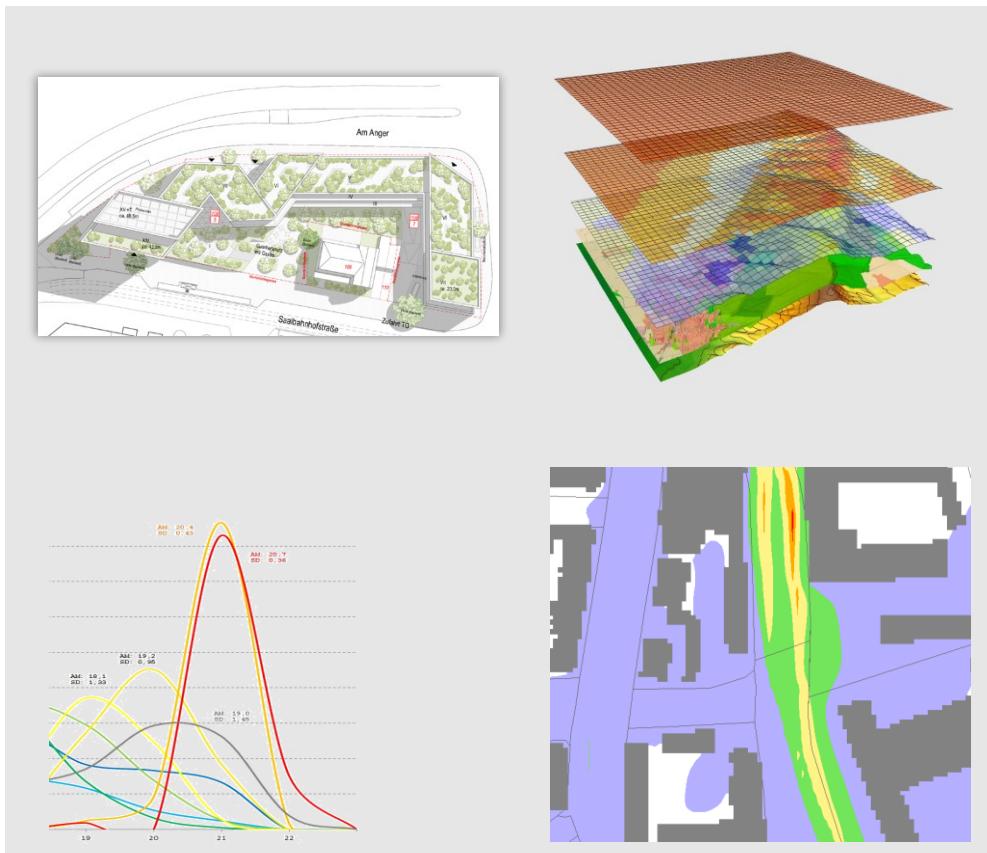


Lufthygienische Untersuchung zum Bebauungsplan VBB-J 47 "Solarhaus Saalbahnhofstraße" in Jena

Modellgestützte Prognose zum Einfluss der im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes VBB-J 47 „Solarhaus Saalbahnhofstraße“ in Jena beabsichtigten Umgestaltungen auf das Schutzwert Luft



Auftraggeber:

ImmVest Wolf GmbH

Maximilian-Welsch-Str. 6a
99084 Erfurt



GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5 a
30161 Hannover
Tel. (0511) 3887200
FAX (0511) 3887201
www.geo-net.de

In Zusammenarbeit mit:

Prof. Dr. Günter Groß
Anerkannt beratender Meteorologe (DMG),
Öffentlich bestellter Gutachter für Immissionsfragen und
Kleinklima der IHK Hannover-Hildesheim

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
1. Aufgabenstellung.....	4
2. Methodik.....	6
3. Daten- und Bewertungsgrundlage	8
4. Ergebnisse	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Räumliche Ausprägung der Stickstoffdioxidimmission	14
5. Fazit.....	23
Literatur	24
Anhang.....	25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	3D-Visualisierung (a) und Konzeptdarstellung (b), sowie Freiraum-Konzept (unten) zum Bebauungsplan „Jena Solarhaus“ (Quelle: hks-architekten, Stand: Jan 2023).	5
Abb. 2.1:	Verwendete Meteorologie: SynRepAKTerm – Standort Jena-Zentrum (METSOFT 2022)	7
Abb. 3.1:	Abschnittsnummern (siehe Tab. 3.4 auf der Folgeseite) der betrachteten Straßen (beispielhaft nach DTV-Werten des P1-Falles klassifiziert).....	10
Abb. 3.2:	Jahreskenngrößen der NO ₂ -Konzentration an den Stationen des Thüringer Immissionsmessnetzes im Vergleich zum Grenzwert. Datenquelle: TLUBN [Hrsg.] (2022).....	12
Abb. 4.1:	Mittlere bodennahe NO ₂ -Konzentration (Jahresmittelwert in µg·m ⁻³) im Analysefall A0 2023	16
Abb. 4.2:	Mittlere bodennahe NO ₂ -Konzentration (Jahresmittelwert in µg·m ⁻³) im Prognose-Nullfall P0 2026 .	17
Abb. 4.3:	Mittlere bodennahe NO ₂ -Konzentration (Jahresmittelwert in µg·m ⁻³) im Prognose-Planfall P1 2026.	18
Abb. 4.4:	NO ₂ -Immissionsabweichungen in Absolutwerten (Jahresmittel in µg·m ⁻³) zwischen P0 und A0 blau = Abnahme im P1-Fall; rot = Zunahme im P1-Fall	19
Abb. 4.5:	NO ₂ -Immissionsabweichungen in Absolutwerten (Jahresmittel in µg·m ⁻³) zwischen P1 und A0 blau = Abnahme im P1-Fall; rot = Zunahme im P1-Fall	20
Abb. 4.6:	NO ₂ -Immissionsabweichungen in Absolutwerten (Jahresmittel in µg·m ⁻³) zwischen P1 und P0 blau = Abnahme im P1-Fall; rot = Zunahme im P1-Fall	21

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1:	Untersuchungsszenarien Lufthygiene (für den P0-Fall liegen keine verwendbaren Daten vor)	9
Tab. 3.2:	Eingangsdaten der Emissionsberechnung	11
Tab. 3.3:	Verkehrsmengen und Emissionen für die betrachteten Straßenabschnitte (siehe Abb. 3.1)	11
Tab. 3.4:	Aktuell rechtsverbindliche Immissionsgrenzwerte in µg · m ⁻³ (= Mikrogramm pro Kubikmeter) für die Luftschatstoffkomponenten NO ₂ und Feinstaub in der Außenluft nach 39. BlmSchV (2010).....	12
Tab. 4.1:	Modellierte bodennahe NO ₂ -Konzentrationswerte (Jahresmittel in µg·m ⁻³) an den Einzelanalysepunkten (zur Lage der Prüfpunkte siehe Abb. 4.1 bis Abb. 4.3).....	22

1. Aufgabenstellung

Die ImmVest Wolf GmbH beabsichtigt in der Innenstadt von Jena eine Flächenumnutzung („Solarhaus Saalbahnhofstraße“). Der Geltungsbereich des Planvorhabens (B-Plan VBB-J 47 „Solarhaus Saalbahnhofstraße“) umfasst ein ca. 4160m² großes Areal südlich des Spittelplatz im Stadtteil Jena-Zentrum westlich der Saale und ist begrenzt durch die Straßen Saalbahnhofstraße, Am Anger und der Käthe-Kollwitz-Straße. Das Areal ist im derzeitigen Zustand stark versiegelt und mit verschiedenen Gebäudekomplexen, zum Teil gewerblicher Natur, bebaut. Der nördlichere Teil ist unbebaut, versiegelt und mit Hecken und teilweise Bäumen eingegrenzt. Mit der beabsichtigten Umnutzung des Areals sollen die Gebäude abgerissen werden, die in diesem Areal befindliche Rhenanen-Villa jedoch als Bestandsgebäude erhalten bleiben. Westlich an das Plangebiet angrenzend liegt das Damen-Viertel, dass sich durch historische Wohngebäude auszeichnet. Südlich des Plangebietes befand sich die alte Feuerwache, dessen Areal im Zuge einer geplanten Neubebauung umgestaltet werden wird. Östlich grenzt die vier bis fünfspurige Hauptverkehrsstraße Am Anger an, mit der dahinterliegenden Landespolizeiinspektion, einem Hotel und der Feuerwehr. Am nördlich gelegenen Spittelplatz befindet sich ein Kreuzungsbereich mit fünf abgehenden Straßenzügen und angrenzenden Wohngebäuden.

Das Konzept zur geplanten Nutzung des Bebauungsplans „Solarhaus Saalbahnhofstraße“ ist in **Abb. 1.1** dargestellt. Das Gebiet wird dabei als zukunftsorientiertes, grünes Quartier präsentiert, welches den Nutzern und Bewohnern des Quartiers Aufenthalts-/Erholungsflächen in Form von Dachterrassen und Dachgärten bieten soll, sowie begrünte Freiflächen für Anwohner und Besucher des Quartiersplatzes. Die Fassaden- und Brüstungselemente sollen teilweise mit Photovoltaik, die Gebäudefassaden außerdem mit Balkonen und Loggien als Freisitzmöglichkeit ausgestattet werden. Für Bewohner und Besucher soll nach diesem Konzept eine verbesserte Aufenthaltsqualität innerhalb städtisch-versiegelter Strukturen geschaffen werden. Vorgesehen ist dabei neben Wohn-, Gewerbe- und Gastronomieeinheiten auch ein Gebäudekomplex für Pflege- und Wohnräumlichkeiten für Senioren.

Der geplante Gebäudekomplex zieht sich von der Spitze am „Spittelplatz“ zunächst zickzack-förmig zwischen „Saalbahnhofstraße“ und „Am Anger“ und in Höhe der Arvid-Harnack-Straße weiter in L-Form hinunter zur Käthe-Kollwitz-Straße. Der Gebäudehochpunkt befindet sich im nördlichsten Teil des Planareals mit bis zu 15 Geschossen und einer Höhe von etwa 48m, der übrige Gebäudekomplex variiert zwischen 5-7 Geschossen mit Höhen von etwa 18m bis 24m.

Die Zufahrt zur Tiefgarage sowie die Ver- und Entsorgung sind über die Saalbahnhofstraße geplant.

