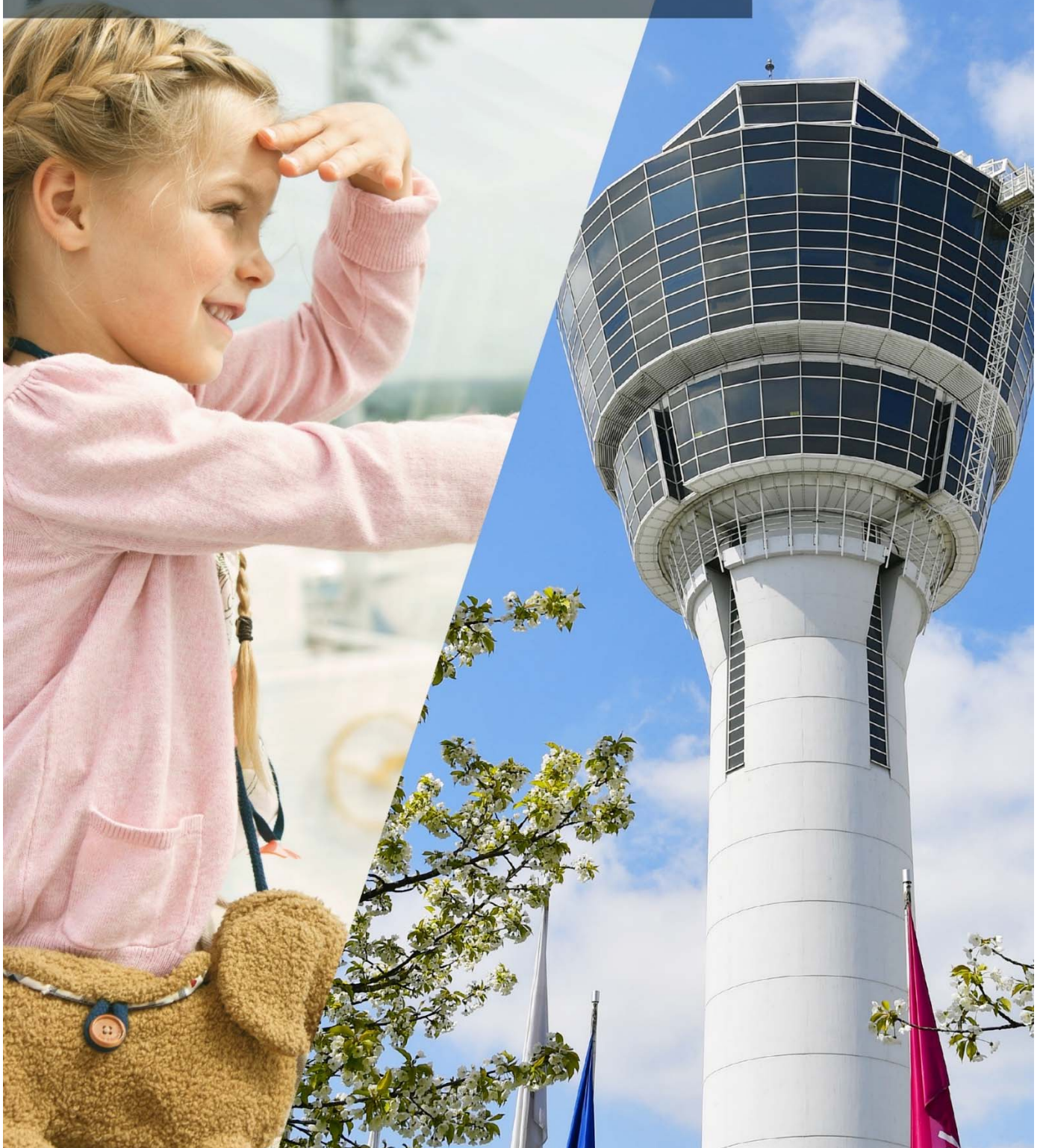


/Mobile Luftgütemessung Gemeinde Oberding
Ortsteil Schwaig 16.02.2017 - 31.12.2017

Umwelt am Flughafen München

Verbindung leben



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1. Überblick über die Messkampagne Oberding	4
2. Die mobile Luftgütemessstation in Oberding	6
2.1. Angebot der Flughafen München GmbH an die Gemeinde Oberding	6
2.2. Standortvorschläge	6
2.3. Standortwahl	7
2.4. Messzeitraum	9
2.5. Mobile Luftgütemessstation.....	9
2.6. Messumfang / Parameter	10
2.7. Betrieb der mobilen Luftgütemessstation.....	11
3. Meteorologie und Flugverkehr im Messzeitraum	13
3.1. Meteorologische Situation während des Messzeitraums	13
3.2. Ergebnisse der meteorologischen Messungen an der mobilen LGM.....	14
3.3. Flugverkehr	19
4. Luftschadstoffe.....	22
4.1. Entstehung und Ausbreitung.....	22
4.2. Schichtung der Atmosphäre.....	23
4.3. Flugbewegungen in der atmosphärischen Grenzschicht.....	23
4.4. Verteilung von Flugzeugemissionen.....	24
4.5. Feinstaub.....	24
4.6. Benzo[a]pyren als Leitparameter für PAK	25
4.7. Stickstoffoxide	26
4.8. Schwefeldioxid	26
4.9. Ozon	27
4.10. Benzol und n-Alkane.....	27
5. Bewertungsgrundlagen	30
5.1. Allgemeine Bewertungsgrundlagen.....	31
5.2. Mögliche Bewertungsmaßstäbe zur Beurteilung von n-Alkanen.....	33

5.3.	Langzeit-Luftqualitätsindex.....	33
6.	Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Oberding.....	35
6.1.	Messergebnisse Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	35
6.2.	Messergebnisse Stickstoffdioxid [NO ₂]	38
6.3.	Messergebnisse Schwefeldioxid [SO ₂].....	42
6.4.	Messergebnisse Ozon [O ₃]	44
6.5.	Messergebnisse Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol und n-Alkane	45
6.6.	Messergebnisse Benzo[a]pyren	49
7.	Vergleich der Messstationen.....	51
7.1.	Partikel PM ₁₀ und PM _{2,5}	51
7.2.	Stickstoffdioxid [NO ₂].....	56
7.3.	Schwefeldioxid [SO ₂]	60
7.4.	Ozon [O ₃].....	62
7.5.	Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol und n-Alkane	64
7.6.	Benzo[a]pyren.....	67
8.	Zusätzliche Vergleichsbetrachtungen	69
8.1.	Vergleich mit ausgewählten Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern [LÜB]	69
8.2.	Langzeit-Luftqualitätsindex.....	72
9.	Zusammenfassung	74
10.	Index	77

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Standorte von LHY4, LHY7 und der mobilen Luftgütemessstation in Oberding Ortsteil Schwaig.	4
Abbildung 2. Überblick vorgeschlagene Standorte Gemeinde Oberding.	7
Abbildung 3. Übersichtskarte mit gewähltem Messstandort.	8
Abbildung 4. Mobile Luftgütemessstation am Standort „Kirchenstraße 32/34“ in der Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig.	9
Abbildung 5. Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation.	10
Abbildung 6. Windrichtungsverteilung der mobilen Luftgütemessungen in Oberding, Ortsteil Schwaig [16.02. - 31.12.17].	15
Abbildung 7. Mittlerer Verlauf der Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum 16.02 - 31.12.17 [Stundenmittelwerte].	18
Abbildung 8. Mittlerer Verlauf der Lufttemperatur für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte].	18
Abbildung 9. Auszug aus AIP Germany.	20
Abbildung 10. Flugspuraufzeichnungen vom 26.05.2017 [Betriebsrichtung Ost].	20
Abbildung 11. Flugspuraufzeichnungen vom 24.05.2017 [Betriebsrichtung West].	21
Abbildung 12. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM _{10/2,5} -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Tagesmittelwerte, PM ₁₀ -Tagesimmissionsgrenzwert 50 µg/m ³ rot markiert].	37
Abbildung 13. Verlauf der gemessenen NO ₂ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte, NO ₂ -Stundengrenzwert 200 µg/m ³ rot markiert].	39
Abbildung 14. Verlauf der gemessenen NO-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte].	41
Abbildung 15. Verlauf der gemessenen SO ₂ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte, SO ₂ -Stundengrenzwert 350 µg/m ³ rot markiert].	43
Abbildung 16. Verlauf der gemessenen O ₃ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte, O ₃ -Stundeninformationsschwelle 180 µg/m ³ rot markiert].	45
Abbildung 17. Verlauf der gemessenen Benzol-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, Jahresimmissionswert 5 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	47
Abbildung 18. Verlauf der Summe der gemessenen n-Alkan-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, hilfswise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	48
Abbildung 19. Verlauf der gemessenen BaP-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02.2017 - 31.12.2017 [Monatsmittelwerte, Jahreszielwert 1 ng/m ³ rot gestrichelt markiert].	50
Abbildung 20. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM ₁₀ -Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Tagesmittelwerte, Tagesimmissionsgrenzwert 50 µg/m ³ rot markiert].	52
Abbildung 21. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM _{2,5} -Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17; Tagesmittelwerte.	53

Abbildung 22. Konzentrationswindrose: mittlere PM ₁₀ -Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10°-Windrichtungsklasse an den Messorten mobile LGM und LHY7 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 16.02. - 31.12.17.....	55
Abbildung 23. Verlauf der NO ₂ -Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Kalenderjahr 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].....	57
Abbildung 24. 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 16.02. - 31.12.17.....	58
Abbildung 25. Verlauf der NO-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte].....	60
Abbildung 26. Verlauf der SO ₂ -Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte].....	62
Abbildung 27. Verlauf der O ₃ -Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].....	64
Abbildung 28. Verlauf der Benzol-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, Immissionsgrenzwert 5 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].....	66
Abbildung 29. Verlauf der n-Alkan-Konzentration [Summe] der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	66
Abbildung 30. 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].....	68
Abbildung 31. Vergleich der PM ₁₀ -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, PM ₁₀ -Jahresgrenzwert 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	70
Abbildung 32. Vergleich der PM _{2,5} -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, PM _{2,5} -Jahresgrenzwert 25 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].....	70
Abbildung 33. Vergleich der NO ₂ -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, NO ₂ -Jahresgrenzwert 40 µg/m ³ rot gestrichelt markiert].	71
Abbildung 34. Vergleich der O ₃ -Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m ³ rot, gestrichelt markiert].	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Übersicht Messparameter, Messgeräte und Messverfahren.....	11
Tabelle 2. Monatskenngößen von Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte, Luftdruck und Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17.....	16
Tabelle 3. Monatsmittelwerte für Temperatur und Niederschlag der DWD-Station München-Flughafen für den Zeitraum 01.02.17 – 31.12.2017 im Vergleich zum langjährigen Mittel.....	17
Tabelle 4. Starts und Landungen sowie Betriebsrichtungsverteilung 16.02.2017 – 31.12.2017.....	19
Tabelle 5. Beurteilungswerte.	32
Tabelle 6. Langzeit-Luftqualitätsindex LaQx.	34
Tabelle 7. Statistische Kenngößen der PM ₁₀ - und PM _{2,5} -Konzentrationen im Messzeitraum.	36
Tabelle 8. Statistische Kenngößen der NO ₂ –Konzentration für den Messzeitraum.	38
Tabelle 9. Statistische Kenngößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum.	40
Tabelle 10. Statistische Kenngößen der SO ₂ -Konzentration für den Messzeitraum.....	42
Tabelle 11. Statistische Kenngößen der O ₃ -Konzentration für den Messzeitraum.....	44
Tabelle 12. Statistische Kenngößen der BTEX- und n-Alkan-Messungen [mobile LGM].....	46
Tabelle 13. Statistische Kenngößen der Benzo[a]pyren-Konzentration im PM ₁₀	49
Tabelle 14. Kenngößen der PM ₁₀ -Konzentration [mobile LGM/ LHY7].....	51
Tabelle 15. Kenngößen der PM _{2,5} -Konzentration [mobile LGM/ LHY7].....	53
Tabelle 16. Mittlere PM ₁₀ -Konzentration und -differenz je Windsektor.	55
Tabelle 17. Kenngößen der NO ₂ -Konzentration [mobile LGM/ LHY7/ LHY4].....	56
Tabelle 18. Mittlere NO ₂ -Konzentration und -differenz je Windsektor.	58
Tabelle 19. Kenngößen der NO-Konzentration [mobile LGM/ LHY7/ LHY4].....	59
Tabelle 20. Kenngößen der SO ₂ -Konzentration [mobile LGM/ LHY7].....	61
Tabelle 21. Kenngößen der O ₃ -Konzentration [mobile LGM/ LHY7].....	63
Tabelle 22. Kenngößen der BTEX- und n-Alkan-Konzentration [mobile LGM/ LHY7].....	65
Tabelle 23. Kenngößen der Benzo[a]pyren-Konzentration [mobile LGM/ LHY7].....	67
Tabelle 24. Mittelwerte der LÜB-Stationen im Vergleich zur mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig [16.02.17 – 31.12.17].....	69
Tabelle 25. Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftqualitätsindex.	72
Tabelle 26. Bewertung der Luftqualität in Oberding, Ortsteil Schwaig.	73
Tabelle 27. Vergleich Beurteilungswerte 39. BImSchV mit den Messwerten der mobilen LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig).	74
Tabelle 28. Bewertung der Luftqualität in Oberding gemäß Langzeit-Luftqualitätsindex.	76

Vorwort des ersten Bürgermeisters der Gemeinde Oberding

In einer Sitzung der Fluglärmkommission wurde bekannt gegeben, dass die Flughafen München GmbH zusätzlich zu seinen stationären Luftmessstationen eine mobile Luftgütemessstation als Serviceleistung für die Kommunen im Umland bereitstellt.

Die Gemeinde Oberding hat diese Möglichkeit wahrgenommen und im Gemeinderat am 31. Januar 2017 beschlossen, die mobile Anlage auch in unserer Gemeinde einzurichten.

Insgesamt wurden fünf verschiedene Standorte vorgeschlagen, gemeinsam mit dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz, der Müller BBM sowie der Flughafen München GmbH [Umweltabteilung] haben wir uns für den Standort Schwaig, Kirchenstraße, entschieden.

Die mobile Luftgütestation war vom 16.02.2017 – 31.12.2017 im Einsatz. Die daraus gewonnenen Resultate können hier aus dem Bericht entnommen werden.

Im Namen der Gemeinde Oberding danke ich allen, die an der Auswertung und Begutachtung der Messergebnisse mitgewirkt haben.

Ihr

Bernhard Mücke

Erster Bürgermeister



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 der Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig“ stellt die Ergebnisse der vom 16.02. – 31.12.2017 durchgeführten Messungen in Oberding 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 u.a. um Informationen zur Wahl des Standortes, 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 an der Messstelle im Ortsteil Schwaig der Gemeinde Oberding mit typisch vorstädtisch bis ländlichen Hintergrundsituationen vergleichen lässt.

Es freut mich, dass die Gemeinde Oberding 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 Umweltabteilung 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 Oberding

Die Gemeinde Oberding nahm das Angebot der Flughafen München GmbH zur mobilen Messung der Luftgüte im Gemeindebereich an. Es kamen insgesamt 5 mögliche Standorte in Betracht.

Am 09.02.2017 wurde gemeinsam von Vertretern der Gemeinde Oberding, des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), des Flughafens München und des unabhängigen Gutachterbüros Müller-BBM ein Standort für die mobile Luftgütemessstation am Kirchenstraße 32/34 nahe der Kirche in Oberding im Ortsteil Schwaig 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 16.02.2017 wurde die mobile Luftgütemessstation in Oberding, Ortsteil Schwaig aufgestellt und in Betrieb genommen, wo die mobile Luftgütemessstation bis 31.12.2017 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 16.02.2017 bis 31.12.2017 im Ortsteil Schwaig der Gemeinde Oberding.

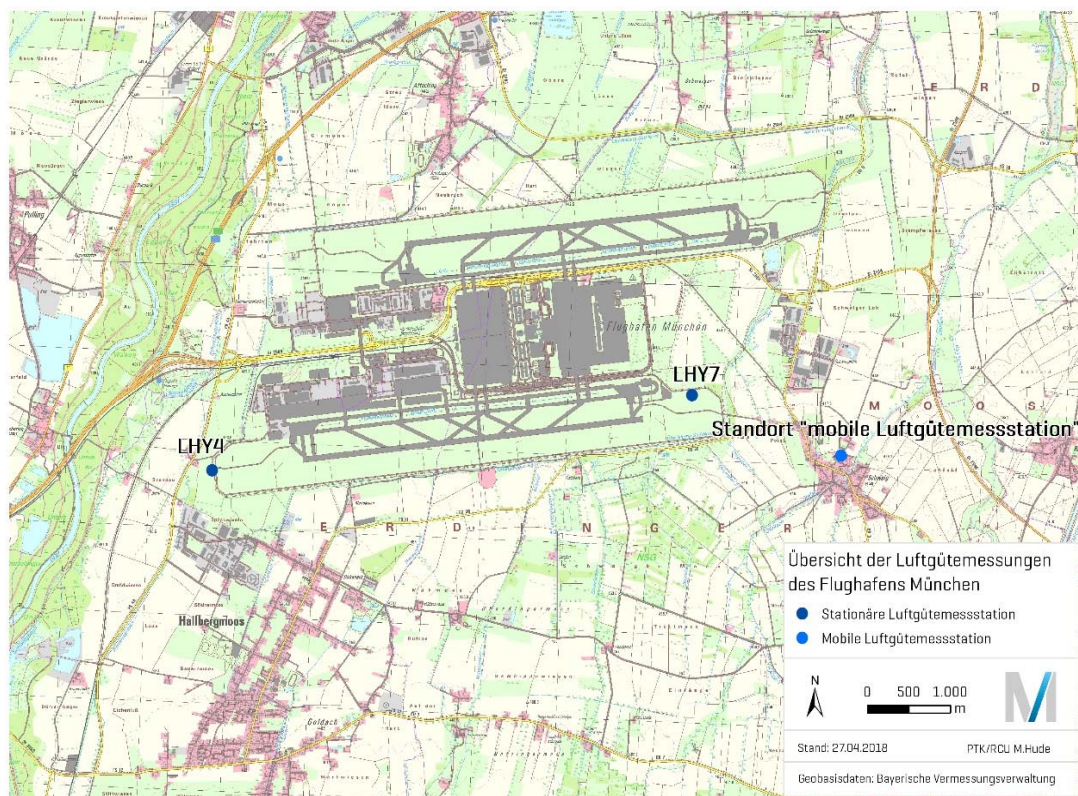


Abbildung 1. Standorte von LHY4, LHY7 und der mobilen Luftgütemessstation in Oberding Ortsteil Schwaig.

Der vorliegende Bericht stellt die Ergebnisse der Messungen im Gemeindebereich Oberding vor. Er erweitert den von Müller-BBM erstellten Messbericht „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in der Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig“ vom 04.07.2018 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 an der Messstandort im Ortsteil Schwaig der Gemeinde Oberding vergleichbar ist mit der in vorstädtischen bis ländlichen Gebieten.

2. Die mobile Luftgütemessstation in Oberding

2.1. Angebot der Flughafen München GmbH an die Gemeinde Oberding

Die Flughafen München GmbH wandte sich mit eMail vom 11.01.2017 an die Gemeinde Oberding mit dem Angebot um Durchführung einer mobilen Luftgütemessung auf ihrem Gemeindegebiet. Nach Annahme des Angebots erklärte sich die Flughafen München GmbH bereit, auf ihre Kosten eine Messkampagne durchzuführen.

2.2. Standortvorschläge

Gemeinsam mit Vertretern der Gemeinde Oberding und des Flächenmanagements des Flughafens München wurden fünf Standorte vorgeschlagen. 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

Vorgeschlagene Standorte der mobilen Luftgütemessstation [LGM]

Mögliche Standorte	Lage
SV 1	Aussiedlerhof, Kirchenstraße 61, Oberding, Ortsteil Schwaig
SV 2	Aussiedlerhof, westlich Flughafentangente, Kirchenstraße 60 Oberding, Ortsteil Schwaig
SV 3a/ 3b	Am Sportplatz [FC Schwaig], Oberding, Ortsteil Schwaig
SV 4	Hallbergmooser Straße, Oberding, Ortsteil Schwaig
SV 5	Grünfläche Ortszentrum, Kirchenstraße 32/34 Oberding, Ortsteil Schwaig

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die vorgeschlagenen Standorte im Überblick.



Abbildung 2. Überblick vorgeschlagene Standorte Gemeinde Oberding.

2.3. Standortwahl

Die Standortvorschläge SV 1 und SV 2 wurden bei einer Vorbegehung aufgrund der Ortsrandlage und anstehender Abbrucharbeiten ausgeschlossen.

