



IMMISSIONSSCHUTZTECHNISCHES GUTACHTEN

Luftreinhaltung

Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 97 "Am Anger" der Gemeinde Taufkirchen

Prognose und Beurteilung verkehrsbedingter Luftschadstoffe

Lage: Gemeinde Taufkirchen
Landkreis München
Regierungsbezirk Oberbayern

Auftraggeber: Gemeinde Taufkirchen
Köglweg 3
82024 Taufkirchen

Projekt Nr.: TAK-6807-02 / 6807-02_E02.docx
Umfang: 27 Seiten
Datum: 03.04.2024

Projektbearbeitung:
Dr. rer. nat. Thomas Rothenaigner

Qualitätssicherung:
Dr. rer. nat. Benny Antz

Urheberrecht: Jede Art der Weitergabe, Vervielfältigung und Veröffentlichung – auch auszugsweise – ist nur mit Zustimmung der Verfasser gestattet. Dieses Dokument wurde ausschließlich für den beschriebenen Zweck, das genannte Objekt und den Auftraggeber erstellt. Eine weitergehende Verwendung oder Übertragung auf andere Objekte ist ausgeschlossen. Alle Urheberrechte bleiben vorbehalten.



Inhalt

1	Ausgangssituation	3
1.1	Planungswille der Gemeinde Taufkirchen.....	3
1.2	Ortslage und Nachbarschaft.....	4
2	Aufgabenstellung	5
3	Anforderungen an die Luftreinhaltung	6
4	Emissionsprognose	7
4.1	Grundlagen und Vorgehensweise.....	7
4.1.1	Allgemein.....	7
4.1.2	Charakterisierung der Straßenabschnitte	8
4.1.3	Ermittlung der Verkehrsmengen.....	10
4.1.4	Ermittlung der Verkehrssituation	10
4.2	Ermittlung der Emissionsfaktoren	11
4.2.1	Ermittlung der Emissionsfaktoren für "direkte Emissionen"	11
4.2.2	Ermittlung der Emissionsfaktoren für "indirekte Emissionen"	12
4.3	Quantifizierung der Emissionen.....	13
5	Immissionsprognose.....	14
5.1	Allgemeines.....	14
5.2	Quellmodellierung und Quellparameter.....	14
5.3	Bebauung und Windfeldmodell.....	14
5.4	Rauigkeiten.....	14
5.5	Rechengebiet.....	15
5.6	Meteorologische Daten.....	16
5.7	Weitere Modellparameter.....	18
6	Ermittlung der Hintergrundbelastung.....	20
6.1	LÜB-Luftmessstationen	20
6.2	Hintergrundbelastung von PM ₁₀ sowie NO ₂	21
7	Ergebnis und Beurteilung	23
7.1	Feinstaubbelastung (PM ₁₀).....	23
7.2	Stickstoffdioxid-Belastung (NO ₂).....	24
7.3	Zusammenfassende Beurteilung.....	25
8	Zitierte Unterlagen	26
8.1	Literatur zur Luftreinhaltung	26
8.2	Projektspezifische Unterlagen	27



1 Ausgangssituation

1.1 Planungswille der Gemeinde Taufkirchen

Mit der Aufstellung des Bebauungsplans Nr. 97 "Am Anger" /21/ beabsichtigt die Gemeinde Taufkirchen die Ausweisung eines allgemeinen Wohngebiets nach § 4 BauNVO sowie einer Gemeinbedarfsfläche mit der Zweckbestimmung Kindertagesstätte im Norden des Ortsteils Bergham nördlich der Stichstraße "Am Anger". Der Geltungsbereich der Planung beinhaltet sechs Baufenster für Geschosswohnungsbauten, welche als allgemeines Wohngebiet ausgewiesen werden und hauptsächlich im östlichen Teil des Plangebiets lokalisiert sind. Dabei soll im Erdgeschoss der Parzelle 2 ein Café entstehen, welches zur Versorgung des Gebiets dienen soll. Die Kindertagesstätte ist im südwestlichen Bereich des Plangebiets vorgesehen. Der Geschosswohnungsbaukörper im Osten des Geltungsbereichs soll als Riegelbebauung gegenüber den zu erwartenden Lärmemissionen durch den Straßenverkehr auf der direkt angrenzenden Tegernseer Landstraße dienen (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Bebauungsplan Nr. 97 "Am Anger" der Gemeinde Taufkirchen /21/

Die Erschließung des Wohngebiets erfolgt zum einen aus Süden über die Stichstraße "Am Anger" die in die Tegernseer Landstraße (Kreisstraße M 2) mündet. Zum anderen wird das Plangebiet über den nördlich gelegenen Zacherlweg erschlossen, der im Zuge der Planaufstellung mit einem neuherzustellenden Kreisverkehr als Ersatz für die bisherige einfache Kreuzungsanbindung an die Tegernseer Landstraße angekoppelt werden soll.



1.2 Ortslage und Nachbarschaft

Das Plangebiet liegt im Norden des Ortsteils Bergham. Während die Flächen im Norden und Osten landwirtschaftlich genutzt werden, schließt sich im Westen und Süden Wohnbebauung an. Südlich der Stichstraße "Am Anger" befindet sich neben der genannten Wohnbebauung auch ein Supermarkt im Erdgeschoss dieser Wohnbebauung. Im Osten des Geltungsbereichs verläuft die Tegernseer Landstraße in Nord-Süd-Richtung in Abtrennung des Geltungsbereichs zu den genannten landwirtschaftlich genutzten Flächen (vgl. Abbildung 2).

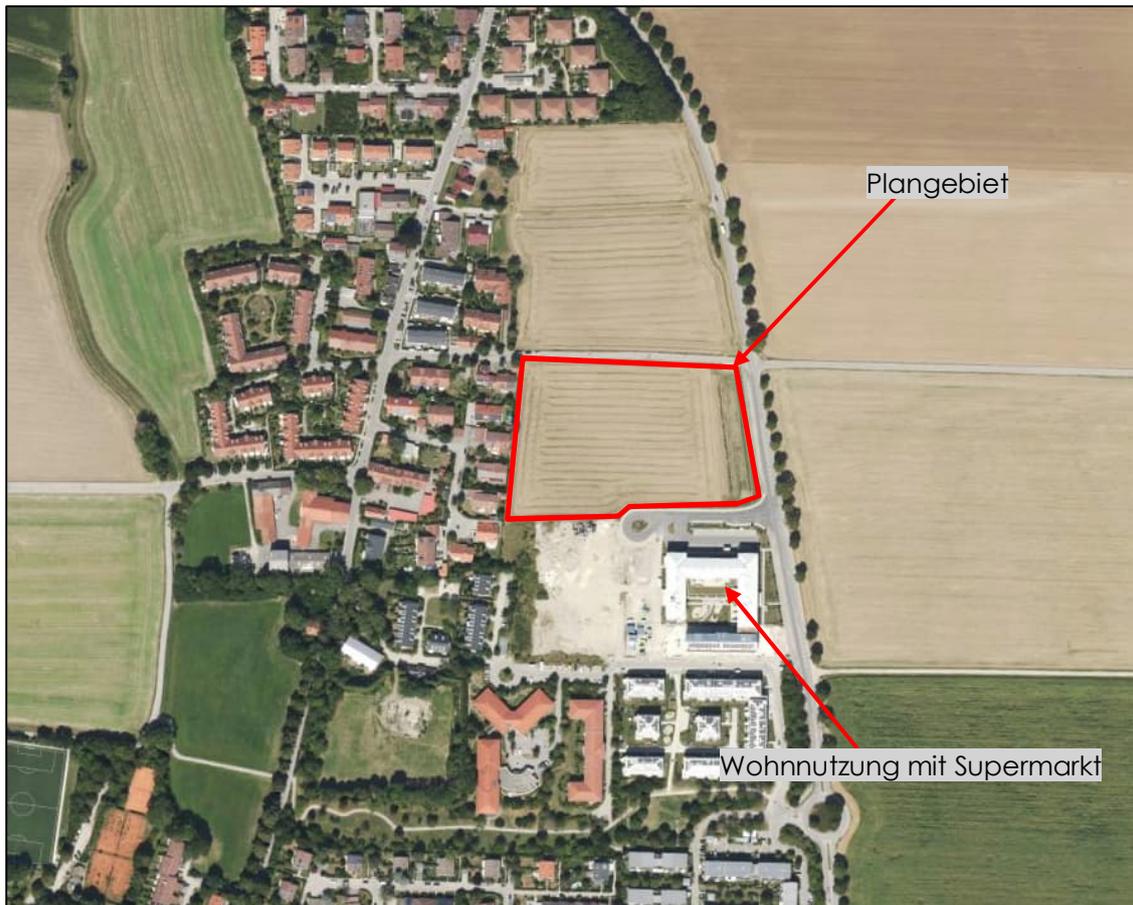


Abbildung 2: Luftbild mit Darstellung des Geltungsbereichs /20/



2 Aufgabenstellung

Im Rahmen der geplanten Bebauung ist die Immissionssituation der zukünftigen schutzbedürftigen Nutzungen im Geltungsbereich des Bebauungsplans Nr. 97 "Am Anger" der Gemeinde Taufkirchen bezüglich verkehrsbedingter Stickoxid- und Feinstaubemissionen durch den Verkehr anliegender Straßen (z.B. Tegernseer Landstraße, Zacherlweg, Am Anger etc.). Dabei ist die Einhaltung der einschlägigen Immissions- und Konzentrationswerte der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV - sowie der TA Luft zu beachten.

