abbildung 16. Mittlerer Verlauf der Lufttemperatur für den Messzeitraum	28
Abbildung 17. Auszug aus AIP Germany.....	30
Abbildung 18. Flugspuraufzeichnungen vom 15.08.2016 (Betriebsrichtung Ost).....	30
Abbildung 19. Flugspuraufzeichnungen vom 05.07.2016 (Betriebsrichtung West).....	31
Abbildung 20. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM _{10/2,5} -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Tagesmittelwerte, PM ₁₀ -Tagesgrenzwert 50 µg/m ³ rot markiert).....	47
Abbildung 21. Verlauf der gemessenen NO ₂ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Stundenmittelwerte, NO ₂ -Stundengrenzwert 200 µg/m ³ rot markiert)	49
Abbildung 22. Verlauf der gemessenen NO-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Stundenmittelwerte)	500
Abbildung 23. Verlauf der gemessenen SO ₂ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Stundenmittelwerte, SO ₂ -Stundengrenzwert 350 µg/m ³ rot markiert)	52
Abbildung 24. Verlauf der gemessenen O ₃ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Stundenmittelwerte, O ₃ -Stundeninformationsschwelle 180 µg/m ³ rot markiert).....	54
Abbildung 25. Verlauf der gemessenen Benzol-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Wochenmittelwerte, Jahresimmissionswert 5 µg/m ³ rot gestrichelt markiert).....	56
Abbildung 26. Verlauf der Summe der gemessenen n-Alkan-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 (Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m ³ rot gestrichelt markiert).....	57
Abbildung 27. Verlauf der gemessenen BaP-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 – 31.12.16 (Monatsmittelwerte, Jahreszielwert 1 ng/m ³ rot gestrichelt markiert)	58

Abbildung 28. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM ₁₀ -Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Jahresgrenzwert 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	61
Abbildung 29. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM _{2,5} -Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Tagesmittelwerte].	62
Abbildung 30. Konzentrationswindrose: mittlere PM ₁₀ -Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10°-Windrichtungsklasse [WRK] an den Messorten mobile LGM und LHY7 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 05.07.16 – 05.01.17	63
Abbildung 31. Verlauf der NO ₂ -Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Kalenderjahr 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	66
Abbildung 32. Konzentrationswindrose: mittlere NO ₂ -Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10°-Windrichtungsklasse [WRK] an den Messorten mobile LGM, LHY7 und LHY4 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 05.07.16 – 05.01.17.	67
Abbildung 33. Verlauf der NO-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Monatsmittelwerte].	69
Abbildung 34. Verlauf der SO ₂ -Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Tagesmittel 125 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	70
Abbildung 35. Verlauf der O ₃ -Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	72
Abbildung 36. Verlauf der Benzol-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Wochenmittelwerte, Immissionsgrenzwert 5 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	74
Abbildung 37. Verlauf der n-Alkan-Konzentration [Summe] der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 – 05.01.17 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	75
Abbildung 38. Vergleich der Benzo[a]pyren-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 [Monatsmittelwerte, Zielwert für das Jahr 1 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	76
Abbildung 39. Vergleich der PM ₁₀ -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning [Monatsmittelwerte, PM ₁₀ -Jahresgrenzwert 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	79
Abbildung 40. Vergleich der PM _{2,5} -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning [Monatsmittelwerte, PM _{2,5} -Jahresgrenzwert 25 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	79
Abbildung 41. Vergleich der NO ₂ -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning [Monatsmittelwerte, NO ₂ -Jahresgrenzwert 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	80
Abbildung 42. Vergleich der O ₃ -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m ³ rot, gestrichelt markiert].	80

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht Messparameter, Messgeräte und Messverfahren.....	22
Tabelle 2. Monatskenngößen von Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte, Luftdruck und Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17.	27
Tabelle 3. Starts und Landungen sowie Betriebsrichtungsverteilung 05.07.2016 – 05.01.2017.....	29
Tabelle 4. Beurteilungswerte.....	41
Tabelle 5. Langzeit-Luftqualitätsindex LaQx.....	43
Tabelle 6. Statistische Kenngößen der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Konzentrationen im Messzeitraum.....	46
Tabelle 7. Statistische Kenngößen der NO ₂ -Konzentration für den Messzeitraum.....	48
Tabelle 8. Statistische Kenngößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum.....	50
Tabelle 9. Statistische Kenngößen der SO ₂ -Konzentration für den Messzeitraum.....	51
Tabelle 10. Statistische Kenngößen der O ₃ -Konzentration für den Messzeitraum.....	53
Tabelle 11. Statistische Kenngößen der BTEX- und n-Alkan-Messungen [mobile LGM].	55
Tabelle 12. Statistische Kenngößen der Benzo[a]pyren-Konzentration im PM ₁₀	58
Tabelle 13. Kenngößen der PM ₁₀ -Konzentration [mobile LGM / LHY7].....	60
Tabelle 14. Kenngößen der PM _{2,5} -Konzentration [mobile LGM / LHY7].	62
Tabelle 15. Mittlere PM ₁₀ -Konzentration und -differenz je Windsektor.....	64
Tabelle 16. Kenngößen der NO ₂ -Konzentration [mobile LGM / LHY7 / LHY4].	65
Tabelle 17. Mittlere NO ₂ -Konzentration und -differenz je Windsektor.....	67
Tabelle 18. Kenngößen der NO-Konzentration [mobile LGM / LHY7 / LHY4].	68
Tabelle 19. Kenngößen der SO ₂ -Konzentration [mobile LGM / LHY7].....	70
Tabelle 20. Kenngößen der O ₃ -Konzentration [mobile LGM / LHY7].....	71
Tabelle 21. Kenngößen der BTEX- und n-Alkan-Konzentration [mobile LGM / LHY7].	73
Tabelle 22. Kenngößen der Benzo[a]pyren-Konzentration [mobile LGM / LHY7].....	76
Tabelle 23. Mittelwerte der LÜB-Stationen im Vergleich zur mobilen LGM in Ismaning [Juli 2016 bis Januar 2017].....	78
Tabelle 24. Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftqualitätsindex.....	82
Tabelle 25. Bewertung der Luftqualität in Ismaning.	82
Tabelle 26. Vergleich Beurteilungswerte 39. BImSchV mit den Messwerten der mobilen LGM [Ismaning]..	83
Tabelle 27. Bewertung der Luftqualität in Ismaning gemäß Langzeit-Luftqualitätsindex.....	85

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 nationales Recht.

Die Ergebnisse der Luftgütemessungen, die am Flughafen durchgeführt, regelmäßig in den Sitzungen der Fluglärmkommission vorgestellt und veröffentlicht werden, zeigen, dass die gemessenen Werte am Flughafen München unter den einschlägigen Immissionsgrenzwerten 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 Messstationen zu scheuen.

Der Messbericht des mit den Messungen beauftragten akkreditierten Prüfinstituts Müller-BBM „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning 2016“ stellt die Ergebnisse der im 2. Halbjahr 2016 durchgeführten Messungen in Ismaning dar, vergleicht sie mit den Messergebnissen anderer Überwachungsstationen und bewertet sie anhand des Langzeit-Luftqualitätsindex. Der vorliegende Bericht der Flughafen München GmbH ergänzt den Messbericht der Müller-BBM GmbH um Informationen zu den Luftschadstoffen und zur mobilen Luftgütemessstation.

Die Ergebnisse zeigen, dass die gemessenen Parameter deutlich unter den zugehörigen Grenz- bzw. Vergleichsparametern liegen und sich die Luftqualität in der Gemeinde Ismaning mit typisch vorstädtisch bis ländlichen Hintergrundsituationen vergleichen lässt.

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

Ihr

Hermann Blomeyer

Leiter Projektteam Kapazitäten und Umwelt



Einleitung

Die Qualität der Luft ist entscheidend für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen sowie für das Gedeihen der Natur. Die Bewahrung der 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 Klimakälte, die Flugzeugwartung, der öffentliche und nichtöffentliche Straßenverkehr sowie weitere Aktivitäten. Wesentliche Schadstoffe, die dabei freigesetzt werden können, sind Stickstoffoxide (NO₂, NO), Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) und verschiedene Kohlenwasserstoffe (u.a. Benzol und Benzo(a)pyren).

Die Anforderungen an die Luftqualität haben sich seit Inbetriebnahme des Flughafens erheblich verschärft. Grund dafür sind v.a. europäische Maßgaben und deren Umsetzungen in nationales Recht. Um den Einfluss des Flughafenbetriebs auf die Luftqualität kontinuierlich zu überwachen, betreibt der Flughafen München deshalb umfangreiche Immissionsmessungen in ortsfesten Luftgütemessstationen.

Seit 2014 ergänzt der Flughafen München die ortsfesten Immissionsmessungen um eine mobile Luftgütemessstation. Mit dieser mobilen Luftgütemessstation geht der Flughafen München einen neuen Weg bei der Luftgüteüberwachung. Als erster Flughafen Deutschlands stellt er den Kommunen im Umland seine mehr als 100.000 EUR teure Anlage freiwillig und kostenlos zur Verfügung, um die Luftqualität direkt vor Ort beobachten zu können.

Die Auswahl der mit der mobilen Luftgütemessstation überwachten Messparameter orientiert sich an der 39. BImSchV [1]. Hierzu zählen Stickstoffdioxid (NO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), Ozon (O₃), Benzol und Benzo(a)pyren. Zusätzlich werden 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. 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 der Fluglärmkommission vorgestellt. Anfragen von interessierten Gemeinden können über die Fluglärmkommission oder direkt an die Umwelta Abteilung des Flughafens München gerichtet werden.

Die Messdauer pro Standort beträgt üblicherweise sechs Monate und umfasst jeweils sowohl Monate des Winter- als auch des Sommerhalbjahres.

Die Messergebnisse werden auf den Internetseiten des Flughafens München veröffentlicht und auf Wunsch in der Kommune vorgestellt.

1. Überblick über die Messkampagne Ismaning

Die Gemeinde Ismaning griff mit Schreiben vom 13.10.2015 das freiwillige Angebot der Flughafen München GmbH zur mobilen Messung der Luftgüte im Gemeindebereich auf. Mit E-Mail vom 26.04.2016 wurden von der Gemeinde Ismaning insgesamt acht mögliche Standorte vorgeschlagen.

Am 09.05.2016 wurde gemeinsam von Vertretern der Gemeinde Ismaning, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), des Flughafens München und des unabhängigen Gutachterbüros Müller-BBM ein Standort für die mobile Luftgütemessstation am Sportplatz des FC Ismaning festgelegt. Müller-BBM ist ein akkreditiertes Prüflaboratorium, das gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) in Verbindung mit der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV) als sachverständige Stelle bekannt gegeben ist.

Am 05.07.2016 wurde die mobile Luftgütemessstation in Ismaning aufgestellt und in Betrieb genommen, wo die mobile Luftgütemessstation bis 05.01.2017 in Betrieb war.

Abbildung 1 zeigt die Standorte der stationären Luftgütemessstationen LHY4 und LHY7 auf dem Flughafengelände sowie den Standort der mobilen Luftgütemessstation im Zeitraum 05.07.2016 bis 05.01.2017 in Ismaning.

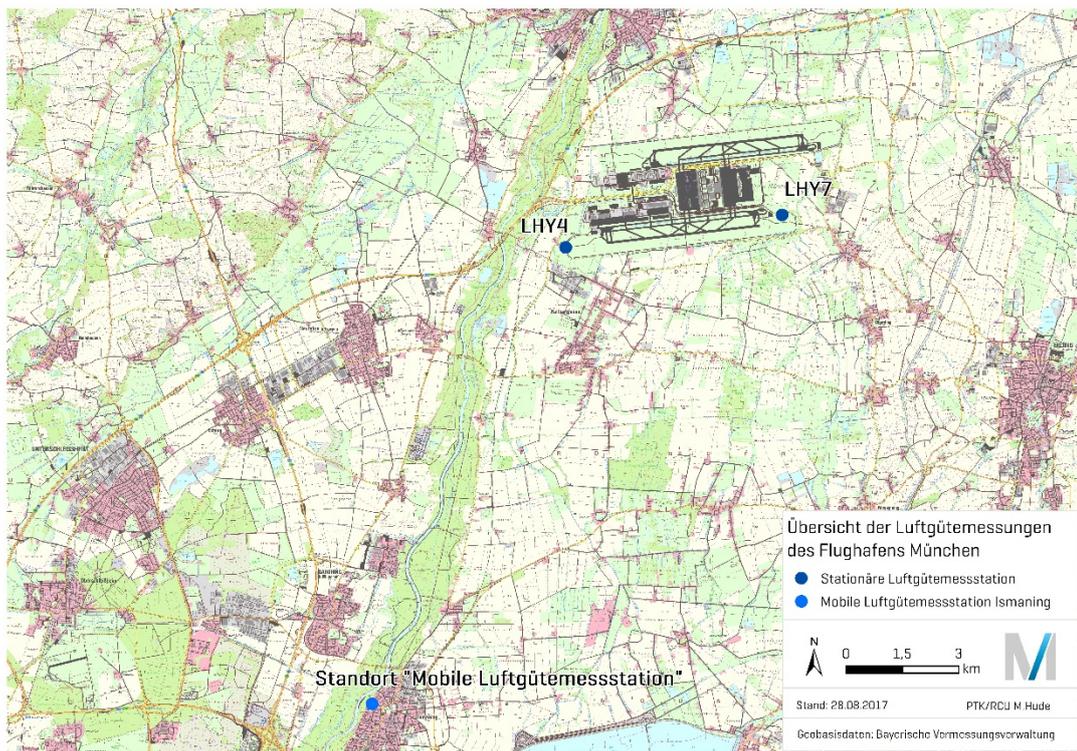


Abbildung 1. Standorte von LHY4, LHY7 und der mobilen Luftgütemessstation in Ismaning.

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse der Messungen im Gemeindebereich Ismaning vor. Er erweitert den von Müller-BBM erstellten Messbericht „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning“ vom 29.05.2017 um zusätzliche Informationen zur Wahl des Standortes, zur mobilen Luftgütemessstation, zum Flugverkehr sowie den Luftschadstoffen und Bewertungsgrundlagen. Die Kapitel 6, 7 und 8 des vorliegenden Berichtes stellen die Messergebnisse und zusätzliche Vergleichsbetrachtungen dar. Sie sind, wie auch die Zusammenfassung (Kapitel 9), wort- und inhaltsgleich aus dem Messbericht von Müller-BBM übernommen.

Für alle gemessenen Parameter der 39. BImSchV (39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen) [1] wurden die Immissionsgrenzwerte sicher eingehalten bzw. deutlich unterschritten. Für zusätzliche Parameter wurden die Beurteilungswerte des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) [3] und der hilfsweise herangezogene Richtwert I (Vorsorgewert) der Kommission für Innenraumlufthygiene (IRK) [4] am Umweltbundesamt ebenfalls deutlich unterschritten.

Die Messergebnisse zeigen, dass die Luftqualität in Ismaning vergleichbar ist mit der in vorstädtischen bis ländlichen Gebieten.

2. Die mobile Luftgütemessstation in Ismaning

2.1. Anfrage der Gemeinde Ismaning

Die Gemeinde Ismaning wandte sich mit Schreiben vom 13.10.2015 an die Flughafen München GmbH und bat um Durchführung einer mobilen Luftgütemessung auf ihrem Gemeindegebiet. Die Flughafen München GmbH erklärte sich daraufhin bereit, auf ihre Kosten eine Messkampagne durchzuführen.

2.2. Standortvorschläge

Die Gemeinde Ismaning wurde gebeten, mindestens fünf Standorte vorzuschlagen. Die Standorte müssen folgenden Bedingungen genügen:

- Stabile und möglichst ebene Aufstellfläche, die gut mit der auf einem Anhänger befindlichen Station angefahren werden kann
- Stromversorgung mit mindestens 230 V [Kosten für Strom und ggf. Aufstellfläche trägt die Gemeinde]
- Möglichst ungehinderte Anströmung des Standortes, keine hohen Bäume oder Gebäude im Nahbereich
- Keine Emittenten im Zustrom [z.B. viel befahrene Straßen, Industrie, Gewerbe oder sonstige Betriebe oder Einrichtungen, die Rauch, Staub oder andere Emissionen verursachen]
- Idealerweise im Bereich relevanter Einrichtungen [Schule, Sportplatz, Kindergarten, Gemeindebüro etc.]
- Idealerweise umzäunt, um die Vandalismusgefahr zu minimieren

Mit E-Mail vom 26.04.2016 schlug die Gemeinde Ismaning acht mögliche Standorte vor.

Standortvorschlag 1: „Gemeindliches Gebäude Münchener Straße 101“

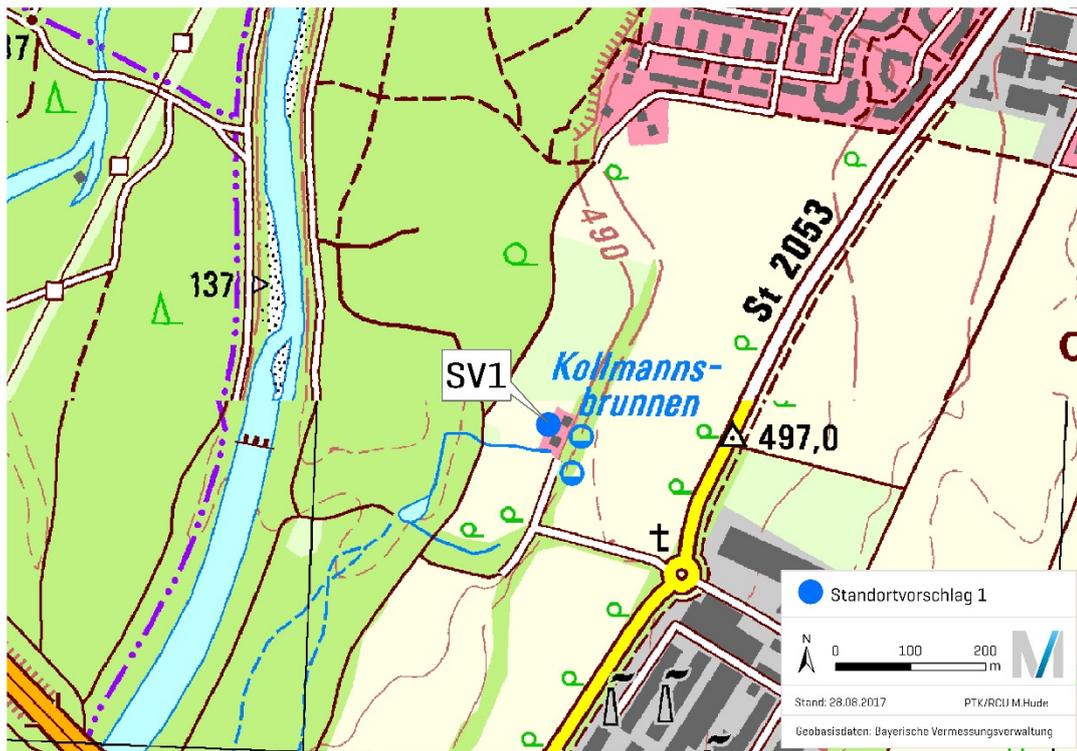


Abbildung 2. Vorgeschlagener Standort „Gemeindliches Gebäude Münchener Straße 101“.

Standortvorschlag 2: „Bürgerpark Ismaning“

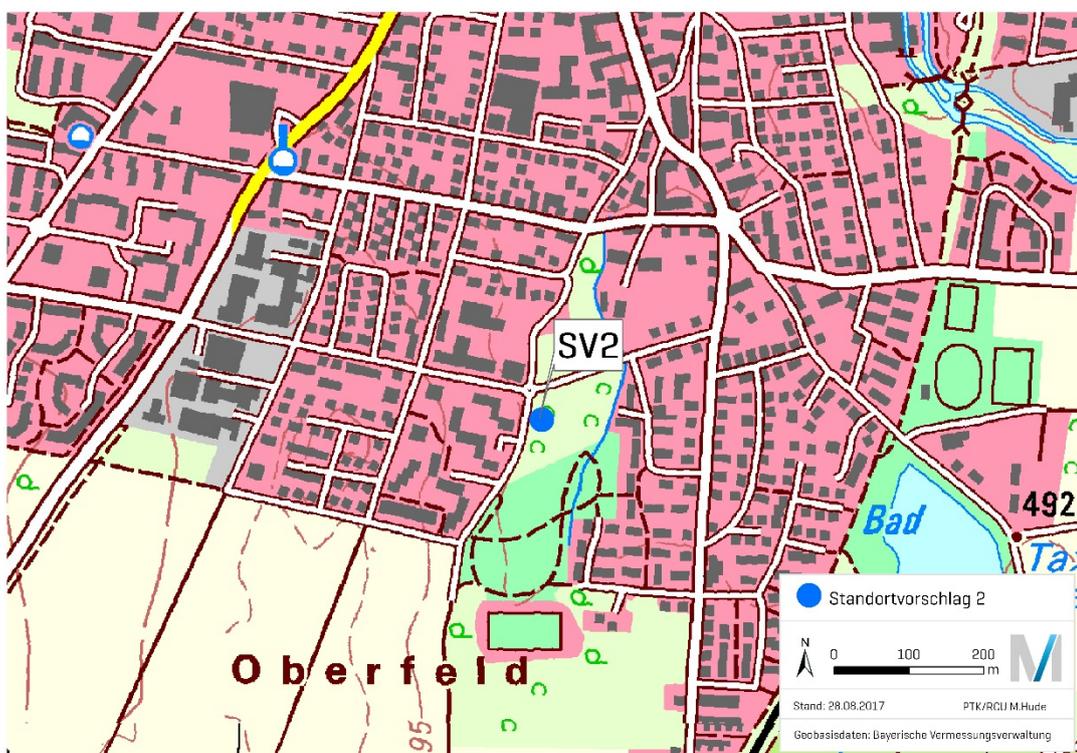


Abbildung 3. Vorgeschlagener Standort „Bürgerpark Ismaning“.

Standortvorschlag 3: „Sportpark, Grünfleckstraße 1“



Abbildung 4. Vorgeschlagener Standort „Sportpark, Grünfleckstraße 1“.

Standortvorschlag 4: „Bauhof, Mayerbachstraße 82“

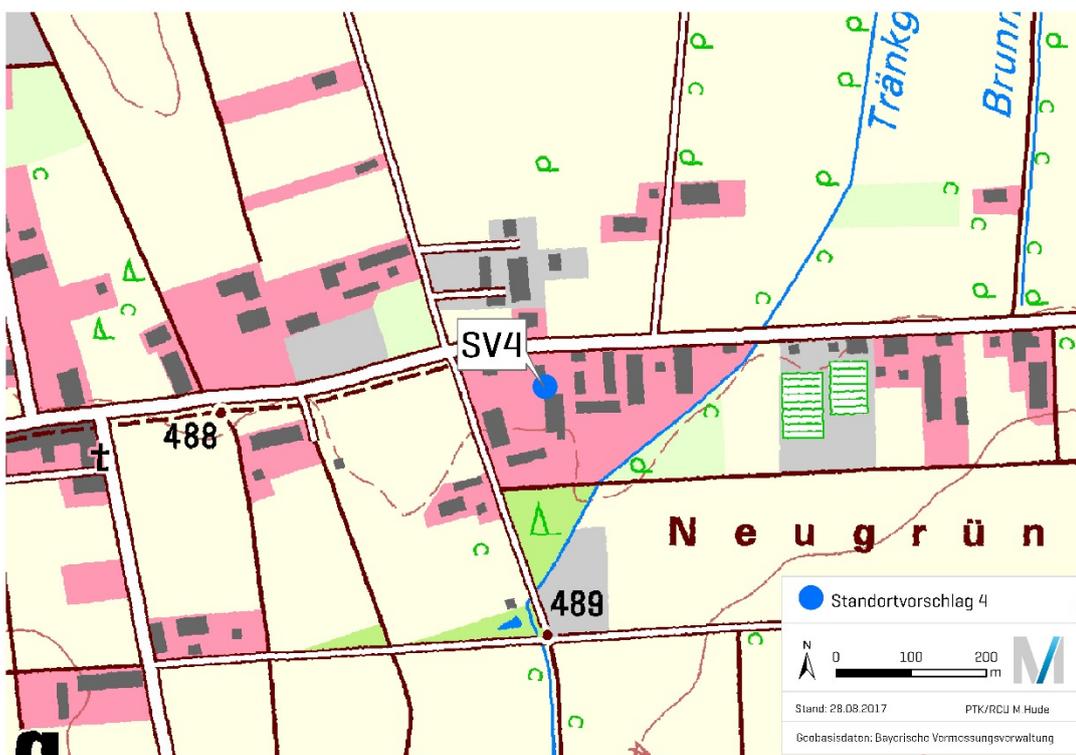


Abbildung 5. Vorgeschlagener Standort „Bauhof, Mayerbachstraße 82“.

