

Auftraggeber: **Ingenieurgesellschaft
Georg Maier mbH
Leistenstraße 8
97082 Würzburg**

Messstelle § 29b
BImSchG
Akkreditiert für
Immissionsprognosen
nach TA Luft
und GIRL

Untersuchung des Einflusses der Umgehungsstraße „Ortsumgehung West“ auf den Kaltluftabfluss in Rimpar

Projekt-Nr.: **16-01-04-S**

Umfang: **24 Seiten**

Datum: **24.03.2016**

Bearbeiter: **M.Sc.-Met. Stephan Fischer
Dipl.-Met. Dr. Jost Nielinger
(Anerkannter Beratender Meteorologe DMG e.V.)**

**IMA - Immissionen · Meteorologie · Akustik
Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Niederlassung Stuttgart
Hauptstraße 54
D-70839 Gerlingen

07156 / 5018 23
07156 / 5026 18
E-Mail: fischer@ima-umwelt.de
Internet: <http://www.ima-umwelt.de>**

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Vorgehensweise	3
3	Grundlagen „lokale Kaltluft“	4
3.1	Regelwerke.....	4
3.2	Kaltluft	4
3.3	Beurteilung / Bewertung.....	5
4	Modell.....	6
5	Örtliche Verhältnisse	9
6	Eingangsdaten	12
6.1	Rechengebiet	12
6.2	Geländehöhe	13
7	Ergebnisse.....	16
8	Zusammenfassung.....	22
	Literatur	24

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Ingenieurgesellschaft Georg Maier bearbeitet derzeit die Planung der Umgehungsstraße „Ortsumgehung West“ für die Gemeinde Rimpar Markt. Dabei soll ein Tal mit einem 10 - 12 m hohen Straßendamm auf einer Länge von ca. 500 m überquert werden.

Das Gelände in diesem Tal fällt von West nach Ost ab. Der Straßendamm quert dieses Tal von Nord nach Süd. Im Talgrund ist für die Umgehungsstraße eine Brücke (lichte Weite 7 m, lichte Höhe 5 m) vorgesehen.

Für das Planfeststellungsverfahren war zu untersuchen, ob sich durch den Bau des Straßendamms ein Kaltluftsee an dessen Westseite ausbildet. Zur Beurteilung der Situation sollen zwei Simulationen der „lokalen Kaltluft“ (im weiteren Verlauf dieses Dokuments Kaltluft genannt) durchgeführt werden, einmal für den Zustand vor dem Straßenbau (Ist-Zustand) und einmal für den Fall mit der geplanten Umgehungsstraße (Planfall).

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG ist von der DAkkS akkreditiert nach DIN EN ISO/IEC 17025 unter anderem für die Immissionsprognosen nach TA Luft und GIRL (D-PL-14202-01-00). Im Rahmen der Akkreditierung betreibt die iMA ein Qualitätsmanagementsystem, das selbstverständlich auch für die nicht in den Akkreditierungsbereich fallenden lokalklimatischen Untersuchungen eingesetzt wird.

2 Vorgehensweise

Zunächst wurden das Untersuchungsgebiet und dessen Umgebung für die Strömungssimulation digital erfasst. Dazu wurde das Modellgebiet in zwei ineinander geschachtelte Rechengitter gegliedert. Dabei hat das innere Berechnungsgitter eine sehr feine Auflösung von 2 m. Für jedes Rechengitter wurden die Daten zur Geländehöhe und (Topographie) sowie die Daten zur Landnutzung in das modelleigene Format übertragen. Es wurde je ein Modellsetup für den Ist-Zustand (ohne Straßendamm) und für den Planfall (mit Straßendamm) erstellt. Die Brücke als Baukörper wurde über einen Strömungswiderstand im Modell parametrisiert, damit ihre Wirkung als Strömungshindernis in der Berechnung realistisch erfasst werden kann.

Für die beiden Varianten „Ist-Zustand“ und „Planfall“ wurde jeweils eine Simulation der Kaltluftströmungen während einer Kaltluftnacht mit dem Modellsystem KALAS (/3/) durchgeführt.

Aus den Ergebnisse der Kaltluftsimulation wurden die Kenngrößen Kaltluftmächtigkeit (Schichtdicke), Kaltluftfließgeschwindigkeit (Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft), Kaltluftvolumenstromdichte (Kaltluftmenge pro Zeit) und Temperaturdifferenz graphisch aufbereitet, ausgewertet und im vorliegenden Bericht dokumentiert.

3 Grundlagen „lokale Kaltluft“

3.1 Regelwerke

Basis für die Untersuchung bildet die VDI Richtlinie 3787 Blatt 5 (/1/) vom Dezember 2003, welche die grundlegenden Untersuchungsschritte zur Kaltluftuntersuchung zusammenfasst sowie Hinweise auf die zu beachtenden Gesetze und Vorschriften gibt.

In der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (/1/) wird der Ansatz, Kaltluft als Planungsfaktor zu verstehen, auf eine physikalisch begründete Basis gestellt. Damit ergeben sich Möglichkeiten, Kaltluft in die räumliche Gesamtplanung auf regionaler und kommunaler Ebene, d.h. in die Regionalpläne/Regionalen Raumordnungspläne sowie in die Flächennutzungs- und Bebauungspläne einzubeziehen.

Neben den lufthygienischen Auswirkungen sowie den Einfluss von Kaltluft auf die human-biometeorologischen Wirkungsfaktoren behandelt diese VDI-Richtlinie auch die Auswirkungen der Kaltluft auf Pflanzen, Straßen und Siedlungen.

Im Anhang A der VDI 3787 Bl. 5 (/1/) werden außerdem Anforderungen an die Methodik der numerischen physikalischen Modellierung von Kaltluftphänomenen (Dynamik, Thermodynamik) formuliert.

Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass es für die quantitative Beurteilung der Auswirkungen von Planungen auf bestehende Kaltluftströmungen bislang keine gesetzlichen Vorgaben gibt. Es existieren derzeit auch keine Richtlinien oder Leitfäden, in denen eine entsprechende Beurteilung vereinheitlicht wurde.

3.2 Kaltluft

Das Phänomen der sogenannten lokalen Kaltluft nimmt in der Raum- und Stadtplanung eine große Bedeutung ein. Der Begriff „lokal“ impliziert dabei, dass es sich bei den Orten der Entstehung von Kaltluft, deren Ausbreitung und dem Ort der Einwirkung von Kaltluft um räumlich nah beieinanderliegende Bereiche (innerhalb weniger Kilometer) handelt, die außerdem zu einem lokalklimatischen, zusammenhängenden Komplex gezählt werden können. Ein Beispiel dafür ist eine Großstadt, die von begrünten Hügeln umgeben wird. Großräumigere Effekte, bei denen thermische Windsysteme weit über diese Skala hinausgehen, beispielsweise auch Land-See-Windsysteme, werden nicht im Rahmen von lokaler Kaltluft betrachtet.

Kaltluftströmungen entstehen in wolkenarmen Nächten bei großräumig windschwachen Wetterlagen in gegliedertem Gelände. Über Grünland und Ackerland kühlt der Boden und damit die darüber liegende Luft deutlich stärker ab als über Wald- und Siedlungsgebieten. Die kühlere Luft setzt sich, da sie schwerer ist, zunächst dem lokalen Geländegefälle folgend hangabwärts in Bewegung (Kaltluftabfluss). Mehrere solcher Kaltluftabflüsse können sich im Laufe der Nacht zu Kaltluftströmungen und Kaltluftströmungssystemen zusammenschließen, die auch in ebenes Gelände hineinreichen und niedrige Hügel überströmen können.

Neben den meteorologischen Voraussetzungen (windstill, wolkenarm) stellt die Topografie und ihr Beschaffenheit eine grundlegende Voraussetzung zur Bildung von Kaltluftströmungen dar. Geländeform, Exposition, Art der Oberfläche und deren physikalische Eigenschaften, die durch

Bodenart und Bodenbeschaffenheit festgelegt sind, bestimmen die jeweilige Abkühlungsrate der Luft.

Die Fließgeschwindigkeit der Kaltluft hängt von der Neigung und der Rauigkeit der Oberfläche des Geländes ab. Die lokale Fließrichtung wird beim Kaltluftabfluss vom Gelände bestimmt. Einzelne Gebäude oder Dämme können luvseitig einen Kaltluftstau verursachen und mit zunehmender Kaltluftschichtdicke zeitversetzt über- und/oder umströmt werden.

In tiefer gelegenen konkaven Geländeteilen wie in Tälern, Talkesseln, Schluchten und Mulden kann sich die Kaltluft sammeln und es können sich Kaltluftseen bilden.