Die Schadstoffausbreitungsrechnungen werden mittels Teilchensimulation fassadenscharf und mit Berücksichtigung der Umströmung der Gebäude (Berechnungsmodell MISKAM) durchgeführt. Für die Gesamtbelastung von Feinstaub PM_{10} und von Stickoxiden NO_x (als NO_2) ist die allgemeine Hintergrundbelastung des Gebiets zu ermitteln, zur Zusatzbelastung zu addieren und mit den jeweiligen Immissionswerten der 39. BImSchV zu vergleichen.



3 Anforderungen an die Luftreinhaltung

Im August 2010 wurde die Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchst-mengen - 39. BImSchV /11/ erlassen. Die Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht, soweit diese nicht durch eine entsprechende Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes umgesetzt wird. Ziel ist es, schädliche Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu vermeiden o-der zu verringern. Die Einhaltung der vorgeschriebenen Immissionswerte und Emissions-höchstmengen wird die Schadstoffbelastung weiter mindern. Die Bevölkerung ist umfas-send über die Luftqualität zu informieren.

Diese Ziele wurden durch eine Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und eine neue Rechtsverordnung umgesetzt, die sich § 48a Absatz 1 und 3 des Bundes-Immissions-schutzgesetzes stützt. Die Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft (22. BImSchV) und die Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen (33. BImSchV /4/) wurden aufgehoben. Regelungen der 22. und 33. BImSchV, die von der neuen Luftqualitätsrichtlinie, der Richtlinie 2008/50/EG, nicht er-fasst werden und die Gegenstand der Richtlinien 2001/81/EG und 2004/107/EG sind, wur-den mit dem Ziel der Verwaltungsvereinfachung in die 39. BImSchV übernommen.

In der folgenden Tabelle sind die Immissionsgrenzwerte der wichtigsten verkehrsbeding-ten Schadstoffe dargestellt, die seit August 2010 in der 39. BImSchV festgeschrieben sind:

Einzuhaltende Grenzwerte für den Schutz der menschlichen Gesundheit in der 39. BImSchV /11/ für die Gesamtbelastung				
Stoff	Mittelungszeitraum	Grenzwert	Zulässige Anzahl Überschreitungen	Grenzwert einzuhalten seit
NO₂	1 Stunde	200 µg/m³	18 mal im Jahr	01.01.2010
	Kalenderjahr	40 µg/m³	-	01.01.2010
PM₁₀	24 Stunden	50 µg/m³	35 mal im Jahr	01.01.2005
	Kalenderjahr	40 µg/m³	-	01.01.2005
PM_{2,5}	Kalenderjahr	25 µg/m³	-	01.01.2015
Benzol	Kalenderjahr	5 µg/m³	-	01.01.2010
CO*	8 Stunden	10 mg/m³	-	01.01.2005

*höchster Achtstunden-Mittelwert in mg/m³



4 Emissionsprognose

4.1 Grundlagen und Vorgehensweise

4.1.1 Allgemein

Das für die Ermittlung der Emissionsfaktoren für die Fahrbewegungen verwendete "Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs – HBEFA 4.2 /17/ ist das Ergebnis verschiedener Forschungsprojekte und Messreihen der Umweltämter von Deutschland (UBA), Österreich (UBA) und der Schweiz (BUWAL). HBEFA stellt Emissionsfaktoren für die gängigsten Fahrzeugtypen zur Verfügung (PKW, Leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder), differenziert nach Emissionskonzepten (Euro 0 bis Euro VI) sowie nach verschiedenen Verkehrssituationen.

HBEFA 4.2 liefert dabei Emissionsfaktoren für alle reglementierten sowie eine Reihe von nicht-reglementierten Schadstoffen, einschließlich CO₂ und den Kraftstoffverbrauch.

Das Handbuch stellt die Emissionen je Fahrzeug und Kilometer oder Verkehrsvorgang in Abhängigkeit der folgenden Parameter zur Verfügung:

- **Emissionsarten:**
 - "warme" Emissionsfaktoren (differenziert nach mehreren "Verkehrssituationen" sowie nach Längsneigungen)
 - Kaltstartzuschläge (unter Berücksichtigung von typischen Kennwerten bzw. Verteilungen wie etwa Umgebungstemperatur, Fahrtlängenverteilung, etc.)
 - Verdampfungsemissionen (nach Motorabstellen, infolge Tankatmung und/oder sog. "Running losses")
- **Fahrzeugkategorien:**
 - Pkw
 - leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und schwere Nutzfahrzeuge (SNF)
 - Busse sowie Motorräder
- **Schadstoffe:**
 - Partikel, NO_x, CO, HC bzw. HC-Komponenten (Benzol, Toluol, usw.), CO₂, NH₃, N₂O, NO₂, Kraftstoffverbrauch (Diesel/Benzin)
- **Bezugsjahre:**
 - von 1994 bis 2050, und damit verknüpfte typische Verkehrszusammensetzungen

Die verkehrsbedingten Schadstoffemissionen setzen sich aus den direkten Emissionen aus dem Betrieb der Fahrzeuge und bei Feinstaub (PM₁₀) zusätzlich aus den indirekten Emissionen auf der Straße (Aufwirbelungen und Abrieb) zusammen.

In der Begutachtung werden ausschließlich die relevanten Emissionen an Feinstaub und Stickstoffoxiden untersucht (vgl. Kapitel 2).

Schadstoffemissionen aus dem Straßenverkehr		
Direkte Emissionen	Schadstoffe	Berechnung
Warmer Betriebszustand	PM ₁₀ , NO _x	HBEFA /17/
Indirekte Emissionen	Schadstoff	Berechnung
Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßenbelag	PM ₁₀	aus /5, 13/



In der folgenden Abbildung ist zu erkennen, mit welchen Fahrzeugschichten die Emissionsfaktoren für Pkw ermittelt wurden. Es ist der fahrleistungsgewichtete Flottenmix für Pkw von 1994 bis 2050, aggregiert über alle Straßenkategorien dargestellt /17/.

Für die nachfolgenden Berechnungen wird der Flottenmix aus dem Jahr 2040 verwendet.

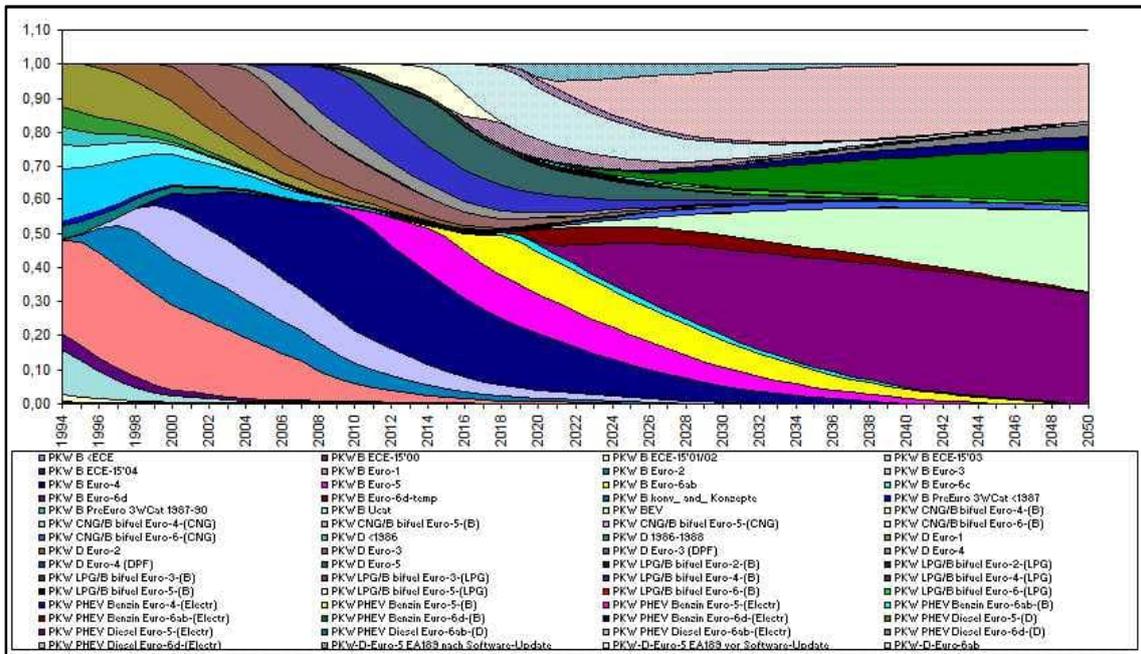


Abbildung 3: Pkw-Flottenmix in Deutschland für die Jahre 1994 bis 2050

Folgende Schritte müssen gemäß VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 „Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen“ /3/ zur Ermittlung der Schadstoffemissionen durchgeführt werden:

- Charakterisierung der Straßenabschnitte
- Ermittlung der Verkehrsstärken der einzelnen Fahrzeugarten
- Ermittlung der Verkehrssituation
- Ermittlung der Emissionsfaktoren
- Quantifizierung der Abgasemissionen
- Quantifizierung der Emissionen durch Abrieb und Aufwirbelung

4.1.2 Charakterisierung der Straßenabschnitte

Bei den zu berücksichtigten Verkehrswegen handelt es sich um eine Kreisstraße und zwei Gemeindestraßen.