Standortvorschlag 5: „Sportplatz Grüne Heide, Wiesstraße, Ortsteil Fischerhäuser“

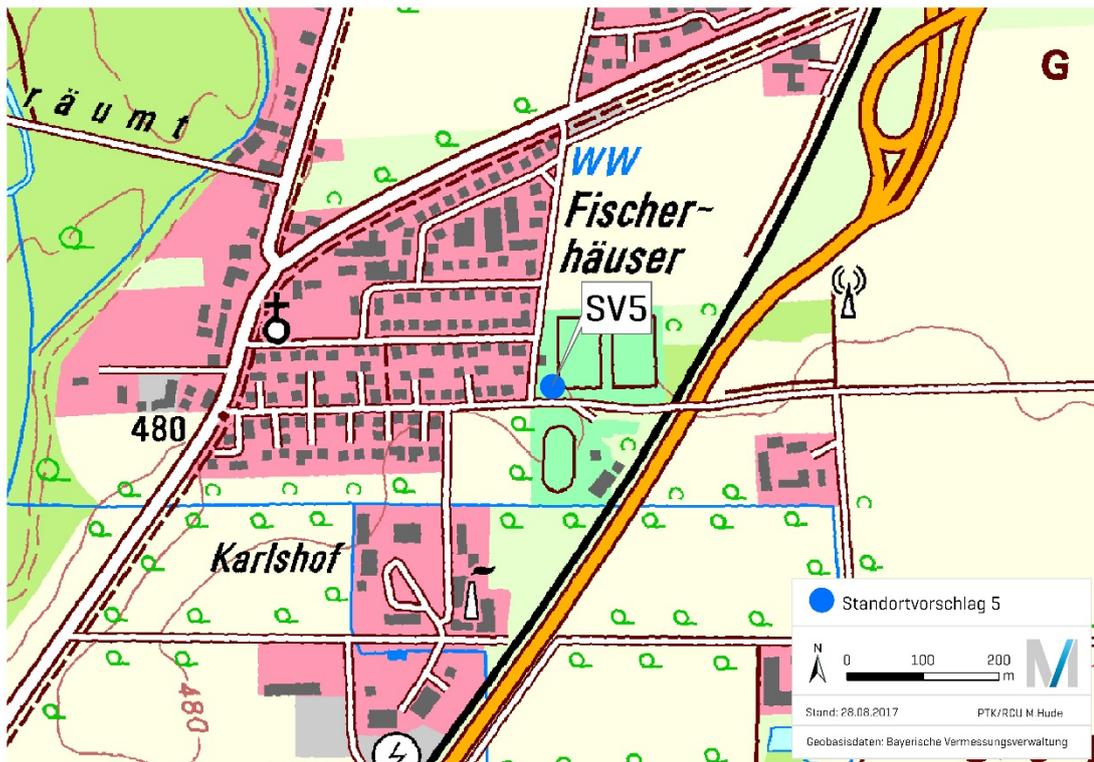


Abbildung 6. Vorgeschlagener Standort „Sportplatz Grüne Heide, Wiesstraße, Ortsteil Fischerhäuser“.

Standortvorschlag 6: „Kindergarten Am Weiher, Dorfstraße 43“

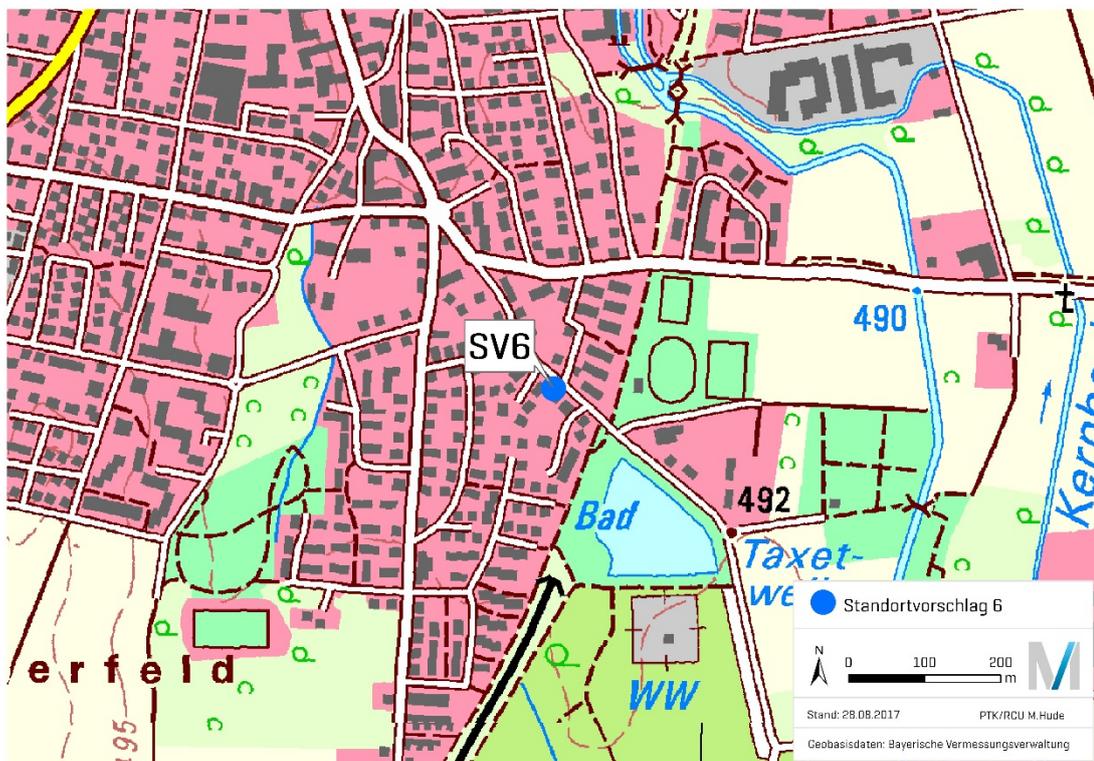


Abbildung 7. Vorgeschlagener Standort „Kindergarten Am Weiher, Dorfstraße 43“.

Standortvorschlag 7: „Sportplatz FC Ismaning, Leuchtenbergstraße 25“



Abbildung 8. Vorgeschlagener Standort „Sportplatz FC Ismaning, Leuchtenbergstraße 25“

Standortvorschlag 8: „Realschule, An der Torfbahn 5“

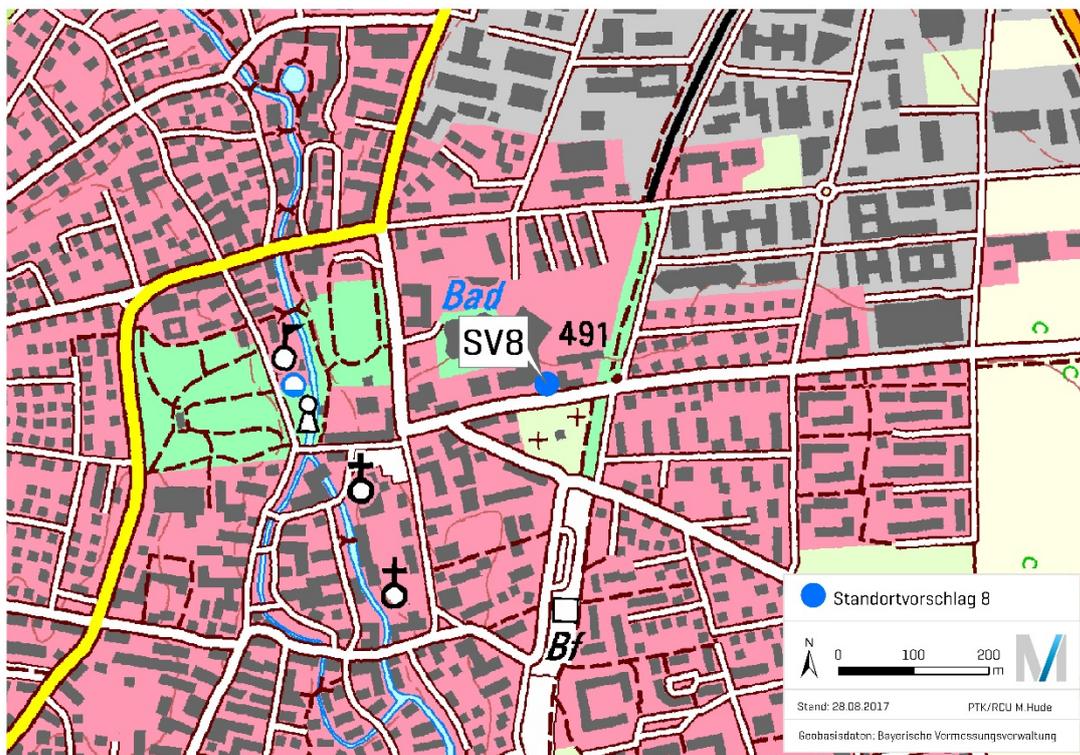


Abbildung 9. Vorgeschlagener Standort „Realschule, An der Torfbahn 5“

Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt die von der Gemeinde Ismaning vorgeschlagenen Standorte im Überblick.

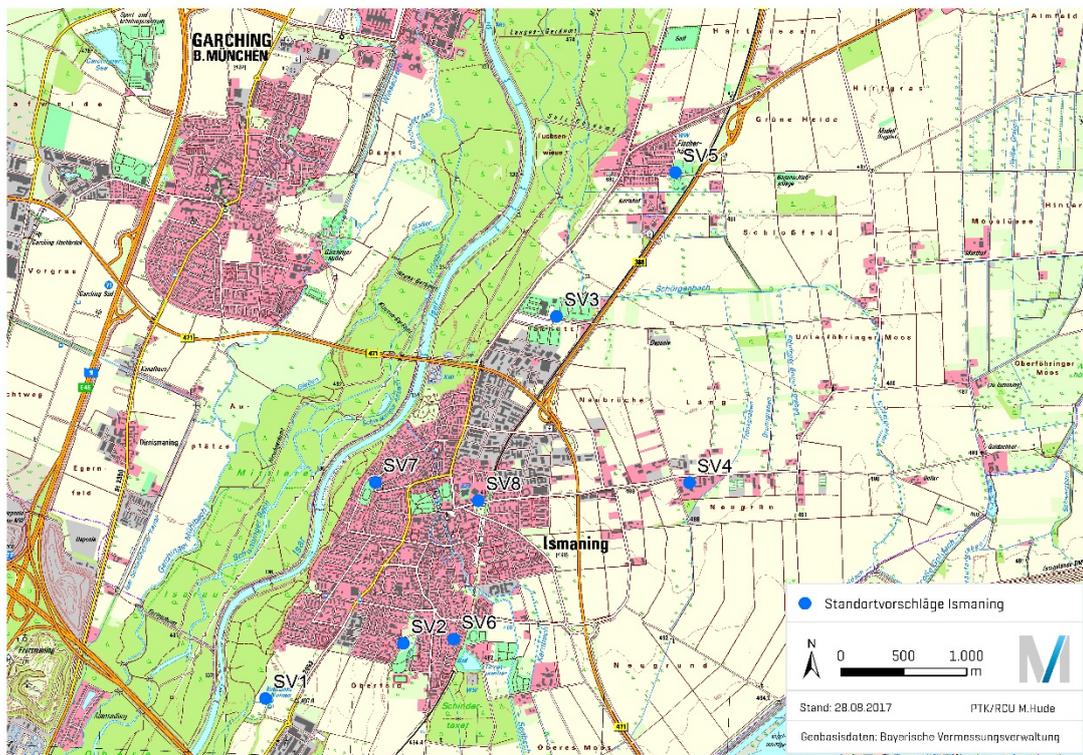


Abbildung 10. Überblick vorgeschlagene Standorte Gemeinde Ismaning.

2.3. Begehung der Standorte

Am 09.05.2016 erfolgte eine gemeinsame Begehung der vorgeschlagenen Standorte mit Vertretern der Gemeinde Ismaning (Herr Hilberer), dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (Herr Dr. Ott), des Flughafens München (Herr Kaun, Herr Melzi) und Müller-BBM (Frau Dutzi). Hr. Hilberer betrachtet die Standortvorschläge 1 und 5 als weniger geeignet. Der Standortvorschlag Nr. 4 wurde zurückgezogen.

Die besichtigten Standorte wurden wie folgt bewertet:

[unverändert aus der Niederschrift der Begehung übernommen]

2.3.1. Standort „Bürgerpark“

Erreichbarkeit	sehr gut
Aufstellfläche	vorhanden
Stromanschluss	vorhanden (WC-Gebäude)
Frei anströmbar	ja
Lokale Einflüsse	keine kleinräumigen lokale Einflüsse
Bemerkung	<p>Der Standort liegt am südlichen Ortsrand von Ismaning, zwischen Sportplatz und WC des Bürgerparks. Das HKW München Nord und die A99 liegen wenige km südlich. Standort im unmittelbaren Nahbereich frei von Bäumen, insgesamt frei anströmbar und großräumig repräsentativ für die Luftgütesituation in Ismaning.</p> <p>Am WC-Gebäude Videoanlage vorhanden, die ggf. zur Überwachung der mobilen LGM mitgenutzt werden kann.</p>

2.3.2. Standort „Sportpark“

Erreichbarkeit	sehr gut
Aufstellfläche	vorhanden
Stromanschluss	vorhanden
Frei anströmbar	ja
Lokale Einflüsse	auf der Ostseite liegt in unmittelbarer Nähe die B388
Bemerkung	<p>Der Standort liegt nördlich von Ismaning zwischen B471 und B388. Mehrere geeignete Aufstellflächen können aus den Sportanlagen und Gebäuden mit Strom versorgt werden. Bei Sportveranstaltungen muss mit erhöhtem KFZ-Verkehr auf den Parkplätzen gerechnet werden.</p>

2.3.3. Standort „Kindergarten“

Erreichbarkeit	sehr gut
Aufstellfläche	vorhanden
Stromanschluss	vorhanden
Frei anströmbar	bedingt, Baumschneisen in Nord-Süd-Richtung verlaufend
Lokale Einflüsse	keine offensichtlichen lokalen Einflüsse vorhanden
Bemerkung	Aufgrund der sehr kleinräumigen Bepflanzung mit z.T. hohen Bäumen kann kein geeigneter Aufstellort auf für die Gemeinde verfügbarem Grund in ausreichendem Abstand zu Bäumen gefunden werden.

2.3.4. Standort „Sportplatz FC Ismaning“

Erreichbarkeit	sehr gut
Aufstellfläche	vorhanden
Stromanschluss	vorhanden (im WC-Gebäude der Sportanlage)
Frei anströmbar	ja
Lokale Einflüsse	keine offensichtlichen lokalen Einflüsse vorhanden
Bemerkung	<p>Der Standort liegt auf der Westseite von Ismaning, zwischen Ortszentrum und Isar. Er ermöglicht aufgrund seiner Lage ggf. eine Differenzierung in West- bzw. Ostanströmung. Er ist großräumig repräsentativ und gestattet zudem bei Ostwind Aussagen über die Luftqualität im Ortsbereich.</p> <p>Bei Sportveranstaltungen muss mit erhöhtem KFZ-Verkehr auf den Parkplätzen gerechnet werden.</p> <p>Alle Beteiligten halten den Standort für geeignet.</p>

2.4. Standortwahl

Die Vertreter von LfU und Müller-BBM sprachen sich aus fachlichen Gründen eindeutig für den Standortvorschlag „Sportplatz FC Ismaning“ aus. Als Standort wurde deshalb dieser Standortvorschlag gewählt. Die restlichen Standorte wurden nicht weiter betrachtet.

2.5. Messzeitraum

Die Messstation wurde am 04.07.2016 am Standort „Sportplatz FC Ismaning“ aufgestellt. Mit den Messungen am Standort wurde am 05.07.2016 begonnen. Die mobile Luftgütemessstation war bis 05.01.2017 am Standort „Sportplatz FC Ismaning“ in Betrieb.

Der Messzeitraum kann als repräsentativ angesehen werden, da sowohl Monate des Sommer- als auch des Winterhalbjahres erfasst wurden.



Abbildung 11. Mobile Luftgütemessstation am Standort „Sportplatz FC Ismaning“ in Ismaning.

2.6. Mobile Luftgütemessstation

Die mobile Luftgütemessstation des Flughafens München besteht aus einem Container mit der Abmessung 2,40 m x 2,60 m, der auf einem PKW-Anhänger montiert ist. Der Anhänger mit Container hat eine Höhe von rund 2,50 m und weist ein Gesamtgewicht von rund 1.200 kg auf. Die mobile Luftgütemessstation verfügt über einen ausziehbaren Mast, dessen Spitze in ausgefahrenem Zustand rund 8 m über dem Boden liegt. Die zu messende Außenluft wird über dem Dach des Containers in einer Höhe von rund 4 m angesaugt. Die Messhöhe der meteorologischen Messungen beträgt rund 8 m.

Die mobile Luftgütemessstation benötigt für ihren Betrieb einen externen 230 V-Anschluss.

Abbildung 12 zeigt die Außenansicht der mobilen Luftgütemessstation am Standort „Sportplatz FC Ismaning“.



Abbildung 12. Außenansicht der mobilen Luftgütemessstation am Standort „Sportplatz FC Ismaning“.

Abbildung 13 zeigt die Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation am Standort „Sportplatz FC Ismaning“.



Abbildung 13. Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation.

2.7. Messumfang / Parameter

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

- Feinstaub (PM_{10} , $PM_{2,5}$)
- Stickstoffoxide (NO_2 , NO)
- Ozon (O_3)
- Schwefeldioxid (SO_2)
- 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.

Tabelle 1. Übersicht Messparameter, Messgeräte und Messverfahren.

Messumfang der mobilen Luftgütemessstation		
Parameter	Gerät	Verfahren
PM ₁₀ kontinuierlich	Horiba Typ: APDA 371	In Anlehnung an DIN EN 12341
PM ₁₀ gravimetrisch	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 12341
PM _{2,5} kontinuierlich	Horiba Typ: APDA 371	In Anlehnung an DIN EN 12341
PM _{2,5} gravimetrisch	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 12341
Schwefeldioxid [SO ₂]	Horiba Typ: APSA 370	DIN EN 14212
Ozon [O ₃]	Horiba Typ: APOA 370	DIN EN 14625
Stickstoffmonoxid [NO]	Horiba Typ: APNA 370	DIN EN 12411
Stickstoffdioxid [NO ₂]	Horiba Typ: APNA 370	DIN EN 14211
BTEX	Horiba Typ: GPS5-8D bzw. MCZ Typ: MircoPNS	DIN EN 14662
Benzo[a]pyren [im PM ₁₀]	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 15549
n-Alkane [C ₆ -C ₁₄]	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

Mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt wurde die Frage einer Messung von ultrafeinen Partikeln [UFP] diskutiert. Wegen nicht vorhandener Standards bei der Messtechnik, dem Fehlen validierter Messverfahren und nicht vorhandener Beurteilungs- bzw. Bewertungsgrundlagen wurde in Abstimmung mit dem Landesamt für Umwelt auf die Messung von UFP verzichtet. UFP werden derzeit nur im Rahmen von wissenschaftlichen Sonderuntersuchungen gemessen.

2.8. Betrieb der mobilen Luftgütemessstation

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

Die Funktion der Messgeräte wird u.a. vom Betreiber Müller-BBM werktäglich überprüft. Die kontinuierlichen Stickstoffoxid- und Ozonmessungen werden werktäglich mit Null- und Prüfgas überprüft. Die Wartung der Messgeräte erfolgt nach den Vorgaben der jeweiligen Richtlinien.

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

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

3. Meteorologie und Flugverkehr im Messzeitraum

3.1. Meteorologische Situation während des Messzeitraums

Die meteorologische Situation während der Luftgütemessung in Ismaning kann aus lufthygienischer Sicht wie folgt zusammengefasst werden [5]:

Die mobilen Luftgütemessungen in Ismaning starteten durch Einfluss eines Azorenhochs hochsommerlich mit Temperaturen von bis zu 32 °C. Nach einem kurzen Tiefdruckeinfluss zum 11.07.2016 gab es ab 15.07.2016 durch Hoch „Burkhard“ erneut hochsommerliche Temperaturen von bis zu 30 °C. In der letzten Dekade des Juli 2016 führten schwache Luftdruckgegensätze zu fast tropischen Verhältnissen mit teils extremer Schwüle und heftigen Gewittern.

Der August 2016 war durch warme teils schwülwarme Luftmassen aus dem Mittelmeerbereich geprägt. Die schwülwarmen Luftmassen entluden sich Anfang August mit teils starken Gewitterschauern, wodurch ein Temperatursturz um 15 °C registriert wurde. Bis 13.08.2016 gab es wechselhafte Witterung mit Nachttemperaturen von unter 10 °C. Zur Mitte des Monats stellte sich bis zum Monatsende sehr ruhige sommerliche Witterung ein. Unter dem Einfluss von Hoch „Gerd“ gab es sonnenscheinreiche Tage mit teilweise für Ende August ungewöhnlich hohen Temperaturen von > 30 °C.

Im September 2016 gab es durch anhaltenden Hochdruckeinfluss überwiegend trockene, extrem warme und sonnenscheinreiche Witterung. Nur zu Beginn der zweiten Monatshälfte konnte sich vorübergehend kühles Wetter mit ergiebigen Niederschlägen durchsetzen. Zum 22.09.2016 gab es durch erneuten Hochdruck aus Osten erneut eine ruhige, warme und trockene Wetterlage bis Ende September 2016.

Der Oktober 2016 startete durch Hochdruckeinfluss freundlich und mit spätsommerlichen Temperaturen von bis zu 23 °C. Im weiteren Monatsverlauf blockierte ein außergewöhnlich starkes Hochdruckgebiet die Zugbahn atlantischer Tiefdruckgebiete in Richtung Osteuropa, wodurch diese Tiefdruckgebiete meist über Mitteleuropa stagnierten. Folglich gab es neblige, teils wolkenreiche und kühle Luftmassen.

Der Oktober 2016 war hierdurch der erste Monat im Jahr 2016, der bundesweit im Mittel zu kühl war.

Der November 2016 startete herbstlich wechselhaft mit teilweise kräftigen Winden aus Südwest. Zur Monatsmitte stellte sich konstanter Hochdruck mit für November typischem Hochnebel ein. Durch konstanten Hochdruck aus Ost wurden winterliche Temperaturen von bis zu -9 °C registriert. Am Monatsende wurden aufgrund der stabilen, austauscharmen Wetterlage tendenziell höhere Schadstoffimmissionskonzentrationen registriert.

Nach mildem Monatsbeginn gab es im Dezember 2016 durch nordöstliche Anströmungen bis zum 08.12.2016 Hochnebel und Dauerfrost. Zwischen 09.12.2016 und 15.12.2016 unterbrachen Tiefausläufer mit milder Luft kurzzeitig den Hochdruckeinfluss. Anschließend gab es ab 16.12.2016 ausgeprägten Hochdruck mit erneutem Hochnebel. An Weihnachten unterbrachen atlantische Tiefausläufer mit milder Luft und Regen den Hochdruckeinfluss. Nach Weihnachten stellte sich bis zum Ende der Luftgütemessungen in Ismaning konstanter

Hochdruck und teilweise Hochnebel ein. Aus lufthygienischer Sicht kann der Dezember 2016 und im Besonderen Anfang Januar 2017 aufgrund der langanhaltenden, trockenen Hochdruckwetterlagen in Verbindung mit dünnen, bodennahen Kaltluftschichten, als ungünstig bezeichnet werden.

Zusammenfassend können die Sommermonate als zu warm und die Wintermonate als geringfügig zu kalt bezeichnet werden. Im November und Dezember 2016 sowie Anfang Januar 2017 setzten sich winterliche Hochdruckwetterlagen fest. In diesen Phasen waren die Luftschadstoffkonzentrationen erwartungsgemäß höher.

3.2. Ergebnisse der meteorologischen Messungen in Ismaning

In der mobilen Luftgütemessstation werden die meteorologischen Größen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit kontinuierlich erfasst.

Die Aufzeichnungen liegen für den Zeitraum vom 05.07.2016 bis 05.01.2017 in Form von Halbstunden- und Stundenmittelwerten vor; für jedes Stundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten [Extremwerte]. Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissionssituation.

In der nachfolgenden Abbildung 14 ist die Windrichtungsverteilung für den gesamten Messzeitraum dargestellt. Auf Grundlage dieser Windverteilung können die Luftschadstoffkonzentrationen bewertet werden.

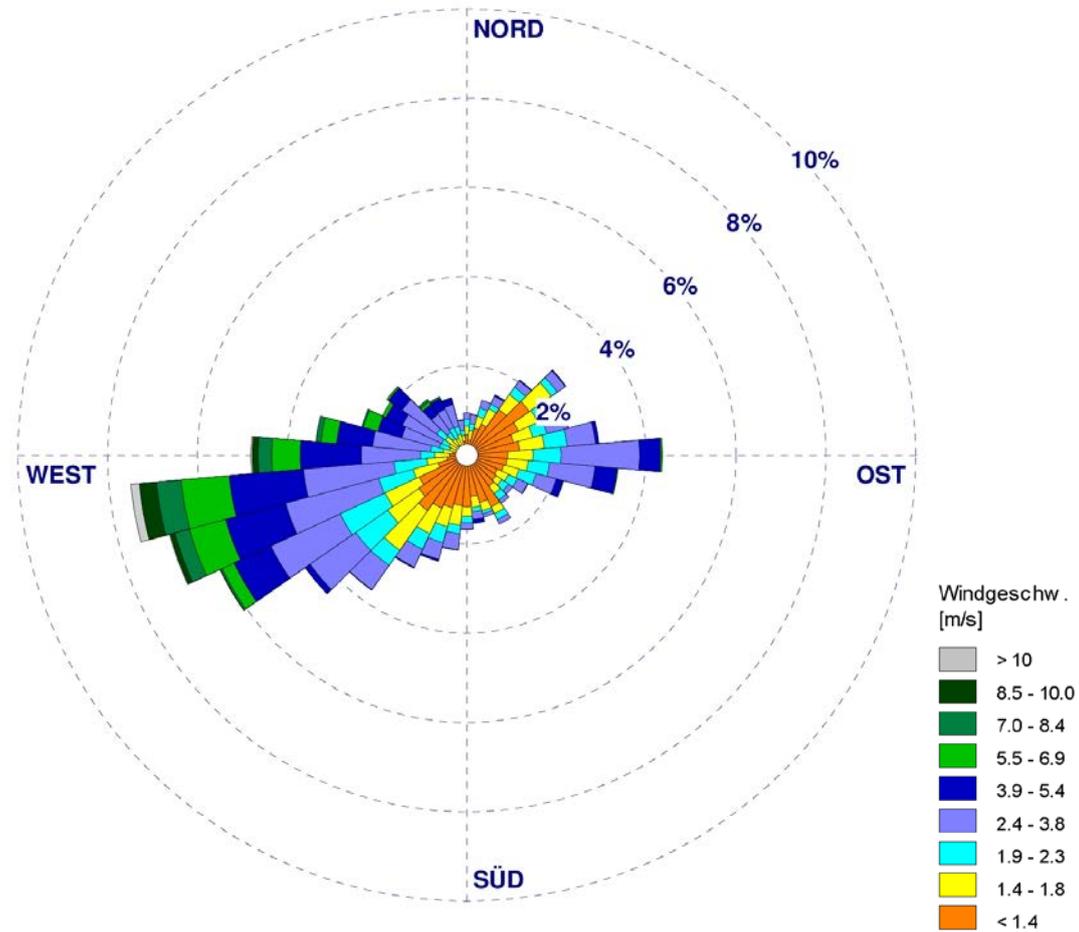


Abbildung 14. Windrichtungsverteilung der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning (05.07.2016 - 05.01.2017).

Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung und -geschwindigkeit für den Zeitraum 05.07.2016 bis 05.01.2017 zeigt ein ausgeprägtes und breit gefächertes Primärmaximum aus südwestlichen und ein Sekundärmaximum aus östlichen Richtungen. Der Anteil an Schwachwinden [Kalmen] betrug durchschnittliche 9 %. Der Anteil an windschwachen Situationen (<1,4 m/s) betrug überdurchschnittliche 39 %.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind zunächst die Monatskenngrößen von Lufttemperatur, relativer Feuchte, Luftdruck und der Windgeschwindigkeit für Ismaning dargestellt.

Tabelle 2. Monatskenngrößen von Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte, Luftdruck und Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum 05.07.2016 - 05.01.2017.

Kenngröße	Luft- temperatur	Luft- temperatur (langjähriges Mittel)	Nieder- schlag	Niederschlag (langjähriges Mittel)
	°C	°C	mm	mm
Juli 16	19,1	18,3	98	110
August 16	17,8	17,8	73	90
September 16	15,7	13,5	63	72
Oktober 16	8,1	8,9	34	58
November 16	3,6	3,5	61	56
Dezember 16	0,3	0,2	6	60
Januar 17	-5,5	-1,0	30	49
Mittelwert	8,4	8,7	365	495

Die mittlere Windgeschwindigkeit über den gesamten Messzeitraum betrug 2,3 m/s. Die höchsten Windgeschwindigkeiten wurden im Dezember 2016 und Januar 2017 registriert. Durch die ausgeprägten Hochdruckwetterlagen wurde im Dezember 2016 ein um ca. 10 hPa höherer Luftdruck als im Vergleich zu den Sommermonaten registriert.

Die Temperatur war im Vergleich zum langjährigen Mittel der DWD-Messstation München-Flughafen in den Monaten Juli und September 2016 um ca. 1 – 2 °C zu warm. Die Monate Oktober 2016 und Januar 2017 waren hingegen zu kalt.

Die Niederschlagsmenge im Messzeitraum der mobilen Luftgütemessungen war deutlich zu niedrig. Mit Ausnahme des Novembers 2016 wurden in allen Messmonaten im Vergleich zum langjährigen Mittel geringere Niederschlagsmengen registriert.

In Abbildung 15 ist abschließend der Verlauf der Windgeschwindigkeit und in Abbildung 16 der Verlauf der Lufttemperatur an der mobilen Luftgütemessstation in Ismaning im Messzeitraum dargestellt.

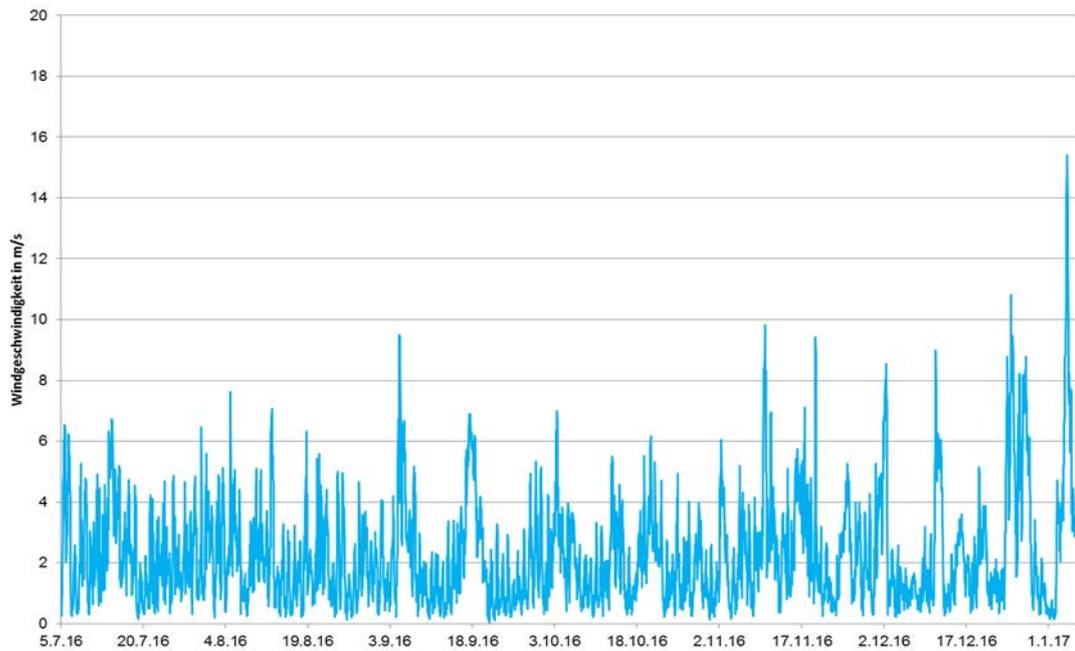


Abbildung 15. Mittlerer Verlauf der Windgeschwindigkeit in Ismaning für den Messzeitraum 05.07.2016 - 05.01.2017.

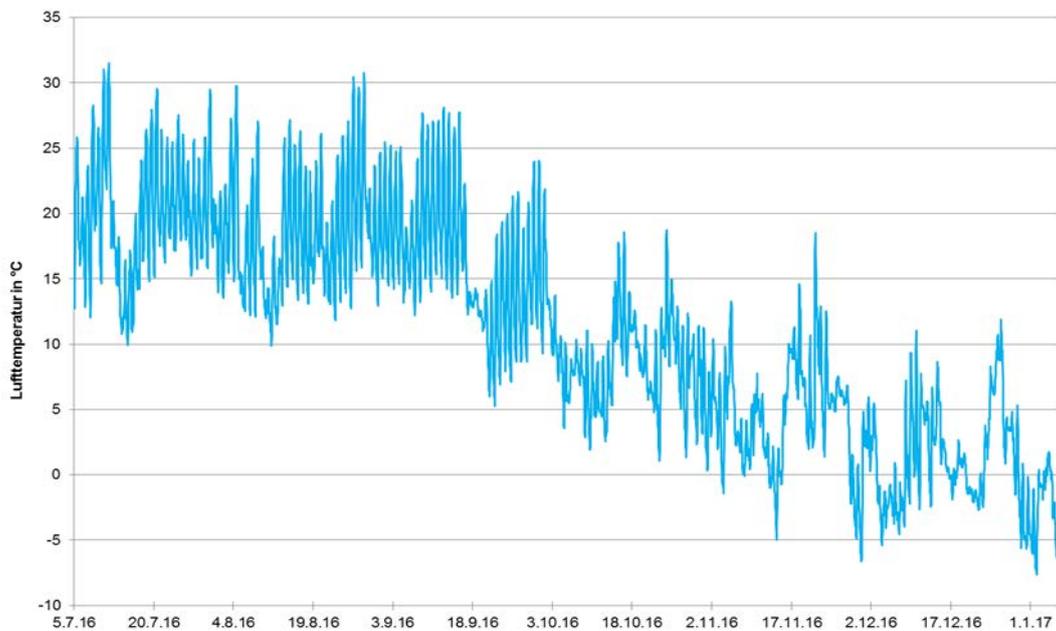


Abbildung 16. Mittlerer Verlauf der Lufttemperatur für den Messzeitraum 05.07.2016 - 05.01.2017 [Tagesmittelwerte].

3.3. Flugverkehr

Im Messzeitraum 05.07.2016 - 05.01.2017 fanden insgesamt 201.229 Flugbewegungen statt.

In diesem Zeitraum war zu 33,9 % in Richtung Osten gestartet und von Westen kommend gelandet worden. Entsprechend wurde zu 66,1 % in Richtung Westen gestartet und von Osten kommend gelandet. Die Betriebsrichtungsverteilung beträgt im langjährigen Mittel rund 38 % Ost und rund 62 % West. Damit stellt die im Messzeitraum vorgefundene Luftverkehrssituation eine weitestgehend ähnliche Situation dar, wie sie im langjährigen Durchschnitt am Flughafen München auftritt. Tabelle 3 enthält die Starts und Landungen sowie die Betriebsrichtungsverteilung im Messzeitraum 05.07.2016 - 05.01.2017.

Tabelle 3. Starts und Landungen sowie Betriebsrichtungsverteilung 05.07.2016 – 05.01.2017.

Starts und Landungen im Messzeitraum	
Betriebsrichtung Ost	68.195
Betriebsrichtung West	133.034
Betriebsrichtungsverteilung im Messzeitraum	
Betriebsrichtung Ost	33,9 %
Betriebsrichtung West	66,1 %
Betriebsrichtungsverteilung im langjährigen Mittel	
Betriebsrichtung Ost	38 %
Betriebsrichtung West	62 %

Zur Veranschaulichung der Betriebsrichtungen zeigt Abbildung 17 einen Ausschnitt aus AIP Germany zu den Flugroutenfestlegungen.

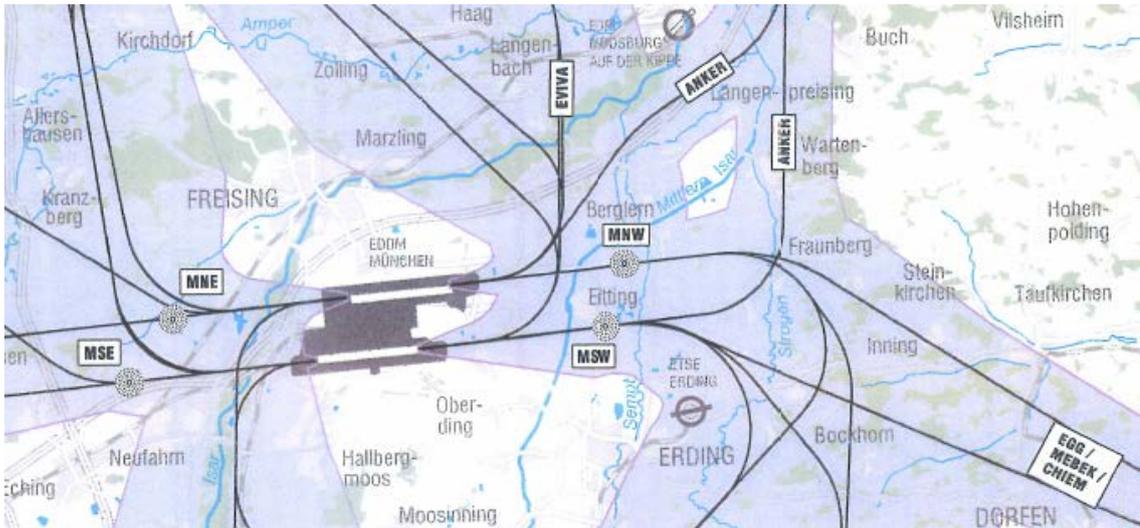


Abbildung 17. Auszug aus AIP Germany.

Abbildung 18 stellt beispielhaft die Flugspuraufzeichnungen im Messzeitraum bei Betriebsrichtung Ost (Flugspuraufzeichnungen vom 15.08.2016) dar. Dargestellt sind Starts (blau) und Landungen (orange). Die Lage der mobilen LGM in Ismaning ist mit einem roten Punkt markiert.

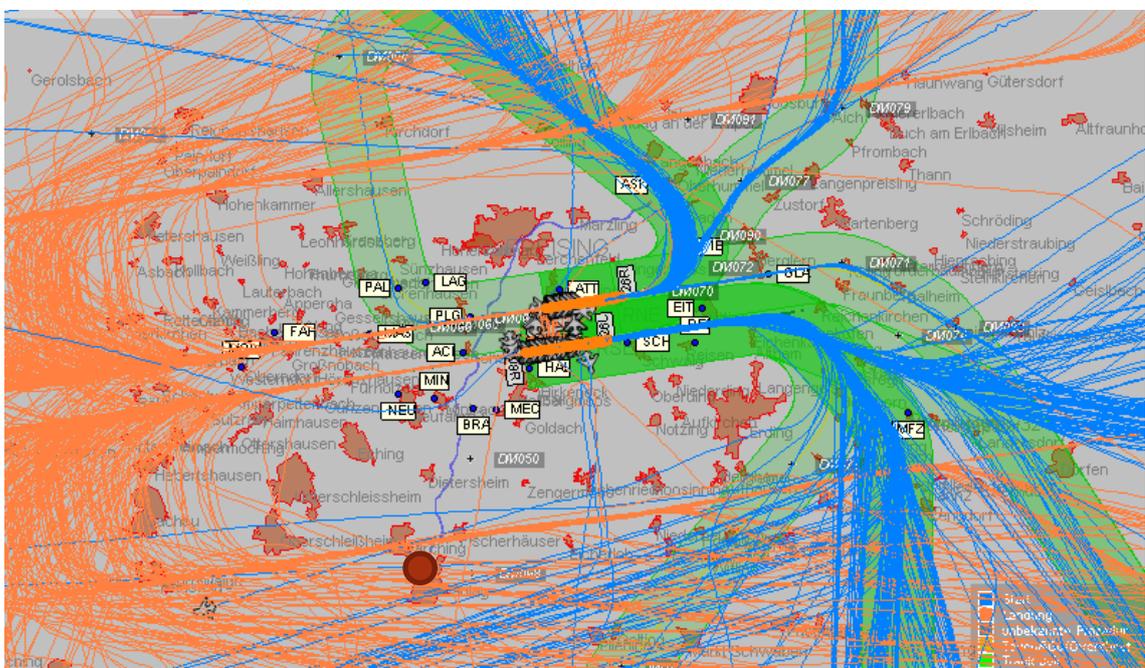


Abbildung 18. Flugspuraufzeichnungen vom 15.08.2016 (Betriebsrichtung Ost)

Abbildung 19 stellt beispielhaft die Flugspuraufzeichnungen im Messzeitraum bei Betriebsrichtung West (Flugspuraufzeichnungen vom 05.07.2016) dar. Dargestellt sind Starts (blau) und Landungen (orange). Die Lage der mobilen LGM in Ismaning ist mit einem roten Punkt markiert.

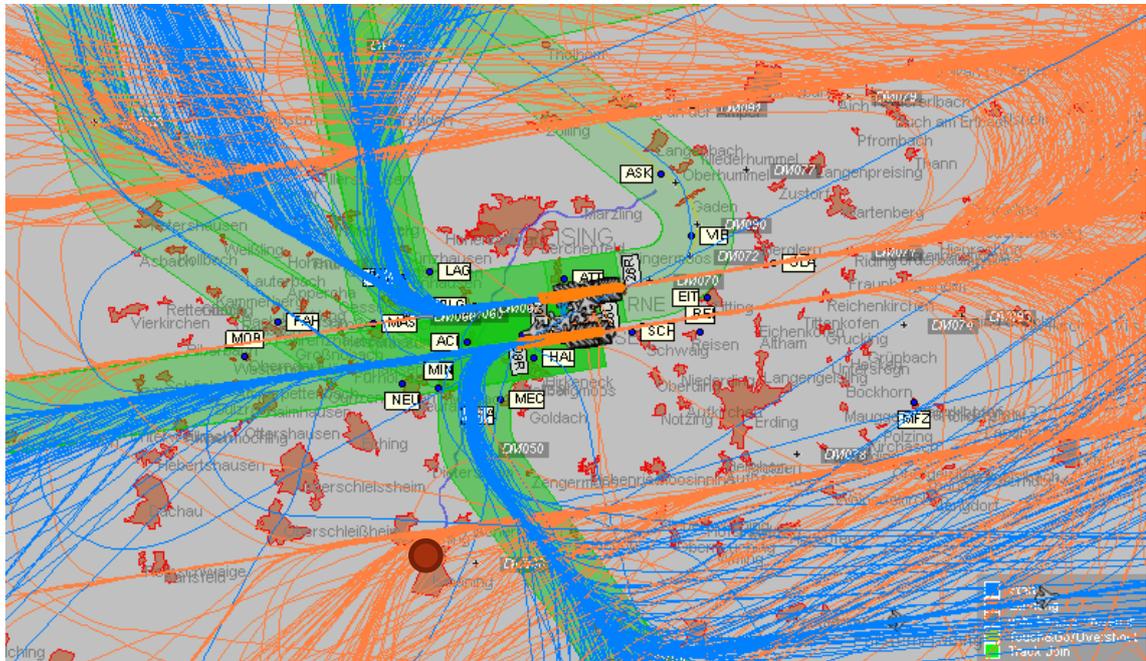


Abbildung 19. Flugspuraufzeichnungen vom 05.07.2016 [Betriebsrichtung West].

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. Entstehung und Ausbreitung

4.1.1. Emission

Als Emissionen werden in der Luftreinhaltung Schadstoffe bezeichnet, die in die Atmosphäre abgegeben werden. Sie können aus natürlichen Quellen oder von der Tätigkeit des Menschen stammen. Auf den Menschen zurückzuführende Emissionsquellen können Anlagen der Industrie oder der Wärmeerzeugung sein und auch Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen oder Flugzeugturbinen. Emissionsorte sind bspw. Schornsteine, Fahrzeuge oder Flugzeuge.

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 ganz überwiegend 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 verbunden und auch Niederschlagsereignisse treten vermehrt auf. Spurenstoffe in der Atmosphäre werden durch die Turbulenzen 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 Niederschlagshäufigkeit geringer ist, können Luftschadstoffe über größere Entfernungen transportiert werden. Dies führt zu erhöhten Hintergrundkonzentrationen. Ein weithin bekanntes Beispiel hierfür ist der tagelange Geruch von Rauch über Westeuropa, wenn z.B. 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 stabile Inversionswetterlagen bilden, bei denen bodennahe Kaltluftschichten von wärmeren Luftschichten überlagert werden. Diese Wetterlagen werden im Winter häufiger beobachtet und lösen sich im Winter langsamer auf als im Sommer. Winterliche Inversionswetterlagen verhindern durch ihre Temperaturschichtung den vertikalen Transport, wodurch sich Schadstoffe lokal anreichern können. Inversionswetterlagen sind neben der niedrigeren Grenzschichthöhe [siehe 4.2] ein wesentlicher Grund dafür, dass in den Wintermonaten häufig höhere Schadstoffkonzentrationen gemessen werden als im Sommer.

Die Schadstoffe, die von Flugzeugen emittiert werden, sind so klein, dass sie nur sehr langsam nach unten sinken. Der Transport von Schadstoffen in vertikaler Richtung ist wesentlich

geringer als der horizontale Transport. Hinzu kommt, dass kleinere Luftschadstoffe weniger zum Absinken neigen und deshalb zum Teil über große Entfernungen in der Atmosphäre transportiert werden können. Erst die während des Transports erfolgende Umwandlung und Alterung der Luftschadstoffe führt zu einem Wachstum der einzelnen Teilchen und in der Folge zu deren Absinken. Ein vertikaler Transport der Luftschadstoffe zum Boden wird verhindert, wenn die Luftschadstoffe oberhalb einer Inversionsschicht ausgestoßen werden. Sobald sich die Inversionsschicht auflöst, herrscht wieder Vertikaltransport.

4.1.3. Immission

Von Immissionen spricht man, wenn Luftschadstoffe nach der Transmission und der dabei stattfindenden Verteilung, Verdünnung und Umwandlung auf die Umwelt einwirken. Bei Immissionsmessungen steht vor allem der Schutz der menschlichen Gesundheit im Mittelpunkt. Maßgeblich sind dabei die Bestimmungen der 39. BImSchV.

4.2. Schichtung der Atmosphäre

Die unterste Schicht der Atmosphäre bezeichnet man als Troposphäre. Sie erstreckt sich vom Boden bis in eine Höhe von rd. 10 km. In ihr findet das Wettergeschehen statt. Die Troposphäre ist unterteilt in die atmosphärische Grenzschicht und die darüber liegende freie Atmosphäre. Die atmosphärische Grenzschicht wiederum wird unterteilt in die Prandl-Schicht (bodennahe Grenzschicht), die von geringeren Windgeschwindigkeiten mit häufig turbulenten Strömungen geprägt ist und bis in eine Höhe von rd. 100 m reicht. Darüber liegt die Ekman-Schicht, in der höhere Windgeschwindigkeiten mit weitgehend gleichmäßigem Windgeschehen herrschen. Die Ekman-Schicht reicht von der Oberkante der Prandl-Schicht bis in eine Höhe von rd. 1.000 m. Darüber liegt die freie Atmosphäre, die sich von rd. 1.000 m über dem Boden bis zur Obergrenze der Troposphäre erstreckt [6] [7]. Die Höhe der Grenzschicht unterliegt tageszeitlichen und jahreszeitlichen Schwankungen. Im Tagesverlauf liegt die Grenzschicht um die Mittagszeit am höchsten, wenn die maximale Sonneneinstrahlung erreicht wird. Die mittleren Grenzschichthöhen mit maximaler Sonneneinstrahlung variieren zwischen etwa 500 m in den Wintermonaten und bis zu 1.400 m im Frühsommer [8]. Je niedriger die Grenzschicht, desto höher ist die Anreicherung von Schadstoffen in Bodennähe.

Der Übergang von einer Schicht zur darüberliegenden Schicht kann eine Sperre bilden, die bei Inversionswetterlagen die vertikale Ausbreitung der turbulenten Strömungen in die darüberliegenden Schichten behindern oder ganz unterbinden [9].

4.3. Flugbewegungen in der atmosphärischen Grenzschicht

Die bodennahe Grenzschicht wird von Flugzeugen bereits wenige Sekunden nach dem Start verlassen. Anhand von gemittelten Steigprofilen, etwa eines Airbus A320, lässt sich errechnen, dass startende Flugzeuge bei üblichen meteorologischen Verhältnissen nach rund 2 Minuten Flugzeit eine Höhe von rund 1 km und somit bereits die freie Atmosphäre erreichen.

Beim Landeanflug beträgt die Flugzeit zwischen Eintauchen in die atmosphärische Grenzschicht und dem Aufsetzen auf der Landebahn rund 4 Minuten, wobei eine Strecke von rund 19 km zurückgelegt wird.

Diese Angaben stellen mittlere Werte dar und können je nach Wetterlage und Flugprofil schwanken.

4.4. Verteilung von Flugzeugemissionen

Über Ismaning befinden sich startende Flugzeuge in einer Höhe von über 2.000 Metern (rund 2.200 m), die Höhe schwankt je nach Flugzeugtyp und meteorologischen Verhältnissen. In jedem Fall befinden sich startende Flugzeuge über Ismaning bereits im Bereich höherer Windgeschwindigkeiten der freien Atmosphäre. Die höheren Windgeschwindigkeiten verteilen Schadstoffe sehr schnell in horizontaler Richtung. Hinzu kommt die in der darunter liegenden Ekman-Schicht bereits erfolgende Windscherung durch die Corioliskraft. Ein ursprünglich am Boden gemessener Westwind kann so in 700 m Höhe bereits z.B. ein Nordwestwind sein.

Die Abgase der Flugzeugtriebwerke enthalten Vorläufergase für feine Partikel, die sich nach dem Verlassen des Triebwerkes bilden und zu größeren Partikeln wachsen. Diese größeren Partikel beginnen ab einem Durchmesser von rund 10 µm abzusinken. Die Zeit von rund 2 Minuten, welche ein am Flughafen München startendes Flugzeug braucht um die atmosphärischen Grenzschicht zu verlassen, genügt nicht, um sedimentationsfähige Partikel zu bilden. Daher erreichen nur sehr wenige Abgase startender Flugzeuge den Boden in der Nähe des Flughafens. Der überwiegende Anteil wird mit dem Wind verblasen, verdünnt, teilweise abgebaut oder weit entfernt vom Flughafen z.B. mit dem Regen aus der Atmosphäre ausgewaschen. Bei der Landung herrschen ähnliche Verhältnisse.

4.5. Feinstaub

Entstehung

Feinstaub entsteht auf natürliche Art oder durch die Tätigkeit des Menschen. Auf natürlichem Wege entstandener Feinstaub besteht z.B. aus aufgewirbeltem Bodenmaterial, Pollen, Sporen, Vulkanstaub, Seesalz oder dem sog. „Saharastaub“. Durch menschliche Tätigkeit erzeugter Feinstaub ist z.B. 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 PM₁₀ [Particulate Matter] oder auch als Schwebstaub 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 üblicherweise als UFP [Ultra Feine Partikel] bezeichnet.

Wirkung

PM₁₀ 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. PM₁₀ oder die kleineren Partikelfraktionen können nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand zu Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen führen [10].

PM_{2,5} als Bestandteil von PM₁₀ 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 PM₁₀, sondern PM_{2,5} zugrunde gelegt. Dies ist auf die anzunehmende größere Gesundheitsgefährdung durch PM_{2,5} im Vergleich zu PM₁₀ zurückzuführen.

PM_{0,1} als Bestandteil von PM₁₀ kann von den Lungenbläschen [Alveolen] in die Blutbahn übertreten und so im Körper verteilt werden und andere Organe erreichen. Für PM_{0,1} gibt es derzeit noch keine standardisierten Messverfahren und keine Bewertungskriterien.

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist in der 39. BImSchV für PM₁₀ ein Jahresgrenzwert von 40 µg/m³ und für PM_{2,5} ein Jahresgrenzwert von 25 µg/m³ enthalten [1] [siehe auch Tabelle 4].

4.6. Benzo[a]pyren als Leitparameter für PAK

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 PM₁₀ als Leitparameter für PAKs verwendet [11]. Ein spezifisches „PAK-Profil“, das eindeutig auf den Flugverkehr als Emissionsquelle hinweist, existiert nicht [12]. Benzo[a]pyren im PM₁₀ hat als einzige PAK-Substanz einen Jahreszielwert in der 39. BImSchV. Deshalb wird bei Immissionsmessungen Benzo[a]pyren im PM₁₀ 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 [11].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für Benzo[a]pyren ein Jahreszielwert von 1 ng/m^3 enthalten [1] (siehe auch Tabelle 4).

