

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D-01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

B-PLAN LINGEL-FLÄCHE IN ERFURT

- KLIMAGUTACHTEN -

Auftraggeber: Entwicklungsgesellschaft
Erfurt Südost Am Steiger mbH
Mellenbacher Straße 12
98746 Meuselbach-Schwarzmühle

Dipl.-Met. A. Moldenhauer
Dipl.-Ing. (FH) E. Nitzsche

Dr. rer. nat. I. Düring

August 2018
Projekt 71440-18-01
Berichtsumfang 48 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	VORGEHENSWEISE	5
3	BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN	6
	3.1 Durchlüftung bei allochthonen Wetterlagen entlang von Luftleitbahnen	6
	3.2 Kaltluftabflüsse in Strahlungs Nächten bei allochthonen Wetterlagen (Belüftung)	7
4	EINGANGSDATEN	8
	4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	8
	4.2 Bebauungssituation	10
	4.3 Windinformationen.....	11
	4.4 Vegetation.....	12
	4.5 Klimatische Situation im Istzustand	14
	4.5.1 Klimaparameter an der Station Erfurt-Weimar.....	14
	4.5.2 Gesamtstädtische Klimakarten.....	16
	4.5.3 Flächendeckende Kaltluftabflüsse bei autochthonen Wetterlagen	16
5	BESCHREIBUNG DER LOKALKLIMATISCHEN GEGEBENHEITEN IM ISTZUSTAND	21
	5.1 Durchlüftung allgemein (ohne thermische Windsysteme)	21
	5.2 Thermische Windsysteme.....	21
	5.3 Thermische Belastung	25
6	DETAILLIERTE MODELLIERUNG ISTZUSTAND	26
	6.1 Vorgehensweise	26
	6.2 Betrachtete meteorologische Situationen	28
	6.3 Ergebnis der Strömungsberechnung für den Istzustand.....	29
7	AUSWIRKUNGEN DER PLANUNG AUF DAS LOKALKLIMA UND PLANUNGSHINWEISE	32
	7.1 Einfluss auf thermische Windsysteme (Kaltluft) – Quantitative Betrachtung..	32

7.2 Einfluss auf Durchlüftung (außerhalb von Situationen mit thermischen Windsystemen)	38
7.3 Thermische Belastung	40
8 QUALITATIVE EINSCHÄTZUNG DES EINFLUSSES VON KLIMAÄNDERUNGEN AUF DEN B-PLAN	42
8.1 Allgemeine Erkenntnisse aus Forschungsprojekten	42
8.2 Übertragung der Ergebnisse auf das B-Plangebiet.....	43
9 LITERATUR	45
ANHANG A1: ENTWURF DES BEBAUUNGSPLANES, STAND MAI 2018.....	47

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN, ABKÜRZUNGEN

Klima

Als Klima definiert man das langjährige Mittel und die Schwankungen des jährlichen Ablaufs der Witterung eines Gebietes, wobei unter Witterung der Wetterzustand einer Zeitspanne von mehreren Tagen verstanden wird (Scherhag et al., 1977). Der Wetterzustand wird beschrieben durch meteorologische Größen wie Wind, Temperatur, Feuchte, Sonnenscheindauer, Strahlungsmenge und Niederschlag.

Man unterscheidet das regionale Klima (mehrere 10 km) und das lokale Klima (ca. 100 m bis mehrere km). Wichtige Einflussgrößen für das regionale und lokale Klima sind, ausgehend von der geographischen Situation und der Verteilung der großräumigen Wetterlagen, die Topographie (z. B. Geländeform, Exposition) und das Muster der Landnutzung.

Im Rahmen der hier vorliegenden Planung interessieren die Auswirkungen der Planung auf das lokale Klima der Umgebung und die zu erwartenden klimatischen Verhältnisse im unmittelbaren Nahbereich der Maßnahme.

Temperaturgradient und Inversionen

Es entspricht einer physikalischen Gesetzmäßigkeit, dass die mittlere Lufttemperatur mit zunehmender Höhenlage eines Ortes abnimmt. Im Jahresmittel beträgt diese höhenbedingte Temperaturabnahme durchschnittlich 0.5 °C pro 100 m Höhenstufe. Im Sommer und Frühjahr erhöht sich der Betrag der Temperaturabnahme auf 0.6 °C pro 100 m Höhenstufe, während er im Herbst auf 0.4 und im Winter auf ca. 0.3 °C pro 100 m zurückgeht. Unter besonderen meteorologischen Bedingungen kann aber auch eine Temperaturzunahme mit zunehmender Höhenlage beobachtet werden. Hierbei spricht man von Inversionswetterlagen.

Luftschichtungszustände

Wird ein Luftpaket aus seiner Ruhelage heraus vertikal verschoben, so ändert sich seine Temperatur. Ist nun der Temperaturverlauf der ruhend gedachten Umgebung so beschaffen, dass das Luftquantum durch positive oder negative Auftriebskräfte wieder in seine Ausgangsposition zurückgetrieben wird, so nennen wir die Temperaturschichtung **stabil**. Genügt umgekehrt eine kleine Verschiebung aus der Ruhelage zur endgültigen Entfernung des Luftpaketes, so liegt entsprechend eine **labile** Schichtung vor. Zwischen beiden Möglichkeiten liegt die thermisch **neutrale** Schichtung, bei der das vertikal verschobene Luftpaket in jeder Position in einem indifferenten Gleichgewicht ist, das heißt keine Auftriebskräfte auftreten.

Dieses Stabilitätsverhalten übt einen grundlegenden Einfluss auf den vertikalen Austausch aus. Eine stabile Schichtung wird im Vergleich zum neutralen Fall diesen Austausch behindern, im Extrem unterbinden. Thermische Labilität wird dagegen zu einer mehr oder minder starken Durchmischung eines Luftpörpers und damit zu einer Intensivierung des Vertikal-austausches mit daraus resultierenden niedrigeren Schadstoffkonzentrationen führen.

Kaltluftstaugebiete und Kaltluftsammlbereiche

Geländemulden, Senken und Täler wirken als nächtliche Kaltluftsammlgebiete. Die dort in windschwachen wolkenarmen Strahlungsnächten von den Kaltlufteinzugsgebieten der Hänge und Höhen zusammenfließende Kaltluft lässt niedrigere nächtliche Temperaturminima entstehen, die am Tage - insbesondere im Sommer - durch die täkertypischen Übergangstemperaturen im statistischen Mittel wieder ausgeglichen werden.

Windsysteme

a) Allgemeines

Als Wind wird in der Meteorologie die gerichtete Bewegung der Luft bezeichnet. Ursache des Windes sind Luftdruckunterschiede. Wirkt nur die Kraft eines horizontalen Druckgradienten, entsteht der Euler-Wind, der nur in kleinräumigen Phänomenen eine Rolle spielt. Wird bei großräumigen Bewegungen der Einfluss der Erdrotation spürbar, so tritt die Corioliskraft zur Druckgradientenkraft hinzu. Der Wind weht isobarenparallel und wird geostrophischer Wind genannt. Sind die Isobaren gekrümmt, so tritt die Zentrifugalkraft hinzu. Dieser Wind wird Gradientwind genannt und kommt dem realen Wind noch etwas näher als der geostrophische Wind. Werden Winde in der atmosphärischen Grenzschicht (Bodennähe) betrachtet, so ist zusätzlich die Kraft der Bodenreibung zu berücksichtigen.

Für die kleinräumigen Betrachtungen innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht spielt die Corioliskraft keine relevante Rolle. Für die Luftbewegung und ihre räumliche Ausprägung (Windfeld) gewinnen Relief und Landnutzung an Bedeutung.

b) allochthone Windsysteme

Der Gradientwind als größte Näherung des realen Windes (siehe oben) ist als solcher nur in höheren Luftschichten ungestört zu beobachten. Die Erdoberfläche bremst die Luftbewegung. Die Reibungsschicht ist im Allgemeinen 1 000 bis 1 500 m hoch. Innerhalb dieser Reibungsschicht zeigt sich eine Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe. Allochthone Wetterlagen sind Wetterlagen mit höheren Windgeschwindigkeiten, so genannte Gradientwindlagen.

c) autochthone Windsysteme

Bei gradientschwachen Wetterlagen (Strahlungswetterlagen) oder bei einer Abkopplung der bodennahen Strömung durch stabile Schichtung der Atmosphäre können auch schwächere Druckunterschiede (durch lokal unterschiedliche Erwärmung) Luftströmungen von kaum spürbaren Luftbewegungen bis hin zu mittleren und hohen Windgeschwindigkeiten hervorrufen. Wie der Name also bereits impliziert, entstehen thermisch induzierte Windsysteme als Ausgleichsströmung zwischen verschiedenen thermischen Regimes innerhalb der atmosphärischen Grenzschicht. Vertreter thermisch induzierter Prozesse sind Land- und Seewind, Flurwinde, Berg- und Talwind und Kaltluftströmungen.

1 AUFGABENSTELLUNG

Die Entwicklungsgesellschaft Erfurt Südost Am Steiger mbH plant in Erfurt die ehemalige Lingel-Fläche neu zu erschließen und zu bebauen.

In diesem Zusammenhang ist im Rahmen des Planungsverfahrens die Erarbeitung eines Klimagutachtens erforderlich. In diesem Rahmen soll untersucht werden, wie sich die geplante Bebauung auf die Durchlüftungssituation im Untersuchungsgebiet und in den umliegenden Bereichen bei meteorologischen Situationen mit geringem horizontalem Austausch (Strahlungswetterlage) auswirkt.

Betrachtet wurden folgende Fälle:

- Istzustand 2018 vor Umsetzung der Planung (Lingelfläche unbebaut)
- Planfall 2021 nach Umsetzung der Planungsmaßnahme.

Gegebenenfalls sollen Planungshinweise gegeben werden.

Das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul, wurde am 25.09.2017 beauftragt, ein Klimagutachten zu oben genanntem Themenkomplex zu erarbeiten.

2 VORGEHENSWEISE

Folgende Arbeiten wurden durchgeführt:

- Ortstermin
- Aufnahme der bestehenden und geplanten Gebäude im B-Plangebiet und dessen Umgebung
- Recherche nach geeigneten Winddaten, Übernahme der Daten und entsprechende Aufbereitung der Daten zu einer Windstatistik
- Strömungsberechnungen mit dem mikroskaligen Modell MISKAM für im Untersuchungsgebiet relevante Strömungsrichtungen der Kaltluft
- Bewertung der Berechnungsergebnisse anhand einschlägiger Beurteilungskriterien

Die Betrachtung erfolgt für den Istzustand und den Planfall.

3 BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN

Die Landnutzung im Stadtgebiet beeinflusst die großräumige Strömung. Wegen der herabgesetzten Windgeschwindigkeiten in Städten sind sogenannte Luftleitbahnen und Kaltluftabflüsse von großer Bedeutung für den Luftaustausch mit der Umgebung und damit zum Abtransport der mit Schadstoffen und Wärme belasteten Luft.

3.1 Durchlüftung bei allochthonen Wetterlagen entlang von Luftleitbahnen

Luftleitbahnen sind Bereiche, in denen sich der regionale Windeinfluss, insbesondere bezüglich der Hauptwindrichtung unbehindert entfalten kann. Voraussetzungen sind geringe Bodenrauigkeit, ausreichend Länge und Breite sowie ein möglichst geradliniger Verlauf der Strömungsbahnen. Mayer & Matzarakis (1992) empfehlen folgende Mindestanforderungen für Luftleitbahnen:

- lineare Ausrichtung auf den Wirkungsraum
- generell geringe Oberflächenrauigkeit
- Mindestbreite 50 m, optimal >300 m
- keine Austauschhindernisse, die den Leitbahnquerschnitt abriegeln.

Luftleitbahnen können auch Kaltluftabflüsse unterstützen, sofern diese parallel zu den Luftleitbahnen verlaufen.

Bezüglich der Bewertung von Änderungen der mittleren Windgeschwindigkeit wird im Weiteren davon ausgegangen, dass eine Veränderung der mittleren Windgeschwindigkeit von weniger als 10 % unbedeutend ist. Grund für die Wahl dieser Schranke ist, dass Änderungen der mittleren Windgeschwindigkeit im Bereich von 10 % an einem festen Ort zum Beispiel im Rahmen der natürlichen jahreszeitlichen vegetationsbedingten Variationen der Bodenrauigkeit natürlicherweise auftreten. Überstreicht der Wind zum Beispiel ein etwa 300 m langes Weizenfeld, so ändert sich die mittlere Windgeschwindigkeit direkt am leeseitigen, das heißt windabgewandten Ende des Feldes in 10 m Höhe* je nach Jahreszeit (das heißt je nach der Vegetationshöhe) um etwa 10 %. Diese Aussage gilt jedoch nur am Ende des Weizenfeldes. Ab dann ändert sich die Windgeschwindigkeit erneut und passt sich an die dann herrschende Bodenrauigkeit an.