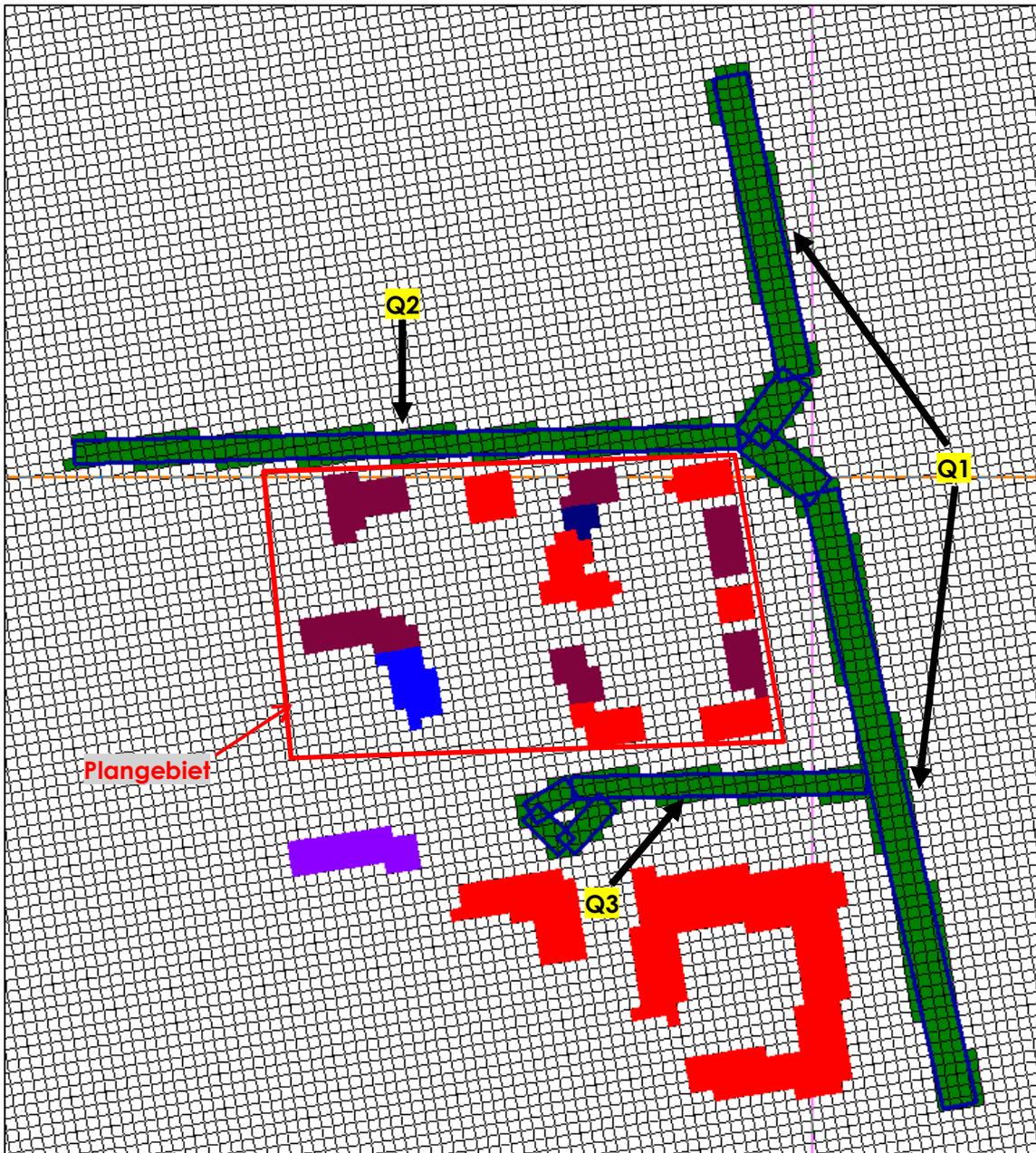


Abbildung 4: Standort des geplanten Vorhabens mit Darstellung der relevanten Quellen

Die Unterscheidung bzw. Benennung der relevanten Verkehrswege erfolgt wie in der nachfolgenden Tabelle veranschaulicht (vgl. Abbildung 4).

Verkehr auf öffentlichen Straßen		
Straßenbezeichnung		Lage*
Q1	Kreisstraße M 2 "Tegernseer Landstraße"	östlich
Q2	Gemeindestraße "Zacherlweg"	nördlich
Q3	Gemeindestraße "Am Anger"	südlich

*bezogen auf den Standort des Bauvorhabens

Weitere Straßen (z.B. "Riegerweg", "Angermüllerweg") tragen entweder aufgrund der geringen Verkehrsbelastung oder aufgrund der großen Entfernung nicht relevant zur lokalen Verkehrsbelastung bei. Deren Immissionen sind in der Hintergrundbelastung enthalten.



4.1.3 Ermittlung der Verkehrsmengen

Die Emissionen der einzelnen Fahrzeugkategorien fallen sehr unterschiedlich aus und werden aus diesem Grund einzeln berechnet. Folgende Kategorien werden im Rahmen der Berechnung unterschieden:

Fahrzeugkategorien	
Bezeichnung	Definition
PKW	Personenkraftwagen einschließlich motorisierte Zweiräder und Kraftomnibusse
LNF	Leichte Nutzfahrzeuge (2,8 t bis 3,5 t)
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (> 3,5 t)

Die für das Jahr 2040 prognostizierten Verkehrszahlen wurden dem Gutachten "Verkehrsuntersuchung zum Bebauungsplan Nr. 97 "Am Anger"" der Planungsgesellschaft Stadt – Land – Verkehr GmbH entnommen /22/. Das Verkehrsaufkommen wurde in der durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärke (DTV_w) angegeben. Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) sowie die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke des Schwerververkehrs SV > 3,5 t, die als Eingangsgrößen für die Berechnungen heranzuziehen sind, liegt um rund 8 bis 10 % niedriger als die durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke (DTV_w) bzw. die durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke des Schwerververkehrs SV > 3,5 t (SV_w). Zur Erhöhung der Prognosesicherheit wird im vorliegenden Fall davon ausgegangen, dass die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken um lediglich 5 % niedriger sind als die durchschnittlichen werktäglichen Verkehrsstärken (DTV = 0,95 x DTV_w und SV = 0,95 x SV_w). Die erhaltenen Verkehrszahlen wurden entsprechend umgerechnet.

Verkehrsbelastung (Bezugsjahr 2040)			
Straße	Abschnitt	DTV 2040	SV (>3,5 t) 2040
Tegernseer Landstraße	Nörtl. Zacherlweg - südl. Am Anger	43.311	2.058
Zacherlweg	westlich Tegernseer Landstraße	3.021	115
Am Anger	westlich Tegernseer Landstraße	5.681	216

DTV: durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke [Kfz/24 h]

SV: werktäglicher Schwerverkehr [Kfz/h]

In folgender Tabelle ist das Verkehrsaufkommen je Tag an den einzelnen Straßensegmenten veranschaulicht:

Verkehrsaufkommen an den betrachteten Straßensegmenten - 2040				
	Verkehrsaufkommen je Tag			
	DTV	Pkw	LNF	SNF
Verkehr auf den öffentlichen Straßen				
Tegernseer Landstraße	43.311	40.313	940	2.058
Zacherlweg	3.021	2.840	66	115
Am Anger	5.681	5.342	123	216

4.1.4 Ermittlung der Verkehrssituation

Die Höhe der Emissionsfaktoren hängt von der jeweiligen Verkehrssituation ab. Eine Verkehrssituation bei der Berechnung des Emissionsmassenstroms mit HBEFA wird durch vier Merkmale beschrieben (Gebiet, Straßentyp, Tempolimit und Verkehrszustand).

Dahinter steht jeweils ein bestimmtes Fahrverhalten bzw. eine Linearkombination verschiedener Fahrmuster, welche wiederum durch kinematische Größen (wie mittlere Geschwindigkeit, Beschleunigung) charakterisiert sind und folglich zu unterschiedlichen



Emissionsfaktoren führen. Für die betrachteten, in Kapitel 4.1.2 charakterisierten, öffentlichen Straßen werden folgende Gebiets- und Straßentypen, Tempolimits sowie Verkehrszustände angesetzt:

Verkehrssituation der betrachteten Straßensegmente					
Straße		Gebiet	Straßentyp	Tempolimit	Verkehrszustand
Q1	Tegernseer Landstraße	Agglomeration	Hauptverkehrsstraße	70 km/h	flüssig
Q2	Zacherweg		Hauptverkehrsstraße	30 km/h	flüssig
Q3	Am Anger		Erschließungsstraße	50 km/h	flüssig

Die Merkmale der für die Ermittlung der Emissionsfaktoren verwendeten Verkehrssituationen sind wie folgt definiert /17/:

Merkmale der verwendeten Verkehrssituationen (HBEFA 4.2)		
Merkmal	Abkürzung	Beschreibung
Gebiet	Agglomeration	Städtischer Raum
Straßentyp	Erschließungsstraße	städtische resp. dörfliche Erschließungsstraßen, ≤ 2x1 Fahrstreifen
	Hauptverkehrsstraße	≥ 2 x 1 oder ≥ 1 x 2 Fahrstreifen, mittlere Kapazität; Landesstraße, mit überregionalem Verkehr
Verkehrszustand	flüssig	frei und stetig fließender Verkehr, Konstante, eher hohe Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis >130 km/h auf Autobahnen, 45-60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h. Verkehrsqualität A-B gemäß HCM

4.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren

4.2.1 Ermittlung der Emissionsfaktoren für "direkte Emissionen"

Die Faktoren für NO_x - Emissionen werden mit dem "Handbuch Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr" (HBEFA 4.2) ermittelt. In den nachfolgenden Tabellen sind die Emissionsfaktoren für ein Fahrzeug (PKW, LNF oder SNF) in g/km für die im vorherigen Kapitel definierte Verkehrssituation dargestellt.

Die zu betrachtenden Straßenabschnitte weisen keine signifikante Längsneigung auf.

