

Auftraggeber: Stadt Oberkirch
Eisenbahnstraße 1
77704 Oberkirch

**Ermittlung und Bewertung der Auswirkungen auf
Lufthygiene und Lokalklima im Rahmen des
B'Planverfahrens „Korberger Matt“ in Oberkirch**

Projekt-Nr.: 14-11-09-FR

Umfang: 35 Seiten

Datum: 9. Juni 2016

Bearbeiter: Dr. Rainer Röckle, Diplom-Meteorologe
Katharina Knapp, Diplom-Mathematikerin

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	4
2	Standort und örtliche Gegebenheiten	4
3	Belastungssituation	6
4	Schutzgut Klima	7
	4.1 Thermische Verhältnisse	7
	4.2 Wind- und Durchlüftungsverhältnisse	8
	4.3 Kaltluftabflüsse	9
	4.3.1 Allgemeines	9
	4.3.2 Zeitlicher Verlauf von Kaltluftabflüssen.....	9
	4.3.3 Häufigkeit von Kaltluftabflüssen	10
	4.3.4 Simulationen	10
5	Auswirkungen, Bewertung, Maßnahmen	11
	5.1 Allgemeines.....	11
	5.2 Thermische Effekte.....	11
	5.3 Durchlüftung	12
	5.4 Kaltluftsituation	12
	5.5 Thematik Frostschäden	15
	5.6 Thematik Hitzeschäden durch Windabschattung	15
6	Schutzgut Luft	16
	6.1 Beurteilungsgrundlagen.....	16
	6.1.1 Allgemeines	16
	6.1.2 Beurteilungswerte für Luftschadstoffe	16
	6.2 Ermittlung der Schadstoffemissionen und -immissionen.....	17
	6.2.1 Allgemeines	17
	6.2.2 Verkehrsbedingte Emissionen.....	17
	6.2.3 Simulationsverfahren	19
	6.3 Umwandlung $\text{NO} \Rightarrow \text{NO}_2$	19
	6.3.1 Simulationsgebiet.....	19
	6.3.2 Vorbelastung.....	19
	6.4 Ergebnisse der Immissionsprognose	21
	6.5 Stickstoffdioxid	21
	6.6 Feinstaub PM_{10}	21
	6.7 Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$	22
7	Bewertung und Maßnahmen	22
	7.1 Bewertung	22
	7.1.1 Orientierung an Zielen.....	22
	7.1.2 Einschätzung der Auswirkungen	23
	7.1.3 Vorsorgegedanke als Maßstab	23
	7.2 Maßnahmen zur Minderung unerwünschter Effekte.....	23

8	Zusammenfassung	24
9	Literatur	25
10	Anhang	26
10.1	Beschreibung des Modells LASAT.....	26
10.2	Abbildungen	27
10.3	Eingangsdaten und Emissionen	32

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Stadt Oberkirch plant im Südwesten der Stadt ein Gewerbegebiet. Im Rahmen der Bauleitplanung sind die Auswirkungen der Planung auf das Lokalklima und die lufthygienische Situation darzustellen und zu bewerten.

Derzeit werden die Flächen landwirtschaftlich genutzt und haben die Eigenschaft einer Kaltluftproduktionsfläche und einer Luftleitbahn.

Die Bebauung wirkt sich auf die lokalklimatischen Verhältnisse durch Versiegelung und Hinderwirkung der Bebauung auf die thermischen Verhältnisse und die Durchlüftung aus. Besonderes Augenmerk wird auf die nächtlichen Strömungsverhältnisse (Kaltluftabflüsse) gelegt, da durch die dort vorhandenen Obstkulturen die Frostgefährdung von Bedeutung ist.

Durch Änderung der Durchlüftungssituation und zusätzliche Quell- und Zielverkehre ergeben sich Auswirkungen auf die lufthygienische Situation. Die Immissionen durch die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstäube (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) werden rechnerisch ermittelt und anhand der Grenzwerte der 39. BImSchV bewertet.

2 Standort und örtliche Gegebenheiten

Oberkirch liegt am Talausgang des Renchtals in der Übergangszone zur Oberrheinischen Tiefebene. Am Südwestrand von Oberkirch soll ein neues Gewerbegebiet entstehen. In Abbildung 2-1 ist eine perspektivische Ansicht aus Nordwesten dargestellt. Das geplante Bebauungsplangebiet ist rot skizziert.

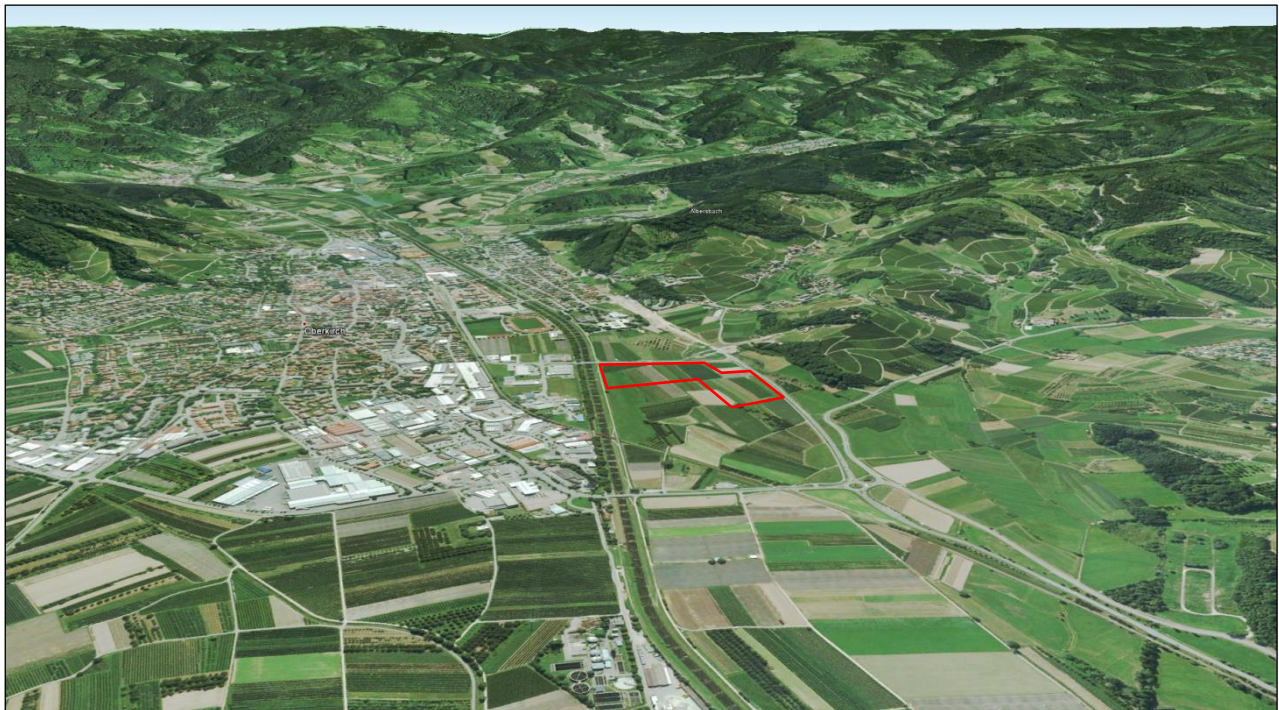


Abbildung 2-1: Perspektivische Ansicht mit Blick aus Nordwest mit Plangebiet (rot skizziert).

Das Plangebiet liegt südlich der Rench auf einer landwirtschaftlich genutzten Fläche (Obst- und Ackerbau). Im Süden wird das Gebiet durch die B28, im Südosten durch die Raiffeisenstraße begrenzt. Im Nordwesten schließen Obstbauflächen an.

Abbildung 2-2 zeigt die Lage des Plangebiets in der topografischen Karte. In Abbildung 2-3 ist ein Panoramabild mit der Ansicht von Nordwest bis Südost dargestellt. Das Gelände ist überwiegend flach. Relevante Rauigkeiten stellen die Obstbaumwiesen und Spalierobstbestände dar.

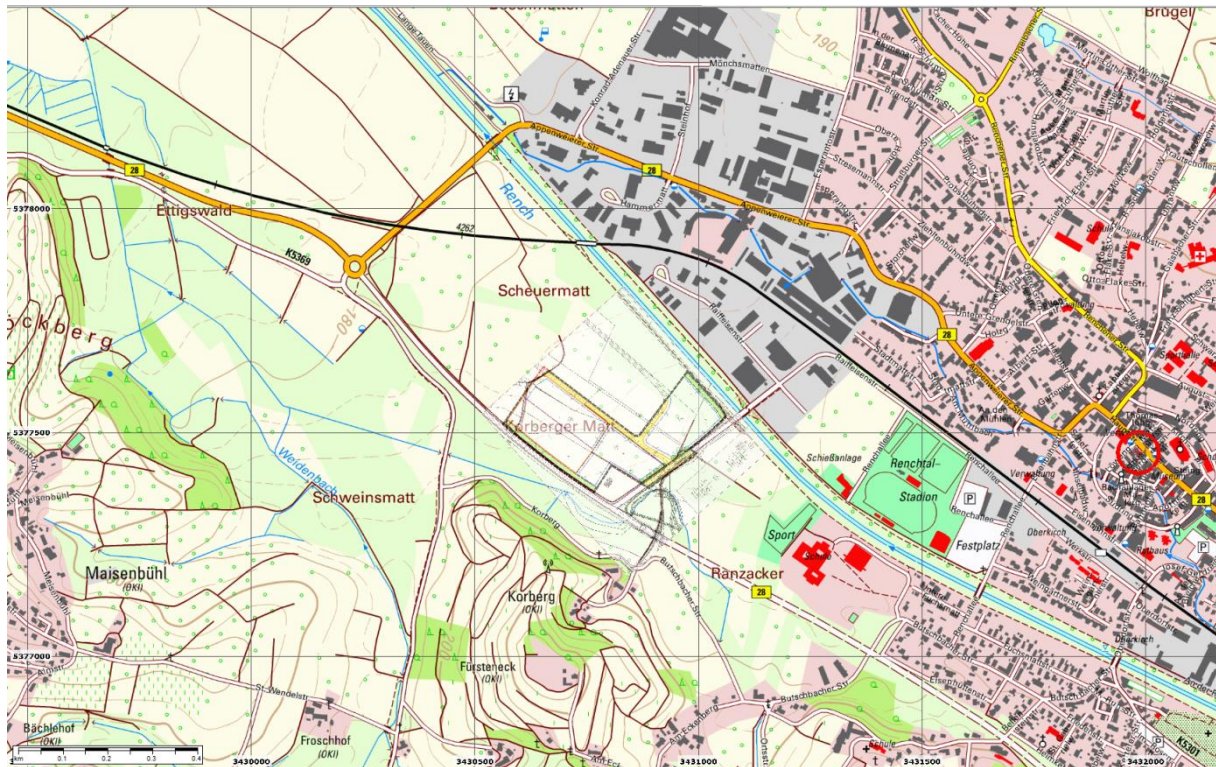


Abbildung 2-2: Topografische Karte mit Lage des Bebauungsplangebiets.



Abbildung 2-3: Panoramabild Korberger Matt von Nordwest nach Südost.

Der Entwurf des Bebauungsplanumgriffs ist in Abbildung 2-4 dargestellt. Die Erschließung des Gebiets erfolgt über die Raiffeisenstraße.

