

Auftraggeber: Stadt Neuenburg am Rhein
Fachbereich Lebenswerte Stadt
Rathausplatz 5
79395 Neuenburg am Rhein

**Immissionsprognose Luftschadstoffe
Parkhaus Areal Kronenrain
in Neuenburg am Rhein**

Projekt-Nr.: 18-02-20-FR

Umfang: 24 Seiten

Datum: 26. April 2019

Bearbeiter: Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologe
Dr. Christine Ketterer, M. Sc. in Climate Sciences

IMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Eisenbahnstraße 43
79098 Freiburg
Tel.: 0761/ 202 1662
Fax: 0761/ 202 1671
E-Mail: roeckle@ima-umwelt.de

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Vorgehensweise	3
	2.1 Ortsbesichtigung, Vorbesprechung.....	3
	2.2 Untersuchungen zu den lufthygienischen Auswirkungen	3
3	Örtliche Verhältnisse und Planung	3
4	Beurteilungsgrundlagen	7
	4.1 Betrachtete Luftschadstoffe	7
	4.2 Beurteilungswerte für Luftschadstoffe.....	7
5	Ermittlung der Schadstoffemissionen und -immissionen	8
	5.1 Allgemeines.....	8
	5.2 Verkehrsbedingte Emissionen	9
	5.3 Simulationsverfahren.....	11
	5.4 Umwandlung $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$	12
	5.5 Simulationsgebiet	12
	5.6 Geländeeinfluss und Berücksichtigung von Gebäuden	12
	5.7 Quellen.....	13
	5.8 Vorbelastung	14
6	Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung	15
7	Ergebnisse der Immissionsprognose	17
	7.1 Stickstoffdioxid (NO_2) und Stickstoffoxide (NO_x)	17
	7.2 Feinstaub PM_{10}	17
	7.3 Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$	17
8	Bewertung an Aufpunkten	17
9	Zusammenfassung	20
	Literatur	21
	Anhang	22

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Neuenburg beabsichtigt, ein Parkhaus im Areal Kronenrain zu errichten. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist ein Gutachten zu den Luftschadstoffimmissionen im Bebauungsplangebiet und der angrenzenden Nachbarschaft zu erstellen. Hierbei ist insbesondere der zu erwartende Quell- und Zielverkehr, die Änderung der Durchlüftung durch den Baukörper und die geplanten Wohnhäuser sowie die Ablufführung des Parkhauses zu berücksichtigen.

Die Luftschadstoffbelastung wird mittels Modellrechnungen quantifiziert und anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV bewertet.

2 Vorgehensweise

2.1 Ortsbesichtigung, Vorbesprechung

Bei der Vorbesprechung am 28.02.2018 wurde eine Ortsbegehung durchgeführt. Dabei wurden die für die Fragestellung relevanten Umgebungsverhältnisse erfasst.

2.2 Untersuchungen zu den lufthygienischen Auswirkungen

Die lufthygienische Situation wird durch die Vorbelastung, die Kfz-bedingten Immissionen durch das örtliche Straßennetz, den Immissionen durch den zusätzlichen Quell- und Zielverkehr des Parkhauses sowie den Immissionen durch den Verkehr im Parkhaus bestimmt.

Die Vorbelastung wird anhand der Immissionsvorbelastungskarten der LUBW und den Messungen der LUBW in Neuenburg bestimmt.

Die verkehrsbedingten Immissionen werden unter Berücksichtigung der parkhausnahen Gebäude mittels Ausbreitungsrechnungen ermittelt.

3 Örtliche Verhältnisse und Planung

Das Untersuchungsgebiet liegt an westlichen Ortsrand der Stadt Neuenburg am Rhein. Das für die Landesgartenschau 2022 geplante Parkhaus soll östlich der B378 und nördlich der nach Neuenburg führenden Straße Kronenrain errichtet werden. Die Lage des Plangebiets ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

Das Gelände liegt auf einer Höhe von ca. 217 m ü. NHN. Für die Ausbreitung relevant ist die entstehende Geländekante von ca. 8 m durch das geplante Parkhaus und die Auffüllung des nordöstlich gelegenen Bereiches, dem sogenannten Stadtbalkon. Im Osten und Nordosten befindet sich der westliche Ortsrand von Neuenburg, wobei auf der Freifläche zwischen Parkhaus und dem Ortsrand (Stadtbalkon) Wohngebäude geplant sind. Im Nordwesten grenzt das zukünftige Landesgartenschaugelände an das Plangebiet an. Im Süden schließt das Gewerbegebiet Heiligkreuzkopf an.

Im Zuge soll auch der Kreuzungsbereich B378, Am Wuhrlach, Kronenrain als Kreisverkehr mit Bypassstreifen umgestaltet werden.



Abbildung 3-1: Topographische Karte mit Lage des Plangebiets.



Abbildung 3-2: Lage des Untersuchungsgebiets.

Die Einfahrt in das Parkhaus ist von Süden her über den Kronenrain geplant. Die Ausfahrt mündet in den geplanten Kreisverkehr (vgl. Abbildung 3-4).

In Abbildung 3-3 ist die Planung des Parkhauses und des Neubaugebiets dargestellt.

Das Parkhaus wird natürlich belüftet. Dazu ist die Außenfassade porös gestaltet. Auf der Rückseite sind 5 Schächte vorgesehen, die auf dem Stadtbalkon enden. Zwei der Abluftschächte befinden sich über den Spindeln.



Abbildung 3-3: Lüftungsöffnungen des Parkhauses (rot) und geplante Bebauung des Stadtbalkons (gestrichelt).

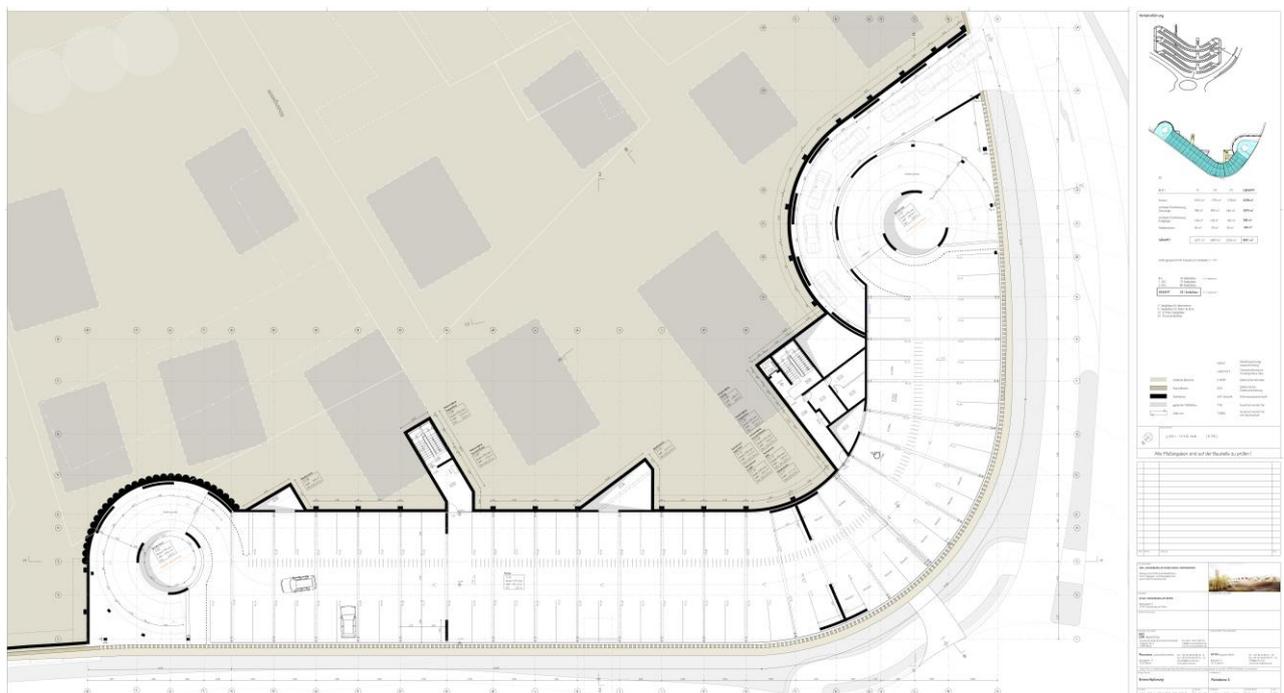


Abbildung 3-4: Schnitt durch das Parkhaus (Plan nicht genordet).