Auch einzelne Dämme können in Tälern einen Kaltluftstau auslösen. Das betrifft sowohl Hindernisse, die quer zur Talsohle verlaufen, als auch solche, die hangparallel orientiert sind. Die luvseitige horizontale Reichweite des Kaltluftstaus hängt u.a. vom Gefälle der Talsohle bzw. des Hanges ab und kann das 10fache der Dammhöhe betragen. Die nachfolgende Kaltluft gleitet über die im Staubereich des Dammes liegende bodennahe Kaltluft hinweg, so dass sich die Erstreckung des dammbedingten Kaltluftsees nicht mehr ändert. Laut Text der VDI 3787 BI 5 (/1/) kann die Ausbildung von Kaltluftstaus vor Dämmen durch Durchlässe von mindestens 10 m Breite wirksam unterbunden werden.

3.3 Beurteilung / Bewertung

Die Notwendigkeit, das Phänomen Kaltluft in der Raumplanung zu berücksichtigen, ergibt sich u.a. daraus, dass die immissionsklimatische Qualität von Freiräumen, d.h. vor allem deren Nutzung, in deutlicher Wechselwirkung mit Kaltluftentstehung und Kaltluftabfluss steht. Auch reagieren bestimmte Freiraumnutzungen wie Wein- und Obstbau sensibel auf Kaltluft. Im Rahmen der Regional- und Bauleitplanung dürften allerdings eher positive Aspekte der Belüftung und des Ausgleichs hoher Wärmebelastungen sowie der Wirkung auf die Luftqualität im Vordergrund stehen.

So kann Kaltluft bei windschwachen, wolkenarmen Wetterlagen eine tagsüber entstandene Wärmebelastung in Siedlungsgebieten nachts ausgleichen. Lufthygienisch unbelastete Kaltluft („Frischluff“), die nach Überwindung der Randbebauung in Siedlungskörper eindringt, kann so die dortige Luftqualität verbessern.

Zur Bewertung des Einflusses eines bestimmten Vorhabens auf die bioklimatische Wirkung von Kaltluft wird im vorliegenden Fall ein Szenarienvergleich angestellt. Hierzu wird die Wirkung von Kaltluft im Ist-Zustand der Wirkung gegenübergestellt, die sich nach der Realisierung des Vorhabens einstellt. Die Wirkung wird möglichst anhand von numerischen Kennzahlen oder Indizes ausgedrückt, so dass ein unmittelbarer Vergleich möglich wird.

Beispiele für solche Kennzahlen sind die Kaltluftmächtigkeit, die Kaltluftfließgeschwindigkeit oder die Kaltluftmenge pro Zeit, ausgedrückt als die Kaltluftvolumenstromdichte, hier gemittelt über die Kaltluflhöhe. Werte der letztgenannten Kenngröße werden zur besseren Vergleichbarkeit in diskrete Klassen eingeteilt, die dann das Durchlüftungspotenzial mit „gering“, „schwach“, „mittel“, „gut“ und „sehr gut“ charakterisieren:

- Bis $7,5 \text{ m}^3/(\text{m s})$: geringes Durchlüftungspotenzial
- Über $7,5 \text{ m}^3/(\text{m s})$: schwaches Durchlüftungspotenzial
- Über $15 \text{ m}^3/(\text{m s})$: mittleres Durchlüftungspotenzial
- Über $25 \text{ m}^3/(\text{m s})$: gutes Durchlüftungspotenzial
- Über $50 \text{ m}^3/(\text{m s})$: sehr gutes Durchlüftungspotenzial

Die Werte der Kaltluftvolumenstromdichte hängen direkt vom Höhenintervall ab, dass bei ihrer Ermittlung betrachtet wird. Im vorliegenden Fall wurde sie über den Höhenbereich bestimmt der vom Boden bis zu der Höhe reicht, in der die Temperatur wenigstens 1 Kelvin unter der Umgebungstemperatur liegt (Obergrenze der signifikanten Kaltluftschicht).

Eine Sonderauswertung kann zudem zeigen, in wie weit mit einer Abkühlung in Staubereichen von Kaltluft oder in Kaltluftseen zu rechnen ist.

4 Modell

Für die Simulation der Kaltluft wurde ein Rechenverfahren auf der Basis von LASAT® (Ing. Büro Janicke /4/, /5/; Muttermodell von Austal2000 /6/) verwendet, das vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie veröffentlicht wurde (KALAS, /3/). Dem Grundsatz nach ist das Modell KALAS (/3/) ein prognostisches Windfeldmodell, das für den vorliegenden Fall um das diagnostische Windfeldmodell LPRWND (Bestandteil des Softwarepakets LASAT, /4/, /5/) ergänzt wurde, um das Windgeschwindigkeitsfeld divergenzfrei zu rechnen. Das Modell erfüllt die fachlichen Grundvoraussetzungen an ein prognostisches Windfeldmodell, die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 7 (/2/) beschrieben sind.

Das Modell berücksichtigt Hangabtriebskräfte, Druckausgleich, Reibung und Trägheit der Kaltluft und prognostiziert die Dynamik der Strömung, von der Kaltluftentstehung, beginnend in den Abendstunden, bis hin zum Abfluss bzw. Auflösen der Kaltluft am Morgen in Folge solarer Einstrahlung. Für die Entstehung von Kaltluft im bodennahen Bereich wurde ein energetischer Ansatz gewählt, der unmittelbar die Strahlungsbilanz zwischen Boden und Atmosphäre beschreibt.

Der energetische Ansatz orientiert sich an der bei prognostischen Windfeldmodellen üblichen Methode, dass Luftvolumina in Bodennähe aufgrund der negativen Strahlungsbilanz abgekühlt werden (Austrag von thermischer Energie). Dieser Ansatz wird abhängig von der Landnutzung modelliert. Um einen Vergleich mit Literaturwerten zu ermöglichen, stellt die folgende Tabelle dar, welchen produzierten Kaltluftmengen der energetische Ansatz in Abhängigkeit von der Landnutzung entspricht. Die Werte orientieren sich an Untersuchungen, die in der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (/1/) veröffentlicht sind.

Tabelle 4-1: Kaltluftproduktion in Abhängigkeit von der Landnutzung

Landnutzungsklasse	produzierte Kaltluftmenge (m³/(m² h))
Flächen durchgängig städtischer Prägung	0
Flächen nicht-durchgängig städtischer Prägung	0
Industrie- und Gewerbeflächen	0
Straßen und Eisenbahn	0
Hafengebiete	0
Flughäfen	10
Abbauflächen	4
Deponien und Abraumhalden	4
Baustellen	4
Städtische Grünflächen	32
Sport und Freizeitanlagen	32
Nicht bewässertes Ackerland	12
Permanent bewässertes Ackerland (nicht im Datensatz vorkommend)	12
Reisfelder (nicht im Datensatz vorkommend)	12
Weinbauflächen	12
Obst- und Beerenobstbestände	12
Olivenhaine (nicht im Datensatz vorkommend)	12
Wiesen und Weiden	12
Mischung einjähriger Früchte mit Dauerkulturen (nicht im Datensatz vorkommend)	12
Komplexe Parzellenstrukturen	12
Landwirtschaft mit natürlicher Bodenbedeckung	12
Agroforstlich genutzte Flächen (nicht im Datensatz vorkommend)	20
Laubwald	27
Nadelwald	27
Mischwald	27
Natürliches Grasland	32
Heiden und Moorheiden	20
Hartlaubgewächse (nicht im Datensatz vorkommend)	20
Wald-Strauch-Übergangsstadien	20
Strände, Dünen und Sandflächen	15
Felsflächen ohne Vegetation	15
Flächen mit spärlicher Vegetation	15
Brandflächen	15
Gletscher und Dauerschneegebiete	0
Sümpfe	0
Torfmoore	0
Salzwiesen	0
Salinen (nicht im Datensatz vorkommend)	0
In der Gezeitenzone liegende Flächen	0
Gewässerläufe	0
Wasserflächen	0
Lagunen	0
Mündungsgebiet	0
Meere und Ozeane	0
Flächen außerhalb des Bearbeitungsgebietes	0

Eine alleinverbindliche Methode zur sachgerechten Berücksichtigung von Kaltluftströmungen in Geruchsausbreitungsrechnungen ist gegenwärtig in den Gesetzen, Richtlinien und Leitfäden zur Ausbreitungsrechnung nicht verankert.

Aus einer Reihe möglicher Ansätze ragt die flächendeckende 3dimensionale Berücksichtigung der Kaltluftströmungen im Rahmen der Windfeld- und Ausbreitungsrechnung, das Modellsystem KALAS (Kaltluftströmungen in LASAT), heraus. Es wurde vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie im Rahmen eines eigens erstellten Leitfadens zur Anwendung empfohlen (/3/).

Das Modell KALAS zur numerischen Berechnung von Kaltluft-Windfeldern wurde von der IfU GmbH entwickelt, um mit den Komponenten des Ausbreitungsmodells LASAT Kaltluftabflüsse bei Ausbreitungsrechnungen im Rahmen des Anhangs 3 der TA Luft zu berücksichtigen. KALAS erlaubt die numerische Berücksichtigung von stationären und zeitabhängigen Kaltluftabflüssen. Dabei werden die formalen Anforderungen von VDI 3787 Blatt 5 (/1/) an ein Kaltluftmodell erfüllt. Dem Wesen nach werden in den stundenfeinen meteorologischen Eingangsdaten Situationen und mehrstündige Phasen mit möglichen Kaltluftströmungen identifiziert.