* 10 m = Standardmesshöhe für die Windgeschwindigkeit

3.2 Kaltluftabflüsse in Strahlungs Nächten bei autochthonen Wetterlagen (Belüftung)

Auf breiten unverbauten Schneisen können Kaltluftabflüsse in das Stadtgebiet eindringen, die bei austauscharmen Wetterlagen zu einer Mindestbelüftung des Stadtgebietes beitragen. Grenzgeschwindigkeiten für fühlbare Kaltluftabflüsse sind dem Gutachter nicht bekannt. Häufig werden in innenstädtischen Bereichen bodennahe Kaltluftgeschwindigkeiten von 0.3 m/s und mehr als relevant angesehen, da diese gerade für den Menschen spürbar werden. In Hangbereichen bzw. am Stadtrand (so wie in der hier vorliegenden Situation) sind die Verhältnisse zumeist günstiger, da das generelle Windgeschwindigkeitsniveau allgemein höher ist. Deshalb wurde zur Bewertung der Strömungsverhältnisse bei austauscharmen Wetterlagen das Doppelte dieser Grenzgeschwindigkeit herangezogen (0.6 m/s). Der Wert ist auch relativ zu umliegenden Windgeschwindigkeiten zu sehen. So wäre beispielsweise diese Grenzgeschwindigkeit in der Küstenregion mit guter Durchlüftung kein relevanter extra schützenswerter Volumenstrom, im Talkessel von Erfurt sind jedoch bereits so kleine Windgeschwindigkeiten für eine Mindestdurchlüftung wichtig.

Zur Belüftung des Stadtgebietes oder größerer Teile davon sind hohe Kaltluftvolumenströme notwendig. Nach VDI (2003) geht man von einem klimaökologisch wirkungsvollen Kaltluftvolumenstrom aus, wenn dieser den Schwellwert von 10 000 m³/s überschreitet.

Des Weiteren werden in dieser Richtlinie aufgezeigt, welche relativen Änderungen zwischen Istzustand und Planfall im Volumenstrom als relevant anzusehen sind. Danach werden Änderungen in Bezug auf den Kaltluftvolumenstrom von kleiner gleich 5 % als gering eingestuft, Änderungen zwischen 5 % und 10 % als mäßig und Änderungen von mehr als 10 % als hoch.

4 EINGANGSDATEN

Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Technische Planung in Form eines Lageplanes für die Straßen (Stand 2018-03-16, EPC Engineering & Technologies GmbH 2018a)
- Technische Planung in Form von Lageplänen für den B-Plan inklusive Lage und Höhenangaben zu den geplanten Gebäuden (Stand 2018-05-16, EPC Engineering & Technologies GmbH 2018b), Abstimmung fehlender Höhen mit HSP architekten ingenieure (2018), siehe auch Anlage A1
- Digitales Geländemodell des Untersuchungsgebietes sowie Gebäudehöhen im Istzustand (Stadtverwaltung Erfurt 2018b)

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die hier zu betrachtende Lingelfläche liegt im Süden von Erfurt im Hangbereich. Westlich bis südlich schließt sich die große Waldfläche des Steiger an. Die Innenstadt von Erfurt befindet sich nördlich.

Die **Abb. 4.1** zeigt eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet sowie die umliegenden Hauptverkehrsstraßen.

Das B-Plangebiet wird im Nordwesten durch die Martin-Anderson-Nexö-Straße, im Osten durch die Werner-Seelenbinder-Straße und im Süden durch die Arndtstraße begrenzt. Westlich an das B-Plangebiet schließt sich ein Tennisplatz an, im Nordosten das Steigerwaldstadion.

Das Relief im Untersuchungsgebiet ist in **Abb. 4.2** dargestellt.

Das B-Plangebiet liegt in einer Höhenlage von ca. 220 m bis 230 m über NN. Nach Süden hin steigt das Gelände bis Höhen von ca. 350 m an (Steiger). Die Innenstadt von Erfurt liegt etwa auf 200 m über NN.

Im Istzustand besteht das Gelände überwiegend aus komplexen Brachflächen mit zahlreichen verfüllten Kellern und kleineren Erschließungswegen. In Teilbereichen befinden sich Wiesen, Hecken oder Baumgruppen.

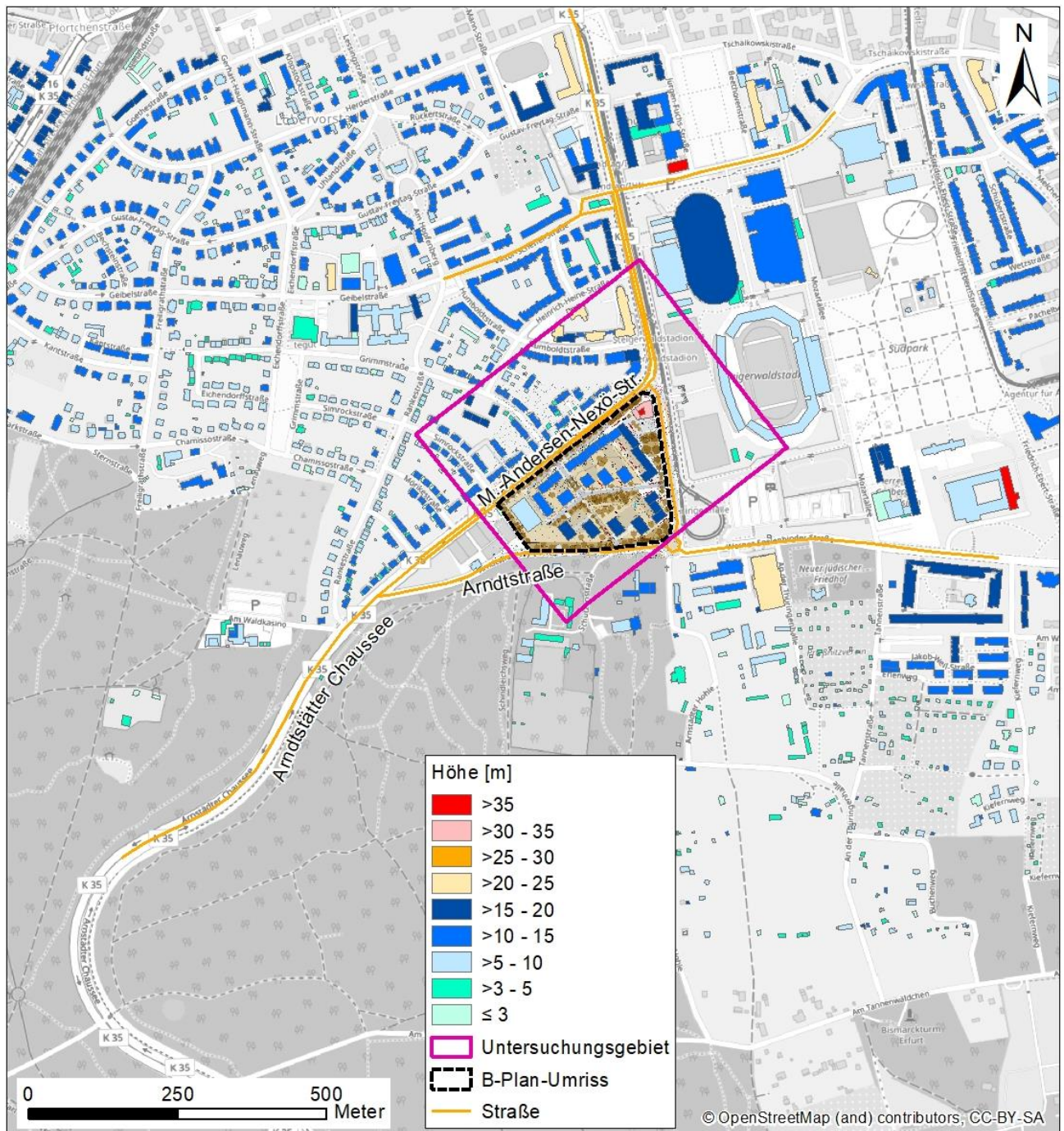


Abb. 4.1: Lageplan des zu betrachtenden Untersuchungsgebietes im Planfall mit Lage des B-Plans sowie des Untersuchungsgebietes in MISKAM
 Kartengrundlage: OpenStreetMap, im Bereich des B-Plans Plan vom Auftraggeber

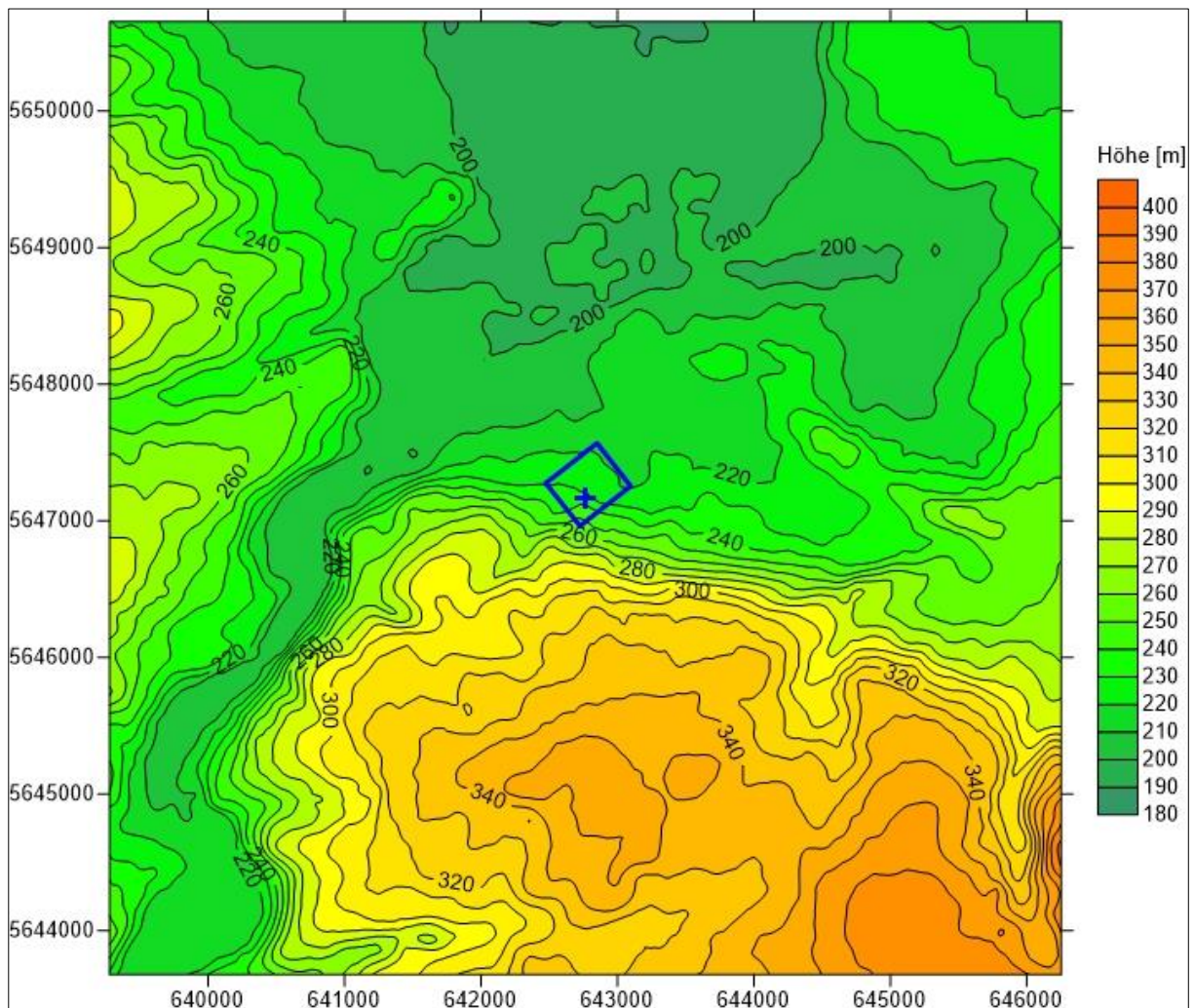


Abb. 4.2: Relief im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet, die Lage des B-Plans ist mit einem blauen Kreuz und die des Untersuchungsgebietes mit einem blauen Rechteck gekennzeichnet.

4.2 Bebauungssituation

Die Gebäudedaten für den Istzustand (Lage und Höhen) wurden von der Stadtverwaltung Erfurt digital übergeben (Stadtverwaltung Erfurt, 2018b) und entsprechend Gegebenheiten vor Ort, aus Luftbildern und Beobachtungen aus dem Ortstermin angepasst (**Abb. 4.3**). Die angepassten Daten wurden mit dem Umwelt- und Naturschutzamt abgestimmt.

Die Gebäudedaten für den Planfall wurden aus dem aktuellen Lageplan (Stand: 16.05.2018) übernommen.