4 Beurteilungsgrundlagen

4.1 Betrachtete Luftschadstoffe

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden folgende Schadstoffe betrachtet:

- NO₂ (Stickstoffdioxid)
- PM₁₀ (inhalierbarer Feinstaub)
- PM_{2,5} (lungengängiger Feinstaub)

NO₂ gilt als typische verkehrsbedingte Luftverunreinigung, bei der sowohl die mittlere Belastung als auch Spitzenwerte als toxisch relevant angesehen werden können.

PM₁₀ ist als Staub definiert, der einen Abscheider passiert, der Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm zu 50 % zurückhält. Es handelt sich somit um Feinstaub. Der aerodynamische Teilchendurchmesser der unmittelbar vom Motor emittierten Partikeln liegt unter 1 µm. Abhängig von der Höhe der Belastung kann die Einwirkung von Feinstaub zu einer Irritation der Bronchialschleimhaut führen. Chronische Staubbelastungen können zu chronischer Bronchitis sowie zu Lungenfunktionsveränderungen führen. Verkehrsbedingter Schwebstaub enthält lufthygienisch relevante Stoffe, z.B. Rußpartikel, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle. Eingeatmeter Staub, im Wesentlichen Schwebstaub, enthält sowohl nicht-lungengängige Anteile (Grobstaub) als auch lungengängige Anteile (Feinstaub).

PM_{2,5} sind – analog zu PM₁₀ – Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm einen Abscheidegrad von 50% aufweist. PM_{2,5} ist somit eine Teilmenge von PM₁₀. Diese Korngrößen sind alveolengängig.

Die Konzentrationen weiterer Luftverunreinigungen aus dem Verkehrsbereich, wie z.B. Benzol, Blei, Kohlenmonoxid (CO) und Schwefeldioxid (SO₂) liegen heute aufgrund der bereits ergriffenen Luftreinhaltemaßnahmen deutlich unterhalb gesundheitsbezogener Grenz- und Richtwerte. Sie werden daher nicht weiter betrachtet. Für Ruß sind keine Immissionswerte festgelegt. Die Beurteilung geschieht über PM₁₀-Staub, der die Rußfraktion beinhaltet.

4.2 Beurteilungswerte für Luftschadstoffe

Zur Beurteilung der Schadstoffkonzentrationen werden die Immissionswerte der 39. BImSchV herangezogen. Die 39. BImSchV dient der Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG in deutsches Recht. Ziel ist es, schädliche Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt zu vermeiden oder zu verringern.

In der 39. BImSchV werden folgende Immissionskenngrößen begrenzt:

- Kalenderjahresmittelwerte
- Überschreitungshäufigkeiten von vorgegebenen Konzentrationsschwellen für Stundenmittelwerte
- Überschreitungshäufigkeiten von vorgegebenen Konzentrationsschwellen für Tagesmittelwerte

Tabelle 4-1 enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Immissionsbeurteilungswerte mit entsprechender Definition und Literaturangabe.

Tabelle 4-1: Zusammenstellung der wichtigsten Immissionsbeurteilungswerte

Schadstoff	Literaturquelle	Konzentrationswert	Statistische Definition	Bedeutung / Verbindlichkeit / Zweck
NO ₂	39. BImSchV	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
	39. BImSchV	200 µg/m ³	Schwelle, die von maximal 18 Stundenmittelwerten pro Jahr überschritten werden darf	Grenzwert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
PM ₁₀	39. BImSchV	40 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
	39. BImSchV	50 µg/m ³	Mittelwert über 24 Stunden, der nicht öfter als 35-mal im Jahr überschritten werden darf	Grenzwert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren
PM _{2,5}	39. BImSchV	25 µg/m ³	Jahresmittelwert	Grenzwert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren

5 Ermittlung der Schadstoffemissionen und -immissionen

5.1 Allgemeines

Zur Bewertung der Luftbelastung ist die Gesamtbelastung zu ermitteln. Die Vorbelastung kann anhand von flächendeckenden Daten der LUBW und den Messwerten der LUBW-Messstelle Neuenburg ermittelt werden (vgl. Kapitel 5.8). Um die lokalen Luftbelastungsverhältnisse zu ermitteln, werden die Immissionen des Kfz-Verkehrs überlagert.

In bebauten Bereichen werden die Strömungs- und Ausbreitungsverhältnisse in komplexer Weise von den Hindernissen beeinflusst. So können sich z.B. an den windabgewandten Hindernisseiten Rezirkulationsgebiete mit Strömungen ausbilden, die gegen die allgemeine Windrichtung gerichtet sind. Die Windgeschwindigkeit wird in Nachlaufgebieten von Hindernissen zum Teil deutlich reduziert.

Die beschriebenen Phänomene treten je nach Anströmrichtung in unterschiedlichen Bereichen mit unterschiedlichen Intensitäten auf. Zur Berechnung der Luftschadstoffausbreitung im Nahbereich von Gebäuden müssen diese Verhältnisse berücksichtigt werden, da sie die Ausbreitung der Schadstoffe wesentlich beeinflussen.

Um die 3-dimensionalen Strömungsverhältnisse nachzubilden, wird das mikroskalige diagnostische Strömungsmodell von LASAT (siehe Kapitel 5.3) verwendet. Es berechnet unter expliziter Berücksichtigung der Gebäudeformen die mittleren Strömungs- und Turbulenzverhältnisse. Aus den berechneten Strömungsverhältnissen wird für 36 Windrichtungen und 6 Stabilitätsklassen eine Windfeldbibliothek erstellt.

Für die Ausbreitungsrechnung wird das Partikelmodell des LASAT-Programms eingesetzt. Dies entspricht den Vorgaben der TA Luft und ist mit AUSTAL2000 kongruent.

Eingangsgrößen für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnung sind:

- die Gebäude des Plangebiets und der näheren Umgebung
- die verkehrsbedingten Emissionen (siehe Kapitel 5.2)
- die Schadstoff-Vorbelastung (siehe Kapitel 5.8)
- die meteorologischen Verhältnisse (siehe Kapitel 6)

5.2 Verkehrsbedingte Emissionen

Die Emissionsmodellierung erfolgt auf der Basis des im April 2017 erschienenen Handbuchs für Emissionsfaktoren des Kfz-Verkehrs (HBEFA Version 3.3). Die Datenbank beinhaltet spezifische Emissionsfaktoren für unterschiedliche Fahrzeugkategorien (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (LNf), schwere Nutzfahrzeuge (SNf), Busse und Krafträder) und unterschiedliche Bezugsjahre (1990 bis 2030). Die Emissionen wurden unter nachfolgend beschriebenen Ansätzen ermittelt. Eine Zusammenstellung der Eingangsdaten findet sich im Anhang.

Verkehrsaufkommen

Das Plangebiet ist lufthygienisch geprägt durch die Kfz-Verkehre der A5 und der B378 sowie die Anschlussituation an das lokale Verkehrsnetz. Durch das geplante Parkhaus nimmt der Verkehr vor allem während der Landesgartenschau zu.

Die folgenden Verkehrsbelastungsdaten sind der Verkehrstechnischen Überprüfung der Anbindung Parkhaus Kronenrain von der Fichtner Water & Transprotation GmbH im Auftrag der Stadt Neuenburg am Rhein entnommen (Stand 19.04.2018).

Das geplante Parkhaus hat eine Stellplatzanzahl von 226 Fahrzeugen, wodurch sich durch einen 5-fachen Stellplatzwechsel pro Tag 1.130 Zu- und Ausfahrten pro Tag ergeben. Dieser zusätzliche Verkehr verteilt sich zu 75% und 10% auf die B378 West und Ost. Weitere 5% auf die Straße „Am Wuhrloch“ und die restlichen 10 % auf den Knoten Schlüsselstrasse. Das Verkehrsaufkommen der B378 wird für den Prognosehorizont 2025 mit 27.138 Kfz/24h westlich des Wuhrlochknotens und 10.340 Kfz/24h östlich des Wuhrlochknotens angegeben. Der Anteil an schweren Nutzfahrzeugen (>3,5 t) beträgt westlich des Wuhrlochknotens 10,3% und östlich 10,8%.