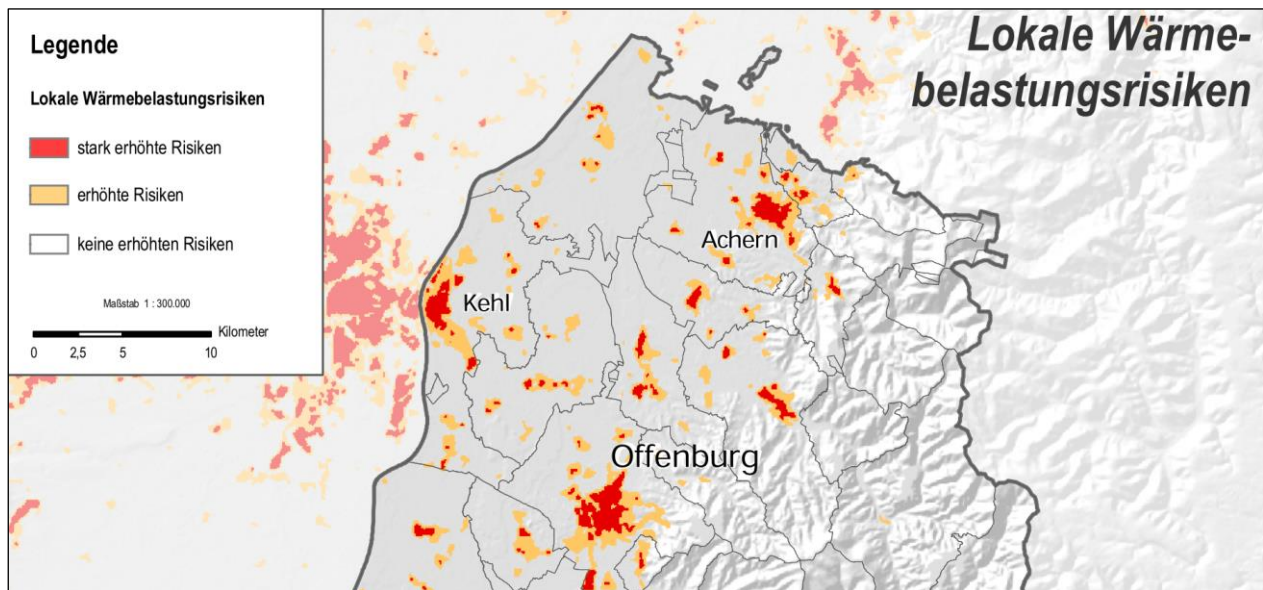


Abbildung 3-1: Wärmebelastungsrisiken (Regionalverband).

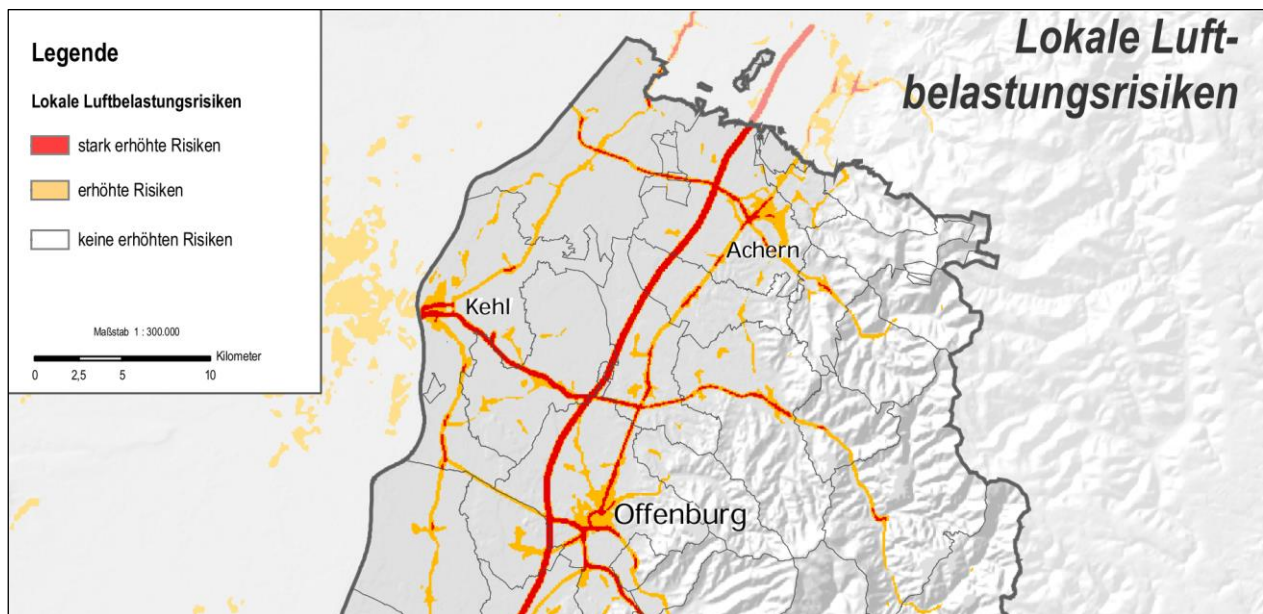


Abbildung 3-2: Luftbelastungsrisiken (Regionalverband).

4 Schutzgut Klima

4.1 Thermische Verhältnisse

Die thermischen Eigenschaften des Plangebiets sind aufgrund der derzeitigen Nutzung günstig. Die Flächen heizen sich an sonnenreichen Tagen weniger auf, da die Vegetation durch Verdunstung die Erwärmung reduziert. In den Nachtstunden kühlt das Plangebiet gut ab, da die Wärmespeicherung im Vergleich zu befestigten Flächen und Gebäuden gering ist.

Ob diese ausgleichenden Eigenschaften der Fläche für die Siedlungsräume von Bedeutung sind, hängt insbesondere von den Windrichtungen und den Abständen zu den Belastungsräumen ab.

4.2 Wind- und Durchlüftungsverhältnisse

Die Strömungsverhältnisse bestimmen den Luftaustausch und sind deshalb für die lufthygienische und thermische Situation maßgeblich.

Von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) wurden flächendeckende synthetische Windverteilungen mit einer räumlichen Auflösung von 500 m veröffentlicht¹. Diese beruhen auf Modellierungen mit einem mesoskaligen prognostischen Strömungsmodell.

In Abbildung 4-1 sind die berechneten Windrichtungsverteilungen dargestellt. Im Untersuchungsgebiet dominieren – geprägt durch den Verlauf des unteren Renchtals – Winde aus Südost sowie nordwestliche Winde. Windrichtungen quer zum Talverlauf sind vergleichsweise selten.

Die Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund wird im Plangebiet mit 1,6 m/s ausgewiesen.

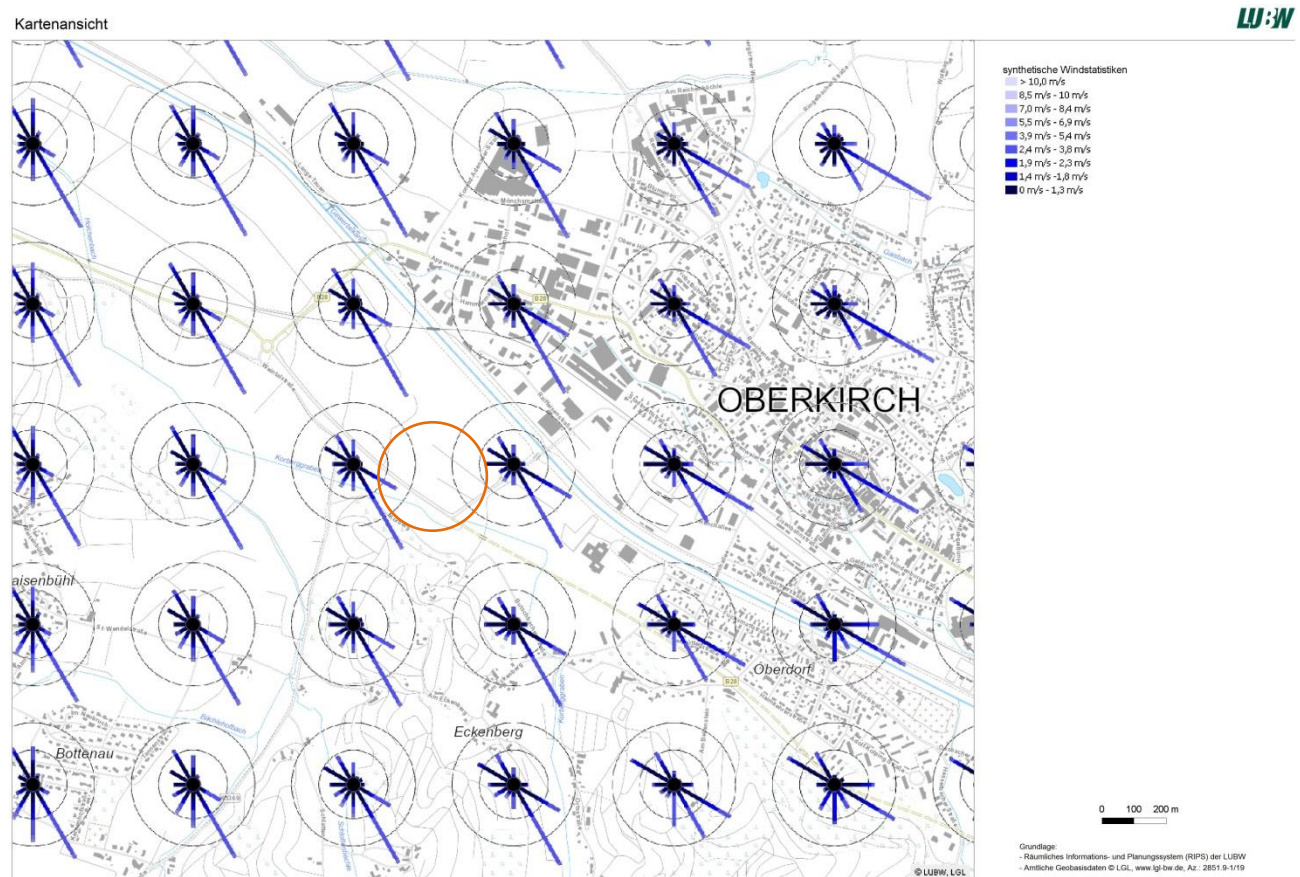


Abbildung 4-1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im Plangebiet und dem näheren Umfeld.

Messungen der LUBW in Oberkirch vom 06.11.1991 bis zum 15.04.1993 zeigen die gleiche Verteilung (vgl. Abbildung 4-2).

In den Nachtstunden findet man fast ausschließlich Winde aus Südost, die in der Regel auf den Bergwind aus dem Renchtal zurückzuführen sind.

¹ <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/p/4A4e>

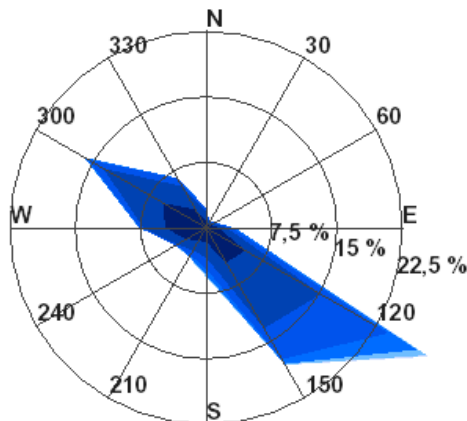


Abbildung 4-2: Verteilung der Windrichtungen in Oberkirch (LUBW, 11.1991 – 04.1993).

4.3 Kaltluftabflüsse

4.3.1 Allgemeines

In klaren windschwachen Nächten ist die Energieabgabe der Boden- und Pflanzenoberflächen aufgrund der Wärmeausstrahlung größer als die Gegenstrahlung der Luft. Dieser Energieverlust verursacht eine Abkühlung der Boden- und Pflanzenoberfläche, so dass die Bodentemperatur niedriger als die Lufttemperatur ist. Durch den Kontakt zwischen dem Boden und der Umgebungsluft bildet sich somit eine bodennahe Kaltluftschicht. Diese ist umso ausgeprägter, je negativer die Strahlungsbilanz, je geringer die Wärmezufuhr aus den tieferen Bodenschichten und je schwächer der Luftaustausch mit der darüber liegenden Atmosphäre ist.