Im Rahmen der gemeinsamen Besprechung am 09. 02. 2017 in der Gemeindeverwaltung Oberding mit Herrn Erster Bürgermeister Mücke und Herrn Steinkirchner [Gemeinde Oberding], Herrn Dr. Ott [Bayerisches Landesamtes für Umwelt, LfU], Frau Dutzi [Müller-BBM] sowie den Herren Kaun und Melzl [FMG – Umweltabteilung] wurde vom Ersten Bürgermeister in vorheriger Abstimmung mit dem Gemeinderat der Standortvorschlag SV 5 [Grünfläche Kirchenstraße 32/34, Ortsteil Schwaig] als Messstandort benannt. Bei der anschließenden Begutachtung des benannten Standortes SV 5 durch den Vertreter des LfU, die des Flughafens München und der Müller-BBM GmbH bestand aus fachlicher Sicht Einvernehmen mit dem Standort SV 5 in der Kirchenstraße 32/34. Dieser Messort befindet sich auf einem Grünstreifen nordöstlich der katholischen Pfarrkirche St. Korbinian. Eine Beeinflussung ist durch lokale Emittenten dort vergleichsweise gering. Hauptverkehrsstraßen, insbesondere die Freisinger Straße, befinden sich in ausreichender Entfernung.

Der gewählte Standort wurde wie folgt bewertet:

[siehe auch Niederschrift der Begehung 09.02.2018]

2.3.1. Standort „Kirchenstraße 32/34“, Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig

Erreichbarkeit	sehr gut
Aufstellfläche	vorhanden
Stromanschluss	vorhanden (WC-Gebäude)
Frei anströmbar	ja
Lokale Einflüsse	keine kleinräumigen lokalen Einflüsse
Bemerkung	Der Standort liegt in Ortsmitte und wird von allen Beteiligten als geeignet eingestuft.



Abbildung 3. Übersichtskarte mit gewähltem Messstandort.



Abbildung 4. Mobile Luftgütemessstation am Standort „Kirchenstraße 32/34“ in der Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig.

2.4. Messzeitraum

Die Messstation wurde am 15.02.2017 am Standort „Grünfläche Kirchenstraße 32/34, Oberding, Ortsteil Schwaig“ aufgestellt, mit den Messungen wurde am 16.02.2017 begonnen. Die mobile Luftgütemessstation war bis 31.12.2017 in Betrieb.

Die Auswertung erfolgte sowohl für den zehneinhalbmonatigen Messzeitraum als auch für das zweite Halbjahr 2017. Durch die zusätzliche Auswertung des zweiten Halbjahres wurde beinhaltet dieser Auswertzeitraum zu gleichen Anteilen das Sommer- als auch Winterhalbjahr und kann deshalb als repräsentativ angesehen werden. Der halbjährige Auswertzeitraum wurde auch bei den bereits vorangegangenen mobilen Luftgütemessungen angewendet.

2.5. 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 5 zeigt die Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation am Standort „Kirchenstraße 32/34“ in Oberding Ortsteil Schwaig.



Abbildung 5. Innenausstattung der mobilen Luftgütemessstation.

2.6. Messumfang / Parameter

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

- Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5})
- Stickstoffoxide (NO₂, NO)
- Ozon (O₃)
- Schwefeldioxid (SO₂)
- Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol (BTEX)
- n-Alkane (n-Hexan bis n-Tetradekan)
- Benzo[a]pyren im PM₁₀

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 16450
PM ₁₀ gravimetrisch	Comde/Derenda Typ: LVS/PNS	DIN EN 12341
PM _{2,5} kontinuierlich	Horiba Typ: APDA 371	In Anlehnung an DIN EN 16450
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/ Lufft	VDI 3786 Blatt 3
relative Feuchte	Wetterstation Thies/ Lufft	VDI 3786 Blatt 4
Windgeschwindigkeit	Wetterstation Thies/ Lufft	VDI 3786 Blatt 2
Windrichtung	Wetterstation Thies/ Lufft	VDI 3786 Blatt 2
Luftdruck	Wetterstation Thies/ Lufft	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.

2.7. 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 Stickstoffdioxid-, Schwefeldioxid- 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 Oberding, Ortsteil Schwaig kann aus lufthygienischer Sicht wie folgt zusammengefasst werden [5]:

Zu Beginn der mobilen Luftgütemessungen in Oberding, Ortsteil Schwaig stellte sich eine konstante Hochdruckwetterlage aus Ost ein. In Folge wurden vergleichsweise hohe NO₂- und Partikelkonzentrationen registriert.

Zum 21.02.2017 brachte das nördliche Sturmtief „Thomas“ feuchte, milde Luftmassen nach Bayern. Die Temperaturen im Flughafenumfeld stiegen auf frühlingshafte 18 °C an.

Der März 2017 war geprägt von ständig wechselnden Hoch- und Tiefdruckgebieten in Verbindung mit teils kräftigen Winden. Häufig herrschten frühlingshafte oder sogar sommerliche Temperaturen – nicht zuletzt auch durch die zunehmende Tageslänge. Dies ergab bundesweit den wärmsten März seit Beginn regelmäßiger Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Die Niederschlagsmenge betrug aufgrund der sonnigen frühlingshaften Witterung im März 2017 nur 45 mm.

Bei hohem Luftdruck setzte sich im April 2017 zunächst die fast überall in Deutschland im März begonnene sehr warme und trockene Witterung aus West weiter fort. Im zweiten Monatsdrittel führten dann Tiefdruckgebiete von Westen bzw. Nordwesten feuchtere und zunehmend kältere Luft heran. Zur Monatsmitte bzw. zu Ostern fiel dabei bei leichtem bis mäßigen Frost Schnee im Münchner Umland. Diese feuchte und kalte Witterung mit erneuten Schneeschauern dauerte bis zum Monatsende an.

Der Mai 2017 wies einen wechselhaften Witterungsverlauf mit wechselhaftem Start und sommerlichem Ende auf. Im ersten Monatsdrittel gab es durch Tiefdruckeinfluss aus Osten Nachttemperaturen um den Gefrierpunkt. Zum 13.05.2017 stellte sich eine großräumige Hochdruckwetterlage ein. Unter diesem Hochdruckeinfluss gelangte warme, teils feuchte, teils trockene Luft aus Südwesteuropa nach Süddeutschland. So gab es im Laufe des Monats gebietsweise starke Gewitter und teilweise Starkregenereignisse. Im letzten Monatsdrittel gab es mit einer mehrtägigen Hochsommerperiode Temperaturen bis zu 31°C.

Der Juni 2017 war im Vergleich zum langjährigen Mittel in Süddeutschland deutlich zu warm und zu sonnig. Die Temperaturen fielen nur selten unter die vieljährigen Mittelwerte. Oft wurden Anomalien von mehr als 3 °C beobachtet. Dies wurde besonders durch die erste große Hitzewelle zur Monatsmitte beeinflusst. Die Maximaltemperaturen erreichten hierbei über 30°C [heißer Tag]. In den Nächten gab es zeitlich Minimaltemperaturen von mehr als 20°C [Tropennacht]. Am Ende des Monats gab es durch Tiefdruckeinflüsse ergiebige Niederschläge in Bayern.

In der ersten Julihälfte 2017 lag Bayern großräumig unter Hochdruckeinfluss. In Folge betrug die Temperaturen am Flughafen München an einigen Tagen > 30 °C. Zum letzten Monatsdrittel dominierte kühlere Luft, die sich durch Tief „Alfred“ in Verbindung mit intensivem Dauerregen durchsetzen konnte. Zusammenfassend kann durch die Wetterzuteilung mit

sommerlichen Beginn und kühlem Ende der Juli 2017 als durchschnittlich bezeichnet werden.

Insgesamt war der August 2017 von warmer, sonnenscheinreicher Witterung mit teils kräftigem Niederschlägen geprägt. Nach einem sonnenreichen Monatsbeginn gab es zwischen 08. 08 und 18. 08.2017 teilweise kräftige Schauer mit täglichen Niederschlagsmengen von bis zu 23 mm.

Zum letzten Monatsdrittel stellte sich wieder sommerliche Witterung mit Tageshöchsttemperaturen von bis 31 °C ein. Im August 2017 gab es nach den zu trockenen Monaten Mai, Juni und Juli mit 133 mm wieder überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Der September 2017 startete recht kühl und regenreich. Im Monatsverlauf wurde nur an einzelnen Tagen der vieljährige Mittelwert überschritten. In der letzten Monatsdekade stiegen die Temperaturen an und es konnten zum Monatsausgang noch einige Sommertage beobachtet werden. Insgesamt war der September 2017 von kühler, sonnenscheinarmer Witterung mit teilweise herbstlichem Frühnebel geprägt.

Der Oktober 2017 startete mit Regen und wechselhafter Witterung. Zur Monatsmitte stellte sich ein kräftiges Hochdrucksystem ein, welches für ruhige Witterung mit Frühnebel und nach der Nebelauflösung für außergewöhnlich warme Temperaturen sorgte. So wurden am 16. 10.2017 ungewöhnliche hohe Temperaturen von 22,9 °C am Flughafen München registriert. Zum Ende des Oktobers traf Sturmtief „Herwart“ auch auf Oberbayern und sorgte gebietsweise für Böen. So betrug am 29.10.2017 die maximale Windgeschwindigkeit am Flughafen München 18 m/s.

Der November 2017 verlief mild, windig und sonnenscheinarm. In der ersten Monatshälfte gab es insbesondere am 05.11.2017 bzw. 11./12. 11.2017 teilweise kräftige Niederschläge in Verbindung mit böigen Winden aus westlicher bis südwestlicher Richtung. Zur Monatsmitte stellte sich durch eine Hochdruckwetterlage ruhige Witterung mit ausgeprägtem Hochnebel ein. Zum 21.11.2017 gab es einen erneuten kurzzeitigen Witterungswechsel durch warme Luftmassen aus Südwesten mit Tageshöchsttemperaturen von bis zu 15 °C.

Der Dezember 2017 war insgesamt stürmisch und sonnenscheinarm. Konstante Hochdruckwetterlagen stellten sich praktisch über den gesamten Monat, durch die kräftigen Winde, nicht ein. Der Niederschlag fiel vornehmlich in der ersten Monatshälfte in Form von Schnee. Nach typischen winterlichen Temperaturen in der ersten Monatshälfte wurde es vor Weihnachten deutlich milder und regnerischer. Zum Jahreswechsel gab es ungewöhnlich milde Tageshöchsttemperaturen von bis zu 12 °C.

3.2. Ergebnisse der meteorologischen Messungen an der mobilen LGM

In der mobilen Luftgütemessstation, sowie an der ca. 2 km weiter westlich gelegenen Hauptmessstation LHY7 werden die meteorologischen Größen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck sowie Windrichtung und Windgeschwindigkeit kontinuierlich erfasst.

Die Aufzeichnungen liegen für den Zeitraum vom 16.02.2017 bis 31.12.2017 in Form von Halbstunden- und Stundenmittelwerten vor; für jedes Stundenintervall und jede Messgröße wurden ferner jeweils die höchsten und die niedrigsten Einzelmesswerte festgehalten [Ext-

remwerte]. Die meteorologischen Größen dienen u. a. der Beurteilung der Immissions-situation.

In Abbildung 6 ist die Windrichtungsverteilung für den gesamten Messzeitraum dargestellt.

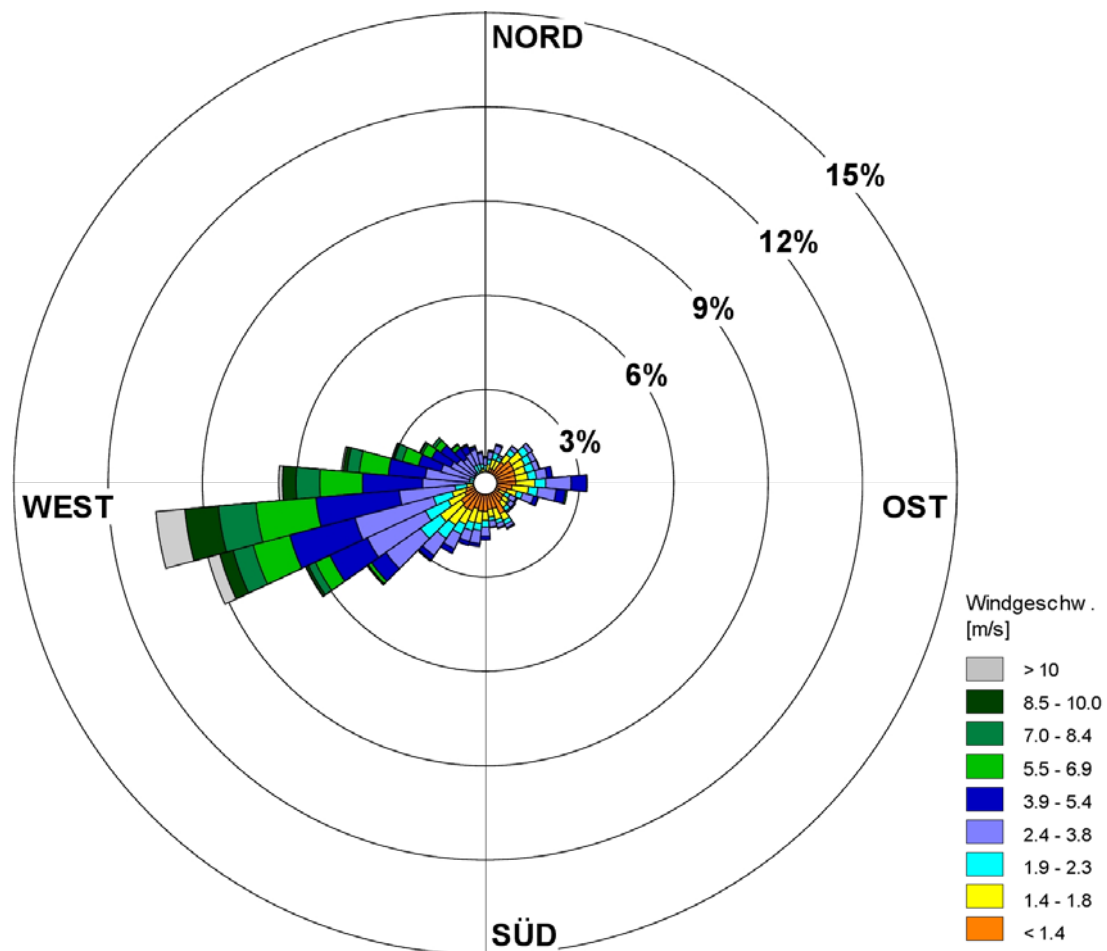


Abbildung 6. Windrichtungsverteilung der mobilen Luftgütemessungen in Oberding, Ortsteil Schwaig [16.02. - 31.12.17].

Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung und -geschwindigkeit für den Zeitraum 16.02. bis 31.12.2017 zeigt ein ausgeprägtes und breit gefächertes Primärmaximum aus südwestlichen und ein Sekundärmaximum aus östlichen Richtungen. Der Anteil an Schwachwinden [Kalmen] betrug überdurchschnittliche 6 %. Der Anteil an windschwachen Situationen [$<1,4$ m/s] betrug 29 %. Im Vergleich hierzu wurden im repräsentativen Jahr 2005 27,9 % windschwacher Situationen registriert.

Für eine weiterführende detaillierte Beurteilung der Immissionskenngrößen sind in Kapitel 5.2. im Müller-BBM Bericht [4] zum gesamten Messzeitraum die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen Messmonaten dargestellt. Zusammenfassend lagen die Herbst- und Wintermonate Februar und Oktober bis Dezember im Einfluss teils kräftiger West- bis Südwestwinde. Der Anteil an nordwestlichen Windrichtungen war im April 2017 ungewöhnlich stark ausgeprägt. In den Monaten März, Mai und August wurden neben Südwestanströmungen auch typische Ostwetterlagen registriert. Hingegen war der

Messbeginn im Februar 2017 durch ungewöhnlich viel westliche und südwestliche Windrichtungen mit teils kräftigen Böen gekennzeichnet. Typische langanhaltende, winterliche Hochdruckwetterlagen waren im Messzeitraum nicht zu verzeichnen.

Die Windrichtungsverteilung des gesamten Messzeitraums ist im Wesentlichen durch die Lage in der Münchner Schotterebene geprägt. Es zeigt sich grundsätzlich eine gute Übereinstimmung zur überregionalen Windverteilung, die durch die DWD-Station Flughafen München repräsentiert wird. [vgl.2.2 in [4]]. Im Gegensatz zur langjährigen überregionalen Windverteilung wurde im Messzeitraum eine insgesamt breitgefächere Windrichtungsverteilung bestimmt. So wurden im Vergleich zur langjährigen Windverteilung deutlich weniger stark ausgeprägte Ostanströmungen registriert.

In der Tabelle 2 sind zunächst die Monatskenngrößen von Lufttemperatur, relativer Feuchte, Luftdruck und der Windgeschwindigkeit für den Messstandort Schwaig dargestellt.

Tabelle 2. Monatskenngrößen von Lufttemperatur, relativer Luftfeuchte, Luftdruck und Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17.

Kenngroße	Windgeschwindigkeit	Luftdruck	rel. Feuchte	Lufttemperatur
	m/s	hPa NN	%	r °C
Februar 17	4,2	1016	76	5,7
März 17	3,7	1017	71	8,1
April 17	3,1	1018	70	8,4
Mai 17	2,5	1017	71	15,0
Juni 17	2,8	1016	67	19,7
Juli 17	3,1	1016	70	19,7
August 17	2,1	1019	76	19,6
September 17	2,1	1017	82	12,9
Oktober 17	3,4	1020	79	10,9
November 17	3,3	1015	81	4,5
Dezember 17	4,1	1014	80	1,6
Mittelwert	3,1	1017	75	11,8
Max. 1h-Mittelwert	17,2	1034	99	33,9
Min. 1h-Mittelwert	< 0,5	980	23	-5,8
Verfügbarkeit %	100	100	100	100

In Tabelle 3 werden zudem die Monatsmittelwerte der DWD-Station München-Flughafen mit den Werten des langjährigen Mittels der DWD-Station München-Flughafen verglichen.

Tabelle 3. Monatsmittelwerte für Temperatur und Niederschlag der DWD-Station München-Flughafen für den Zeitraum 01.02.17 – 31.12.2017 im Vergleich zum langjährigen Mittel.

Kenngroße	Luft-	Luft-	Nieder-	Nieder-
	temperatur	temperatur (lang-		
	°C	jähriges Mittel)	mm	jähriges Mittel)
	°C	°C	mm	mm
Februar 17	2,6	0,1	28	41
März 17	7,1	4,2	45	55
April 17	7,6	8,5	82	53
Mai 17	14,0	13,5	65	87
Juni 17	18,8	16,4	66	103
Juli 17	19,0	18,3	97	110
August 17	18,8	17,8	133	90
September 17	11,9	13,5	57	72
Oktober 17	10,2	8,9	57	58
November 17	4,2	3,5	51	56
Dezember 17	1,5	0,2	43	60
Mittelwert				
März - Dezember	11,3	10,5		
Summe				
März - Dezember			696	744

Die mittlere Windgeschwindigkeit über den gesamten Messzeitraum betrug 3,1 m/s. Die höchsten Windgeschwindigkeiten wurden im Februar und Dezember 2017 registriert. Im August und September 2017 wurden jeweils mit 2,1 m/s die geringsten Windgeschwindigkeiten gemessen.

Die Temperatur im Messzeitraum war im Vergleich zum langjährigen Mittel der DWD-Messstation München-Flughafen in den Monaten März und Juni 2017 deutlich zu warm. Mit Ausnahme des Aprils und des Septembers 2017 lagen alle weiteren Messmonate über den jeweiligen langjährigen Monatsmittelwerten.

Die Niederschlagsmenge im Messzeitraum der mobilen Luftgütemessungen war ca. 10 % zu niedrig. Mit Ausnahme des Aprils und des Augusts 2017 wurden in allen Messmonaten im Vergleich zum langjährigen Mittel geringere Niederschlagsmengen registriert.

In Abbildung 7 ist abschließend der Verlauf der Windgeschwindigkeit bzw. in Abbildung 8 der Verlauf der Lufttemperatur an der mobilen Luftgütemessstation in Oberding, Ortsteil Schwaig im Messzeitraum dargestellt.