4.7. Stickstoffoxide

Entstehung

Stickstoffoxide (NO_x) entstehen u.a. durch Verbrennungsprozesse bei hohen Temperaturen. Die Hauptverursacher für NO_x -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_3) zu Stickstoffdioxid (NO_2) umgewandelt wird.

Wirkung

Durch Stickstoffverbindungen wird 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.

Für den Menschen ist aus gesundheitlicher Sicht insbesondere Stickstoffdioxid (NO_2) von Bedeutung. Stickstoffdioxid (NO_2) wird als Reizgas mit stechend-stickigem Geruch bereits in geringen Konzentrationen wahrgenommen. Die geringe Wasserlöslichkeit des Stickstoffdioxids (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 Jahresgrenzwert von $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ enthalten [1] (siehe auch Tabelle 4).

4.8. Schwefeldioxid

Entstehung

Schwefeldioxid (SO_2) entsteht vor allem bei der Verbrennung von schwefelhaltigen fossilen Brennstoffen wie Kohle oder Erdölprodukten. Dadurch trägt es in erheblichem Maß zur Luftverschmutzung bei. Es ist der Grund für den sog. „sauren Regen“, wobei das Schwefeldioxid zunächst von Sauerstoff zu Schwefeltrioxid oxidiert wird und dann mit Wasser zu Schwefelsäure (H_2SO_4) umgesetzt wird.

Wirkung

SO_2 schädigt in hohen Konzentrationen Mensch, Tiere und Pflanzen. Die Oxidationsprodukte führen zu „saurem Regen“, der empfindliche Ökosysteme wie Wald und Seen gefährdet und Gebäude und Materialien angreift. Hohe Schwefeldioxidkonzentrationen können beim Men-

schen zu Kopfschmerzen, Übelkeit und Benommenheit führen. In sehr hohen Konzentrationen schädigt das Gas stark die Bronchien und Lungen oder sogar die Nucleinsäuren, die Träger der Erbeigenschaften [13].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für Schwefeldioxid ein Tagesgrenzwert von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit drei zulässigen Überschreitungen im Kalenderjahr enthalten [1] [siehe auch Tabelle 4].

Abgebaut wird SO_2 durch OH-Radikale und durch nasse Deposition, d.h. durch Lösung in Wolkentropfen, in denen es zur schwefeligen Säure und zur Schwefelsäure umgewandelt wird. SO_2 ist die wichtigste Quelle für Sulfat-Aerosol [Antitreibhauseffekt, saurer Regen] [14].

4.9. Ozon

Entstehung

Ozon (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 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 (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 [15].

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 [15].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind daher in der 39. BImSchV für Ozon ein Zielwert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchster 8-Stundenmittelwert eines Tages bei 25 zulässigen Überschreitungen im Kalenderjahr gemittelt über drei Jahre sowie eine Informations- und Alarmschwelle enthalten [1] [siehe auch Tabelle 4].

4.10. 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 [16]. Das typische Kohlenwasserstoffmuster für Kerosin zeigt ein Maximum für die n-Alkane C8 (n-Oktan) bis C13 (n-Tridekan) [17]. Die Zusammensetzung der Abgase von Flugzeugtriebwerken oder Dieselmotoren ist ähnlich. Bei Überlagerungen ist eine Zuordnung der Abgase zu einem bestimmten Emittenten nicht mehr möglich [12] [18].

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 [19].

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 [19].

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist daher in der 39. BImSchV für Benzol ein Jahresgrenzwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enthalten. Für Toluol, Ethylbenzol und Xylole existieren keine Grenzwerte. Als möglicher Beurteilungsmaßstab können die Zielwerte des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) herangezogen werden [1] (siehe auch Tabelle 4).

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 [20].

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.

Bei Alkanen und Kohlenwasserstoffgemischen 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 $0,2 \text{ mg/m}^3$ Innenluft, das entspricht $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Bis zu diesem Richtwert ist keine gesundheitliche Beeinträchtigung für den Menschen zu erwarten, selbst wenn er diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist [4].

5. Bewertungsgrundlagen

Rechtsgrundlagen

In den Staaten der europäischen Union 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] [21] die Grundlage zur Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität.

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] [22] geändert und die 22. und 33. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [22. BImSchV und 33. BImSchV] erlassen. Mit Inkrafttreten der 39. BImSchV [1] 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 und damit die 22. und 33. BImSchV abgelöst.

Die 39. BImSchV dient dem Schutz der menschlichen Gesundheit sowie dem Schutz der Umwelt vor möglichen Schäden durch Luftverunreinigungen. Sie regelt die geltenden Immissionswerte für Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Feinstaub (PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$), 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 überschritten werden. Sie beinhalten u.a. erforderliche Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen. Besteht die Gefahr, dass in der 39. BImSchV festgelegte Immissionsgrenzwerte 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 Luftreinhalteplans durch die zuständigen Behörden nicht erforderlich, da die Werte für Schadstoffe in der Luft die vorgegebenen 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 [23], 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 [24].

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] [3].

Nachfolgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über die bei den Messungen mit der mobilen Luftgütemessstation heranzuziehenden Beurteilungswerte der 39. BImSchV:

Tabelle 4. Beurteilungswerte.

Parameter	Immissionswert	Zeitbezug	Definition	Schutzzweck
Partikel PM ₁₀	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	50 µg/m ³ [35 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig]	Tagesmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Partikel PM _{2,5}	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV [seit 2015, vorher: Zielwert]	menschliche Gesundheit
Stickstoffdioxid [NO ₂]	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	200 µg/m ³ [18 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig]	1-h-Mittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	400 µg/m ³ [gemessen an 3 aufeinanderfolgenden Stunden]	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Ozon [O ₃]	120 µg/m ³ [25 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig, gemittelt über 3 Jahre]	gleitender 8-h-Mittelwert	Zielwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit

	180 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Informationsschwelle nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	240 µg/m ³	1-h-Mittelwert	Alarmschwelle nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Schwefeldioxid [SO ₂]	125 µg/m ³ [3 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig]	Tagesgrenzwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
	350 µg/m ³ [24 Überschreitungen im Kalenderjahr zulässig]	1-h-Grenzwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Benzol	5 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Benzo[a]pyren im PM ₁₀	1 ng/m ³	Jahresmittelwert	Zielwert nach 39. BImSchV	menschliche Gesundheit
Σn-Alkane [C6-C14]	Für n-Alkane existieren keine Immissionswerte in der 39. BImSchV.			

Standortcharakteristik

Gemäß 39. BImSchV [1] wird bei der großräumigen Standortbestimmung zwischen Stationen unterschieden die der städtischen, vorstädtischen oder ländlichen Charakteristik entsprechen sowie Stationen die dem ländlichen Hintergrund entsprechen.

Der Messstandort Ismaning ist in die Kategorie „vorstädtisch“ oder „ländlich“ einzuordnen. Messstationen mit ländlichem Hintergrund befinden sich typischerweise in einiger Entfernung zu Stadt- und Industriegebieten und abseits örtlicher Emissionsquellen wie z.B. Straßen. Solche Gebiete weisen üblicherweise eine niedrige Bevölkerungsdichte auf und liegen häufig in natürlichen Ökosystemen wie z.B. Wäldern.

5.2. Mögliche Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von n-Alkanen

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*MAK, AGW nach TRGS 900] [25].

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 mg/m³, das entspricht 200 µg/m³ [4].

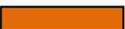
Für die Bewertung der Messergebnisse der mit der mobilen Luftgütemessstation gemessenen n-Alkane wird hier hilfsweise der Richtwert I der Kommission für Innenraumlufthygiene [IRK] [4] verwendet, da dieser strenger ist als der Beurteilungswert des Länderausschusses für Immissionsschutz [LAI] [3].

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 PM₁₀ und Schwefeldioxid erstellt [26].

Der Langzeit-Luftqualitätsindex 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 (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5. Langzeit-Luftqualitätsindex LaQx.

Bewertung	Benzol [µg/m³]	NO ₂ [µg/m³]	PM ₁₀ [µg/m³]	SO ₂ [µg/m³]	LaQx Klasse	Farbe
sehr gut	0,0 – 0,2	0 – 12	0 – 7	0 – 5	1	
gut	0,3 – 1,0	13 – 20	8 – 15	6 – 10	2	
befriedigend	1,1 – 2,0	21 – 30	16 – 30	11 – 20	3	
ausreichend	2,1 – 5,0	31 – 40	31 – 40	21 – 120	4	
Grenzwert	5	40	40	120		
schlecht	5,1 – 25,0	41 – 200	41 – 50	121 – 350	5	
sehr schlecht	> 25	> 200	> 50	>350	6	

Vorbemerkungen zu den Kapiteln 6 bis 9: In den nachfolgenden Kapiteln 6 bis 8 sind neben den Messergebnissen und der Bewertung der Luftgüte in Ismaning, der Vergleich der Messergebnisse der mobilen Luftgütemessstation mit der Hauptmessstation LHY7 und der Station LHY4 sowie zusätzliche Vergleichsbetrachtungen mit ausgewählten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) dargestellt. Kapitel 9 enthält die Zusammenfassung der Messergebnisse.

Die Kapitel 6 bis 9 sind aus dem von Müller-BBM erstellten Bericht „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning 2016“ vom 29.05.2017 [2] wort- und inhaltsgleich übernommen.

6. Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Ismaning

Im nachfolgenden Abschnitt sind die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning (mobile LGM) für den Messzeitraum 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017 dargestellt. Die Darstellung der jeweiligen Monatskenngößen erfolgt im Juli 2016 für den Zeitraum 5. Juli bis 31. Juli 2016 bzw. im Januar 2017 für den Zeitraum 1. Januar bis 5. Januar 2017. Die Ermittlung der Benzo[a]pyrenkonzentration erfolgte lediglich für die Messmonate Juli 2016 bis Dezember 2016.

Die Datenverfügbarkeit der Immissionsmessungen betrug zwischen 94 % - 100 %. Hierbei ist zu beachten, dass es im Juli 2017 einen dreitägigen Messausfall, aufgrund von Problemen mit der Klimatisierung der Messstation, gab.

Die Bestimmung der Mittelwerte des gesamten Messzeitraumes erfolgt auf Basis hochaufgelöster Messdaten gemäß 39. BImSchV und nicht auf Grundlage der jeweiligen Monatsmittelwerte.

Die grafische Darstellung der Messwerte erfolgt auf Basis von Stunden-, Tages- bzw. Wochenmittelwerten. Der Vergleich mit den jeweiligen Grenz-, Ziel- und Beurteilungswerten erfolgt mit durchgezogenen Linien (verbindlicher Grenzwert) bzw. gestrichelten Linien (Grenz-/Ziel- bzw. Beurteilungswert mit unterschiedlichem Zeitbezug).

6.1. Messergebnisse Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}

In Tabelle 6 sind die statistischen Kenngrößen der mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren ermittelten PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen des Messortes Ismaning (mobile LGM) auf der Basis von Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Tabelle 6. Statistische Kenngrößen der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen im Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile	mobile	39.
		LGM	LGM	
		PM ₁₀	PM _{2,5}	BlmSchV
Juli 16	µg/m ³	13	8	
August 16	µg/m ³	12	8	
September 16	µg/m ³	14	11	
Oktober 16	µg/m ³	10	8	
November 16	µg/m ³	12	10	
Dezember 16	µg/m ³	17	14	
Januar 17	µg/m ³	45	36	
Mittelwert	µg/m³	14	11	40/25¹⁾
max. TMW	µg/m ³	156	127	-
Tage > 50 µg/m³	Anzahl	1	-	35²⁾
Verfügbarkeit	%	94	99	-

¹⁾ Jahresimmissionswert gemäß 39. BlmSchV

²⁾ PM₁₀-Tagesimmissionswert; zul. Überschreitungshäufigkeit im Jahr gemäß 39. BlmSchV

Für den gesamten Messzeitraum beträgt die mittlere PM₁₀-Konzentration an der mobilen LGM in Ismaning 14 µg/m³. Im Vergleich hierzu beträgt der Immissionsgrenzwert für das Kalenderjahr gemäß 39. BlmSchV 40 µg/m³. Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Beim PM₁₀ wurde der zusätzliche Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ mit 35 zulässigen Überschreitungstagen im gesamten Messzeitraum in Ismaning einmal überschritten. Die Überschreitung wurde an Neujahr registriert. An diesem Tag gab es bayernweit im Umfeld der Ballungsgebiete Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes.

Die PM_{2,5}-Konzentration wurde an der mobilen LGM in Ismaning mit 11 µg/m³ bestimmt. Dieser Mittelwert liegt somit ca. 57 % unter Grenzwert der 39. BlmSchV von 25 µg/m³ für das Kalenderjahr.

In Abbildung 20 ist der Verlauf der $PM_{10/2,5}$ -Konzentration der mobilen LGM (Ismaning) grafisch dargestellt.

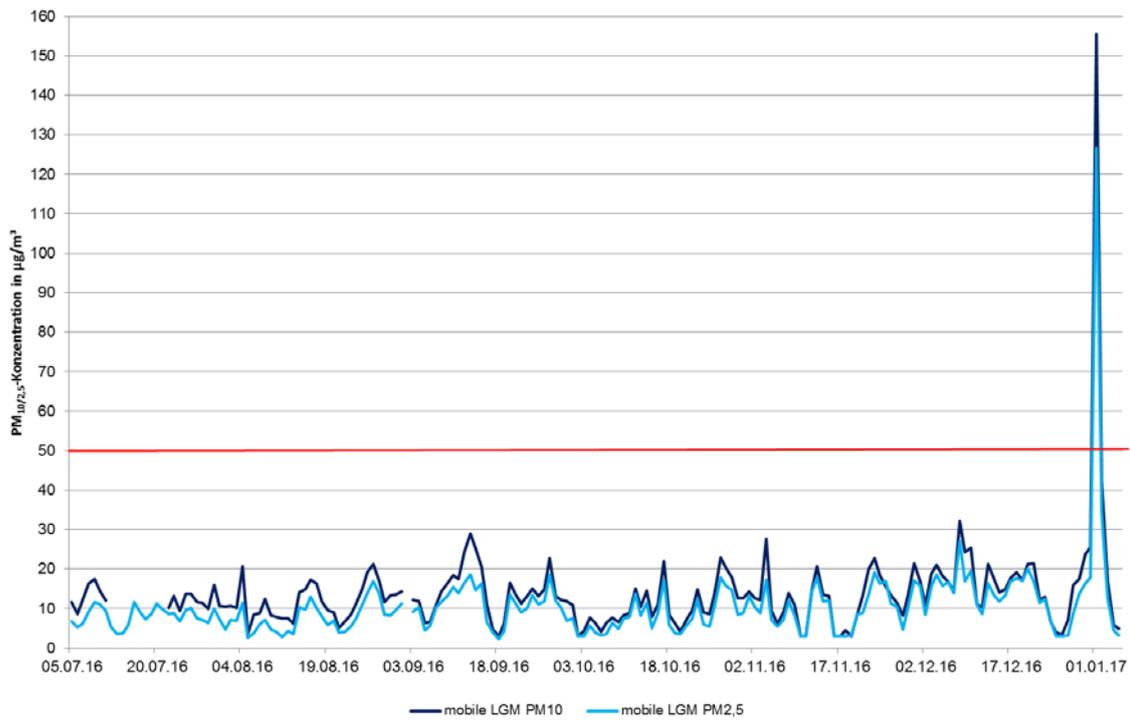


Abbildung 20. Verlauf der gravimetrisch gemessenen $PM_{10/2,5}$ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 (Tagesmittelwerte, PM_{10} -Tagesgrenzwert $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot markiert).

Die $PM_{10/2,5}$ -Konzentrationen waren im Juli und August 2016 typischerweise niedriger als in den Wintermonaten. Im Dezember 2016 und Januar 2017 gab es erwartungs-gemäß die höchsten Partikelkonzentrationen. Dies ist auf die häufiger auftretenden stabilen, austauscharmen Hochdruckwetterlagen aus Osten bzw. die Heizperiode zurückzuführen.

Die höchsten Partikelkonzentrationen wurden wie bereits erwähnt mit $156 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Neujahrstag ermittelt. Die Partikelkonzentrationen stiegen durch das Neujahrsfeuerwerk im Vergleich zum 31. Dezember, an einem Tag um das sechsfache an. Im Vergleich hierzu wurde an der Messstation des Bayerischen LfU in München-Johanneskirchen sogar ein vorläufiger PM_{10} -Tagesmittelwert von $358 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

6.2. Messergebnisse Stickstoffdioxid (NO₂)

In Tabelle 7 sind die statistischen Kenngrößen der an der mobilen LGM in Ismaning gemessenen NO₂-Konzentrationen und Monatsmittelwerte auf Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

Tabelle 7. Statistische Kenngrößen der NO₂ -Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM NO₂	39. BlmSchV
Juli 16	µg/m ³	14	
August 16	µg/m ³	12	
September 16	µg/m ³	16	
Oktober 16	µg/m ³	18	
November 16	µg/m ³	23	
Dezember 16	µg/m ³	27	
Januar 17	µg/m ³	20	
Mittelwert	µg/m³	19	40¹⁾
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	79	
1h-Mittelwert >200 µg/m³	Anzahl	0	18²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	4	
Verfügbarkeit	%	96	

¹⁾ Jahresimmissionswert NO₂ gemäß 39. BlmSchV

²⁾ maximaler 1-h-Mittelwert von 200 µg/m³ mit 18 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BlmSchV

An der mobilen Luftgütemessstation in Ismaning wurde eine mittlere NO₂-Konzentration von 19 µg/m³ festgestellt; dies entspricht einem Anteil von ca. 47 % des Jahresgrenzwerts gemäß 39. BlmSchV von 40 µg/m³. Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Der NO₂-Stundenimmissionsgrenzwert von 200 µg/m³ mit 18 zulässigen Überschreitungen wurde mit maximal 93 µg/m³ in der Stunde im Messzeitraum nicht überschritten.

In Abbildung 21 ist der Verlauf der NO₂-Konzentration der mobilen LGM [Ismaning] grafisch dargestellt.

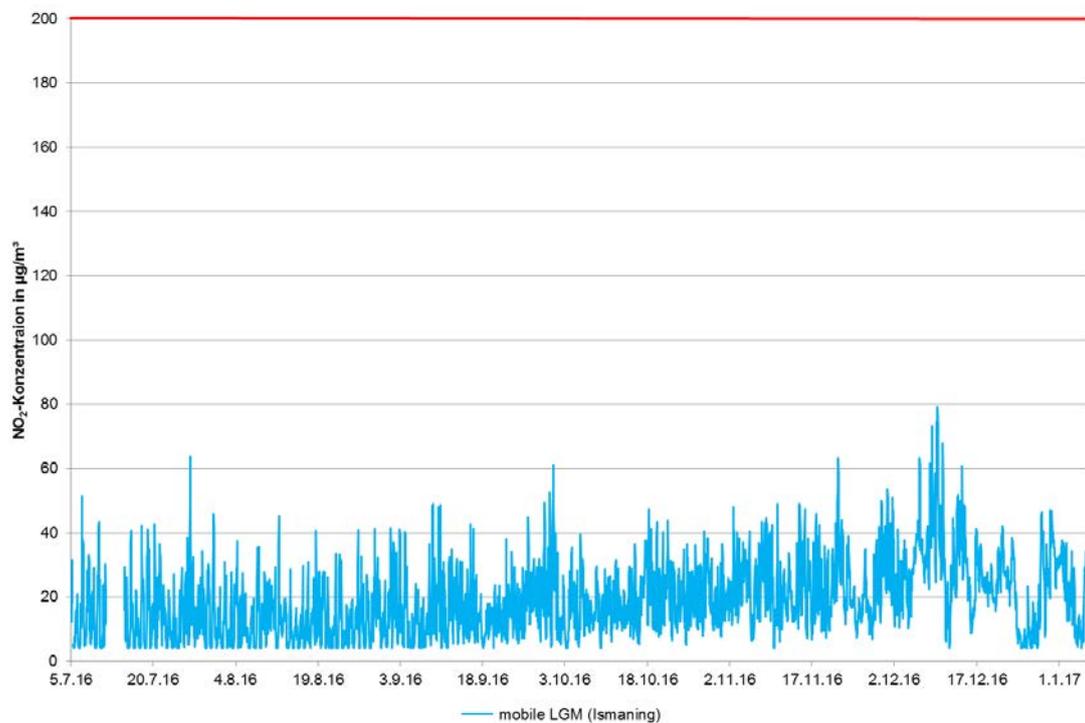


Abbildung 21. Verlauf der gemessenen NO₂-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Stundenmittelwerte, NO₂-Stundengrenzwert 200 µg/m³ rot markiert].

Die NO₂-Konzentration zeigt einen für Spurenstoffe typischen jahreszeitlichen Verlauf mit höheren Konzentrationen in den Wintermonaten. Zudem zeigt sich beim NO₂ durch den luftchemischen Zusammenhang zwischen den Stickstoffoxiden und Ozon eine hohe tageszeitabhängige Variabilität.

Informativ sind zudem in Tabelle 8 die Kenngrößen der NO-Konzentration dargestellt. Für diesen Parameter ist kein Immissionswert in der 39. BImSchV festgelegt.

Tabelle 8. Statistische Kenngrößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM NO	39. BImSchV
Juli 16	µg/m ³	2	
August 16	µg/m ³	3	
September 16	µg/m ³	7	
Oktober 16	µg/m ³	9	
November 16	µg/m ³	14	
Dezember 16	µg/m ³	28	
Januar 17	µg/m ³	24	
Mittelwert	µg/m³	11	-
Max. 1-h-Mittelwert	µg/m ³	331	
Min. 1-h-Mittelwert	µg/m ³	1	
Verfügbarkeit %	%	96	

Die NO-Konzentration betrug im Messzeitraum an der mobilen Messstation 11 µg/m³. Für Stickstoffmonoxid gibt es keinen Grenzwert. Stickstoffmonoxid ist ein Indikator für nahe gelegene Emittenten, da bei Verbrennungsvorgängen in deutlich höherer Konzentration NO als NO₂ emittiert wird. In der Außenluft wird in der Regel NO unter Beisein von Ozon zu NO₂ umgewandelt. Deshalb ist nur für die NO₂-Konzentration in der Außenluft ein Grenzwert festgelegt.

In Abbildung 22 ist informativ der Verlauf der NO-Konzentration der mobilen LGM [Ismaning] grafisch dargestellt.

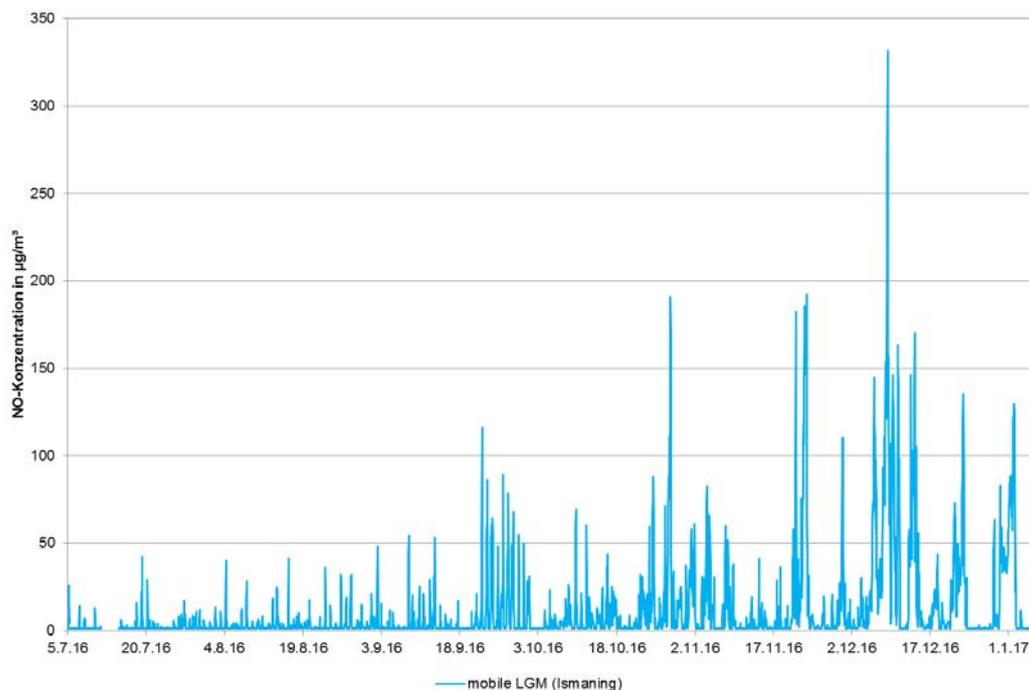


Abbildung 22. Verlauf der gemessenen NO-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Stundenmittelwerte].

Die höchsten NO-Konzentrationen wurden Anfang Dezember 2016 ermittelt. Ursache hierfür sind langanhaltende, trockene Hochdruckwetterlagen in Verbindung mit dünnen, bodennahen Kaltluftschichten. Hierdurch gab es im bodennahen Bereich lokale Inversionen. Im Gegensatz hierzu wurden durch die typischerweise feuchtere Witterung im Juli und August geringe NO-Konzentrationen registriert.

Der Konzentrationsverlauf mit höheren NO-Konzentrationen in den Wintermonaten und niedrigeren NO-Konzentrationen im Sommer ist charakteristisch für die Stickstoffoxide.

6.3. Messergebnisse Schwefeldioxid (SO₂)

In Tabelle 9 sind die statistischen Kenngrößen der an der mobilen LGM in Ismaning gemessenen SO₂-Konzentrationen und Monatsmittelwerte auf Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

Tabelle 9. Statistische Kenngrößen der SO₂-Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM SO ₂	39. BImSchV
Juli 16	µg/m ³	2	
August 16	µg/m ³	2	
September 16	µg/m ³	2	
Oktober 16	µg/m ³	2	
November 16	µg/m ³	2	
Dezember 16	µg/m ³	2	
Januar 17	µg/m ³	2	
Mittelwert	µg/m³	2	
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	6	
1h-Mittelwert >350 µg/m³	Anzahl	0	24¹⁾
Max. TMW	µg/m ³	3	
TMW >125 µg/m³	Anzahl	0	3²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	2	
Verfügbarkeit %	%	96	

¹⁾ maximaler 1-h-Mittelwert von 350 µg/m³ mit 24 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BImSchV

²⁾ maximaler Tagesmittelwert von 125 µg/m³ mit 3 zulässigen Überschreitungstagen gemäß 39. BImSchV

An der mobilen LGM in Ismaning wurde für den Messzeitraum eine mittlere SO₂-Konzentration von 2 µg/m³ ermittelt. In 98 % des Messzeitraums wurde eine SO₂-Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze von 2 µg/m³ ermittelt.