In ebenem Gelände bleibt die bodennahe Kaltluft an Ort und Stelle liegen. In geneigtem Gelände setzt sie sich infolge von horizontalen Dichteunterschieden (kalte Luft besitzt eine höhere Dichte als warme Luft) hangabwärts in Bewegung. Dieser Prozess ist von der Hangneigung und dem Dichteunterschied abhängig. Die Reibungskraft bremst die abfließende Luft. Die beschriebenen Vorgänge sind in der Regel zeitlich nicht konstant, d.h. es kommt zu „pulsierenden“ Kaltluftabflüssen.

In Geländeeinschnitten fließen die Hangabwinde zusammen und es kann ein mehr oder weniger mächtiger Talabwind (= Bergwind) entstehen. Die vertikale Mächtigkeit des Talabwinds und die Geschwindigkeit hängen im Wesentlichen von der Fläche des Einzugsgebiets, der Kaltluftproduktionsrate, dem Talgefälle und den „Rauigkeiten“ im Talbereich ab. Die Fließrichtung wird durch die Geländeform bestimmt. Als Leitlinien dieses Kaltluftabflusses treten talwärts führende Einsenkungen des Geländes wie z.B. Seitentäler, Schluchten und Rinnen in Erscheinung.

Die Kaltluftentstehung und der Kaltluftabfluss hängen somit von folgenden Faktoren ab:

- meteorologische Verhältnisse,
- Flächennutzung,
- Geländeform und -exposition.

4.3.2 Zeitlicher Verlauf von Kaltluftabflüssen

Hangabwinde setzen ein, wenn sich der Erdboden deutlich abkühlt. Dies ist, abhängig von der Exposition des Hanges, in den Nachmittags- und Abendstunden der Fall. An nicht-besonten

Hängen setzen die Hangabwinde bereits vor Sonnenuntergang ein. Sie dauern die Nacht über an, sofern sie nicht von einem stärkeren Bergwind (Talabwind) überlagert werden. Wenn der Hang am Morgen wieder besonnt wird, endet der Hangabwind.

Bergwinde setzen gegenüber den Hangabwinden später ein. Sie beginnen meist erst nach Sonnenuntergang. In den Morgenstunden dauern sie länger.

4.3.3 Häufigkeit von Kaltluftabflüssen

Kaltluftabflüsse treten bei windschwachen und gleichzeitig wolkenarmen Wetterlagen auf, da in diesen Fällen gute Ausstrahlungsbedingungen vorliegen und die bodennah gebildete Kaltluftschicht nicht durch Turbulenzen zerstört wird.

In großen Tälern bilden sich Bergwinde auch bei Wetterlagen mit höheren Windgeschwindigkeiten und selbst bei teilweise bewölktem Wetter aus. So tritt der Freiburger Höllentäler auch dann noch auf, wenn die Windgeschwindigkeiten im Feldbergniveau (1500 m) bis ca. 7 m/s betragen. Bei höheren Windgeschwindigkeiten kann der Bergwind nicht mehr entstehen, da die Höhenströmung bis zum Boden durchgreift und die Kaltluft auflöst.

Die geringmächtigeren Hangabwinde reagieren wesentlich empfindlicher auf übergeordnete Strömungen. In windgeschützten Lagen (z.B. Waldschneisen) bilden sich Kaltluftabflüsse häufig aus, während in exponierten Lagen nur bei ausgesprochen schwachwindigen Strahlungswetterlagen ein ausgeprägter Abfluss auftritt. Heldt und Höschele (1989) geben an, dass bei Windgeschwindigkeiten, die in 50 m über Grund mehr als 5 m/s betragen, praktisch nur noch in geschützten Tälern Hangwinde auftreten, während bei weniger als 3 m/s die Hangwind-Wahrscheinlichkeit auf überdurchschnittliche Werte ansteigt. Auch der Tagesgang der Temperatur ist mit dem Kaltluftabfluss korreliert. Falls die Differenz der Maximal- und Minimaltemperatur innerhalb eines Tages mehr als 10 C beträgt, ist die Auftretswahrscheinlichkeit von Hangabwinden überdurchschnittlich hoch.

Dieser Befund wird auch durch den Jahresgang der Auftretswahrscheinlichkeit bestätigt. Das Maximum von Kaltluftabflüssen wird im Spätsommer/Frühherbst beobachtet. In den Wintermonaten ist die Wahrscheinlichkeit, auch aufgrund der Nebellagen, am geringsten.

Kaltluftabflüsse treten bei stabiler thermischer Schichtung auf. Stark stabile Schichtung (Ausbreitungsklasse I) und stabile Schichtung (Ausbreitungsklasse II) treten am Standort in ca. 55% der Jahresstunden auf, d.h. nahezu in jeder Nachtstunde ist mit einem mehr oder weniger ausgeprägten Kaltluftabfluss zu rechnen.

4.3.4 Simulationen

Mit dem Kaltluftabflussmodell GAK wurden die Strömungsverhältnisse für den Istzustand während einer typischen Strahlungsnacht simuliert. Die Ergebnisse sind im Anhang dargestellt.

Der abgebildete Ausschnitt zeigt den Raum Oberkirch. Das Bebauungsplangebiet ist blau gestrichelt dargestellt. Die Höhe der fließenden Kaltluft ist farbig von hellgelb über hellgrün bis dunkelblau angelegt. Die über die Kaltfluthöhe gemittelte Strömungsgeschwindigkeit ist mit roten Pfeilen gekennzeichnet. Die Rechnungen erfolgten auf einem 50 m Raster. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist nur jeder zweite Pfeil dargestellt.

Kurze Zeit nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (Abbildung A- 1) dominieren noch die Hangabwinde, die sich in den Taleinschnitten bereits zu kleinen Bergwinden sammeln. Das Plangebiet wird von einem Kaltluftabfluss aus dem Butschbacher Tal belüftet. Die Kaltluflhöhe beträgt bereits um die 20 m.

Eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse (Abbildung A- 2) hat sich im unteren Renchtal so viel Kaltluft angesammelt, dass der Ostrand von Oberkirch von dieser Kaltluft überstrichen wird. Im Plangebiet ist die Kaltluftmächtigkeit auf ca. 70 m angestiegen. Die Strömung kommt mit ca. 1,6 m/s aus Ostsüdost.

Im weiteren Verlauf der Nacht (Abbildung A- 3 zeigt die Verhältnisse zwei Stunden und Abbildung A- 4 fünf Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse) füllt sich das untere Renchtal zunehmend mit Kaltluft. Im Plangebiet werden Kaltluftmächtigkeiten bis 120 m berechnet. Hangabwinde findet man nur noch in den Höhenlagen.

5 Auswirkungen, Bewertung, Maßnahmen

5.1 Allgemeines

Die Bebauung einer Freifläche kann prinzipiell folgende lokalklimatische Auswirkungen haben:

Thermische Effekte: Aufgrund der zusätzlichen Versiegelung und der hierdurch geänderten Strahlungsumsätze erhöhen sich die Oberflächentemperaturen und somit im unmittelbaren Nahbereich die Lufttemperaturen.

Reduktion der Kaltluftproduktion: Im versiegelten Bereich wird keine Kaltluft mehr produziert.

Hinderniswirkung der Gebäude: Die Gebäude können eine Stauwirkung und Verwirbelungen verursachen, wodurch es zu einer Abschwächung der Windgeschwindigkeit kommt.

Daneben können folgende Auswirkungen auf landwirtschaftliche Nutzflächen auftreten:

Frostschäden: Stärkere Abkühlung durch Kaltluftstau oder in windabgeschwächten Bereichen.

Hitzeschäden: Erhöhte thermische Belastung landwirtschaftlicher Bereiche infolge reduzierten Luftaustauschs.

Nachfolgend werden die Auswirkungen der Planungen abgeschätzt und dargestellt.

5.2 Thermische Effekte

Durch die Planung werden die vorhandenen Grünflächen zum Teil versiegelt. In den versiegelten Bereichen ist davon auszugehen, dass die Oberflächentemperaturen in den besonnten Zonen zunehmen. In den verschatteten Bereichen treten hingegen, verglichen mit dem Istzustand, geringere Oberflächentemperaturen auf.

Die Wärmespeicherung der Gebäude hängt von den Materialeigenschaften ab. Bei Gebäuden, die nach aktuellen Standards (EnEV2009) errichtet werden, ist die Speicherwirkung z.B. gegenüber Altbauten gering. Dementsprechend kühlen die Gebäudeoberflächen in den Nachtstunden auch rasch ab und tragen weniger zur Überwärmung in der Bebauung bei.

Das Plangebiet wird – hauptsächlich infolge der Versiegelungen – im Mittel gegenüber dem derzeitigen Zustand etwas wärmer. Je nach vorherrschender Windrichtung kann diese erwärmte Luft in die angrenzenden Bereiche verfrachtet werden. Wärmeemissionen des Gewerbegebiets werden in den Nachtsunden von Oberkirch weg und tagsüber häufig in Richtung Oberdorf verfrachtet. Aufgrund der großen Abstände sind potenzielle Auswirkungen gering.

5.3 Durchlüftung

Hindernisse wie Gebäude führen zu einer Verwirbelung der Strömung. Diese wird dadurch böiger, nimmt aber an Intensität ab.

Reichweite und Intensität der Reduktion hängen von den Ausdehnungen, dem Verbauungsgrad und den Höhen der Baukörper ab.

Nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 10 kann der Bereich mit spürbaren Windgeschwindigkeitsreduktionen mit dem 7-fachen der Gebäudehöhe abgeschätzt werden. Bei einer Höhe von ca. 12 m ergeben sich Auswirkungen bis zu einer Entfernung von ca. 85 m.

Eine reduzierte Durchlüftung ist dann ungünstig, wenn in diesen Bereichen Schadstoffe freigesetzt werden, da diese dann schlechter abtransportiert werden. Wesentliche bodennahe Luftschadstoffquelle ist die B28. Diese wird aber bei den vorherrschenden Windrichtungen nur tangiert.

Im Gewerbegebiet selbst ist auf eine Ableitung von Luftschadstoffen in die freie Strömung zu achten, d.h. gefasste Quellen sind ausreichend hoch über Dach zu führen.

5.4 Kaltluftsituation

Die geplanten Gebäude führen zu einer Verwirbelung der Strömung und dadurch zu einer Reduktion des bodennahen Kaltluftflusses. Die Höhe der fließenden Kaltluft kann in den Abendstunden mit ca. 25 m abgeschätzt werden. Im Lauf der Nacht steigen die Kaltluftmächtigkeiten rasch auf über 150 m an.

Wenn die Kaltluftmächtigkeit gegenüber den Hindernishöhen groß ist, wird der Kaltluftstrom insgesamt nur wenig behindert.

Ein Kaltluftstau ist nicht zu erwarten, da das Gebiet beidseitig umströmt werden kann. Es ist jedoch mit einer Reduktion der bodennahen Windgeschwindigkeiten zu rechnen. Diese erstrecken sich in Lee des Gewerbegebiets (d.h. bei stark stabiler Schichtung in den Nachtstunden nach Nordwesten hin) bis maximal in 20-fache Hindernishöhe.

Gebäude stellen dichte Hindernisse dar, die um- und überströmt werden müssen. Die dabei erzeugte Turbulenz führt zu einer stärkeren Reduktion der mittleren Strömungsgeschwindigkeit im Nahbereich. Die Effekte gehen mit zunehmendem Abstand zu den Hindernissen zurück.

In Abbildung 5-1 sind die Bereiche, in denen die Strömung von der ungestörten Strömung abweicht, dargestellt. Auf der windzugewandten Seite erstreckt sich der Bereich bis in Entfernungen von ca. einer Gebäudehöhe. Im nahen Nachlaufbereich auf der windabgewandten Seite ist bodennah die Strömung gegen die Anströmrichtung gerichtet. Dieser Bereich erstreckt sich bis ca. zum 1,5-fachen der Gebäudehöhe. Daran schließt der ferne Nachlauf an, in dem sich die Strömung langsam wieder an die ungestörte Strömung angleicht.

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit ist vor allem im Bereich des nahen Nachlaufs und im Übergangsbereich zum fernen Nachlauf reduziert. Dafür nimmt in diesem Bereich die Turbulenz zu, die ebenfalls einen Luftaustausch bewirkt, bzw. verhindert, dass sich stark stabile Schichtungen ausbilden.