Auf der Straße „Am Wuhrloch“ wird mit einem Verkehrsaufkommen von 8.648 Kfz/24h und einem Anteil an schweren Nutzfahrzeugen von 20,9% gerechnet.

Am Kronenrain wird ein Verkehrsaufkommen von 14.751 Kfz/24h und einem Anteil an schweren Nutzfahrzeugen von 0,9% erwartet.

Da die angegebenen Verkehrsaufkommen den Prognosehorizont 2025 (Prognose-Planfall) haben und für die Emissionsberechnungen das Bezugsjahr 2022 angesetzt wurde, liegen die Emissionsberechnungen auf der sicheren Seite.

Prognosejahr

Im Handbuch HBEFA V3.3 sind Emissionsfaktoren für unterschiedliche Prognosejahre zwischen 1990 und 2030 hinterlegt.

Bei den Luftschadstoffen wird davon ausgegangen, dass durch sukzessiven Ersatz der Altfahrzeuge die spezifischen Fahrzeugemissionen auch zukünftig zurückgehen. Dieser Rückgang liegt

über den zu erwartenden Verkehrszunahmen, so dass für die lufthygienische Seite ein naher Prognosehorizont (in der Regel Fertigstellung der Baumaßnahme) anzusetzen ist.

Die Emissionsberechnungen werden deshalb für das Bezugsjahr 2022 durchgeführt. Zum Ansatz kamen die prognostizierten Verkehrszahlen für 2025.

Dadurch wird auch den Unsicherheiten, dass insbesondere Dieselfahrzeuge auf der Straße höhere Stickoxidemissionen aufweisen als auf dem Prüfstand, Rechnung getragen.

Fahrzeugflotte

In die Emissionen geht die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte und deren Fahrleistung ein. Die Zusammensetzung der real im Untersuchungsgebiet fahrenden Diesel- und Benzin-betriebenen Fahrzeuge, aufgeschlüsselt nach Euro-Normen und Fahrleistungen liegt nicht vor. Deshalb wurde die Verteilung gemäß bundesdeutschem Schnitt angesetzt.

Straßentypus

Der Straßentypus im Parkhaus wurde als städtische Erschließungsstraßen mit einem Tempolimit von 30 km/h angesetzt. Alle anderen Straßentypen wurden als Hauptverkehrsstraße Agglomeration mit einem Tempolimit von 50 km/h angesetzt.

Verkehrsqualität

Im Handbuch (HBEFA 3.3) sind vier Verkehrsqualitäten hinterlegt. Diese können wie folgt charakterisiert werden:

a) freier, flüssiger Verkehr

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. Verkehrsqualitätsstufe A+B.

b) dichter Verkehr

Flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen, vergleichsweise konstante Geschwindigkeit, Geschwindigkeitsbandbreiten: 70-90 km/h auf Autobahnen, 30-45 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe C+D.

c) gesättigter Verkehr

Unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich, Geschwindigkeitsbandbreiten: 30-70 km/h auf Autobahnen, 15-30 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h. Verkehrsqualitätsstufe E.

d) Stop+Go

Stop+Go, starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein niedriger Geschwindigkeit. Geschwindigkeitsbandbreiten: 5-30 km/h auf Autobahnen, 5-15 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.

Die Verkehrsqualität ändert sich im Lauf eines Tages abhängig vom stündlichen Verkehrsaufkommen und der Grenzkapazität (in Pkw-Einheiten nach HBS 2001) einer Straße. Angesetzt wurden Tagesgänge des Verkehrsaufkommens gemäß HBS (2001, Fassung 2009).

Kaltstartanteil

Kalte Motoren emittieren erheblich mehr Luftschadstoffe als betriebswarme Motoren. Die Kaltstartanteile wurden nach VDI 3782 Blatt 7 entsprechend der Fahrmodi angesetzt. Dieser liegt im Parkhaus bei 44,1% und auf den anderen Straßen bei 25,8% (siehe auch Tabelle A-1 Spalte KSA).

Klimaanlagen

In den spezifischen Emissionen ist der steigende Anteil von Klimaanlagen berücksichtigt, der insbesondere eine Erhöhung der NO_x-Emissionen bewirkt.

Aufwirbelung und Abrieb bei den Stäuben

Die PM₁₀-Emissionen bestehen nur zum Teil aus den Motoremissionen. Ein vergleichbarer Teil der Feinstaubemissionen entsteht durch Aufwirbelung und Abriebe (Reifenabrieb, Straßenabrieb, Bremsabrieb). An diesen Emissionen sind alle Fahrzeuge – nicht nur dieselgetriebene – beteiligt. Aufwirbelung und Abrieb hängen vom Fahrmodus ab. Je größer die Störungen im Verkehrsablauf, also je häufiger Brems- und Beschleunigungsvorgänge auftreten, desto größer sind die spezifischen Emissionen.

Die spezifischen Emissionen für die Aufwirbelung und den Abrieb werden entsprechend Untersuchungen von Schneider et al. (Juni 2011) für PM₁₀ angesetzt.

Für PM_{2,5} erfolgt die Berechnung der Aufwirbelung und des Abriebs nach EMEP (2016).

5.3 Simulationsverfahren

Die Immissionssituation im Plangebiet wird hauptsächlich durch die Vorbelastung und den lokalen Kfz-Verkehr bestimmt.

Die Ausbreitungsrechnungen werden mit dem Modell LASAT (Janicke, 2000; Janicke u. Janicke, 2000), Version 3.4.5 vom 17.05.2017 durchgeführt. LASAT ist ein Lagrange'sches Partikelmodell, das für die Ausbreitung von Luftschadstoffen in der Atmosphäre entwickelt wurde. Das in der deutschen TA Luft dargestellte Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 beruht auf LASAT.

In einem Partikelmodell wird eine Vielzahl von masselosen Partikeln (mehrere 100.000 Partikel) nach der Freisetzung in der Atmosphäre verfolgt. Die Konzentration wird durch Auszählen der Aufenthaltsdauer der einzelnen Partikel in einem Auszählgitter bestimmt. Abhängig von der Anzahl der gestarteten Partikel ergeben sich statistisch bedingte Fluktuationen, die sich durch leicht variierende Konzentrationen ausdrücken.

Die atmosphärische Grenzschicht sowie der Gebäudeeinfluss werden in LASAT mithilfe eines integrierten diagnostischen Strömungsmodells berücksichtigt.

Ausführliche Informationen zum Modell LASAT können der VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 sowie der Modellbeschreibung von Janicke (siehe Literaturverzeichnis) entnommen werden. Das Modell enthält ein Grenzschichtmodell zur Berechnung der Windgeschwindigkeiten und Turbulenzgrößen. Ein Auszug aus der Modellbeschreibung von Janicke befindet sich im Anhang.

Das Ausbreitungsmodell wird mit einer Partikelrate von 8 Partikel pro Sekunde (entsprechend der Qualitätsstufe +3 der TA Luft, Anhang 3) betrieben.

5.4 Umwandlung $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$

Die Stickstoffoxide (NO_x = Summe aus NO + NO_2) werden zu über 70% in Form von NO emittiert. Der Großteil an NO_2 entsteht erst während der Ausbreitung. Im Nahbereich von Straßen wird die $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$ -Umwandlung hauptsächlich vom Ozon-Angebot bestimmt. An sonnenscheinreichen Tagen steht Ozon, das sich unter anderem aus den Kfz-bedingten Schadstoffen NO_x und Kohlenwasserstoffen bildet, als Reaktionspartner für das NO zur Verfügung und führt zu einer erhöhten Umwandlung von NO in NO_2 . Dies hat zum einen zur Folge, dass die NO_2 -Konzentrationen an Straßen im Sommer ein höheres Niveau als im Winter haben können und zum anderen, dass die Ozon-Konzentrationen in Straßennähe niedriger sind als in größerer Entfernung.