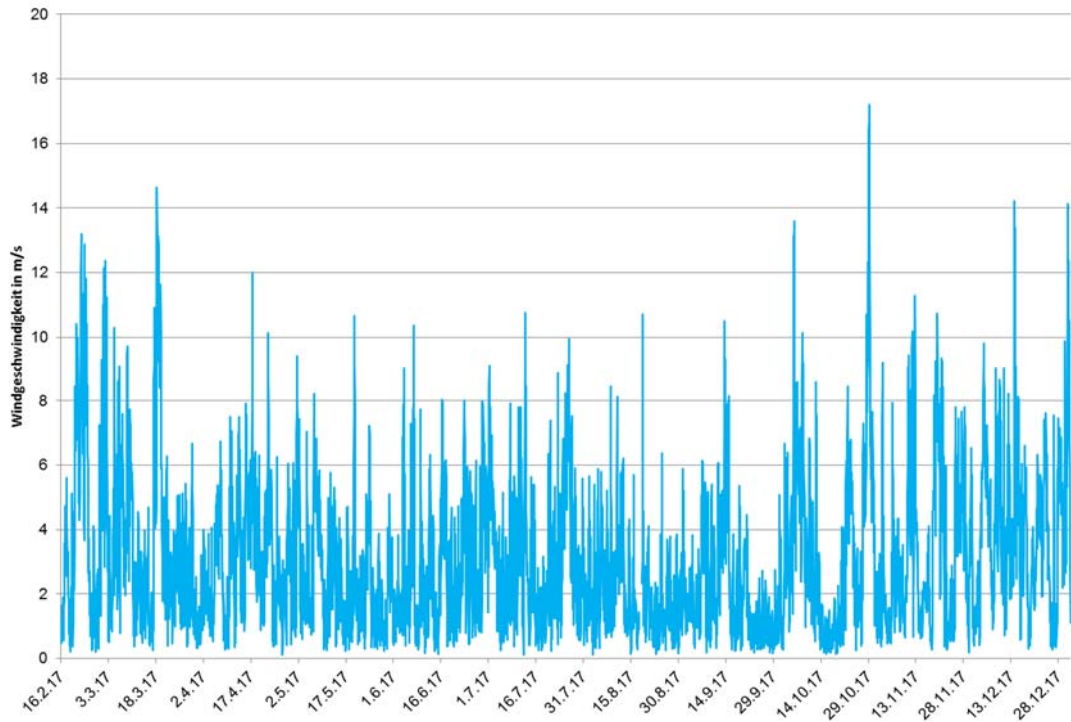


Abbildung 7. Mittlerer Verlauf der Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum 16.02 - 31.12.17 [Stundenmittelwerte].

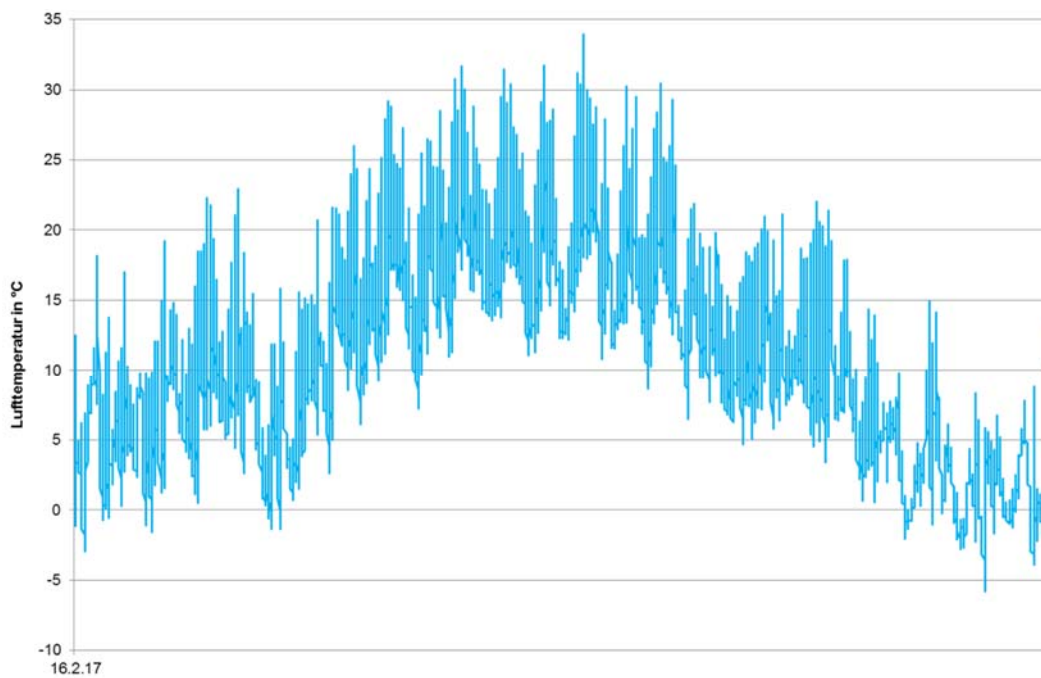


Abbildung 8. Mittlerer Verlauf der Lufttemperatur für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte].

3.3. Flugverkehr

Im Messzeitraum 16.02.2017 - 31.12.2017 fanden insgesamt 343.679 Flugbewegungen statt.

In diesem Zeitraum war zu 24,4 % in Richtung Osten gestartet und von Westen kommend gelandet worden. Entsprechend wurde zu 75,6 % 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 untypische Situation dar, wie sie im langjährigen Durchschnitt am Flughafen München in der Regel nicht auftritt. Tabelle 4 enthält die Starts und Landungen sowie die Betriebsrichtungsverteilung im Messzeitraum 16.02.2017 - 31.12.2017.

Tabelle 4. Starts und Landungen sowie Betriebsrichtungsverteilung 16.02.2017 – 31.12.2017.

Starts und Landungen im Messzeitraum	
Betriebsrichtung Ost	83.792
Betriebsrichtung West	259.887
Betriebsrichtungsverteilung im Messzeitraum	
Betriebsrichtung Ost	24,4 %
Betriebsrichtung West	75,6 %
Betriebsrichtungsverteilung im langjährigen Mittel	
Betriebsrichtung Ost	38 %
Betriebsrichtung West	62 %

Zur Veranschaulichung der Betriebsrichtungen zeigt Abbildung 9 einen Ausschnitt aus AIP Germany zu den Flugroutenfestlegungen.

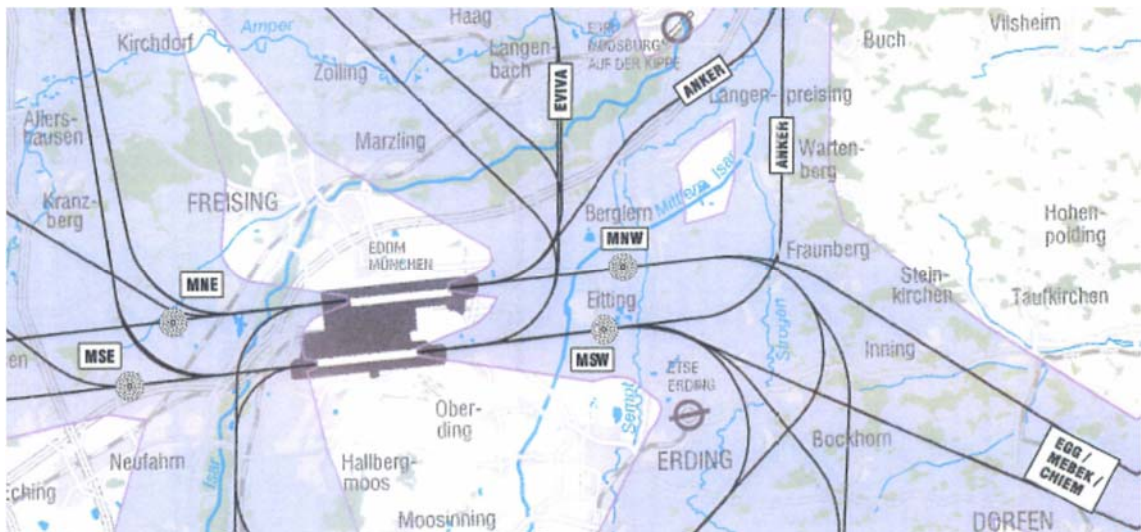


Abbildung 9. Auszug aus AIP Germany.

Abbildung 10 stellt beispielhaft die Flugspuraufzeichnungen im Messzeitraum bei Betriebsrichtung Ost [Flugspuraufzeichnungen vom 26.05.2017] dar. Dargestellt sind Starts [blau] und Landungen [orange]. Die Lage der mobilen LGM in Oberding ist mit einem roten Kreis markiert.

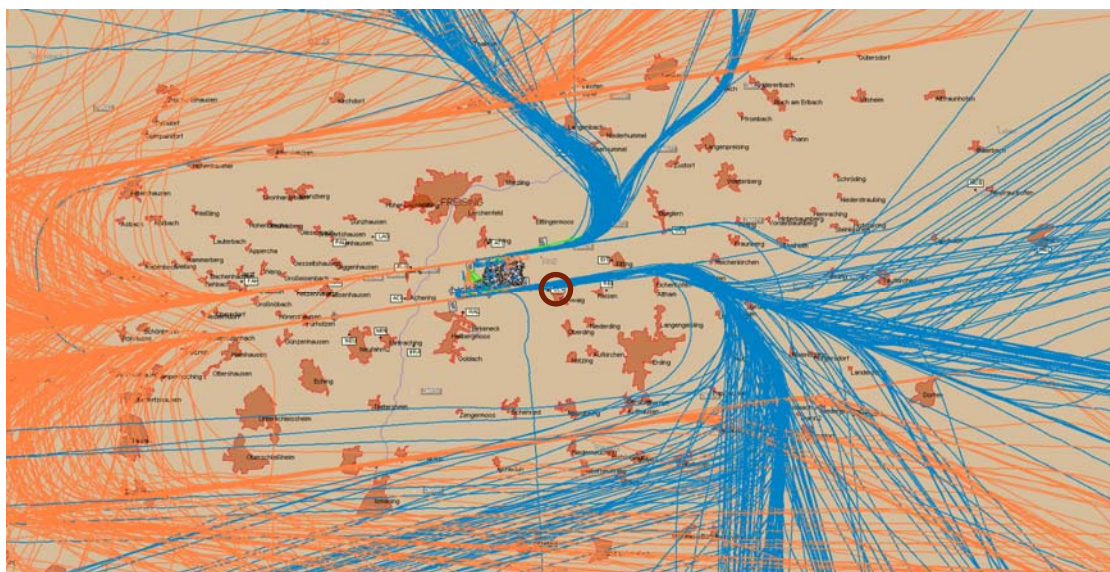


Abbildung 10. Flugspuraufzeichnungen vom 26.05.2017 (Betriebsrichtung Ost)

Abbildung 11 stellt beispielhaft die Flugspuraufzeichnungen im Messzeitraum bei Betriebsrichtung West [Flugspuraufzeichnungen vom 24.05.2017] dar. Dargestellt sind Starts [blau] und Landungen [orange]. Die Lage der mobilen LGM in Oberding ist mit einem roten Kreis markiert.

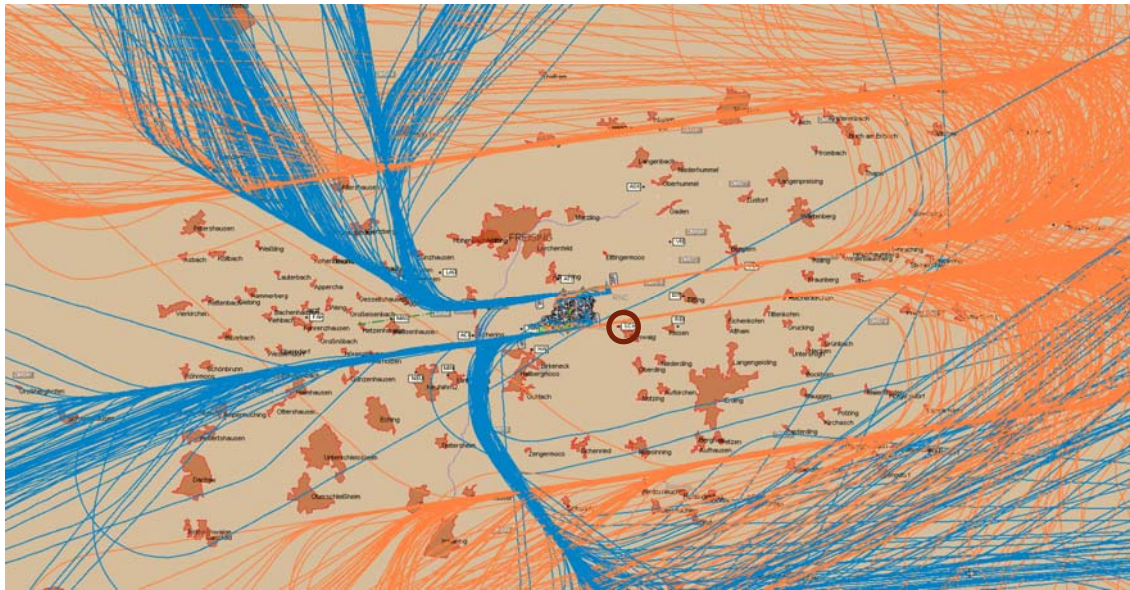


Abbildung 11. Flugschleifen vom 24.05.2017 (Betriebsrichtung West).

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 Oberding 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 Oberding 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 5).

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 5).

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 Jahreshgrenzwert von $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ enthalten [1] (siehe auch Tabelle 5).

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 Menschen 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 $125 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ mit drei zulässigen Überschreitungen im Kalenderjahr enthalten [1] (siehe auch Tabelle 5).

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 5).

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 5).

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] [21] 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, Cadmium, 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 (PM₁₀ und 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.

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 Bewertungsgrundlagen 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 5 gibt einen Überblick über die bei den Messungen mit der mobilen Luftgütemessstation heranzuziehenden Beurteilungswerte der 39. BImSchV:

Tabelle 5. 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 Oberding ist in die Kategorie „vorstädtisch“ bis „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 ($1/100 \cdot \text{MAK}$, 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 $0,2 \text{ mg/m}^3$, das entspricht $200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ [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 PM_{10} 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 6).

Tabelle 6. Langzeit-Luftqualitätsindex LaQx.

Bewertung	Benzol [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	SO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	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 Oberding, 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 der Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig“ vom 04.07.2018 [4] wort- und inhaltsgleich übernommen.

6. Messergebnisse und Bewertung der Luftgüte in Oberding

Im nachfolgenden Abschnitt sind die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Oberding (mobile LGM) für den Messzeitraum 16. Februar bis 31. Dezember 2017 dargestellt. Zu berücksichtigen ist, dass die Darstellung der Monatskenngrößen für den Februar 2017 nur anteilig erfolgt, bedingt durch den Messbeginn am 16. Februar 2017.

Die Dauer der Messungen betrug insgesamt zehneinhalb Monate. Im Hinblick auf einen möglichst repräsentativen Messzeitraum wurden die Messergebnisse neben dem Gesamtzeitraum auch auf Basis des zweiten Halbjahres 2017 ausgewertet, da somit mit gleichen Anteilen das Sommer- als auch das Winterhalbjahr berücksichtigt werden. Dies entspricht zudem dem Auswertzeitraum der bisherigen mobilen Luftgütemessungen.

Die Datenverfügbarkeit der Immissionsmessungen betrug zwischen 98 % - 100 %.

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 PM_{10} und $PM_{2,5}$

In Tabelle 7 sind die statistischen Kenngrößen der mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren ermittelten PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentrationen des Messortes Oberding (mobile LGM) auf der Basis von Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Tabelle 7. Statistische Kenngrößen der PM₁₀- und PM_{2,5}-Konzentrationen im Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile	mobile	39. BlmSchV
		LGM PM ₁₀	LGM PM _{2,5}	
Februar 17	µg/m ³	13	10	
März 17	µg/m ³	14	10	
April 17	µg/m ³	16	12	
Mai 17	µg/m ³	10	7	
Juni 17	µg/m ³	11	8	
Juli 17	µg/m ³	10	6	
August 17	µg/m ³	13	10	
September 17	µg/m ³	11	7	
Oktober 17	µg/m ³	11	7	
November 17	µg/m ³	12	10	
Dezember 17	µg/m ³	9	8	
Mittelwert	µg/m³	12	9	40/25¹⁾
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	11	8	
max. TMW	µg/m ³	42	33	-
Tage > 50 µg/m³	Anzahl	0	-	35²⁾
Verfügbarkeit	%	100	100	-

¹⁾ Jahresimmissionswert gemäß 39. BlmSchV [PM₁₀/PM_{2,5}]

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

Im gesamten Messzeitraum betrug die mittlere PM₁₀-Konzentration an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig 12 µg/m³ bzw. im zweiten Halbjahr 2017 11 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 bzw. im zweiten Halbjahr 2017 in Oberding, Ortsteil Schwaig nicht überschritten.

Die mittlere PM_{2,5}-Konzentration wurde an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig im gesamten Messzeitraum mit 9 µg/m³ bzw. im zweiten Halbjahr 2017 mit 8 µg/m³ bestimmt. Der Mittelwert über den gesamten Messzeitraum liegt somit ca. 65 % unter dem Grenzwert der 39. BlmSchV von 25 µg/m³ für das Kalenderjahr.

In Abbildung 12 ist der Verlauf der PM₁₀ / PM_{2,5}-Konzentration der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] grafisch dargestellt.

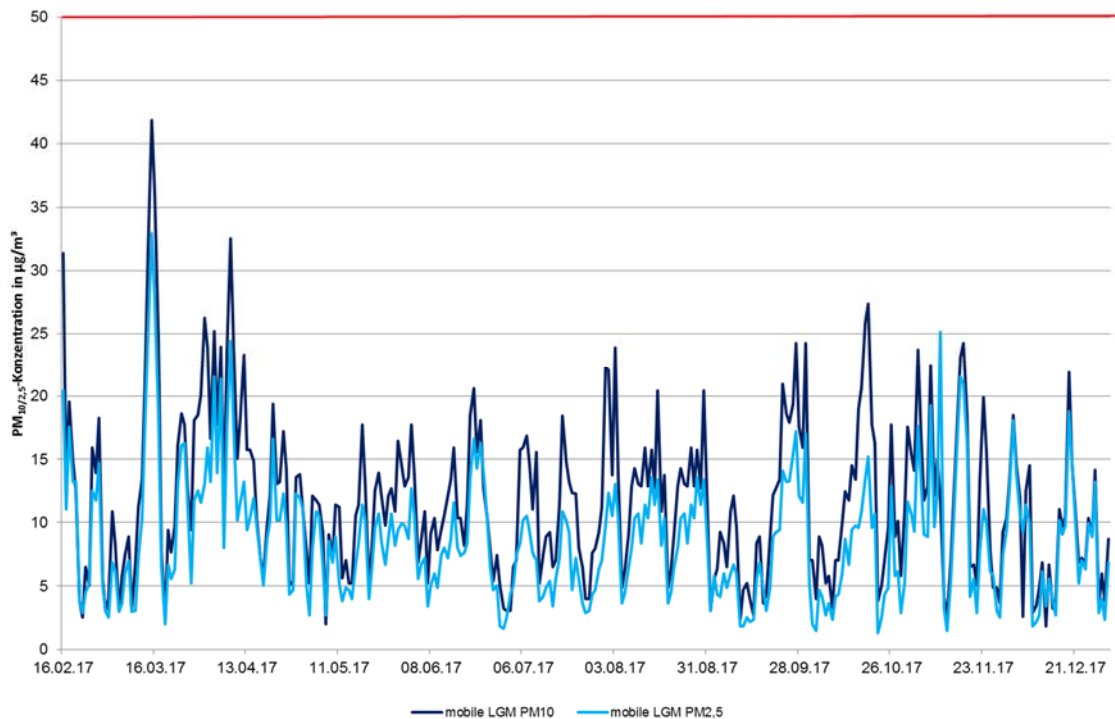


Abbildung 12. Verlauf der gravimetrisch gemessenen $PM_{10/2,5}$ -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Tagesmittelwerte, PM_{10} -Tagesimmissionsgrenzwert $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot markiert].

Die PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentrationen waren im gesamten Messzeitraum auf einem ähnlichen Niveau. Im März 2017 wurden die höchsten PM_{10} -Konzentrationen ermittelt, wogegen im Dezember 2017 durch die stürmische und feuchte Witterung ungewöhnlich geringe PM_{10} -Konzentrationen ermittelt wurden. Ein typischer Jahresgang mit erhöhten Partikelkonzentrationen im Winterhalbjahr und tendenziell niedrigeren Partikelkonzentrationen im Sommerhalbjahr konnte im Messzeitraum in Oberding, Ortsteil Schwaig in der gewohnten Form nicht nachgewiesen werden.

Zusätzliche Vergleichsbetrachtungen mit Ergebnissen der stationären Messstationen am Flughafen München bzw. mit dem LÜB-Messnetz werden, wie auch für die folgenden Messkomponenten, abschließend in Abschnitt 7 und 8 geführt.