Für das Vorhaben liegt eine verkehrstechnische Untersuchung vor, in der – aufbauend auf einer Verkehrs-erhebung der Bestandsbelastungen – die Verkehrsmengen für einen Prognose-Nullfall und mehrere Prognose-Planfälle ermittelt wurden (YVERKEHRSPLANUNG 2023, siehe auch **Tab. 3.1**). Im vorliegenden Gutachten wird ausschließlich der Prognose-Planfall betrachtet, welcher die Ausfahrt aus der neuen Tiefgarage nach Norden und nach Süden berücksichtigt. Als Basis der Quell- und Zielverkehre des Standortes liegt dieser Untersuchung eine planunabhängige Verkehrszunahme zugrunde (Prognose-Nullfall). Im Fokus der lufthygienischen Begutachtung stehen diese Verkehrsmengen sowie die durch das Vorhaben ausgelösten Zusatzbelastungen. Ferner führen die geplanten Bauten zu einer Veränderung der Ausbreitungswege für

Schadstoffe, sodass über die Zusatzverkehre hinaus von einer baubedingten Modifikation der Luftscha-dstoffkonzentrationen im Straßenraum auszugehen ist.

Wesentliche Aufgabe dieser Immissionsprognose ist es, zu prüfen, ob das allgemeine Verkehrsaufkommen in Verbindung mit den sich planbedingt verändernden Durchlüftungsbedingungen im Straßenverlauf zu einer Anreicherung der Luftscha-dstoffe bis über den Immissionsgrenzwert hinausführt. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Straße Am Anger gerichtet, wo sowohl die höchste Bestandsbelastung als auch eine hohe planbedingte Zusatzbelastung zu erwarten ist.



Abb. 1.1: 3D-Visualisierung (a) und Konzeptdarstellung (b), sowie Freiraum-Konzept (unten) zum Bebauungsplan „Jena Solarhaus“ (Quelle: hks-architekten, Stand: Jan 2023).

2. Methodik

Als Grundlage für die Ermittlung der lokalen Zusatzbelastung dienen die Emissionen des Straßenverkehrs. Diese werden mit dem „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs Version 4.2“ (**HBEFA 4.2**) des Umweltbundesamts (UBA [Hrsg.] 2022) bestimmt. Das HBEFA stellt Emissionsfaktoren für alle gängigen Fahrzeugkategorien jeweils in emissionsrelevanter Differenzierung für eine große Bandbreite von Eingangsgrößen zur Verfügung. Die durchschnittlichen Stickstoffoxid-Emissionsfaktoren des HBEFA weisen für zukünftige Jahre gegenüber der heutigen Situation eine zunehmende Reduktion auf. Dies steht im Zusammenhang mit den Erwartungswerten einer veränderten Verkehrszusammensetzung, d.h. mit der Verringerung der Emissionen einer verjüngten Fahrzeugflotte. Daher ist das angesetzte **Prognosejahr** (hier 2026, siehe S. 8) von entscheidender Bedeutung für die Berechnung des Schadstoffausstoßes. Im Standard-Szenario „REF D HB42“ ist (neben der aktuellen Situation) ein nach Emissionsstufen differenzierter Fahrzeugbestand („Flottenmix“) für jedes zukünftige Bezugsjahr festgelegt. Berechnet werden die Anteile über die Fortschreibung der gegenwärtigen Neuzulassungszahlen und die „Überlebenswahrscheinlichkeit“ der verbleibenden Fahrzeuge (vgl. Anhang, S. 25). Die aufgrund der Verkehrssituationen im HBEFA berechneten Emissionsfaktoren beruhen auf Tests zur Zulassung im Rahmen der europäischen Abgasgrenzwerte (Euro-Norm-Stufen). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das HBEFA auf Messungen von nicht legislativen Fahrzyklen basiert und somit innerhalb gewisser Grenzen reale Fahrsituationen reflektiert.

Das HBEFA berechnet die Emissionsfaktoren von Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) zunächst gemeinsam als Stickstoffoxide (NO_x) in Gramm pro Fahrzeug und Kilometer. Dies ist darauf zurückzuführen, dass NO_x zu einem großen Teil als NO emittiert und erst in den bodennahen Luftsichten zu NO₂ oxidiert werden. Der entsprechende Gleichgewichtsprozess ist unter anderem abhängig von der Ozonkonzentration und der Strahlung. Die Ermittlung der **NO₂-Immission** aus der **NO_x-Emission** über unterschiedlich komplexe Regressionsanalysen sowie die Ableitung der Gesamtimmision unter Berücksichtigung der weiteren Rahmenbedingungen obliegt dem jeweiligen Ausbreitungsmodell.

Aus den Emissionen des lokalen Straßenverkehrs und den Angaben zur Hintergrundbelastung werden anschließend mit dem mikroskaligen Detailmodell **ASMUS** (GROSS 2010) die jahresdurchschnittlichen NO₂-Gesamtbelastungen im Straßenraum ermittelt. Mit diesem Modell kann die Immission der Luftschadstoffe auf Grundlage der Emissionsquellen sowie der meteorologischen und strukturellen Strömungs- und Ausbreitungsbedingungen flächenhaft für den Gesamtraum berechnet werden.

Zur Definition der meteorologischen Rahmenbedingungen für die Modellrechnungen wurde eine von der Firma metSoft GbR erstellte Synthetische Ausbreitungsklassenstatistik (SynRepAKTerm) für einen Standort bei Trier-Zewen verwendet (METSOFT 2022, siehe **Abb. 2.1** auf der Folgeseite). Diese SynRepAKTerm basieren auf Modellrechnungen mit dem prognostischen mesoskaligen Modell METRAS PC, deren Antriebsdaten aus NCAR/NCEP-Reanalysedaten abgeleitet wurden. Die Grundlagen des Berechnungsverfahrens sind in „Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft“ 7-8/2008 veröffentlicht. Die SynAKS bildet die übergeordneten Strömungsbedingungen ab, die durch die lokalen Gegebenheiten (Boden- und Gebäudeeinfluss) im Windfeldmodell modifiziert werden.

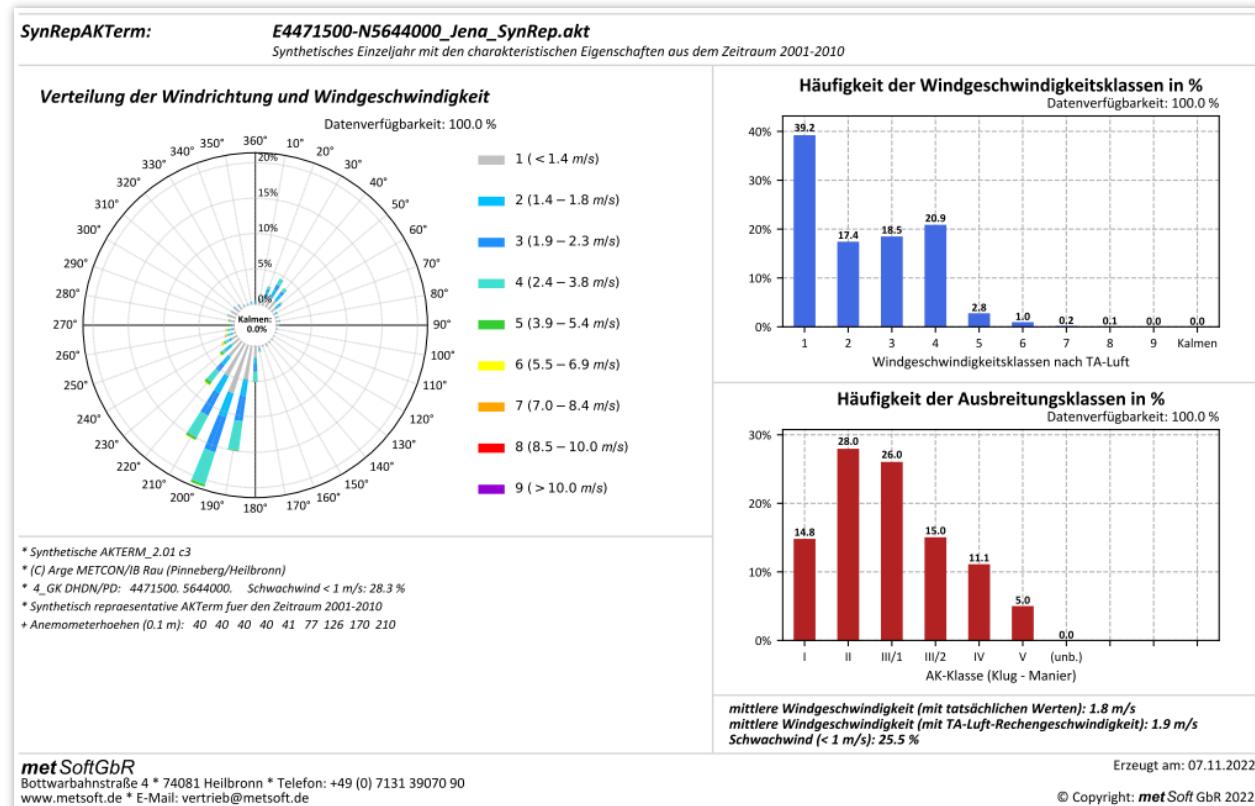


Abb. 2.1: Verwendete Meteorologie: SynRepAKTerm – Standort Jena-Zentrum (METSOFT 2022)

3. Daten- und Bewertungsgrundlage

Die wichtigsten Eingangsparameter bei der Erzeugung des Strömungsmodells stellen die dreidimensionalen **Gebäudegeometrien** dar. Für die Prognosesituation wurde in das Bestandsdatenraster auf Grundlage der vorliegenden Unterlagen die planrelevanten strukturellen Veränderungen eingebettet. Die aus dem Klimagutachten übernommene Bestandsbebauung und das neu hinzukommende Gebäude (HKS ARCHITEKTEN 2023) lassen sich am einfachsten aus den Karten der Immissionsfelder auf den Seiten 16 bis 21 ablesen.

Die **Verkehrsmengen** (siehe **Tab. 3.3** auf Seite 11) wurden von dem Verkehrsplaner (YVERKEHRSPLANUNG GMBH 2023) zur Verfügung gestellt. Der Anteil leichter Nutzfahrzeuge wurde pauschal auf 5 Prozent und KRAD auf 0,5 % beziffert.