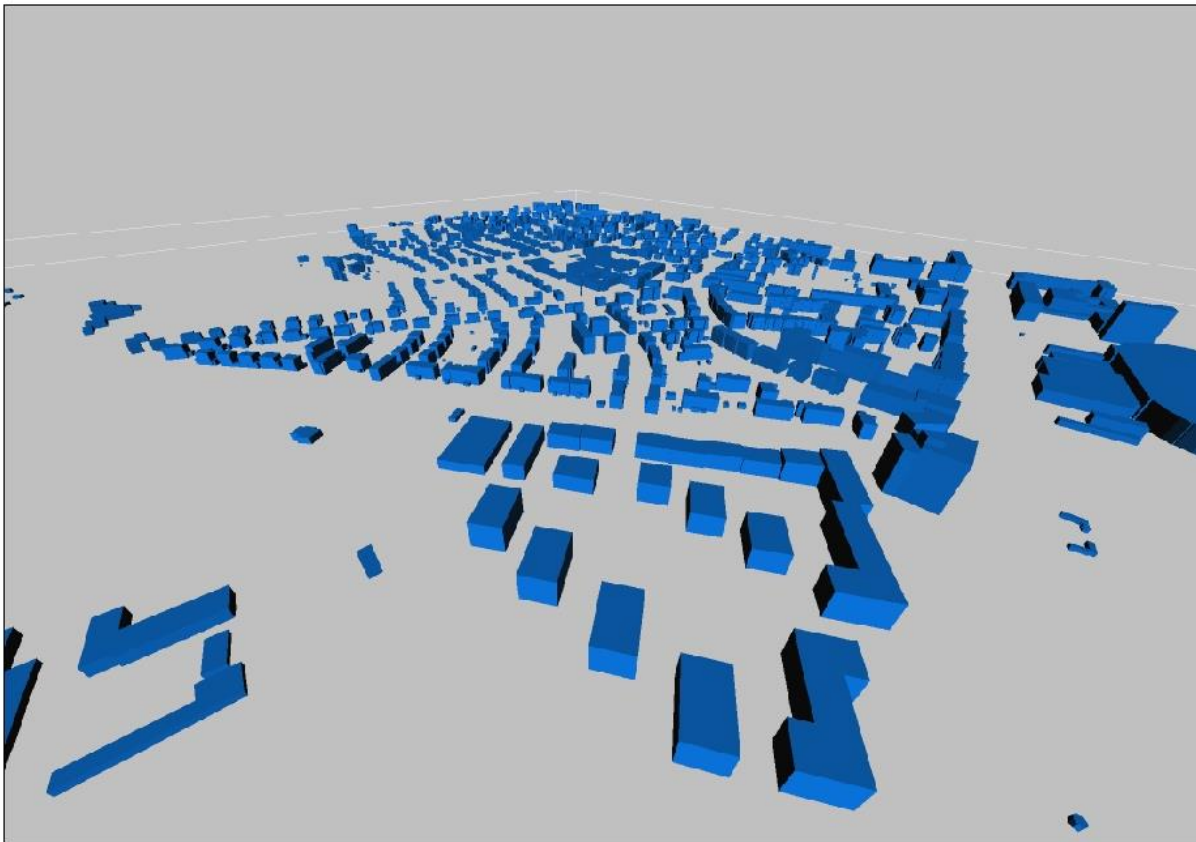


Abb. 4.3: Dreidimensionale Gebäudekonfiguration im Planfall im Bereich des B-Plangebietes und dessen unmittelbarer Umgebung. Blick von Süden.

4.3 Windinformationen

Für die Bewertung der Änderungen der Durchlüftungsverhältnisse außerhalb von autochthonen Wetterlagen werden Informationen zur großräumigen Windverteilung benötigt.

Für den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes stehen keine meteorologischen Daten zur Verfügung. In direkter Umgebung liegen Winddaten des Deutschen Wetterdienstes für die Station Erfurt-Weimar am Flughafen Bindersleben vor. Die Station ist ca. 6 km nordwestlich vom Untersuchungsgebiet in einer Höhenlage von ca. 311 m über NN gelegen, das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet liegt am Nordrand des Steiger nur in etwa 220 m bis 230 m über NN.

Die Windmessung an der Station am Flughafen erfolgt in 10 m Höhe über Grund. Die häufigsten Windrichtungen liegen bei Südwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4.0 m/s. Diese Windstatistik repräsentiert die Windverhältnisse im Freiland in Kuppenlage westlich von Erfurt, das heißt bei weitgehend ungestörten Verhältnissen.

Tatsächlich ist das hier betrachtete Untersuchungsgebiet fast 100 m Höhenmeter tiefer gelegen. Gleichzeitig liegt das Untersuchungsgebiet aber noch ca. 20 m bis 30 m höher als der Ortskern von Erfurt. Es ist also mit Windgeschwindigkeiten zu rechnen, die zwischen den Überdach-Windgeschwindigkeiten der Erfurter Innenstadt (ca. 2.7 m/s) und den Windverhältnissen an der Station Flughafen liegen. In Bezug auf die Windverteilung selbst wird nach Einschätzung der Situation angenommen, dass diese derjenigen der Messstation Erfurt-Flughafen sehr gut entspricht. Die Windgeschwindigkeiten wurden im Vergleich zum Flughafen um 20 % reduziert. Damit ergibt sich für das Untersuchungsgebiet unter Vernachlässigung des Einflusses von Gebäuden (nur reliefbedingter Einfluss) eine jahresmittlere Windgeschwindigkeit von ca. 3.2 m/s.

Die vorhandenen Windmessdaten wurden entsprechend modifiziert.

Die Windstatistik an der Station Erfurt-Weimar ist in **Abb. 4.4** dargestellt.

Die für das Untersuchungsgebiet abgeleiteten Daten passen sowohl bezüglich Windverteilung als auch bezüglich mittlerer Windgeschwindigkeit zu den bei der Stadt Erfurt vorliegenden synthetischen Daten und erscheinen deshalb auch aus diesem Grund plausibel.

4.4 Vegetation

Südlich an das Untersuchungsgebiet schließen sich die Waldflächen des Steiger an. Diese Waldbereiche führen zu einer Reduktion der Windgeschwindigkeit. Sie werden bei der Modellierung aus diesem Grund explizit berücksichtigt. Eine schematische Darstellung der bei der Modellierung berücksichtigten Waldbereiche ist in **Abb. 4.5** dargestellt.

Neben den ausgedehnten Waldflächen des Steiger im Süden des B-Plangebietes wurden auch die vegetationsbestandenen Bereiche östlich des Steigerwaldstadions (Südpark) und östlich der Thüringenhalle (Neuer Jüdischer Friedhof) bei der Ausbreitungsmodellierung berücksichtigt (**Abb. 4.5**).

Weiterhin wurde entsprechend der Erkenntnisse vor Ort für die meisten Waldbereiche angesetzt, dass die Bäume dort eine Höhe von ca. 20 m aufweisen, in Teilbereichen (z. B.

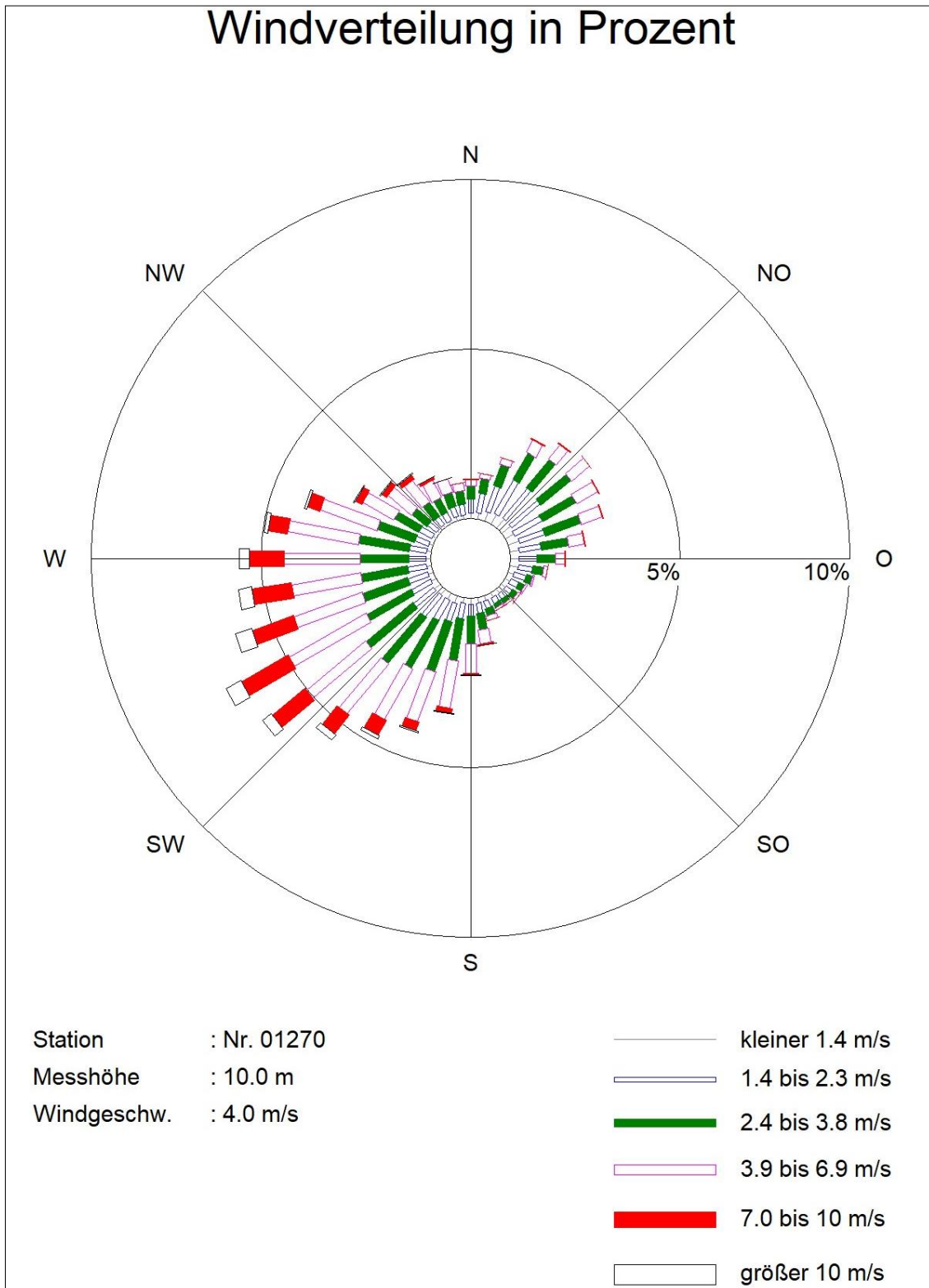


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung der Station Erfurt-Weimar 2007-2016
 Quelle: DWD, 2018, eigene Darstellung



Abb. 4.5: Schematische Darstellung der bei der Strömungsmodellierung mit MISKAM berücksichtigten Waldbereiche (hellgrün gekennzeichnet).

Schonungen) wurde mit 10 m oder 15 m Höhe gearbeitet. Für die Bäume wurde ein Blattflächenindex von $3 \text{ m}^2/\text{m}^3$ angesetzt.

4.5 Klimatische Situation im Istzustand

4.5.1 Klimaparameter an der Station Erfurt-Weimar

Das Klima eines Ortes wird durch die Angabe statistischer Kennzahlen der Klimaelemente beschrieben. Diese werden durch Beobachtungen und Messungen von Wetterstationen über einen längeren Zeitraum erfasst. Üblicherweise werden in der Klimatologie 30-jährige Perioden festgelegt, innerhalb der die sogenannten „Normalwerte“ ermittelt werden.

Informationen zur mittleren Lufttemperatur an der DWD-Station Erfurt-Weimar sind in **Tab. 4.1** zusammengestellt (DWD, 2018).

An dieser Station wurden in den Jahren 1981-2010 im Jahresmittel 8.5°C gemessen.

Des Weiteren liegen für Erfurt-Bindersleben die Zahl der Eistage, der Frosttage, der Sommertage sowie die Jahresmenge des Niederschlages vor (**Tab. 4.2**).

	Erfurt-Weimar
Januar	-0.3
Februar	-0.2
März	3.9
April	8.1
Mai	12.7
Juni	15.5
Juli	17.8
August	17.6
September	13.5
Oktober	9.0
November	4.0
Dezember	0.5
Jahr	8.5

Tab. 4.1: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur an der DWD-Station Erfurt-Weimar im Zeitraum 1981-2010 (DWD, 2018, Station 1270)

	1981-2010
Eistage (Temperaturmaximum <0°C)	29.6
Frosttage (Temperaturminimum <0°C)	90.4
Sommertage (Temperaturmaximum >25 °C)	31.5
Niederschlag (mm)	539

Tab. 4.2: Jahresmittlere Klimadaten an der DWD-Station Erfurt-Weimar im Zeitraum 1981-2010 (DWD, 2018)

Demnach gibt es in Erfurt im Mittel im Zeitraum 1981-2010 ca. 32 Sommertage. Dem stehen ca. 90 Frosttage gegenüber. Im Stadtgebiet selbst ist die Zahl der Sommertage wegen des Stadteffektes höher.

Im Vergleich zum Stadtgebiet ist das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet jedoch klimatisch begünstigt, da es in Stadtrandlage und zudem ca. 20 - 30 Höhenmeter oberhalb des Stadtzentrums liegt.

4.5.2 Gesamtstädtische Klimakarten

Die Klimafunktionskarte der Stadt Erfurt zeigt, dass die Kaltluft aus Richtung Südwesten kommend das hier zu betrachtende B-Plangebiet überstreift (**Abb. 4.6**). Der Bereich entlang der Martin-Anderson-Nexö-Straße (im Folgenden MAN-Straße genannt) wird dort als Luftleitbahn definiert, die im Bereich des Steigerwaldstadions endet.