Für diese Situationen/Phasen werden dann die Windfelder mit übergeordnetem Wind (Ergebnis des LASAT-Windfeldmodells Lprwnd) mit Windfeldern eines prognostischen 3dimensionalen Kaltluftströmungsmodells kombiniert. Je geringer die übergeordnete Windgeschwindigkeit, desto dominanter treten dabei die Kaltluftströmungen in den Vordergrund.

Da das Kaltluftströmungsmodell auch die zeitliche Entwicklung von Kaltluftströmungen berechnet, können je nach Zeitpunkt innerhalb einer Kaltluft-Phase zeitabhängige realistische Kaltluft-Strömungsfelder überlagert werden.

Für die Modellierung der Kaltluftabflüsse in diesem Projekt wurde kein übergeordneter Wind berücksichtigt. Die Kenngrößen der Kaltluftabflüsse bleiben dadurch unbeeinflusst von übergeordneten Effekten. Diese Vorgehensweise ermöglicht es Unterschiede zwischen den Szenarien in ihrem maximalen Ausmaß zu erkennen. In der Realität werden Kaltluftabflüsse immer durch komplexere Einflüsse wie den übergeordneten Wind in ihrer reinen Ausprägung abgeschwächt. Die hier ermittelten Unterschiede in den Szenarien Ist-Zustand und Planfall stellen somit eine Überschätzung dessen dar, was in der Realität tatsächlich an Unterschieden zu erwarten ist. Die Prognose der Unterschiede liegt damit auf der sicheren Seite.

Details zum physikalischen Hintergrund des Verfahrens bis hin zu den verwendeten Ansätzen und Formeln lassen sich aus der Originalveröffentlichung des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (/3/) entnehmen.

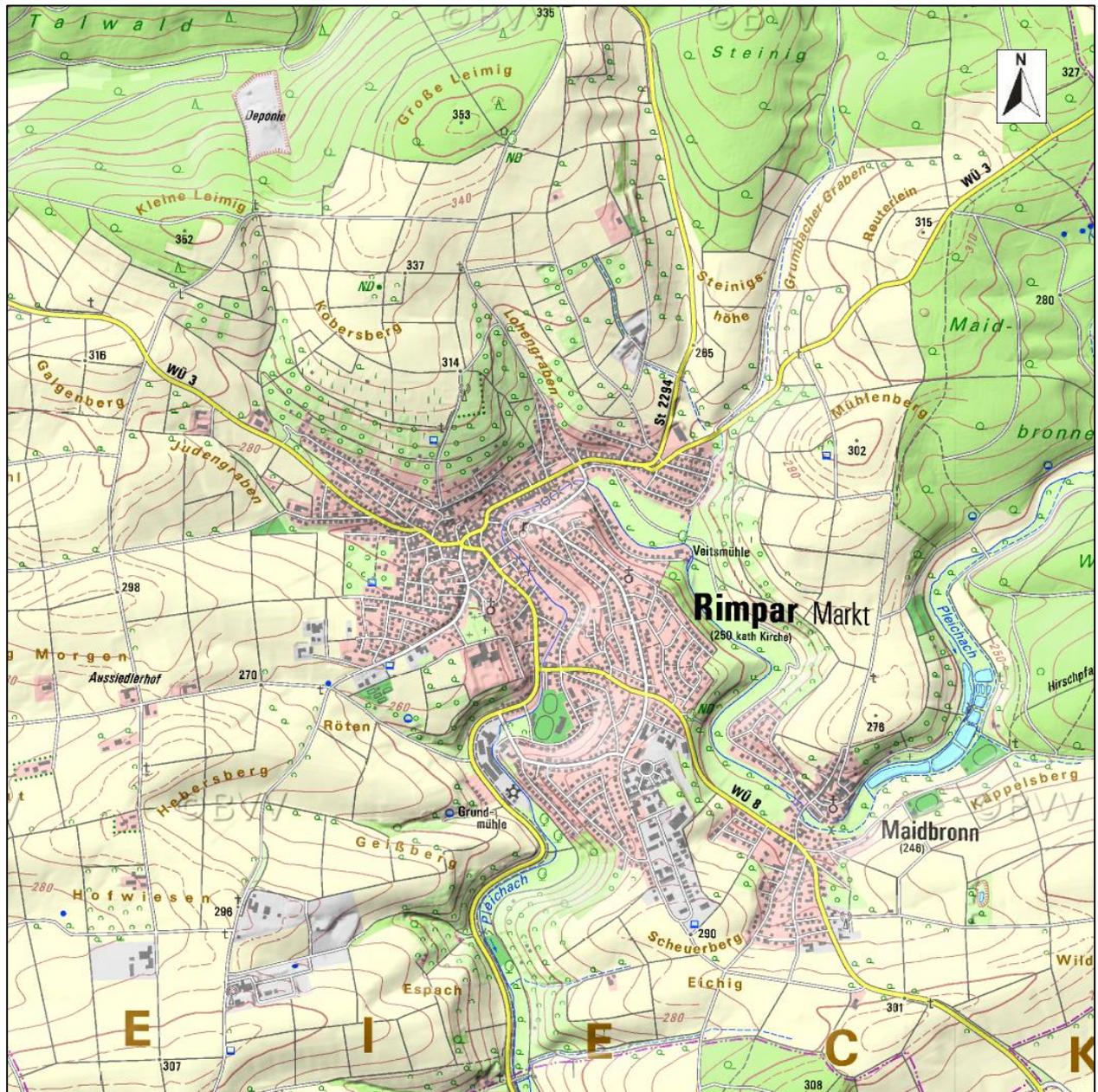


Abb. 5-2: Topographische Karte von Rimpark (Quelle: BayernAtlas).

Die folgende Abbildung 5-3 zeigt die geplante „Ortsumgebung West“ vor einer topographischen Karte.

Die nicht bebaute Umgebung von Rimpark besteht aus Ackerland und Grünland (Abb. 5-4).

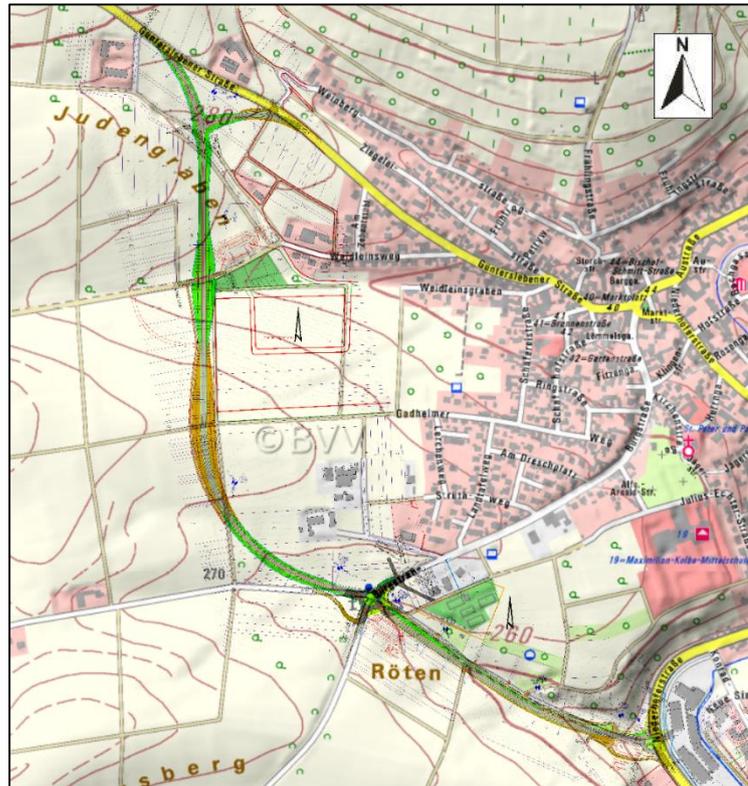


Abb. 5-3: Topographische Karte mit der geplanten Umgehungsstraße (Quelle: BayernAtlas).



Abb. 5-4: Luftbild von Rimpar (Quelle: BayernAtlas).

6 Eingangsdaten

6.1 Rechengebiet

Das Rechengebiet muss in der Kaltluftsimulation zum einen aus dem Untersuchungsgebiet für welches die Änderung der Kaltluftsituation erwartet werden, zum anderen aus dem Einzugsgebiet, in welchem die Kaltluft gebildet wird, bzw. in welches die Kaltluft abfließt, zusammengestellt werden.