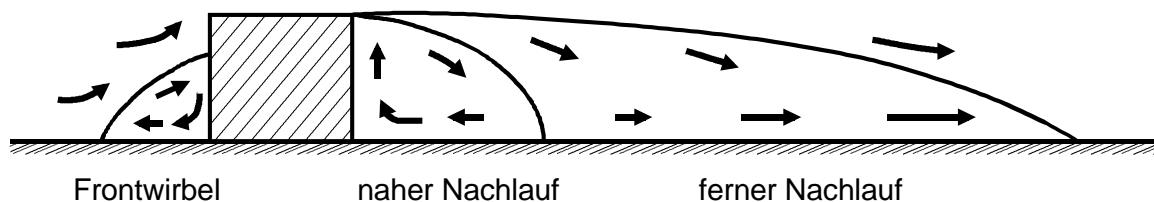


Abbildung 5-1: Ausdehnung der Störzonen und Windfeld in den Störzonen

Exemplarisch ist in Abbildung 5-2 der Anteil der ungestörten Freilandströmung an unterschiedlich dichten Schutzstreifen dargestellt. Bebauung kann in erster Näherung als „sehr dichter Schutzstreifen“ interpretiert werden. Etwa 5 Schutzstreifenhöhen vor dem Hindernis wird die bodennahe Strömungsgeschwindigkeit bis zum Hindernis hin reduziert. Eine Reduktion auf 60% der ungestörten Strömung ist in ca. einer Hindernishöhe zu erwarten.

Auf der windabgewandten Seite nimmt die Strömungsgeschwindigkeit wieder zu. In einer Entfernung von knapp 6-facher Hindernishöhe werden ebenfalls wieder 60% der ungestörten Strömung erreicht.

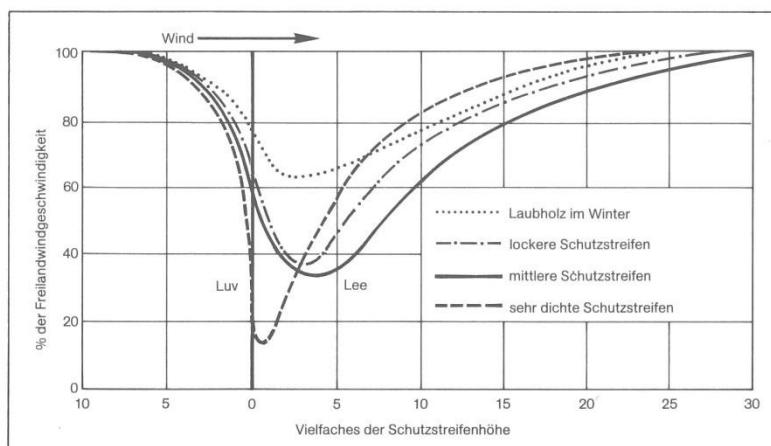


Abbildung 5-2: Reduktion der Windgeschwindigkeiten hinter Schutzstreifen (Quelle: Meyers Kleines Lexikon Meteorologie).

Exemplarisch ist für das Baufeld mit der höchsten Bebauung (Wandhöhe 14 m) der Bereich der maximalen Auswirkungen (20-fache Hindernishöhe) und der Bereich, in dem die Windgeschwindigkeiten weniger als 60% der ungestörten Geschwindigkeit betragen (5-fache Hindernishöhe) dargestellt (vgl. Abbildung 5-3).

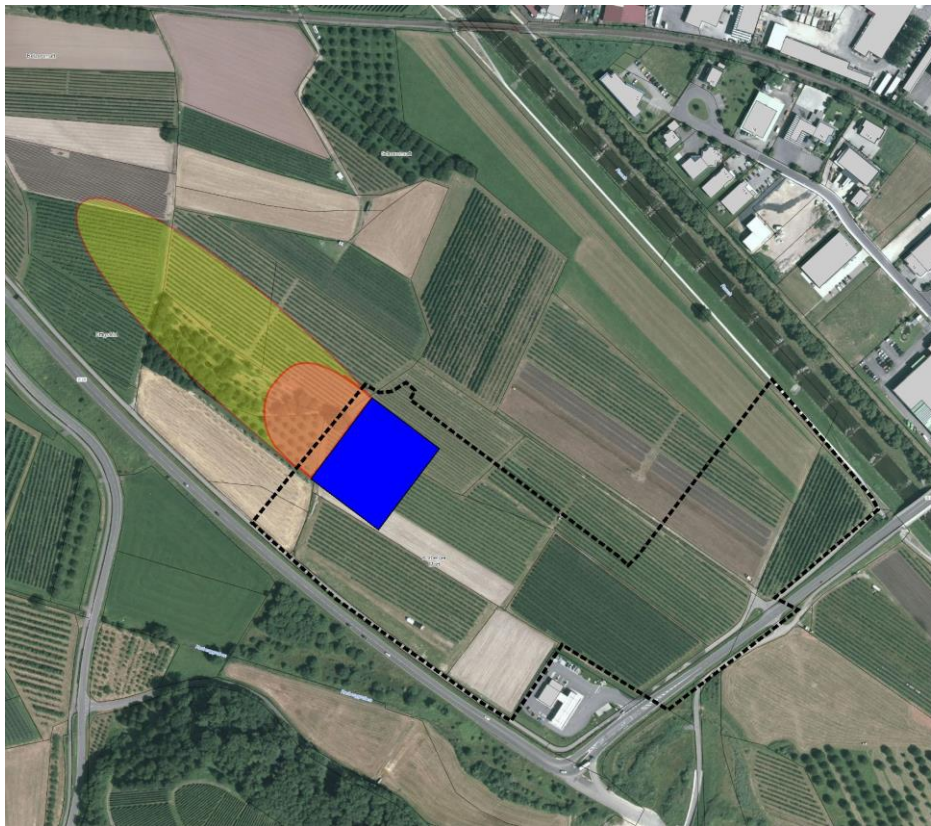


Abbildung 5-3: Zonen mit Reduktion der Windgeschwindigkeiten. Gelb – 20-fache Hindernishöhe, rot – 5-fache Hindernishöhe.

In den Zonen mit abgeschwächter Windgeschwindigkeit nimmt die Bodentemperatur in den Tagstunden (Boden wärmer als die Luft) zu, da der Austausch reduziert ist und so weniger Wärme abgeführt wird. Da auch die Verdunstung reduziert ist, nimmt die Bodenfeuchte zu. Dies begünstigt z.B. die Auskeimung und reduziert mechanische Schäden an Kulturpflanzen.

In den klaren Nachtstunden kühlt die Boden- und Pflanzenoberfläche bei reduzierten Windgeschwindigkeiten stärker ab, da der Transport wärmerer Luft zu den Oberflächen hin verringert ist. In den Morgenstunden ist deshalb die Taubildung erhöht und das Abtrocknen der Pflanzen reduziert.

Positiven Effekten in den Tagstunden stehen negative Effekte in klaren Nachtstunden gegenüber. Inwieweit die erhöhte Turbulenz in den Nachlaufgebieten den fehlenden Austausch durch die verringerte mittlere Strömung kompensiert, kann hinsichtlich der Auswirkungen auf die Temperaturen nicht abgeschätzt werden.

Eine exakte Quantifizierung, insbesondere der Längenausdehnung der Bereiche, in denen durch Windgeschwindigkeitsreduktion in den Nachtstunden eine Zunahme der Frostgefährdung der Sonderkulturen oder an heißen Tagen durch fehlende Belüftung Hitzeschäden zu erwarten sind, ist rechnerisch nicht möglich.

5.5 Thematik Frostschäden

In Muldenlagen oder in Bereichen, in denen nächtliche Kaltluft aufgestaut wird, entkoppelt sich das bodennahe Strömungsregime. Durch den fehlenden Luftaustausch im windstillen Staubereich nehmen dort die Temperaturen stärker ab als in belüfteten Bereichen.

Da keine geschlossene Bebauung vorgesehen ist und das Gelände leicht nach Nordwesten hin abfällt, kann Kaltluft bodennah abfließen. Windstille Kaltluftstaubereiche (Bildung eines Kaltluftsees) auf der Südostseite der Planung sind deshalb nicht zu erwarten. Auswirkungen der Bebauung auf der windzugewandten Seite

In wolkenarmen Nachtstunden weht der Wind talabwärts, d.h. nordwestlich der geplanten Bebauung ergeben sich Bereiche mit reduzierter Windgeschwindigkeit, in denen die Oberflächen stärker abkühlen können. Allerdings führt die Bebauung auch zu vermehrter Turbulenz und zu einer reduzierten nächtlichen Ausstrahlung.

Wir gehen davon aus, dass nur im näheren Bereich bis zur 5-fachen Hindernishöhe (vgl. Abbildung 5-3) relevante Effekte auftreten können. In den weiter entfernten Bereichen beträgt die Windgeschwindigkeit bereits über 60% der ungestörten Strömung, so dass dort die Ausbildung von Stagnationsbereichen ausgeschlossen werden kann.

5.6 Thematik Hitzeschäden durch Windabschattung

Analog zu den oben beschriebenen Wirkungsbereichen ergeben sich auch bei der Erwärmung der Oberflächen bei sonnigem Wetter Effekte. In den windschwachen Bereichen heizen sich Oberflächen stärker auf, da die vorbeistreichende Luft weniger Wärme wegtransportiert.

Relevante Reduktionen sind auf den windabgewandten Seiten der Bebauung auch bis zur 5-fachen Hindernishöhe nicht auszuschließen.

6 Schutzgut Luft

6.1 Beurteilungsgrundlagen

6.1.1 Allgemeines

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 luft-hygienisch 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. 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.

6.1.2 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 6-1 enthält eine Zusammenstellung der wichtigsten Immissionsbeurteilungswerte mit entsprechender Definition und Literaturangabe.

Tabelle 6-1: 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

6.2 Ermittlung der Schadstoffemissionen und -immissionen

6.2.1 Allgemeines

Für die Ausbreitungsrechnung wird das Partikelmodell LASAT eingesetzt. Eingangsgrößen für die Strömungs- und Ausbreitungsrechnung sind:

- die verkehrsbedingten Emissionen,
- die Schadstoff-Vorbelastung,
- die meteorologischen Verhältnisse.

6.2.2 Verkehrsbedingte Emissionen

Die Emissionsmodellierung erfolgt auf der Basis des im Juli 2014 erschienenen Handbuchs für Emissionsfaktoren des Kfz-Verkehrs (HBEFA Version 3.2). Die Datenbank beinhaltet spezifische Emissionsfaktoren für unterschiedliche Fahrzeugkategorien (Pkw, LNf, 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. Die berechneten spezifischen Emissionen pro Streckenabschnitt sowie die Eingangsdaten können Eingangsdaten und spezifische Emissionen in Tabelle A-1 für den Nullfall und Tabelle A-2 für den Planfall entnommen werden. Die Lage der Streckenabschnitte ist in Abbildung A- 8 dargestellt.

Verkehrsaufkommen

Die Verkehrszahlen wurden dem Gutachten der Fichtner Water & Transport GmbH entnommen.

Die angesetzten Verkehrsaufkommen sind in Tabelle A-1 für den Nullfall und Tabelle A-2 für den Planfall aufgeführt. Die Zunahme im Planfall geht von einem Quell- und Zielverkehrsaufkommen von 3000 Fahrzeugen pro Tag bei einem LKW-Anteil von 10% aus.

Prognosejahr

Im Handbuch sind für unterschiedliche Prognosejahre zwischen 1990 und 2030 Emissionsfaktoren 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 2016 durchgeführt. Zum Ansatz kamen die prognostizierten Verkehrszahlen für 2025. Dies stellt einen konservativen Ansatz dar.

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 wurde entsprechend der Lage als ländliche Hauptverkehrsstraße bzw. Erschließungsstraße klassifiziert.