An der Kreuzung mit der Arnstädter Straße wird ein Teil der Kaltluft parallel zu derselben nach Norden umgelenkt. Die Arnstädter Straße erfüllt dabei keine vollständige Funktion als Luftleitbahn, die Durchlüftungsverhältnisse sind aber dort im Vergleich zur umliegenden Bebauung verbessert (Kennzeichnung mit grauem Pfeil).

Der Bereich der Luftleitbahn (bis zum Steigerwaldstadion) ist in den Stadtklimakarten als eine Klimaschutzzone 1. Ordnung deklariert (**Abb. 4.7**).

Dies betrifft den nordwestlichen Teil des B-Plangebietes, der südöstliche Teil liegt in der Klimaschutzzone 2. Ordnung.

4.5.3 Flächendeckende Kaltluftabflüsse bei autochthonen Wetterlagen

Die in Abschnitt 4.5.2 vorgestellten stadtweiten Klimakarten beruhen auf stadtweiten Kaltluftsimulation mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM. Diese Daten wurden über die Firma INKEK von der Stadt Erfurt zur Verfügung gestellt (Kupski, 2017). Diese Berechnungsergebnisse sind für die Anfangsphase des Kaltluftabflusses in **Abb. 4.8** und für voll ausgebildete Kaltluft in **Abb. 4.9** dargestellt.

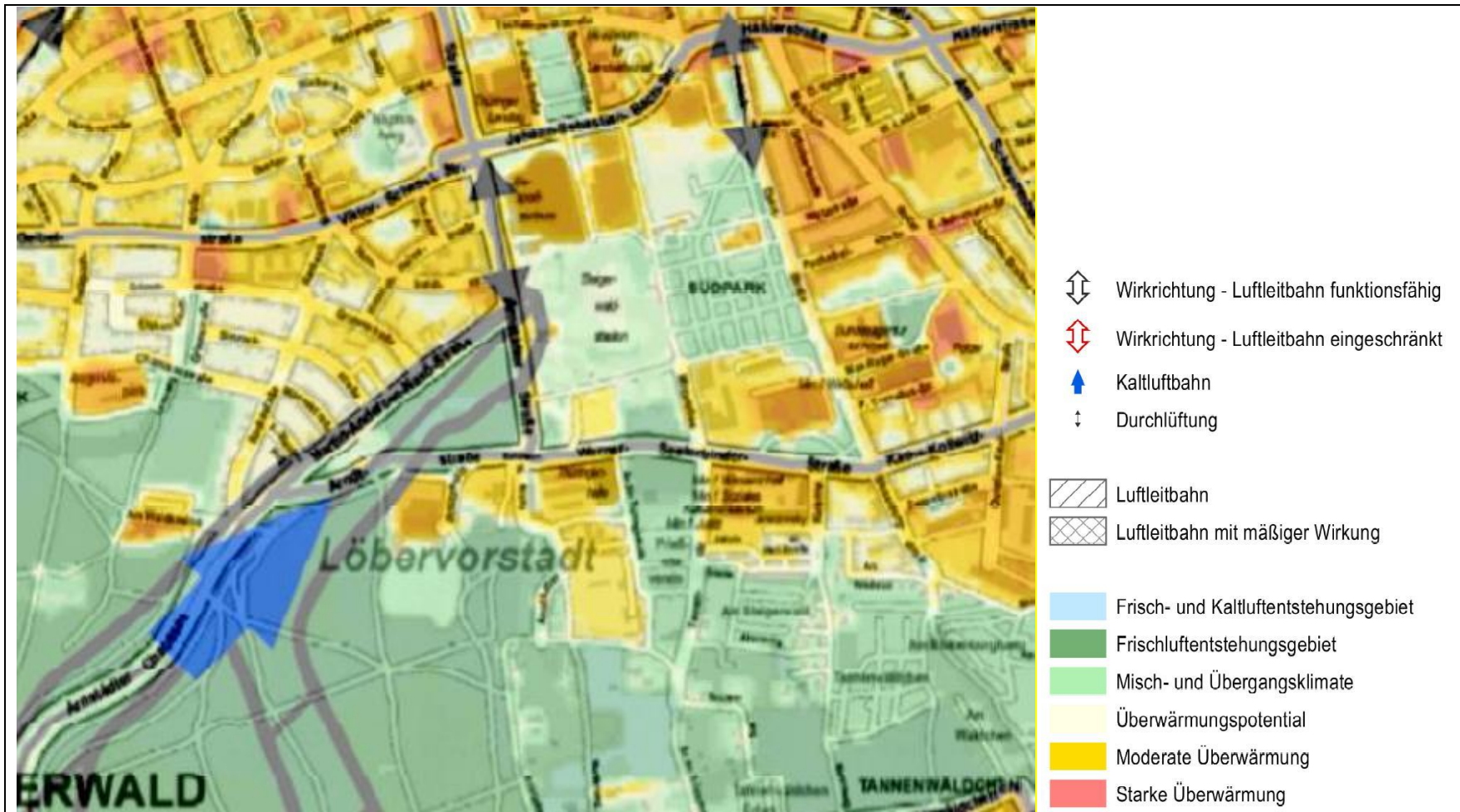


Abb. 4.6: Auszug aus der Klimafunktionskarte der Stadt Erfurt. Blauer Pfeil: Kaltluftabfluss, Grau umgrenzte Fläche: Luftleitbahn, graue Pfeile: Bereiche mit vergleichsweise besserer Durchlüftung, Quelle: Umwelt- und Naturschutzamt (2017)

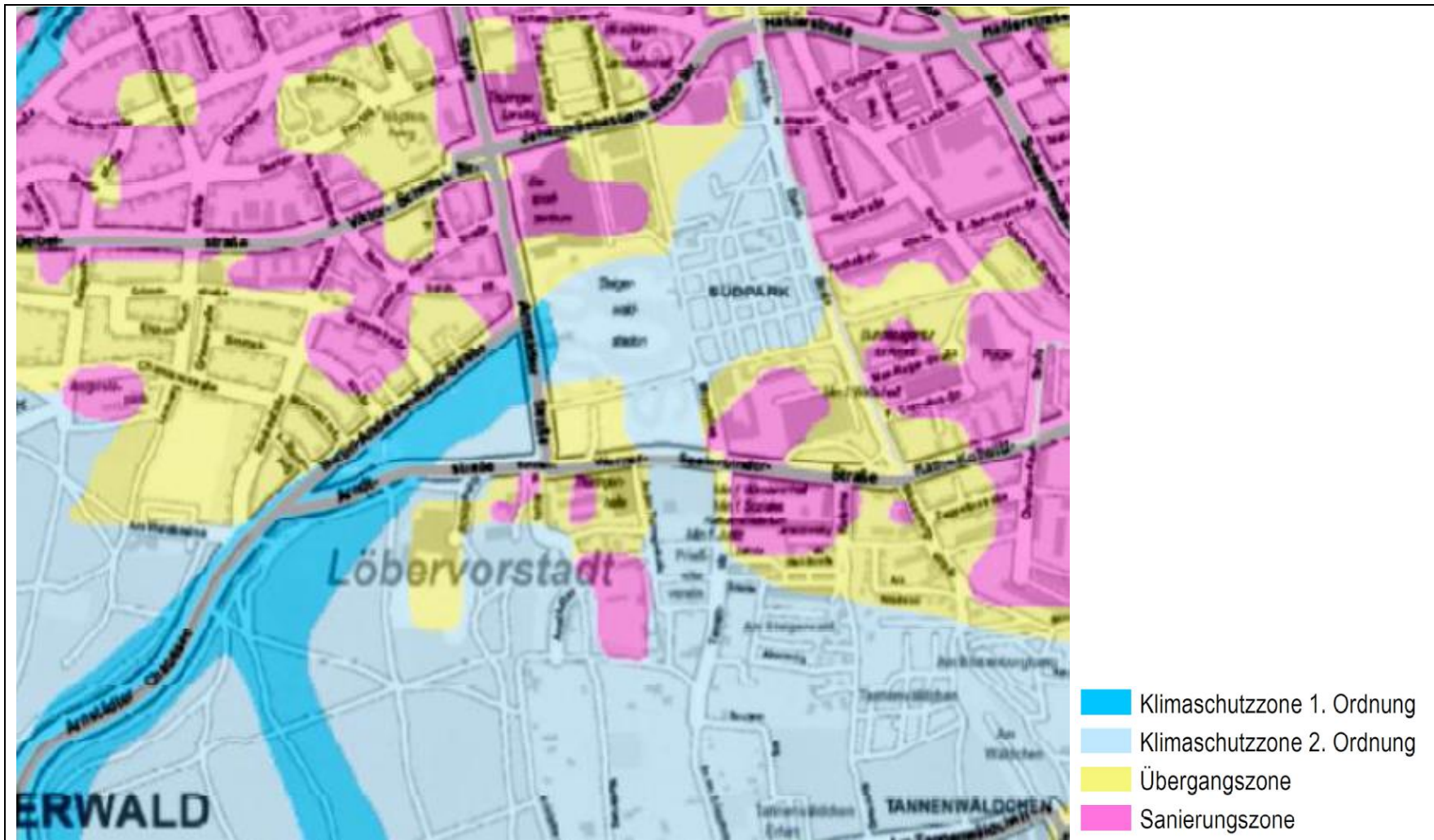


Abb. 4.7: Stadtweite Planungshinweiskarte im Bereich des Untersuchungsgebietes (dunkelblauer Bereich: Klimaschutzzone 1. Ordnung, hellblauer Bereich: Klimaschutzzone 2. Ordnung), Quelle: Umwelt- und Naturschutzamt (2017)

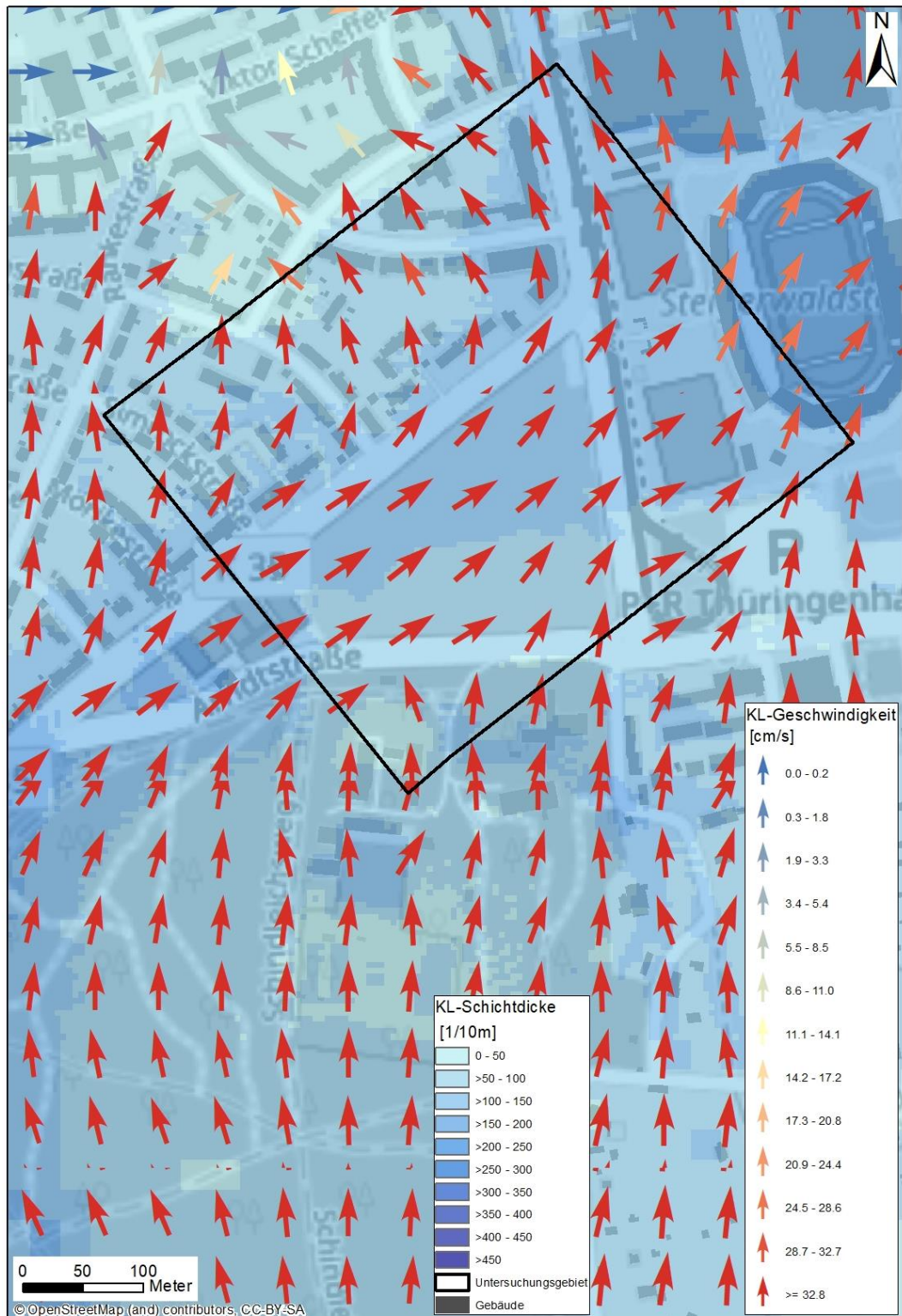


Abb. 4.8: Kaltluftfließrichtung, bodennahe Kaltluftgeschwindigkeit (in 2 m über Grund) und Kaltluftschichtdicke in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses berechnet mit KLAM für den Istzustand (Kupski, 2017). Hinweis: Die Werte für die Kaltluftgeschwindigkeiten sind in cm/s angegeben. Durch Division durch 100 erhält man die Werte in m/s.