6.2. Messergebnisse Stickstoffdioxid (NO₂)

In Tabelle 8 sind die statistischen Kenngrößen der an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig gemessenen NO₂-Konzentrationen und Monatsmittelwerte auf Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

Tabelle 8. Statistische Kenngrößen der NO₂ -Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM NO ₂	39. BImSchV
Februar 17	µg/m ³	22	
März 17	µg/m ³	18	
April 17	µg/m ³	17	
Mai 17	µg/m ³	13	
Juni 17	µg/m ³	12	
Juli 17	µg/m ³	11	
August 17	µg/m ³	12	
September 17	µg/m ³	14	
Oktober 17	µg/m ³	17	
November 17	µg/m ³	18	
Dezember 17	µg/m ³	18	
Mittelwert	µg/m³	15	40¹⁾
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	15	
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	72	
1h-Mittelwert >200 µg/m³	Anzahl	0	18²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	4	
Verfügbarkeit	%	98	

¹⁾ Jahresimmissionswert NO₂ gemäß 39. BImSchV

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

An der mobilen Luftgütemessstation in Oberding, Ortsteil Schwaig wurde eine mittlere NO₂-Konzentration von 15 µg/m³ im gesamten Messzeitraum bzw. im zweiten Halbjahr 2017 festgestellt; dies entspricht einem Anteil von ca. 38 % des Jahresgrenzwerts gemäß 39. BImSchV 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 72 µg/m³ in der Stunde im Messzeitraum ebenfalls nicht überschritten.

In Abbildung 13 ist der Verlauf der NO₂-Konzentration der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] grafisch dargestellt.

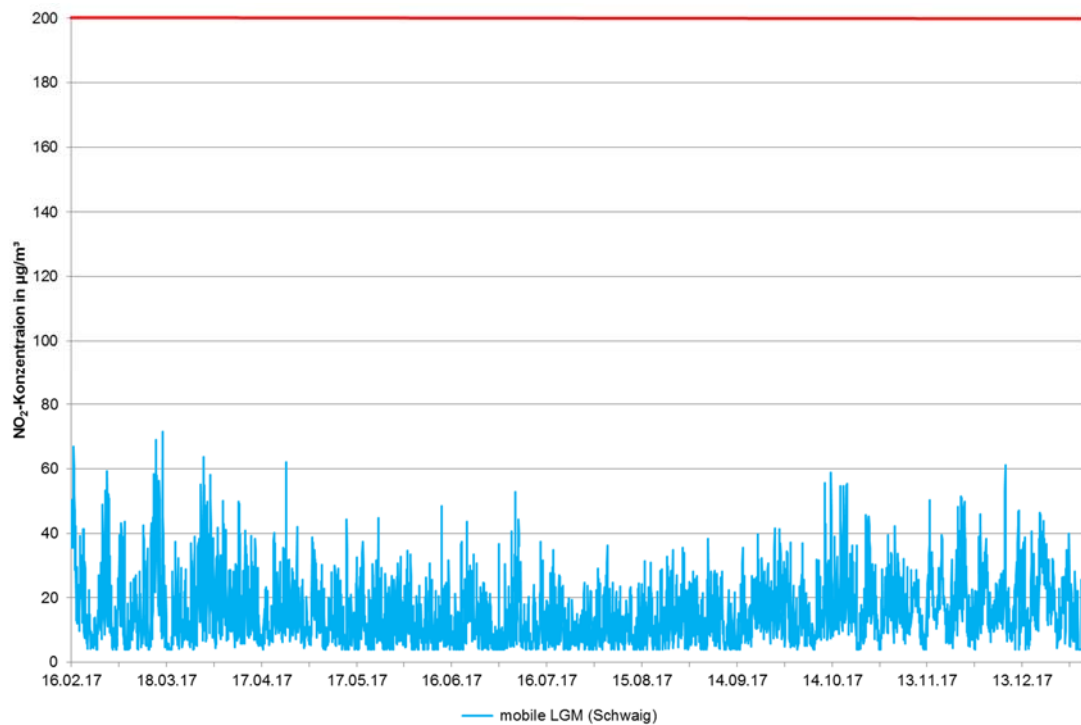


Abbildung 13. Verlauf der gemessenen NO₂-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 (Stundenmittelwerte, NO₂-Stundengrenzwert 200 µg/m³ rot markiert).

Die NO₂-Konzentration zeigt einen für Spurenstoffe typischen jahreszeitlichen Verlauf mit tendenziell 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 9 die Kenngrößen der NO-Konzentration dargestellt. Für diesen Parameter ist kein Immissionswert in der 39. BImSchV festgelegt.

Tabelle 9. Statistische Kenngrößen der NO-Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngroße	Einheit	mobile LGM NO	39. BlmSchV
Februar 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	
März 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	
April 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	
Mai 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	
Juni 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	
Juli 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	
August 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	
September 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6	
Oktober 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	
November 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	
Dezember 17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	
Mittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4	
Mittelwert 2. Halbjahr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	-
Max. 1h-Mittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	129	
Min. 1h-Mittelwert	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	
Verfügbarkeit %	%	98	

Die mittlere NO-Konzentration betrug im Messzeitraum an der mobilen Messstation $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. im zweiten Halbjahr 2017 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für Stickstoffmonoxid gibt es keinen Grenzwert. Stickstoffmonoxid ist ein Indikator für nahe gelegene Emittenten, da bei Verbrennungsvorgängen NO in deutlich höherer Konzentration als NO_2 emittiert wird. In der Außenluft wird in der Regel NO unter Reaktion mit Ozon zu NO_2 umgewandelt.

In Abbildung 14 ist informativ der Verlauf der NO-Konzentration der mobilen LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig) grafisch dargestellt.

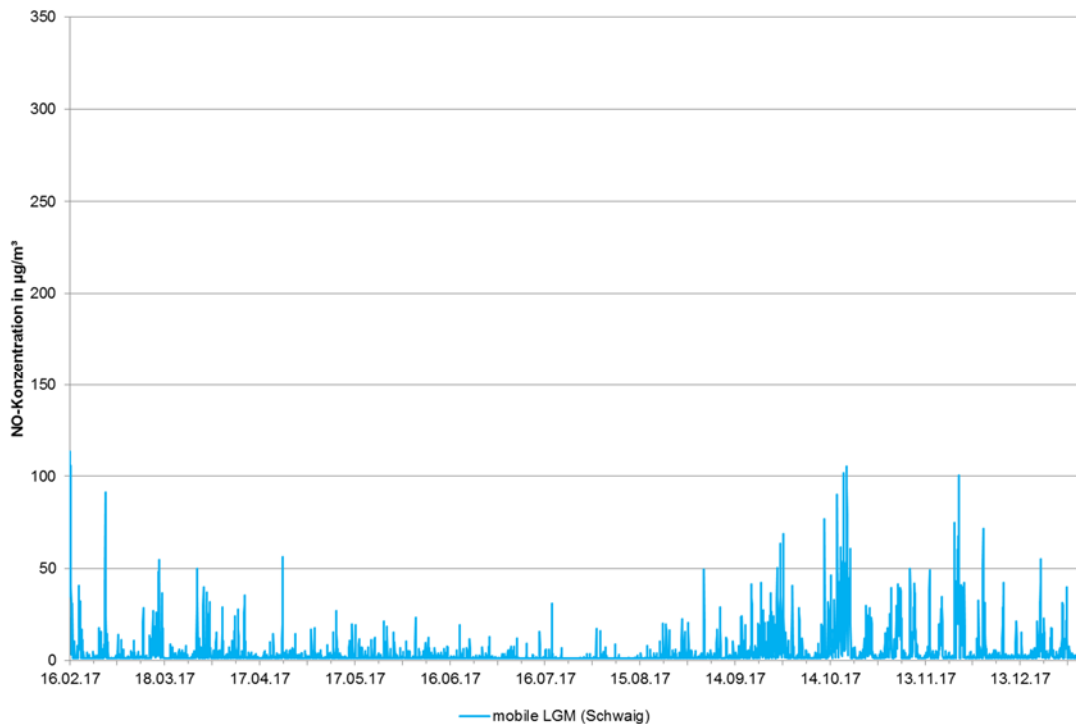


Abbildung 14. Verlauf der gemessenen NO-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte].

Die höchsten NO-Konzentrationen wurden Anfang Oktober 2017 ermittelt. Ursache hierfür sind Hochdruckwetterlagen in Verbindung mit Hoch- bzw. Frühnebel. 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 10 sind die statistischen Kenngrößen der an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig gemessenen SO₂-Konzentrationen und Monatsmittelwerte auf Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

Tabelle 10. Statistische Kenngrößen der SO₂-Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM SO₂	39. BImSchV
Februar 17	µg/m ³	2	
März 17	µg/m ³	2	
April 17	µg/m ³	2	
Mai 17	µg/m ³	2	
Juni 17	µg/m ³	2	
Juli 17	µg/m ³	2	
August 17	µg/m ³	2	
September 17	µg/m ³	2	
Oktober 17	µg/m ³	2	
November 17	µg/m ³	2	
Dezember 17	µg/m ³	2	
Mittelwert	µg/m³	2	-
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	2	
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	10	
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 %	%	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

An der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig wurde für den Messzeitraum eine mittlere SO₂-Konzentration von 2 µg/m³ ermittelt. In 92 % des Messzeitraums wurde eine SO₂-Konzentration unterhalb der Bestimmungsgrenze von 2 µg/m³ ermittelt.

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

Der maximale Stundenmittelwert betrug 10 µg/m³. Der Immissionsgrenzwert für die Stunde gemäß 39. BImSchV beträgt 350 µg/m³ und wurde somit ebenfalls deutlich unterschritten.

In Abbildung 15 ist der Verlauf der SO₂-Konzentration der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] grafisch dargestellt.

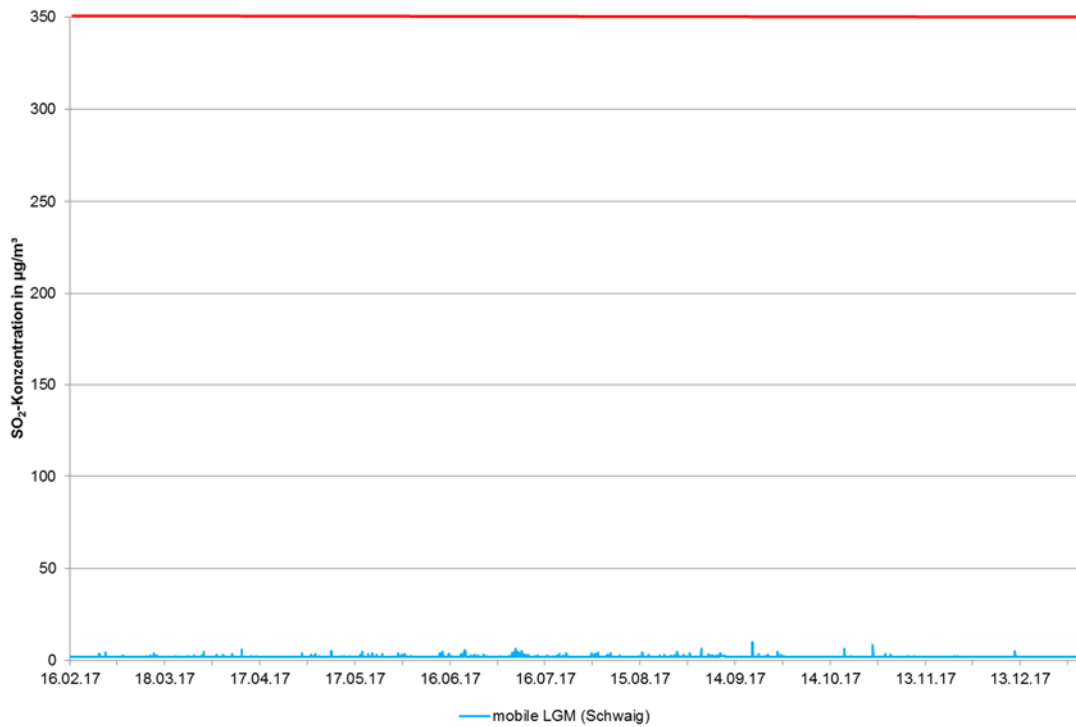


Abbildung 15. Verlauf der gemessenen SO₂-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte, SO₂-Stundengrenzwert 350 µg/m³ rot markiert].

Der Verlauf der SO₂-Konzentration zeigt, dass die SO₂-Belastung auf einem sehr niedrigen Niveau lag, welches 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 11 sind die statistischen Kenngrößen der an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig gemessenen O₃-Konzentrationen und Monatsmittelwerte gemäß 39. BImSchV zusammengefasst.

Tabelle 11. Statistische Kenngrößen der O₃-Konzentration für den Messzeitraum.

Kenngröße	Einheit	mobile LGM O ₃	39. BImSchV
Februar 17	µg/m ³	40	
März 17	µg/m ³	49	
April 17	µg/m ³	59	
Mai 17	µg/m ³	65	
Juni 17	µg/m ³	73	
Juli 17	µg/m ³	65	
August 17	µg/m ³	59	
September 17	µg/m ³	37	
Oktober 17	µg/m ³	33	
November 17	µg/m ³	29	
Dezember 17	µg/m ³	35	
Mittelwert	µg/m³	50	
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	43	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	163	
Max. 8h-Mittelwert	µg/m ³	153	
1h-Mittelwert >180 µg/m³	Anzahl	0	180¹⁾
8h-Mittelwert >120 µg/m³	Anzahl	15	25²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	3	
Verfügbarkeit %	%	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 am Messort in Oberding, Ortsteil Schwaig (mobile LGM) betrug im gesamten Messzeitraum 50 µg/m³ bzw. im zweiten Halbjahr 2017 43 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 Oberding, Ortsteil Schwaig im Messzeitraum 15 mal überschritten.

Die Informationsschwelle für Stundenmittelwerte von größer $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde im Messzeitraum an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig nicht überschritten.

In Abbildung 16 ist der Verlauf der O_3 -Konzentration der mobilen LGM (Oberding) grafisch dargestellt.

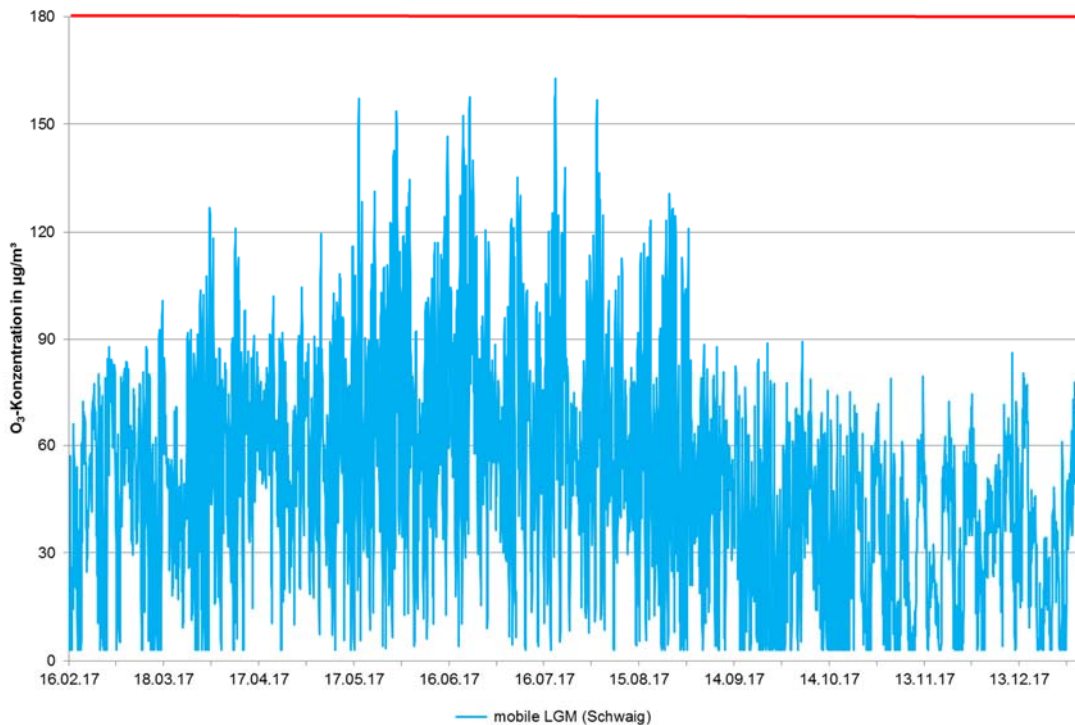


Abbildung 16. Verlauf der gemessenen O_3 -Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Stundenmittelwerte, O_3 -Stundeninformationsschwelle $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot markiert].

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 Oktober und November 2017 gab es erwartungsgemäß durch ausgeprägte Hochnebelphasen besonders geringe Ozonkonzentrationen.

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

Die Messungen für die Bestimmung der aromatischen Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol) und der n-Alkane (C6 – C14) 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 12 sind die Mittel- und Maximalwerte der an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig gemessenen BTEX- und n-Alkan-Konzentrationen unter Berücksichtigung der jeweiligen Beurteilungswerte zusammengefasst.

Tabelle 12. Statistische Kenngrößen der BTEX- und n-Alkan-Messungen [mobile LGM].

Messzeitraum	mobile LGM				
	16.02.-31.12.17	2. Halbjahr	max. Wochen- mittelwert	Beurteilungswert	
Messparameter	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
BTEX	Benzol	0,5	0,6	1,2	5 ¹⁾
	Toluol	1,2	1,3	3,0	30 ²⁾
	Ethylbenzol	0,2	0,2	0,5	880 ³⁾
	m+p-Xylol	0,7	0,8	2,0	
	o-Xylol	0,3	0,3	0,7	
	Σ Xylole	1,0	1,1	2,6	30 ²⁾
n-Alkane	n-Hexan	0,30	0,34	0,86	
	n-Heptan	0,24	0,26	0,93	
	n-Oktan	0,07	0,07	0,19	
	n-Nonan	0,06	0,07	0,14	
	n-Dekan	0,07	0,07	0,14	
	n-Undekan	0,07	0,07	0,20	
	n-Dodekan	0,04	0,04	0,15	
	n-Tridekan	0,05	0,05	0,28	
	n-Tetradekan	0,05	0,05	0,28	
	Σ n-Alkane	0,95	0,99	2,47	200 ⁴⁾
Verfügbarkeit	100%	100%			

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 im gesamten Messzeitraum an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig betrug $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. im zweiten Halbjahr 2017 $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Mittelwerte lagen somit 90 % bzw. 89 % unter dem Immissionsgrenzwert für das Kalenderjahr gemäß 39. BImSchV von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert wurde somit im Messzeitraum und auch im zweiten Halbjahr 2017 deutlich unterschritten.

Der maximale Wochenmittelwert während des Messzeitraums betrug $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und unterschreitet ebenfalls den Grenzwert, der ein Jahresmittelwert ist, deutlich.

Auch beim Toluol und den Xylole sind mit $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel bzw. mit $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im zweiten Halbjahr 2017 Konzentrationen deutlich unterhalb der Zielwerte des LAI bestimmt worden. Die mittlere Ethylbenzol-Konzentration lag bei beiden

Betrachtungszeiträumen mit $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr als das 1000fache unterhalb des vom AGW abgeleiteten Beurteilungswertes von $880 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der herangezogene Beurteilungswert wurde hiermit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

Bei den n-Alkanen wurden in Oberding, Ortsteil Schwaig sowohl im Mittel, als auch im zweiten Halbjahr 2017, Summenkonzentrationen von ca. $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Die Konzentrationen der einzelnen n-Alkane lagen bei fast allen Einzelmessungen auf dem Niveau 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 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 Oberding, Ortsteil Schwaig vorgefundene Kohlenwasserstoffmuster zeigt diesbezüglich keine Auffälligkeiten.

In Abbildung 17 und Abbildung 18 sind die Verläufe der Benzol und n-Alkan-Konzentration an der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] grafisch dargestellt.

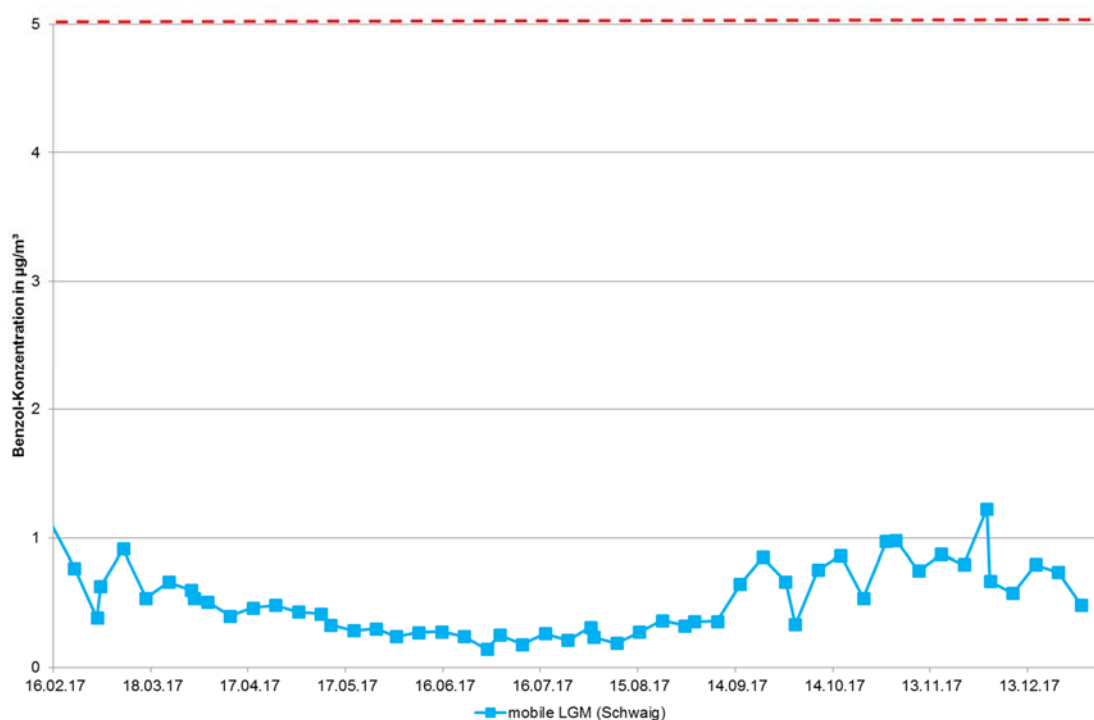


Abbildung 17. Verlauf der gemessenen Benzol-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 (Wochenmittelwerte, Jahresimmissionswert $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert).