Kaltstartanteil

Kalte Motoren emittieren erheblich mehr Luftschadstoffe als betriebswarme Motoren. Die Kaltstartanteile wurden nach VDI 3782 Blatt 7 entsprechend der Fahrmodi angesetzt.

Eine Auflistung der angesetzten Kaltstartanteile kann Tabelle A-1 für den Nullfall und Tabelle A-2 für den Planfall entnommen werden.

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. (Okt. 2006) für PM₁₀ angesetzt. Da diese Faktoren aus Rückrechnungen von Messungen unter der Annahme motorischer Emissionen aus dem alten Handbuch (HBEFA 2.1) stammen, wurde ein Korrekturfaktor von $\frac{5}{6}$ angesetzt (pers. Mitteilung, Heinz Steven, Juni 2010).

Für $PM_{2,5}$ erfolgt die Berechnung der Aufwirbelung und des Abriebs nach EMEP (2013).

6.2.3 Simulationsverfahren

Um die Auswirkungen der Planung zu ermitteln, wurden die Immissionsberechnungen mit LASAT V.3.3.48 durchgeführt. Eine kurze Beschreibung des Modells befindet sich im Anhang.

6.3 Umwandlung $NO \Rightarrow NO_2$

Die Stickstoffoxide ($NO_x = \text{Summe aus } NO + NO_2$) 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 $NO \Rightarrow NO_2$ -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 $NO \Rightarrow NO_2$ -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 (siehe Bächlin et al., 2006) stellt die Grundlage für die hier berechneten NO_2 -Verhältnisse dar.

6.3.1 Simulationsgebiet

Das Simulationsgebiet weist eine Größe von 1.500 m · 1.000 m auf. Die räumliche Auflösung beträgt 10 m. In der Vertikalen wird bis zu einer Höhe von 1.500 m über Grund gerechnet, wobei die Auflösung in Bodennähe 3 m beträgt und darüber sukzessive zunimmt.

Das Ausbreitungsgebiet wird als eben angesehen. Orographie und Gebäude wurden nicht berücksichtigt. Die aerodynamische Rauigkeit des Geländes wurde mit 0,2 m angesetzt.

6.3.2 Vorbelastung

Die „Vorbelastung“ ist diejenige Immissionsbelastung, die ohne den Beitrag der Quell- und Zielverkehre des Plangebiets im Simulationsgebiet vorliegen würde. Die durch die Planung verursachten Immissionsbeiträge werden in den Ausbreitungsrechnungen als „Zusatzbelastung“ erfasst.

Für das vorliegende Gutachten wurde die Hintergrundbelastung anhand der Immissionsvorbelastungskarten der LUBW (2014) bestimmt. In Abbildung 6-1 sind die Vorbelastungen für NO_2 und in Abbildung 6-2 für PM_{10} dargestellt.

Mittlere NO₂-Belastung im Jahr 2010

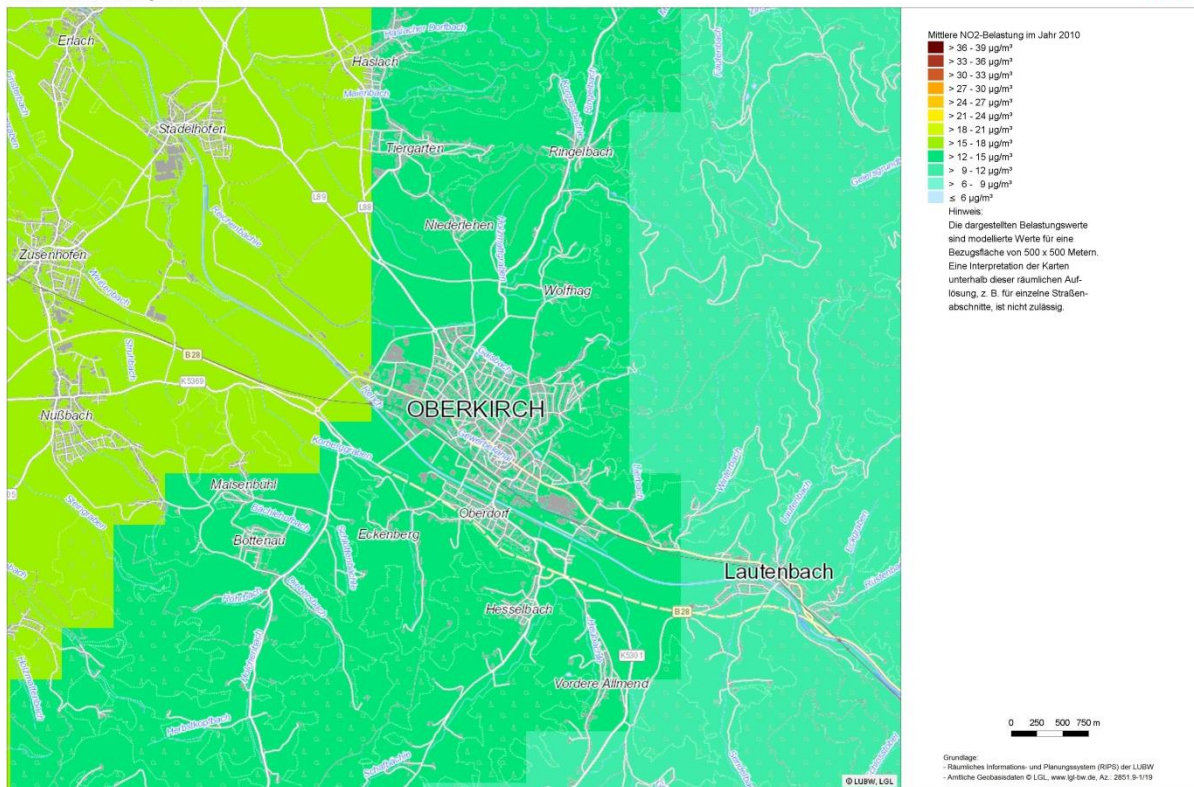


Abbildung 6-1: Immissionsvorbelastung durch NO₂ (Quelle: LUBW).

Mittlere PM₁₀-Belastung im Jahr 2010

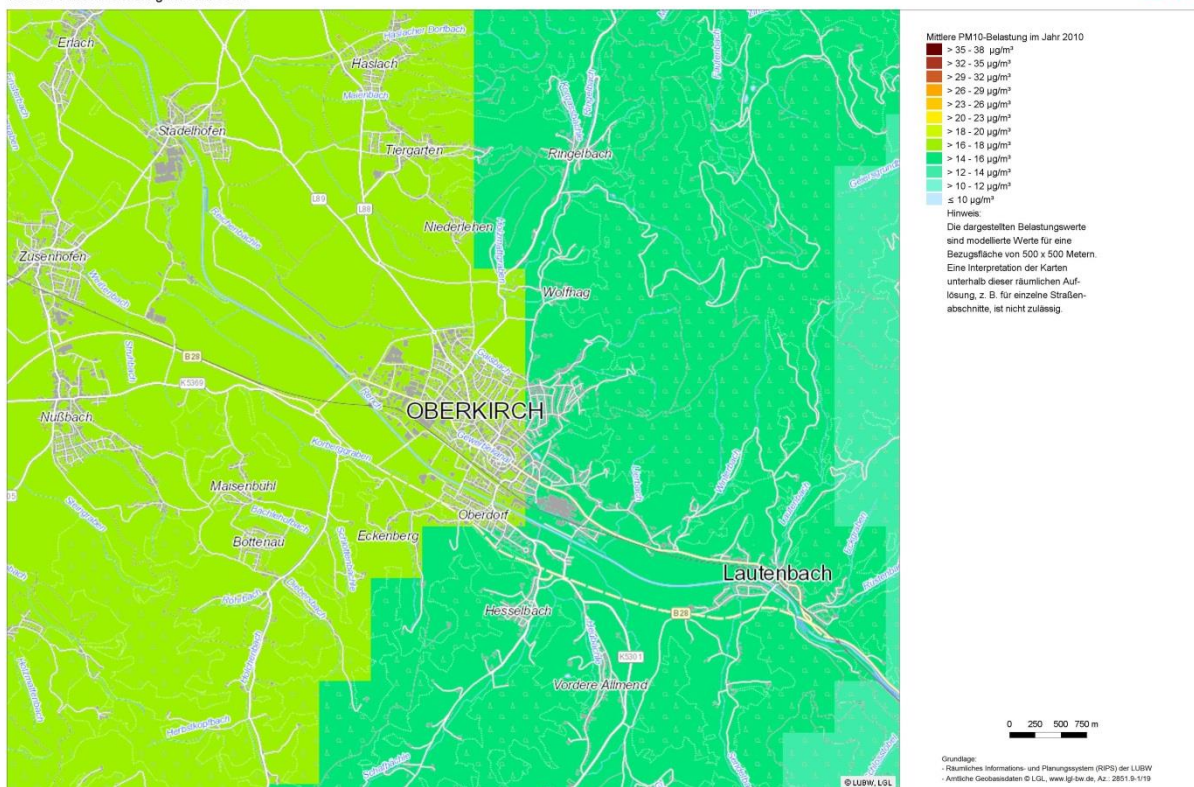


Abbildung 6-2: Immissionsvorbelastung durch PM₁₀ (Quelle: LUBW).

Für das Jahr 2010 werden die in Tabelle 6-2 aufgeführten Werte ausgewiesen. Für $PM_{2,5}$ wurden keine Werte zur Vorbelastung veröffentlicht. Hier setzen wir 76% von PM_{10} an.

Tabelle 6-2: Immissionsvorbelastung im Plangebiet

	NO₂	PM₁₀	PM_{2,5}
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
2010	15	17	13

6.4 Ergebnisse der Immissionsprognose

Die in diesem Kapitel dargestellten Immissionswerte ergeben sich als Summe der in der Ausbreitungsrechnung berechneten Emission der Planung („Zusatzbelastung“) und der in Abschnitt 6.3.2 dargestellten Vorbelastung.

6.5 Stickstoffdioxid

In Abbildung A- 5 im Anhang sind die berechneten Gesamtbelastungen für NO_2 im Nullfall (oben) und den Planfall (unten) in einer Höhe von 1,5 m über Grund dargestellt.

Der Vergleich von Nullfall und Planfall zeigt eine Zunahme im Gewerbegebiet selbst und auf den übrigen betrachteten Straßen. Die Spreizung der Farbskala bei den geringen Zusatzbelastungen über der Vorbelastung von $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ suggerieren zwar größere Zunahmen, diese sind jedoch, absolut betrachtet, gering.

Der Grenzwert für den Jahresmittelwert ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$) wird mit Ausnahme kleiner Bereiche auf den Fahrspuren der B28 sowohl im Nullfall wie auch im Planfall sicher eingehalten. Mehr als 18 Überschreitungen der $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Schwelle durch Stundenmittelwerte sind nach Untersuchungen der LUBW erst ab jahresmittelwerten über $60\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht mehr auszuschließen. Davon sind die auftretenden Immissionen weit entfernt.

6.6 Feinstaub PM_{10}

Abbildung A- 6 im Anhang zeigt die berechneten Gesamtbelastungen für PM_{10} für den Nullfall (oben) und den Planfall (unten).

Analog zu NO_2 findet man auch bei PM_{10} die höchsten Immissionen auf den Fahrspuren der B28 im Bereich des Kreisverkehrs.

Bei PM_{10} liegen die maximalen Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet deutlich unter dem Grenzwert von $40\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hinsichtlich der Beurteilung nach 39. BImSchV stellt die Häufigkeit der Überschreitungen der $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ -Schwelle durch Tagesmittelwerte der PM_{10} -Konzentration die kritischere Größe dar. Statistische Auswertungen zeigen, dass ab einem Jahresmittelwert von $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ die zulässige Zahl von 35 Überschreitungen nicht mehr sicher eingehalten wird. Weder im Nullfall noch im Planfall werden diese Konzentrationen erreicht.

Die Unterschiede zwischen Nullfall und Planfall sind geringer als bei NO_2 , da bei PM_{10} die Vorbelastung relevanter ist als bei den Stickoxiden.