Emissionsfaktoren für Hauptverkehrsstraßen ohne Längsneigungen (Tegernseer Landstraße)					
KFZ-Typ	Schadstoff	Verkehrssituation	Längsneigung	Geschwindigkeit	Emissionsfaktoren
			%	km/h	g/(km·Fzg)
PKW	PM ₁₀	Agglo/HVS/70/flüssig	0%	66	0,000
LNF				66	0,003
SNF				57	0,003
PKW	NO _x			66	0,019
LNF				66	0,057
SNF				57	0,271



Emissionsfaktoren für Hauptverkehrsstraßen ohne Längsneigungen (Zacherweg)					
KFZ-Typ	Schadstoff	Verkehrssituation	Längs- neigung	Geschwin- digkeit	Emissions- faktoren
			%	km/h	g/(km-Fzg)
PKW	PM ₁₀	Agglo/HVS/30/flüssig	0%	31	0,000
LNF				31	0,002
SNF				27	0,004
PKW	NO _x			31	0,020
LNF				31	0,034
SNF				27	0,583

Emissionsfaktoren für Erschließungsstraße ohne Längsneigungen (Am Anger)					
KFZ-Typ	Schadstoff	Verkehrssituation	Längs- neigung	Geschwin- digkeit	Emissions- faktoren
			%	km/h	g/(km-Fzg)
PKW	PM ₁₀	Agglo/Erschließung/50/flüssig	0%	41	0,000
LNF				41	0,003
SNF				31	0,004
PKW	NO _x			41	0,022
LNF				41	0,053
SNF				31	0,334

4.2.2 Ermittlung der Emissionsfaktoren für "indirekte Emissionen"

Indirekte, das heißt nicht verbrennungsmotorbedingte Feinstaubemissionen, entstehen durch Aufwirbelungen und Abrieb auf den Straßen. Eine Abschätzung der PM₁₀-Auf-/Ab-Emissionen liefert der Endbericht des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH "Einbindung des HBEFA in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelungen und Abrieb des Straßenverkehrs" aus dem Jahr 2011 /13/. Aufgrund der derzeitigen Erkenntnisse besteht eine Abhängigkeit der Emissionen durch Abriebe von Reifen, Bremsen und Straßenbelag sowie der Wiederaufwirbelung von deponierten Abrieben im Wesentlichen von den Parametern "kinetische Energie" (F_{kin}) durch fahrzeugerzeugte Turbulenz und dem Straßenzustand ($F_{zustand}$).

Für die Verkehrssituation im vorliegenden Fall werden die folgenden Emissionsfaktoren empfohlen, welche zu den motorbedingten (direkten) PM₁₀-Emissionen addiert werden. Eine Differenzierung in leichte und schwere Nutzfahrzeuge kann bei der Berechnung nach Lohmeyer nicht vorgenommen werden.

Im Sinne einer konservativen Herangehensweise wird bei der Berechnung des Emissionsmassenstroms für leichte Nutzfahrzeuge der für schwere Nutzfahrzeuge vorgesehene höhere Wert berücksichtigt.



Emissionsfaktoren für PM ₁₀ -Emissionen nach Lohmeyer 2011 /13/			
Straße	Verkehrssituation	E-Faktor für Pkw	E-Faktor für SNF und LNF
		[mg/Fzg. x km]	[mg/Fzg. x km]
Tegernseer Landstraße	Agglo/HVS/xx/flüssig/unabhängig vom Tempolimit	26	100
Zacherlweg	Agglo/HVS/xx/flüssig/unabhängig vom Tempolimit	26	100
Am Anger	Agglo/Erschließung/xx/flüssig für Tempolimit größer/gleich 50 km/h	33	350

4.3 Quantifizierung der Emissionen

In der nachfolgenden Tabelle sind die Emissionen (PM₁₀, NO_x als NO₂-Äquivalent) auf den jeweiligen Straßenabschnitten dargestellt, welche sich aus dem Verkehrsaufkommen in [Fzg/d] (vgl. Kapitel 4.1.3), multipliziert mit den jeweiligen Emissionsfaktoren in [g/Fzg x km] (vgl. Kapitel 4.2), pro Sekunde und Meter Fahrbahnstrecke ergeben.

Straße	Schadstoff	Emissionsmassenstrom
		mg/(m·s)
Tegernseer Landstraße	PM ₁₀	0,0159
	NO _x	0,0163
Zacherlweg	PM ₁₀	0,0011
	NO _x	0,0015
Am Anger	PM ₁₀	0,0034
	NO _x	0,0023



5 Immissionsprognose

5.1 Allgemeines

Aufgrund des Standorts des Vorhabens im städtisch geprägten Umfeld sind die Auswirkungen der Gebäudeumströmungen bei den Immissionsberechnungen zu berücksichtigen.

Die Ausbreitungsrechnungen für werden mit Miskam 6.42 durchgeführt. Miskam ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell für die kleinräumige Prognose von Windverteilung und Konzentrationen in der Umgebung von Einzelgebäuden sowie in Straßen bis hin zu Stadtteilen und ist validiert nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 9 (2017) /1, 8, 9/. Als grafische Benutzeroberfläche wird WinMiskam – Version 2019.6.2.1 der Lohmeyer GmbH & Co. KG verwendet.

5.2 Quellmodellierung und Quellparameter

Die Verkehrsquellen wurden segmentweise dem Straßenverlauf nachempfunden (vgl. Kapitel 4.1.2). Die Straßen wurden mit einer durchschnittlichen Breite von 6 m (Tegernseer Landstraße) bzw. 4 m (Zacherlweg und Am Anger) modelliert. Die freigesetzten Emissionen werden bodennah entlang der Straßen angesetzt.

5.3 Bebauung und Windfeldmodell

Für die Windfeldberechnungen werden als Eingangsgröße die Höhe und Lage der bestehenden sowie der geplanten Bebauung herangezogen. Die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur werden durch den Einsatz des nichthydrostatischen, dreidimensionalen Euler'schen Ausbreitungsmodell Miskam berücksichtigt. Die so erzeugten Windfelder werden der anschließenden Ausbreitungsrechnung zugrunde gelegt.

5.4 Rauigkeiten

Die Bodenrauigkeit wird in den Berechnungen als konstanter Wert für das gesamte Modellgebiet vorgegeben. Dabei ist zu beachten, dass dieser Wert die Flächen charakterisiert, welche nicht über die Modellierung der Bebauung und der Vegetation erfasst sind. Dies sind im Wesentlichen versiegelte Flächen wie Straßen oder unversiegelte Flächen wie Rasen- oder Parkflächen, welche nicht explizit aufgelöste Strömungshindernisse wie Sträucher und Gebüsche beinhalten können.

Die Bodenrauigkeit in den Modellgebiet wird mit 10 cm berücksichtigt. Dieser Wert entspricht dem Flächennutzungstyp „Wiese mit Einzelbäumen, Gebüsch“ und charakterisiert die mittlere Flächennutzung im Untersuchungsgebiet am besten. Die Gebäude sind für die Bodenrauigkeit nicht zu berücksichtigen, da dieser Einfluss bereits durch das Gebäudemodell in die Windströmungsberechnung einbezogen wird. Für die Gebäudewände und die Dachflächen wurde eine Rauigkeitslänge von 1 cm gewählt. Dieser Wert repräsentiert den Flächennutzungstyp „Asphalt oder ähnliches ohne Hindernisse“ und stellt eine hinreichend genaue Beschreibung der Rauigkeit von Gebäudewänden und Dach-



flächen dar. Die Wand- und Dachrauigkeit wird ebenfalls als konstanter Wert für alle Gebäude vorgegeben.

Im Rechengebiet spiegeln folgende, mittlere Rauigkeiten die Situation am realistischsten wieder:

- Bodenrauigkeit: 10 cm
- Wandrauigkeit: 1 cm
- Dachrauigkeit: 5 cm

5.5 Rechengebiet

Das Rechengebiet wird durch ein intern geschachteltes Gitter mit horizontal 464 Gitterstufen und einer maximalen räumlichen Ausdehnung von 0 m - 400 m abgedeckt. Horizontal wird mit 31 Gitterstufen und einer maximalen Höhe von 200 Metern gerechnet.

Die Gitterweite ist außerhalb des Kerngebiet nicht äquidistant. Von der Ausgangsgröße 1 m x 1 m ausgehend, nimmt pro Gitterzelle die Gitterweite um 20 % zu. Im Kernbereich des Rechengebietes beträgt die räumliche horizontale Auflösung konstant 1 m x 1 m. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Anforderungen des Modells, nach der relevante Straßenschluchten quer zu ihrer Längsachse mit mindestens 6 bis 8 Gitterboxen aufgelöst werden sollen, erfüllt werden.

Mit der gewählten vertikalen Ausdehnung von 200 m wird zudem die Randbedingung zur Anwendung des Modells, das die maximale Gebäudehöhe nicht mehr als 30 % der Modellhöhe betragen darf, eingehalten.

Übersicht Gitterweite unterschiedliche Gitterbereiche					
Zone	Beginn Zone [m]	Ende Zone [m]	Variabel	minimale Gitterweite	Anzahl Gitterzellen
x-Richtung					
1	0	100	ja	1	16
2	100	300	nein	1	200
3	300	400	ja	1	16
y-Richtung					
1	0	100	ja	1	16
2	100	300	nein	1	200
3	300	400	ja	1	16
z-Richtung					
1	0	4,8	nein	0,6	8
2	4,8	200	ja	0,6	23

Für eine optimale Aufrasterung der Gebäude und Quellen wurde das Gitter um 81° gegen Nord gedreht. Eine Darstellung des horizontalen Gitters und der so aufgelösten Gebäudestrukturen ist in Abbildung 5 dargestellt.