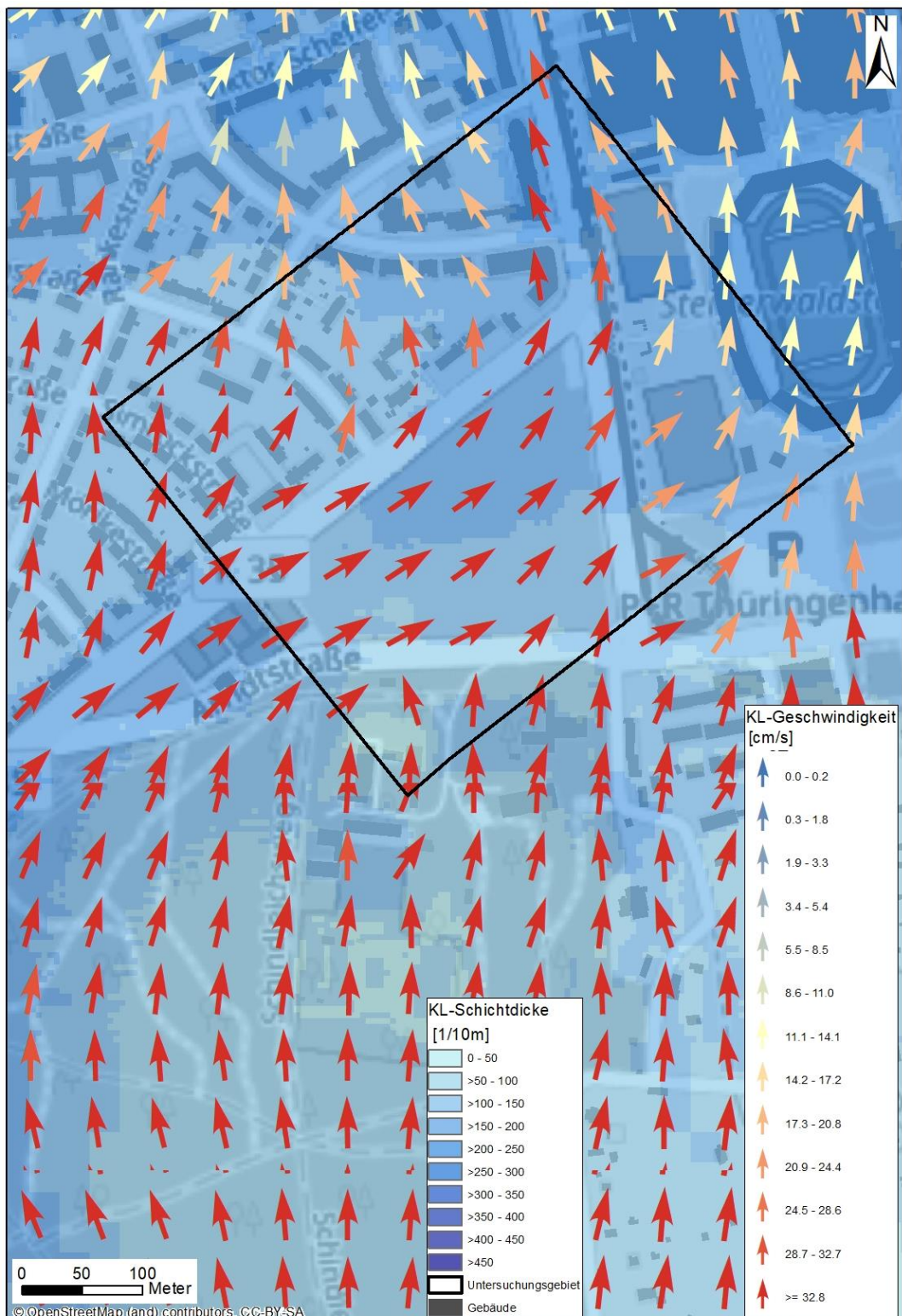


Abb. 4.9: Kaltluftfließrichtung, bodennahe Kaltluftgeschwindigkeit (in 2 m über Grund) und Kaltluftschichtdicke bei voll ausgebildeter Kaltluft berechnet mit KLAM für den Istzustand (Kupski, 2017). Hinweis: Die Werte für die Kaltluftgeschwindigkeiten sind in cm/s angegeben. Durch Division durch 100 erhält man die Werte in m/s.

5 BESCHREIBUNG DER LOKALKLIMATISCHEN GEGEBENHEITEN IM ISTZUSTAND

5.1 Durchlüftung allgemein (ohne thermische Windsysteme)

Das hier zu betrachtende Untersuchungsgebiet liegt in einer Höhe von ca. 220 bis 230 m über NN und damit fast 100 m Höhenmeter tiefer als die DWD-Station Erfurt-Weimar. Die im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Durchlüftungsverhältnisse sind deshalb nicht mit denjenigen von der Station Erfurt-Weimar (Kuppenlage) vergleichbar. Gleichzeitig liegt das Untersuchungsgebiet aber noch ca. 20 m bis 30 m höher als das Zentrum von Erfurt. Damit sind die Durchlüftungsverhältnisse deutlich günstiger als im Talkessel mit der Altstadt, der eine Höhe von ca. 200 m über NN aufweist.

Aus den vorliegenden Messdaten ergibt sich unter Beachtung der topographischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet und unter Beachtung vorliegender Messungen im Stadtgebiet und synthetischer Daten für das Untersuchungsgebiet unter Vernachlässigung des Einflusses von Gebäuden (nur reliefbedingter Einfluss) in 10 m über Grund eine jahresmittlere Windgeschwindigkeit von ca. 3.2 m/s (siehe Abschnitt 4.3).

Entsprechend der vorliegenden Daten und der Einschätzung vor Ort wird insgesamt davon ausgegangen, dass sich die großräumig vorherrschende Hauptwindrichtung (Südwest) auch im Untersuchungsgebiet durchsetzt. Auch das Nebenmaximum bei nordwestlichen Winden, welches sich an der Station Erfurt-Weimar zeigt, wird am Untersuchungsstandort erhalten bleiben.

Die allgemeinen Durchlüftungsverhältnisse außerhalb von Kaltluftsituationen sind im Vergleich zur Innenstadt von Erfurt gut bis sehr gut. Einschränkungen bewirken die umliegenden bereits bestehenden Wohngebäude, die Sportstätten und die Waldbereiche am Steiger.

5.2 Thermische Windsysteme

Bei autochthonen Wetterlagen bilden sich im Talkessel von Erfurt Kaltluftströmungen aus. Dies sind thermisch induzierte Windsysteme, die in den Nächten bei geringen großräumigen Windgeschwindigkeiten in Verbindung mit wolkenlosem Himmel entstehen. Dabei kühlt sich der Boden nach Sonnenuntergang durch großräumige Ausstrahlung ab und im Folgenden werden auch die darüber liegenden Luftschichten abgekühlt. In reliefiertem Gelände beginnt die Kaltluft, entsprechend der Hangneigung abzufließen und sammelt sich in den Tälern, in

denen sich Kaltluftseen ausbilden. Kaltluftabflüsse setzen sich aus Hangabwinden und im Laufe der Nacht aus talparallelen gesammelten Kaltluftströmungen zusammen.

Sie bewirken in bebauten Gebieten eine Mindestbelüftung und sind aus diesem Grund besonders bei Wetterlagen mit hohen Lufttemperaturen im Sommer von großer Bedeutung zum Abbau der Hitze- und Schadstoffbelastung in Stadtgebieten in den Nächten.

Die Kaltluft überfließt das B-Plangebiet aus Richtung Südwesten kommend. Im Kreuzungsbereich MAN-Straße/Arnstädter Straße biegt ein Teil der Kaltluft in Richtung Norden ab. Dies trifft sowohl auf die Anfangsphase des Kaltluftabflusses als auch auf die Situation bei voll ausgebildeter Kaltluft zu. Ein anderer Teil trifft auf die östlich des B-Plangebietes liegenden Sportstätten (siehe **Abb. 4.8** und **Abb. 4.9**).

Die Kaltluftgeschwindigkeiten im Untersuchungsgebiet wurden auf Grundlage der vorliegenden KLAM-Rechnungen als Mittelwerte über drei Querschnitte ausgewertet. Die gewählten Querschnitte sind in **Abb. 5.1** dargestellt.



Abb. 5.1: Querschnitte 1- 3, an denen die mittlere Kaltluftfließgeschwindigkeit berechnet wurde, dunkelgraue Flächen: Gebäude im Planfall, braune Linien mit Nummer: Querschnitt mit Nummer.

Betrachtet wurde ein Querschnitt in Luv der geplanten neuen Bebauung (Nr. 1) von der vorhandenen Bebauung nördlich der MAN-Straße bis zum Waldrand südlich der Arnstädter Straße (Länge ca. 130 m). Damit soll aufgezeigt werden, wieviel Kaltluft vor dem geplanten Baugelände auf dem gesamten Freibereich zwischen MAN-Straße und Arnstädter Straße das B-Plan-Gebiet erreicht. Ein zweiter Querschnitt wurde im Bereich der MAN-Straße gelegt, um aufzuzei-

gen, wie sich die Strömungsverhältnisse im Bereich der MAN-Straße durch die Planung verändern (Länge: ca. 40 m). Dies ist auch dahingehend von Bedeutung, dass sich nördlich der MAN-Straße die dem Plangebiet nächstgelegene Wohnbebauung befindet.

Ein dritter Querschnitt wurde in Lee der geplanten neuen Bebauung (also im Nordosten) betrachtet. Dieser Querschnitt schließt alle diejenigen Bereiche ein, in denen es zu relevanten baubedingten Veränderungen der Stärke des Kaltluftabflusses kommt (siehe im Vorgriff Kapitel 7; Länge: ca. 250 m).

Die Kaltluftgeschwindigkeiten in 2 m Höhe und als Mittelwert über die gesamte Kaltluftschicht sind in **Tab. 5.1** dargestellt. Zusätzlich enthält die **Tab. 5.1** eine Information über die Kaltluftschichtdicke in den drei Querschnitten zu verschiedenen Zeiten der Kaltluftausprägung.

Nr. Querschnitt	Anfangsphase	Voll ausgebildete Kaltluft	Ende der Nacht
Schichtdicke [m]			
1	14	14	16
2	15	15	20
3	18	18	25
Mittlere bodennahe Windgeschwindigkeit in ca. 2 m über Grund [m/s]			
1	0.9	0.9	0.6
2	0.7	0.6	0.25
3	0.6	0.3	0.2
Mittlere Windgeschwindigkeit in gesamter Kaltluftschicht [m/s]			
1	0.7	0.8	0.7
2	0.6	0.5	0.3
3	0.5	0.4	0.2

Tab. 5.1: Auswertung der vorliegenden Kaltluftrechnungen an den drei in **Abb. 5.1** genannten Querschnitten für den Istzustand

Die Kaltluftschichtdicken liegen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses sowie bei voll ausgebildeter Kaltluft zwischen 14 und 18 m, wobei die Schichtdicke vom Querschnitt 1 zum Querschnitt 3 leicht ansteigt. Die Schichtdicken sind jedoch im Vergleich zum Talkessel auch bei voll ausgebildeter Kaltluft relativ gering. Selbst am Ende einer Strahlungsnacht werden am Querschnitt 3 nur maximale Schichtdicken von 25 m erreicht.

Die bodennahen Windgeschwindigkeiten betragen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses 0.6 bis 0.9 m/s, mit weiterem Eintauchen der Querschnitte in den Kaltluftsee nimmt die bodennahe Windgeschwindigkeit ab. Situationen mit voll ausgebildetem Kaltluftabfluss, welche für die Belüftung der Stadt bei autochthonen Wetterlagen von besonderem Interesse sind (da dieser Fall mit hohen Kaltluftschichtdicken und damit mit hohen Volumenströmen in Verbindung steht) weisen in Luv zum B-Plan (also „vor“ dem B-Plan im Südwesten, Querschnitt 1) ähnliche Windgeschwindigkeiten wie in der Anfangsphase auf, in Lee (also „hinter“ dem B-Plan im Nordosten, Querschnitt 3) sind die Kaltluftgeschwindigkeiten im Istzustand geringer (wegen Zunahme der Kaltluftschichtdicke). Am Ende der Nacht werden am Querschnitt 3 maximale Windgeschwindigkeiten von 0.2 m/s erreicht, da sich dieser Bereich zum Ende der Nacht vollständig in einem Kaltluftsee befindet. Am Querschnitt 1 verbleiben auch zu diesem Zeitpunkt bodennahe Windgeschwindigkeiten von ca. 0.6 m/s, die für den Menschen auch spürbar sind.