Die modellmäßige Erfassung der $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$ -Umwandlung ist für Einzelfallbetrachtungen mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, da die Eingangsparameter, wie Vorbelastung der Kohlenwasserstoffe, Ozon usw., in der Regel nicht vorliegen.

Für die Kenngröße „Jahresmittelwert“ wurde durch Auswertung langjähriger Messreihen jedoch eine statistisch gesicherte Beziehung zwischen NO_x und NO_2 gefunden. Es zeigt sich, dass hohe NO_x -Konzentrationen meist mit kleinen NO_2/NO_x -Verhältnissen verbunden sind. Dieser Ansatz (Romberg et al., 1996) stellt die Grundlage für die hier berechneten NO_2 -Verhältnisse dar.

5.5 Simulationsgebiet

Die Ausbreitungsrechnung wird für ein Rechengebiet von ca. 2,2 km x 2,3 km durchgeführt.

Um die statistische Unsicherheit des Berechnungsverfahrens in größerer Entfernung zur Quelle zu reduzieren, wird das so genannte Nesting-Verfahren angewendet. Dazu wird das Beurteilungsgebiet in mehrere ineinander verschachtelte Rechengebiete aufgeteilt. Die Dimensionierung der Rechengitter ist in Tabelle 5-1 dargestellt.

Ein Maß für die Bodenrauigkeit im Beurteilungsgebiet ist die mittlere Rauigkeitslänge. Da in den Berechnungen nur zum Teil Gebäude als Hindernisse explizit vorgegeben werden, und zusätzlich noch teils dichter Baumbestand vorhanden ist, wurde eine Rauigkeitslänge von 1 m verwendet.

Tabelle 5-1: Dimensionierung der Modellgitter.

Gitter	Maschenweite	Gebietsgröße	Gitterpunkte
1	2 m	240 m x 276 m	120 x 138
2	4 m	360 m x 376 m	90 x 94
3	8 m	448 m x 464 m	56 x 58
4	16 m	800 m x 832 m	50 x 52
5	32 m	1536 m x 1536 m	48 x 48
6	64 m	2176 m x 2304 m	34 x 36

5.6 Geländeeinfluss und Berücksichtigung von Gebäuden

Die Geländekante und der Stadtbalkon, welche durch den Bau des Parkhauses entstehen, wurden explizit berücksichtigt.

Die Gebäude östlich des geplanten Parkhauses gehen als Hindernisse ein. Die Hindernisse sind in Abbildung 5-1 dargestellt.

Steigungen der Straßen und der Fahrbahnen im Parkhaus (Spindel) wurden über die Längsneigung bei der Emissionsberechnung berücksichtigt.

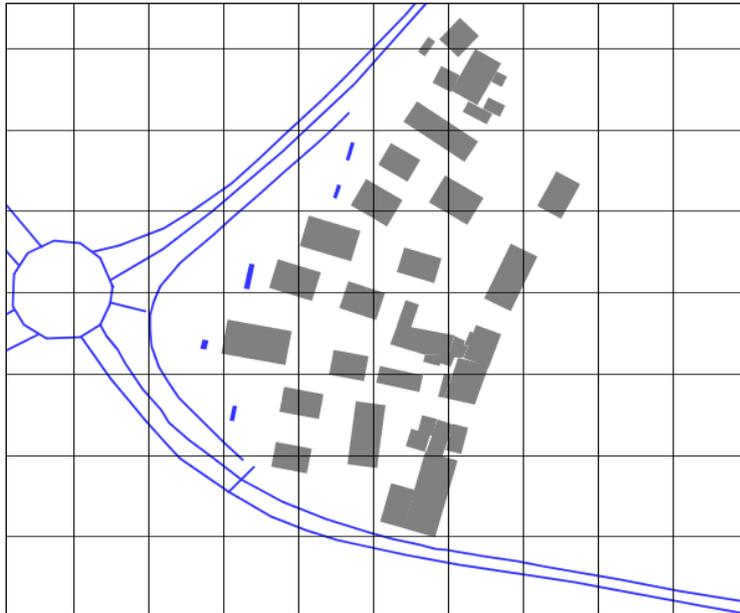


Abbildung 5-1: Berücksichtigte Hindernisse (grau) und Lage der Quellen (blau) im Untersuchungsgebiet.

5.7 Quellen

Die Lage der Quellen kann Abbildung 5-1 entnommen werden. Als Quellen werden die Fahrbahnbereiche als Fahrbahnmitellinie (blaue Linien in Abbildung 5-1) mit einer definierten Breite angesetzt. Alle Quellen gehen als Volumenquelle mit einer vertikalen Ausdehnung von 0 bis 3 m in die Ausbreitungsrechnung ein. Dadurch wird ansatzweise die fahrzeuginduzierte Turbulenz berücksichtigt.

Die Emissionen gelangen durch kleine runde Öffnungen im Westen und Süden des Parkhauses, welche eine Fläche von 260 m² einnehmen, und durch fünf Schächte im Osten mit Fläche von jeweils ca. 5 m x 6 m ins Freie. Die Emissionen, welche durch Befahrung der zwei Spindel entstehen, werden jeweils an dem nördlichsten, bzw. südlichsten der fünf Lüftungsschächten freigesetzt. Die Gesamtemissionen des Parkhauses, welche durch Befahrung der Etagen entstehen, werden zu 50 % aus den westlichen Öffnungen und zu 50 % aus den drei mittleren östlichen Abluftschächten freigesetzt. Die Halbierung stellt somit für die Lüftungsöffnungen auf dem Stadtbalkon eine konservative Annahme dar, da die Öffnungen nach Westen etwa 2/3 und die Lüftungsschächte nur 1/3 des Öffnungsanteils des Parkhauses einnehmen.

Als durchschnittliche Fahrweglänge im Parkhaus werden 240 m auf den Etagen und 150 m in den Spindeln angesetzt.

5.8 Vorbelastung

Im Oktober 2014 wurden von der LUBW Immissionsvorbelastungen für NO₂, PM₁₀ und Ozon veröffentlicht („Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010“).

Im Projekt wurden mit dem dreidimensionalen chemischen Transportmodell REM/CALGRID unter Verwendung des landesweiten Emissionskatasters die Immissionsbelastungen in einer räumlichen Auflösung von 500 m x 500 m berechnet. Diese Ergebnisse erlauben eine räumliche Differenzierung der Immissionsvorbelastung im Untersuchungsgebiet. Eine punktfine Auswertung der Flächenmittel, z.B. im Nahbereich der Straßen, ist nicht möglich.

In Abbildung A- 1 sind oben die für das Jahr 2010 berechneten NO₂-Immissionen und unten die berechneten PM₁₀-Immissionen im Untersuchungsgebiet dargestellt.

Die höchsten NO₂-Belastungen treten im Gewerbegebiet Heiligkreuzkopf und sekundär entlang der A5 auf. Die PM₁₀-Belastung zeigt ein Maximum entlang und westlich der A5. Gegen Osten hin gehen aufgrund der fehlenden Schadstoffquellen die Immissionsbelastungen zurück.

Die interaktive Abfrage auf dem Daten- und Kartenserver der LUBW ergibt für das Plangebiet bei NO₂ einen Jahresmittelwert von 22 µg/m³, im Jahr 2020 von 15 µg/m³. Bei PM₁₀ wird für 2010 ein Jahresmittelwert von 20 µg/m³, im Jahr 202 ein Mittelwert von 16 µg/m³ ausgewiesen. Für den alveolengängigen Feinstaubanteil PM_{2,5} liegen keine Immissionsvorbelastungsrechnungen vor. Er kann konservativ mit 80% der PM₁₀-Konzentration abgeschätzt werden. Die Werte sind in siehe Tabelle 5-3 dargestellt.

Tabelle 5-2: Kenngrößen der PM₁₀ und NO₂-Belastung und Mittelwert über die letzten 3 Jahre an der LUBW-Station Neuenburg in µg/m³

Kenngröße	2016	2017	2018	Mittelwert	Immissionswert
PM ₁₀ -Jahresmittelwert	15	16	16	15,7	40
NO ₂	20	19	20	19,6	40

Tabelle 5-3: Rechnerisch ermittelte Immissionsvorbelastung für 2010 und 2020 im Untersuchungsgebiet im Vergleich zum Mittelwert der Messungen 2015-2017 in Neuenburg am Rhein.