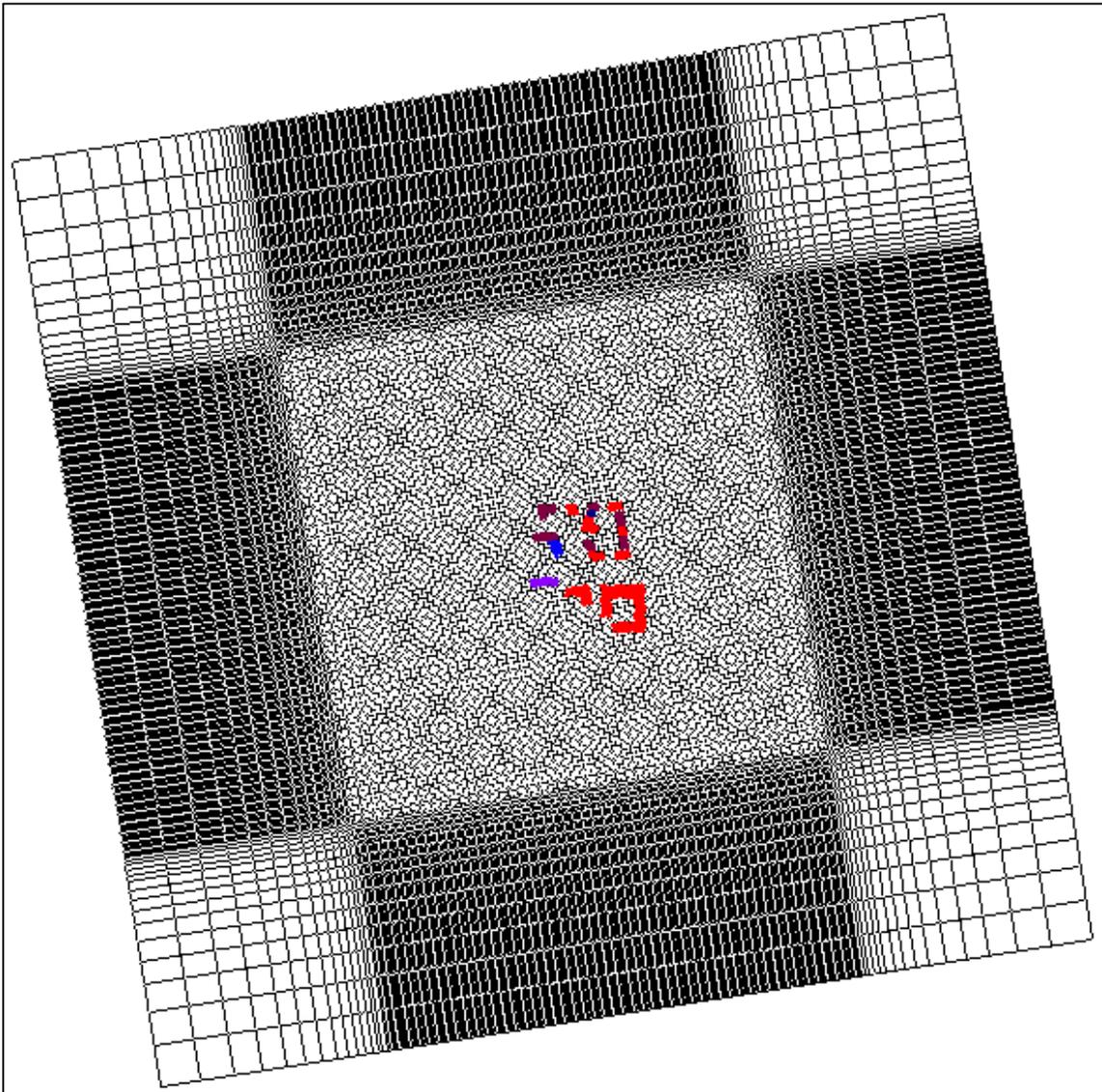


Abbildung 5: Darstellung des Rechengitters und der gerasterten Gebäude

5.6 Meteorologische Daten

- **Allgemeines**

Grundsätzlich wird die primär vorherrschende Windrichtungsverteilung durch großräumige Luftdruckverteilungen geprägt. Die überregionale Luftströmung im mitteleuropäischen Raum besitzt ein typisches Maximum an südwestlichen bis westlichen Winden, hingegen treten Ostströmungen zeitlich eher untergeordnet auf. Westwindlagen sind oftmals mit der Zufuhr feuchter, atlantischer Luftmassen verbunden, östliche Strömungen treten hingegen vor allem bei Hochdrucklagen über dem europäischen Festland auf und bedingen die Zufuhr kontinentaler trockener Luftmassen. Überlagert werden diese großräumigen Strömungen in der Regel durch lokale Einflüsse wie Orografie, Bebauung bzw. Bewuchs.

Nach TA Luft sind die meteorologischen Daten als Stundenmittel anzugeben und sollen sowohl eine räumliche als auch eine zeitliche Repräsentativität aufweisen. Die Windgeschwindigkeit und die Windrichtung sollen für den Ort im Rechengebiet, an dem die me-



meteorologischen Eingangsdaten für die Berechnung der meteorologischen Grenzschichtprofile vorgegeben werden (= (Ersatz-)Anemometerposition), charakteristisch sein.

Sofern im Rechengebiet keine geeignete Messstation liegt, sind auf die festgelegte Ersatzanemometerposition

- o übertragbare Daten einer geeigneten Messstation als meteorologische Zeitreihe oder
- o Daten geeigneter Modelle als Häufigkeitsverteilung meteorologischer Ausbreitungssituationen

zu verwenden.

In Abbildung 6 und Abbildung 7 werden die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen von 0° bis 360° sowie der Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen der verwendete Zeitreihe (AKTerm) der Messstationen München-Stadt aus dem repräsentativen Jahr 2012 /15/ dargestellt. Erkennbar ist die Dominanz westlicher sowie südwestlicher Winde.

In folgender Tabelle werden die Stationsparameter und -daten zusammengefasst:

Stationsparameter und -daten	
Messtation	München-Stadt
Stations ID	03379
Repräsentatives Jahr	2012
Zeitraum verfügbarer Messdaten	01.01.2012 – 31.12.2012
Verfügbarkeit der Daten	99,11 %
Anemometerhöhe	10 m
Hauptwindrichtung	Westen
Durchschnittliche Windgeschwindigkeit	2,82 m/s
Anteil Windstille	0,00 %
Berechnete Anemometerhöhe	100 m

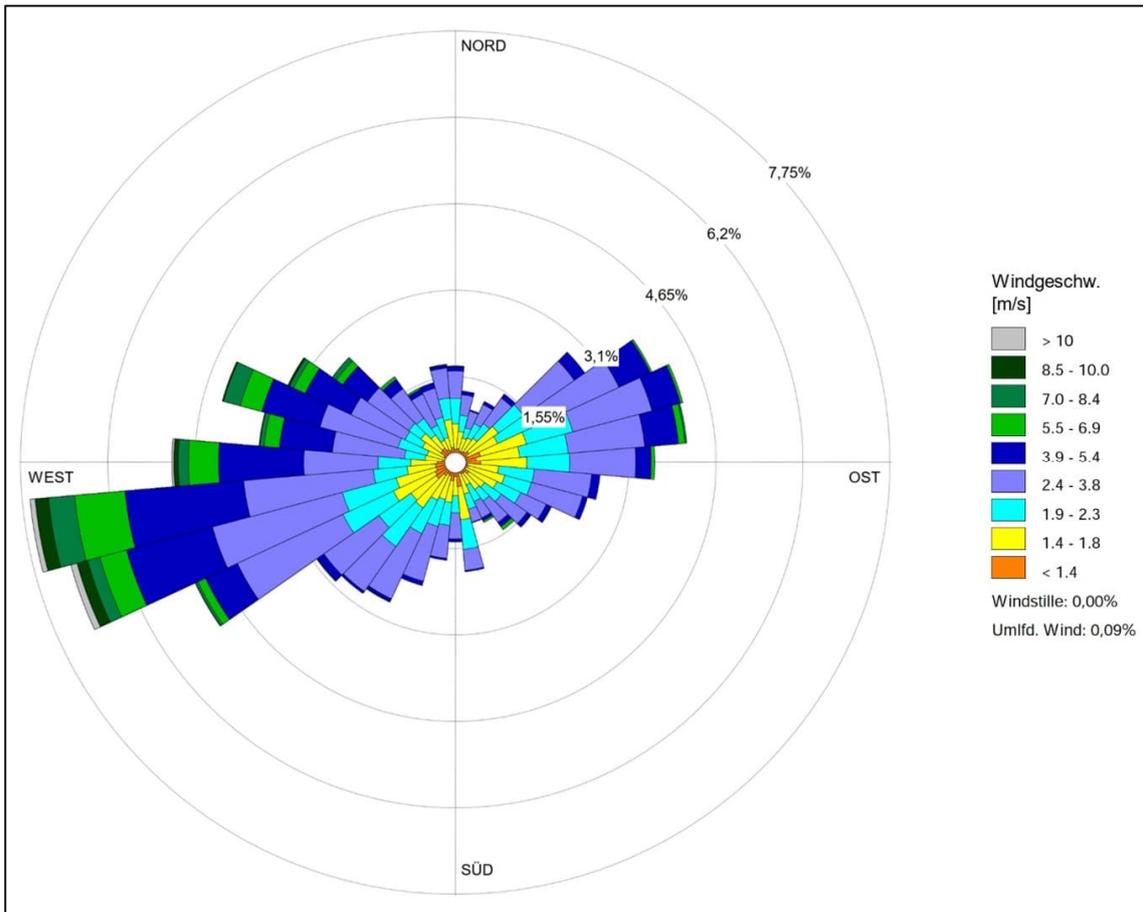


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der vorherrschenden Windrichtungen (München-Stadt 2012) /15/