Das Berechnungsgebiet wurde daher durch zwei ineinander geschachtelte Rechengitter erfasst (vergleiche Tabelle 6-1, Abbildung 6-1). Das äußere Gitter (Abbildung 6-1, blau) überdeckt das gesamte Rechengebiet mit einer Maschenweite (horizontal) von 64 m und umfasst alle relevanten Höhenzüge, Hügel und Täler, welche die Kaltluft am Untersuchungsstandort beeinflussen können. Das innere Gitter löst den Bereich um den Straßendamm und dessen nähere Umgebung mit einer Maschenweite von 2 m auf.

Tab. 6-1: Eigenschaften der verwendeten Rechengitter. Bezugspunkt (Nullpunkt des Modells) ist Rechtswert= 4.351.700, Hochwert = 5.526.050.
LUE steht für „linke untere Ecke“, ROE für „rechte obere Ecke“.

Nummer	Maschenweite in Meter	Anzahl Maschen West-Ost	Anzahl Maschen Süd-Nord	Ausdehnung West-Ost in Meter	Ausdehnung Süd - Nord in Meter	Rechts- und Hochwert LUE	Rechts- und Hochwert ROE
1	2	500	500	1000	1000	4351700 5526050	4352700 5527050
2	64	200	200	12.800	12.800	4345800 5520150	4358600 5532950

Der vertikale Abstand der Rechenflächen beträgt 1 m vom Boden bis in eine Höhe von 20 m. Darüber steigt der Abstand der Rechenflächen zunächst geringfügig, dann schneller an, bis das Modellgebiet mit 42 Rechenflächen eine Höhe von 658 m über Grund erreicht.

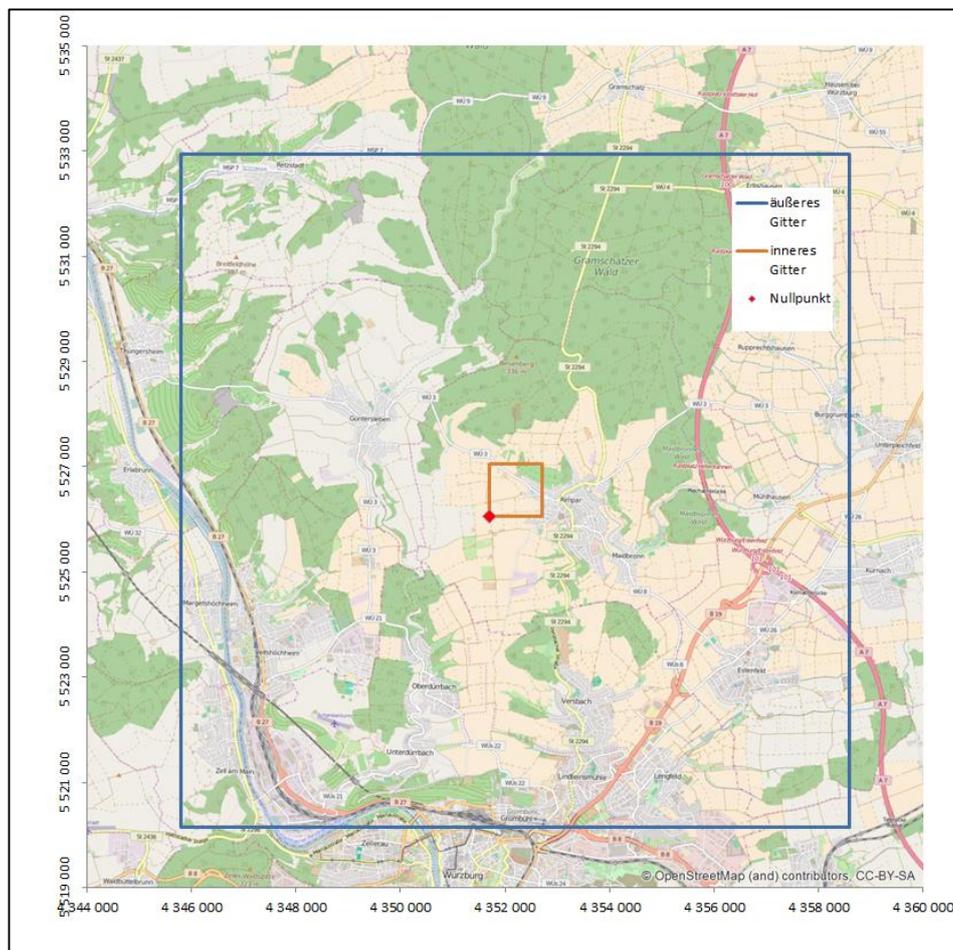


Abb. 6-1: Berechnungsgebiet (hier: Lage des äußeren Berechnungsgitters, blau) und hochauflösendes inneres Gitter (orange) sowie die Lage des Gitterursprungs (Nullpunkt der Berechnungsgitter, rot).

6.2 Geländehöhe

Wie bereits in Kapitel 3.2 erläutert, ist die Geländeform und -exposition entscheidend für die Bildung und den Abfluss von Kaltluft. Die Geländehöhe wurde daher in allen Rechengittern berücksichtigt. Für das innere Berechnungsgitter wurden DGM-Daten des Bayerischen Landesvermessungsamt (/7/) mit einer Auflösung von 2 m verwendet. Für den Planfall wurden die Höheninformationen des geplanten Straßendamms den Geländedaten im inneren Berechnungsgitter aufgeprägt (Abb. 6-2).

Als digitales Höhenmodell des äußeren Berechnungsgitters wurden GlobDEM50-Daten (/8/) verwendet.

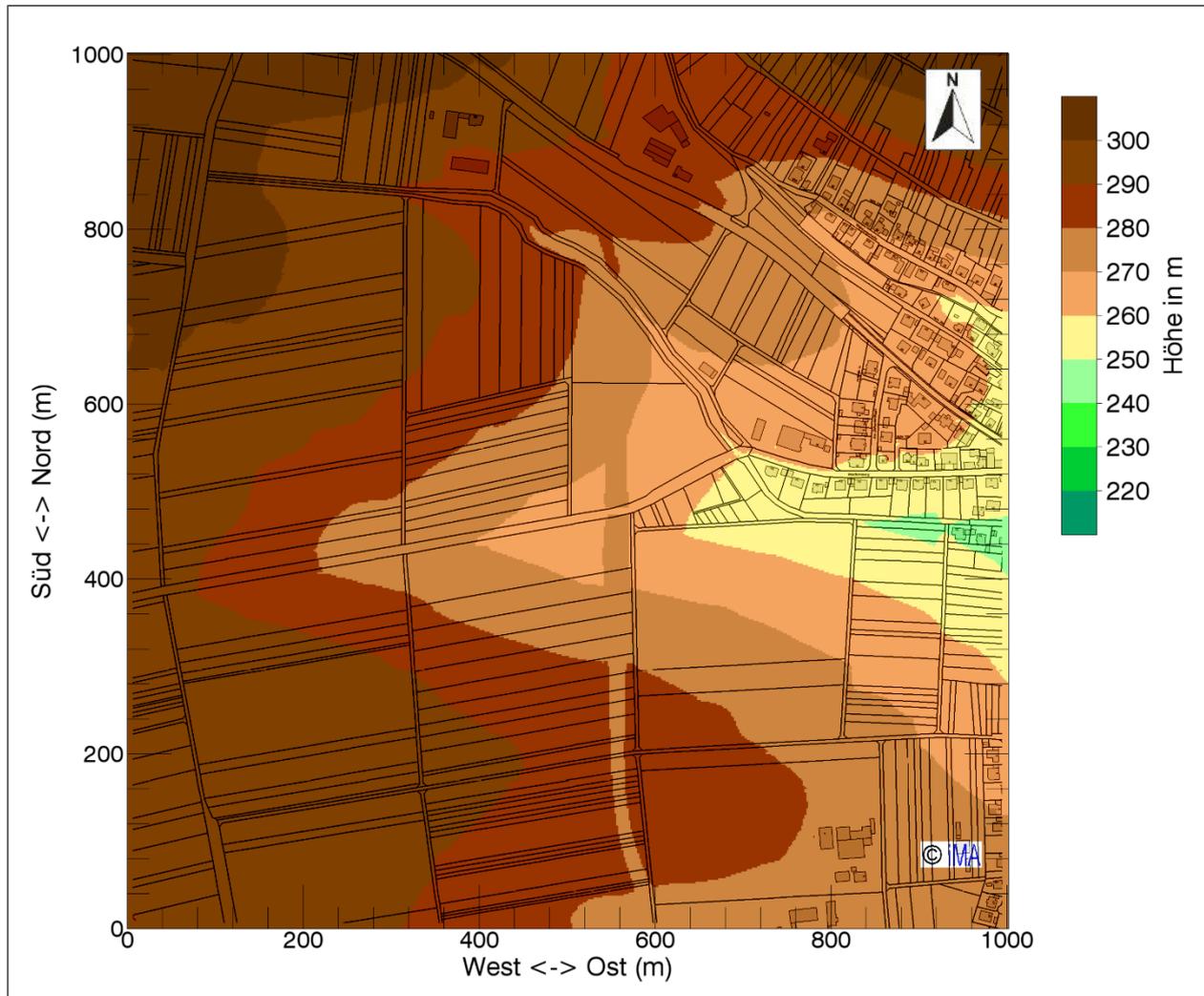


Abb. 6-2: Geländehöhe im inneren Berechnungsgebiet in m ü. NHN. Der geplante Straßendamm zeichnet sich in der Bildmitte in Süd-Nord-Richtung ab.