Anhand dieser Zahlen können die planbedingten lufthygienischen Auswirkungen auf die Luftschadstoffsituation innerhalb der umliegenden Straßenräume abgeschätzt und bewertet werden. Um den Prognose-Planfall (P1) mit neuer Wohnbebauung getrennt von den planungsunabhängigen Veränderungen betrachten zu können, wurde vom Verkehrsgutachter ein Prognose-Nullfall (P0) definiert, der – ausgehend von der gegenwärtigen Analysesituation (A0) – die generelle Verkehrsentwicklung im Umfeld der Planungen bis zum Prognosehorizont im Jahr 2030 berücksichtigt. In **Tab. 3.1** sind die untersuchten Szenarien mit ihren jeweiligen baustrukturellen und verkehrlichen Rahmenbedingungen aufgelistet. Die Einschätzung der Erheblichkeit der Planungen beruht auf einem Vergleich der beiden Prognosefälle.

Wie bereits auf S. 5 erwähnt, ist das angesetzte Prognosejahr von entscheidender Bedeutung für die Berechnung des Schadstoffausstoßes: Aufgrund der Verjüngung der Fahrzeugflotte in der Zukunft sinken die durchschnittlichen Stickstoffoxid-Emissionsfaktoren des HBEFA in kommenden Jahren kontinuierlich ab. Modellierungen der Luftschadstoffbelastung für das Jahr 2030, die Planungen begutachten, die voraussichtlich früher fertiggestellt werden, sind nicht sinnvoll, weil sie die Belastungen von vorneherein unterschätzen würden. In Absprache mit dem Auftraggeber wurde als realistischer Fertigstellungstermin der Planungen das Jahr **2026** festgelegt und in dieser Untersuchung als **Prognosejahr** angenommen. Dies führt zwar zu einer Fehlbewertung der für das Jahr 2030 prognostizierten Verkehrsmengenentwicklung, aber zu einer realistischeren Beurteilung der bedeutenderen, zum Fertigstellungstermin anzunehmenden Flottenzusammensetzung.

Szenario	Referenzjahr	Rahmenbedingungen
Analysesituation (A0)	2017	Gegenwärtige Bebauungssituation Gegenwärtige Verkehrsmengen Emissionsfaktoren 2023
Prognose-Nullfall (P0)	2026	Gegenwärtige Bebauungssituation Verkehrsmengen 2030 ohne Quell- und Zielverkehre Solarhaus Emissionsfaktoren 2026
Prognose-Planfall (P1)	2026	Bebauungssituation unter Berücksichtigung geplanter Umgestaltungen Verkehrsmengen 2030 mit Quell- und Zielverkehren Solarhaus Emissionsfaktoren 2026

Tab. 3.1: Untersuchungsszenarien Lufthygiene

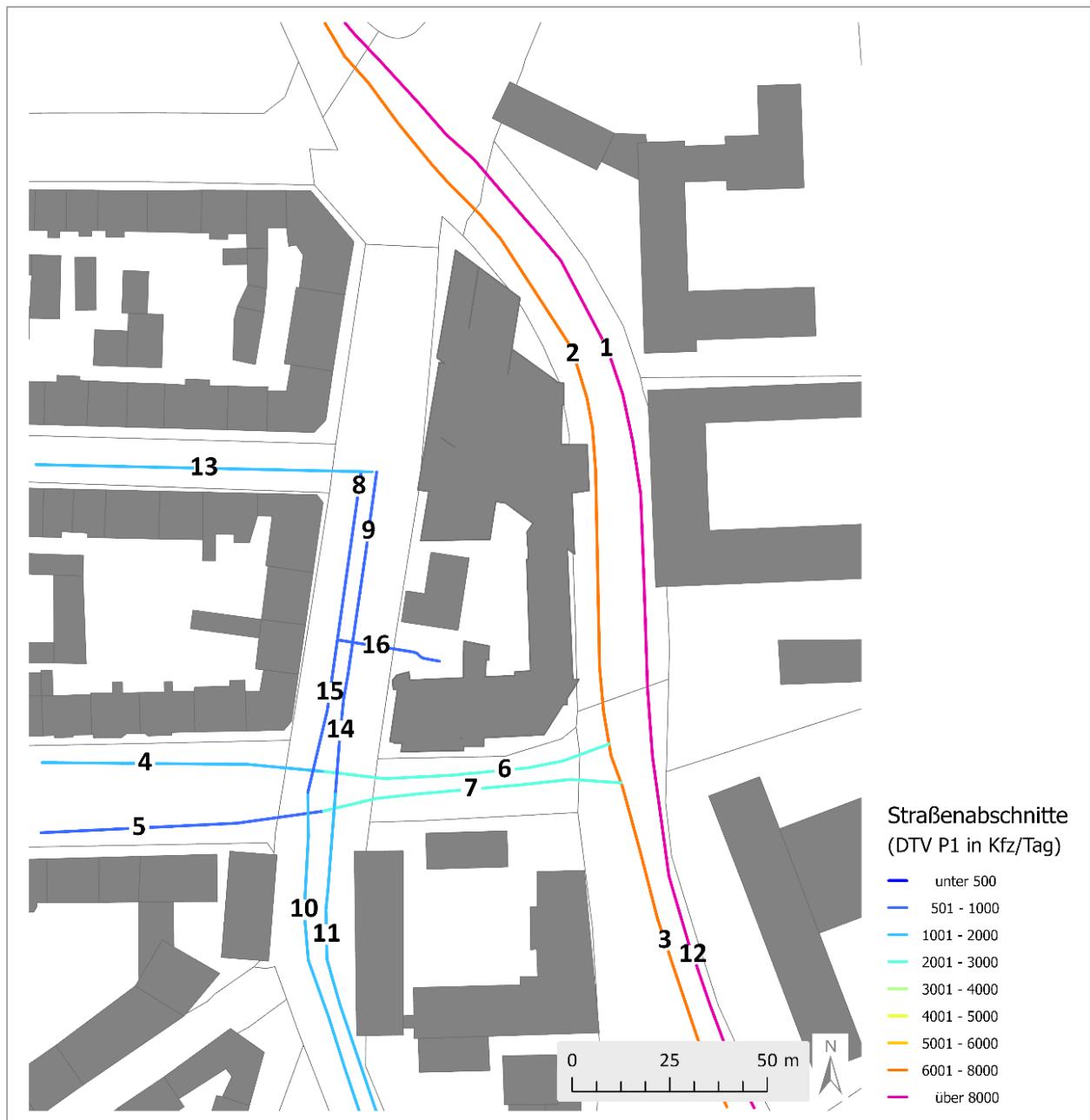


Abb. 3.1: Abschnittsnummern (siehe Tab. 3.4 auf der Folgeseite) der betrachteten Straßen (beispielhaft nach DTV-Werten des P1-Falles klassifiziert)

Daten	Ausprägung	Quelle / Annahmen
Verkehrsmengen	DTV (Pkw, Lkw, Bus)	YVERKEHRSPLANUNG GMBH (2023)
Schwere Nutzfahrzeuge	Lkw >= 3,5 t	YVERKEHRSPLANUNG GMBH (2023)
Leichte Nutzfahrzeuge	Lkw < 3,5 t	Festsetzung: 5% am DTV (pauschal)
Busse	Linien- / Reisebusse	YVERKEHRSPLANUNG GMBH (2023)
Verkehrssituation	Funktionaler Straßentyp	Festsetzung: HVS, Erschließung
Gebietstyp	ländlich/agglo	Festsetzung: agglo
Verkehrszustand	Level of Service 1 – 5	LOS-Modell (IVU 2022)
Geschwindigkeit	Zulässige Höchstgeschwindigkeit	Festsetzung: 50 km/h
Freisetzungshöhe	Vertikale Höhe im Modell	Festsetzung: 0,5 m
Bezugsjahr	Zeitpunkt Flottenmix	Absprache Stadt Jena (2023, 2026)
Flottenzusammensetzung	Definiert im HBEFA	HBEFA Flottenmix REF D HB42 (siehe Anhang)
Steigung	Längsneigung des Straßenabschnitts	Pauschal +/- 2%

Tab. 3.2: Eingangsdaten der Emissionsberechnung

ID	Straße	Analysefall (A0, 2023)				Prognose-Nullfall (P0, 2026)				Prognose-Planfall (P1, 2026)			
		KFZ	SLKW	NO _x	PM10	KFZ	SLKW	NO _x	PM10	KFZ	SLKW	NO _x	PM10
1	Am Anger (B 88)	7997	3,0	3,10	0,40	8402	4,4	2,45	0,44	8338	4,2	2,42	0,43
2	Am Anger (B 88)	6957	2,5	2,62	0,33	6931	3,2	1,93	0,33	6875	3,2	1,92	0,33
3	Am Anger (B 88)	6985	2,5	2,54	0,32	6978	3,2	1,87	0,33	6998	3,2	1,87	0,33
4	Käthe-Kollwitz-Straße	1207	1,1	0,34	0,04	1174	1,4	0,25	0,03	1165	1,4	0,24	0,03
5	Käthe-Kollwitz-Straße	760	0,5	0,21	0,02	701	0,6	0,14	0,02	709	0,6	0,14	0,02
6	Käthe-Kollwitz-Straße	1741	1,9	0,68	0,08	1956	2,2	0,59	0,09	2163	2,4	0,69	0,12
7	Käthe-Kollwitz-Straße	1740	1,9	0,68	0,08	1956	2,2	0,59	0,09	2163	2,4	0,69	0,12
8	Saalbahnhofstraße	779	2,0	0,23	0,02	630	2,4	0,14	0,02	633	2,4	0,14	0,02
9	Saalbahnhofstraße	779	2,0	0,23	0,02	630	2,4	0,14	0,02	633	2,4	0,14	0,02
10	Saalbahnhofstraße	1870	2,3	0,75	0,09	1111	3,0	0,32	0,04	1326	3,2	0,38	0,05
11	Saalbahnhofstraße	1869	2,3	0,75	0,09	1111	3,0	0,32	0,04	1326	3,2	0,38	0,05
12	Am Anger (B 88)	7011	2,9	2,58	0,33	8475	4,1	2,33	0,42	8466	3,9	2,31	0,41
13	Arvid-Harnack-Straße	1558	2,0	0,46	0,05	1260	2,4	0,28	0,04	1266	2,4	0,28	0,04
14	Saalbahnhofstraße	779	2,0	0,23	0,02	630	2,4	0,14	0,02	886	2,3	0,19	0,03
15	Saalbahnhofstraße	779	2,0	0,23	0,02	630	2,4	0,14	0,02	886	2,3	0,19	0,03
16	TG Ausfahrt Saalbahn-hofstr.									532	0,0	0,10	0,02

ID:	Straßenabschnittsnummer (EDV)	SLKW:	Anteil schwere Nutzfahrzeuge
Name:	Name der Straße	NO _x :	Stickstoffoxide in Gramm pro Meter ($g \cdot m^{-1}$)
KFZ:	Anzahl Kraftfahrzeuge pro Tag (DTV Gesamt)	PM10:	Feinstaub PM10 in Gramm pro Meter ($g \cdot m^{-1}$)

Tab. 3.3: Verkehrsmengen und Emissionen für die betrachteten Straßenabschnitte (siehe Abb. 3.1)

Als **rechtliche Bewertungsgrundlage** für die Schadstoffkonzentrationen dienen die in der 39. BImSchV festgelegten Luftqualitätsstandards und deren Rahmenbedingungen. In **Tab. 3.4** sind die aktuell rechtsverbindlichen Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid NO₂ und die Feinstaubkomponenten PM₁₀ und PM_{2,5} in der Außenluft aufgeführt. Als Indikator für die Luftqualität in der Umgebung der Planungen wird im Folgenden die Konzentration des NO₂ verwendet. Auf eine gesonderte Betrachtung der anteilig weniger direkt der Quellgruppe Straßenverkehr zuzuordnenden Feinstaubfraktionen wird im Rahmen dieser Untersuchung verzichtet.