6.7 Feinstaub PM_{2,5}

Analog zu NO₂ und PM₁₀ findet man auch bei PM_{2,5} die höchsten Immissionen auf den Fahrspuren der B28. Der ab 2015 geltende Grenzwert von 25 µg/m³ wird deutlich unterschritten.

7 Bewertung und Maßnahmen

7.1 Bewertung

Nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) § 2 (1) sind Beeinträchtigungen des Klimas zu vermeiden. Für das lokale Klima sind jedoch keine spezifischen Umweltqualitätsstandards vorhanden. Eine Bewertung – insbesondere der Erheblichkeit eines Eingriffs – gestaltet sich deshalb schwierig.

Hinzu kommt, dass es unterschiedliche räumliche Ebenen gibt, in denen Auswirkungen auftreten können. Angefangen beim direkten Umfeld, über das Stadtgebiet, die regionale Skala bis hin zur globalen Skala. Im vorliegenden Fall beschränken sich spürbare Auswirkungen auf das unmittelbare Umfeld. Relevante Auswirkungen auf das gesamte Stadtgebiet ergeben sich aufgrund der Lage des Gebiets und der Luftaustauschbedingungen nicht. Signifikante klimatische Auswirkungen in regionalen und globalen Skalen sind nicht zu erwarten.

Für die Bewertung der Erheblichkeit sind mögliche Vorgehensweisen

- die Orientierung an Zielen,
- die Einschätzung der Auswirkungen,
- der Vorsorgegedanke als Maßstab.

7.1.1 Orientierung an Zielen

Als Umweltqualitätsziele können die Leitvorstellungen und Zielsetzungen hinsichtlich des Klimapotenzials herangezogen werden. Beispiele sind:

- a) Die Schadstoffkonzentration im Stadtgebiet von Oberkirch und klimarelevante Emissionen sollen reduziert werden.
- b) Die Frischluftzufuhr im Stadtgebiet soll langfristig gesichert werden.

Zu a)

Die Reduzierung der Schadstoffkonzentrationen durch die Planung eines Gewerbegebiets ist kaum möglich, da dadurch Quell- und Zielverkehre sowie gewerbliche Emissionen verursacht werden. Positiv ist die abgerückte Lage einzuschätzen, da dadurch bei den vorherrschenden Windrichtungen Immissionen im Stadtgebiet sehr gering sind.

Zudem sind Entlastungen zu erwarten, z.B. durch die Verlagerung der Fa. Rendler aus dem Stadtgebiet. Das Ziel wird zwar nicht erreicht, die Abweichung ist aber als gering einzustufen.

Zu b)

Die Frischluftzufuhr wird zwar sehr lokal, hauptsächlich im Gewerbegebiet selbst, reduziert, für das Stadtgebiet sind jedoch aufgrund der Lage des Gebiets keine Auswirkungen zu erwarten.

7.1.2 Einschätzung der Auswirkungen

Die Beurteilung der Erheblichkeit kann anhand des möglichen Ausmaßes, der möglichen Schwere, Komplexität, Dauer, Häufigkeit und Irreversibilität der Auswirkungen einer Maßnahme erfolgen.

Sowohl die lokalklimatische wie auch die lufthygienische Belastung nehmen im Plangebiet zu. Auswirkungen auf die Siedlungsbereiche sind aufgrund der Abstände und der vorherrschenden Windrichtungen jedoch gering.

Die Dauer und Häufigkeit von Belastungen hängt dabei eher von den Witterungsbedingungen (z.B. Hitzeperioden oder andauernden winterlichen Inversionslagen) ab.

Ein Kaltluftstau mit erhöhter Frostgefährdung ist durch das Gewerbegebiet nicht zu erwarten, da die Kaltluft das Gebiet bodennah umströmen kann. Nach Nordwesten hin gibt es jedoch eine windabgeschwächte Zone, die bei stabiler Schichtung eine Erstreckung von ungefähr 200 m haben kann.

7.1.3 Vorsorgegedanke als Maßstab

Zur Vorsorge als Bewertungsmaßstab finden sich bei Gaede und Härtling (2010) folgende Anmerkungen. Der Rückgriff auf das Vorsorgeprinzip setzt voraus, dass

- bei einem Phänomen, Produkt oder Verfahren mit dem Eintritt gefährlicher Folgen gerechnet werden muss,
- die möglichen negativen Folgen eines Phänomens, eines Produkts oder eines Verfahrens ermittelt worden sind und sich das Risiko durch eine wissenschaftliche Bewertung nicht mit hinreichender Sicherheit bestimmen lässt.

Gefährliche Folgen sind nicht erkennbar. Starke Emittenten sollten im Gewerbegebiet jedoch vermieden werden. Die Belastungen beschränken sich im Wesentlichen auf das Plangebiet selbst.

7.2 Maßnahmen zur Minderung unerwünschter Effekte

Zur Minimierung unerwünschter Effekte sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- a) Der Versiegelungsgrad soll möglichst gering gehalten werden.
- b) Dachbegrünung reduziert die thermischen Auswirkungen und wird deshalb empfohlen. Neben den ausgleichenden, wenn auch kaum messbaren Effekten auf die Lufttemperatur, hilft eine Dachbegrünung auch bei der Regenwasserrückhaltung. Diese Maßnahme hemmt auch bei Starkregenereignissen den Wasserabfluss, was bei der Auslegung von Versickerungsflächen hilft. Denn im gesamten Plangebiet soll das Niederschlagswasser vor Ort versickert werden.
- c) Zur Minimierung der Speicherwirkung und zur Reduktion anthropogener Abwärme sollten die Bauwerke gemäß aktuellen Wärmeschutz-Standards oder besser ausgeführt werden.
- d) Ein emissionsarmes Heizkonzept ist anzustreben. Dies reduziert die zusätzlichen lufthygienischen Belastungen.

- e) Der Anschluss an den ÖPNV und an das Radwegenetz wird als sinnvoll erachtet. Dies ermöglicht Bediensteten das Gewerbegebiet auch ohne Kraftfahrzeug zu erreichen.

8 Zusammenfassung

Die Stadt Oberkirch plant im Südwesten der Stadt das Gewerbegebiet „Korberger Matt“. Im Rahmen der Bauleitplanung sind die Auswirkungen der Planung auf das Lokalklima und die lufthygienische Situation darzustellen und zu bewerten.

Die Auswirkungen der Bebauung auf die lokalklimatischen und die lufthygienischen Verhältnisse wurden untersucht.

Durch Versiegelung und Hinderniswirkung der Bebauung sind Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse und die Durchlüftung zu erwarten. Merkliche Auswirkungen sind auf das Plangebiet selbst beschränkt. Die Siedlungsbereiche sind aufgrund des Abstands und der vorherrschenden Windrichtungen nicht beeinträchtigt.

Angrenzende landwirtschaftliche Nutzflächen können durch Windabschattungen positiv und negativ beeinträchtigt werden. Eine Zunahme der Frostgefährdung oder Hitzeschäden sind nur in Stagnationsbereichen nicht auszuschließen. Diese beschränken sich auf der windabgewandten Seite der Gebäude auf den Nahbereich bis zur 5-fachen Hindernishöhe.

Die zusätzlichen Quell- und Zielverkehre bedingen eine Zunahme der Luftbelastung. Auch hier ergeben sich im Plangebiet selbst die größten Auswirkungen. Die Grenzwerte der 39. BImSchV werden auch im Planfall mit Ausnahme der nicht beurteilungsrelevanten Fahrspuren deutlich unterschritten.

Aus klimatischer und lufthygienischer Sicht kann der Standort als geeignet betrachtet werden. Zur Minimierung unerwünschter Auswirkungen sind die Planungsempfehlungen in Kapitel 7.2 zu beachten.

Freiburg, 9. Juni 2016

Dr. Rainer Röckle
Diplom-Meteorologe

Katharina Knapp
Diplom-Mathematikerin

9 Literatur

39. BImSchV: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 3830).

BauGB: Baugesetzbuch, i.d.F.v. 23.09.2004, zuletzt geändert am 22.07.2011

BNatSchG: Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 421 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist

European Environment Agency: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2013. Technical report No 12/2013. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>

Gaede, M., Härtling, J.: Umweltbewertung und Umweltprüfung. Erschienen in der Reihe „Das Geographische Seminar“, Verlag Westermann, Braunschweig, 2010

HBS: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2001/Fassung 2009, herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), 2009.

iMA Richter & Röckle: GAK Baden-Württemberg – Erstellen eines flächendeckenden Screening-Modells für Baden-Württemberg zur Ermittlung der Geruchsausbreitung in Kaltluftabflüssen, Februar 2014.

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, L. et al., 2001: Papier („Anhang 2“) zum Workshop AUSTAL 2000 zur Formulierung des Anhanges 3 der künftigen TA Luft.

LUBW: Synthetische Windstatistiken unter

<http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brs-web/pages/map/default/index.xhtml>

LUBW–Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg: Klimaatlas Baden-Württemberg

Plate, E.J., 1982: Wind tunnel modelling of wind effects in engineering. In: Engineering Meteorology, ed.:E.J.Plate, Amsterdam:Elsevier 1982, Studies in Wind Engineering and Industrial Aerodynamics 1,pp.573-639

REKLIP: Regio-Klima-Projekt REKLIP. Klimaatlas Oberrhein Mitte – Süd. Karten und Textband, 1995. Universität Karlsruhe. Institut für Meteorologie und Klimaforschung. Prof. Fiedler

Röckle, R., Richter, C.-J.: Ausbreitung von Geruchsstoffen in Kaltluftabflüssen – Messungen und Modellrechnungen. VDI Berichte 1373 – Gerüche in der Umwelt. VDI-Verlag Düsseldorf, 1998, 249-259

VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5: Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft, Beuth Verlag Düsseldorf.

VDI-Richtlinie 3783, Blatt 10: Umweltmeteorologie – Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle – Gebäude- und Hindernisumströmung. Beuth-Verlag Düsseldorf, 2001

10 Anhang

10.1 Beschreibung des Modells LASAT

Zur Simulation der Verteilung der Luftschadstoffe wird das Prinzip der Lagrangeschen Ausbreitungsrechnung umgesetzt. Bei diesem Ansatz werden der Transport und die Durchmischung (und damit Verdünnung) von Luftbeimengungen durch die Verlagerung von Teilchen dargestellt.

Jedes Teilchen repräsentiert eine bestimmte Menge einer Luftschadstoffkomponente. Die Verlagerung erfolgt zum einen mit der am jeweiligen Teilchenort herrschenden mittleren Strömungsgeschwindigkeit, zum anderen durch eine turbulente Zusatzbewegung.

Die turbulente Bewegung wird dabei durch einen Markov-Prozess erfasst. Der Markov-Prozess beschreibt die turbulenten Geschwindigkeitsanteile in alle drei Raumrichtungen durch eine reine Zufallsbewegung und einen Anteil, der – gewissermaßen als "Gedächtnis" des Teilchens – die vorherige turbulente Verlagerung beinhaltet. Bei letzterem erfolgt die Gewichtung in Abhängigkeit des Zeitschrittes. Bei großen Zeitschritten wird der "Gedächtnis"-Teil bedeutungslos, bei kleinen Zeitschritten gewinnt er an Bedeutung. In die Berechnung fließt zudem der Turbulenzzustand der Atmosphäre, dargestellt durch die turbulente kinetische Energie oder durch turbulente Diffusionskoeffizienten, ein.

Zur Konzentrationsberechnung wird das Modellgebiet mit einem dreidimensionalen Gitter überzogen. Nach jeder Verlagerung befindet sich das Teilchen in einem Gittervolumen und wird dort registriert. Das Teilchen wird durch die Strömung und die Turbulenz verlagert und registriert, bis es das Modellgebiet verlassen hat. Um eine Schadstoffwolke geeignet zu simulieren, wird die Bahn von üblicherweise einigen 10.000 Teilchen verfolgt.