Der maximale Tagesmittelwert betrug 3 µg/m³. Der Immissionsgrenzwert für den Tag gemäß 39. BImSchV beträgt 125 µg/m³ und wurde somit deutlich unterschritten.

Der maximale Stundenmittelwert betrug 6 µg/m³. Der Immissionsgrenzwert für die Stunde gemäß 39. BImSchV beträgt 350 µg/m³ und wurde somit ebenfalls deutlich unterschritten.

In Abbildung 23 ist der Verlauf der SO₂-Konzentration der mobilen LGM [Ismaning] grafisch dargestellt.

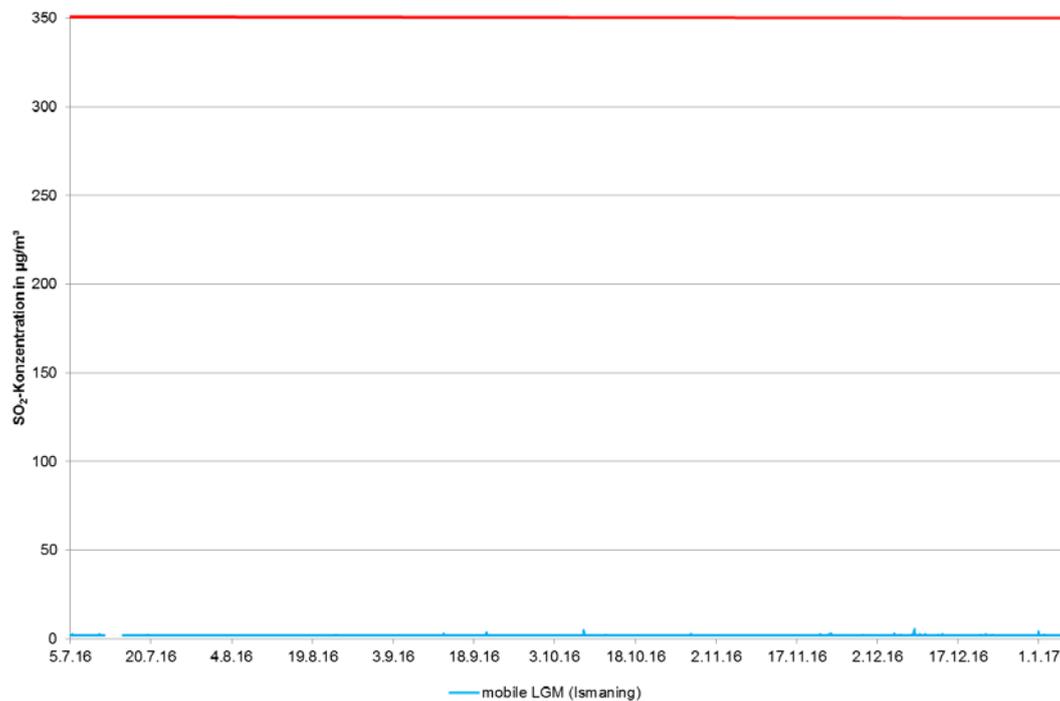


Abbildung 23. Verlauf der gemessenen SO₂-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Stundenmittelwerte, SO₂-Stundengrenzwert 350 µg/m³ rot markiert].

Der Verlauf der SO₂-Konzentration zeigt, dass die SO₂-Belastung auf einem sehr niedrigen Niveau lag, welche auch überregional festzustellen war. Aufgrund der sehr niedrigen Konzentrationen im Bereich der Bestimmungsgrenze ist auch kein ausgeprägter Jahresgang zu erkennen.

6.4. Messergebnisse Ozon (O₃)

In Tabelle 10 sind die statistischen Kenngrößen der an der mobilen LGM in Ismaning gemessenen O₃-Konzentrationen und Monatsmittelwerte gemäß 39. BImSchV zusammengefasst.

Tabelle 10. Statistische Kenngrößen der O₃-Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM O₃	39. BImSchV
Juli 16	µg/m ³	63	
August 16	µg/m ³	52	
September 16	µg/m ³	43	
Oktober 16	µg/m ³	20	
November 16	µg/m ³	20	
Dezember 16	µg/m ³	17	
Januar 17	µg/m ³	31	
Mittelwert	µg/m³	35	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	154	
Max. 8h-Mittelwert	µg/m ³	140	
1h-Mittelwert >180 µg/m³	Anzahl	0	180¹⁾
8h-Mittelwert >120 µg/m³	Anzahl	8	25²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	3	
Verfügbarkeit %	%	96	

¹⁾ maximaler 1-h-Mittelwert von 180 µg/m³ gemäß 39. BImSchV

²⁾ maximaler 8-h-Mittelwert mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr gemäß 39. BImSchV

Die mittlere Ozonkonzentration am Messort in Ismaning (mobile LGM) betrug im Messzeitraum 35 µg/m³.

Ozon ist kein primärer Luftschadstoff, sondern wird durch fotochemische Prozesse in der Außenluft gebildet.

Für Ozon wurde kein Jahresmittelwert zum Schutz der Gesundheit festgelegt. Es gibt einen Immissionszielwert von 120 µg/m³, der sich auf den gleitenden 8-Stundenmittelwert mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr bezieht. Zudem existiert für das Stundenmittel ein Informationsschwellenwert von 180 µg/m³.

Der Immissionszielwert von 120 µg/m³ für den gleitenden 8-Stundenmittelwert mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr wurde an der mobilen LGM in Ismaning im Messzeitraum achtmal überschritten.

Die Informationsschwelle für Stundenmittelwerte von größer 180 µg/m³ wurde im Messzeitraum an der mobilen LGM in Ismaning ebenfalls nicht überschritten.

In Abbildung 24 ist der Verlauf der O₃-Konzentration der mobilen LGM (Ismaning) grafisch dargestellt.

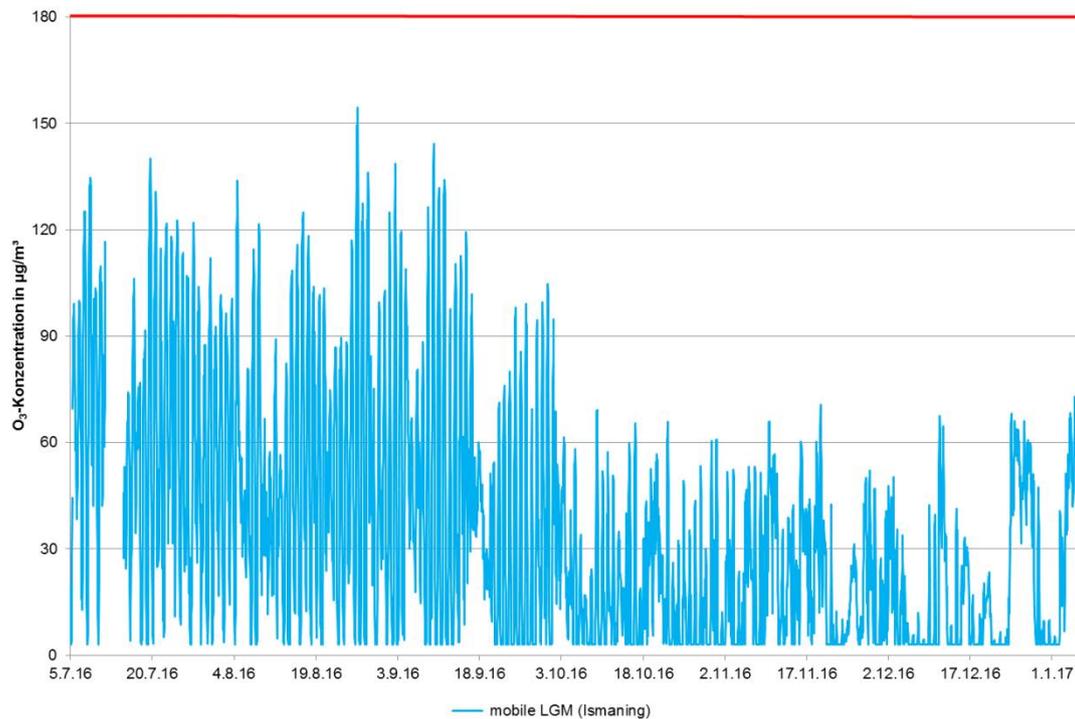


Abbildung 24. Verlauf der gemessenen O₃-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 (Stundenmittelwerte, O₃-Stundeninformationsschwelle 180 µg/m³ rot markiert).

Grundsätzlich sind Ozon-Konzentrationen an Standorten mit wenig oder gar keinem Straßenverkehr etwas höher als in verkehrsreichen Innenstädten. Dies ist auf den Abbau des bodennahen Ozons bei Vorhandensein anderer Luftschadstoffe zurückzuführen.

Im Gegensatz zu den anderen Luftschadstoffen ist die Ozonbildung kein primär emittierter Luftschadstoff. Die Ozonbildung ist abhängig von Ozonvorläufersubstanzen und der Sonneneinstrahlung, weshalb typischerweise im Sommer höhere Konzentrationen als im Winter gemessen werden. Im Dezember 2016 gab es durch die ausgeprägten Hochdruckwetterlagen in Verbindung mit Hochnebel besonders geringe Ozonkonzentrationen.

6.5. Messergebnisse Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol und n-Alkane

Die Messungen für die Bestimmung der aromatischen Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol) und der n-Alkane (C₆ – C₁₄) erfolgten diskontinuierlich mittels Probenträger. Die Probenträger wurden nach der Probenahme im Labor mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC-MS) auf die zu bestimmenden Komponenten analysiert. Die Probenahmedauer je Einzelmessung betrug ca. eine Woche.

Für die n-Alkane 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 auf. Auch die Xylole sind in geringen Anteilen im Kerosin enthalten.

In Tabelle 11 sind die Mittel- und Maximalwerte der an der mobilen LGM in Ismaning gemessenen BTEX- und n-Alkan-Konzentrationen gemäß der jeweiligen Beurteilungswerte zusammengefasst.

Tabelle 11. Statistische Kenngrößen der BTEX- und n-Alkan-Messungen [mobile LGM].

Messparameter		mobile LGM	Beurteilungswert
		µg/m³	µg/m³
BTEX	Benzol	0,9	5 ¹⁾
	Toluol	2,0	30 ²⁾
	Ethylbenzol	0,4	880 ³⁾
	m+p-Xylol	1,4	
	o-Xylol	0,5	
	Σ Xylole	1,8	30²⁾
n-Alkane	n-Hexan	0,37	
	n-Heptan	0,33	
	n-Oktan	0,10	
	n-Nonan	0,09	
	n-Dekan	0,11	
	n-Undekan	0,10	
	n-Dodekan	0,06	
	n-Tridekan	0,04	
	n-Tetradekan	0,04	
	Σ n-Alkane	1,2	200⁴⁾

¹⁾ Immissionsgrenzwert für das Jahr [39. BImSchV]

²⁾ Zielwert für das Jahr [LAI]

³⁾ 1/100 AGW

⁴⁾ Innenraum-Richtwert I [Vorsorgewert] für C9-C14-Alkene/Isoalkane, UBA

Der Benzolmittelwert über den Messzeitraum an der mobilen LGM in Ismaning betrug 0,9 µg/m³ und lag somit 82 % unter dem Immissionsgrenzwert für das Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV von 5 µg/m³. Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Der maximale Wochenmittelwert während des Messzeitraums betrug 2,4 µg/m³ und unterschreitet ebenfalls den Grenzwert, der ein Jahresmittelwert ist, deutlich.

Auch beim Toluol und den Xylolen sind mit 2,0 µg/m³ bzw. 1,8 µg/m³ im Mittel Konzentrationen deutlich unterhalb der Zielwerte des LAI bestimmt worden. Die mittlere Ethylbenzol-Konzentration lag mit 0,4 µg/m³ mehr als das 1000fache unterhalb des vom AGW abgeleiteten Beurteilungswertes von 880 µg/m³. Der herangezogene Beurteilungswert wurde hiermit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Bei den n-Alkanen wurden in Ismaning im Mittel Summenkonzentrationen von $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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-Alkan-Konzentrationen im nicht relevanten Bereich befinden. Der herangezogene Beurteilungswert wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

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

In Abbildung 25 und Abbildung 26 sind die Verläufe der Benzol und n-Alkan-Konzentration an der mobilen LGM (Ismaning) grafisch dargestellt.

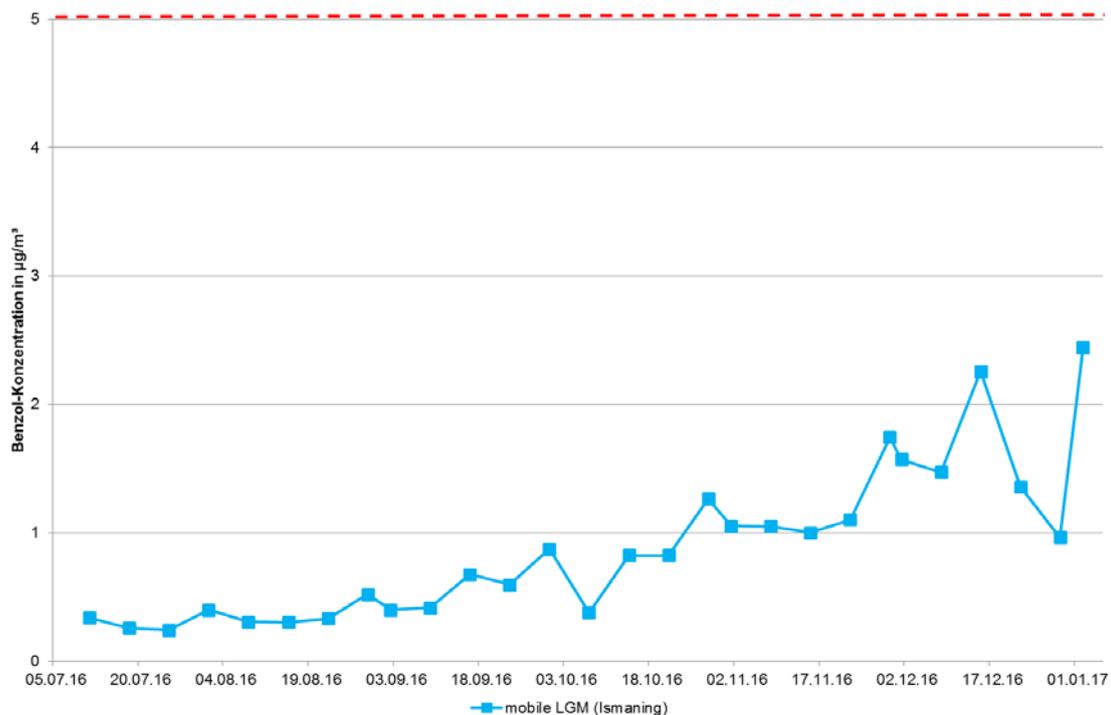


Abbildung 25. Verlauf der gemessenen Benzol-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 (Wochenmittelwerte, Jahresimmissionswert $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert).

Beim Benzol wurden wie auch beim $PM_{10/2,5}$ und NO_2 die höchsten Konzentrationen im Winterhalbjahr festgestellt. Der jahreszeitliche Trend mit höheren Benzolkonzentrationen im Winterhalbjahr und niedrigeren Benzolkonzentrationen im Sommerhalbjahr ist auch für Toluol, Ethylbenzol und die Xylole typisch.

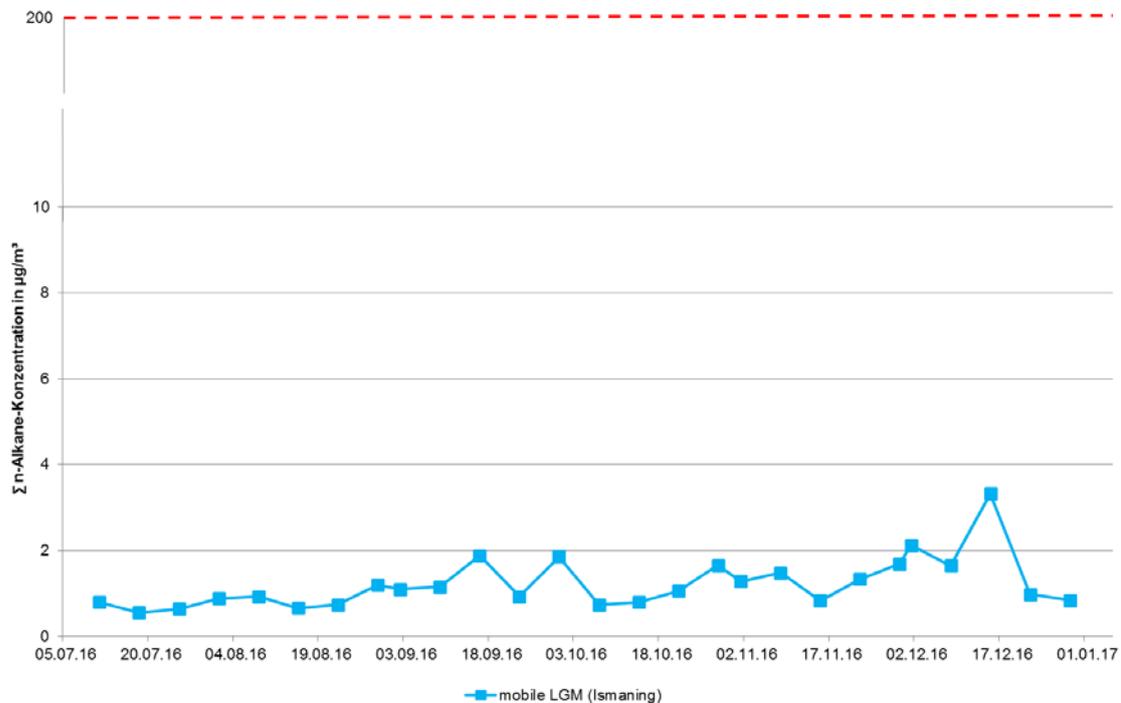


Abbildung 26. Verlauf der Summe der gemessenen n-Alkan-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert].

Die n-Alkan-Konzentrationen lagen im Sommerhalbjahr im Bereich der Bestimmungsgrenze. Mitte Dezember 2016 gab es einen kurzzeitigen Anstieg der n-Alkan-Konzentrationen, welcher auf stabile Hochdruckwetterlagen in Verbindung mit stabilen Schichten zurückzuführen ist. In diesem Zeitraum waren z. B. auch die BTEX- und NO_x -Konzentrationen erhöht.

6.6. Messergebnisse Benzo[a]pyren

Die Benzo[a]pyren-Konzentrationen [BaP] wurden als Monatsmittelwerte aus den PM_{10} -Proben ermittelt. Die Ermittlung der Monatskenngrößen erfolgte hierbei für die Monate Juli 2016 bis Dezember 2016. Die Ermittlung des Juli-Mittelwertes erfolgte hierbei nur von 05. Juli bis 31. Juli 2016.

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse der in Ismaning gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentrationen gemäß 39. BImSchV zusammengefasst.

Tabelle 12. Statistische Kenngrößen der Benzo[a]pyren-Konzentration im PM₁₀.

Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM₁₀	mobile LGM	39. BImSchV
Juli 16	ng/m ³ 0,02	
August 16	ng/m ³ 0,02	
September 16	ng/m ³ 0,04	
Oktober 16	ng/m ³ 0,28	
November 16	ng/m ³ 0,70	
Dezember 16	ng/m ³ 0,81	
Mittelwert	ng/m³ 0,27	1¹⁾

¹⁾ Zielwert für das Kalenderjahr nach 39. BImSchV

In Ismaning wurde über den Messzeitraum eine mittlere Benzo[a]pyren-Konzentration im PM₁₀ von 0,27 ng/m³ ermittelt. Der Zielwert für das Kalenderjahr von 1 ng/m³ gemäß 39. BImSchV wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

In Abbildung 27 ist der Verlauf der Benzo[a]pyren-Konzentration der mobilen LGM (Ismaning) grafisch dargestellt.

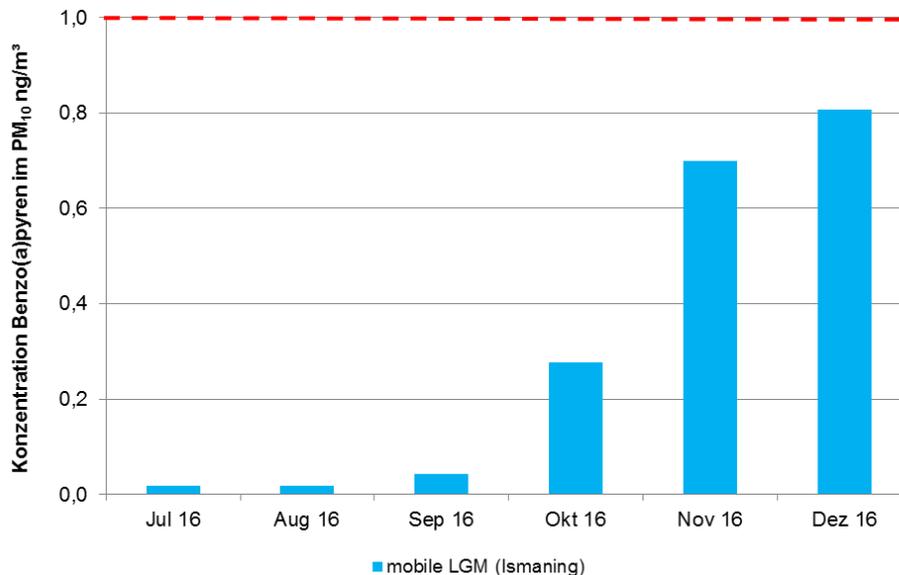


Abbildung 27. Verlauf der gemessenen BaP-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 05.07.16 - 31.12.16 (Monatsmittelwerte, Jahreszielwert 1 ng/m³ gestrichelt markiert).

Aus Abbildung 27 wird der ausgeprägte Jahresgang der Benzo[a]pyren-Belastung mit den höheren Konzentrationen in den Wintermonaten deutlich. Ein derart ausgeprägter Jahresgang ist während des Messzeitraumes in Ismaning bei keiner anderen geregelten Schadstoffkomponente in der Außenluft festzustellen. Ein Aspekt sind die ungleich ungünstigeren meteorologischen Ausbreitungsbedingungen im Winter im Vergleich zum Sommer. Dieser ausgeprägte Jahresgang wird zusätzlich noch durch den Betrieb von Holzfeuerungen, für welche Benzo[a]pyren u. a. ein Indikator ist, verstärkt.

Ein lokaler Einfluss dieser Holzfeuerung auf die gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentrationen ist wahrscheinlich, da in den Monaten der Heizperiode, Oktober bis Dezember 2016, die höhere Benzo[a]pyren-Konzentration ermittelt wurde.

Die höchste Benzo[a]pyren-Konzentration in Ismaning wurde im Dezember 2016 mit $0,81 \text{ ng/m}^3$ bestimmt. In diesem Monat gab es, wie bereits in den Kapiteln 3.1 und 3.2 erläutert, zeitweise austauscharme Hochdruckwetterlagen. Ein lokaler Einfluss von umliegenden Holzfeuerungen auf die Benzo[a]pyren-Konzentration ist wahrscheinlich.

7. Vergleich der Messstationen

Zur Vergleichbarkeit werden die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen am Messort Ismaning zusätzlich den Messergebnissen der Messstation LHY4 [westlich des Flughafens] und der Hauptmessstation LHY7 [östlich des Flughafens] gegenübergestellt.

Die räumliche Lage der Messstationen ist in Abbildung 1 dargestellt.

7.1. Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}

In Tabelle 13 sind die statistischen Kenngrößen der mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren ermittelten PM₁₀-Konzentrationen der Messorte Ismaning [mobile LGM] und LHY7 auf der Basis von Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Abbildung 28 zeigt den zeitlichen Verlauf der monatlichen PM₁₀-Konzentrationen am Messort Ismaning im Vergleich zu der stationären Hauptmessstation LHY7.

Tabelle 13. Kenngrößen der PM₁₀-Konzentration [mobile LGM/ LHY7].