Die Topographie wurde orts aufgelöst über die Geländehöhe, die CORINE-Landnutzungsclassen (/9/) und die Bodenrauigkeit nach TA Luft berücksichtigt.

Die folgende Abbildung 6-3 zeigt die orts aufgelöste CORINE-Landnutzung (Stand 2006, /9/) in einer räumlichen Auflösung von 100 m. Diese Daten wurden für die Verwendung im genaueren 64 m Gitter transponiert und auch in das hochauflösende Gitter übertragen.

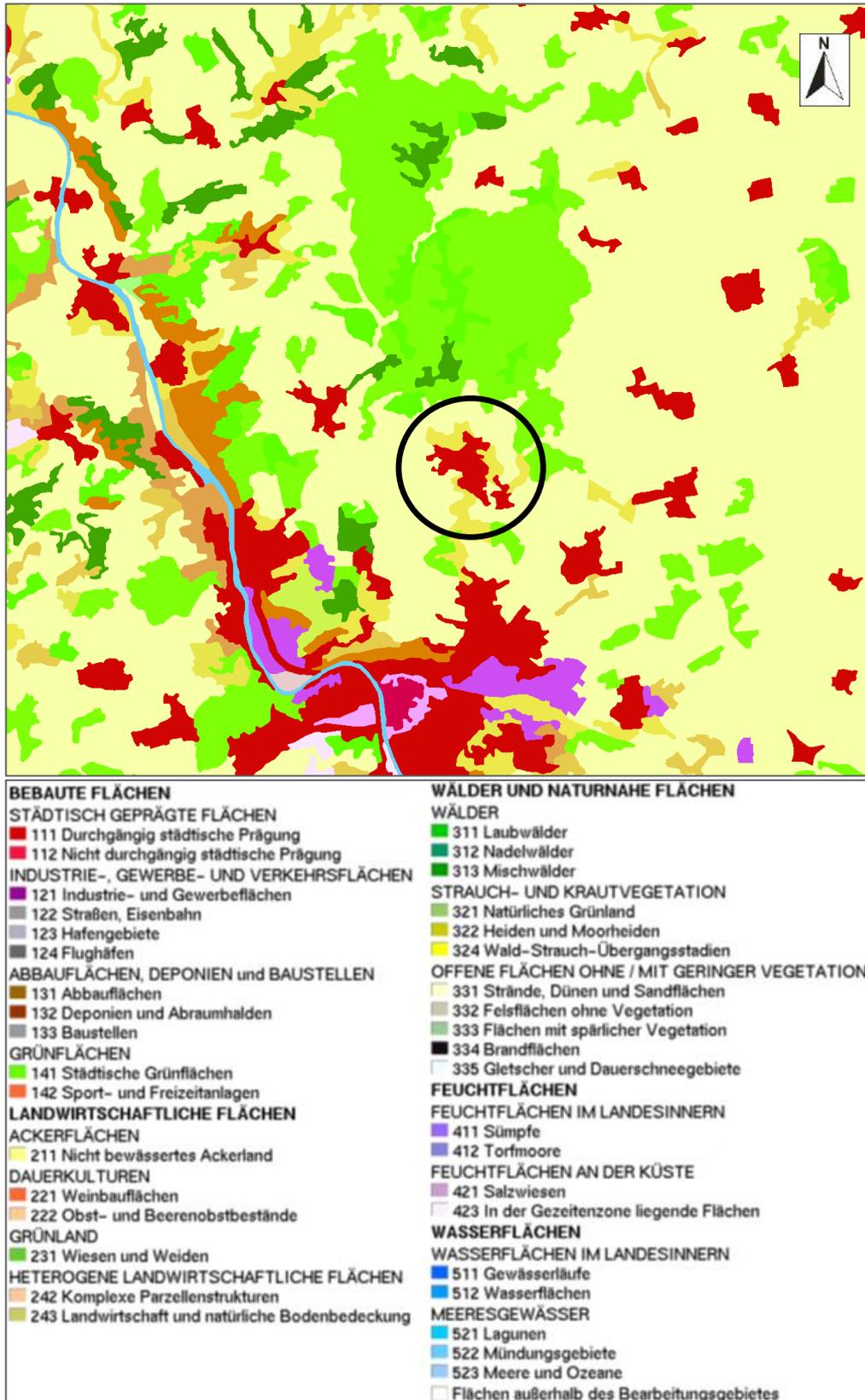


Abb. 6-3: Landnutzung nach CORINE als Eingangsdaten für die Kaltluftmodellierung. Rimpark ist durch einen schwarzen Kreis in der Mitte der Abbildung markiert.

7 Ergebnisse

Der Einfluss durch den geplanten baulichen Eingriff im Szenarienvergleich ist dann am stärksten, wenn der Kaltluftabfluss einen stationären Zustand annimmt. Im vorliegenden Fall ist das etwa 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation.

Für alle vorangegangenen Zustände ist die Durchlüftung geringer, und damit auch der Effekt, den der Straßendamm ausübt. Aus Gründen der Prägnanz und Übersichtlichkeit wurden deshalb im nachfolgenden die Kenngrößen zum Zeitpunkt 6 h nach Beginn der Kaltluftsituation dargestellt. Ähnliches gilt auch für die gewählte Höhe von 4 m, in der die Kaltluftgeschwindigkeit beispielhaft dargestellt wird, da dort ein Maximum der Geschwindigkeit auftritt.

Die folgenden Abbildungen zeigen die berechnete Kaltluftmächtigkeit (in Meter) für den Ist-Zustand (Abb. 7-1) und für den Planfall (Abb. 7-2).

Aus den beiden Abbildungen ist zu erkennen, dass die Kaltluftmächtigkeit im Bereich des Straßendamms geringfügig zunehmen wird (rote Bereiche entlang des Straßendamms, Abb. 7-2). Das ist bereits ein Hinweis darauf, dass sich im Luv des Straßendamms eine Stauzone der Kaltluft ausbildet. Diese beschränkt sich jedoch auf einen kleinen Bereich (ca. 50 m Reichweite) um den geplanten Straßendamm.

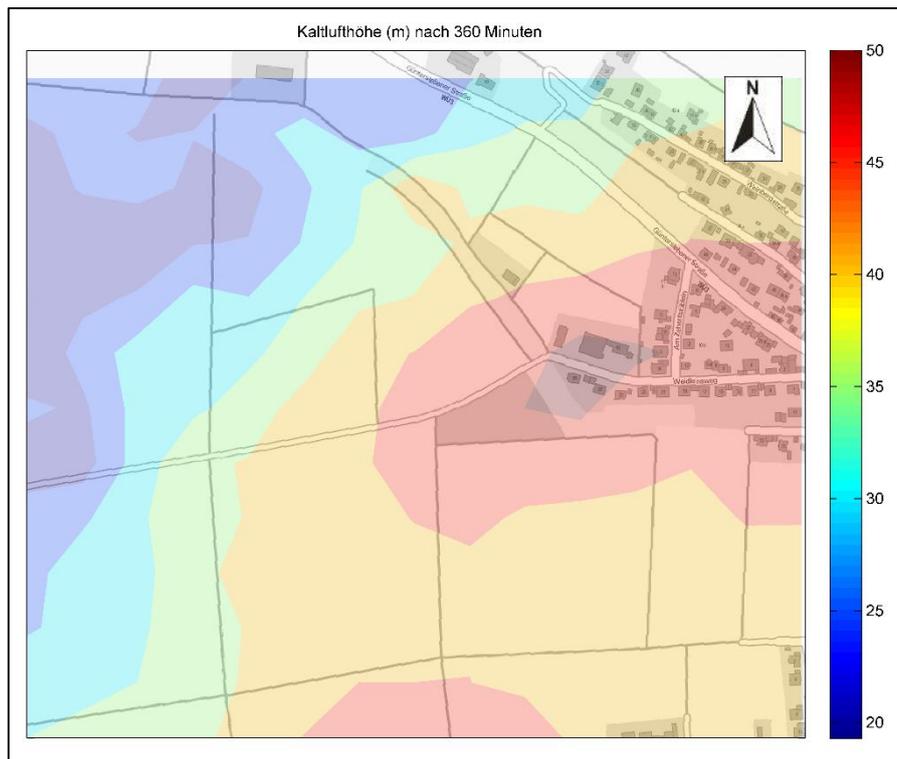


Abb. 7-1: Ist-Zustand: Kaltluftmächtigkeit in Metern 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation.