Die aus den KLAM-Rechnungen für den Istzustand berechneten Kaltluftvolumenströme durch die drei betrachteten Querschnitte sind in **Tab. 5.2** dargestellt (Grundlage: Kaltluftschichtdicke und mittlere Windgeschwindigkeit der gesamten Kaltluftschicht aus **Tab. 5.1**).

Nr. Querschnitt	Anfangsphase	Voll ausgebildete Kaltluft	Ende der Nacht
Kaltluftvolumenstrom [m³/s]			
1	1 300	1 400	1 400
2	400	300	200
3	2 300	1 800	1 300

Tab. 5.2: Kaltluftvolumenstrom durch die drei betrachteten Querschnitte entsprechend der Ergebnisse der KLAM-Rechnung für die drei betrachteten Zeitpunkte im Istzustand

Die höchsten Volumenströme treten mit 2 300 m³/s in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses am Querschnitt 3 (also in Lee der geplanten Bebauung) auf. Die Größenordnung des Kaltluftvolumenstroms ändert sich nicht mit Fortschreiten der Strahlungsnacht. Höhere Kaltluftschichtdicken zum Ende der Nacht werden überwiegend durch geringere Fließgeschwindigkeiten überkompensiert, so dass beispielsweise zum Ende der Nacht der Volumenstrom durch Querschnitt 3 noch geringer wird.

Der gesamte im Bereich des B-Plans durch den Querschnitt gehende Kaltluftvolumenstrom ist aufgrund der relativ geringen Breite des Stromes und der zudem vergleichsweise geringen Kaltluftschichtdicken (maximal ca. 25 m) kein relevanter Volumenstrom, der ganze Stadtgebiete belüften kann. Hierzu ist nach VDI (2003) ein Volumenstrom notwendig, der

eine Größenordnung größer ist (10 000 m³/s). Nichtsdestotrotz bringt die dortige Kaltluft bzgl. Lufthygiene und Wärmebelastung im Istzustand eine Entlastung der im Nahbereich befindlichen sensitiven Bebauung z. B. entlang der MAN-Straße und in Teilbereichen der Arnstädter Straße.

Der Kaltluftvolumenstrom im Bereich der Arnstädter Straße (hier nicht separat dargestellt) ist nach den vorliegenden detaillierten Rechnungen im Vergleich zum Bereich parallel zur MAN-Straße noch geringer, weil ein Teil der vom Steigerwald kommenden Kaltluft auf die Sportstätten (Steigerwaldstadion und Gunda-Niemann-Stirnemann-Halle) im Osten trifft und nicht auf die Arnstädter Straße einschwenkt.

Es ist also bereits im Istzustand nicht davon auszugehen, dass der Kaltluftvolumenstrom, der vom Steigerwald kommt, die weiter nördlich anschließende Innenstadt von Erfurt relevant belüften kann, sondern nur angrenzende Stadtbereiche.

5.3 Thermische Belastung

Die bebauten Bereiche nördlich der MAN-Straße werden in der Klimafunktionskarte der Stadt Erfurt als Bereiche mit Überwärmungspotenzial bzw. in Teilbereichen mit moderater Überwärmung ausgewiesen. Im Kreuzungsbereich MAN-Straße/Arnstädter Straße ist an der dortigen Bebauung mit moderaten Überwärmungen zu rechnen. Dies trifft auch auf den weiteren Verlauf der Arnstädter Straße zu. Nördlich der Johann-Sebastian-Bach-Straße ist im Istzustand entlang der Arnstädter Straße mit stärkeren Überwärmungen zu rechnen. Die Bereiche südlich und südöstlich des B-Plangebietes sind bebaute Bereiche mit moderater Überwärmung. Bereiche mit starker Überwärmung (Wärmeinsel) befinden sich im Umkreis des geplanten B-Plans nicht. Die Wärmebelastung nimmt mit zunehmender Nähe zum Siedlungsrand ab.

Die unmittelbar nördlich an die MAN-Straße anschließende Wohnbebauung ist deshalb vergleichsweise thermisch begünstigt. Dies ist durch die Stadtrandlage in Verbindung mit einer sehr guten Durchgrünung des Gebietes und der Lage im Hangbereich bedingt.

Thermisch ausgleichend wirken auch die nahegelegenen Waldgebiete des Steigers.

Das B-Plangebiet selbst, das im Istzustand unbebaut ist, wird als Frischluftentstehungsgebiet und in Teilbereichen als Kaltluftentstehungsgebiet ausgewiesen.

6 DETAILLIERTE MODELLIERUNG ISTZUSTAND

6.1 Vorgehensweise

Die detaillierten Strömungsberechnungen erfolgen mit dem Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM in Version 6.3 (Eichhorn, 2014). MISKAM gehört zu den prognostischen Modellen vom Eulertyp. Es besteht aus zwei Teilen, einem Strömungsteil für die Modellierung der Umströmungsverhältnisse der Gebäude und einem Ausbreitungsteil zur Berechnung des Immissionsfeldes. Bei dem hier vorliegenden Projekt wird nur das Strömungsfeld betrachtet. MISKAM iteriert jeweils solange, bis das Strömungsfeld quasi stationär ist. Bei den Berechnungen wurden die Hinweise aus Eichhorn (2005) sowie der VDI-Richtlinie für prognostische Modelle beachtet (VDI 3783/9, 2005). Die Einhaltung des Kriteriums von Richtlinie VDI 3783/9 wurde anhand von Sensitivitätsrechnungen für die Göttinger Straße in Hannover für ein Rechengebiet nachgewiesen, dass zusätzlich zum Untersuchungsgebiet einen Umkreis von ca. 350 m berücksichtigt.

Das Rechengebiet ist somit deutlich größer als die Fläche, auf dem die Ergebnisse aufgezeigt werden. Damit werden Randeffekte vermieden. Die Höhe des Rechengebietes wurde gemäß Untersuchungen von Ketzler et al. (1999) auf 500 m festgelegt. Es wurde auf einem nicht-äquidistanten Rechengitter iteriert, dessen horizontale Auflösung zwischen 2 m im B-Plangebiet und 10 m am äußersten Rand des Rechengebietes variiert. Bei der Gitterspreizung im Untersuchungsgebiet wird ein maximaler Faktor von 1.2 angesetzt.

Das Gelände steigt in Richtung Süden und Westen auch im Bereich des B-Plans und daran anschließend leicht an. Der Anstieg beträgt ca. 1:20. Damit sind geländebedingte Leewirbel auszuschließen. Vielmehr passt sich das Windfeld der Geländeneigung an.

Deshalb wurde die MISKAM-Rechnung flach durchgeführt. Das ansteigende Gelände in Richtung Süden und Westen ist dadurch enthalten, dass in Luv eine lokal repräsentative Kaltluft-Strömungsrichtung vorgegeben wird.

Betrachtet wurde eine stabile Schichtung der Atmosphäre, die für Kaltluftsituationen typisch ist.

Hinweis:

Im Gegensatz zu fremdbürtigen Wetterlagen, bei denen die Windgeschwindigkeit mit der Höhe zunimmt, erreicht die Windgeschwindigkeit bei Kaltluftabflüssen in Bodennähe ihr Ma-

ximum. Dies ist in der folgenden Grafik am Beispiel des Kaltluftabflusses durch den Querschnitt 1 (siehe **Abb. 5.1**) bei voll ausgebildeter Kaltluft verdeutlicht (**Abb. 6.1**).

Bei einer Kaltluftgeschwindigkeit für die gesamte Kaltluftschicht von 0.8 m/s (entsprechend Rechenergebnisse aus KLAM) werden bei einer Schichtdicke von 14 m in 2 m über Grund ca. 1 m/s erreicht, in 10 m über Grund ca. 0.4 m/s.

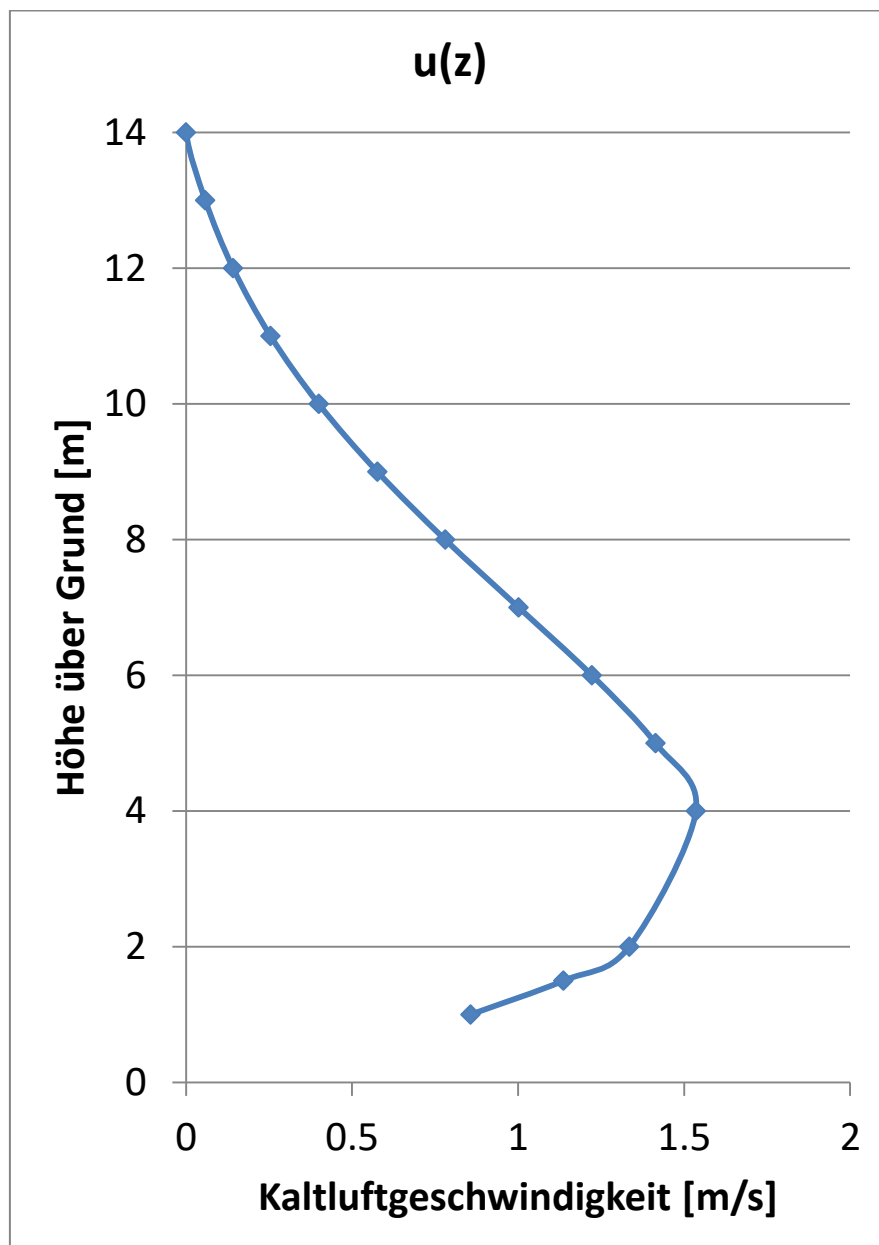


Abb. 6.1: Vertikale Windverteilung bei Kaltluftsituation im Bereich des Untersuchungsgebietes (Ansatz: Kaltluftschichtdicke = 14 m, Geschwindigkeit der gesamten Kaltluftschicht = 0.8 m/s)

Die Windgeschwindigkeiten in 10 m über Grund sind demnach bei der gegebenen Situation im Kaltluftabfluss geringer als in 2 m über Grund. Diese bei stabiler Schichtung auftretende Besonderheit wird modellbedingt von MISKAM nicht wiedergegeben. Deshalb wird im Folgenden die Strömungssimulation in einer Höhe von 2 m über Grund ausgewertet. Dies ist auch der Höhenbereich, in denen die Menschen die Kaltluft spüren. Die Werte in einer Höhe von ca. 10 m über Grund werden anhand der vorliegenden Ergebnisse qualitativ diskutiert.

Auch das reliefbedingte teilweise Umschwenken der Kaltluft nach Passieren der MAN-Straße in Richtung Norden (parallel zur Arnstädter Straße) ist mit MISKAM nicht im vollen Umfang modellierbar, da es nicht für die Abbildung von Kaltluftabflüssen konzipiert ist. Gleiches gilt für den Wegfall kaltluftproduzierender Flächen.

Der Vorteil von MISKAM besteht jedoch darin, dass die vorhandenen und geplanten Gebäude explizit bei der Modellierung berücksichtigt werden können, was im Kaltluftmodell nicht in dieser detaillierten Form funktioniert. Deshalb wird trotz der genannten Schwäche die Strömungsrechnung mit MISKAM durchgeführt. Die o.g. Schwächen des Modells für diese Situation werden bei der Bewertung der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt und gewürdigt.

Die mit MISKAM berechneten Windgeschwindigkeiten wurden so skaliert, dass sich im Bereich des B-Plans (Querschnitt 2) in Bodennähe (ca. 2 m über Grund) im Modell ähnliche Windgeschwindigkeiten einstellen wie in der Kaltluftsituation. Geschwindigkeitsreduktionen durch Vordringen in den Kaltluftsee werden bei der Modellierung vernachlässigt und in der Ergebnisdiskussion qualitativ bewertet.