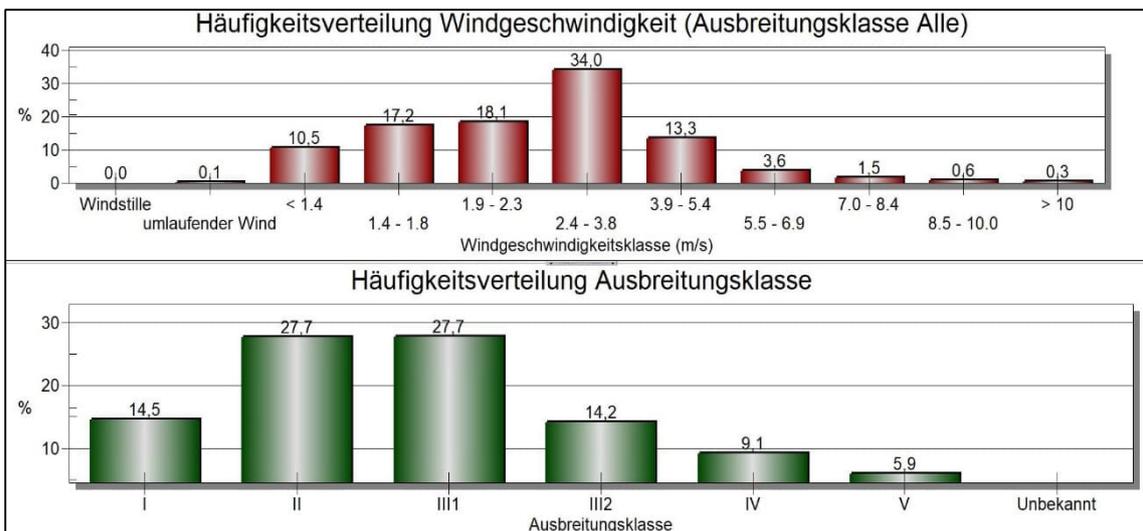


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen (München-Stadt 2012) /15/

5.7 Weitere Modellparameter

Die für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnung in Miskam gewählten Parameter werden im Folgenden zusammengefasst:



Parameter Strömungsberechnung	
Parameter	Wert
Abbruchkriterium	Stationarität
Max. Zeitschritte	9999
Rauigkeitslänge Initialwindfeld	10 cm
Anemometerhöhe	100 m
Windgeschwindigkeit in Anemometerhöhe	10 m/s
Atmosphärische Schichtung	0 K / 100 m
Advektionsschema Impuls	Upstream
Advektionsschema Turbulenz	Upstream

Parameter Ausbreitungsberechnung	
Parameter	Wert
Abbruchkriterium	Stationarität S1
Max. Zeitschritte	9999
Advektionsschema	Upwind



6 Ermittlung der Hintergrundbelastung

6.1 LÜB-Luftmessstationen

Die Gesamtbelastung eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der im Stadtgebiet großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der Zusatzbelastung durch den lokalen Straßenverkehr zusammen. Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des lokalen Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen vorliegen. Hierbei wird zwischen einer städtischen und einer regionalen Hintergrundbelastung unterschieden.

Ursächlich für die Hintergrundbelastung ist die Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachteten Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionaler Ferntransport von Schadstoffen.

Eine Ausbreitungsrechnung kann immer nur die Emissionsquellen aus dem der Prognose zu Grunde liegenden Modellgebiet berücksichtigen. Daher kann nur ein Teil der Gesamtbelastung an einem ausgewählten Punkt in diesem Gebiet direkt berechnet werden, die Zusatzbelastung durch den lokalen Straßenverkehr. Der fehlende Anteil, also die Hintergrundbelastung, muss anhand von entsprechenden Untersuchungen bzw. Messungen abgeschätzt werden. Eine schematische Darstellung, wie sich die Luftbelastung innerhalb einer Stadt zusammensetzt, zeigt Abbildung 8.

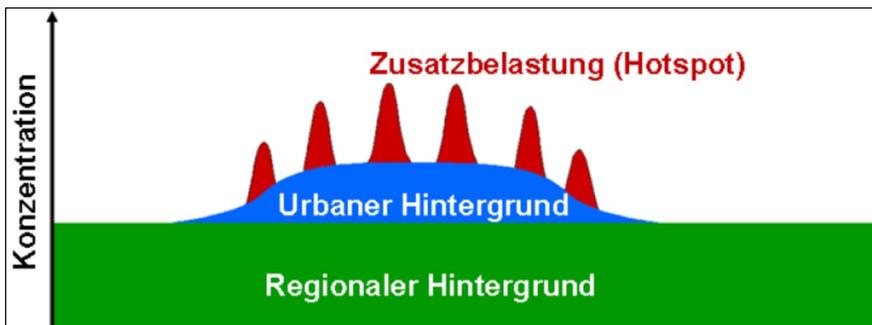


Abbildung 8: Schematische Darstellung der städtischen Gesamtbelastung

Die eingezeichneten Hotspots bezeichnen dabei durch Luftschadstoffe hoch belastete Bereiche. Bei verkehrsbedingten Luftschadstoffen treten diese Hotspots vornehmlich im bebauten Bereich von Hauptverkehrsstraßen auf. Die Gesamtbelastung ergibt sich hier als Summe aus regionalen und städtischen Hintergrund sowie der Zusatzbelastung.

Zur Ermittlung der Hintergrundbelastung wird in der Regel auf das Lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) zurückgegriffen /16/. Eine geeignete Messstation für den Standort Taufkirchen bei München ist die Station „München/Johanneskirchen“. Im Folgenden sind die Informationen zu dieser Messstation zusammengefasst:



Messtation München / Johanneskirchen	
Informationen zum Messort	
Bundesland / Regierungsbezirk	Bayern / Oberbayern
Stationsname	München / Johanneskirchen
Straße(n)	Nußstraße
PLZ Ort	München, Stadtteil Johanneskirchen
UTM - Koordinaten Rechtswert / Hochwert	32U 696861 / 5338942
Geografische Länge / Breite (dezimal)	11,64804 / 48,17319
Stationsumgebung (gemäß Eol *)	vorstädtisches Gebiet
Art der Station (gemäß Eol *)	Hintergrund
Höhe über Normalnull	512
EU-Code / Lokaler Code	DEBY089 / L 8.12
Messbeginn	01. Juli 1993
Gemessene Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> - Ozon - Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂) - Feinstaub (PM_{2,5}, Partikeldurchmesser <2,5 µm) - Feinstaub (PM₁₀, Partikeldurchmesser <10 µm) - Inhaltsstoffe in PM10: Benzo(a)pyren - Staubbiederschläge

*) Eol: Exchange of Information (Entscheidung der Kommission, 2201/752/EC)

6.2 Hintergrundbelastung von PM₁₀ sowie NO₂

In Tabelle 3 des Lufthygienischer Jahresberichts 2022 des Bayerischen Landesamts für Umwelt /18/ wird für die Messtation "München / Johanneskirchen" wird sowohl für die PM₁₀- Hintergrundbelastung als auch für die NO₂- Hintergrundbelastung eine Konzentration von **14 µg/m³** angegeben. (vgl. Abbildung 9). Ein Vergleich der verfügbaren PM₁₀-Konzentrationen aller Stationen zeigt, dass es sich bei diesem Wert um eine Konzentration im mittleren Bereich handelt und damit für ein vorstädtisches Gebiet wie Taufkirchen bei München legitim ist. Dieser Wert wird daher für das hier zu begutachtende Vorhaben herangezogen.



BA/Gebiet	Messstation	Typ	NO ₂ JMW	NO ₂ ÜS	PM ₁₀ JMW	PM ₁₀ ÜS	PM _{2,5} JMW	C ₆ H ₆ JMW ^P	CO 8hmax	O ₃ ÜS 120 ¹⁾	O ₃ ÜS 180 ²⁾	O ₃ ÜS 240 ³⁾	O ₃ AOT140 ⁴⁾
BA M	München / Landshuter Allee	ST VK	49	0	21	3	11	0,9	1,3				
BA M	München / Stachus	ST VK	31	0	17	0	10		0,7				
BA M	München / Lothstraße	ST HG	20	0	14	0	9			20	0	0	
BA M	München / Allach	STV HG	17	0						21	0	0	19086
BA M	München / Johanneskirchen	STV HG	14	0	14	1	9			17	0	0	17530
OB	Ingolstadt / Münchener Straße	ST VK	23	0	18	1	12		1,5				
OB	Oberaudorf / Inntal-Autobahn	LA-ST VK	21	0	15	0	10						
OB	Bad Reichenhall / Kirchholzstraße	ST HG	10	0						5	0	0	
OB	Burghausen / Marktler Straße	STV HG	17	0	14	0	10			9	0	0	14683
OB	Trostberg / Schwimmbadstraße	STV HG	13	0	13	0	10			12	0	0	17216
OB	Vohburg a.d.Donau / A.W.W.	STV HG								15	0	0	17335
OB	Garmisch-Partenk. / Wasserwerk	LA-ST HG	9	0						6	0	0	11692
OB	Andechs / Rothenfeld	LA-R HG	5	0	11	0	7	0,3		15	0	0	18233
OB	Mehring / Sportplatz	LA-R HG	11	0			9			13	0	0	19288
NB	Kelheim / Regensburger Straße	ST VK	14	0	16	1	10		1,1				
NB	Landshut / Podewilsstraße	ST VK	19	0	13	0							
NB	Passau / Angerstraße	ST VK	29	0	18	1	11		1,0				
NB	Passau / Stelzhamerstraße	ST HG	22	0	16	0	11						
NB	Regen / Bodenmaier Straße	STV HG								6	0	0	14375
NB	Saal a.d.Donau / Regensburger Str.	STV HG	13	0						8	0	0	13656
NB	Neustadt a.d.Donau / Eining	LA-R HG	8	0			9			18	0	0	19188
OP	Regensburg / Rathaus	ST VK	26	0	16	0			1,0				
OP	Weiden i.d.OPf. / Nikolaistraße	ST HG	20	0			11			6	0	0	
OP	Schwandorf / Wackersdorfer Str.	STV HG	14	0			10			10	0	0	14317
OP	Sulzbach-Rosenberg / Lohe	STV HG			14	0				9	0	0	16762
OP	Tiefenbach / Altenschneeberg	LA-R HG	5	0	10	0	6			15	0	0	15819
OF	Bayreuth / Hohenzollerering	ST VK	21	0	15	0							
OF	Coburg / Lossaustraße	ST VK					10		1,0				
OF	Bamberg / Löwenbrücke	ST HG	18	0	15	0	10						
OF	Kulmbach / Konrad-Adenauer-Str.	ST HG	16	0	14	0							
OF	Arzberg / Egerstraße	STV HG					10			7	0	0	13927
OF	Hof / LfU	STV HG	13	0						10	0	0	15201
OF	Naila / Selbiter Berg	LA-ST HG								10	0	0	14489