Schadstoffkomponente	Mittelungszeitraum	Immissionsgrenzwert ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)	Zulässige Überschreitungen im Kalenderjahr
Stickstoffdioxid (NO_2)	Stunde	200	18 x
	Kalenderjahr	40	–
Feinstaub (PM10)	Tag	50	35 x
	Kalenderjahr	40	–
Feinstaub (PM2,5)	Kalenderjahr	25	–

Tab. 3.4: Aktuell rechtsverbindliche Immissionsgrenzwerte in $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (= Mikrogramm pro Kubikmeter) für die Luftschadstoffkomponenten NO_2 und Feinstaub in der Außenluft nach 39. BImSchV (2010)

Um die Gesamtimmissionsbelastung im Plangebiet abschätzen zu können, sind Daten zur **Hintergrundkonzentration** der Schadstoffkomponenten nötig. Diese Vorbelastungs-Immissionen treten unabhängig von lokalen Zusatzbelastungen auf und stammen aus Quellen wie Kleinfeuerungsanlagen, Gewerbe und regionalem Verkehr. Zur Bestimmung der NO_2 -Vorbelastung wurde in Anlehnung an die Daten der Probenahmestelle „Jena, Dammstr.“ (TLUBN [Hrsg.] (2022) ein in allen Szenarien konstanter Jahresmittelwert von $15 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ angenommen (vgl. Abb. 3.2)¹. Die Station wird im Thüringer Immissionsmessnetz des Landesamtes als Station im städtischen Hintergrund eingestuft. Es ist allerdings insgesamt davon auszugehen, dass durch die auf Seite 6 genannten Zusammenhänge der Flottenentwicklung und über die im Rahmen der Luftreinhalteplanung vorgesehenen und regional ergänzten Maßnahmen die Gesamthintergrundbelastung in Zukunft tendenziell weiter sinken wird.

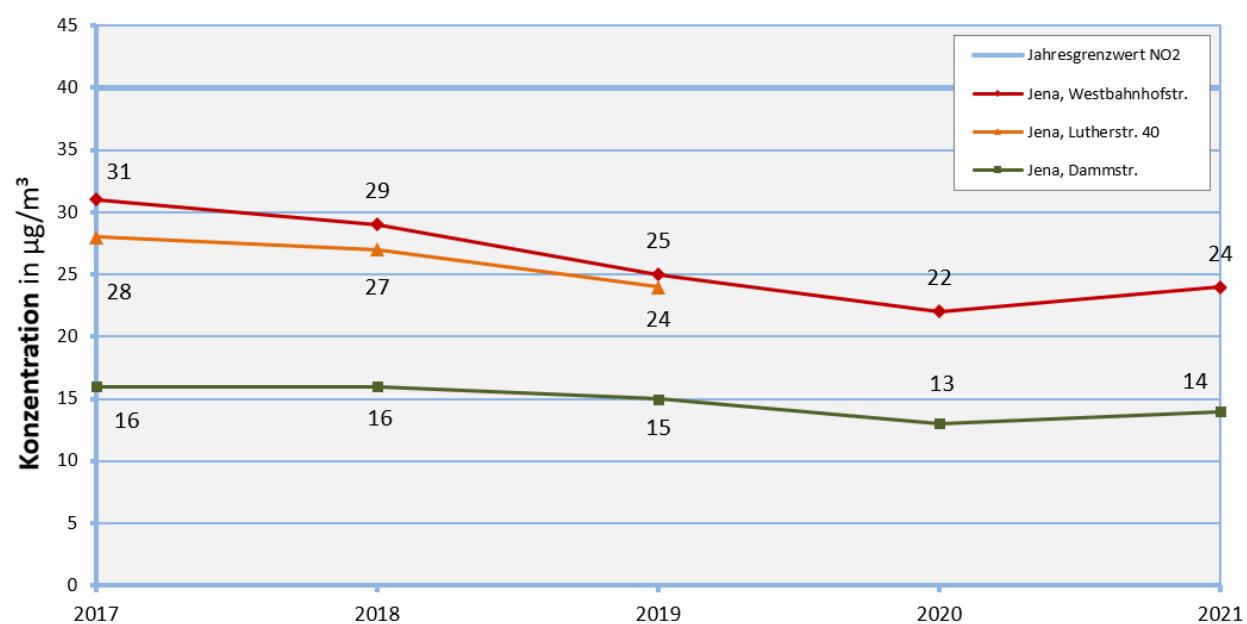


Abb. 3.2: Jahreskenngrößen der NO_2 -Konzentration an den Stationen des Thüringer Immissionsmessnetzes im Vergleich zum Grenzwert. Datenquelle: TLUBN [Hrsg.] (2022)

¹ Für die Station Jena Dammstraße wurde bereits für das Jahr 2022 ein Wert von $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ veröffentlicht. Die Betrachtung des 5-jährigen Mittels von 2018-2022 würde nach wie vor einen Wert von $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ergeben, sodass dieser Wert herangezogen wurde.

Anmerkung zu Kurzzeitbelastungen: Der Grenzwert der mittleren Jahreskonzentration für Stickstoffdioxid ist ein deutlich strengeres Kriterium als die NO₂-Kurzzeitbelastungen im Sinne der 39. BImSchV (2010). In der Praxis ist die Wahrscheinlichkeit, den Kurzzeitgrenzwert an mehr als 18 Stunden im Jahr zu überschreiten, nur dort als hoch anzusehen, wo der Jahresimmissionswert oberhalb von 60 µg·m⁻³ liegt. Umgekehrt verhält es sich bei Betrachtung des Feinstaubes, dessen Kurzzeitgrenzwert deutlich schwieriger einzuhalten ist als das maximal zulässige Jahresmittel.

4. Ergebnisse

Die Untersuchung des Schutgutes Luft beschränkt sich auf die im Verkehrsgutachten ermittelten Straßenabschnitte (Daten von YVERKEHRSPLANUNG GMBH zur Verfügung gestellt). Teilweise wurden die Straßenabschnitte in Abstimmung mit dem Verkehrsplaner etwas fortgeführt. Für weiterführende und übergeordnete Teile des Verkehrswegenetzes liegen keine Daten vor.

Das Untersuchungsgebiet hat eine Ausdehnung von 210 m x 280 m und wurde mit einer Rasterweite von 2 m modelliert. Für das gesamte Gebiet wurden u.a. Ausbreitungsfelder des lufthygienischen Leitparameters NO₂ berechnet. Zur Charakterisierung und kartographischen Umsetzung der Luftsadstoff-Belastungssituation werden die Jahresmittelwerte verwendet.

4.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet beinhaltet die B 88, die hier den Namen „Am Anger“ trägt. Sie verzeichnet – abgesehen von der als Erschließung vorgesehen Gerbergasse – gegenüber dem A0-Fall die höchsten verkehrlichen Zuwächse (über 300 zusätzliche Fahrten). In Bereichen mit baulich eingeschränkten Ausbreitungs- und Verdünnungsbedingungen sind ebenfalls zunehmende Schadstoffkonzentrationswerte zu erwarten. So ist davon auszugehen, dass an den nördlichen Abschnitten der Straße Am Anger (Abschnittsnummern 1 bis 2 in **Abb. 3.1** auf S. 10), wo relativ hohe Verkehrsmengen auf eine baubedingt eingeschränkte Durchlüftungssituation treffen und wo die Errichtung des geplanten Gebäudekomplexes stattfinden wird, ein erhöhtes Immissionsniveau sichtbar wird.

Die Bewertung der Luftsadstoffbelastung im Umfeld der geplanten Umgestaltungsmaßnahmen beruht auf den Ergebnissen des numerischen Simulationsmodells ASMUS (vgl. Kapitel 2). Ausgehend von den Verkehrsmengen und Emissionsfaktoren für die planungsrelevanten Straßen wurden für die verkehrstypische Leitkomponente NO₂ drei Ausbreitungssimulationen durchgeführt. Die Ergebnisdarstellung bezieht sich jeweils auf die bodennahe Schicht der Atmosphäre (= 3 m über Grund), die mit dem Aufenthaltsbereich des Menschen gleichzusetzen und repräsentativ für eine Aufpunktshöhe von 1,5 m über Flur ist (ungefähre Einatemhöhe). Diskutiert werden die mittleren NO₂-Immissionen bezogen auf ein Kalenderjahr.

Um auf die grenzwertrelevanten Konzentrationen im Straßenrandbereich und auf die Situation an den Fassaden der Randbebauung detailliert eingehen zu können, wurden in hierfür relevanten Bereichen einige **Prüfpunkte** ausgewiesen, deren Analysewerte in der **Tab. 4.1** auf Seite 22 zusammengefasst sind.