Beim Benzol wurden wie auch teilweise beim PM_{10} / $\text{PM}_{2,5}$ und NO_2 die höchsten Konzentrationen im Winterhalbjahr festgestellt. Der jahreszeitliche Trend mit höheren Benzolkonzentrationen

tionen im Winterhalbjahr und niedrigeren Benzolkonzentrationen im Sommerhalbjahr ist auch für Toluol, Ethylbenzol und die Xylole typisch.

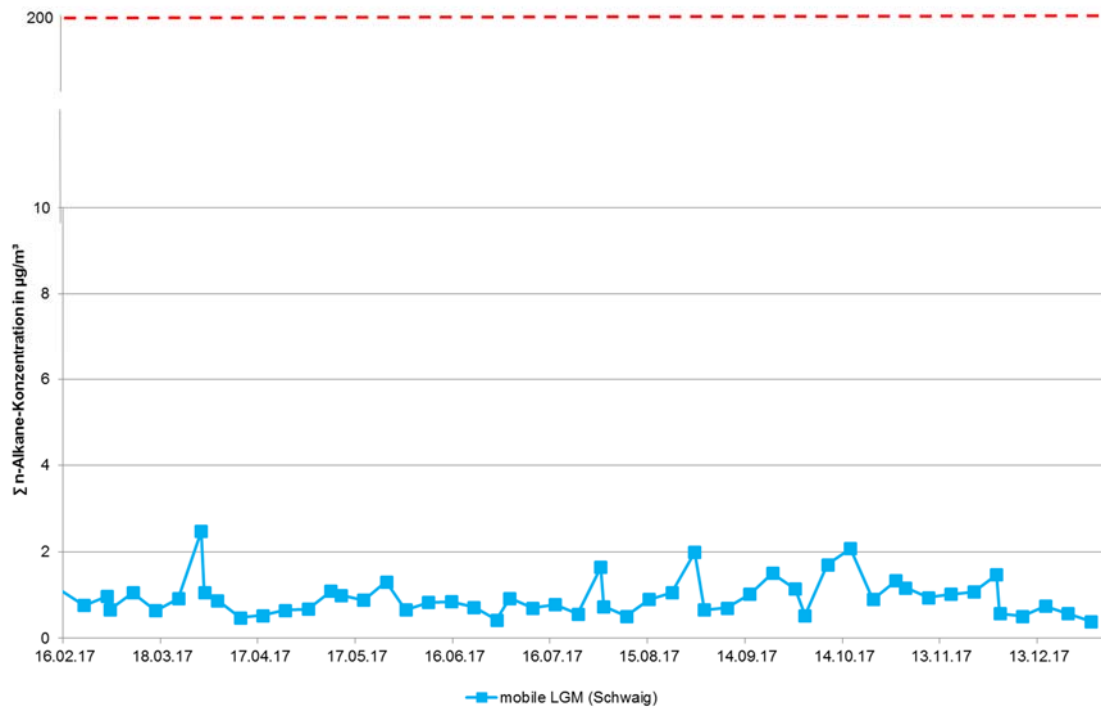


Abbildung 18. Verlauf der Summe der gemessenen n-Alkan-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert].

Die n-Alkan-Konzentrationen lagen im Sommerhalbjahr im Bereich der Bestimmungsgrenze. Ende März 2017 gab es einen kurzzeitigen Anstieg der n-Alkan-Konzentrationen. In diesem Zeitraum waren z. B. auch die $\text{PM}_{10/2,5}$ - und NO/NO_2 -Konzentrationen erhöht.

6.6. Messergebnisse Benzo[a]pyren

Die Benzo[a]pyren-Konzentrationen [BaP] wurden als Monatsmittelwerte aus den PM₁₀-Proben ermittelt. Die Ermittlung der Monatskenngrößen erfolgte hierbei für die Monate Februar 2017 bis Dezember 2017. Die Ermittlung des Februar-Mittelwertes erfolgte hierbei nur von 16. Februar bis 28. Februar 2017.

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der in Oberding, Ortsteil Schwaig gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentrationen gemäß 39. BImSchV zusammengefasst.

Tabelle 13. Statistische Kenngrößen der Benzo[a]pyren-Konzentration im PM₁₀.

Benzo(a)pyren im PM₁₀		mobile LGM	39. BImSchV
Februar 17	ng/m ³	0,48	
März 17	ng/m ³	0,25	
April 17	ng/m ³	0,09	
Mai 17	ng/m ³	0,03	
Juni 17	ng/m ³	0,01	
Juli 17	ng/m ³	0,005	
August 17	ng/m ³	0,04	
September 17	ng/m ³	0,08	
Oktober 17	ng/m ³	0,21	
November 17	ng/m ³	0,33	
Dezember 17	ng/m ³	0,32	
Mittelwert	ng/m ³	0,17	
Mittelwert 2. Halbjahr	ng/m ³	0,16	1¹⁾

¹⁾ Zielwert für das Kalenderjahr nach 39. BImSchV

In Oberding, Ortsteil Schwaig wurde über den Messzeitraum eine mittlere Benzo[a]pyren-Konzentration im PM₁₀ von 0,17 ng/m³ und im zweiten Halbjahr 2017 von 0,16 ng/m³ ermittelt. Der Zielwert für das Kalenderjahr von 1 ng/m³ gemäß 39. BImSchV wurde somit im Messzeitraum deutlich unterschritten.

In Abbildung 19 ist der Verlauf der Benzo[a]pyren-Konzentration der mobilen LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig) grafisch dargestellt.

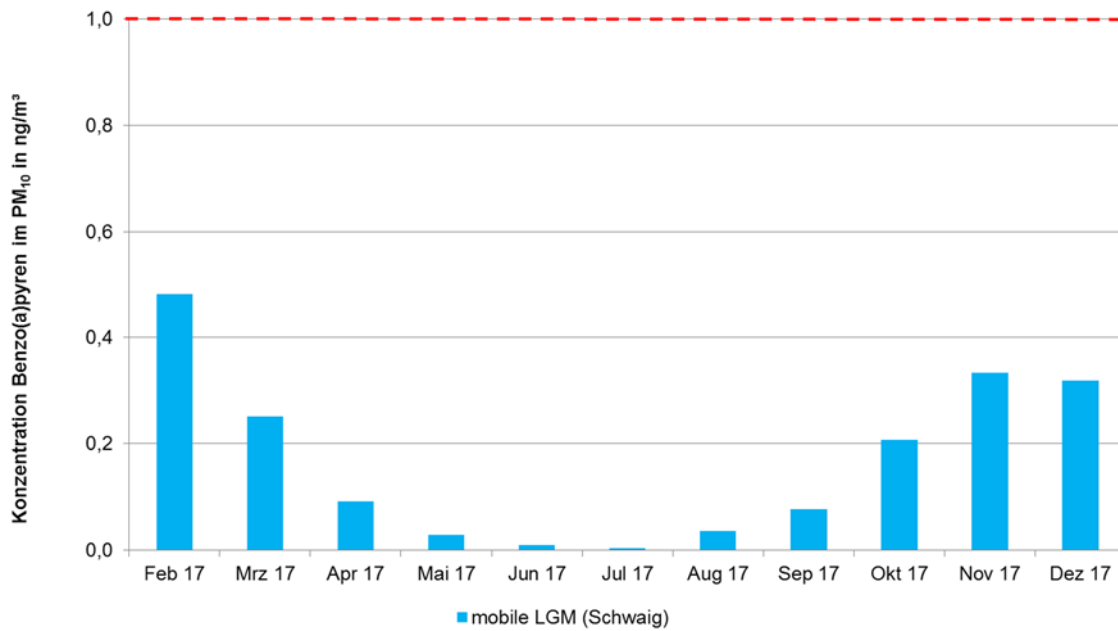


Abbildung 19. Verlauf der gemessenen BaP-Konzentration der mobilen LGM für den Messzeitraum 16.02.2017 – 31.12.2017 (Monatsmittelwerte, Jahreszielwert 1 ng/m³ rot gestrichelt markiert).

Aus Abbildung 19 wird der ausgeprägte Jahresgang der Benzo(a)pyren-Belastung mit den höheren Konzentrationen in den Wintermonaten deutlich. Ein derartiger Effekt ist während des Messzeitraumes in Oberding, Ortsteil Schwaig 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, Februar/März bzw. Oktober bis Dezember 2017, die höhere Benzo(a)pyren-Konzentration ermittelt wurde. So wurde die höchste Benzo(a)pyren-Konzentration in Oberding, Ortsteil Schwaig mit 0,48 ng/m³ im Februar 2017 bestimmt.

7. Vergleich der Messstationen

Zur Vergleichbarkeit werden die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen am Messort Oberding zusätzlich den Messergebnissen der Messstation LHY 4 (westlich des Flughafens) und der Hauptmessstation LHY7 (östlich des Flughafens ca. 2 km von Messstandort Oberding entfernt) gegenübergestellt.

Die räumliche Lage der Messstationen ist in Abbildung 1 dargestellt.

7.1. Partikel PM₁₀ und PM_{2,5}

In Tabelle 14 sind die statistischen Kenngrößen der mit dem gravimetrischen Referenzmessverfahren ermittelten PM₁₀-Konzentrationen der Messorte Oberding, Ortsteil Schwaig (mobile LGM) und LHY7 auf der Basis von Tagesmittelwerten zusammengefasst.

Abbildung 20 zeigt den zeitlichen Verlauf der monatlichen PM₁₀-Konzentrationen am Messort Oberding im Vergleich zu der stationären Hauptmessstation LHY7.

Tabelle 14. Kenngrößen der PM₁₀-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Kenngröße	Einheit	mobile	LHY7	39.
		LGM PM ₁₀	PM ₁₀	BlmSchV
Februar 17	µg/m ³	13	13	
März 17	µg/m ³	14	13	
April 17	µg/m ³	16	14	
Mai 17	µg/m ³	10	10	
Juni 17	µg/m ³	11	14	
Juli 17	µg/m ³	10	14	
August 17	µg/m ³	13	15	
September 17	µg/m ³	11	13	
Oktober 17	µg/m ³	11	15	
November 17	µg/m ³	12	12	
Dezember 17	µg/m ³	9	8	
Mittelwert	µg/m³	12	13	
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	11	13	40¹⁾
max. TMW	µg/m ³	42	33	-
Tage > 50 µg/m³	Anzahl	0	1	35²⁾
Verfügbarkeit	%	100	100	-

¹⁾ Jahresimmissionswert gemäß 39. BlmSchV

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

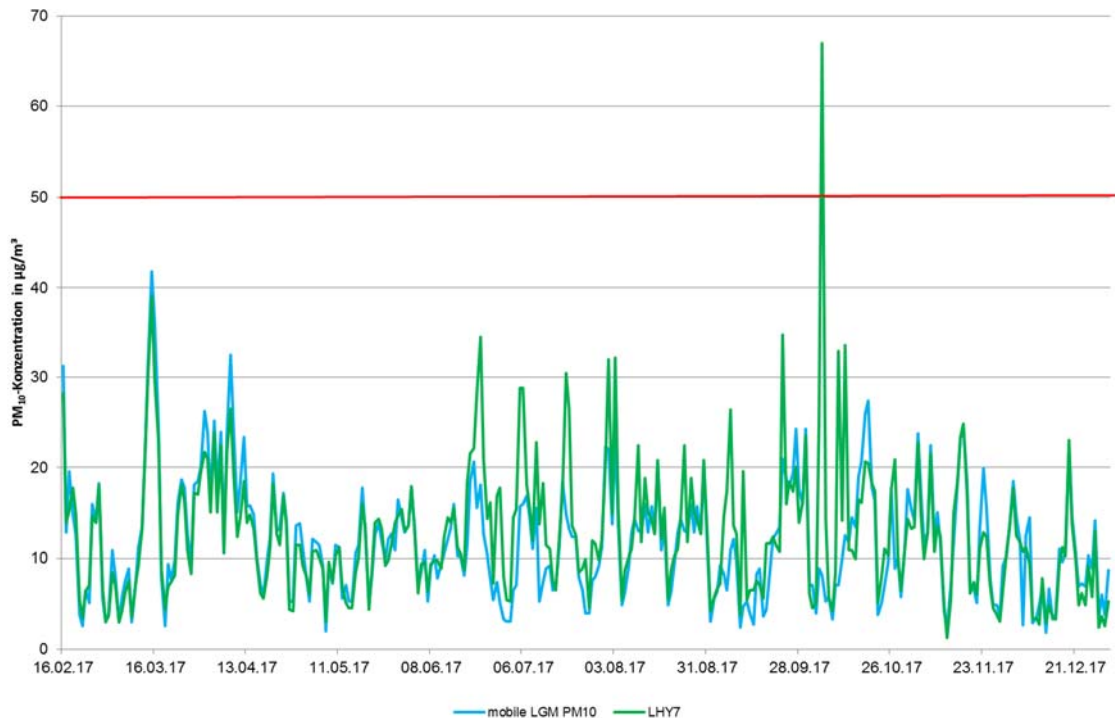


Abbildung 20. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM₁₀-Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Tagesmittelwerte, Tagesimmissionsgrenzwert 50 µg/m³ rot markiert].

Die mittlere PM₁₀-Konzentration betrug für den gesamten Messzeitraum am Messort in Oberding, Ortsteil Schwaig [mobile LGM] 12 µg/m³ und an der Hauptmessstation LHY7 13 µg/m³. Bei Betrachtung des zweiten Halbjahres 2017 ergeben sich mit mittleren PM₁₀-Konzentrationen von 11 µg/m³ in Oberding, Ortsteil Schwaig bzw. 13 µg/m³ an der Hauptmessstation LHY7 ähnliche Ergebnisse. Die Verläufe der PM₁₀-Mittelwerte zeigen grundsätzlich eine gute Übereinstimmung zwischen den Messorten. Die Spitzenkonzentrationen der Hauptmessstation LHY7 ab Juni 2017 sind auf lokale Emissionen einer benachbarten Baustelle [Bodenfilter Start- und Landebahn Süd] zurückzuführen.

An beiden Messorten wurden im Mai 2017 die geringsten PM₁₀-Konzentrationen festgestellt.

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

In Tabelle 15 sind die statistischen Kenngrößen der ermittelten PM_{2,5}-Konzentrationen dargestellt. Abbildung 21 zeigt den zeitlichen Verlauf der monatlichen PM_{2,5}-Konzentrationen am Messort Oberding, Ortsteil Schwaig im Vergleich zu der Hauptmessstation LHY7.

Tabelle 15. Kenngrößen der PM_{2,5}-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Kenngröße	Einheit	mobile LGM PM _{2,5}	LHY7 PM _{2,5}	39. BImSchV
Februar 17	µg/m ³	10	9	
März 17	µg/m ³	10	10	
April 17	µg/m ³	12	11	
Mai 17	µg/m ³	7	7	
Juni 17	µg/m ³	8	9	
Juli 17	µg/m ³	6	8	
August 17	µg/m ³	10	9	
September 17	µg/m ³	7	7	
Oktober 17	µg/m ³	7	7	
November 17	µg/m ³	10	8	
Dezember 17	µg/m ³	8	7	
Mittelwert	µg/m³	9	8	
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	8	8	25¹⁾
max. TMW	µg/m ³	33	31	-
Verfügbarkeit	%	100	98	-

¹⁾ Jahresimmissionswert gemäß 39. BImSchV

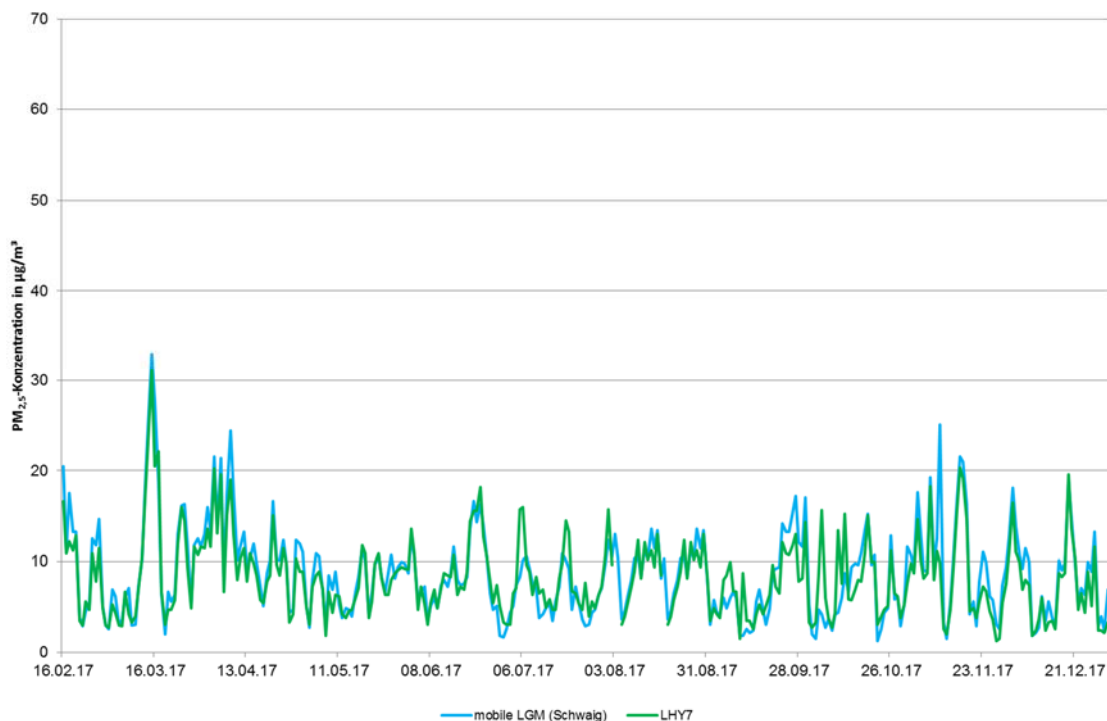


Abbildung 21. Verlauf der gravimetrisch gemessenen PM_{2,5}-Konzentration der mobilen LGM und LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17; Tagesmittelwerte.

Für den gesamten Messzeitraum wurde am Messort mobile LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig) eine mittlere $PM_{2,5}$ -Konzentration von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. am Messort LHY7 eine mittlere $PM_{2,5}$ -Konzentration von $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Im zweiten Halbjahr 2017 lagen die beiden mittleren $PM_{2,5}$ -Konzentrationen mit $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf identischem Niveau.

Anhand der Verläufe der PM_{10} - und $PM_{2,5}$ -Konzentrationen sind gute Übereinstimmungen zwischen den Messorten und den beiden Staubfraktionen zu erkennen. Typischerweise sind bei der kleineren $PM_{2,5}$ -Fraktion die Einflüsse der an die LHY7 angrenzenden Baustelle Bodenfilter nicht zu erkennen. Wie auch beim PM_{10} wurden am 15. März 2017 kurzzeitig erhöhte $PM_{2,5}$ -Konzentrationen bestimmt.

Das Ergebnis der $PM_{10}/PM_{2,5}$ -Messungen in Oberding, Ortsteil Schwaig im Vergleich mit $PM_{10}/PM_{2,5}$ -Messungen an der Station LHY7 bestätigt, dass, mit Ausnahme der erhöhten PM_{10} -Konzentrationen im Umfeld der LHY7 verursacht durch Baustellentätigkeiten, 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 22 wurden solche Konzentrationswindrosen für die mobile LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig und die Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16. Februar 2017 bis 31. Dezember 2017 dargestellt.