Abbildung 9: Auszug aus dem Lufthygienischen Jahresbericht 2022 des LfU /18/



7 Ergebnis und Beurteilung

7.1 Feinstaubbelastung (PM10)

Betrachtet man die Berechnungsergebnisse direkt an den der Tegernseer Landstraße nächstgelegenen geplanten Gebäude, so wird deutlich, dass sich als maximale Feinstaubkonzentration eine verkehrsbedingte Belastung (inklusive der Hintergrundbelastung von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vgl. Kapitel 6), von weniger als $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in einer Höhe von $0 - 0,6 \text{ m}$ errechnet (vgl. Abbildung 10). Die Belastung im Bereich der nordöstlichen Fassaden der Gebäude im Geltungsbereich nimmt in höheren Schichten weiter ab. Der Immissionsgrenzwert für PM_{10} (Jahresmittelwert) von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an allen Fassaden deutlich unterschritten.

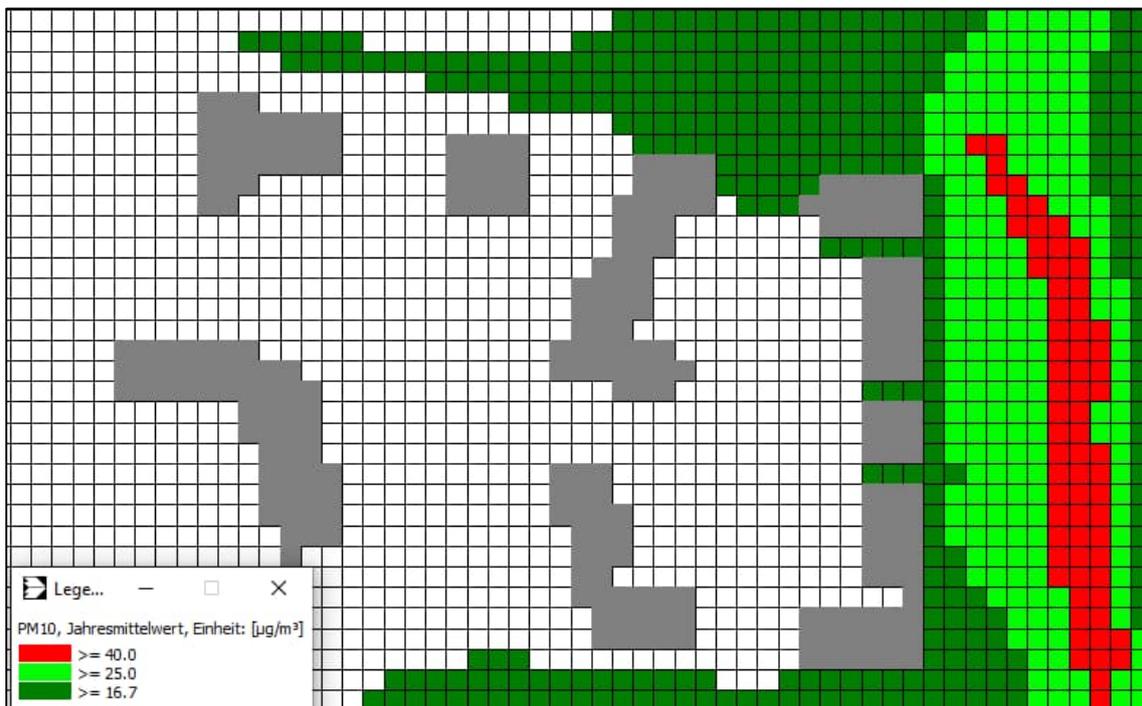


Abbildung 10: Feinstaubkonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] im Plangebiet in der Schichthöhe von $0 - 0,6 \text{ m}$ für die Gesamtbelastung durch Verkehrsstraßen

Eine verlässliche Ermittlung der Überschreitungshäufigkeit des 24 h-MW von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist mittels Ausbreitungsrechnung nicht möglich. Statistische Auswertungen zur Feinstaubcharakteristik aus dem Jahr 2005 zeigen jedoch (vgl. Abbildung 11), dass erst ab einer Grenzkonzentration der Gesamtbelastung von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (JMW) mit mehr als 35 Überschreitungen zu rechnen ist /7/. Laut Informationen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt traten gemäß den Messergebnissen der LÜB-Messstationen (Messzeitraum 2001 - 2009) bei Jahresmittelwerten unter $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bisher in keinem Fall mehr als 35 Überschreitungstage auf /7/. Mit der hier abgeleiteten Maximalbelastung von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist nicht von einer Überschreitung der zulässigen Tagesmittelwerte auszugehen.

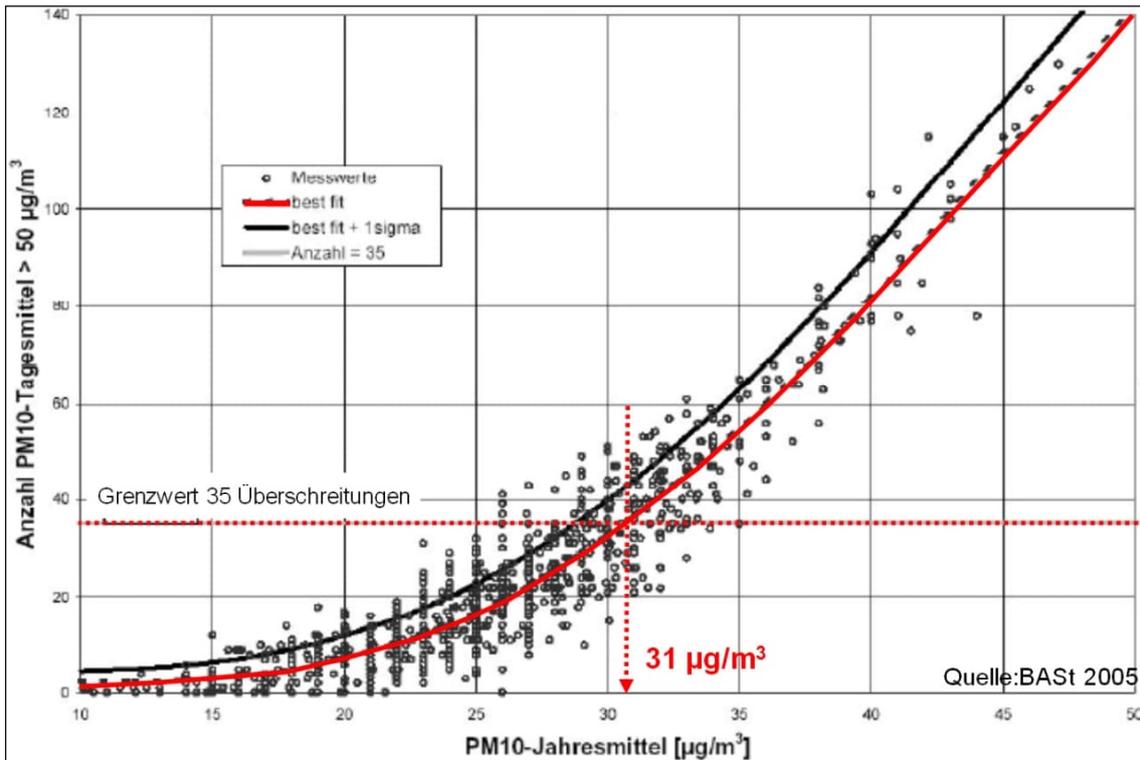


Abbildung 11: Korrelation Jahresmittelwerte Feinstaubkonzentration mit 24h-Mittelwerten /10/

7.2 Stickstoffdioxid-Belastung (NO₂)

Die ausgestoßenen Stickoxide (NO_x als NO₂-Äquivalent) bestehen aus einer Kombination von NO und NO₂. Ursprünglich überwiegt zum Zeitpunkt der Emission der Anteil von NO, jedoch entsteht während des Ausbreitungswegs ein zunehmender Anteil an NO₂ durch chemische Reaktionen. Dieser kann wiederum durch weitere Prozesse wie Photolyse aufgespalten werden. Die Geschwindigkeit dieser Reaktionen hängt stark von externen Faktoren ab, wie beispielsweise dem Ozongehalt (ein Reaktionspartner), der wiederum saisonalen Schwankungen unterliegt. Die Implementierung dieser Sachverhalte in die Ausbreitungsrechnung ist nicht ohne weiteres möglich.