4.2 Räumliche Ausprägung der Stickstoffdioxidimmission

In der **Abb. 4.1** auf Seite 16 ist die bodennahe mittlere jährliche Luftsadstoffkonzentration für den Parameter NO₂ im **Analysefall 2023** (A0-Fall) dargestellt. Insgesamt zeichnen sich die zentralen Fahrbahnbereiche der Straße Am Anger mit einem erhöhten Schadstoffniveau ab. In Richtung Norden nimmt die Verkehrsbelastung zu und erreicht im Bereich der Prüfpunkte 5, 6 und 11 ihr Maximum, so dass in Verbindung mit einer stärkeren baubedingten Behinderung der Durchlüftung hier noch einmal höhere

mittlere Immissionen auftreten. Die höchsten NO₂-Konzentrationen im Untersuchungsgebiet wurden mit etwa 45 µg·m⁻³ über der Fahrspur der B 88 im Bereich zwischen den Prüfpunkten 6 und 11 berechnet. Die grenzwertrelevanten Gehsteig- und Fassadenbereiche (siehe Einzelanalysepunkte in **Tab. 4.1** auf Seite 22) weisen hier mit Mittelwerten bis zu 30 µg·m⁻³ ebenfalls ein erhöhtes Niveau auf. Mit über 32 µg·m⁻³ am stärksten belastet ist allerdings der fahrbahnnahe Gehsteigabschnitt am Prüfpunkt 11. Die Konzentrationen an den sonstigen Gehwegen verbleiben unterhalb dieses Niveaus und weisen verbreitet Konzentrationen von weniger als 30 µg·m⁻³ auf. Werte über dem gesetzlich zulässigen Immissionswert von 40 µg·m⁻³ wurden für die Straßenrandbereiche im A0-Fall nicht berechnet.

Die mittlere jährliche NO₂-Belastung im **Prognose-Nullfall 2024** (P0-Fall, **Abb. 4.2** auf S. 17) erfährt gegenüber der Analysesituation insgesamt eine signifikante Reduktion. Der relativ geringe verkehrliche Prognosezuwachs für den Zeitraum zwischen den Jahren 2023 und 2030 (gemäß YVERKEHRSPLANUNG 2023) wird durch die erwartete Verjüngung der Fahrzeugflotte bis 2026 bereits überkompensiert. In Fassadennähe der Gebäude an der B 88 werden Minderungsbeträge von bis zu über 3 µg·m⁻³ berechnet, über den zentralen Fahrspurbereichen deutlich mehr als 3 µg·m⁻³ (siehe Differenzenkarte **Abb. 4.4** auf S. 19). Belastungszunahmen treten im P0-Fall gegenüber der Analyse nicht auf. Der über ein Kalenderjahr gemittelte Immissionsgrenzwert wird in den Gehwegbereichen des P0-Falles entsprechend sicherer eingehalten als im A0-Fall.

Im **Prognose-Planfall 2024** (P1-Fall) ist das Entlastungspotenzial insgesamt geringer als im P0-Fall, was zum einen auf die Quell- und Zielverkehre der Planungen zurückzuführen ist, zum anderen aber auch auf die baulich bedingten Veränderungen der Strömungs- und Durchlüftungsbedingungen. Das Immissionsfeld in der **Abb. 4.3** auf S. 18 bildet die geplanten baulichen Veränderungen im Geltungsbereich ab. Insbesondere die Differenzenkarten zwischen P1 und A0 in der **Abb. 4.5** auf S. 20 sowie zwischen P1 und P0 in der **Abb. 4.6** auf S. 21 veranschaulichen die Beeinflussung der Ausbreitungsbedingungen für die neu auftretenden Emissionen. Hierbei werden die durch die unterschiedliche Modifikation von Bestands- und Planbebauung verursachten komplexen Wechselwirkungen zwischen Behinderung der Schadstoffausbreitung einerseits, und deren Abschirmung andererseits sichtbar (siehe auch Kapitel 4.1 auf der Vorseite).

Auffällig in dem Zusammenhang ist die räumliche Verlagerung der Bereiche mit hoher Schadstofffracht hin zur östlichen Fassade am Nordrand des neuen Gebäudes, im Bereich gegenüber des Hotel-Komplexes. Hier spielen die neuen Kubaturen und Höhen der Plangebäude eine Rolle, sodass in dem Bereich von Prüfpunkt 12 deutliche Zunahmen von über 10 µg/m³ im Prognose-Planfall erreicht werden. Möglicherweise sorgen die durch den hohen Gebäudeteil verursachten Lee-Wirbel in dem Bereich für eine ostseitige Verlagerung der Schadstoffschwerpunkte in diesem Bereich. Auf der gegenüberliegenden Straßenseite kommt es dementsprechend zu Entlastungen.

Insgesamt wird der über ein Kalenderjahr gemittelte NO₂-Immissionsgrenzwert in allen untersuchten Gehwegbereichen des P1-Falles sicher eingehalten.

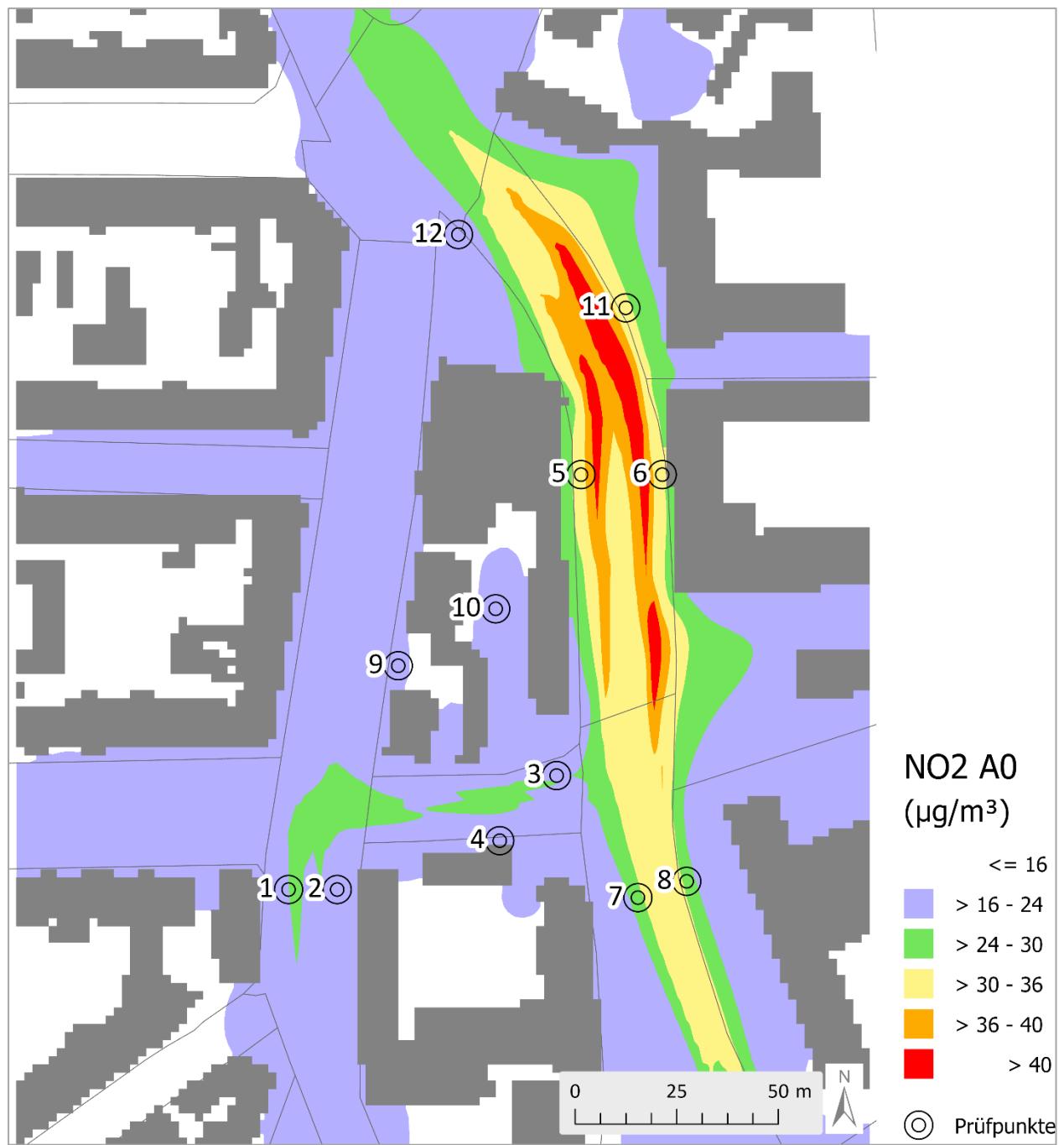


Abb. 4.1: Mittlere bodennahe NO₂-Konzentration (Jahresmittelwert in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) im Analysefall A0 2023

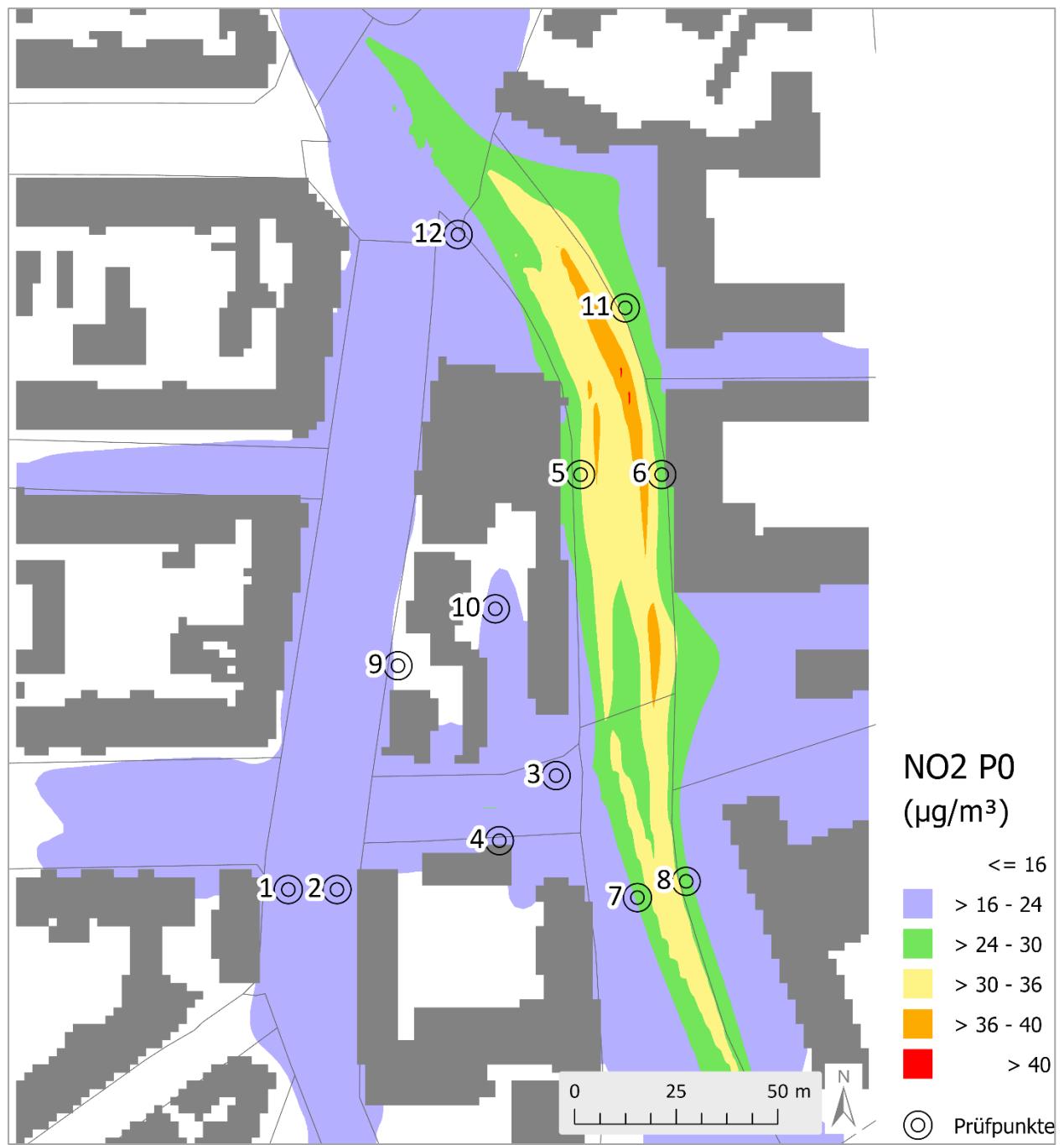


Abb. 4.2: Mittlere bodennahe NO₂-Konzentration (Jahresmittelwert in µg·m⁻³) im Prognose-Nullfall P0 2026