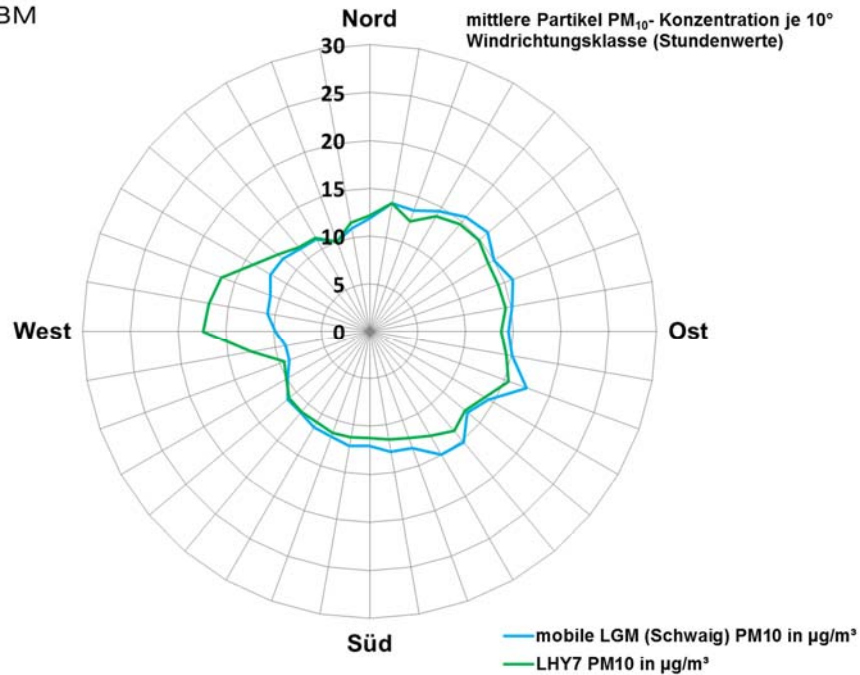


Abbildung 22. Konzentrationswindrose: mittlere PM_{10} -Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10° -Windrichtungsklasse an den Messorten mobile LGM und LHY7 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 16.02. - 31.12.17.

In Tabelle 16 sind zudem die mittleren Abweichungen zwischen der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig und der Hauptmessstation LHY7 mit Bezug auf die vier Windsektoren Nord, Ost, Süd und West sowie die Kalmen [Windgeschwindigkeit $<0,5$ m/s] dargestellt.

Tabelle 16. Mittlere PM_{10} -Konzentration und -differenz je Windsektor.

Windrichtungssektoren WRS			mobile LGM	LHY7	Differenz mobile LGM zu LHY7
Mittelwert Sektor	von	bis	PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 (Ost)	46	135°	15,2	14,3	1
2 (Süd)	136°	225°	12,5	11,6	1
3 (West)	226°	315°	9,9	12,8	-3
4 (Nord)	316°	045°	12,6	12,4	0
5 (Kalmen)	<	0,5 m/s	15,1	13,2	2

Abbildung 22 und Tabelle 16 zeigen, dass generell die höchsten Konzentrationen bei östlichen Windrichtungen bzw. bei Windstillen [Kalmen] 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, Haimhausen und Ismaning

auch bereits festgestellt werden, wenn großräumige Ostanströmung mit dem damit verbundenen Ferntransport von Partikeln dominierte.

Die Differenzen der PM₁₀-Konzentrationen bei der windrichtungsabhängigen Auswertung zwischen der mobilen LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig, westlich des Flughafens) und der Hauptmessstation LHY7 (östlich der südlichen Start- und Landebahn) bewegen sich für die Windsektoren Ost, Süd, und Nord grundsätzlich im Bereich der Messunsicherheit. Die größte Differenz zwischen der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig und der Hauptmessstation LHY7 wurde bei Westwinden registriert. Ursachen hierfür können lokale Emittenten wie z. B. die an der LHY7 direkt benachbarte Baustelle „Bodenfilter“ bzw. der Flughafen München sein.

7.2. Stickstoffdioxid (NO₂)

In Tabelle 17 sind die statistischen Kenngrößen der NO₂-Konzentration von der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig und der Hauptmessstation LHY7 sowie der Messstation LHY4 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

In Abbildung 23 sind die Monatsmittelwerte der NO₂-Konzentrationen für die drei Messorte grafisch dargestellt.

Tabelle 17. Kenngrößen der NO₂-Konzentration (mobile LGM/ LHY7/ LHY4).

Kenngroße	Einheit	mobile LGM NO₂	LHY7 NO₂	LHY4 NO₂	39. BlmSchV
Februar 17	µg/m ³	22	27	26	
März 17	µg/m ³	18	23	24	
April 17	µg/m ³	17	21	21	
Mai 17	µg/m ³	13	16	21	
Juni 17	µg/m ³	12	15	17	
Juli 17	µg/m ³	11	16	15	
August 17	µg/m ³	12	15	18	
September 17	µg/m ³	14	18	21	
Oktober 17	µg/m ³	17	22	22	
November 17	µg/m ³	18	24	22	
Dezember 17	µg/m ³	18	23	21	
Mittelwert	µg/m³	15	19	20	40¹⁾
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	15	20	20	
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	72	84	115	
1h-Mittelwert >200 µg/m³	Anzahl	0	0	0	18²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	4	4	4	
Verfügbarkeit	%	98	98	98	

¹⁾ Jahresimmissionswert NO₂ gemäß 39. BlmSchV

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

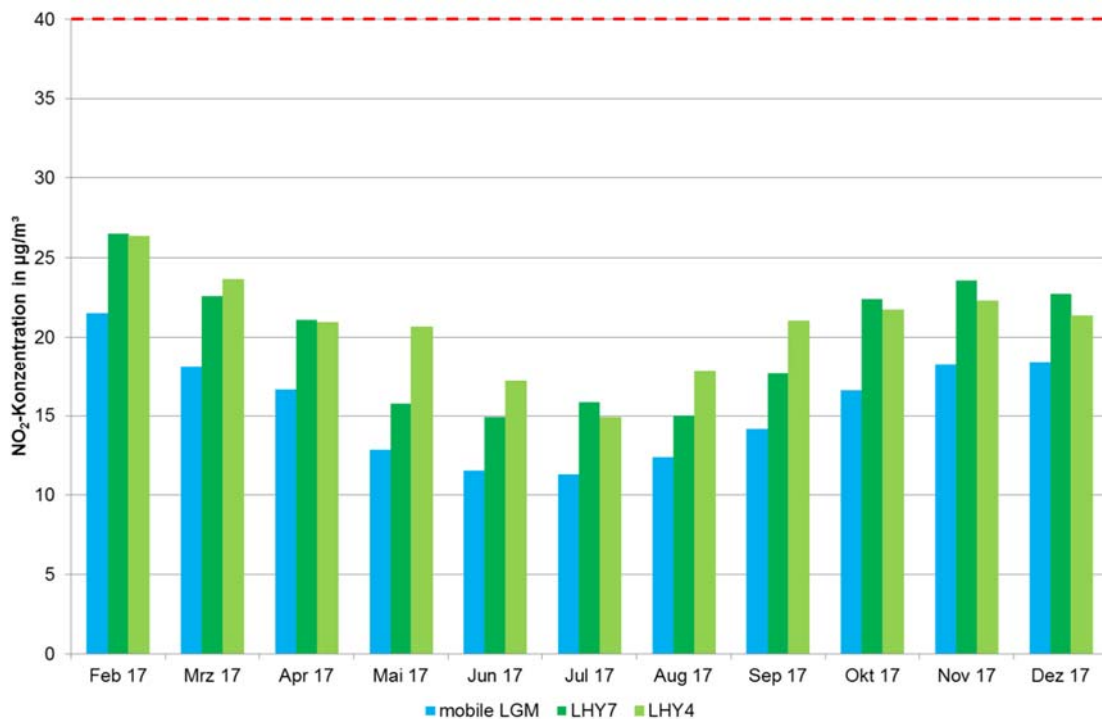


Abbildung 23. Verlauf der NO₂-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 (Monatsmittelwerte, Grenzwert für das Kalenderjahr 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert).

An der mobilen Luftgütemessstation in Oberding, Ortsteil Schwaig wurde mit 15 µg/m³ eine im Mittel ca. 4 µg/m³ geringere NO₂-Konzentration als an der Hauptmessstation LHY7 bzw. 5 µg/m³ geringere NO₂-Konzentration als an der Messstation LHY4 festgestellt. In allen Messmonaten wurden an der mobilen Messstation die geringsten NO₂-Konzentrationen ermittelt. Die Monatsmittelwerte aller Messstationen lagen deutlich unterhalb des Jahresimmissionsgrenzwertes von 40 µg/m³ gemäß 39. BImSchV. Wie auch bei den Partikeln und beim Benzo[a]pyren wurden im Winterhalbjahr typischerweise höhere NO₂-Konzentrationen ermittelt. Dies kann auch auf die ungünstigeren Ausbreitungsbedingungen zurückgeführt werden.

In Abbildung 24 wurden NO₂-Konzentrationswindrosen analog zu PM₁₀ für die mobile LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig, die Station LHY4 und die Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16. Februar 2017 bis 31. Dezember 2017 dargestellt.

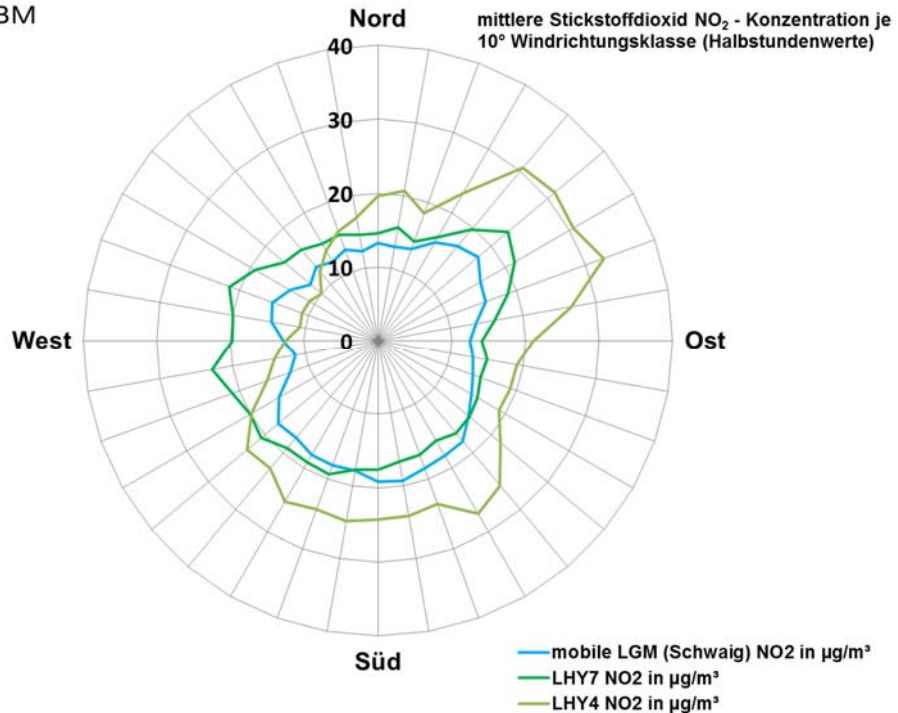


Abbildung 24. Konzentrationswindrose: mittlere NO₂-Konzentrationen aus allen Einzelmesswerten je 10°-Windrichtungsklasse [WRK] an den Messorten mobile LGM, LHY7 und LHY4 im Vergleich; basierend auf kontinuierlichen Messdaten im Zeitraum vom 16.02. - 31.12.17.

In Tabelle 18 sind die mittleren Abweichungen zwischen der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] und dem Messort LHY4 und der Hauptmessstation LHY7 mit Bezug auf die vier Windsektoren Nord, Ost, Süd und West sowie die Kalmen [Windgeschwindigkeit <0,5 m/s] dargestellt.

Tabelle 18. Mittlere NO₂-Konzentration und -differenz je Windsektor.

Windrichtungssektoren WRS	mobile LGM		LHY4	LHY7	Differenz mobile LGM zu LHY4	Differenz mobile LGM zu LHY7	
	von	bis	NO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	
1 (Ost)	46	135°	14,6	24,8	17,1	-10	-3
2 (Süd)	136°	225°	18,7	25,3	18,4	-7	0
3 (West)	226°	315°	13,8	15,4	21,2	-2	-7
4 (Nord)	316°	045°	13,7	19,3	16,3	-6	-3
5 (Kalmen)	<	0,5 m/s	22,0	36,8	21,2	-15	1

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

Die höchsten NO₂-Konzentrationen wurden an allen drei Messstandorten bei windstillen Situationen ermittelt. Bei geringen Windgeschwindigkeiten führen neben lokalen Emittenten auch die ungünstigeren Austauschbedingungen zu höheren Schadstoffkonzentrationen.

Bei Betrachtung der westlichen Windrichtungen, bei denen sich die mobile LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig) und die Hauptmessstation LHY7 im Abwind des Flughafens befinden, wurden an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig um ca. 7 µg/m³ niedrigere NO₂-Konzentrationen im Vergleich zur Station LHY4 bzw. 2 µg/m³ niedrigere NO₂-Konzentrationen im Vergleich zur Hauptmessstation LHY7 festgestellt.

Bei Betrachtung der östlichen Windrichtungen, bei denen sich die Station LHY4 im Abwind des Flughafens befindet, wurden an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig im Vergleich zur Station LHY4 um ca. 10 µg/m³ niedrigere NO₂-Konzentrationen bestimmt.

Signifikant sind zudem die Differenzen bei Windstillen. Bei diesen Windverhältnissen wurden an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig mit 15 µg/m³ deutlich geringere NO₂-Konzentrationen als an der Station LHY4 registriert.

Informativ sind zudem in Tabelle 19 und in Abbildung 25 die Kenngrößen der NO-Konzentration zusammengefasst. Für diesen Parameter gibt es in der 39. BImSchV keinen Immissionsgrenzwert.

Tabelle 19. Kenngrößen der NO-Konzentration [mobile LGM/ LHY7/ LHY4].

Kenngröße	Einheit	mobile	LHY7	LHY4	39. BImSchV
		LGM NO	NO	NO	
Februar 17	µg/m ³	8	9	15	
März 17	µg/m ³	4	5	10	
April 17	µg/m ³	3	4	5	
Mai 17	µg/m ³	2	3	5	
Juni 17	µg/m ³	2	2	3	
Juli 17	µg/m ³	1	3	3	
August 17	µg/m ³	2	3	5	
September 17	µg/m ³	6	4	13	
Oktober 17	µg/m ³	9	9	18	
November 17	µg/m ³	8	9	15	
Dezember 17	µg/m ³	5	6	7	
Mittelwert	µg/m³	4	5	9	
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	5	6	10	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	129	107	206	
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	1	1	9	
Verfügbarkeit %	%	98	98	98	

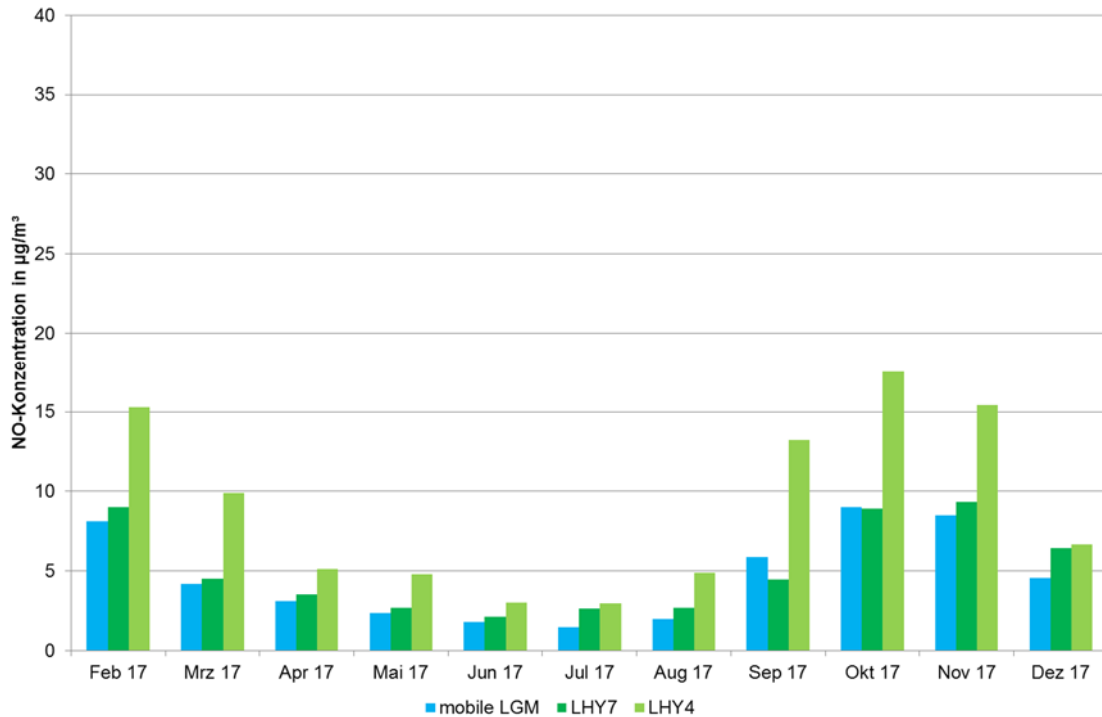


Abbildung 25. Verlauf der NO-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte].

Beim NO wurde am Messort Oberding, Ortsteil Schwaig über den gesamten Messzeitraum mit $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eine um $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ höhere NO-Konzentration als an der Messstation LHY7 bzw. eine um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedrigere NO-Konzentration als an der Station LHY4 ermittelt.

Die höchsten NO-Konzentrationen wurden im Oktober 2017 bzw. November 2017 ermittelt. In diesen Monaten gab es durch vermehrt auftretenden Hochnebel lokale bodennahe Inversionen, weshalb die NO-Konzentrationen in diesem Monat erhöht waren.

7.3. Schwefeldioxid (SO_2)

In Tabelle 20 sind die statistischen Kenngrößen der SO_2 -Konzentration der mobilen LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig) und der Hauptmessstation LHY7 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

In Abbildung 26 sind die mittleren Verläufe der SO_2 -Konzentrationen für die beiden Messorte grafisch dargestellt.

Tabelle 20. Kenngrößen der SO₂-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Kenngröße	Einheit	mobile LGM SO₂	LHY7 SO₂	39. BlmSchV
Februar 17	µg/m ³	2	2	
März 17	µg/m ³	2	2	
April 17	µg/m ³	2	2	
Mai 17	µg/m ³	2	2	
Juni 17	µg/m ³	2	2	
Juli 17	µg/m ³	2	2	
August 17	µg/m ³	2	2	
September 17	µg/m ³	2	2	
Oktober 17	µg/m ³	2	2	
November 17	µg/m ³	2	2	
Dezember 17	µg/m ³	2	2	
Mittelwert	µg/m³	2	2	
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	2	2	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	10	8	
1h-Mittelwert >350 µg/m³	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 %	%	98	98	

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

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

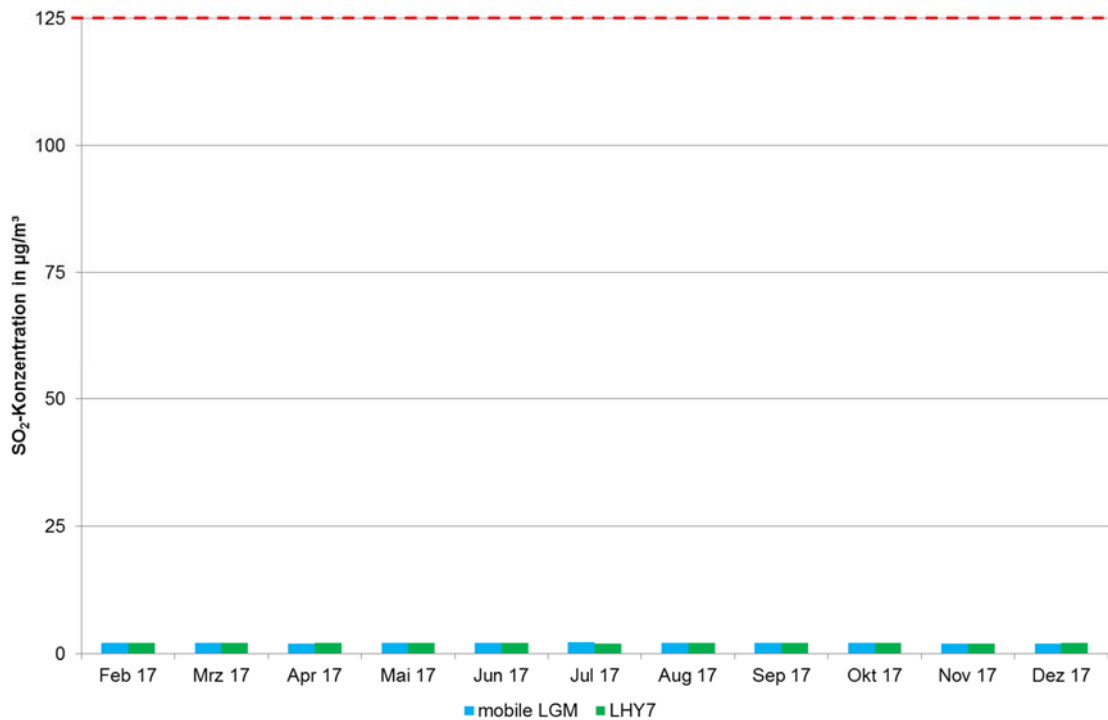


Abbildung 26. Verlauf der SO₂-Konzentration der mobilen LGM, der Hauptmessstation LHY7 und der Messstation LHY4 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte].