Kenngröße	Einheit	mobile	LHY7	39.
		LGM PM ₁₀	PM ₁₀	BlmSchV
Juli 16	µg/m ³	13	12	
August 16	µg/m ³	12	12	
September 16	µg/m ³	14	16	
Oktober 16	µg/m ³	10	11	
November 16	µg/m ³	12	12	
Dezember 16	µg/m ³	17	16	
Januar 17	µg/m ³	45	25	
Mittelwert	µg/m³	14	14	40¹⁾
max. TMW	µg/m ³	156	127	-
Tage > 50 µg/m³	Anzahl	1	1	35²⁾
Verfügbarkeit	%	94	98	-

¹⁾ Jahresimmissionswert gemäß 39. BImSchV

²⁾ PM₁₀-Tagesimmissionswert; zul. Überschreitungshäufigkeit im Jahr gemäß 39. BImSchV

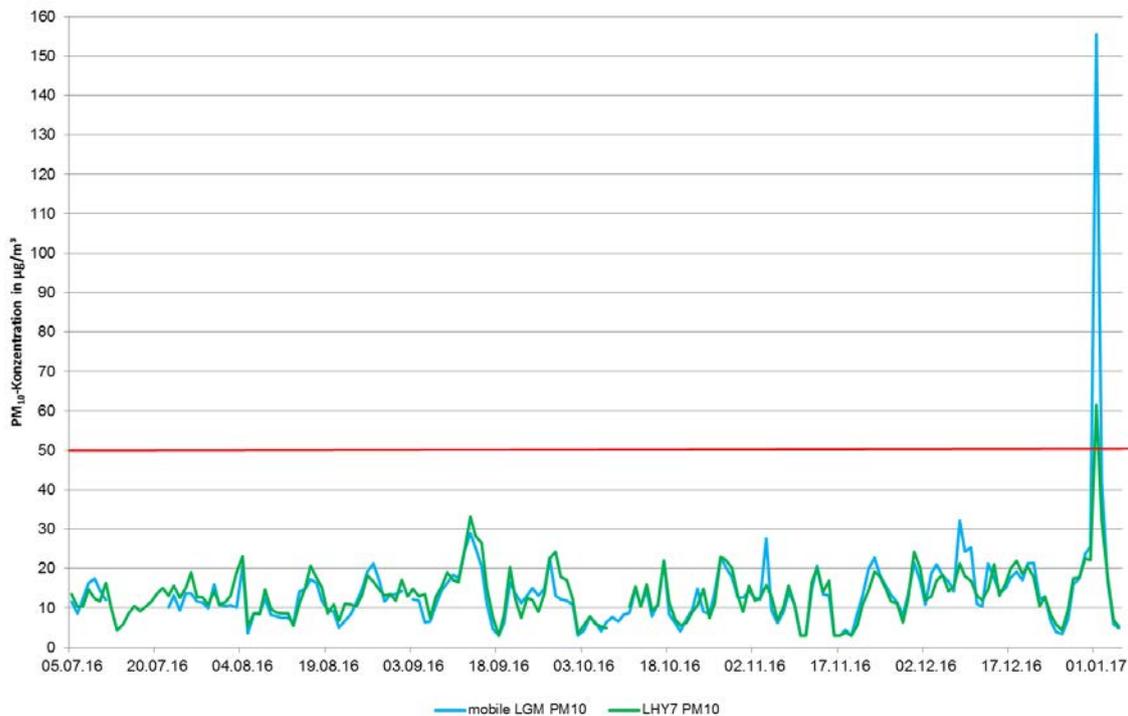


Abbildung 27. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM₁₀-Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Jahresgrenzwert 50 µg/m³ rot markiert].

Die mittlere PM₁₀-Konzentration betrug für den Messzeitraum 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017 am Messort in Ismaning (mobile LGM) 14 µg/m³ und an der Hauptmessstation LHY7 jeweils 14 µg/m³. Die Verläufe der PM₁₀-Mittelwerte zeigen, mit Ausnahme des Neujahrstages, eine gute Übereinstimmung zwischen den Messorten.

Im Dezember 2016 und Januar 2017 wurden aufgrund der bereits unter 3.1 erläuterten ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen typischerweise höhere PM₁₀-Konzentrationen festgestellt.

Durch die insgesamt unauffälligen PM₁₀-Konzentrationen und geringen Unterschiede zwischen den beiden Messstandorten kann kein signifikanter Einfluss lokaler Emittenten auf die PM₁₀-Konzentrationen festgestellt werden.

In Tabelle 14 sind die statistischen Kenngrößen der ermittelten PM_{2,5}-Konzentrationen dargestellt. Abbildung 29 zeigt den zeitlichen Verlauf der monatlichen PM_{2,5}-Konzentrationen am Messort Ismaning im Vergleich zu der Hauptmessstation LHY7.

Tabelle 14. Kenngrößen der PM_{2,5}-Konzentration [mobile LGM/ LHY7].

Kenngröße	Einheit	mobile LGM	LHY7	39.
		PM _{2,5}	PM _{2,5}	BImSchV
Juli 16	µg/m ³	8	8	
August 16	µg/m ³	8	8	
September 16	µg/m ³	11	10	
Oktober 16	µg/m ³	8	8	
November 16	µg/m ³	10	10	
Dezember 16	µg/m ³	14	13	
Januar 17	µg/m ³	36	22	
Mittelwert	µg/m³	11	10	25¹⁾
max. TMW	µg/m ³	127	56	-
Verfügbarkeit	%	99	100	-

¹⁾ Jahresimmissionswert gemäß 39. BImSchV

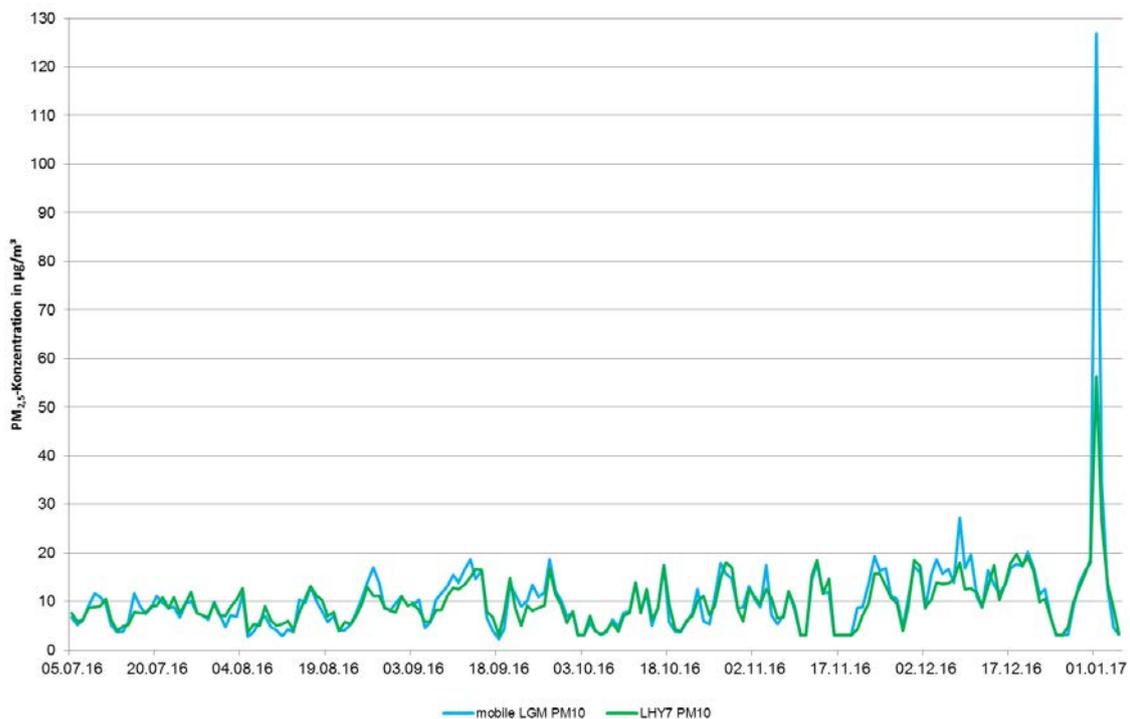


Abbildung 29. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM_{2,5}-Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Tagesmittelwerte].

Für den Messzeitraum 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017 wurde am Messort mobile LGM [Ismaning] eine mittlere PM_{2,5}-Konzentration von 11 µg/m³ bzw. am Messort LHY7 eine mittlere PM_{2,5}-Konzentration von 10 µg/m³ festgestellt.

Anhand der Verläufe der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentrationen sind gute Übereinstimmungen zwischen den Messorten und den beiden Staubfraktionen zu erkennen. Wie auch beim PM_{10} wurden im Dezember 2016 und Januar 2017 die höchsten $PM_{2,5}$ -Konzentrationen bestimmt.

Das Ergebnis der $PM_{10/2,5}$ -Messungen in Ismaning im Vergleich mit $PM_{10/2,5}$ -Messungen an der LHY7 bestätigt, dass mit Ausnahme des Silvesterfeuerwerks, ein relevanter Anteil der lokal vorliegenden Partikelbelastung durch die mesoskalige Immissions- und Ausbreitungssituation der bodennahen Atmosphäre gesteuert wird.

Zur Verdeutlichung der großräumigen Partikelverteilung wurden sogenannte Konzentrationswindrosen erstellt, in denen die jeweiligen Windrichtungen mit den PM_{10} -Konzentrationen der kontinuierlichen PM_{10} -Messungen verglichen wurden.

In Abbildung 30 werden solche Konzentrationswindrosen für die mobile LGM in Ismaning und die Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017 dargestellt.

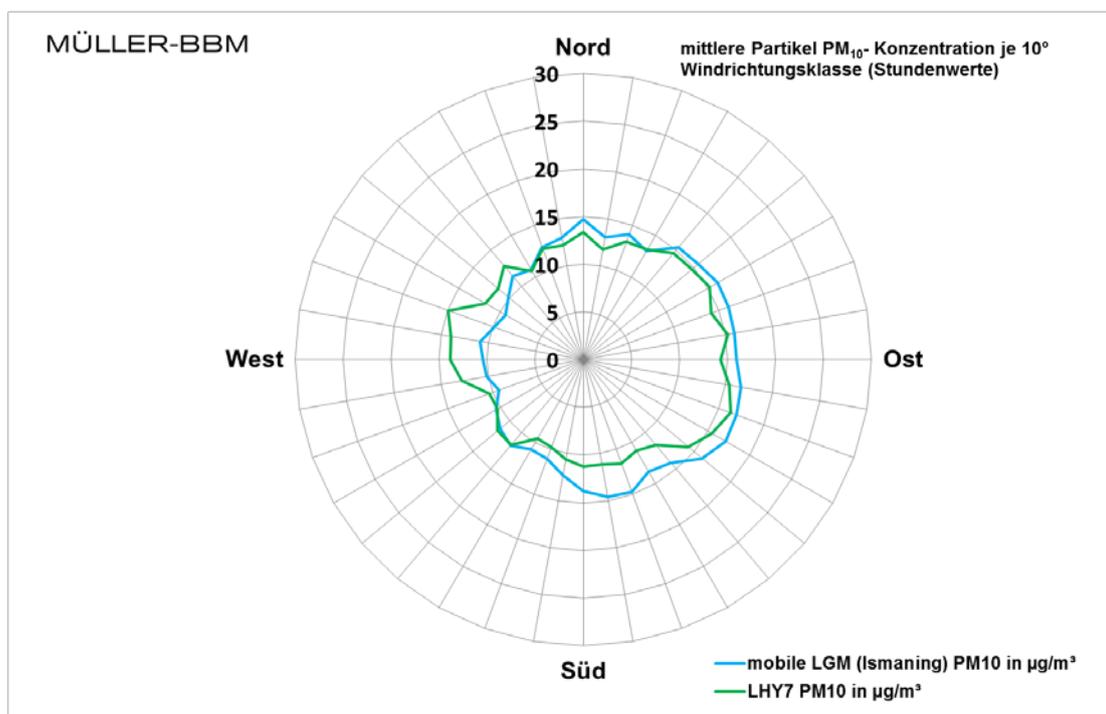


Abbildung 30. Konzentrationswindrose: mittlere PM_{10} -Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10° -Windrichtungsklasse [WRK] an den Messorten mobile LGM und LHY7 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 05.07.16 - 05.01.17.

In Tabelle 15 sind zudem die mittleren Abweichungen zwischen der mobilen LGM in Ismaning und der Hauptmessstation LHY7 mit Bezug auf die vier Windsektoren Nord, Ost, Süd und West sowie die Calmen [Windgeschwindigkeit $<0,5$ m/s] dargestellt.

Tabelle 15. Mittlere PM₁₀-Konzentration und -differenz je Windsektor.

Windrichtungssektoren WRS			mobile LGM	LHY7	Differenz mobile LGM zu LHY7
Mittelwert			PM ₁₀	PM ₁₀	PM ₁₀
Sektor	von	bis	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
1 (Ost)	46	135°	16	15	1
2 (Süd)	136°	225°	13	11	2
3 (West)	226°	315°	10	12	-2
4 (Nord)	316°	045°	13	13	0
5 (Kalmen)	<	0,5 m/s	18	13	5

Abbildung 30 und Tabelle 15 zeigen, dass generell die höchsten Konzentrationen bei östlichen Windrichtungen bzw. bei Windstillen auftreten. Die höheren Konzentrationen bei Ostwind und Windstille sind auf die bereits genannten ungünstigen Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen. Erhöhte Partikelkonzentrationen konnten bei vorherigen mobilen Luftgütemessungen in Eitting, Pulling, Fraunberg und Haimhausen auch bereits festgestellt werden, wenn großräumige Ostanströmung mit dem damit verbundenen Ferntransport von Partikeln dominierte.

Die PM₁₀-Differenzen bei der windrichtungsabhängigen Auswertung zwischen der mobilen LGM [Ismaning, westlich des Flughafens] und der Hauptmessstation LHY7 (östlich der südlichen Start- und Landebahn) bewegen sich für die Windsektoren Ost, Süd, West und Nord grundsätzlich im Bereich der Messunsicherheit. Die größte Differenz zwischen der mobilen LGM in Ismaning und der Hauptmessstation LHY7 wurde bei Windstillen registriert. Ursachen hierfür können lokale Emittenten bzw. Verkehrswege wie die Autobahnen A99/ A9 und die Bundesstraße B471 bzw. bei Südwind der Ballungsraum München sein.

7.2. Stickstoffdioxid [NO₂]

In Tabelle 16 sind die statistischen Kenngrößen der NO₂-Konzentration von der mobilen LGM in Ismaning und der Hauptmessstation LHY7 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

In Abbildung 31 sind die mittleren Verläufe der NO₂-Konzentrationen für die beiden Messorte grafisch dargestellt.

Tabelle 16. Kenngrößen der NO₂-Konzentration [mobile LGM/ LHY7/ LHY4].

Kenngröße	Einheit	mobile LGM NO₂	LHY7 NO₂	LHY4 NO₂	39. BlmSchV
Juli 16	µg/m ³	14	15	19	
August 16	µg/m ³	12	15	18	
September 16	µg/m ³	16	20	25	
Oktober 16	µg/m ³	18	22	23	
November 16	µg/m ³	23	24	25	
Dezember 16	µg/m ³	27	31	31	
Januar 17	µg/m ³	20	31	23	
Mittelwert	µg/m³	19	21	23	40¹⁾
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	79	80	102	
1h-Mittelwert >200 µg/m³	Anzahl	0	0	0	18²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	4	3	4	
Verfügbarkeit	%	96	98	99	

¹⁾ Jahresimmissionswert NO₂ gemäß 39. BlmSchV

²⁾ maximaler 1-h-Mittelwert von 200 µg/m³ mit 18 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BlmSchV

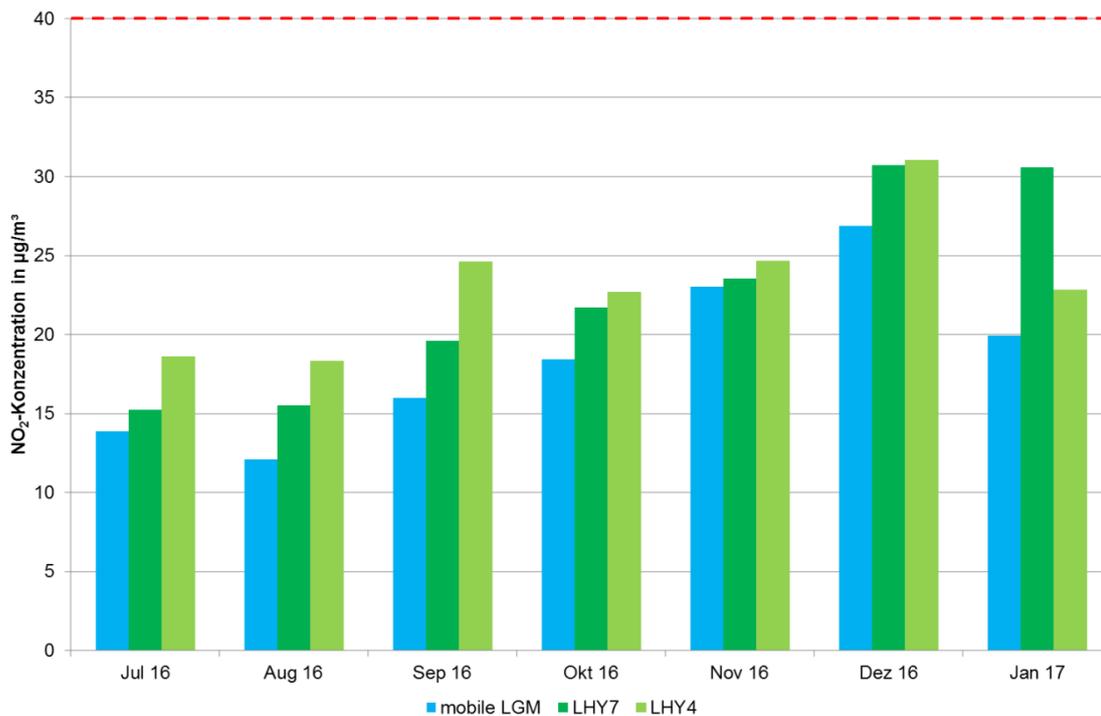


Abbildung 31: Verlauf der NO₂-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Kalenderjahr 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

An der mobilen Luftgütemessstation in Ismaning wurde mit 19 µg/m³ eine im Mittel ca. 2 µg/m³ geringere NO₂-Konzentration als an der Hauptmessstation LHY7 bzw. 4 µg/m³ geringere NO₂-Konzentration als an der Messstation LHY4 festgestellt. In fast allen Messmonaten wurden an der Messstation LHY4 die höchsten NO₂-Konzentrationen ermittelt. Die Monatsmittelwerte aller Messstationen lagen deutlich unterhalb des Jahresimmissionsgrenzwertes von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV. Wie auch bei den Partikeln wurden im Winterhalbjahr typischerweise höhere NO₂-Konzentrationen ermittelt. Dies kann auch auf die ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen zurückgeführt werden.

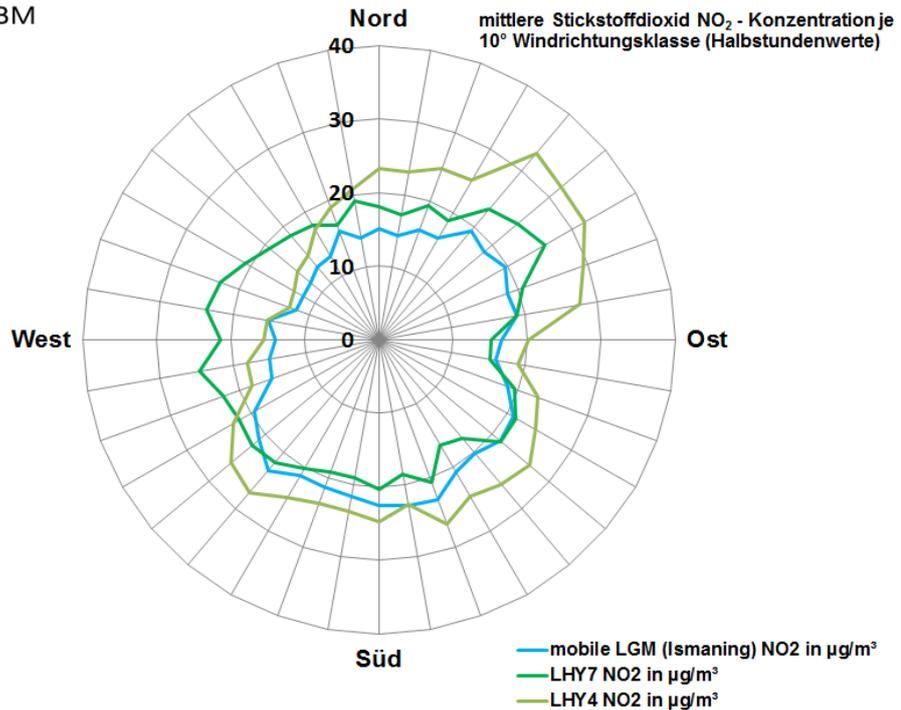


Abbildung 32. Konzentrationswindrose: mittlere NO₂-Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10°-Windrichtungsklasse [WRK] an den Messorten mobile LGM, LHY7 und LHY4 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 05.07.16 - 05.01.17.

In Tabelle 17 sind die mittleren Abweichungen zwischen Ismaning und dem Messort LHY4 und der Hauptmessstation LHY7 mit Bezug auf die vier Windsektoren Nord, Ost, Süd und West sowie die Calmen [Windgeschwindigkeit <0,5 m/s] dargestellt.

Tabelle 17. Mittlere NO₂-Konzentration und -differenz je Windsektor.

Windrichtungssektoren WRS			mobile LGM	LHY4	LHY7	Differenz mobile LGM zu LHY4	Differenz mobile LGM zu LHY7
Mittelwert			NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂
Sektor	von	bis	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
1 (Ost)	46	135°	18,5	25,4	19,6	-7	-1
2 (Süd)	136°	225°	23,0	25,5	20,2	-2	3
3 (West)	226°	315°	16,6	18,6	22,8	-2	-6
4 (Nord)	316°	045°	15,5	23,0	19,5	-8	-4
5 (Kalmen)	<	0,5 m/s	21,3	35,9	24,0	-15	-3

Die Konzentrationswindrosen der Messorte mobile LGM [Ismaning], LHY4 und Hauptmessstationen LHY7 belegen, dass die Stickstoffdioxidkonzentrationen im Gegensatz zu den Partikeln maßgeblich durch lokale und bodennahe Effekte geprägt werden.

Die höchsten NO₂-Konzentrationen wurden in Ismaning bei Südwind [Abwind des Ballungsgebiets München] bzw. an der LHY4 und LHY7 bei windstillen Situationen ermittelt. Bei geringen Windgeschwindigkeiten führen neben lokalen Emittenten auch die ungünstigeren Austauschbedingungen zu höheren Schadstoffkonzentrationen.

Bei Betrachtung der östlichen Windrichtungen wurden an der mobilen LGM in Ismaning um ca. 7 µg/m³ niedrigere NO₂-Konzentrationen im Vergleich zur Station LHY4 festgestellt.

Bei Betrachtung der westlichen Windrichtungen wurden an der mobilen LGM in Ismaning im Vergleich zur Station LHY4 und zur Hauptmessstation LHY7 um ca. 2 µg/m³ bzw. 6 µg/m³ niedrigere NO₂-Konzentrationen bestimmt.

Signifikant sind zudem die Differenzen bei Nordwinden. Bei diesen Windverhältnissen wurden an der mobilen LGM in Ismaning deutlich geringere NO₂-Konzentrationen als an der Station LHY4 registriert. Ein Einfluss des Abwindes des Flughafens auf den Messstandort Ismaning kann somit ausgeschlossen werden.

Informativ sind in Tabelle 18 und in Abbildung 33 die Kenngrößen der NO-Konzentration zusammengefasst. Für diesen Parameter gibt es in der 39. BImSchV keinen Immissionsgrenzwert.

Tabelle 18. Kenngrößen der NO-Konzentration [mobile LGM/ LHY7/ LHY4].

Kenngröße	Einheit	mobile	LHY7	LHY4	39.
		LGM	NO	NO	BImSchV
		NO	NO	NO	
Juli 16	µg/m ³	2	3	3	
August 16	µg/m ³	3	3	5	
September 16	µg/m ³	7	6	13	
Oktober 16	µg/m ³	9	9	15	
November 16	µg/m ³	14	11	18	
Dezember 16	µg/m ³	28	18	29	
Januar 17	µg/m ³	24	25	23	
Mittelwert	µg/m³	11	9	14	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	331	160	303	
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	1	1	14	
Verfügbarkeit %	%	96	98	99	

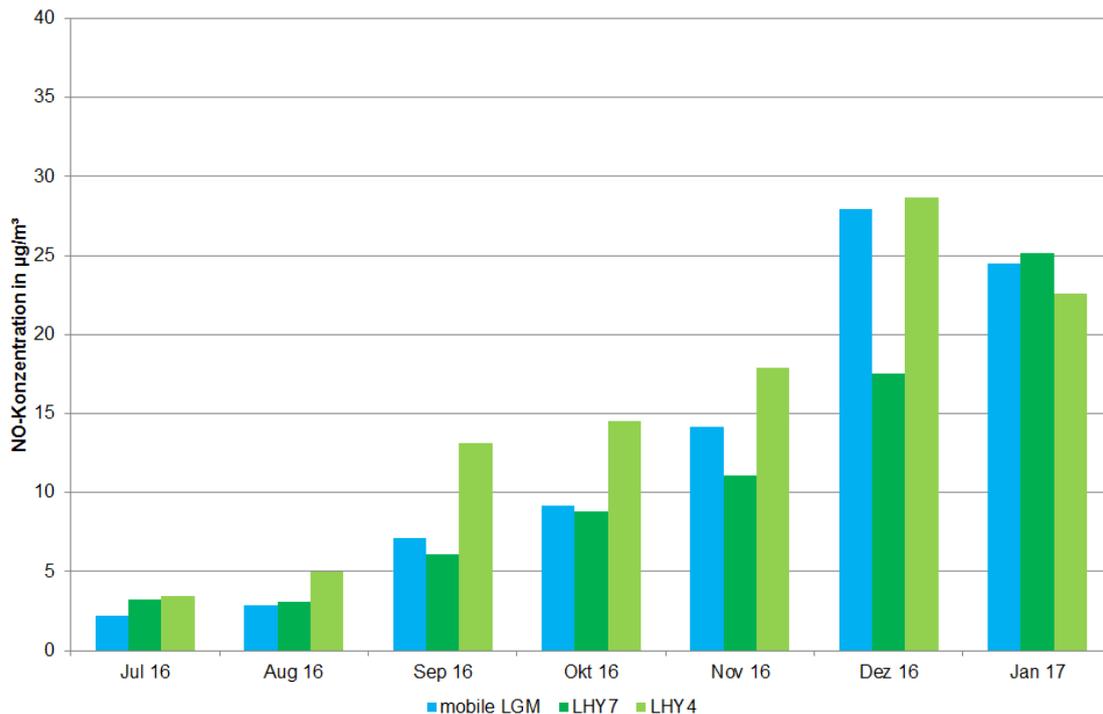


Abbildung 33: Verlauf der NO-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Monatsmittelwerte].

Beim NO wurde am Messort Ismaning mit $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höhere NO-Konzentration als an der LHY7 bzw. eine $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigere NO-Konzentration als an der LHY4 ermittelt.

Die höchsten NO-Konzentrationen wurden im Dezember 2016 bzw. Januar 2017 ermittelt. In diesen Monaten gab es durch vermehrt auftretende, lokale Inversionen ungünstige Austauschbedingungen, weshalb die NO-Konzentrationen in diesem Monat erhöht waren.