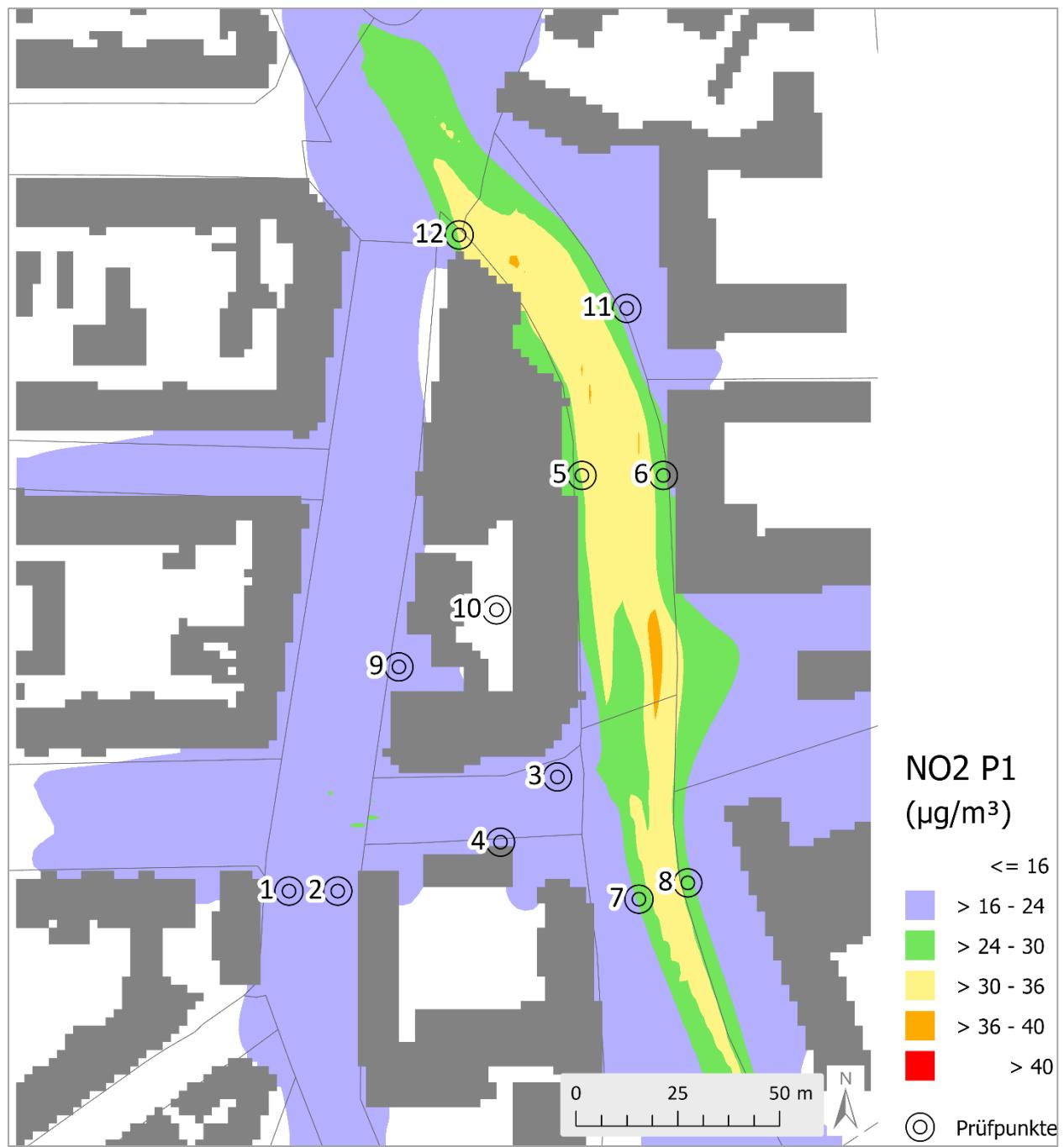


Abb. 4.3: Mittlere bodennahe NO₂-Konzentration (Jahresmittelwert in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) im Prognose-Planfall P1 2026

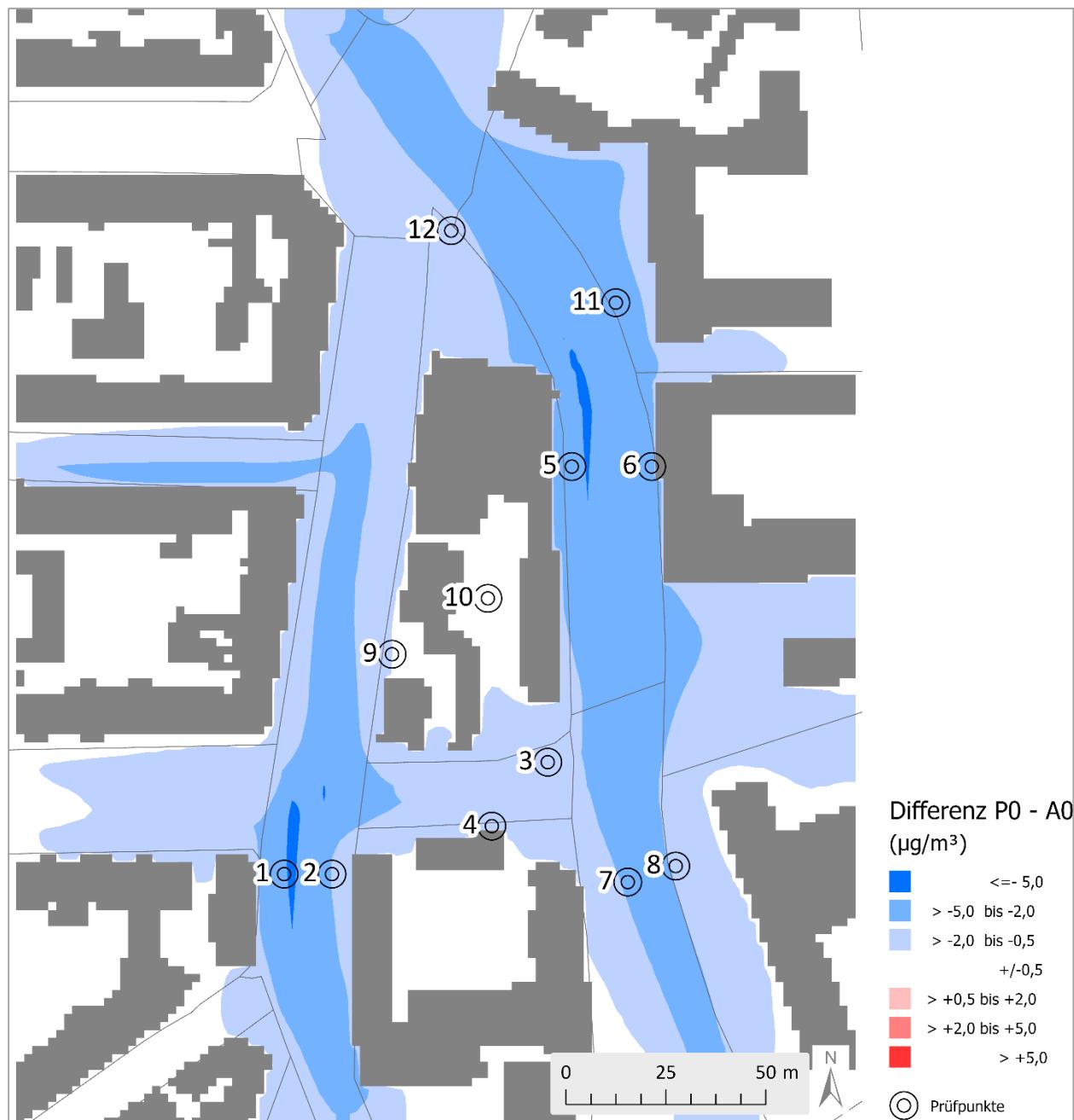


Abb. 4.4: NO₂-Immissionsabweichungen in Absolutwerten (Jahresmittel in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) zwischen P0 und A0
blau = Abnahme im P1-Fall; rot = Zunahme im P1-Fall