Die Konzentration ergibt sich als zeitlicher und räumlicher Mittelwert für ein Gittervolumen. Für einen bestimmten (Mittelungs-) Zeitraum werden in jedem Gittervolumen die Aufenthaltszeiten der Teilchen in diesem Volumen addiert. Die Partikelkonzentration ergibt sich, indem diese aufsummierten Zeiten durch den Mittelungszeitraum und das Gittervolumen dividiert werden. Mit Hilfe der Schadstoffmenge, die jedes Teilchen repräsentiert, kann auf die Stoffkonzentration in diesem Gittervolumen geschlossen werden.

10.2 Abbildungen

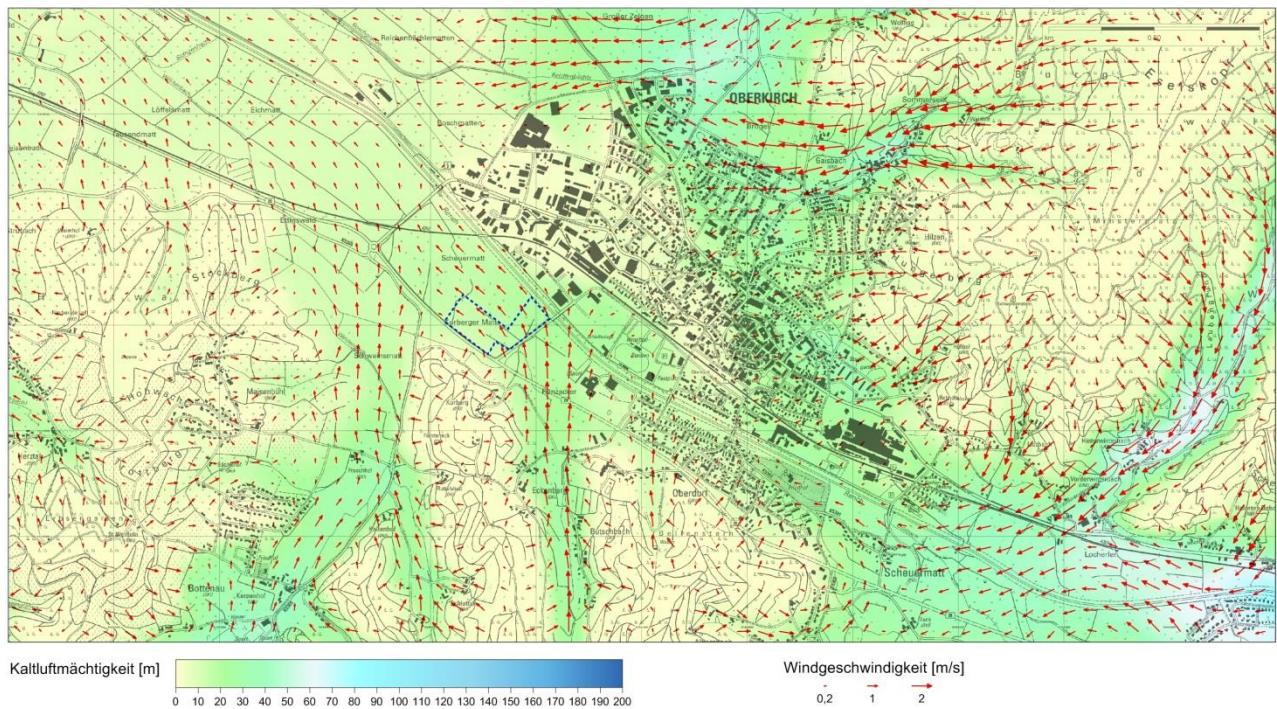


Abbildung A- 1: Höhe der fließenden Kaltluft und mittlere Strömungsgeschwindigkeit 30 Minuten nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.

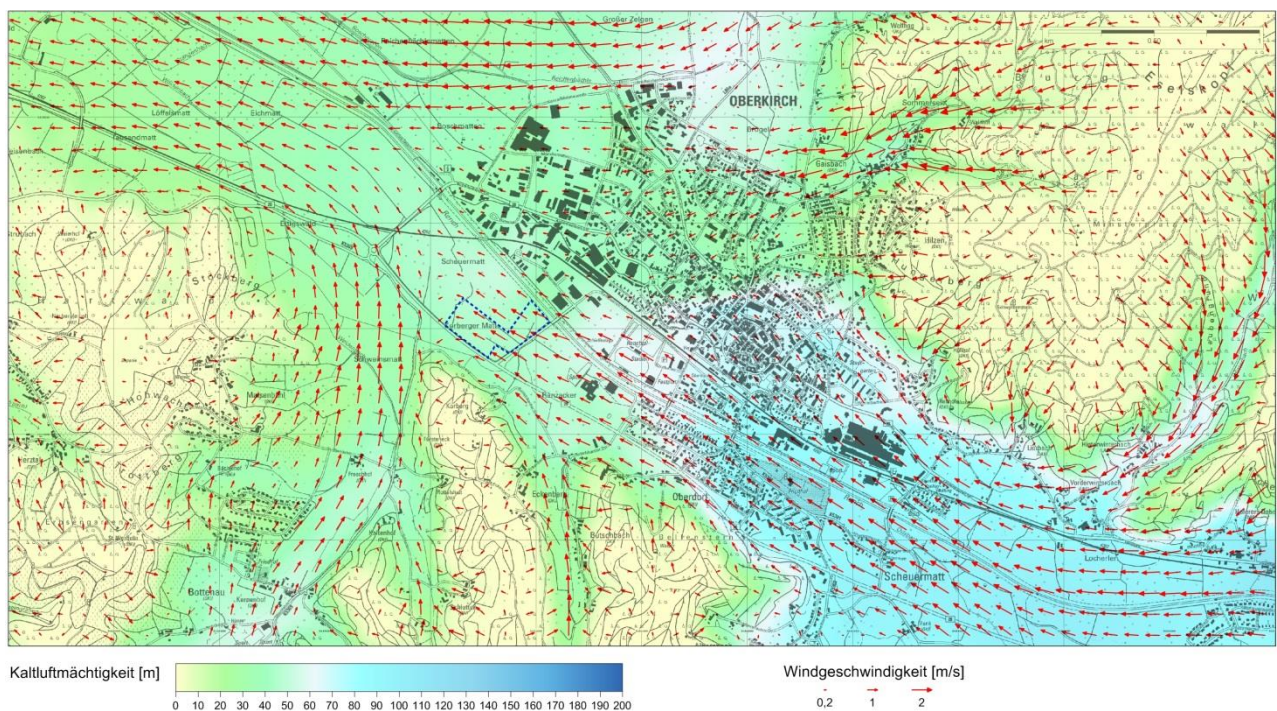


Abbildung A- 2: Höhe der fließenden Kaltluft und mittlere Strömungsgeschwindigkeit eine Stunde nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.

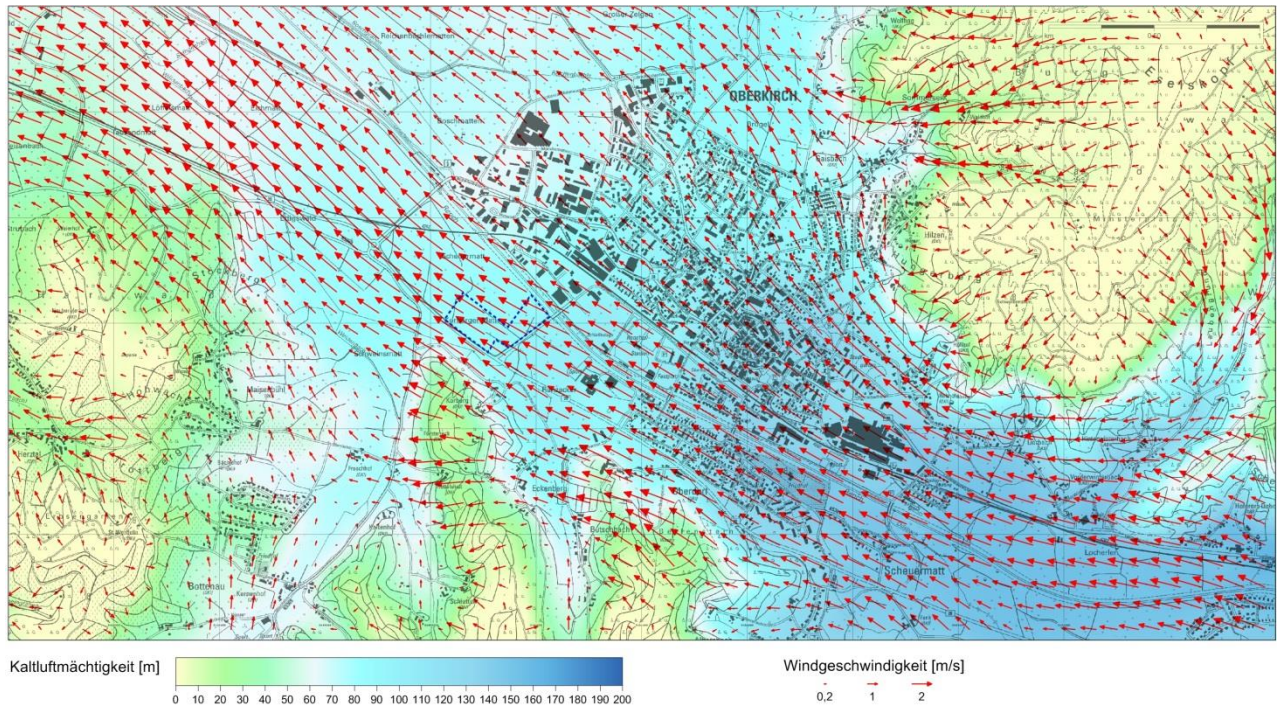


Abbildung A- 3: Höhe der fließenden Kaltluft und mittlere Strömungsgeschwindigkeit zwei Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.

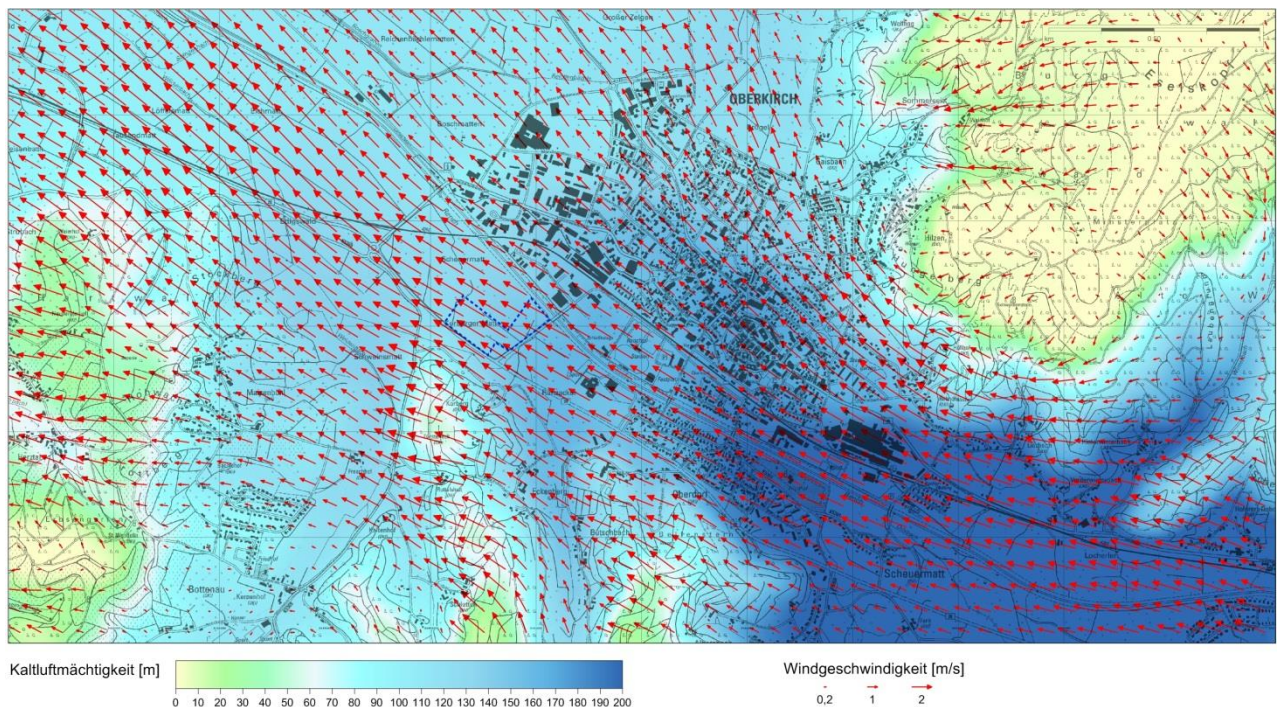


Abbildung A- 4: Höhe der fließenden Kaltluft und mittlere Strömungsgeschwindigkeit fünf Stunden nach Einsetzen der Kaltluftabflüsse.