7.3. Schwefeldioxid (SO_2)

In Tabelle 19 sind die statistischen Kenngrößen der SO_2 -Konzentration von Ismaning (mobile LGM) und der Hauptmessstation LHY7 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

In Abbildung 34: Verlauf der SO_2 -Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Tagesmittel $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert] grafisch dargestellt.

Tabelle 19. Kenngrößen der SO₂-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Kenngröße	Einheit	mobile LGM SO ₂	LHY7 SO ₂	39. BImSchV
Juli 16	µg/m ³	2	2	
August 16	µg/m ³	2	2	
September 16	µg/m ³	2	2	
Oktober 16	µg/m ³	2	2	
November 16	µg/m ³	2	2	
Dezember 16	µg/m ³	2	2	
Januar 17	µg/m ³	2	3	
Mittelwert	µg/m³	2	2	
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	6	9	
1h-Mittelwert >350 µg	Anzahl	0	0	24¹⁾
Max. TMW	µg/m ³	3	3	
TMW >125 µg/m³	Anzahl	0	0	3²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	2	2	
Verfügbarkeit %	%	96	98	

¹⁾ maximaler 1-h-Mittelwert von 350 µg/m³ mit 24 zulässigen Überschreitungen gemäß 39. BImSchV

²⁾ maximaler Tagesmittelwert von 125 µg/m³ mit 3 zulässigen Überschreitungstagen gemäß 39. BImSchV

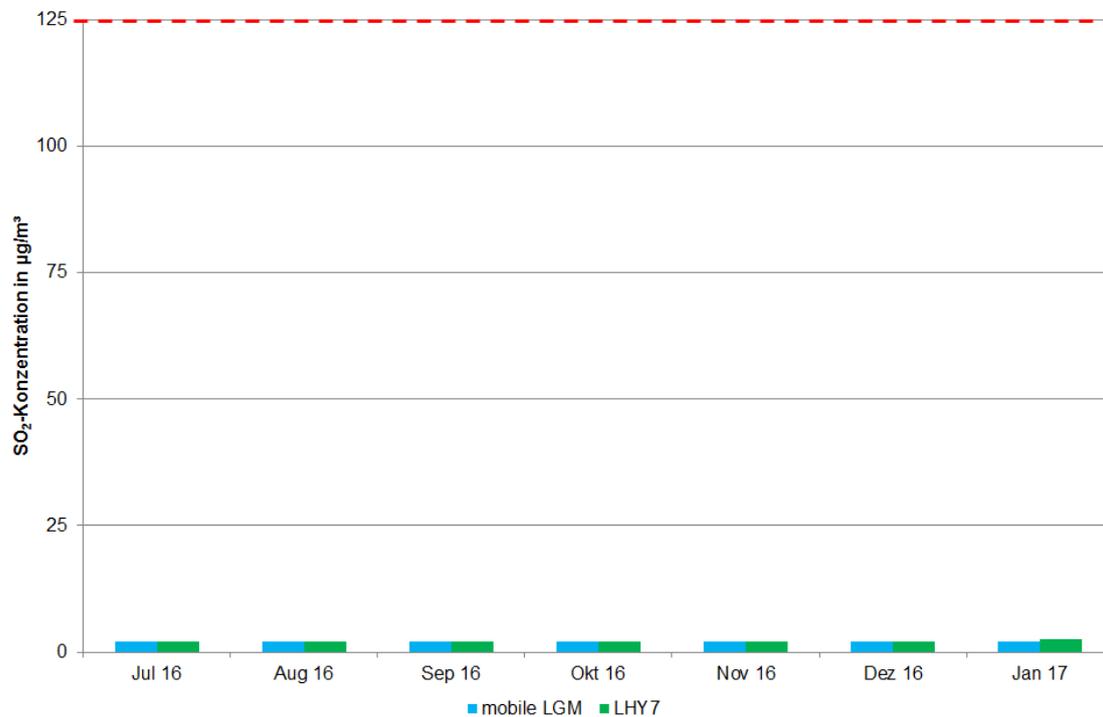


Abbildung 34: Verlauf der SO₂-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Tagesmittel 125 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

Die Monatsmittelwerte an den beiden Messstationen mobile LGM in Ismaning und Hauptmessstation LHY7 lagen in allen Monaten im Bereich von 2 µg/m³. An beiden Messstationen wurden überwiegend Halbstunden- bzw. Stundenmittelwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 2 µg/m³ ermittelt. Ein typischer Jahresgang ist bei SO₂ aufgrund der geringen Konzentrationen nicht zu erkennen.

7.4. Ozon [O₃]

In Tabelle 20 sind die statistischen Kenngrößen der Ozon-Konzentration von Ismaning (mobile LGM) und der stationären Hauptmessstation LHY7 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

In Abbildung sind die mittleren Verläufe der Ozon-Konzentrationen für die beiden Messorte grafisch dargestellt.

Tabelle 20. Kenngrößen der O₃-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Kenngröße	Einheit	mobile LGM	LHY7	39. BImSchV
		O₃	O₃	
Juli 16	µg/m ³	63	63	
August 16	µg/m ³	52	56	
September 16	µg/m ³	43	47	
Oktober 16	µg/m ³	20	22	
November 16	µg/m ³	20	23	
Dezember 16	µg/m ³	17	18	
Januar 17	µg/m ³	31	29	
Mittelwert	µg/m³	35	37	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	154	152	
Max. 8h-Mittelwert	µg/m ³	140	135	
1h-Mittelwert >180 µg/m³	Anzahl	0	0	180¹⁾
8h-Mittelwert >120 µg/m³	Anzahl	8	11	25²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	3	3	
Verfügbarkeit %	%	96	98	

¹⁾ maximaler 1-h-Mittelwert von 180 µg/m³ gemäß 39. BImSchV

²⁾ maximaler 8-h-Mittelwert mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr gemäß 39. BImSchV

Die mittlere Ozonkonzentration in Ismaning im Messzeitraum betrug 35 µg/m³ und lag somit ca. 2 µg/m³ unter dem Mittelwert der Hauptmessstation LHY7. Die höchsten Ozonkonzentrationen wurden typischerweise in den Sommermonaten bestimmt.

In Abbildung 35 ist der Verlauf der Ozonkonzentration in Ismaning im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 grafisch dargestellt.

Der Immissionszielwert von 120 µg/m³ für den gleitenden 8-Stundenmittelwert mit 25 zulässigen Überschreitungstagen pro Jahr wurde an der mobilen LGM in Ismaning im Messzeitraum an 8 Tagen überschritten. Im Vergleich hierzu wurde an der Hauptmessstation LHY7 im Messzeitraum der Immissionszielwert an 11 Tagen überschritten.

Der maximale Stundenmittelwert an der mobilen LGM betrug $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Stundenmittel. An der LHY7 wurde ein maximaler Stundemittelwert von $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt.

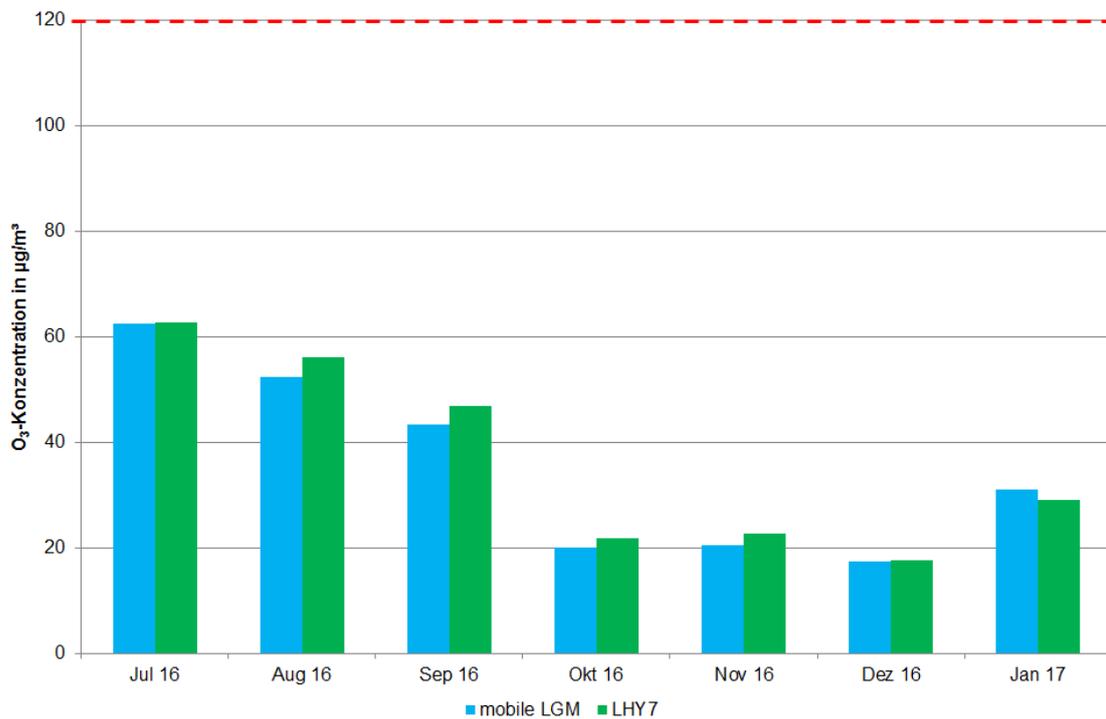


Abbildung 35. Verlauf der O_3 -Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert].

Anhand des Verlaufs der Ozonkonzentration zeigen sich sehr gute Übereinstimmungen zwischen den beiden Messorten. In allen Messmonaten wurden an der mobilen LGM Ismaning niedrigere Ozonkonzentrationen als an der Hauptmessstation LHY7 festgestellt. Typischerweise wurden wie auch an den LÜB-Stationen in den Sommermonaten, durch die Sonneneinstrahlung begünstigt, höhere Ozonkonzentrationen gemessen.

7.5. Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol und n-Alkane

In Tabelle 21 sind die Mittelwerte der BTEX- und n-Alkan-Messungen von Ismaning (mobile LGM) und der stationären Hauptmessstation LHY7 zusammengefasst.

In Abbildung 36 und Abbildung 37 sind die Verläufe der Einzelprobenahmen der Benzol- und der n-Alkan-Konzentrationen für den Messzeitraum grafisch dargestellt.

Tabelle 21. Kenngrößen der BTEX- und n-Alkan-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

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	0,9	5 ¹⁾
	Toluol	2,0	30 ²⁾
	Ethylbenzol	0,4	880 ³⁾
	m+p-Xylol	1,4	
	o-Xylol	0,5	
	Σ Xylole	1,8	30 ²⁾
n-Alkane	n-Hexan	0,37	0,22
	n-Heptan	0,33	0,17
	n-Oktan	0,10	0,06
	n-Nonan	0,09	0,08
	n-Dekan	0,11	0,08
	n-Undekan	0,10	0,07
	n-Dodekan	0,06	0,04
	n-Tridekan	0,04	0,04
	n-Tetradekan	0,04	0,04
	Σ n-Alkane	1,2	0,80

¹⁾ Immissionsgrenzwert für das Jahr [39. BImSchV]

²⁾ Zielwert für das Jahr [LAI]

³⁾ 1/100 AGW

⁴⁾ Innenraum-Richtwert [Vorsorgewert] für C9-C14-Alkane/Isoalkane, UBA

Der Benzolmittelwert an der mobilen LGM in Ismaning war mit $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höher als an der Hauptmessstation LHY7. Diese Tendenz war bei allen organischen Messparametern zu erkennen. Signifikant sind im Besonderen die Konzentrationsunterschiede bei Toluol und den Xylole. An der mobilen LGM wurden bei diesen Parametern im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 um ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höhere Konzentrationen bestimmt. In allen Einzelproben waren diese Tendenzen zu erkennen. Eine Ursache bzw. ein direkter Emittent konnte nicht ermittelt werden. Die Zielwerte des LAI für das Jahr von jeweils $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Toluol und die Xylole wurden aber deutlich unterschritten.

Bei den n-Alkanen wurden ebenfalls in Summe in Ismaning höhere Konzentrationen festgestellt als an der Hauptmessstation LHY7. Der Mittelwert betrug an der mobilen LGM in Ismaning $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. an der Hauptmessstation LHY7 $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In diesem niedrigen Konzentrationsbereich sind die Messunsicherheiten im Vergleich zum Messergebnis groß.

Die gemessenen Werte liegen bei beiden Messorten 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-Okтан bis n-Tridekan erhöht sind, konnte an keinem der Messorte nachgewiesen werden.

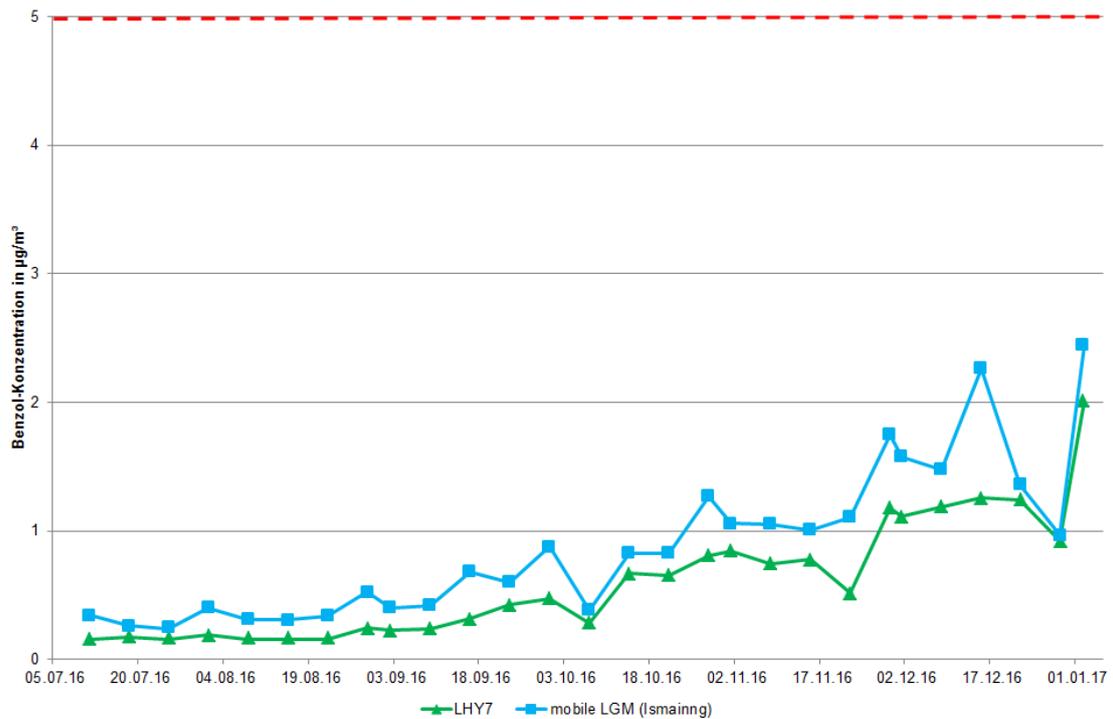


Abbildung 36: Verlauf der Benzol-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Wochenmittelwerte, Immissionsgrenzwert $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert].

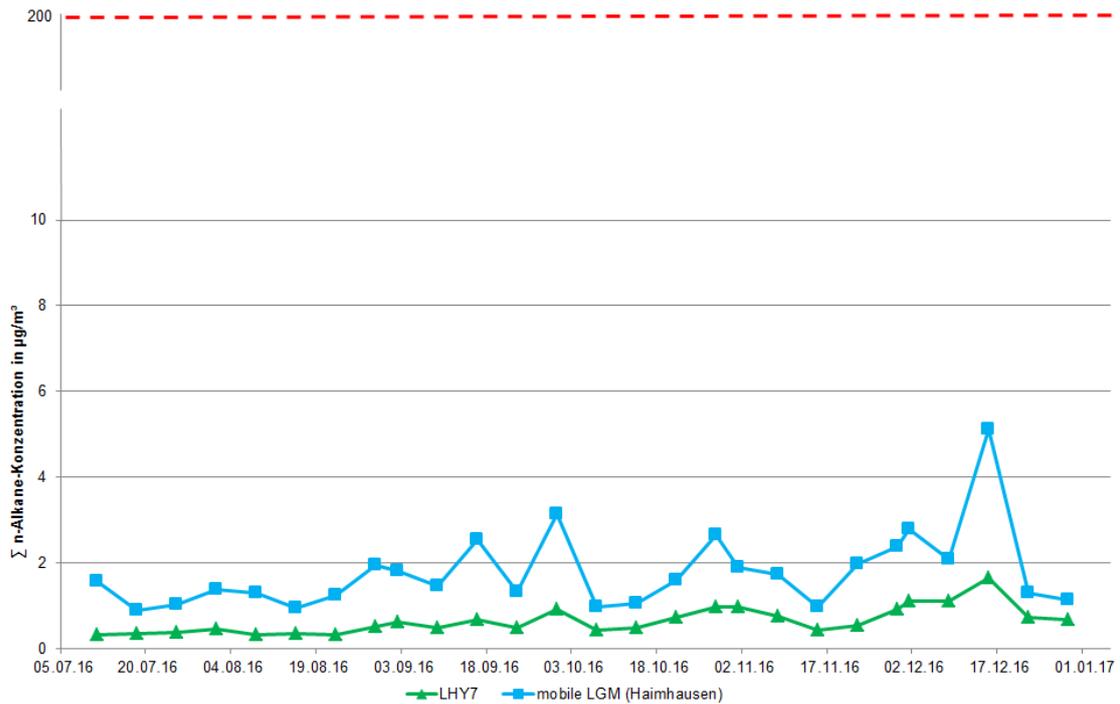


Abbildung 37: Verlauf der n-Alkan-Konzentration [Summe] der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 05.07.16 - 05.01.17 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

Anhand der Verläufe für die Benzol- und n-Alkan-Konzentrationen der mobilen Messstation Ismaning und der Hauptmessstation LHY7 sind grundsätzliche gute Übereinstimmungen zwischen den Stationen erkennbar. An beiden Messorten wurden im Winter höhere Kohlenwasserstoffkonzentrationen als im Sommer bestimmt. In allen Einzelproben lagen sowohl die Benzol- als auch n-Alkan-Konzentrationen in Ismaning über dem Niveau der Hauptmessstation LHY7. Die Ursache hierfür ist wie bereits erwähnt nicht bekannt.

7.6. Benzo[a]pyren

In Tabelle 22 und Abbildung 38 sind die gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentrationen im PM₁₀ für die Messorte mobile LGM in Ismaning und Hauptmessstation LHY7 als Monatsmittelwerte und Mittelwerte für den Messzeitraum dargestellt. Die Ermittlung der Monatskenngrößen erfolgte hierbei für die Monate Juli 2016 bis Dezember 2017.

Tabelle 22. Kenngrößen der Benzo[a]pyren-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Benzo(a)pyren in der Partikelfraktion PM10		mobile LGM	LHY7	39. BImSchV
Juli 16	ng/m ³	0,02	0,01	
August 16	ng/m ³	0,02	0,01	
September 16	ng/m ³	0,04	0,03	
Oktober 16	ng/m ³	0,28	0,16	
November 16	ng/m ³	0,70	0,39	
Dezember 16	ng/m ³	0,81	0,50	
Mittelwert	ng/m³	0,27	0,16	1¹⁾

1) Zielwert für das Kalenderjahr nach 39. BImSchV

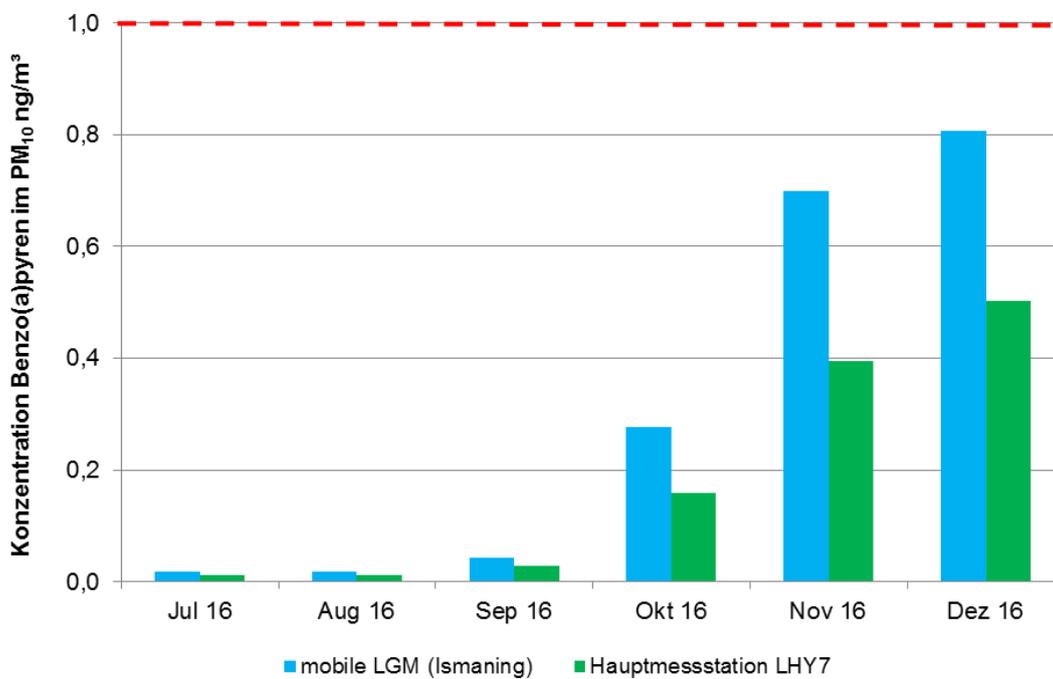


Abbildung 38: Vergleich der Benzo[a]pyren-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 [Monatsmittelwerte, Zielwert für das Jahr 1 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

An der mobilen LGM in Ismaning wurde im Mittel eine Benzo[a]pyren-Konzentration von $0,27 \text{ ng/m}^3$ ermittelt. Die BaP-Konzentration an der Hauptmessstation LHY7 war mit $0,16 \text{ ng/m}^3$ niedriger. Die höheren Konzentrationen im Bereich der mobilen LGM sind wahrscheinlich auf die im Umfeld betriebenen Kleinf Feuerungen mit Holz als Brennstoff zurückzuführen. Folglich wurden die höchsten Benzo[a]pyren-Konzentrationen typischerweise in der Heizperiode, Oktober 2016 bis Dezember 2016, ermittelt.

Die großen jahreszeitlichen Schwankungen sind, wie bereits unter 6. erwähnt, für Benzo[a]pyren charakteristisch. Ähnliche Konzentrationsverläufe wurden auch an den bereits untersuchten mobilen Messstandorten (Eitting, Pulling, Fraunberg und Haimhausen) ermittelt.

8. Zusätzliche Vergleichsbetrachtungen

8.1. Vergleich mit ausgewählten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB)

Für die Bewertung der ermittelten PM₁₀-, PM_{2,5}-, NO₂- und O₃-Konzentrationen werden die Monatsmittelwerte der Messungen am Messort in Ismaning mit Messwerten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt verglichen. Als Referenzstandorte wurden die LÜB-Stationen München-Stachus (städtisch/Verkehr), München-Johanneskirchen (vorstädtisch / ländlicher Hintergrund) und Andechs (ländlich, regional) ausgewählt. Es ist hierbei zu beachten, dass die LfU-Messdaten noch nicht abschließend auf Plausibilität geprüft wurden [27].

In Tabelle 23 sind die mittleren Immissionskonzentrationen der LÜB-Stationen im Vergleich zur mobilen LGM in Ismaning dargestellt. Die Mittelwertbildung erfolgte über den Messzeitraum 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017.

In Abbildung 39 bis Abbildung 42 sind zusätzlich die Verläufe der LÜB-Messstationen im Vergleich zur mobilen LGM in Ismaning grafisch dargestellt. In den Abbildungen sind jeweils die Monatsmittelwerte für Juli bis Dezember 2016 dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass für den Monat August an der LÜB-Station Andechs keine PM₁₀-Messdaten vorliegen.

Tabelle 23. Mittelwerte der LÜB-Stationen im Vergleich zur mobilen LGM in Ismaning (Juli 2016 bis Januar 2017).