6.2 Betrachtete meteorologische Situationen

Für die zu betrachtenden meteorologischen Situationen wurden Einzelsituationen ausgewählt mit stabiler Schichtung der Atmosphäre (Temperaturzunahme mit steigender Höhe von 1 K/100 m).

Betrachtet wurde eine Anströmung aus Richtung Südwest von 230°. Als Windgeschwindigkeit wurde 2.5 m/s in 100 m Höhe über Grund angenommen. Dies entspricht in ungestörten Bereichen etwa einer Windgeschwindigkeit von 0.9 m/s in 2 m über Grund.

6.3 Ergebnis der Strömungsberechnung für den Istzustand

Das berechnete Strömungsfeld für den Istzustand ist bodennah (ca. 2 m über Grund) in der **Abb. 6.2** dargestellt.

In **Tab. 6.1** sind die an den drei separat betrachteten Querschnitten mit MISKAM berechneten mittleren bodennahen Windgeschwindigkeiten dargestellt.

Querschnitt	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
1	0.7
2	0.9
3	0.9

Tab. 6.1: Mit MISKAM berechnete bodennahe Windgeschwindigkeit jeweils als Mittelwert für die drei betrachteten Querschnitte im Istzustand

Im Bereich des B-Planes werden Strömungsrichtungen aus Südwest registriert. Im Bereich des Querschnittes 3 (in Lee der geplanten Bebauung) ist die Fließrichtung ebenfalls noch überwiegend Südwest. Dies passt gut mit den Kaltluftmodellierungen zusammen.

Im Kreuzungsbereich MAN-Straße/Arnstädter Straße wird ein Teil der Kaltluft (wie auch bei der Kaltluftmodellierung) in Richtung Norden umgelenkt. Dies ist weniger als in der KLAM-Modellierung.

Im Bereich des B-Plans werden in ca. 2 m Höhe über Grund Windgeschwindigkeiten zwischen 0.6 m/s bis 1.0 m/s berechnet. Dies passt in Bereichen, in denen die Kaltluftschichtdicke in einer Größenordnung von 15 m oder weniger liegt, etwa zusammen mit den KLAM-Ergebnissen in der Anfangsphase des Kaltluftabflusses und bei voll ausgebildeter Kaltluft (**Tab. 5.1**).

Damit ist davon auszugehen, dass die Simulation im Untersuchungsgebiet in Bodennähe plausible Kaltluftgeschwindigkeiten aufzeigt. Die horizontale Verteilung der Windgeschwindigkeiten ist sehr stark inhomogen, was durch die zahlreichen Gebäude im Untersuchungsgebiet sowie durch die stark bewachsenen Bereiche (z. B. Steigerwald) bedingt ist.

Die Modellierungen zeigen bei Anströmung aus Südwest ein breites Band mit Windgeschwindigkeiten von mehr als 0.5 m/s vom Bereich des bestehenden Tennisplatzes in Luv der geplanten Bebauung (Querschnitt 1) bis zum Steigerwaldstadion (**Abb. 6.2**).

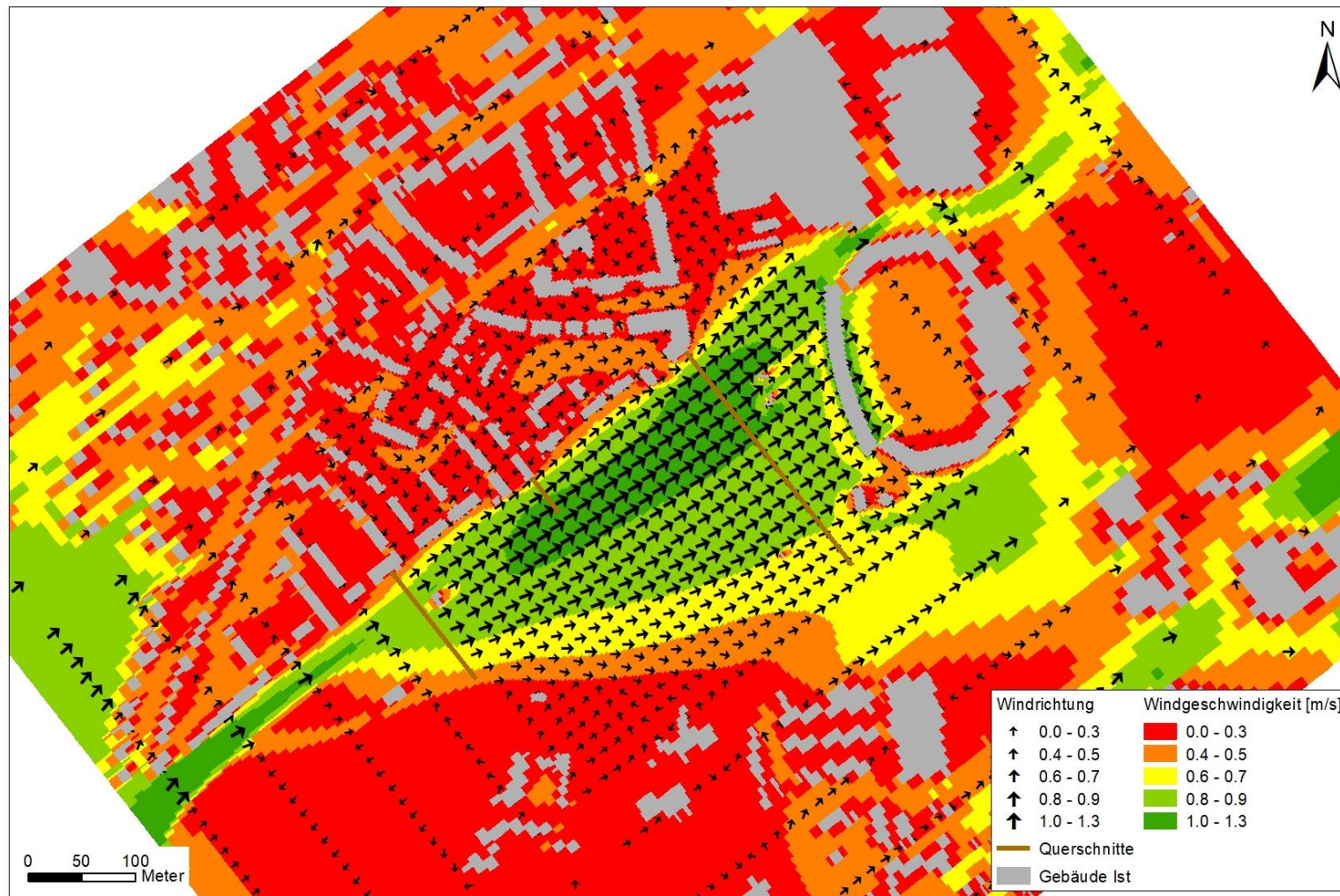


Abb. 6.2: Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung bei einer autochthonen Wetterlage im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Istzustand bei einer Kaltluftfließrichtung aus Südwest, berechnet mit MISKAM in ca. 2 m über Grund

Ein Teil der ankommenden Luft wird im Modell durch die Hindernisse des Steigerwaldstadions (spätestens an der Osttribüne) abgebremst. Teile der ankommenden Luft strömen beidseitig am Stadion vorbei. Dies ist auf der Südseite stärker ausgeprägt als an der Nordflanke, da im Süden weniger Strömungshindernisse vorhanden sind (Parkplatz).

Im Bereich der Arnstädter Straße liegen die mit MISKAM berechneten bodennahen Windgeschwindigkeiten bei weniger als 0.6 m/s. In diesem Bereich ist davon auszugehen, dass MISKAM aufgrund der Modellphysik die berechneten Kaltluftgeschwindigkeiten eher unterschätzt, aber auch das Kaltluftabflussmodell KLAM zeigt in der Arnstädter Straße vergleichsweise geringere Kaltluftgeschwindigkeiten auf wie parallel zur MAN-Straße.

Mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM nimmt die Kaltluftgeschwindigkeit mit zunehmendem Eintauchen in den Kaltluftsee von Querschnitt zu Querschnitt ab (**Tab. 5.1**), was für Kaltluftbedingungen plausibel erscheint. Tendenziell werden aber mit MISKAM in allen drei separat betrachteten Querschnitten ähnliche Windgeschwindigkeiten berechnet (**Tab. 6.1**).

Dies ist dadurch bedingt, dass MISKAM die Reduktion der Windgeschwindigkeit im Kaltluftsee nicht „sieht“. Im Vergleich zwischen Istzustand und Planfall ist aber dieser Fehler in beiden Berechnungen enthalten, so dass davon auszugehen ist, dass dieses Problem bei dem hier durchgeführten Vergleich beider Varianten von untergeordneter Bedeutung ist.

Besser durchlüftete Bereiche weisen auch in Bodennähe eine Windgeschwindigkeit von mindestens 0.6 m/s auf (gelbe und grüne Farben in **Abb. 6.2**).

In 10 m über Grund (hier nicht separat ausgewiesen) ist die Kaltluftgeschwindigkeit aufgrund der Besonderheiten der vertikalen Verteilung der Windgeschwindigkeit im Kaltluftsee unter den hier vorliegenden Bedingungen (kleine Schichtdicken) geringer als in 2 m Höhe über Grund. Die generelle flächenhafte Verteilung wird aber ähnlich sein.

7 AUSWIRKUNGEN DER PLANUNG AUF DAS LOKALKLIMA UND PLANUNGSHINWEISE

7.1 Einfluss auf thermische Windsysteme (Kaltluft) - Quantitative Betrachtung

Die Strömungsrechnungen wurden zusätzlich für den Planfall durchgeführt.

Die berechneten Strömungsfelder für den Planfall sind in der **Abb. 7.1** dargestellt. **Abb. 7.2** bzw. **Abb. 7.3** zeigen die absoluten bzw. relativen Abweichungen zwischen Planfall und Istzustand auf. Zusätzlich sind die mit MISKAM in den drei Querschnitten bodennah berechnete mittlere Windgeschwindigkeit im Vergleich zum Istzustand in **Tab. 7.1** dargestellt.

Querschnitt	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]		Relative Abweichung [%] (Plan-Ist)
	Istzustand	Planfall	
1	0.7	0.6	-9.6
2	0.9	0.8	-8.5
3	0.9	0.5	-41

Tab. 7.1: Mit MISKAM berechnete bodennahe Windgeschwindigkeit als Mittelwert über die drei betrachteten Querschnitte im Planfall, vergleichend dazu im Istzustand und relative Abweichung (Plan – Ist) in Prozent

Die flächendeckenden Berechnungsergebnisse zeigen naturgemäß im Bereich des B-Plans starke Abnahmen der bodennahen Windgeschwindigkeit im Vergleich zum Istzustand. Entlang der MAN-Straße werden jedoch auch im Planfall bodennahe Windgeschwindigkeiten von mehr als 0.5 m/s, in Straßenmitte in Teilbereichen sogar mehr als 1 m/s erwartet (**Abb. 7.1**).

Die absoluten Differenzen der bodennahen Windgeschwindigkeiten sind erwartungsgemäß im Nahbereich des B-Plans und nordöstlich davon am Größten (**Abb. 7.2**).

Die relativen Differenzen der bodennahen Windgeschwindigkeit zeigen ebenfalls die größten Auswirkungen im B-Plan sowie in Lee desselben (also im Querschnitt 3 nach Überströmung des B-Plan-Gebietes). Bis zum Steigerwaldstadion werden die Windgeschwindigkeiten bodennah um mehr als 25 % reduziert (**Abb. 7.3**). Auch im Bereich der Arnstädter Straße ist vor allem bis in Höhe der Eishalle mit einer Reduktion der Windgeschwindigkeiten von bis zu 25 %, in kleineren Teilbereichen bis zu 50 % zu rechnen. Nördlich der Eishalle werden in der Modellierung keine relevanten Auswirkungen mehr berechnet.