Romberg et. al (1996), Bächlin et. al (2006) und Düring et. al (2011) zeigen, dass das Verhältnis von NO_x zu NO₂-Konzentrationen einen funktionalen, parametrisierbaren Zusammenhang aufweist, mittels dessen die von MISKAM berechneten NO_x - Konzentrationen (NO_x = Summe aus NO und NO₂) über die folgende Formel in NO₂ - Konzentrationen überführen lassen /1, 6, 12/:

$$c_{NO_2} = c_{NO_x} \left(\frac{29}{c_{NO_x} + 35} + 0,217 \right)$$

Dabei entspricht c_{NO_2} der Stickstoffdioxidkonzentration in µg/m³ und c_{NO_x} der Stickoxidkonzentration in µg/m³.

In den Rasterkartendarstellungen sind die prognostizierten NO₂-Konzentrationen in der Schichthöhe von 0 – 0,6 m (vgl. Abbildung 12) am Standort der geplanten Gebäude innerhalb des Geltungsbereichs des geplanten Bebauungsplans "Am Anger" - verursacht durch das lokale Verkehrsaufkommen im Untersuchungsgebiet - dargestellt. Es wird in einer Schichthöhe 0 – 0,6 m eine maximale NO₂ - Konzentration von 20 µg/m³ (unter Be-



rücksichtigung der Hintergrundbelastung von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) prognostiziert. Der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird deutlich unterschritten.

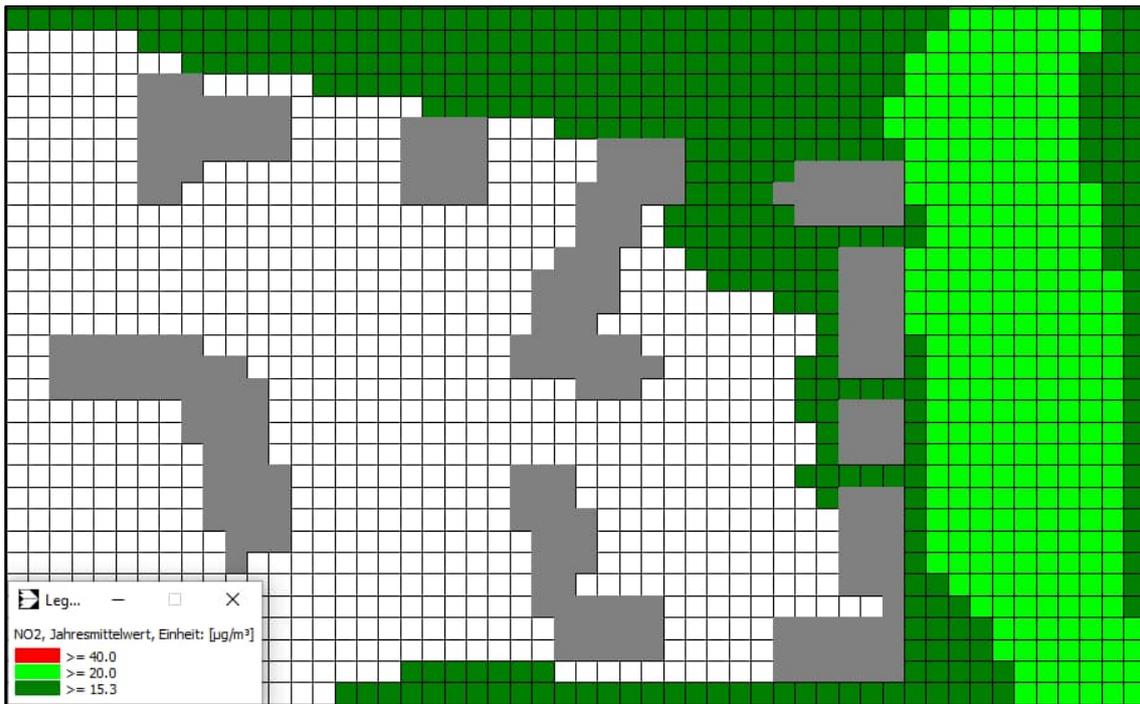


Abbildung 12: Stickstoffdioxidkonzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] am Plangebäude in einer Schichthöhe von 0 – 0,6 m für die Gesamtbelastung durch Verkehrsstraßen

7.3 Zusammenfassende Beurteilung

Die Berechnungen ergeben, dass die Gesamtbelastung für die hier relevanten Luftschadstoffe NO_2 und PM_{10} aufgrund des Verkehrs der anliegenden Straßen an geplanten schutzbedürftigen Gebäude im Plangebiet des Bebauungsplans Nr. 97 "Am Anger" mit $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respektive $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (inkl. einer Hintergrundbelastung von jeweils $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) unter den zulässigen Grenzwerten der 39. BImSchV von je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt (vgl. Kapitel 3). Die Gesamtbelastung ist primär durch die bestehende, regionale Hintergrundbelastung geprägt.

Überschreitungen der Grenzwerte der betrachteten Luftschadstoffe treten vor allem an stark befahrenen Straßen in Großstädten auf, da hier meist Straßenschluchten mit schlechtem Luftaustausch vorliegen. Sobald ein breiterer Straßenraum vorhanden ist und die Randbebauung nicht geschlossen ist, können die Immissionskonzentrationen auch bei hoher Verkehrsbelastung weit unter den Immissionsgrenzwerten liegen.

Generell sinkt mit größer werdendem Abstand zum Emissionsort die Zusatzbelastung weiter. Dies ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass vorhandene Bebauung und Bepflanzung in Ausbreitungsrichtung der Luftschadstoffe, zum Beispiel Gebäude oder Bepflanzung am Straßenrand, welche zusätzliche Abschirmwirkungen aufweisen.

Schädliche Umwelteinwirkungen in Form von erheblichen Nachteilen oder Verletzungen des Schutzes der menschlichen Gesundheit am geplanten Wohngebäude aufgrund des Verkehrs (v.a. Tegernseer Landstraße) sind nicht zu verzeichnen. Insbesondere sind die Grenzwerte für NO_2 und PM_{10} aus der 39. BImSchV /11/ zum Schutz der menschlichen Gesundheit unterschritten.



8 Zitierte Unterlagen

8.1 Literatur zur Luftreinhaltung

1. Eichhorn, J., Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells, Dissertation, Universität Mainz, 1989
2. Romberg, E.; Böisinger, R.; Lohmeyer, A.; Ruhnke, R.; Röth, E.-P. (1996): NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 6/1996, 215 – 218
3. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 - Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung, Luftbeimengungen, November 2003
4. Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen – 33. BImSchV) vom 13.07.2004
5. Endbericht – Berechnung der Kfz-bedingten Feinstaubemissionen infolge Aufwirbelung und Abrieb für das Emissionskataster Sachsen, Ingenieurbüro Lohmeyer unter Mitarbeit der TU Dresden sowie dem Institut für Verkehrsökologie, November 2004
6. Bächlin W., Böisinger R., Brandt A., Schulz T. (2006): Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66, 4, 154 ff
7. Luftreinhalte-/ Aktionsplanung – Maßnahmen gegen Feinstaub und Stickstoffoxide, Fachtagung des StMUGV und des LfU am 25. Oktober 2007
8. Eichhorn, J., Modell-Evaluierung nach VDI-RL 3783/9 und COST 732 - Erfahrungen mit MISKAM, METTOOLS VII, Hamburg, 2009
9. Eichhorn, J. und A. Kniffka, The Numerical Flow Model MISKAM: State of Development and Evaluation of the Basic Version. Meteorol. Zeitschrift, 19/1, 81–90, 2010
10. Auskunft des Bayerischen Landesamt für Umwelt zur Überschreitungshäufigkeit des 24 h-MW; E-Mail vom 19.05.2010, Augsburg
11. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 06.08.2010
12. Düring, I.; Bächlin, W.; Ketzerl, M.; Baum, A.; Friedrich, U.; Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂ – emissions – Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 67 - 73
13. Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs, Ingenieurbüro Lohmeyer unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH, Juni 2011
14. "Verflechtungsprognose 2030 – Los 3: Erstellung der Prognose der deutschlandweiten Verkehrsverflechtungen unter Berücksichtigung des Luftverkehrs", INTRAPLAN Consult GmbH, 81667 München und BVU Beratergruppe Verkehr + Umwelt GmbH, Juni 2014
15. Meteorologische Zeitreihe als AKterm für die Station "München-Stadt" aus dem Jahr 2012, Deutscher Wetterdienst, Offenbach
16. Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB), Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Stand November 2019
17. Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.2.2, Umweltbundesamt (UBA) Berlin, Bundesamt für Umwelt und Landschaft (BUWAL) Bern, Umweltbundesamt (UBA) Wien, 2022



18. Lufthygienischer Jahresbericht 2022, Bayerisches Landesamt für Umwelt

8.2 Projektspezifische Unterlagen

19. Flächennutzungsplan der Gemeinde Taufkirchen, elektronisch übermittelt per E-Mail am 25.04.2023 durch Fr. Lechelmayr (Logo verde)
20. Digitales Orthophoto mit Stand vom 08.06.2017, Geobasisdaten: Bayerische Vermessungsverwaltung, Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, 80538 München
21. Vorabzug zum Bebauungsplan Nr. 97 "Am Anger" der Gemeinde Taufkirchen, Logo Verde Ralph Kulak Landschaftsarchitekten GmbH, 21.12.2023
22. "Verkehrsuntersuchung zum Bebauungsplan Nr. 97 "Am Anger"", Verkehrsgutachten zum Bebauungsplan, Planungsgesellschaft Stadt – Land – Verkehr GmbH, München, 07.02.2024