Die Monatsmittelwerte an den beiden Messstationen mobile LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] 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 Jahrgang ist bei SO₂ aufgrund der geringen Konzentrationen nicht zu erkennen.

7.4. Ozon [O₃]

In Tabelle 21 sind die statistischen Kenngrößen der Ozon-Konzentration der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] und der stationären Hauptmessstation LHY7 auf der Basis von Stundenmittelwerten zusammengefasst.

In Abbildung 27 sind die mittleren Verläufe der Ozon-Konzentrationen für die beiden Messorte grafisch dargestellt.

Tabelle 21. Kenngrößen der O₃-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Kenngröße	Einheit	mobile	LHY7	39.
		LGM	O ₃	BlmSchV
Februar 17	µg/m ³	40	40	
März 17	µg/m ³	49	51	
April 17	µg/m ³	59	60	
Mai 17	µg/m ³	65	74	
Juni 17	µg/m ³	73	75	
Juli 17	µg/m ³	65	66	
August 17	µg/m ³	59	61	
September 17	µg/m ³	37	37	
Oktober 17	µg/m ³	33	33	
November 17	µg/m ³	29	29	
Dezember 17	µg/m ³	35	37	
Mittelwert	µg/m³	50	52	
Mittelwert 2. Halbjahr	µg/m³	43	44	-
Max. 1h-Mittelwert	µg/m ³	163	174	
Max. 8h-Mittelwert	µg/m ³	153	160	
1h-Mittelwert >180 µg/m³	Anzahl	0	0	180¹⁾
8h-Mittelwert >120 µg/m³	Anzahl	15	23	25²⁾
Min. 1h-Mittelwert	µg/m ³	3	3	
Verfügbarkeit %	%	98	98	

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

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

Die mittlere Ozonkonzentration in Oberding, Ortsteil Schwaig im Messzeitraum betrug 50 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 27 ist der Verlauf der Ozonkonzentration in Oberding, Ortsteil Schwaig 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 Oberding, Ortsteil Schwaig im Messzeitraum an 15 Tagen überschritten. Im Vergleich hierzu wurde an der Hauptmessstation LHY7 im Messzeitraum der Immissionszielwert an 23 Tagen überschritten.

Der maximale Stundenmittelwert an der mobilen LGM betrug 163 µg/m³. An der Station LHY7 wurde ein maximales Stundenmittel von 174 µg/m³ festgestellt.

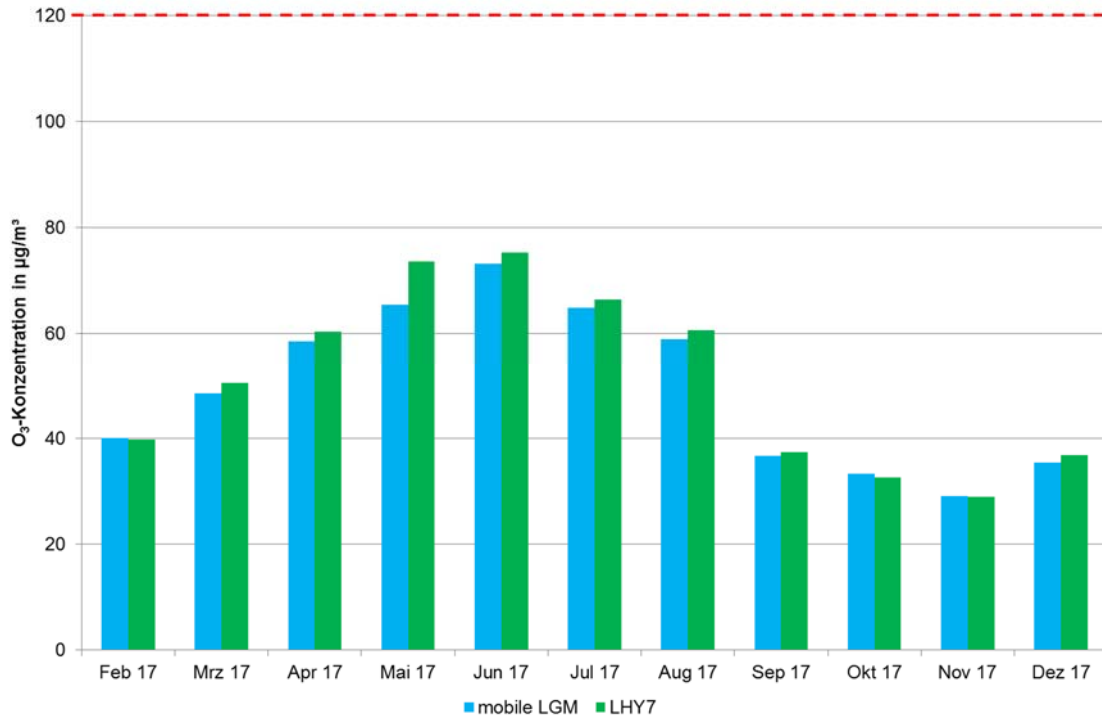


Abbildung 27. Verlauf der O₃-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

Anhand des Verlaufs der Ozonkonzentration zeigen sich sehr gute Übereinstimmungen zwischen den beiden Messorten. In fast allen Messmonaten wurden an der mobilen LGM Oberding, Ortsteil Schwaig geringfügig 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 22 sind Mittelwerte der BTEX- und n-Alkan-Messungen der mobilen LGM (Oberding, Ortsteil Schwaig) und der stationären Hauptmessstation LHY7 zusammengefasst.

In Tabelle 22 und Abbildung 29 sind die Verläufe der Einzelprobenahmen der Benzol- und der n-Alkan-Konzentrationen für den Messzeitraum grafisch dargestellt.

Tabelle 22. Kenngrößen der BTEX- und n-Alkan-Konzentration [mobile LGM/ LHY7].

Messzeitraum	mobile LGM		LHY7		Beurteilungswert	
	16.02.-31.12.17	2. Halbjahr	16.02.-31.12.17	2. Halbjahr		
Messparameter	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
BTEX	Benzol	0,5	0,6	0,4	0,5	5 ¹⁾
	Toluol	1,2	1,3	0,6	0,6	30 ²⁾
	Ethylbenzol	0,2	0,2	0,1	0,1	880 ³⁾
	m+p-Xylol	0,7	0,8	0,3	0,4	
	o-Xylol	0,3	0,3	0,1	0,1	
	Σ Xylole	1,0	1,1	0,5	0,5	30 ²⁾
n-Alkane	n-Hexan	0,30	0,34	0,20	0,23	
	n-Heptan	0,24	0,26	0,13	0,15	
	n-Oktan	0,07	0,07	0,05	0,05	
	n-Nonan	0,06	0,07	0,06	0,07	
	n-Dekan	0,07	0,07	0,07	0,07	
	n-Undekan	0,07	0,07	0,06	0,06	
	n-Dodekan	0,04	0,04	0,04	0,04	
	n-Tridekan	0,05	0,05	0,05	0,05	
	n-Tetradekan	0,05	0,05	0,05	0,05	
	Σ n-Alkane	0,95	0,99	0,71	0,47	200 ⁴⁾
Verfügbarkeit	100%	100%	100%	100%		

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 Oberding, Ortsteil Schwaig war im gesamten Messzeitraum und im zweiten Halbjahr 2017 mit $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jeweils um $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. 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 Oberding, Ortsteil Schwaig höhere Konzentrationen festgestellt als an der Hauptmessstation LHY7. Der Mittelwert betrug im gesamten Messzeitraum an der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. an der Hauptmessstation LHY7 $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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-Oktan bis n-Tridekan erhöht sind, konnte an keinem der Messorte nachgewiesen werden.

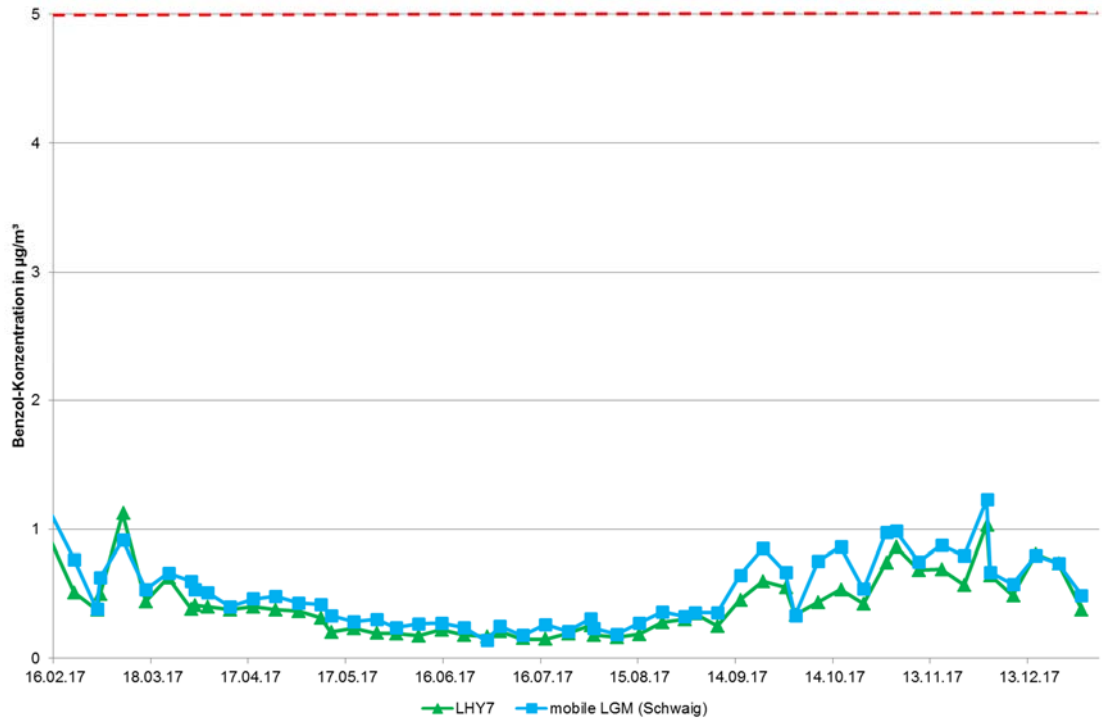


Abbildung 28. Verlauf der Benzol-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, Immissionsgrenzwert 5 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

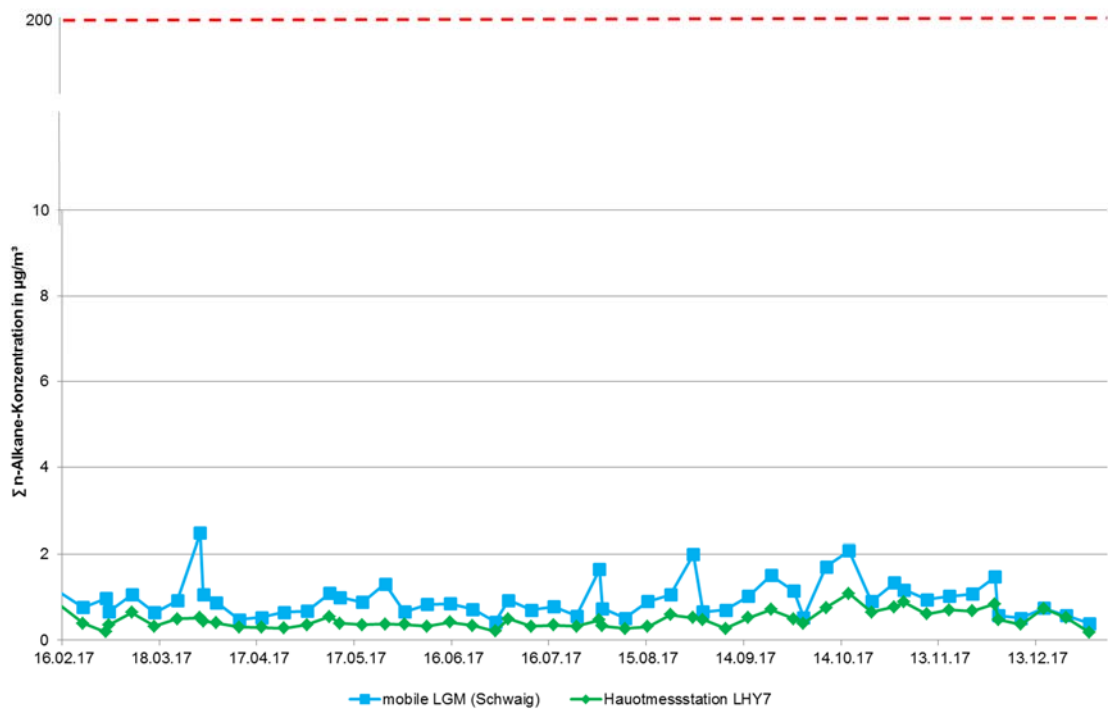


Abbildung 29. Verlauf der n-Alkan-Konzentration [Summe] der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 für den Messzeitraum 16.02. - 31.12.17 [Wochenmittelwerte, hilfsweise herangezogener Beurteilungswert für Innenräume von 200 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

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

7.6. Benzo[a]pyren

In Tabelle 23 und Abbildung 30 sind die gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentrationen im PM₁₀ für die Messorte mobile LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig und Hauptmessstation LHY7 als Monatsmittelwerte und Mittelwerte für den Messzeitraum dargestellt. Die Ermittlung der Monatskenngrößen erfolgte hierbei für die Monate Februar 2017 bis Dezember 2017.

Tabelle 23. Kenngrößen der Benzo[a]pyren-Konzentration (mobile LGM/ LHY7).

Benzo(a)pyren im PM₁₀		mobile LGM	LHY7	39. BImSchV
Februar 17	ng/m ³	0,48	0,42	
März 17	ng/m ³	0,25	0,14	
April 17	ng/m ³	0,09	0,05	
Mai 17	ng/m ³	0,03	0,03	
Juni 17	ng/m ³	0,01	0,005	
Juli 17	ng/m ³	0,005	0,004	
August 17	ng/m ³	0,04	0,02	
September 17	ng/m ³	0,08	0,03	
Oktober 17	ng/m ³	0,21	0,10	
November 17	ng/m ³	0,33	0,22	
Dezember 17	ng/m ³	0,32	0,23	
Mittelwert	ng/m ³	0,17	0,11	1¹⁾
Mittelwert 2. Halbjahr	ng/m ³	0,16	0,10	

¹⁾ Zielwert für das Kalenderjahr nach 39. BImSchV

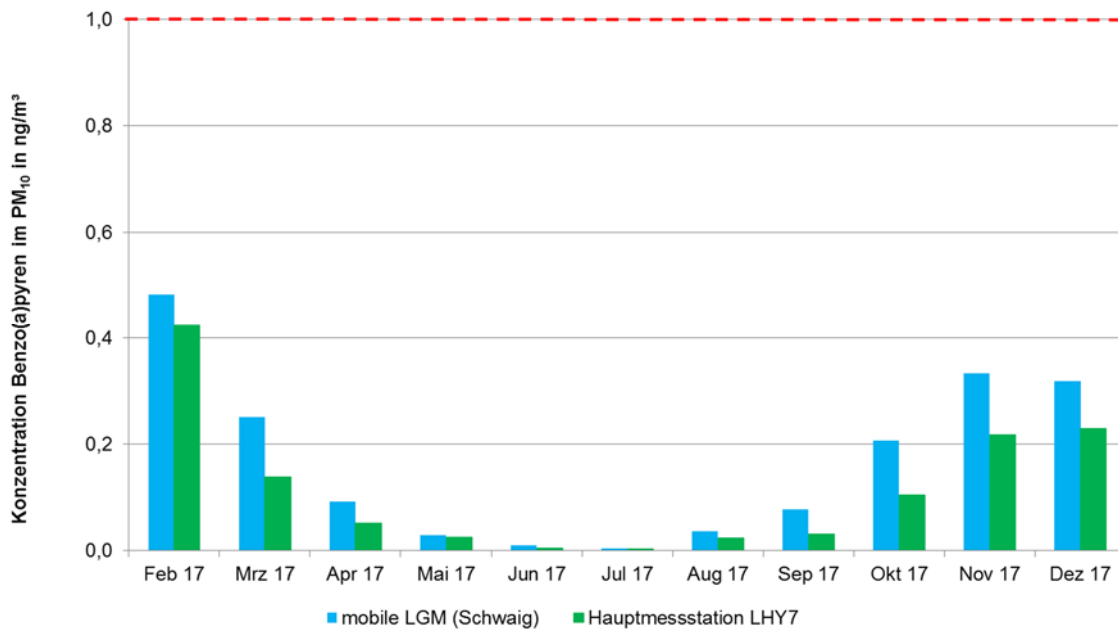


Abbildung 30. Vergleich der Benzo(a)pyren-Konzentration der mobilen LGM und der Hauptmessstation LHY7 [Monatsmittelwerte, Zielwert für das Jahr $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rot gestrichelt markiert].

An der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig wurde im Mittel eine Benzo(a)pyren-Konzentration von $0,21 \text{ ng}/\text{m}^3$ ermittelt. Die BaP-Konzentration an der Hauptmessstation LHY7 war mit $0,11 \text{ ng}/\text{m}^3$ 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 Februar/ März bzw. Oktober bis Dezember 2017 ermittelt.

Die großen jahreszeitlichen Schwankungen sind für Benzo(a)pyren charakteristisch. Ähnliche Konzentrationsverläufe mit höheren Benzo(a)pyrenkonzentrationen bei den mobilen Messungen wurden auch an den bereits untersuchten mobilen Messstandorten (Eitting, Pulling, Fraunberg, Haimhausen und Ismaning) 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 Oberding mit Messwerten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt verglichen. Als Referenzstandorte wurden die LÜB-Stationen München-Stachus (städtisch/Verkehr), München-Lothstraße (städtisch/städtischer Hintergrund) 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 24 sind die mittleren Immissionskonzentrationen der LÜB-Stationen im Vergleich zur mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig dargestellt. Die Mittelwertbildung erfolgte über den Messzeitraum 16. Februar 2017 bis 31. Dezember 2017.

In Abbildung 31 bis Abbildung 34 sind zusätzlich die Verläufe der LÜB-Messstationen im Vergleich zur mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig grafisch dargestellt. In den Abbildungen sind jeweils die Monatsmittelwerte für Februar [16.02. – 28.02.17] bis Dezember 2017 dargestellt.

Tabelle 24. Mittelwerte der LÜB-Stationen im Vergleich zur mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig [16.02.17 – 31.12.17].