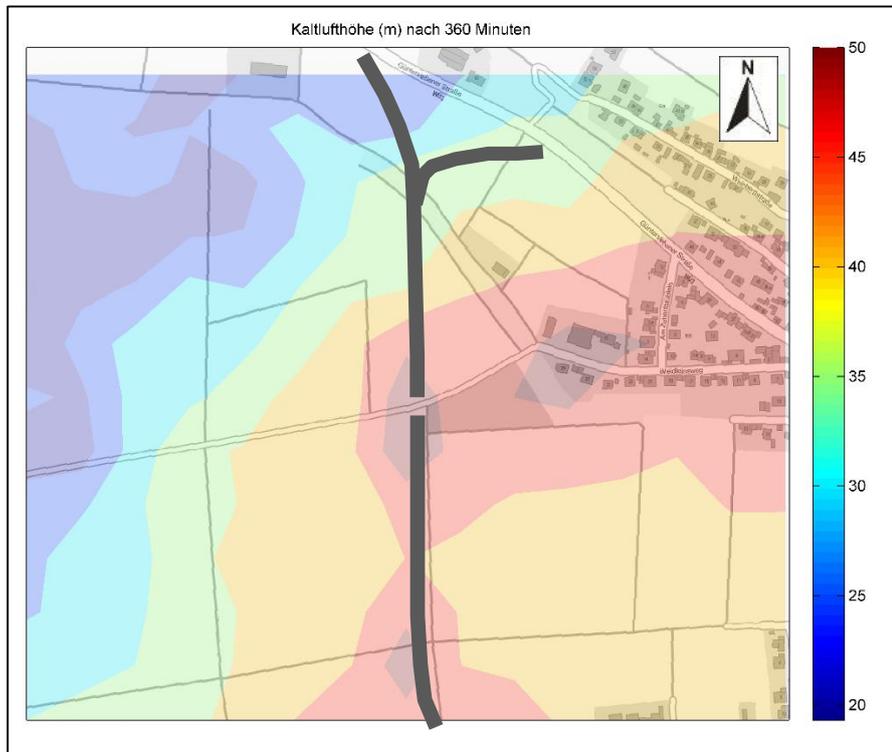


Abb. 7-2: Planfall: Kaltluftmächtigkeit in Metern 6 Stunden nach Beginn der Kaltluft-situation. Der Straßenbaudamm ist durch eine graue Linie angedeutet.

Die folgenden Abbildungen zeigen die berechnete Kaltluftfließgeschwindigkeit in 4 m über Grund (in m/s) für den Ist-Zustand (Abb. 7-3) und für den Planfall (Abb. 7-4).

In Abbildung 7-4 ist der Einfluss des Straßendamms auf die Kaltluftfließgeschwindigkeit deutlich zu erkennen (Bildmitte). Auf einem Streckenabschnitt von ca. 200 m, in dem der Straßendamm am höchsten ist, und im Bereich der geplanten Brücke werden höhere Geschwindigkeiten (> 1 m/s, gelbe und rote Einfärbung) direkt über dem Straßendamm berechnet. Die erreichten Geschwindigkeiten liegen jedoch unterhalb von 1,5 m/s und sollten den Straßenverkehr nicht beeinträchtigen.

In einem schmalen Bereich (ca. 25 m) im Luv und im Lee entlang des Straßendamms verringert sich die Kaltluftfließgeschwindigkeit geringfügig von 0,6 m/s auf unter 0,4 m/s. Dieser Bereich hat sich bereits in der Abbildung für die Kaltluftmächtigkeit (Abb. 7-2) als Stauzone der Kaltluft angedeutet.

In diesem Bereich verringert sich die Kaltluftfließgeschwindigkeit in 4 m Höhe über Grund zwar gegenüber dem Ist-Zustand, der Kaltluftstrom kommt jedoch im Bereich der Brückenunterführung (Breite: 7 m, Höhe: 5 m) vor dem 10 – 12 m hohen Straßendamm mit Brückenunterführung nicht zum Erliegen. Die Bildung eines Kaltluftsees ist daher unwahrscheinlich.

In anderen Bereichen der Umgehungsstraße werden keine relevanten Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft berechnet.

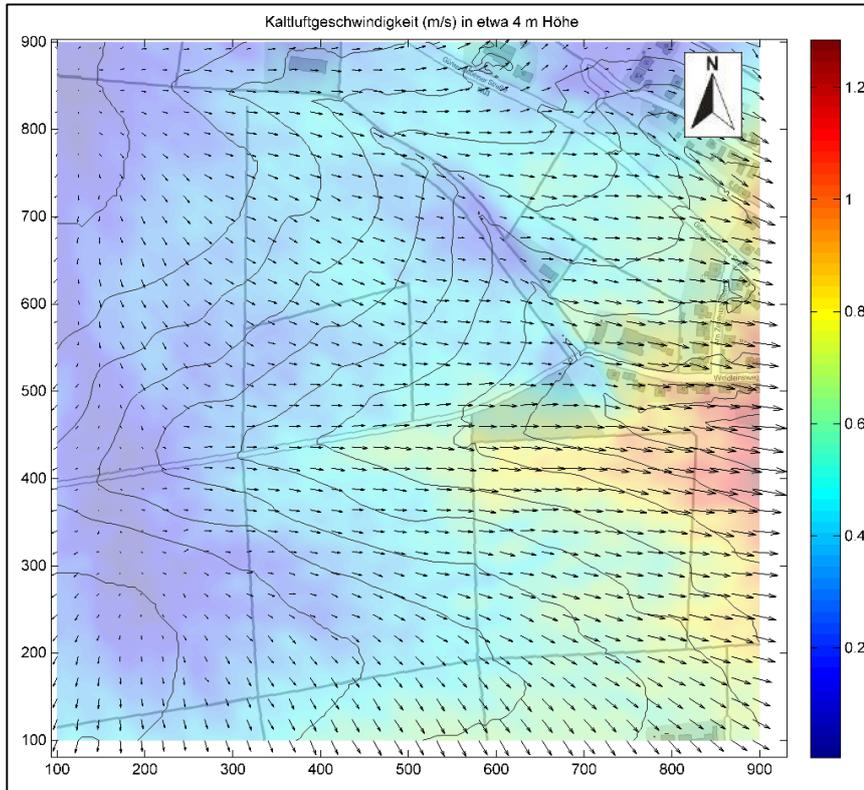


Abb. 7-3: Ist-Zustand: Kaltluftfließgeschwindigkeit (m/s), 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation.

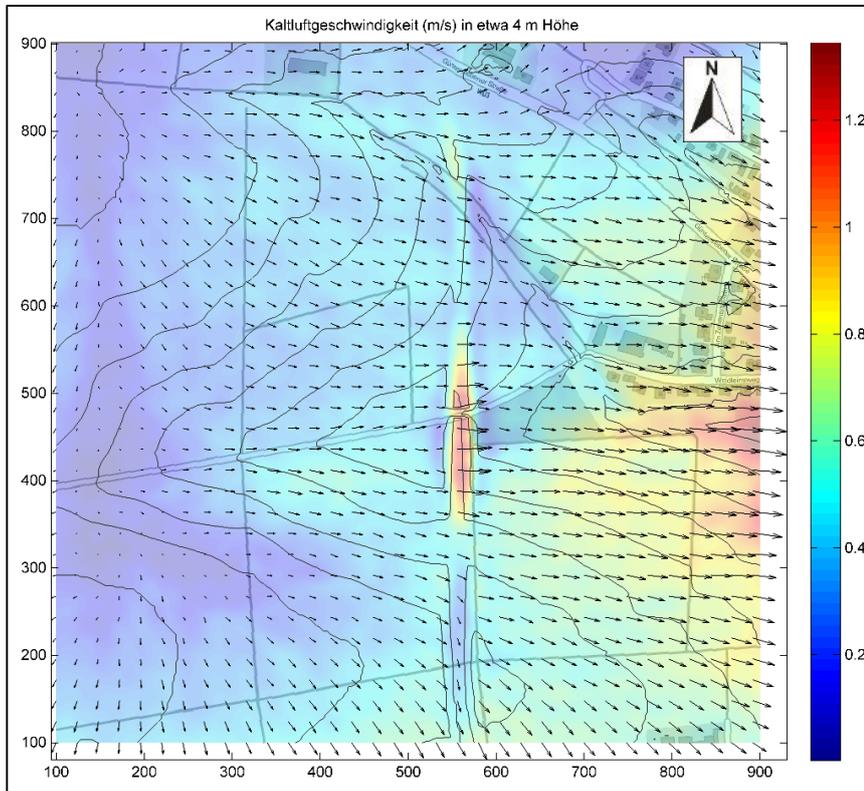


Abb. 7-4: Planfall: Kaltluftfließgeschwindigkeit (m/s), 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation

Die folgenden Abbildungen zeigen die berechneten Kaltluftvolumenstromdichten (in $\text{m}^3/\text{m s}$) für den Ist-Zustand (Abb. 7-5) und für den Planfall (Abb. 7-6).