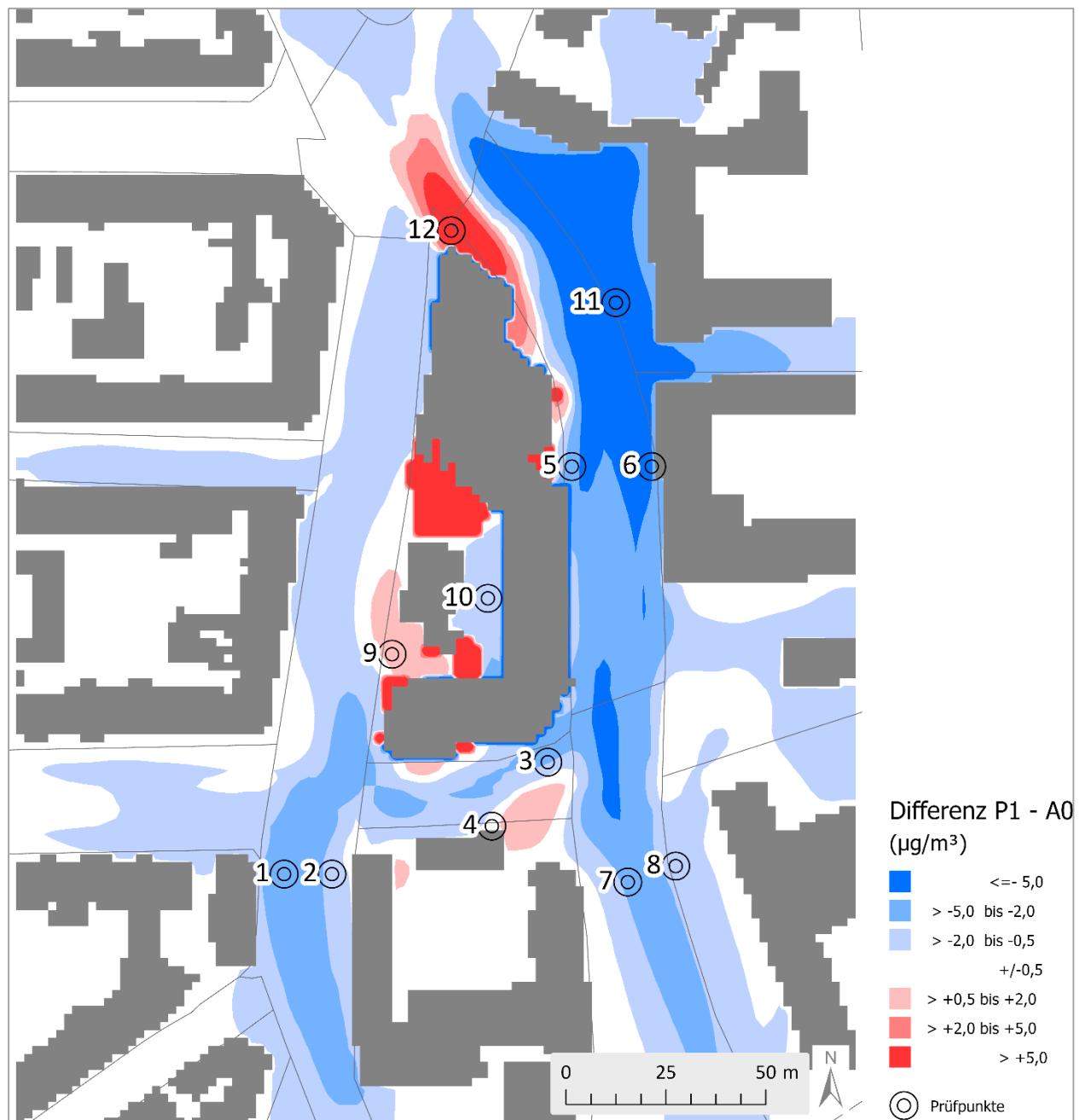


Abb. 4.5: NO₂-Immissionsabweichungen in Absolutwerten (Jahresmittel in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) zwischen P1 und A0
blau = Abnahme im P1-Fall; rot = Zunahme im P1-Fall

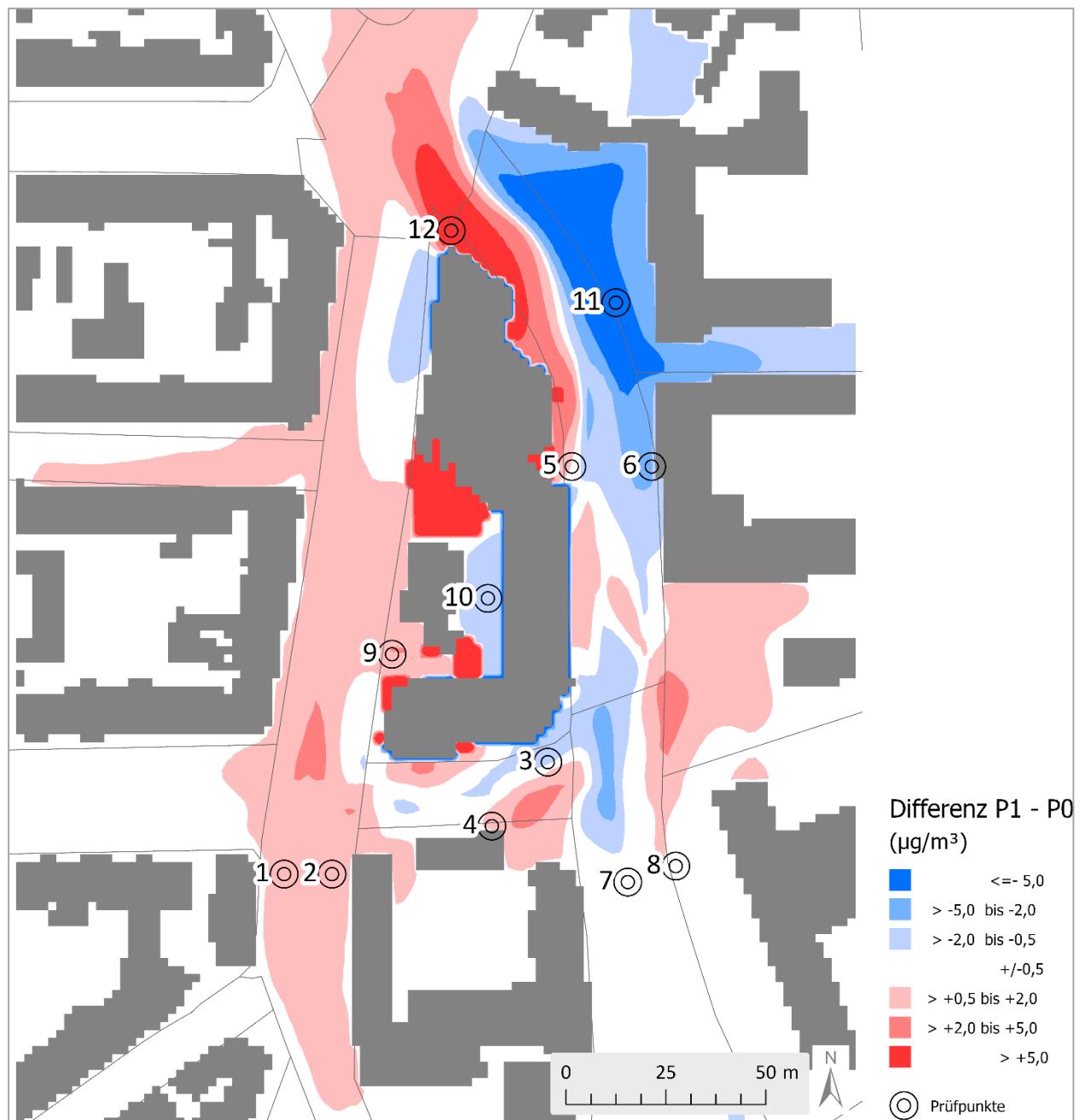


Abb. 4.6: NO_2 -Immissionsabweichungen in Absolutwerten (Jahresmittel in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) zwischen P1 und P0
blau = Abnahme im P1-Fall; rot = Zunahme im P1-Fall

Nr.	X-Koord	Y-Koord	NO ₂ -Konzentration ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)			Differenzen ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		
			A0 2023	P0 2026	P1 2026	P0 – A0	P1 – A0	P1 – P0
1	681998	5645464	23,88	19,32	20,20	-4,56	-3,68	0,88
2	682010	5645464	18,72	16,85	17,74	-1,87	-0,98	0,89
3	682064	5645492	23,35	22,00	21,20	-1,35	-2,15	-0,80
4	682050	5645476	19,60	18,68	19,52	-0,92	-0,08	0,84
5	682070	5645566	33,94	29,96	30,30	-3,98	-3,64	0,34
6	682090	5645566	31,07	28,08	25,85	-2,99	-5,22	-2,23
7	682084	5645462	27,24	24,72	24,66	-2,52	-2,58	-0,06
8	682096	5645466	27,68	26,03	26,30	-1,65	-1,38	0,27
9	682025	5645519	16,58	15,99	17,95	-0,59	1,37	1,96
10	682049	5645533	16,41	16,14	15,11	-0,27	-1,30	-1,03
11	682081	5645607	32,57	29,24	22,28	-3,33	-10,29	-6,96
12	682040	5645625	19,44	18,34	30,61	-1,10	11,17	12,27

Tab. 4.1: Modellierte bodennahe NO₂-Konzentrationswerte (Jahresmittel in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) an den Einzelanalysepunkten (zur Lage der Prüfpunkte siehe Abb. 4.1 bis 4.6)

Die Differenzenspalte ist folgendermaßen zu lesen: Die Werte des P1-Falls wurden um die Werte des A0-Falls verringert. Ergeben sich positive Werte, ist die Konzentration im P1-Fall größer als im A0-Fall (rot); ergeben sich negative Werte, sind die Konzentrationen im P1-Fall niedriger als im A0-Fall (blau). Abweichungen in den Summen beruhen auf Rundung.

- Nr.** Nummer des Prüfpunktes (siehe Karte)
X-Koord X-Koordinate (ETRS89 / UTM Zone 32N) des Prüfpunktes
Y-Koord Y-Koordinate (ETRS89 / UTM Zone 32N) des Prüfpunktes
A0, P0, P1 Analysefall 2023, Prognose-Nullfall 2026, Prognose-Planfall 2026

5. Fazit

Mit der Entwicklung im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes VBB-J 47 „Solarhaus Saalbahnhofstraße“ ergeben sich Umgestaltungen, die – neben einer Zunahme des Verkehrs – zu einer baulich bedingten Modifikation der Ausbreitungsbedingungen für Luftschadstoffe führen. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Luftqualität entlang der benachbarten Straßenräume wurde im Rahmen der Planungen entschieden, die zukünftige Stickstoffdioxid-Belastung modellgestützt beurteilen zu lassen. Stickstoffdioxid gilt gegenwärtig als Leitkomponente der verkehrlich bedingten Luftschadstoffsituation. Im vorliegenden Gutachten sind dementsprechend die lufthygienischen Verhältnisse im Umfeld der Planungen abgeschätzt und auf Grundlage der gesetzlichen Grenzwerte der 39. BlmSchV bewertet worden. Abgesehen von der baulichen Entwicklung steht die zukünftige verkehrliche Gesamtsituation im Fokus der lufthygienischen Beurteilung.