Messparameter	LÜB-Stationen					Schwaig mobile LGM µg/m ³
	München-Stachus µg/m ³	Lands-hut µg/m ³	An-dechs µg/m ³	M-Loth-straße µg/m ³	M-Johannes-kirchen µg/m ³	
NO ₂ -Konzentration	51	26	6	30	19	15
PM ₁₀ -Konzentration	22	15	11	14	13	12
PM _{2,5} -Konzentration	11	-	8	9	9	9
O ₃ -Konzentration	-	-	64	40	53	50

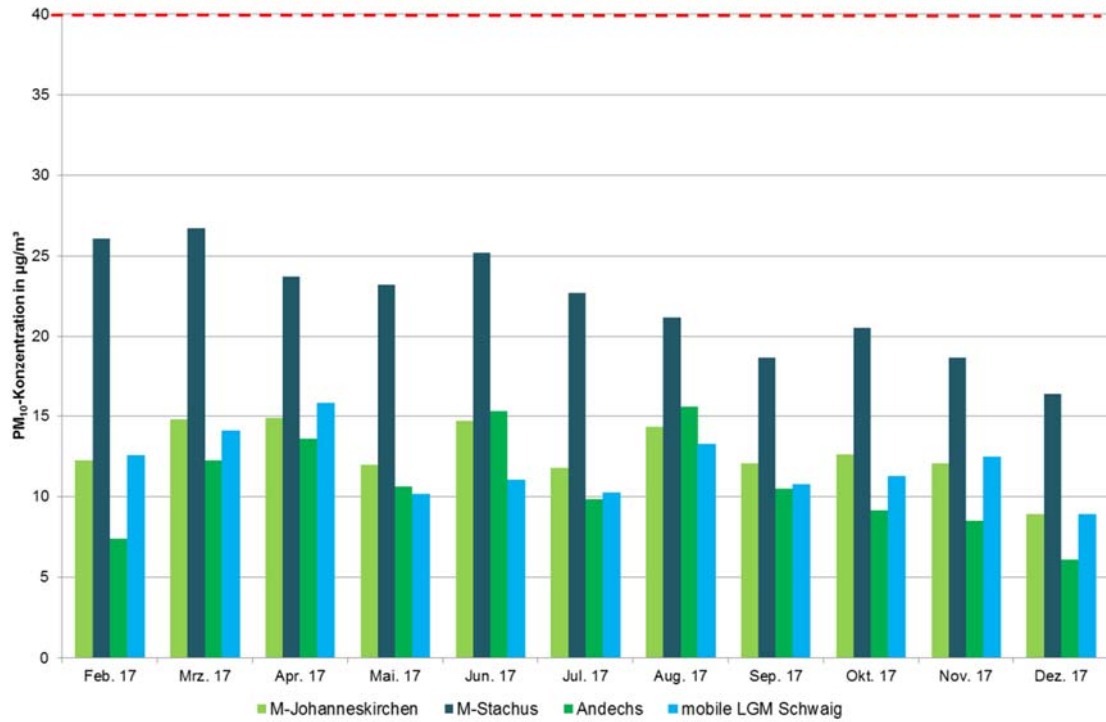


Abbildung 31. Vergleich der PM₁₀-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, PM₁₀-Jahresgrenzwert 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

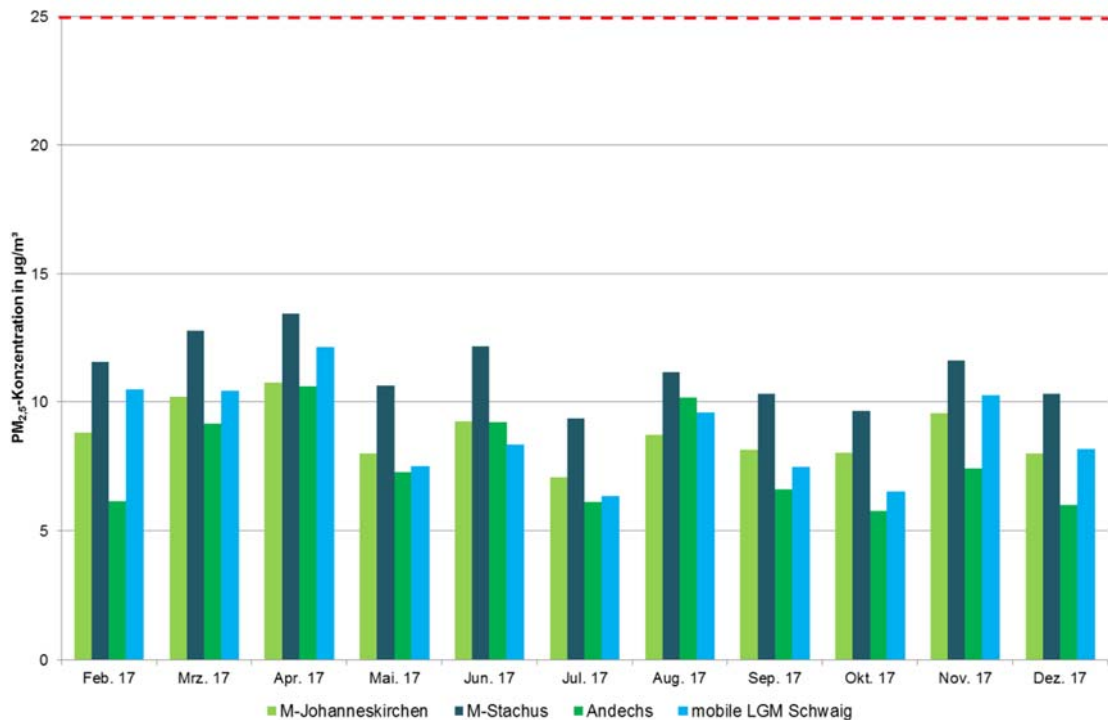


Abbildung 32. Vergleich der PM_{2,5}-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, PM_{2,5}-Jahresgrenzwert 25 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

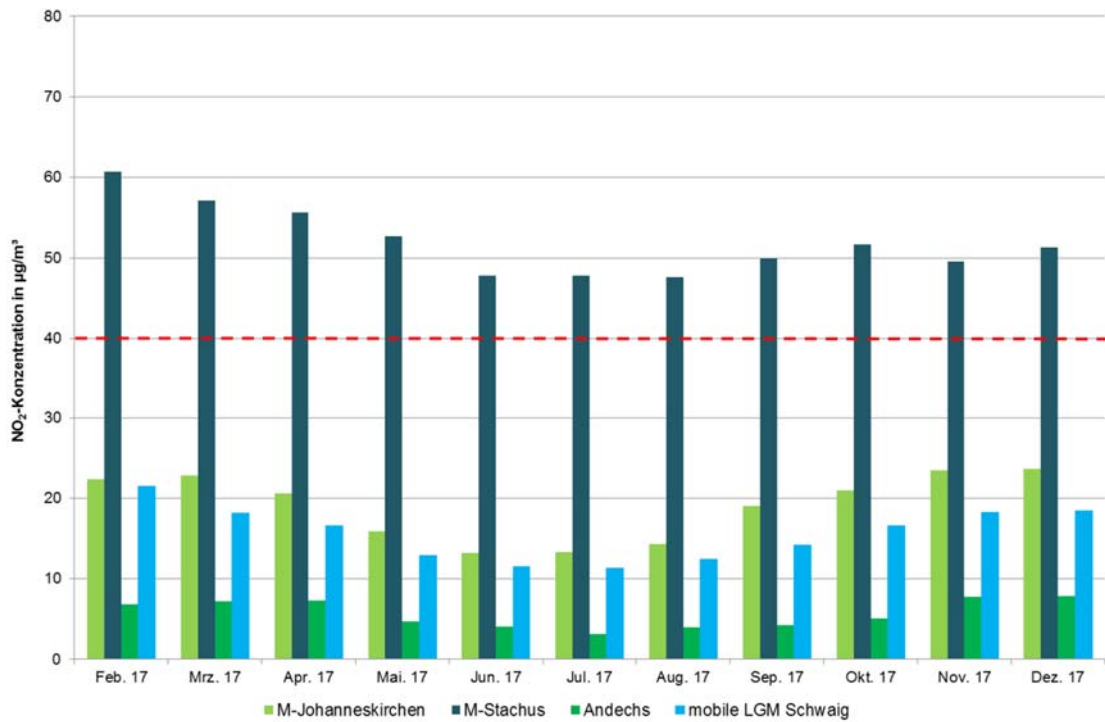


Abbildung 33. Vergleich der NO₂-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, NO₂-Jahresgrenzwert 40 µg/m³ rot gestrichelt markiert].

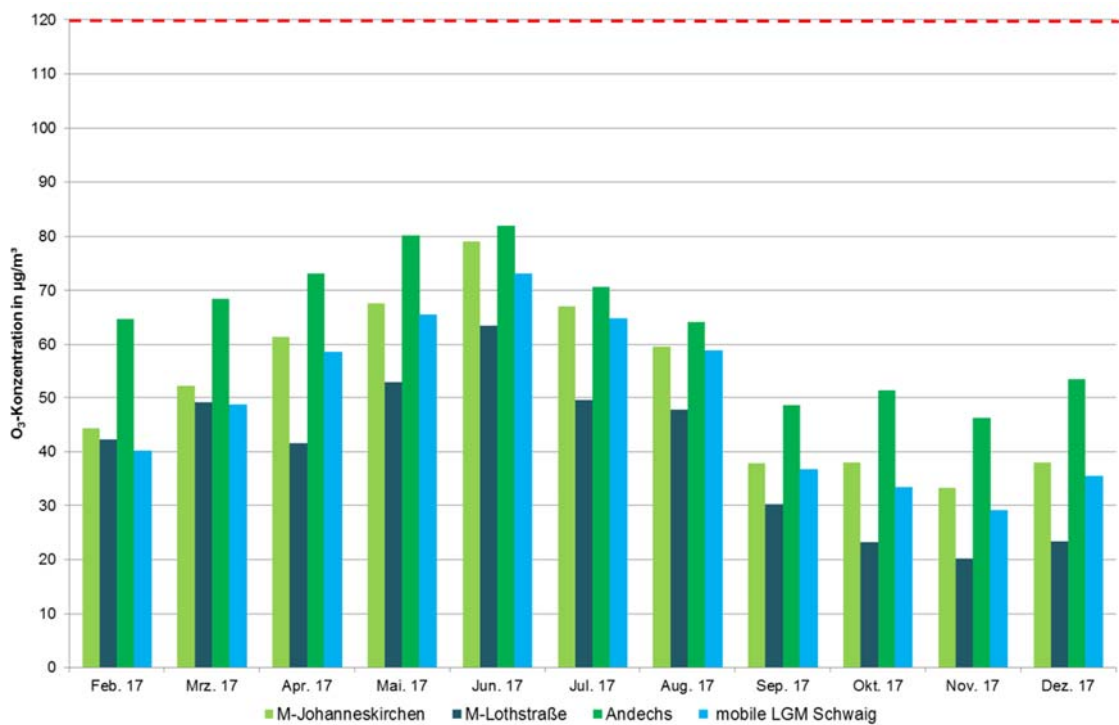


Abbildung 34. Vergleich der O₃-Monatsmittelwerte LÜB – mobile LGM Oberding, Ortsteil Schwaig [Monatsmittelwerte, Zielwert für den Tag von 120 µg/m³ rot, gestrichelt markiert].

Im Vergleich aller Stationen zeigt sich, dass die ermittelten Immissionskonzentrationen der mobilen LGM in Oberding, Ortsteil Schwaig i.d.R. zwischen den Konzentrationen der LÜB-Stationen München-Johanneskirchen und Andechs liegen. Das Immissionsniveau in Oberding 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 Oberding, Ortsteil Schwaig 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 [NO₂] an verkehrsnahen Messorten gegenüber verkehrsfernen Messorten gegensätzlich. Durch ozonbedingte NO₂-Bildung gibt es an verkehrsnahen Messorten im Sommer einen nur geringen Rückgang der NO₂-Konzentrationen.








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 [NO₂], Schwefeldioxid [SO₂] und die Partikel PM₁₀ 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 25. Übersicht und Zusammenfassung des Langzeit-Luftqualitätsindex.

Bewertung	Benzol [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	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 in Oberding gemessenen mittleren Immissionskonzentrationen an Benzol, Stickstoffdioxid, Partikel PM₁₀ und Schwefeldioxid wie folgt bewertet werden:

Tabelle 26. Bewertung der Luftqualität in Oberding, Ortsteil Schwaig.

Parameter	Mittelwert des Messzeitraums	Bewertung	LaQx Klasse	Farbe
Benzol	0,5 µg/m ³	gut	2	0,3 – 1,0 µg/m ³
NO ₂	15 µg/m ³	gut	2	13 – 20 µg/m ³
PM ₁₀	12 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 Oberding, Ortsteil Schwaig 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 (LGM) 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 PM_{10} und $PM_{2,5}$, Stickstoffoxide [NO und NO_2], Ozon [O_3], Schwefeldioxid [SO_2], Benzol, Toluol, Xylole, Ethylbenzol [BTEX], n-Alkane als Tracer für Kerosin [C6 – C14] sowie Benzo(a)pyren im PM_{10} gemessen werden.

Die Gemeinde Oberding hat im Januar 2017 ihr Interesse an der Durchführung von Luftgütemessungen im Gemeindegebiet bekundet. Nach einer Ortseinsicht wurde gemeinsam mit der Gemeinde Oberding, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt [LfU], dem Flughafen München und der Müller-BBM GmbH als Messstandort eine Grünfläche „Kirchenstraße 32/34, Oberding, Ortsteil Schwaig“ ausgewählt.

Die mobilen Luftgütemessungen wurden zwischen 16. Februar und 31. Dezember 2017 durchgeführt. Die Auswertung erfolgte sowohl für den gesamten Messzeitraum als auch für das zweite Halbjahr 2017. Der Messzeitraum im zweiten Halbjahr 2017 (1. Juli bis 31. Dezember 2017) kann als repräsentativ angesehen werden, da mit gleichen Anteilen das Sommer- als auch das Winterhalbjahr erfasst wurden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die jeweiligen Grenz- und Zielwerte der 39. BImSchV den Messergebnissen der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig] für den gesamten Messzeitraum gegenübergestellt.

Tabelle 27. Vergleich Beurteilungswerte 39. BImSchV mit den Messwerten der mobilen LGM [Oberding, Ortsteil Schwaig].

Messparameter	39. BImSchV			mobile LGM Schwaig	
	Grenz- bzw. Zielwert		Zul. Überschreitungen	Mittelwert bzw. Maximalwert (max.)	Überschreitung
Partikel PM_{10}	Jahresgrenzwert	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	Tagesgrenzwert	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	35	max. 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Partikel $PM_{2,5}$	Jahresgrenzwert	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Stickstoffdioxid (NO_2)	Jahresgrenzwert	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	1-h-Grenzwert	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	max. 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Ozon (O_3)	1-h Infoschwelle	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	max. 163 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	8-h-Zielwert für den Tag	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25	max. 153 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15
Schwefeldioxid (SO_2)	Tagesgrenzwert	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3	max. 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
	1-h-Grenzwert	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24	max. 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0
Benzol	Jahresgrenzwert	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Benzo(a)pyren	Jahreszielwert	1 ng/m^3	-	0,17 ng/m^3	-

Die Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in Oberding, Ortsteil Schwaig können wie folgt zusammengefasst werden:

- Bei den Partikelmessungen wurde für PM_{10} ein Mittelwert von $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für $PM_{2,5}$ ein Mittelwert von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 keinem Tag überschritten.

- Für Stickstoffdioxid (NO_2) wurde an der mobilen LGM während des Messzeitraums ein Mittelwert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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. Die NO -Konzentration lag mit $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Mittel auf einem typischen vorstädtischen Hintergrundniveau.
- 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 Oberding, Ortsteil Schwaig wurde dieser Zielwert insgesamt 15mal 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 mit maximal $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls deutlich unterschritten. Zudem lagen 92 % 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 $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 Konzentrationen weit unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) bestimmt.
- Der Mittelwert über den gesamten Messzeitraum 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 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 Oberding, Ortsteil Schwaig, ein Mittelwert von 0,17 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 Oberding wie folgt eingestuft werden:

Tabelle 28. Bewertung der Luftqualität in Oberding gemäß Langzeit-Luftqualitätsindex.

Parameter	Mittelwert des Messzeitraums	Bewertung	LaQx Klasse	Farbe
Benzol	0,5 µg/m ³	gut	2	0,3 – 1,0 µg/m ³
NO ₂	15 µg/m ³	gut	2	13 – 20 µg/m ³
PM ₁₀	12 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 Oberding für Benzol, Stickstoffdioxid [NO₂] und PM₁₀ als „gut“ und für Schwefeldioxid [SO₂] als „sehr gut“ bezeichnet werden.

Die Auswertung des gesamten Messzeitraums im Vergleich zum repräsentativen Auswertzeitraum des zweiten Halbjahres zeigt keine signifikanten Unterschiede. Es kann somit der gesamte Messzeitraum als repräsentativ angesehen werden.

Der Vergleich der Messergebnisse der mobilen LGM am Messstandort Schwaig mit den LÜB-Messstationen zeigt gute Übereinstimmungen. Die Konzentrationen der mobilen LGM am Messstandort Schwaig waren während des gesamten Messzeitraums 16. Februar 2017 bis 31. Dezember 2017 bzw. im zweiten Halbjahr 2017 zwischen dem Konzentrationsniveau der LÜB-Station München-Johanneskirchen und Andechs. Das Konzentrationsniveau der mobilen Luftgütemessungen am Messstandort Schwaig kann somit als vorstädtisch bis ländlich bezeichnet werden.

Es zeigt sich ebenfalls eine gute Übereinstimmung zur Hauptmessstation LHY7 des Flughafens München. Die Luftqualität in Oberding, Ortsteil Schwaig kann deshalb zukünftig auch über die stationären Messstationen des Flughafens bzw. über die LÜB-Messstation München Johanneskirchen abgeschätzt werden.

10. Index

Alarmschwelle.....	31, 32	Luftreinhaltepläne.....	30
Benzo[a]pyren.....	3, 25, 32	n-Alkane.....	3, 10, 28, 32
Benzol.....	3, 27, 28, 32, 33	NO.....	3, 10, 26
Emission.....	22	NO ₂	3, 10, 26, 32
Emittenten.....	3	NO _x	26
Feinstaub.....	3	O ₃	3, 10, 26, 27, 32
Grenzwert.....	32	PAK.....	25
Immission.....	23	PM ₁₀	3, 10, 24, 25, 32, 33
Immissionsgrenzwert.....	31	PM _{2,5}	3, 10, 24, 25, 32
Immissionsmessungen.....	3	Richtwert.....	31, 33
Informationsschwelle.....	31, 32	Schadstoffe.....	3
Inversionswetterlagen.....	22	SO ₂	3, 10, 26, 32
IRK.....	33	UFP.....	11
LAI.....	31, 33	Zielwert.....	31
Luftqualitätsindex [LaQx].....	33		

Literatur

- [1] 39. BImSchV, Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen], BGBl. I S. 1065, 2. August 2010.
- [2] 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...Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe,“ Länderausschuß für Immissionsschutz, 21. September 2004.
- [3] 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].
- [4] Müller-BBM, „Bericht Nr. M124467/13: „Ergebnisse der mobilen Luftgütemessungen in der Gemeinde Oberding, Ortsteil Schwaig“,“ MBBM, München, 2018.
- [5] 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].
- [6] „Planetare Grenzschicht,“ 1998. [Online]. Available: <http://www.spektrum.de/lexikon/physik/planetare-grenzschicht/11314>. [Zugriff am 28. 10. 2015].
- [7] 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].
- [8] ETH, „Die atmosphärische Grenzschicht,“ [Online]. Available: http://www.iac.ethz.ch/staff/sprenger/dynmet_HS09/Kapitel_13.pdf. [Zugriff am 27. 08. 2015].
- [9] LANUV NRW, „Gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub und Stickstoffdioxid im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung,“ Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen, Januar 2012.
- [10] 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].
- [11] I. Tesseraux, Flugzeugemissionen und -immissionen - Belastungen für die Anwohner von Flughäfen. Handbuch für Bioklima und Lufthygiene, M. u. Turowski, Hrsg., Ecomed-Verlag, 3/2000.
- [12] „www.chemie.de,“ [Online]. Available: <http://www.chemie.de/>. [Zugriff am 28. 10. 2015].
- [13] DWD - Schwefeldioxid [SO₂], „DWD,“ [Online]. Available: http://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/spurengase/inh_nav/so2_node.html. [Zugriff am 28. 10. 2015].

- [14] 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].
- [15] LUA, Fachinformationen des Landesumweltamtes Nr. 12, Landesumweltamt, Hrsg., Brandenburg, 2005.
- [16] Vorläufige Messdaten der LÜB-Stationen, LfU Bayern, 2015.
- [17] HLfU, Hrsg., Schadstoffbelastungen durch den Flugverkehr, Bd. Heft 260, Hessische Landesanstalt für Umwelt, 1999.
- [18] 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].
- [19] 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].
- [20] 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.
- [21] BImSchG, Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) vom 17. 05.2013 [BGBl I S. 1274], zuletzt geändert durch Artikel 3 am 18.07.2017, 2017.
- [22] VDI 2310, Richtlinienreihe zu Maximalen Immissionswerten zum Schutz der Vegetation, zum Schutz des Menschen und zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere.
- [23] TRGS 900, Technische Regeln für Gefahrstoffe 900, G. 2. S.271-274, Hrsg., zuletzt geändert und ergänzt am 02.04.2014.
- [24] LUBW, „Ermittlung des Langzeit-Luftqualitätsindex [LaQx],“ 2014. [Online]. Available: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20148/>. [Zugriff am 31. 03. 2016].
- [25] Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), „Übermittlung der vorläufigen Messdaten, per email v. 02.08.2016“.
- [26] VDI 3957, Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen [Bioindikation] - Emittentenbezogener Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren, Bd. Blatt 10, 2004 - 12.
- [27] LfU, „E-Mail des Bayerischen Landesamtes für Umwelt: Übermittlung der vorläufigen Messdaten,“ 04. Februar 2016.
- [28] TA-Luft, Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft] vom 24. Juli 2002 [GMBI. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511].
- [29] DWD, „DWD - Langjährige und aktuelle Messdaten, sowie Pressemitteilungen,“ 25 07 2016. [Online]. Available: www.dwd.de.

Danksagung

Dank gilt dem Ersten Bürgermeister Herrn Bernhard Mücke für seine tatkräftige Unterstützung bei der Auswahl des Standortes Oberding Ortsteil Schwaig, dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, insbesondere Herrn Regierungsdirektor Dr. Heinz Ott, für die fachliche Beratung sowie allen weiteren an der Durchführung der Messkampagne in Oberding 2017 Beteiligten.

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

05.07.2018