Stoff	Immissionsvorbelastung 2010	Mittelwert der Messung	Ansatz für 2022
NO ₂	22,0	19,6	20
PM ₁₀	20,0	16,3	16
PM _{2,5}	16,0	13,0	13

Des Weiteren befindet sich eine LUBW-Messstelle in Neuenburg Freiburger Straße (Rechtswert 3392834, Hochwert 5298861). Diese ist repräsentativ für die städtische Hintergrundbelastung. An der Messstelle wird NO₂ und PM₁₀, aber kein PM_{2,5} gemessen. Dieser Wert wird ebenfalls mit 80%

des PM₁₀-Messwerts abgeschätzt. Zur Abschätzung der PM₁₀-Vorbelastung wird in Anlehnung an Nr. 4.2.6.1 der TA Luft Mittelwert der vergangenen drei Jahre verwendet (siehe Tabelle 5-2).

Die fett gedruckten Werte werden als Vorbelastung für den Prognosehorizont 2022 angesetzt. Bei den Feinstäuben entspricht der Ansatz den für 2020 ausgewiesenen Werten. Bei den Stickoxiden wird aufgrund des geringeren beobachteten Rückgangs ein höherer Wert angesetzt. Tendenziell ist bis 2022 mit einem weiteren Rückgang der Emissionen zu rechnen. Der Ansatz stellt eine konservative Schätzung dar.

6 Meteorologische Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung

Die Ausbreitung der Stäube wird wesentlich von den meteorologischen Parametern Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenzzustand der Atmosphäre bestimmt.

Tabelle 6-1: Eigenschaften der Ausbreitungsklassen

Ausbreitungsklasse	Atmosphärischer Zustand, Turbulenz
I	sehr stabile atmosphärische Schichtung, ausgeprägte Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
II	stabile atmosphärische Schichtung, Inversion, geringes Verdünnungsvermögen der Atmosphäre
III₁	stabile bis neutrale atmosphärische Schichtung, zumeist windiges Wetter
III₂	leicht labile atmosphärische Schichtung
IV	mäßig labile atmosphärische Schichtung
V	sehr labile atmosphärische Schichtung, starke vertikale Durchmischung der Atmosphäre

Der Turbulenzzustand der Atmosphäre wird durch Ausbreitungsklassen beschrieben. Die Ausbreitungsklassen sind somit ein Maß für das „Verdünnungsvermögen“ der Atmosphäre. Die Eigenschaften der Ausbreitungsklassen sind in Tabelle 6-1 beschrieben.

Für die Ausbreitungsrechnung sind die meteorologischen Randbedingungen in Form einer Zeitreihe (AKTerm) oder einer Häufigkeitsverteilung (AKS) der Windrichtungen, Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen erforderlich, die einen ganzjährigen Zeitraum repräsentieren.

Bei Verwendung einer Zeitreihe ist es möglich, die tageszeitliche Verteilung der Emissionen und die daran gekoppelten meteorologischen Ausbreitungssituationen zu berücksichtigen.

Die nächstgelegene meteorologische Station, an der die erforderlichen meteorologischen Daten vorliegen, wird von der meteomedia GmbH bei Heitersheim (47°52' N, 7°38' O) betrieben. Die Station liegt ca. 9 km nördlich der Anlage. Da das Rheintal großräumig von Südsüdwest nach Nordnordost verläuft, sind die Windverhältnisse in Auggen und Heitersheim vergleichbar.

Vom meteorologischen Fachbüro argusoft GmbH & Co. KG wird das Jahr 2011 als repräsentativ für mehrjährige Verhältnisse ausgewiesen.

Abbildung 6-1 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und -geschwindigkeiten von der Messstelle Heitersheim für das Jahr 2011. Die Länge der Balken gibt an, wie häufig der Wind aus jeder Richtung weht. Die Verteilung zeichnet sich durch ein ausgeprägtes Maximum bei süd-südwestlichen Windrichtungen, gefolgt von einem zweiten Maximum bei nord-nordöstlichen Windrichtungen, aus. Diese Verteilung ist auf die kanalisierte Wirkung des Rheintals zurückzuführen. Das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit beträgt ca. 2,6 m/s.

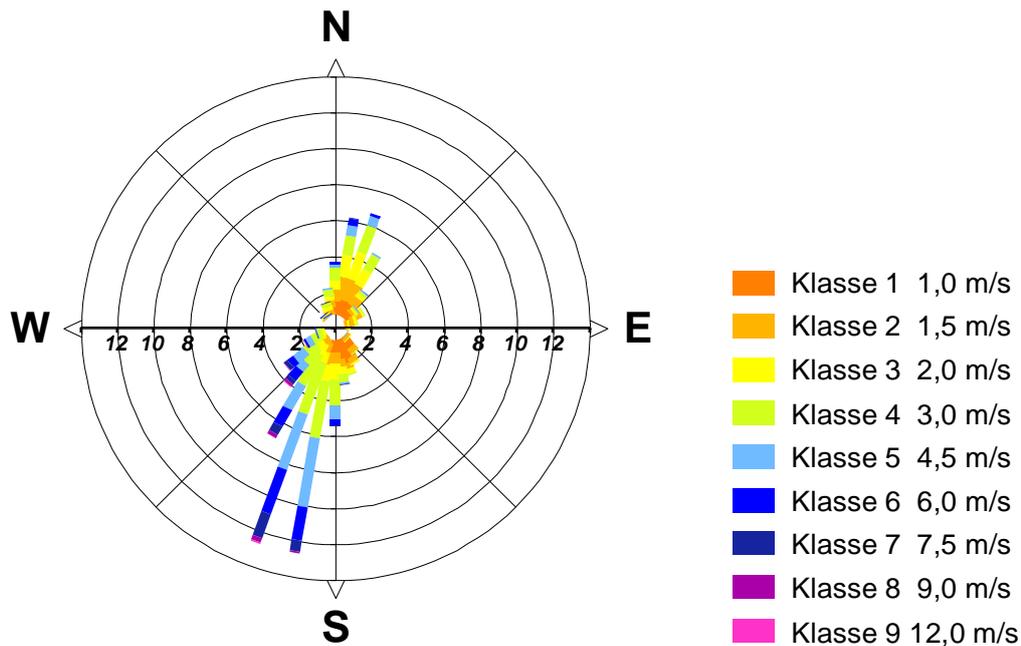


Abbildung 6-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und -geschwindigkeiten

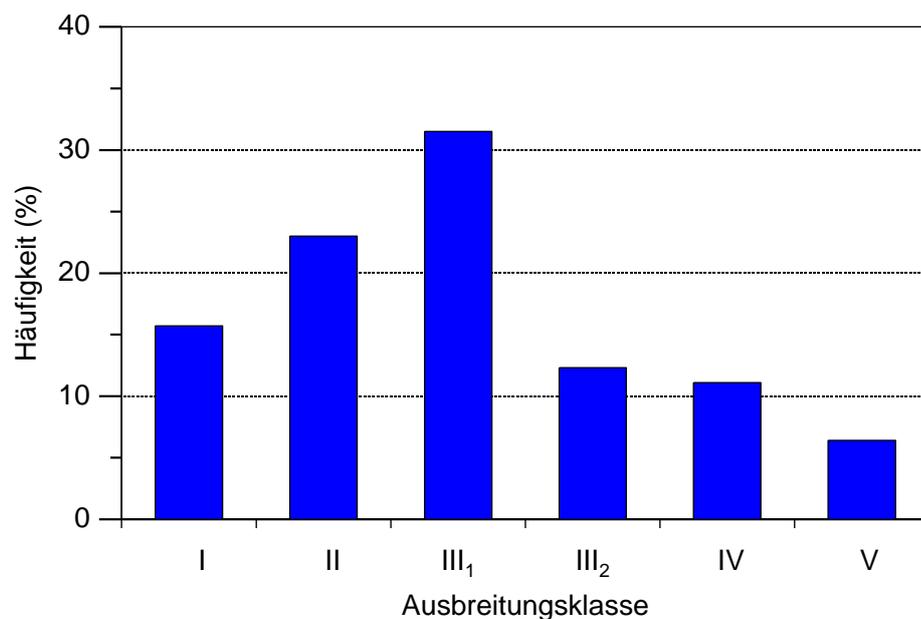


Abbildung 6-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen

7 Ergebnisse der Immissionsprognose

Die in diesem Kapitel dargestellten Immissionswerte ergeben sich aus der Überlagerung der in Abschnitt 5.8 dargestellten Vorbelastung und der Zusatzbelastung durch die Abluft des Parkhauses und durch die betrachteten Kfz-Verkehre.