Abbildung A- 5: Jahresmittelwerte NO₂. Oben – Nullfall 2016, unten – Planfall 2016

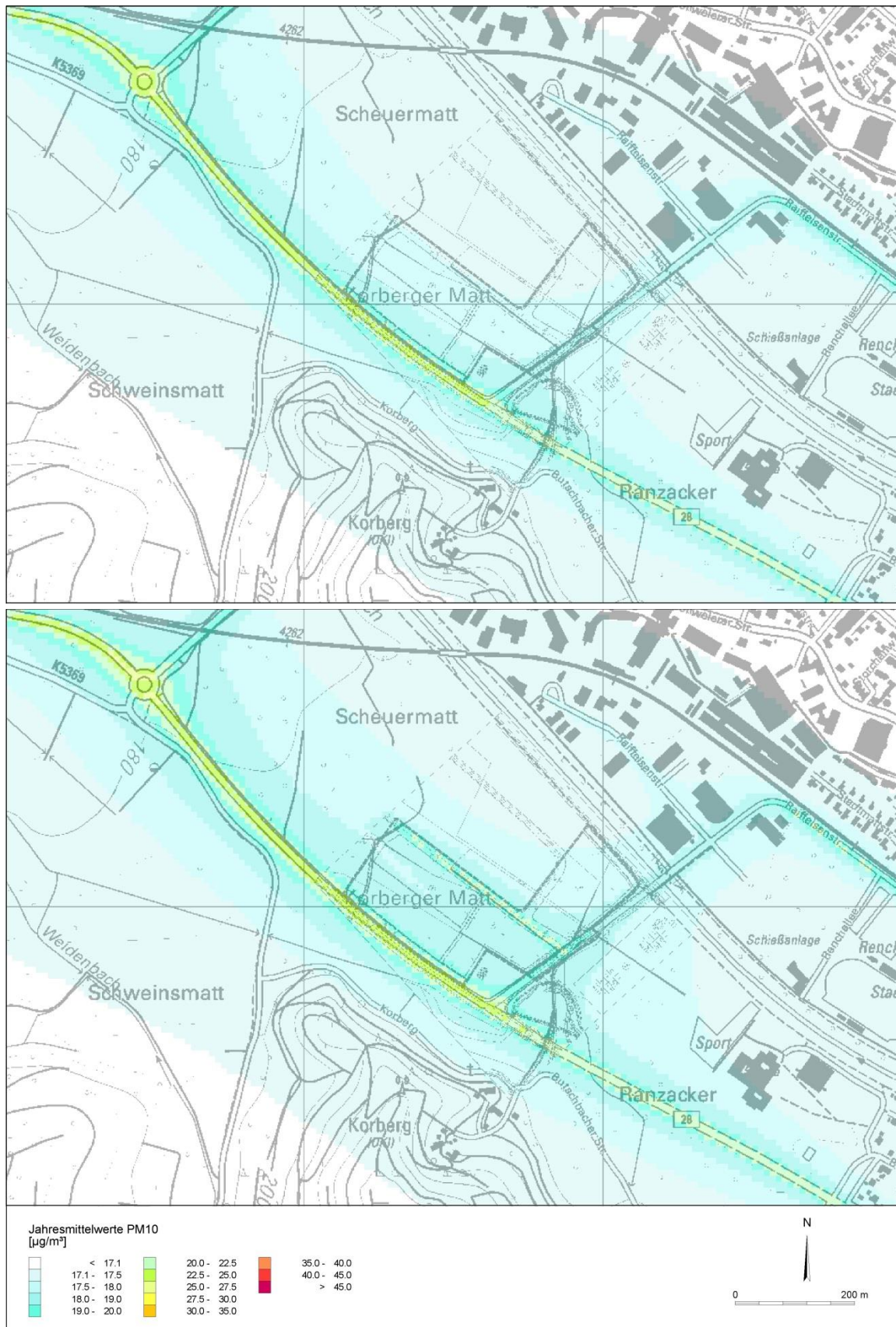


Abbildung A- 6: Jahresmittelwerte PM10. Oben – Nullfall 2016, unten – Planfall 2016



Abbildung A- 7: Jahresmittelwerte PM2,5. Oben – Nullfall 2016, unten – Planfall 2016

10.3 Eingangsdaten und Emissionen

Tabelle A-1: Fahrzeugaufkommen und Emissionen im Nullfall 2016

#	Bezeichnung	DTV	pLNF	pSNF	Typ	KSA	NO _x	NO ₂	PM10	PM2,5
		Fz/d	%	%		%	µg/(m*s)	µg/(m*s)	µg/(m*s)	µg/(m*s)
1	B28 Kreisverkehr-Tankstelle	12570	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	53,800	13,600	5,385	3,173
2	B28 Tankstelle-Tunnel	8590	2,50	7,20	Land/FernStr/100	9,00	35,256	9,017	3,626	2,147
3	Raiffeisenstr. südl.	4530	2,50	7,30	Land/HVS/50	21,00	22,558	4,831	1,955	1,170
4	Raiffeisenstr. südl.	4530	2,50	7,30	Land/HVS/50	21,00	22,558	4,831	1,955	1,170
5	Raiffeisenstr. nördl.	5080	2,50	7,30	Land/HVS/50	21,00	26,514	5,711	2,209	1,328
6	Raiffeisenstr. West	500	5,00	20,00	Land/Erschliessung/50	34,80	4,397	0,732	0,435	0,188
7	Erschließung Planung	0	2,50	7,30	Land/Erschliessung/50	34,80	0,000	0,000	0,000	0,000
8	B28	12570	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	53,800	13,600	5,385	3,173
9	nördl. Kreisverkehr	10000	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	42,020	10,654	4,282	2,523

Tabelle A-2: Fahrzeugaufkommen und Emissionen im Planfall 2016

#	Bezeichnung	DTV	pLNF	pSNF	Typ	KSA	NO _x	NO ₂	PM10	PM2,5
		Fz/d	%	%		%	µg/(m*s)	µg/(m*s)	µg/(m*s)	µg/(m*s)
1	B28 Kreisverkehr-Tankstelle	14070	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	60,829	15,354	6,029	3,553
2	B28 Tankstelle-Tunnel	9340	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	38,691	9,830	3,998	2,355
3	Raiffeisenstr. südl.	6780	2,50	8,10	Land/HVS/50	21,00	38,721	8,161	3,083	1,840
4	Raiffeisenstr. südl.	6780	2,50	7,60	Land/HVS/50	21,00	37,771	8,085	3,014	1,812
5	Raiffeisenstr. nördl.	5830	2,50	7,50	Land/HVS/50	21,00	31,120	6,684	2,564	1,538
6	Raiffeisenstr. West	500	5,00	20,00	Land/Erschliessung/50	34,80	4,397	0,732	0,435	0,188
7	Erschließung Planung	3000	2,50	10,00	Land/Erschliessung/50	34,80	20,762	4,292	2,298	0,887
8	B28	14070	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	60,829	15,354	6,029	3,553
9	nördl. Kreisverkehr	10000	2,50	7,50	Land/FernStr/100	9,00	42,020	10,654	4,282	2,523

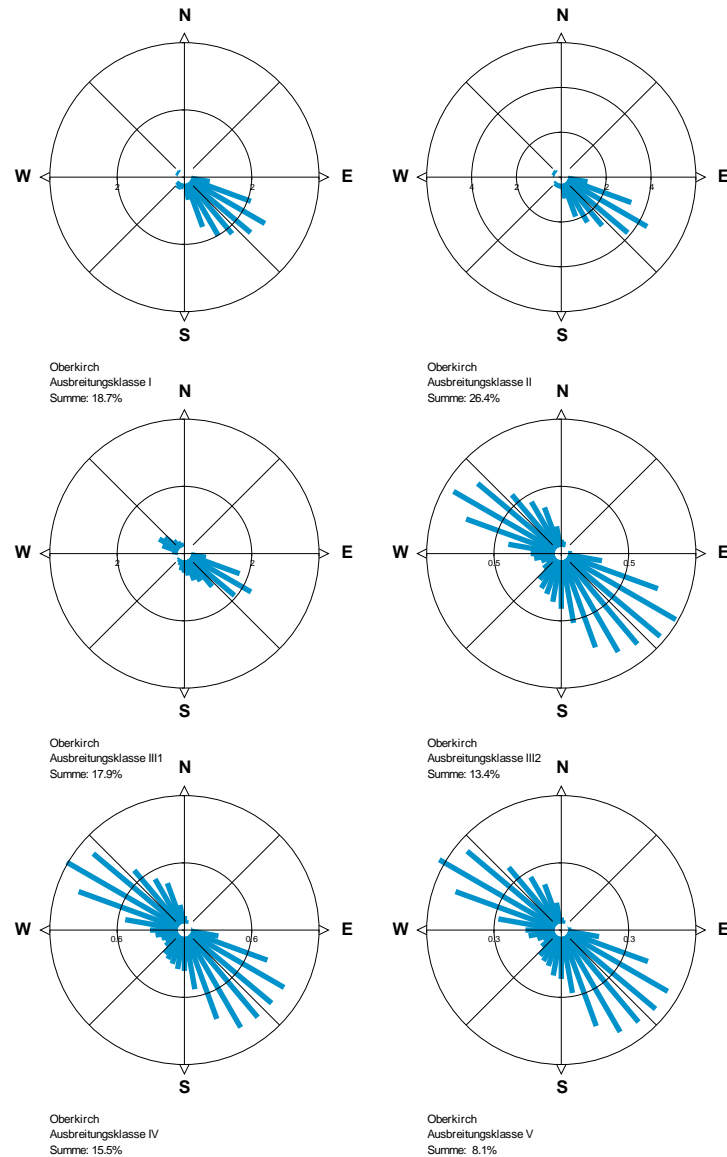
Abkürzungen

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 (Lage/Straßentypus/Tempolimit)
KSA	Kaltstartanteil in %
NO _x	NO _x -Emission in µg/(m·s)
NO ₂	NO ₂ -Emission in µg/(m·s)
PM10	PM10-Emission in µg/(m·s)
PM2,5	PM2,5-Emission in µg/(m·s)



Abbildung A- 8: Lage der Polygone mit gleichen spezifischen Emissionen

Meteorologische Eingangsdaten



Für die Ausbreitungsrechnungen kam eine Ausbreitungsklassenstatistik für Oberkirch zum Einsatz. In Abbildung A- 9 sind die Häufigkeitsverteilungen für die 6 Ausbreitungsklassen dargestellt.

Bei stabiler Schichtung (Ausbreitungsklasse I und II, meist nachts, Inversionswetterlagen) herrscht Talabwind vor. Bei den indifferenten Wetterlagen (Ausbreitungsklasse III₁ und III₂, Tag- und Nachtstunden, windig) sowie den labilen Wetterlagen (Ausbreitungsklasse IV und V, Tagstunden, sonnig, windschwach) treten beide Hauptwindrichtungen auf.

Die mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund liegt bei 1,7 m/s.

Abbildung A- 9: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen für die Ausbreitungsklassen I und II (stabil), III₁ und III₂ (indifferent) und IV und V (labil).