Messparameter	LÜB-Stationen			Ismaning mobile LGM µg/m ³
	M-Stachus	Andechs	M-Johannes- kirchen	
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	
NO ₂ -Konzentration	55	7	23	19
PM ₁₀ -Konzentration	27	12	18	14
PM _{2,5} -Konzentration	16	8	13	11
O ₃ -Konzentration	30	51	39	35

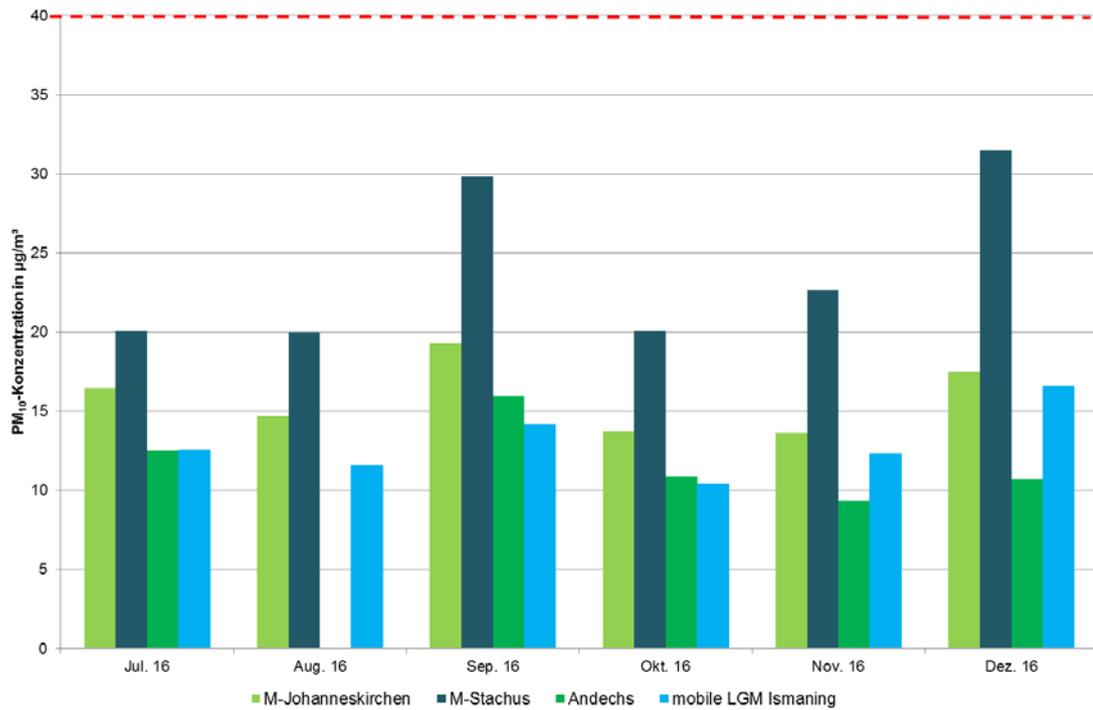


Abbildung 39: Vergleich der PM₁₀-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning [Monatsmittelwerte, PM₁₀-Jahresgrenzwert 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

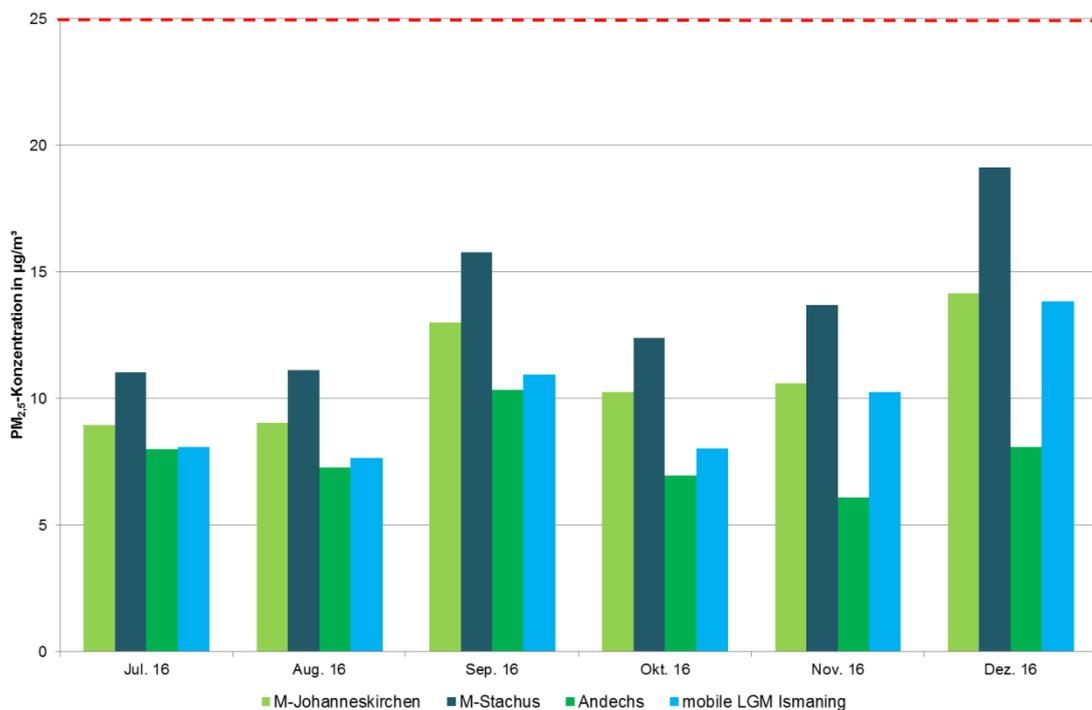


Abbildung 40: Vergleich der PM_{2,5}-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning [Monatsmittelwerte, PM_{2,5}-Jahresgrenzwert 25 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

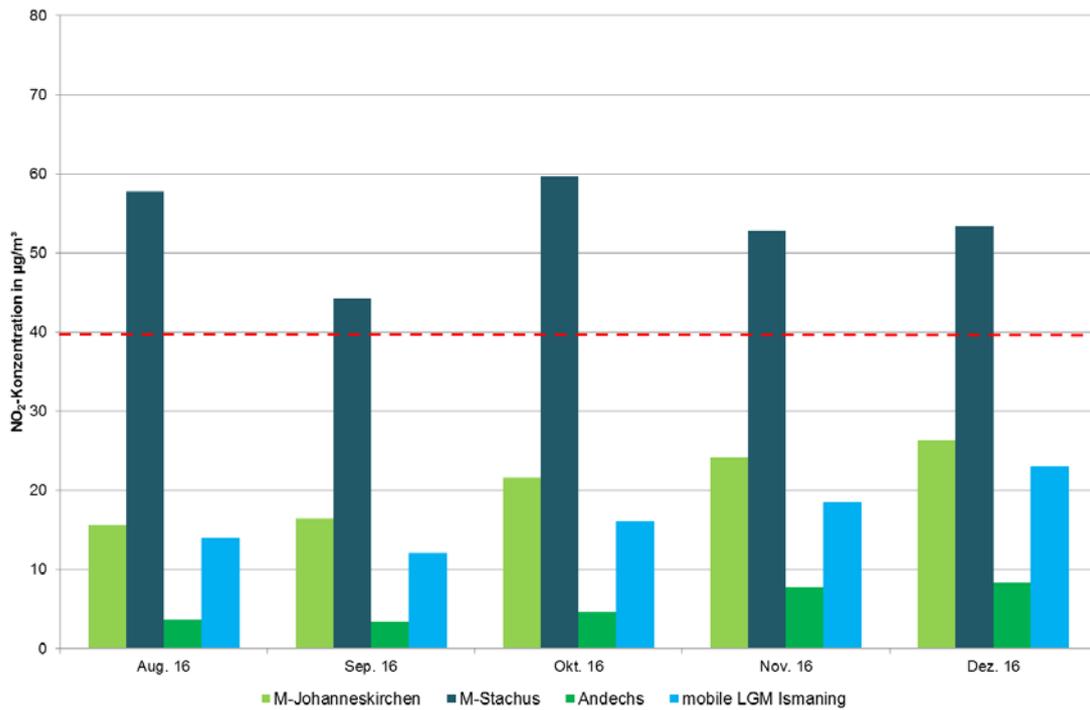


Abbildung 41: Vergleich der NO₂-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning (Monatsmittelwerte, NO₂-Jahresgrenzwert 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

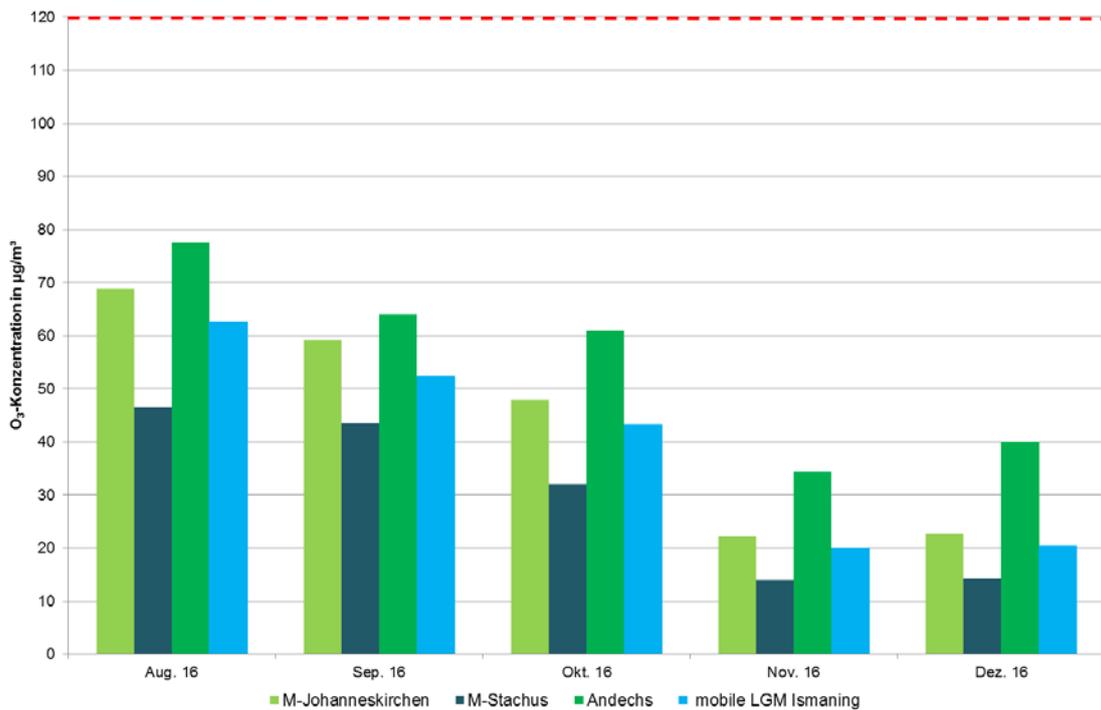


Abbildung 42: Vergleich der O₃-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Ismaning (Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m³ rot, gestrichelt markiert).

Im Vergleich aller Stationen zeigt sich, dass die ermittelten Immissionskonzentrationen der mobilen LGM in Ismaning i.d.R. zwischen den Konzentrationen der LÜB-Station München-Johanneskirchen und Andechs liegen. Das Immissionsniveau in Ismaning entspricht somit dem typischen vorstädtischen bis teilweise ländlichen Hintergrund.

Zwischen diesen Stationen zeigt sich im Vergleich der Monatskenngrößen auch die größte Übereinstimmung. Die jahreszeitlichen Konzentrationsverläufe in Abhängigkeit der Meteorologie aus Abschnitt 6 und Abschnitt 7 können durch den Vergleich mit diesen LÜB-Messstationen bestätigt werden.

Erwartungsgemäß wurden die Differenzen der Partikel- und Stickstoffdioxidkonzentrationen zwischen Andechs und der mobilen LGM in Ismaning mit Eintreten der Heizperiode höher.

An der innerstädtischen Verkehrsstation München-Stachus ist die Situation differenzierter zu bewerten. Während die Partikelkonzentrationen verkehrsnah auf einem etwas höheren Niveau einem ähnlichen jahreszeitlichen Verlauf zu den verkehrsfernen Messungen folgen, ist die Immissionssituation für Stickstoffdioxid (NO_2) und Ozon an verkehrsnahen Messorten gegenüber verkehrsfernen Messorten gegensätzlich. Durch ozonbedingte NO_2 -Bildung gibt es an verkehrsnahen Messorten im Sommer teilweise höhere NO_2 -Konzentrationen als im Winter. Zeitgleich sind durch die photochemische Reaktion von NO und Ozon die Ozonkonzentrationen an verkehrsnahen Messorten geringer als an verkehrsfernen Messorten.

Die höheren NO_2 -Zusatzbelastungen im Sommer an verkehrsnahen Messorten sind somit größtenteils auf die Oxidation von NO mit Ozon zurückzuführen.

8.2. 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_2), Schwefeldioxid (SO_2) und die Partikel PM_{10} erstellt [26].

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 24. Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftqualitätsindex.

Bewertung	Benzol [µg/m³]	NO ₂ [µg/m³]	PM ₁₀ [µg/m³]	SO ₂ [µg/m³]	LaQx Klasse	Farbe
sehr gut	0,0 – 0,2	0 – 12	0 – 7	0 – 5	1	
gut	0,3 – 1,0	13 – 20	8 – 15	6 – 10	2	
befriedigend	1,1 – 2,0	21 – 30	16 – 30	11 – 20	3	
ausreichend	2,1 – 5,0	31 – 40	31 – 40	21 – 120	4	
Grenzwert	5	40	40	120		
schlecht	5,1 – 25,0	41 – 200	41 – 50	121 – 350	5	
sehr schlecht	> 25	> 200	> 50	>350	6	

Auf Grundlage dieses Langzeit-Luftqualitätsindexes können die gemessenen mittleren Immissionskonzentrationen an Benzol, Stickstoffdioxid, Partikel PM₁₀ und Schwefeldioxid wie folgt bewertet werden.

Tabelle 25. Bewertung der Luftqualität in Ismaning.

Parameter	Mittelwert des Messzeitraums	Bewertung	LaQx Klasse	Farbe
Benzol	0,9 µg/m³	gut	2	
NO ₂	19 µg/m³	gut	2	
PM ₁₀	14 µg/m³	gut	2	
SO ₂	2 µg/m³	sehr gut	1	

Auch wenn der Messzeitraum nicht ein ganzes Jahr umfasste, kann im Analogieschluss, z. B. durch die unter 7 und 8.1 durchgeführten Vergleiche mit langjährig betriebenen Messstationen, die Luftgüte nach LaQx in Ismaning für Benzol, Stickstoffdioxid (NO₂) und PM₁₀ als „gut“ und für Schwefeldioxid als „sehr gut“ bezeichnet werden.

9. Zusammenfassung

Die Flughafen München GmbH betreibt mehrere lufthygienische Messstationen im Umfeld des Flughafens. 2013 wurde von der Flughafen München GmbH zusätzlich eine mobile Luftgütestation angeschafft, um in den Anrainergemeinden des Flughafens weitere Immissionsmessungen anbieten zu können.

Mit der mobilen Luftgütemessstation können neben den meteorologischen Randparametern die immissionsseitig im Umfeld eines Flughafens relevanten Luftschadstoffe Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}, Stickstoffoxide [NO und NO₂], Ozon [O₃], Schwefeldioxid [SO₂], Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol [BTEX], n-Alkane als Tracer für Kerosin [C6 – C14], sowie Benzo[a]pyren im PM₁₀ gemessen werden.

Die Gemeinde Ismaning hat im Oktober 2015 ihr Interesse an der Durchführung von Luftgütemessungen im Gemeindegebiet bekundet. Nach einer Ortsbesichtigung im Mai 2016 wurde gemeinsam mit Vertretern der Gemeinde Ismaning, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt [LfU], dem Flughafen München und der Müller-BBM GmbH ein Messstandort am Sportplatz FC-Ismaning ausgewählt.

Die mobilen Luftgütemessungen wurden anschließend über einen Zeitraum von knapp sechs Monaten zwischen 5. Juli 2016 und 5. Januar 2017 durchgeführt. Dieser Messzeitraum kann als repräsentativ angesehen werden, da sowohl Teile des Sommer- als auch des Winterhalbjahres erfasst wurden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die jeweiligen Grenz- und Zielwerte der 39. BImSchV den Messergebnissen der mobilen LGM [Ismaning] gegenübergestellt.

Tabelle 26. Vergleich Beurteilungswerte 39. BImSchV mit den Messwerten der mobilen LGM [Ismaning].

Messparameter	39. BImSchV			mobile LGM Ismaning	
	Grenz- bzw. Zielwert		Zul. Überschreitung	Mittelwert bzw. Maximalwert (max.)	Überschreitung
Partikel PM ₁₀	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	14 µg/m ³	-
	Tagesgrenzwert	50 µg/m ³	35	max. 156 µg/m ³	1
Partikel PM _{2,5}	Jahresgrenzwert	25 µg/m ³	-	11 µg/m ³	-
Stickstoffdioxid (NO ₂)	Jahresgrenzwert	40 µg/m ³	-	19 µg/m ³	-
	1-h-Grenzwert	200 µg/m ³	18	max. 79 µg/m ³	0
Ozon (O ₃)	1-h Infoschwelle	180 µg/m ³	-	max. 154 µg/m ³	-
	8-h-Zielwert für den Tag	120 µg/m ³	25	max. 140 µg/m ³	8
Schwefeldioxid (SO ₂)	Tagesgrenzwert	125 µg/m ³	3	max. 2 µg/m ³	0
	1-h-Grenzwert	350 µg/m ³	24	max. 10 µg/m ³	0
Benzol	Jahresgrenzwert	5 µg/m ³	-	0,9 µg/m ³	-
Benzo(a)pyren	Jahreszielwert	1 ng/m ³	-	0,27 ng/m ³	-

Die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bei den Partikelmessungen wurde für PM_{10} ein Mittelwert von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. für $PM_{2,5}$ ein Mittelwert von $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Die Grenzwerte der 39. BImSchV für das Kalenderjahr für PM_{10} von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für $PM_{2,5}$ von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 an einem Kalendertag (Neujahr) überschritten.

Die Partikelimmissionen wurden zudem hauptsächlich durch die mesoskalige Immissions- und Ausbreitungssituation der bodennahen Atmosphäre gesteuert.

- Für Stickstoffdioxid (NO_2) wurde an der mobilen LGM während des Messzeitraums ein Mittelwert von $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bestimmt. Der Grenzwert für das Jahresmittel von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde sicher eingehalten. Der Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (18 zulässige Überschreitungen) wurde ebenfalls nicht überschritten.
- Bei den Ozonmessungen an der mobilen LGM 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 mobilen Luftgütemessungen in Ismaning wurde dieser Zielwert 8 mal überschritten.
- Für Schwefeldioxid (SO_2) wurde im Messzeitraum ein Mittelwert von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Der maximale Tagesmittelwert betrug $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und unterschreitet somit den Immissionswert für den Tag gemäß 39. BImSchV von $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich. Der Immissionswert für das Stundenmittel von maximal $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemäß 39. BImSchV wurde somit ebenfalls bei weitem unterschritten. Zudem lagen 98 % aller SO_2 -Konzentrationen während des Messzeitraums unter der Bestimmungsgrenze von $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Die mittlere Benzol-Konzentration betrug im Messzeitraum $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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) – n-Tetradekan (C14), lag an der mobilen LGM 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 µg/m³. Ein 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 an der mobilen LGM in Haimhausen ein Mittelwert von 0,27 ng/m³ festgestellt. Der Jahreszielwert gemäß 39. BImSchV von 1 ng/m³ wurde somit deutlich unterschritten.

Zur Beurteilung der Luftqualität wird über die rechtsverbindlichen Beurteilungskriterien hinaus der Langzeit-Luftqualitätsindex [LaQx] verwendet, der von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg [LUBW] definiert wurde. Demnach kann die Luftqualität in Ismaning wie folgt eingestuft werden:

Tabelle 27. Bewertung der Luftqualität in Ismaning gemäß Langzeit-Luftqualitätsindex.

Parameter	Mittelwert des Messzeitraums	Bewertung	LaQx Klasse	Farbe
Benzol	0,9 µg/m ³	gut	2	0,3 – 1,0 µg/m ³
NO ₂	19 µg/m ³	gut	2	13 – 20 µg/m ³
PM ₁₀	14 µg/m ³	gut	2	8 – 15 µg/m ³
SO ₂	2 µg/m ³	sehr gut	1	0 – 5 µg/m ³

Auch wenn der Messzeitraum nicht ein ganzes Jahr umfasste, kann im Analogieschluss, z. B. durch die unter 7 und 8.1 durchgeführten Vergleiche mit langjährig betriebenen Messstationen, die Luftgüte nach LaQx in Ismaning für Benzol, Stickstoffdioxid (NO₂) und PM₁₀ als „gut“ und für Schwefeldioxid (SO₂) als „sehr gut“ bezeichnet werden.

Der Vergleich der Messergebnisse der mobilen LGM in Ismaning mit den LÜB-Messstationen zeigt gute Übereinstimmungen. Die Konzentrationen der mobilen LGM in Ismaning waren während des Messzeitraums 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017 zwischen dem Konzentrationsniveau der LÜB-Station München-Johanneskirchen und Andechs. Das Konzentrationsniveau der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning kann somit als vorstädtisch bis ländlich bezeichnet werden.

Es zeigt sich bezogen auf den Messzeitraum 5. Juli 2016 bis 5. Januar 2017 ebenfalls eine gute Übereinstimmung zur Hauptmessstation LHY7 des Flughafens München. Die Luftqualität in Ismaning kann deshalb zukünftig auch über die stationären Messstationen abgeschätzt werden.

10. Index

Alarmschwelle.....	41, 42	Luftreinhaltepläne	40
Benzo[a]pyren	35, 42, 45, 58, 75, 83	n-Alkane	8, 38, 37, 42, 54, 73
Benzol	37, 38, 42, 43, 54, 55, 73, 82	NO	36
Emission.....	32	NO ₂	36, 41, 48, 65
Emittenten.....	11	NO _x	36
Feinstaub	8	O ₃	37, 41, 53, 71
Grenzwert.....	41, 42, 43	PAK.....	35
Immission	33	PM ₁₀	34, 35, 41, 42, 43, 45, 46, 60
Immissionsgrenzwert.....	40	PM _{2,5}	34, 35, 41, 45, 46, 60
Immissionsmessungen.....	8	Richtwert.....	41, 42
Informationsschwelle.....	40, 42, 53	Schadstoffe	32, 33
Inversionswetterlagen.....	32	SO ₂	36, 37, 42, 43
IRK.....	42	UFP.....	22, 34
LAI	41, 42	Zielwert	41
Luftqualitätsindex [LaQx]	43, 81		

Literatur

- [1] 39. BImSchV, Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen], BGBl. I S. 1065, 2. August 2010.
- [2] Müller-BBM, Bericht Nr. M124466/071: "Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Ismaning 2016," MBBM, München, 2016.
- [3] LAI - Länderausschuß für Immissionsschutz, „Bewertung von Schadstoffen für die keine Immissionswerte festgelegt sind - Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe,“ Länderausschuß für Immissionsschutz, 21. September 2004.
- [4] IRK - Ausschuß für Innenraumrichtwerte, „Festgelegter Richtwert I für C9-C14-Alkane / Isoalkane [aromatenarm],“ 2012. [Online]. Available: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/kommissionen-arbeitsgruppen/ad-hoc-arbeitsgruppe-innenraumrichtwerte>. [Zugriff am 26.02.2016].
- [5] DWD, - Langjährige und aktuelle Messdaten sowie Pressemitteilungen 25.07.2016. [Online]. Available: www.dwd.de.
- [6] Renewable Energy Concepts, „Windschichten in der Atmosphäre,“ [Online]. Available: <http://www.renewable-energy-concepts.com/german/windenergie/wind-basiswissen/windschichten.html>. [Zugriff am 27.08.2015].
- [7] „Planetare Grenzschicht,“ 1998. [Online]. Available: <http://www.spektrum.de/lexikon/physik/planetare-grenzschicht/11314>. [Zugriff am 28.10.2015].
- [8] DWD - Grenzschichthöhen, „DWD,“ [Online]. Available: http://beta.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/lindenbergersaeule/rao_download/aktuell_2012_01.pdf?__blob=publicationFile&v=5. [Zugriff am 29.09.2015].
- [9] ETH, „Die atmosphärische Grenzschicht,“ [Online]. Available: http://www.iac.ethz.ch/staff/sprenger/dynmet_HS09/Kapitel_13.pdf. [Zugriff am 27.08.2015].
- [10] LANUV NRW, „Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Januar 2012.
- [11] AirMonTech, „Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas - PM_PAH_MBI,“ 2012. [Online]. Available: http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/PM_PAH_MBI.pdf. [Zugriff am 28.10.2015].

- [12] I. Tesseraux, Flugzeugemissionen und -immissionen – Belastungen für die Anwohner von Flughäfen. Handbuch für Bioklima und Lufthygiene, M. u. Turowski, Hrsg., Ecomed-Verlag, 3/2000.
- [13] „www.chemie.de“ [Online]. Available: <http://www.chemie.de/>. [Zugriff am 28.10.2015].
- [14] DWD – Schwefeldioxid [SO₂], „DWD,“ [Online]. Available: http://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/s_purengase/inh_nav/so2_node.html. [Zugriff am 28.10.2015].
- [15] AirMonTech, „Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas – Ozone,“ 2012. [Online]. Available: http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES_Ozone_MBI.pdf. [Zugriff am 28.10.2015].
- [16] LUA, Fachinformationen des Landesumweltamtes Nr. 12, Landesumweltamt, Hrsg., Brandenburg, 2005.
- [17] Vorläufige Messdaten der LÜB-Stationen, LfU Bayern, 2015.
- [18] HLfU, Hrsg., Schadstoffbelastungen durch den Flugverkehr, Bd. Heft 260, Hessische Landesanstalt für Umwelt, 1999.
- [19] AirMonTech, „Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas – Benzene,“ 2012. [Online]. Available: http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES_Benzene_MBI.pdf. [Zugriff am 28.10.2015].
- [20] AirMonTech, „Air Pollution Monitoring Technologies for Urban Areas – Gases VOC,“ 2012. [Online]. Available: http://db-airmontech.jrc.ec.europa.eu/download/GASES_VOC_MBI.pdf. [Zugriff am 28.10.2015].
- [21] RL 2008/50/EG, Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, 11.06.2008.
- [22] BImSchG, 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 30. November 2016.
- [23] TA-Luft, 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).
- [24] VDI 2310, Richtlinienreihe zu Maximalen Immissionswerten zum Schutz der Vegetation, zum Schutz des Menschen und zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere.
- [25] TRGS 900, Technische Regeln für Gefahrstoffe 900, G. 2. S.271-274, Hrsg., zuletzt geändert und ergänzt am 02.04.2014.

- [26] LUBW, „Ermittlung des Langzeit-Luftqualitätsindex [LaQx],“ 2014. [Online]. Available: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20148/>. [Zugriff am 31.03.2016].
- [27] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Übermittlung der vorläufigen Messdaten, per emsil v. 02.08.2016“.
- [28] VDI 3957, Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Emittentenbezogener Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren, Bd. Blatt 10, 2004 - 12.
- [29] LfU, „E-Mail des Bayerischen Landesamtes für Umwelt: Übermittlung der vorläufigen Messdaten“ 04. Februar 2016.

Danksagung

Dank gilt Herrn Ulrich Hilberer für seine tatkräftige Unterstützung bei der Auswahl des Standortes am Sportplatz Ismaning, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, insbesondere Herrn Regierungsdirektor Dr. Heinz Ott, für die fachliche Beratung sowie allen weiteren an der Durchführung der Messkampagne in Ismaning 2016 Beteiligten, namentlich Herrn Hans-Peter Melzl und Herrn Stefan Kaun vom Flughafen München, Umweltabteilung.

Impressum

Herausgeber

Flughafen München GmbH
Recht, Gremien, Compliance und Umwelt
Postfach 23 17 55
85326 München
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
089/975-40460

29.05.2017