Die Immissionsprognosen wurden für den Prognosehorizonte 2022 durchgeführt. Die Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben.

7.1 Stickstoffdioxid (NO_2)

In Abbildung A- 2 im Anhang sind die berechneten Gesamtbelastungen für NO_2 in einer Höhe von 1,5 m über Grund dargestellt.

Die höchsten Jahresmittelwerte findet man auf den Fahrspuren. Fahrspuren sind jedoch nach 39. BImSchV nicht beurteilungsrelevant.

Punktuell wird an der Südfassade des Hotels Krone Ecke Kronenrain – Breisacher Straße der Grenzwert erreicht. Die maximalen Werte liegen knapp unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

An den Lüftungsöffnungen auf dem Stadtbalkon gibt es im unmittelbaren Bereich der Abluftschächte an den Spindeln Grenzwertüberschreitungen. Wir schlagen vor, diese Abluft wenigstens 3 m über Grund freizusetzen.

An den anderen Lüftungsöffnungen ist die Konzentration leicht erhöht, liegt aber noch deutlich unter den Grenzwerten.

7.2 Feinstaub PM_{10}

Abbildung A- 2 (Mitte) im Anhang zeigt die berechneten Gesamtbelastungen für PM_{10} als Horizontalschnitte in 1,5 m über Grund.

Analog zu NO_2 findet man auch bei PM_{10} die höchsten Immissionen auf den Fahrspuren des Kreisverkehrs. Aber auch im Bereich der Abluftschächte der Spindeln sind erhöhte Konzentrationen zu finden.

Selbst auf den Fahrspuren liegen die maximalen Jahresmittelwerte deutlich unter dem Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.3 Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$

Abbildung A- 2 (rechts) im Anhang zeigt die berechnete Gesamtbelastung für $\text{PM}_{2,5}$ als Horizontalschnitt in 1,5 m über Grund.

Analog zu NO_2 und PM_{10} findet man auch bei $\text{PM}_{2,5}$ die höchsten Immissionen auf den Fahrspuren. Der seit 2015 geltende Grenzwert von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird selbst auf den Fahrspuren eingehalten.

8 Bewertung an Aufpunkten

Östlich des Parkhauses sollen Wohngebäude errichtet werden. An den Grundstücksgrenzen befinden sich die Abluftschächte des Parkhauses. Exemplarisch wurden 11 Aufpunkte entlang der Wohnhäuser ausgewählt. Aufgrund der Nähe zu den Abluftschächten sind dort punktuell die höchsten Immissionen zu erwarten.

Die Aufpunkte sind in Abbildung 8-1 dargestellt, die berechneten Jahresmittelwerte in Tabelle 8-1.

Bei **NO₂** beläuft sich die Gesamtbelastung am stärksten belasteten Aufpunkt 12 auf 28,9 µg/m³. Gemessen am Grenzwert von 40 µg/m³ bedeutet dies eine Ausschöpfung von 73%.

Neben den Jahresmittelwerten sind bei NO₂ die Überschreitungshäufigkeiten beurteilungsrelevant. So darf die Schwelle von 200 µg/m³ 18 mal durch Stundenmittelwerte überschritten werden. Diese Überschreitungshäufigkeiten lassen sich bei vertretbarem Aufwand nicht modellieren, da hierzu die stundenfeine Zeitreihe der Vorbelastung nötig wäre.

Statistische Auswertungen der LUBW (vgl. LUBW, 2015) zeigen, dass mehr als die zulässigen 18 Überschreitungen des Kurzzeitwertes erst ab Jahresmittelwerten von 55 µg/m³ auftreten. Dieser Grenzwert wird in beurteilungsrelevanten Bereichen eingehalten.

Bei **PM₁₀** werden am Aufpunkt 12 19,1 µg/m³ berechnet. Das entspricht einer Ausschöpfung des Grenzwerts (40 µg/m³) von 47,5 %.

Hinsichtlich der Beurteilung nach 39. BImSchV stellt die Häufigkeit der Überschreitungen der 50 µg/m³-Schwelle durch Tagesmittelwerte der PM₁₀-Konzentration die kritischere Größe dar. Statistische Auswertungen der LUBW zeigen, dass ab einem Jahresmittelwert von 30 µg/m³ die zulässige Zahl von 35 Überschreitungen nicht mehr sicher eingehalten wird. Bei den prognostizierten Werten ist auszuschließen, dass punktuell mehr als 35 Überschreitungen auftreten.

Beim lungengängigen Feinstaub **PM_{2,5}** werden knapp 15 µg/m³ an dem am höchsten belasteten Aufpunkt 12 modelliert. Gemessen am Grenzwert von 25 µg/m³ entspricht dies einer Ausschöpfung von 60%. Der Grenzwert von 25 µg/m³ wird sicher eingehalten.

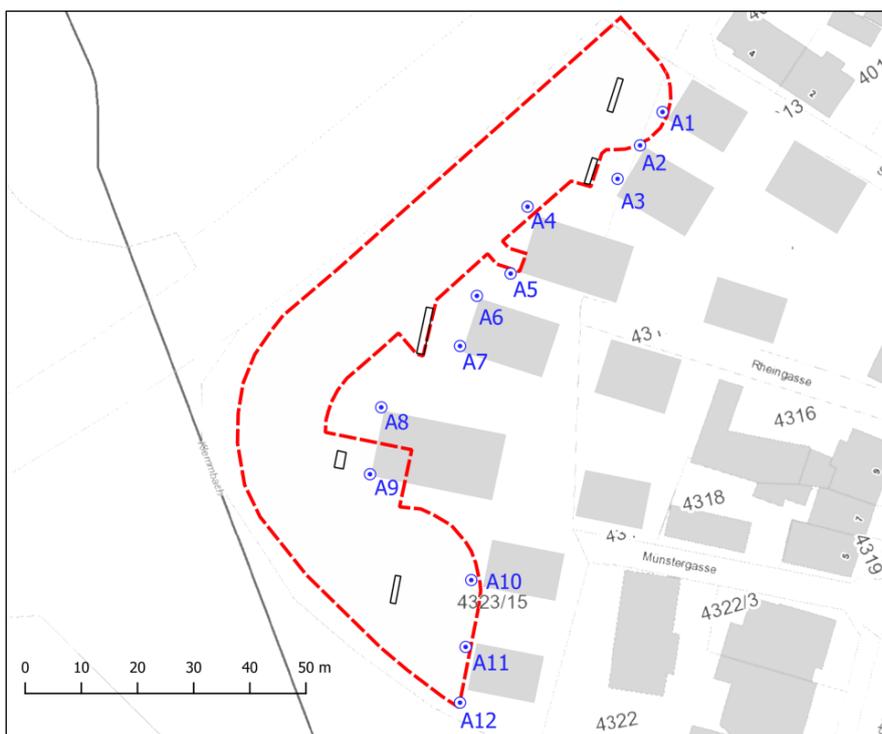


Abbildung 8-1: Lage der Aufpunkte

Tabelle 8-1: Jahresmittelwerte an den Aufpunkten

Aufpunkt	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}
1	25,3	18,4	14,2
2	25,8	18,5	14,3
3	26,3	18,6	14,3
4	25,6	18,2	14,2
5	24,2	17,5	13,9
6	24,6	17,7	13,9
7	24,9	17,7	14,0
8	25,5	17,9	14,1
9	25,9	18,0	14,1
10	25,0	17,4	13,9
11	25,0	17,5	13,9
12	28,9	19,1	14,8

9 Zusammenfassung

Die Stadt Neuenburg beabsichtigt, ein Parkhaus im Areal Kronenrain zu errichten. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist ein Gutachten zu den Luftschadstoffimmissionen im Bebauungsplangebiet und der angrenzenden Nachbarschaft zu erstellen.