Im Bereich der geplanten Brücke werden, über den oben genannten Streckenabschnitt von ca. 200 m, in dem der Straßendamm am höchsten ist -anders als bei der Strömungsgeschwindigkeit - keine Änderungen in der Volumenstromdichte berechnet. Die Kaltluftströmung ist hier mächtig genug, dass sich die bodennahen Einflüsse bei einer Größe, die die gesamte Kaltluftschicht beschreibt, kaum mehr bemerkbar machen. Die innerhalb der gesamten Kaltluftschicht transportierte Kaltluftmenge ändert sich fast nicht. Das bedeutet, dass die Kaltluftströmung und damit die Belüftungsfunktion für Rimpar kaum beeinflusst wird. Nach der in Kapitel 3.3 eingeführte Klassierung ergibt sich für den westlichen Ortsrand von Rimpar eine Durchlüftungspotential von "mittel" bis "gut". Dieses Durchlüftungspotential bleibt auch mit der Realisierung des Straßendamms der Umgehungsstraße erhalten.

Nur in der Stauzone der Kaltluft im Luv des Straßendamms wird im Planfall eine etwas geringere Volumenstromdichte berechnet als im Ist-Zustand. Die Abbildung 7-6 zeigt jedoch auch, dass die Kaltluftströmung in diesem Bereich nicht zum Erliegen kommt. Die Aussage der Volumenstromdichte ist ein weiterer Hinweis, dass es im Luv des Straßendamms nicht zur Bildung eines Kaltluftsees kommt.

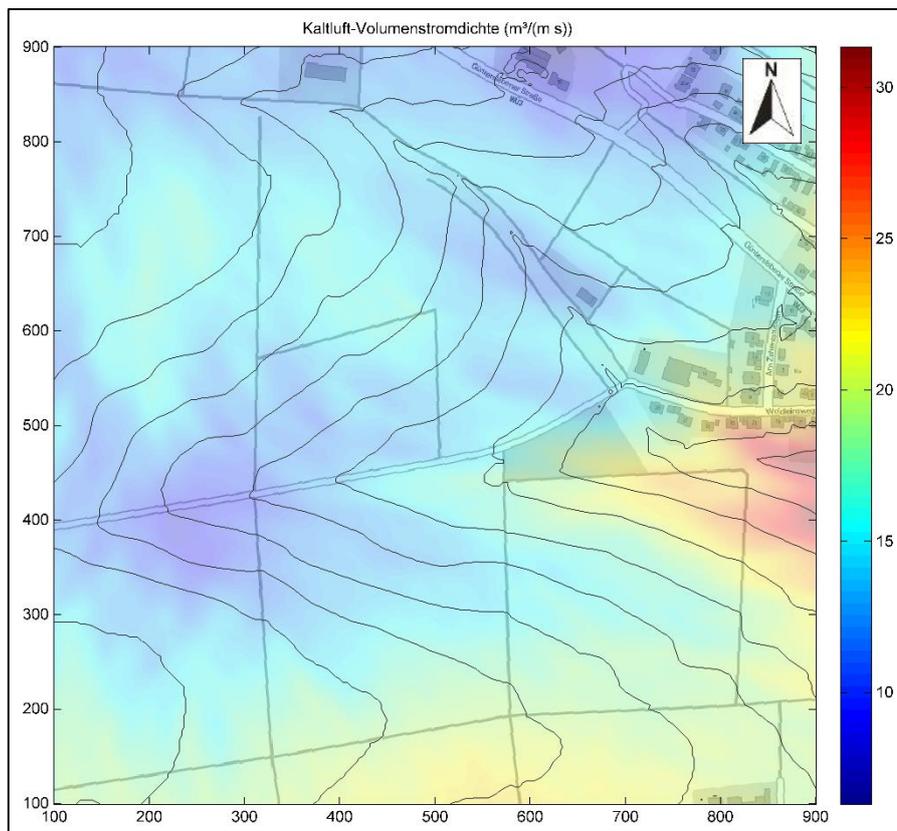


Abb. 7-5: Ist-Zustand: Kaltluft-Volumenstromdichte ($\text{m}^3/\text{m s}$), 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation.

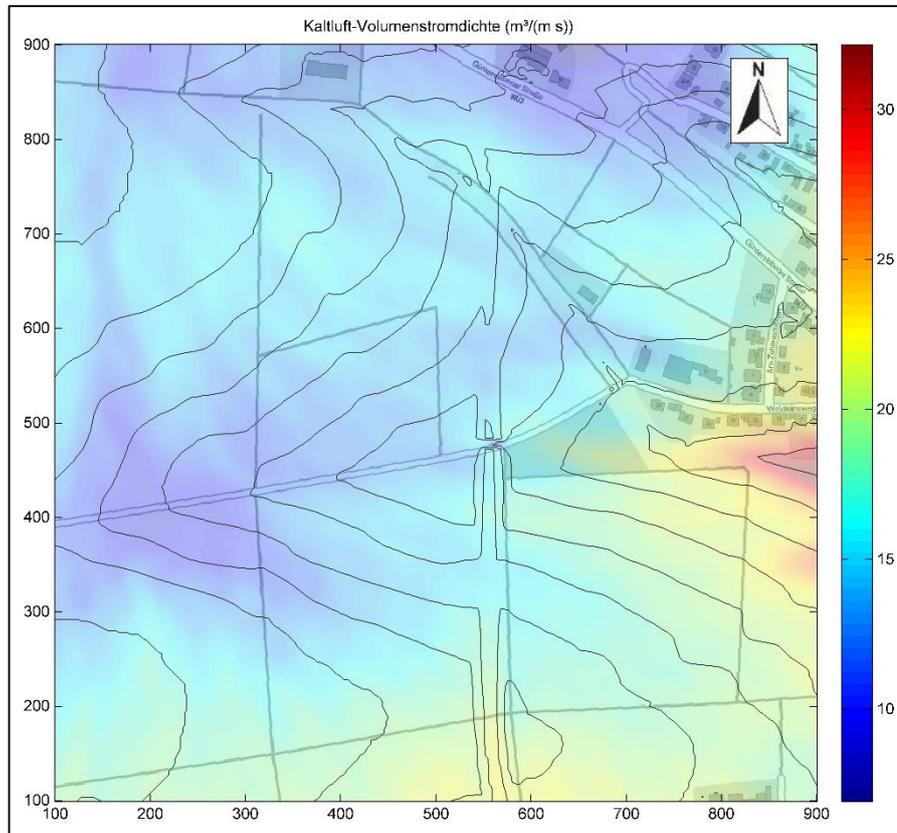


Abb. 7-6: Planfall: Kaltluft-Volumenstromdichte ($\text{m}^3/\text{m s}$), 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation.

Die Abbildungen auf der folgenden Seite zeigen die Differenz der Kaltlufttemperatur zur Umgebungstemperatur in 4 m über Grund für den Ist-Zustand (Abb. 7-7) und für den Planfall (Abb. 7-8)

In den Abbildungen der Temperaturdifferenz ist zu erkennen, dass sich durch den Bau des Straßendamms keine signifikante oder systematische Veränderung der Temperaturdifferenz "Kaltluft zu Umgebungsluft" ergibt. Punktuelle Änderungen vom Ist-Zustand zum Planfall lassen sich mit der natürlichen Variabilität, also kurzzeitiger und kleinräumiger Fluktuationen des Kaltluftstromes erklären.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den Simulationen der Kaltluft für den Straßendamm zum Zeitpunkt maximaler Wirksamkeit nur geringfügige Unterschiede in den Kenngrößen Kaltlufthöhe, Strömungsgeschwindigkeit und Volumenstromdichte berechnet wurden. Diese Unterschiede werden in der Realität in den meisten Fällen jedoch kaum zum Tragen kommen, da die im Untersuchungsgebiet berechnete Kaltluft insgesamt eher schwach ausgeprägt ist und von regional übergeordneten Strömungssystem weiter abgeschwächt werden kann. Die Bildung eines Kaltluftsees im Luv (westlich) des Straßendamms und damit negative Auswirkungen auf dort gelegene landwirtschaftlichen Nutzungen oder auf die Durchlüftung der Wohnbebauung in Rimpar ist nicht zu erwarten.