Für die vom Verkehrsgutachter der YVERKEHRSPLANUNG GMBH (2023) modellierten Straßenabschnitte ergibt die Prognose mit dem Detailmodell ASMUS keine Grenzwertüberschreitungen für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid. Die auf diese Weise begutachtete Gesamtentwicklung beinhaltet auch die Quell- und Zielverkehre sowie die bauliche Entwicklung des Vorhabens "Solarhaus Saalbahnhofstraße".

Die Immissionskonzentrationen an den Straßenrandbereichen aller Abschnitte und Szenarien verbleiben deutlich unterhalb von $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Gegenüber dem Analysefall ergeben sich örtlich zwar signifikante Zunahmen, diese generieren aber keine erhöhten Gesamtkonzentrationen über $31 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Sie sind im Wesentlichen auf die bauliche Veränderung der Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen. Insgesamt sind für die im Rahmen des vorhabenbezogenen Bebauungsplanes "Solarhaus Saalbahnhofstraße" vorgesehene Nutzungsänderungen keine erheblichen negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Luft festgestellt worden. Zusätzliche Maßnahmen oder Vorkehrungen zum Immissionsschutz sind daher im Rahmen der gegenwärtig gültigen EU-Gesetzgebung zur Luftqualität nicht erforderlich.

Literatur

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065)
- HKS ARCHITEKTEN (2023): Planunterlagen „Solarhaus Jena“, Stand Juni 2023, hks Architekten GmbH, Erfurt.
- GEO-NET (2022): Klimaökologisches Gutachten zum Bebauungsplan VBB-J 47 „Solarhaus Saalbahnhofstraße“ Jena. Entwurf vom 20.06.2023. GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover
- GROSS, G. (1997): ASMUS – Ein numerisches Modell zur Berechnung der Strömung und der Schadstoffverteilung im Bereich einzelner Gebäude. II: Schadstoffausbreitung und Anwendung. Meteorol. Zeitschrift, N.F. 6, 130-136.
- GROSS (2010): Kurzbeschreibung und Modellbeschreibung des mikroskaligen Modells ASMUS. Version 3.0, Prof. Dr. Günter Groß Hannover, Dezember 2010
- TLUBN, [Hrsg.] (2022): Luftqualität in Thüringen, Jahresberichte des Thüringer Immissionsmessnetzes, 2017 – 2022. Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, Referat 62 – Gebietsbezogener Immissionsschutz, Jena
- LUBW [Hrsg.] (2015): Modellierung verkehrsbedingter Immissionen – Anforderungen an die Eingangsdaten – Grundlage HBEFA 3.1. Leitfaden, aktualisiert auf HBEFA 3.2. Bearbeitet von IVU Umwelt GmbH. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- METSOFT (2022): SynRepAKTerm Jena-Mitte, Synthetisch repräsentative AKTerm für den Zeitraum 2001 – 2010. Kooperationsprojekt der METCON Umweltmeteorologische Beratung und des Ingenieurbüro Rau. metSoft Gbr., Heilbronn
- UBA (2022): HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 4.2.2/Februar 2022. INF-RAS AG, Bern, Schweiz, Hrsg.: UBA (Umweltbundesamt) Berlin
- VDI (2013): Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung. Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14, August 2013, VDI Düsseldorf
- VDI (2019): Methoden zur Beschreibung der Luftqualität für die Stadt- und Regionalplanung. VDI-Richtlinie 3787 Blatt 3, Januar 2019, VDI Düsseldorf
- VDI (2020): Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7, Mai 2020, VDI Düsseldorf
- YVERKEHRSPLANUNG GMBH (2023): Verkehrsuntersuchung – Solarhaus – Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena, Bericht. Entwurf vom 14.06.2023.

Anhang

Flottenmix: Fahrleistungsanteile nach Emissionsstufen (Verkehrszusammensetzung [Ref D HB42], HBEFA 4.2 (UBA 2022). Share(vehkm) = Fahrstreckenanteil der Emissionsstufen (dynamische Fahrzeugflotte).

EmissionConcept Personenkraftwagen	Share (vehkm) 2022	Share (vehkm) 2026
PKW B <ECE	0,03%	0,03%
PKW B ECE-15'04	0,01%	0,00%
PKW B konv. and. Konzepte	0,00%	0,00%
PKW B Ucat	0,01%	0,00%
PKW B Euro-1	0,87%	0,04%
PKW B Euro-2	0,56%	0,35%
PKW B Euro-3	1,48%	0,65%
PKW B Euro-4	12,88%	7,32%
PKW B Euro-5	10,69%	8,04%
PKW B Euro-6ab	11,99%	10,30%
PKW B Euro-6c	0,42%	0,38%
PKW B Euro-6d-temp	6,30%	5,62%
PKW B Euro-6d	5,83%	16,60%
PKW D <1986	0,05%	0,03%
PKW D Euro-1	0,13%	0,01%
PKW D Euro-2	0,26%	0,12%
PKW D Euro-3	1,10%	0,45%
PKW D Euro-3 (DPF)	0,21%	0,09%
PKW D Euro-4	1,07%	0,47%
PKW D Euro-4 (DPF)	3,66%	1,73%
PKW D Euro-5	5,66%	3,17%
PKW-D-Euro-5 EA189 nach Software-Update	4,70%	2,63%
PKW-D-Euro-5 weitere Updates vor Software-Update	0,25%	0,14%
PKW-D-Euro-5 weitere Updates nach Software-Update	1,53%	0,86%
PKW-D-Euro-6ab	10,09%	6,56%
PKW-D-Euro-6ab_SU vor Update	0,27%	0,18%
PKW-D-Euro-6ab_SU nach Update	2,55%	1,66%
PKW-D-Euro-6c	0,85%	0,60%
PKW-D-Euro-6d-temp	6,41%	4,65%
PKW-D-Euro-6d	6,44%	17,38%
PKW CNG/B bifuel Euro-4-(CNG)	0,04%	0,02%
PKW CNG/B bifuel Euro-4-(B)	0,00%	0,00%
PKW CNG/B bifuel Euro-5-(CNG)	0,05%	0,03%
PKW CNG/B bifuel Euro-5-(B)	0,00%	0,00%
PKW CNG/B bifuel Euro-6-(CNG)	0,15%	0,19%
PKW CNG/B bifuel Euro-6-(B)	0,01%	0,01%
PKW LPG/B bifuel Euro-2-(LPG)	0,08%	0,03%
PKW LPG/B bifuel Euro-2-(B)	0,00%	0,00%
PKW LPG/B bifuel Euro-3-(LPG)	0,00%	0,00%
PKW LPG/B bifuel Euro-3-(B)	0,00%	0,00%
PKW LPG/B bifuel Euro-4-(LPG)	0,36%	0,16%
PKW LPG/B bifuel Euro-4-(B)	0,02%	0,01%
PKW LPG/B bifuel Euro-5-(LPG)	0,14%	0,08%
PKW LPG/B bifuel Euro-5-(B)	0,01%	0,00%
PKW LPG/B bifuel Euro-6-(LPG)	0,18%	0,23%
PKW LPG/B bifuel Euro-6-(B)	0,01%	0,01%
PKW BEV	0,98%	3,35%
PKW PHEV Benzin Euro-5-(Electr)	0,00%	0,00%
PKW PHEV Benzin Euro-5-(B)	0,01%	0,00%
PKW PHEV Benzin Euro-6ab-(Electr)	0,11%	0,12%
PKW PHEV Benzin Euro-6ab-(B)	0,19%	0,14%
PKW PHEV Benzin Euro-6d-(Electr)	0,44%	2,34%
PKW PHEV Benzin Euro-6d-(B)	0,74%	2,65%
PKW PHEV Diesel Euro-5-(Electr)	0,00%	0,00%
PKW PHEV Diesel Euro-5-(D)	0,00%	0,00%
PKW PHEV Diesel Euro-6ab-(Electr)	0,01%	0,01%
PKW PHEV Diesel Euro-6ab-(D)	0,02%	0,02%
PKW PHEV Diesel Euro-6d-(Electr)	0,05%	0,25%
PKW PHEV Diesel Euro-6d-(D)	0,08%	0,28%

EmissionConcept Schwere Nutzfahrzeuge	Share (vehkm) 2022	Share (vehkm) 2026
SNF D 80-erJ.	0,33%	0,00%
SNF D Euro-I	0,17%	0,16%
SNF D Euro-II	0,47%	0,47%
SNF D Euro-III	1,39%	0,63%
SNF D Euro-IV EGR	0,29%	0,13%
SNF D Euro-IV SCR	0,87%	0,39%
SNF D Euro-V EGR	2,92%	1,24%
SNF D Euro-V SCR	8,75%	3,73%
SNF D Euro-VI A-C	43,35%	17,08%
SNF D Euro-VI D-E	40,36%	73,32%
SNF CNG Euro-V	0,01%	0,00%
SNF CNG Euro-VI	0,05%	0,09%
SNF LNG Euro-VI	0,67%	1,09%
SNF BEV	0,38%	1,67%

Auftrag: Expertise Lufthygiene – Quellgruppe Verkehr für das Projekt „Solarhaus Saalbahnhofstraße“ in Jena

Standort: Jena-Zentrum
Bundesland: Thüringen
Deutschland

Im Auftrag der: ImmVest Wolf GmbH
Maximilian-Welsch-Str. 6a
99084 Erfurt

Projektnummer: 2_23_019

Berichtsnummer: 2_23_019_Jena_Solarhaus_Lufthygiene_rev00

Version: Rev. 00

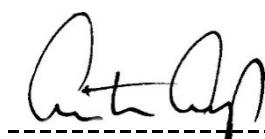
Datum: 14. Juli 2022

Erstellt von:



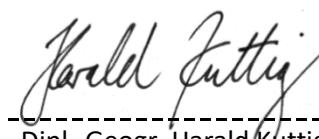
Dr. Jens Dahlhausen (M.Sc. Geoökologie)

**Unter Mitarbeit
von:**



Prof. Dr. Günter Groß

Geprüft von:



Dipl.-Geogr. Harald Kuttig

GEO-NET
Umweltconsulting GmbH

Geschäftsführer:
Dipl.-Geogr. Thorsten Frey
Dipl.-Geogr. Peter Trute

Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
Germany
Tel. +49 (0) 511 388 72 00
Fax +49 (0) 511 388 72 01

info@geo-net.de
www.geo-net.de

Amtsgericht Hannover
HRB 61218

Hannoversche Volksbank eG
kto. 532 248 000
blz 251 900 01

BIC VOHADE2H
IBAN DE81 2519 0001
0532 2480 00
VAT DE 228892587