Hierbei ist insbesondere der zu erwartende Quell- und Zielverkehr sowie die Emissionen aus dem Parkhaus zu berücksichtigen. Die daraus resultierende Luftschadstoffbelastung wird mittels Modellrechnungen quantifiziert. Die zu erwartende Luftbelastung ist anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV zu bewerten. Die Grenzwerte beziehen sich auf die Gesamtbelastung. Diese setzt sich zusammen aus der Vorbelastung aus Hausbrand, Gewerbe-/Industrie und der allgemeinen Hintergrundbelastung sowie der Zusatzbelastung durch den Kfz-Verkehr im Plangebiet.

Die Vorbelastung wurde anhand der Immissionsvorbelastungskarten und Messungen der LUBW bestimmt. Die Zusatzbelastung wurde mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell LASAT in der aktuellen Version 3.4.5 ermittelt. Die angrenzenden (geplanten) Gebäude wurden dabei explizit berücksichtigt. Die Emissionsberechnung zur Bestimmung der Zusatzbelastungen durch die Kfz-Verkehre erfolgte mit dem aktuellen Handbuch HBEFA 3.3. Den Berechnungen liegen konservative Annahmen zugrunde.

Die höchsten Immissionen ergeben sich auf den Fahrspuren des Kreisverkehrs. Bei NO_2 werden punktuell an der Südfassade des Hotels Krone „Ecke Kronenrain – Breisacher Straße“ der Grenzwert erreicht. Die maximalen Werte liegen knapp unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

An den geplanten Wohngebäuden werden bei NO_2 maximal $28,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), bei PM_{10} maximal $19,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und bei $\text{PM}_{2,5}$ maximal $14,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) berechnet. An den Wohngebäuden werden die Grenzwerte somit deutlich unterschritten.

Allerdings gibt es im Nahbereich der Abluftschächte oberhalb der Spindeln unmittelbar an den Auslässen Grenzwertüberschreitungen bei NO_2 . Wir empfehlen die Abluft an diesen Schächten 3 m über Grund zu führen, so dass bodennahe Grenzwertüberschreitungen vermieden werden.

Freiburg, 26. April 2019

Dr. Rainer Röckle
Diplom-Meteorologe

Dr. Christine Ketterer
M.Sc. in Climate Sciences

Literatur

39. BImSchV: Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) geändert worden ist

Bächlin, W., R. Bösinger, A. Brandt, T. Schulz, 2006: Überprüfung des NO-NO₂-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 66 (2006) Nr. 4.

European Environment Agency: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. Technical report No 21/2016. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

HBS: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2015, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV).

Janicke, U., L. Janicke, 2004: Weiterentwicklung eines diagnostischen Windfeldmodells für den anlagenbezogenen Immissionsschutz (TA Luft). Ing.-Büro Janicke, Dunum, Oktober 2004, im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin, Förderkennz. (UFOPLAN) 203 43 256

Janicke, L., U. Janicke, 2000: „Vorschlag eines meteorologischen Grenzschichtmodells für Lagrangesche Ausbreitungsmodelle“. Berichte zur Umweltphysik 2, Ingenieurbüro Janicke, ISSN 1439-8222, September 2000.

Janicke, L., 2000: A random walk model for turbulent diffusion. Berichte zur Umweltphysik, Nummer 1, Auflage 1, August 2000) ISS-Nr.: 1439-8222

Janicke, U., 2013: LASAT Reference Book for Version 3.4. Janicke Consulting, Überlingen. https://www.janicke.de/data/lasat/lasat-3.4-specs_en.pdf

LUBW: Immissionsvorbelastung Baden-Württemberg, 2014. Im Daten- und Kartendienst <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>

LUBW: Kenngrößen der Luftqualität. Jahresdaten 2014. Bibliographische Kurzinformation: 88 Seiten; Karlsruhe. <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/21954/?shop=true>

Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa, Amtsblatt der EU vom 11.06.2008, L 152/1-44.

Romberg, E.; Bösinger, R.; Lohmeyer, A.; Ruhnke, R.; Röth, E.: NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 56 Nr. 6, S. 215-218. 1996.

Schmidt W.; Düring I., Lohmeyer A.: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Im Auftrag des Sächsischen Landesamts für Umwelt, Juni 2011 Projekt 70675-09-10.

Umweltbundesamt, INFRAS: HBEFA – Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.3. April 2017. Im Auftrag des Umweltbundesamtes.

VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie – Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen. VDI Düsseldorf, November 2003, Beuth Verlag, Berlin

VDI-Richtlinie 3783 Blatt 10: Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle – Gebäude- und Hindernisumströmung. VDI Düsseldorf, März 2015, Beuth Verlag, Berlin

Anhang

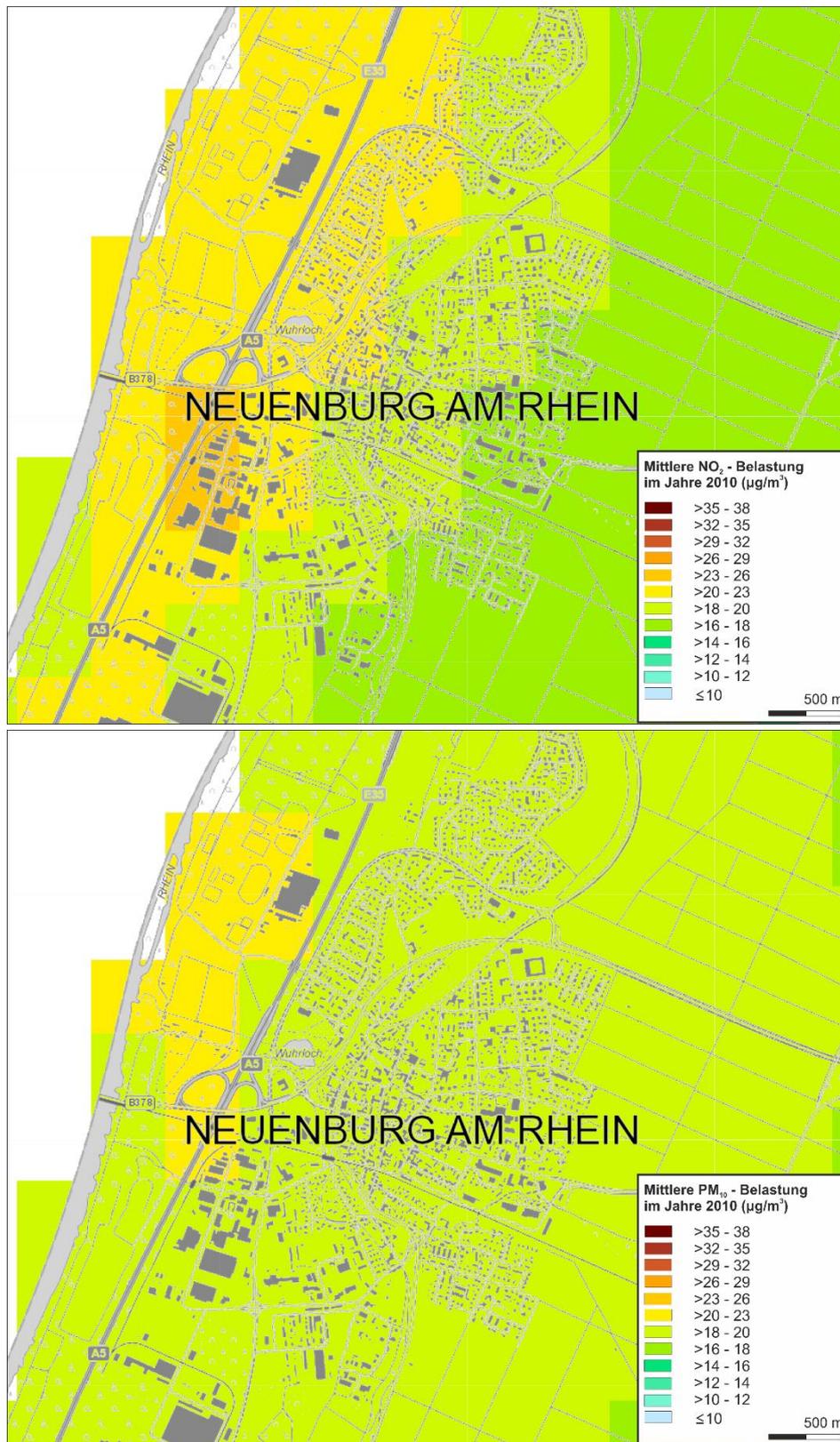


Abbildung A- 1: Immissionsvorbelastung NO₂ (oben) und PM₁₀ (unten) im Jahr 2010 (Quelle: LUBW,2014).