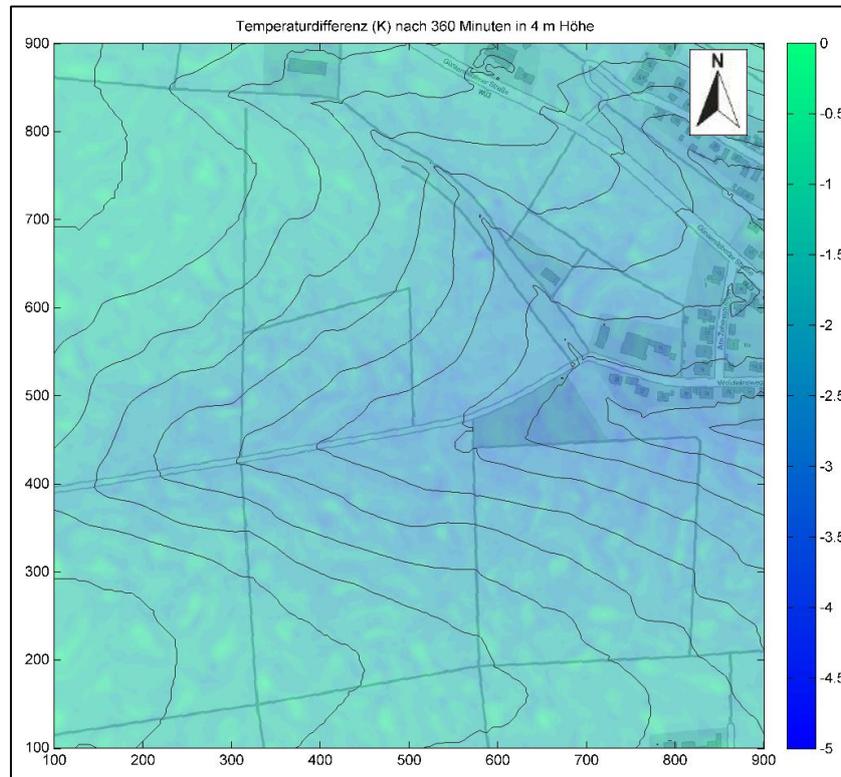


Abb. 7-7: Ist-Zustand: Differenz der Kaltlufttemperatur zur Umgebungstemperatur, 6 Stunden nach Beginn der Kaltluftsituation.

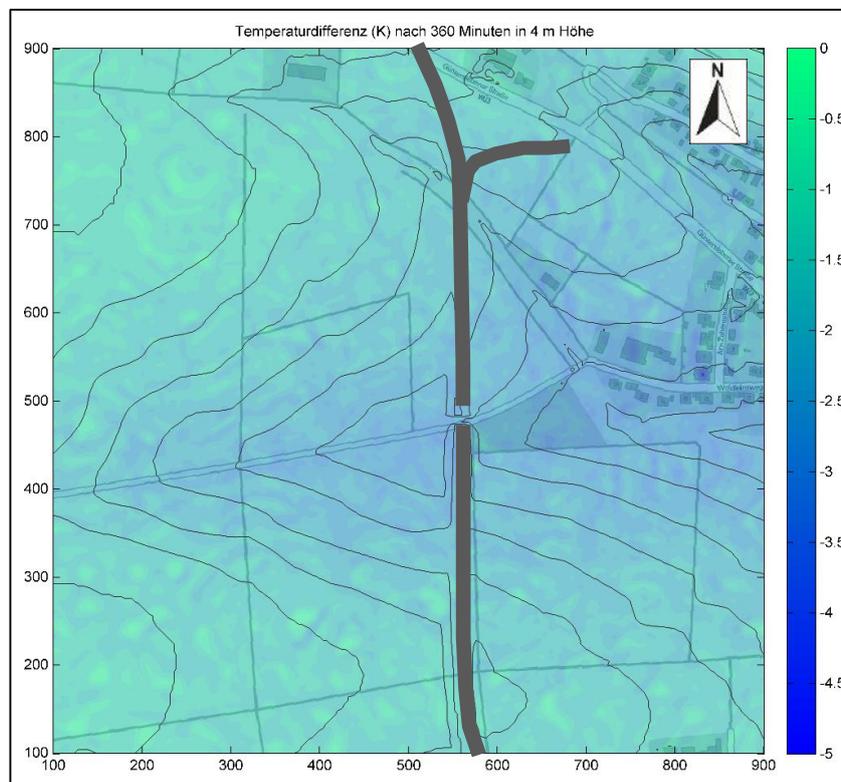


Abb. 7-7: Planfall: Differenz der Kaltlufttemperatur zur Umgebungstemperatur, 6 Stunden nach Einsetzen der Kaltluftsituation. Der Straßendamm ist durch eine graue Linie angedeutet.

Planungshinweis

Um die Ausbildung des Kaltluftstaus vor dem Straßendamm zu minimieren, empfehlen wir in Anlehnung an die VDI 3787 Bl. 5 (/1/) eine Brücke mit einer lichten Weite von mindestens 10 m zu planen.

8 Zusammenfassung

Die Ingenieurgesellschaft Georg Maier bearbeitet derzeit die Planung der Umgehungsstraße „Ortsumgehung West“ für die Gemeinde Rimpar Markt. Dabei soll ein Tal mit einem 10 - 12 m hohen Straßendamm auf einer Länge von ca. 500 m überquert werden.

Das Gelände in diesem Tal fällt von West nach Ost ab. Der Straßendamm quert dieses Tal von Nord nach Süd. Im Talgrund ist für die Umgehungsstraße eine Brücke (lichte Weite 7 m, lichte Höhe 5 m) vorgesehen.

Für das Planfeststellungsverfahren war zu untersuchen, ob sich durch den Bau des Straßendamms ein Kaltluftsee an dessen Westseite ausbildet. Zur Beurteilung der Situation sollen zwei Simulationen der „lokalen Kaltluft“ (im weiteren Verlauf dieses Dokuments Kaltluft genannt) durchgeführt werden, einmal für den Zustand vor dem Straßenbau (Ist-Zustand) und einmal für den Fall mit der geplanten Umgehungsstraße (Planfall).

Dazu wurden für zwei Szenarien (Vor dem Straßenbau und danach) je eine Kaltluftsimulation mit dem Modell KALAS (/3/) durchgeführt und die Ergebnisse einander gegenübergestellt.

Ergebnis

In den Simulationen der Kaltluft für den Straßendamm zum Zeitpunkt maximaler Wirksamkeit werden nur geringfügige Unterschiede in den Kenngrößen Kaltlufthöhe, Strömungsgeschwindigkeit und Volumenstromdichte berechnet wurden. Diese Unterschiede werden in der Realität in den meisten Fällen jedoch kaum zum Tragen kommen, da die im Untersuchungsgebiet berechnete Kaltluft insgesamt eher schwach ausgeprägt ist und von regional übergeordneten Strömungssystem weiter abgeschwächt werden kann. Die Bildung eines Kaltluftsees im Luv (westlich) des Straßendamms und damit negative Auswirkungen auf dort gelegene landwirtschaftlichen Nutzungen oder auf die Durchlüftung der Wohnbebauung in Rimpar ist nicht zu erwarten.

Planungshinweis

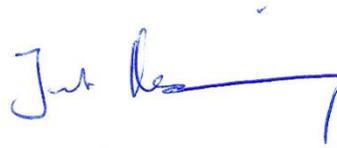
Um die Ausbildung des Kaltluftstaus vor dem Straßendamm zu minimieren, empfehlen wir in Anlehnung an die VDI 3787 Bl. 5 (/1/) eine Brücke mit einer lichten Weite von mindestens 10 m zu planen.

Die verwaltungsrechtliche Bewertung bleibt der Planungs- bzw. der Genehmigungsbehörde vorbehalten.

Gerlingen, den 24. März 2016



Stephan Fischer
M.Sc. Meteorologie



Dr. Jost Nielinger
Dipl. Meteorologe
Anerkannter Beratender Meteorologe
der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V.
Ausbreitung von Luftbeimengungen
Stadt- und Regionalklima

Dieser Bericht darf ohne die schriftliche Zustimmung der iMA nicht ganz oder auszugsweise vervielfältigt werden!

Literatur

- /1/ **VDI-Richtlinie 3787 Bl. 5:** Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft. VDI Düsseldorf, Dezember 2003, Beuth Verlag, Berlin.
- /2/ **VDI-Richtlinie 3783 Bl. 7:** Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder - Entwurf. VDI Düsseldorf.
- /3/ **Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie** (2012): Kaltluftabflüsse bei Immissionsprognosen. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/15091>
- /4/ **Janicke, L.** (1985): Particle simulation of dust transport and deposition and comparison with conventional models (**LASAT**). Air Pollution Modelling and its Application, IV, (ed. C. de Wispelaere). Plenum Press, N.Y.; 759-769.
- /5/ **Janicke, U., Janicke L.** (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.
- /6/ **Janicke, L., Janicke, U.** (2004): Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G. Berichte zur Umweltphysik Nr. 5, 122 S.
- /7/ **DGM:** Digitales Geländemodell auf Basis von Laserscanning-Befliegungen. In 1 bis 200 Metern Gitterweite flächendeckend für Bayern verfügbar, Bayrisches Vermessungsamt München.
- /8/ **GlobDEM50:** Digitales Höhenmodell auf Basis von Rohdaten der Shuttle Radar Topography Mission von NASA, NIMA, DLR und ASI aus dem Jahr 2000.
- /9/ **Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum:** CORINE Land Cover (CLC2006) – Kartierung der Bodenbedeckung und Landnutzung für Deutschland, im Auftrag des Bundesumweltamtes, Teil des Programms CORINE (Coordination of Information on the Environment) der Europäischen Union. Aktualisierung aus dem Jahr 2006