Tabelle A- 1: Streckenabschnitt, Fahrzeugaufkommen, Straßentypus, Längsneigung, Kaltstartanteil, Zeitanteile der verschiedenen Fahrmodi und spezifische Emissionen.

#	Bezeichnung	DTV	pLNF	pSNF	Typ	LN	KSA	frei	dicht	gesättigt	Stop+Go	NOx	NO2	PM10	PM2,5
		Fz/d	%	%		%	%	%	h	h	h	h	µg/(m*s)	µg/(m*s)	µg/(m*s)
1	Bullaugenöffnung1#1	1130	0,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	0,0	44,10	5	13	4	2	4,127	1,158	0,568	0,205
2	Ausfahrt_West2#1	1130	0,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	1,0	44,10	5	13	4	2	4,156	1,170	0,569	0,205
3	Einfahrt_Sued3#1	1130	0,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	1,0	44,10	5	13	4	2	4,156	1,170	0,569	0,205
4	Ausfahrt_B378_NO4#1	5227	4,00	10,80	Agglo/HVS/50	2,0	25,80	8	16	0	0	25,818	6,608	4,256	1,317
5	Einfahrt_B378_NO5#1	5227	4,00	10,80	Agglo/HVS/50	2,0	25,80	8	16	0	0	20,105	5,014	4,132	1,193
6	Schluesselstrasse_Einfahrt6#1	7658	4,00	0,90	Agglo/HVS/50	4,0	25,80	6	16	2	0	14,402	3,985	3,410	1,293
7	Schluesselstrasse_Ausfahrt7#1	6591	4,00	0,90	Agglo/HVS/50	4,0	25,80	7	17	0	0	34,680	10,279	3,073	1,296
8	Kreisverkehr8#1	20820	4,00	9,60	Agglo/HVS/50	0,0	25,80	5	13	6	0	88,350	22,048	17,527	4,871
9	Ausfahrt_B378_SW9#1	13993	4,00	10,30	Agglo/HVS/50	1,0	25,80	7	17	0	0	58,796	14,690	11,025	3,310
10	Einfahrt_B378_SW10#1	13993	4,00	10,30	Agglo/HVS/50	1,0	25,80	7	17	0	0	58,796	14,690	11,025	3,310
11	Ausfahrt_AmWuhrloch_W11#1	4353	4,00	20,90	Agglo/HVS/50	2,0	25,80	8	16	0	0	23,228	5,465	4,991	1,235
12	Einfahrt_AmWuhrloch_W12#1	4353	4,00	20,90	Agglo/HVS/50	2,0	25,80	8	16	0	0	25,371	5,839	5,139	1,382
13	Parkhaus	1130	0,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	1,0	44,10	5	13	4	2	4,156	1,170	0,569	0,205
14	Spindel Auf	1130	0,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	6,0	44,10	5	13	4	2	7,678	2,300	0,594	0,231
15	Spindel Ab	1130	0,00	0,00	Agglo/Erschliessung/30	6,0	44,10	5	13	4	2	2,359	0,617	0,555	0,191

Abkürzungen

Bezeichnung – interne Bezeichnung der Streckenabschnitte mit gleicher Emission

DTV Durchschnittliches tägliches Verkehrsaufkommen in Fahrzeugen pro Tag

pLNF prozentualer Anteil an schweren Nutzfahrzeugen (> 3,5 t)

pSNF prozentualer Anteil an leichten Nutzfahrzeugen (> 2,8 t und < 3,5 t)

Typ Kennung des Straßentyps nach HBEFA 3.2 (Agglo-innerstädtisch, Land-ländlicher Raum, FernStr-Fernstraße, Sammel-Sammelstraße, /xx-Tempolimit)

Verkehrsqualität: Anteile frei, dicht, gesättigt, Stop+Go je 24 h

KSA Kaltstartanteil in %

NO_x NO_x-Emission in µg/(m·s)

NO₂ NO₂-Emission in µg/(m·s)

PM₁₀ PM₁₀-Emission in µg/(m·s)

PM_{2,5} PM_{2,5}-Emission in µg/(m·s)

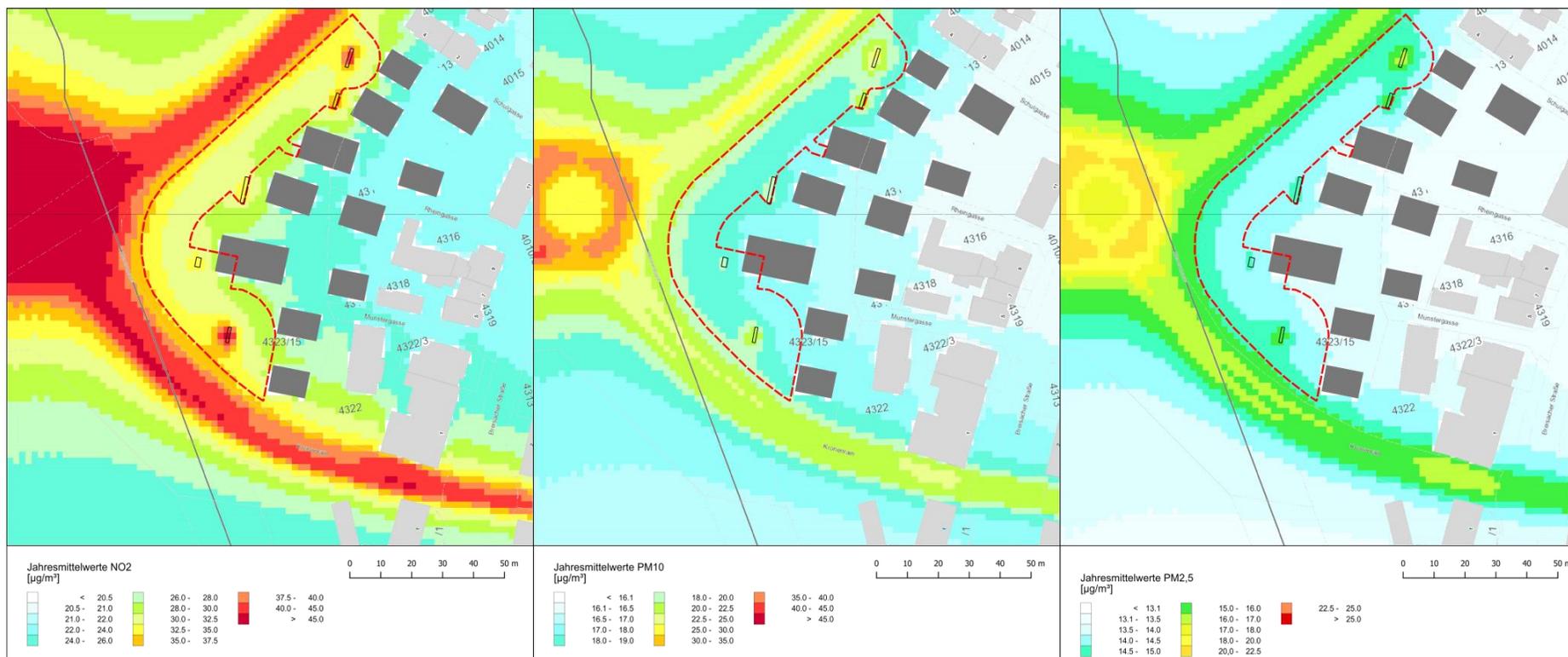


Abbildung A- 2: Jahresmittelwerte NO₂, PM₁₀, und PM_{2,5}, Bezugsjahr 2022