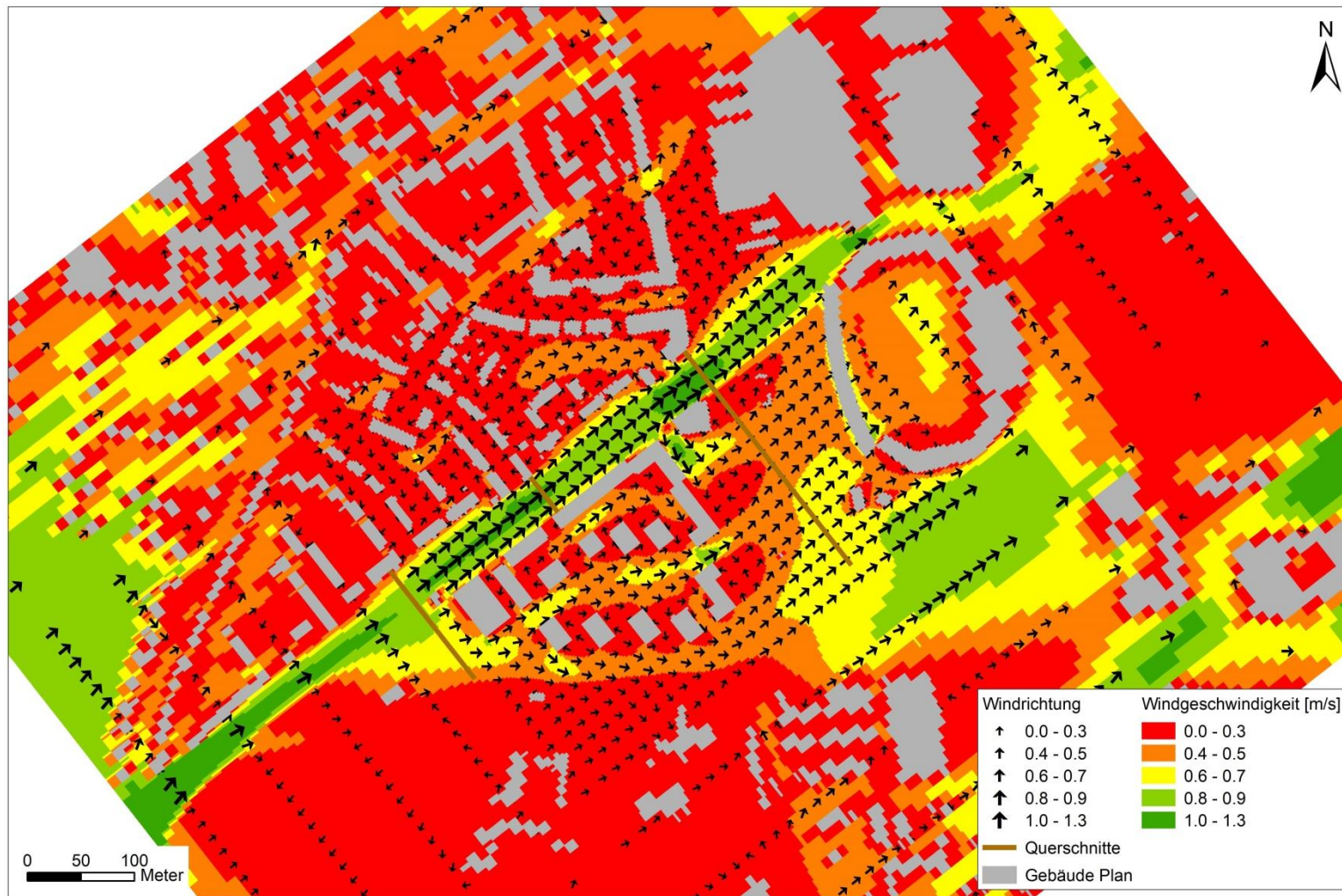


Abb. 7.1: Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung bei einer autochthonen Wetterlage im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet im Planfall bei einer Kaltluftfließrichtung aus West, berechnet mit MISKAM in ca. 2 m über Grund

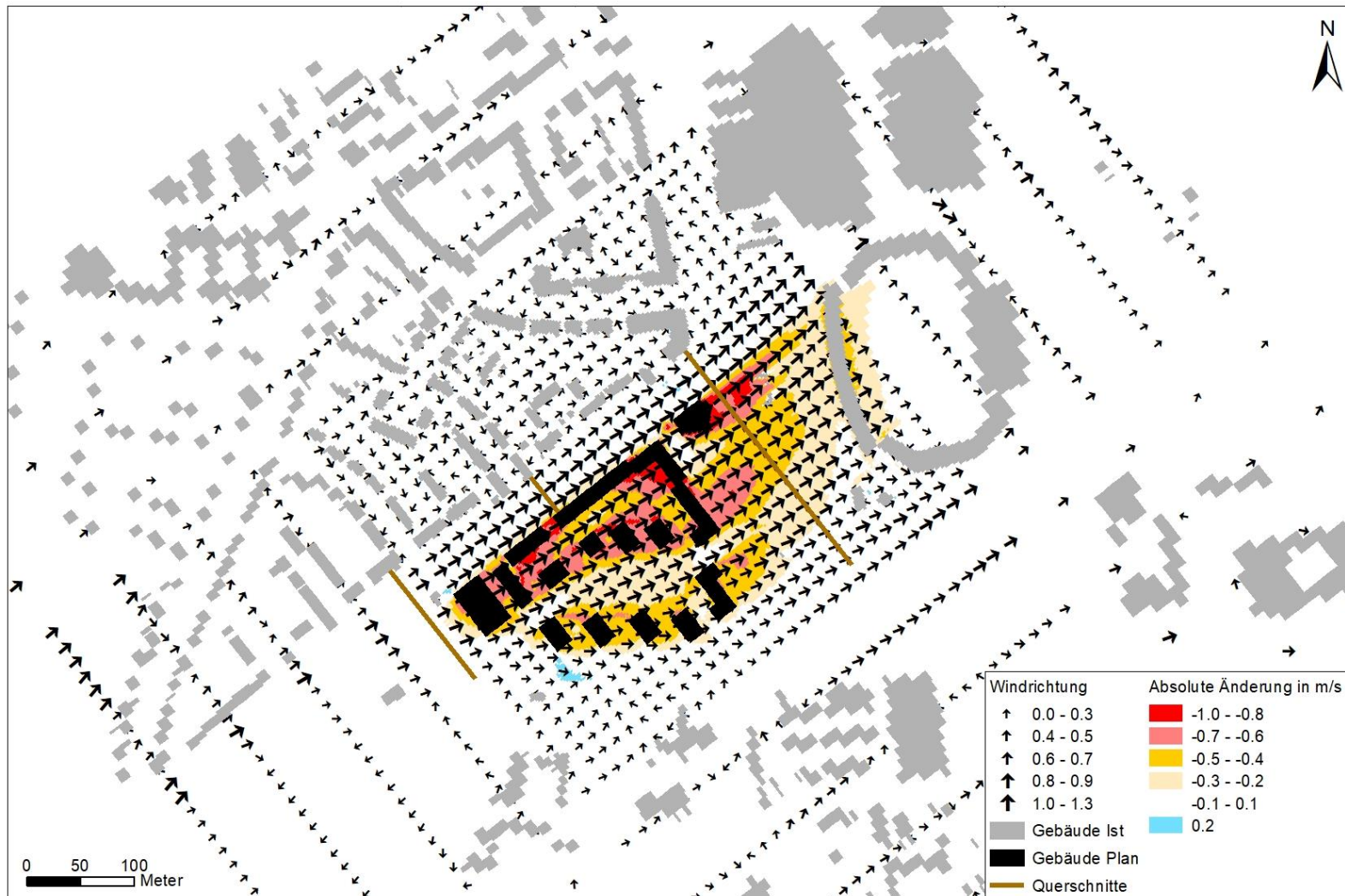


Abb. 7.2: Absolute Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Planfall und Istzustand, berechnet mit MISKAM in ca. 2 m über Grund

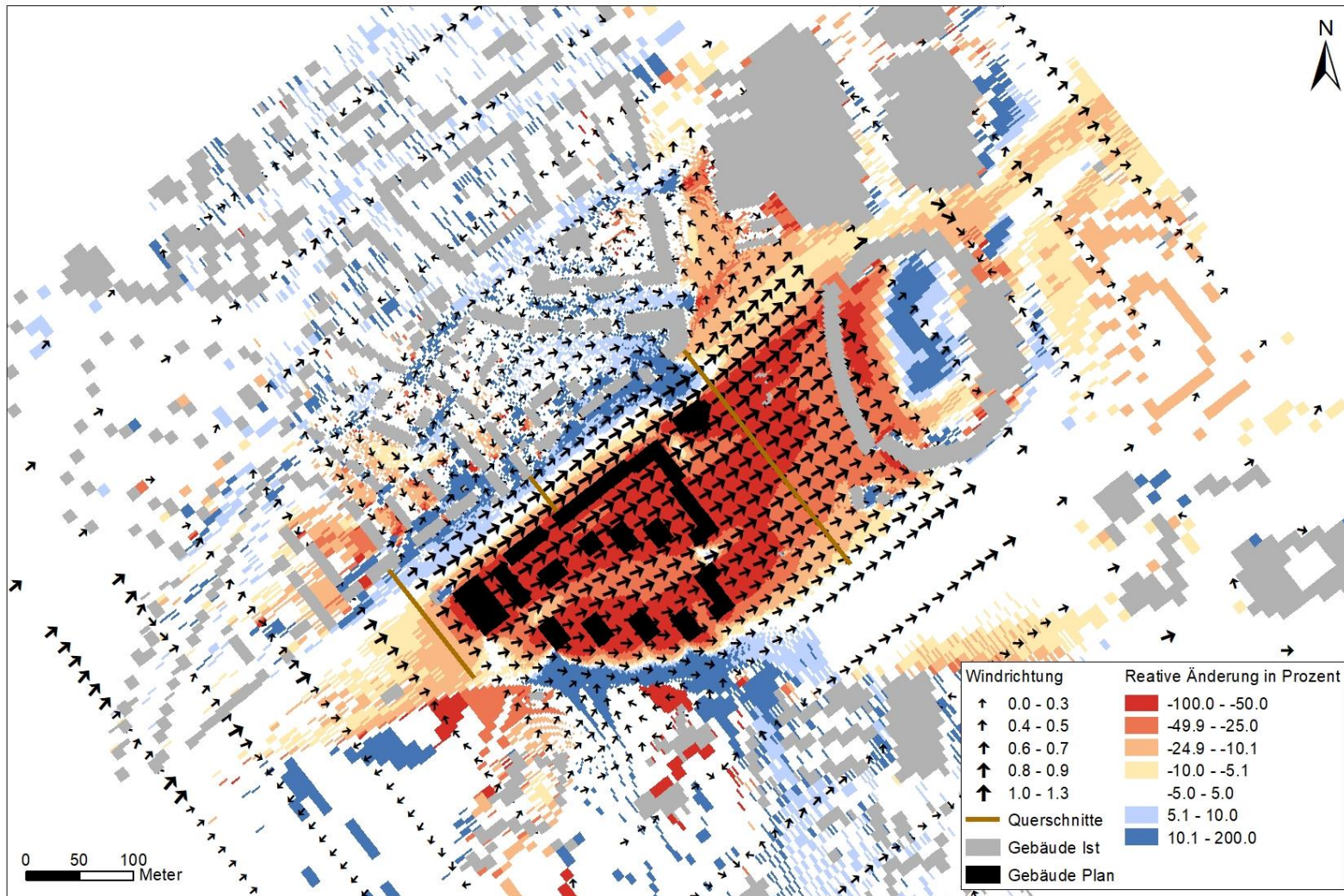


Abb. 7.3: Relative Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Planfall und Istzustand, berechnet mit MISKAM in ca. 2 m über Grund

In Luv der geplanten Bebauung (Querschnitt 1) sind die Windgeschwindigkeitsreduktionen mit -9.6 % kleiner als 10 % aber größer als 5 %. Damit ist entsprechend des Bewertungsschemas der VDI (2003) bedingt durch die Planung in diesem Bereich mit einer mäßigen Reduktion des Kaltluftabflusses zu rechnen. Im Straßenraum der MAN-Straße (Querschnitt 2) sind Änderungen in der gleichen Größenordnung zu erwarten. Auch hier wird demnach der Kaltluftabfluss in mäßiger Form reduziert. Im Straßenraum der MAN-Straße werden in Teilbereichen (vor allem nördlich) sogar leicht höhere Windgeschwindigkeiten berechnet als im Istzustand (**Abb. 7.3**). Dies ist mit Kanalisierungseffekten durch die geplante neue Bebauung zu erklären. Zur neuen Bebauung hin kommt es jedoch zu Geschwindigkeitsreduktionen im Vergleich zum Fall ohne Bebauung, was durch die geplanten Strömungshindernisse bedingt ist.

In Lee der Bebauung (=Querschnitt 3 im Nordosten) reduziert sich die mittlere bodennahe Windgeschwindigkeit um ca. 41 %. Demnach ist in Lee des B-Plans erwartungsgemäß mit den größten Einschränkungen der Belüftung zu rechnen. Im Sinne der VDI (2003) ist die Beeinträchtigung hoch.

Dies geht einher mit einer Reduktion des Kaltluftvolumenstroms in der gleichen Größenordnung oder noch größer, da neben der Reduktion der Windgeschwindigkeiten durch die geplante Bebauung auch ein Aufwärmen der Kaltluft von unten her erfolgt und gleichzeitig ein großer Teil der kaltluftproduzierenden Fläche auf dem Gelände des B-Plans durch die Planungsmaßnahme verloren geht. Damit wird auch die Kaltluftschichtdicke in Lee der Planung abnehmen.

Die maximalen Auswirkungen der Planungsmaßnahme werden sich entsprechend der Berechnungsergebnisse in nordöstliche Richtung auf einen bis maximal ca. 500 m vom B-Plan-gebiet entfernten Bereich belaufen. Zieht man in Betracht, dass das Umlenken der Kaltluft in Richtung Norden (parallel zur Arnstädter Straße) vom Modell MISKAM nicht vollständig erfasst wird, ist davon auszugehen, dass auch entlang der Arnstädter Straße mit relevanten Reduktionen des Kaltluftvolumenstroms bis in ähnliche Entfernungen vom B-Plan zu rechnen ist. Dies wäre demnach entgegen der Berechnungsergebnisse aus **Abb. 7.3** bis zu den Gebäuden, die sich unmittelbar nördlich an die Johann-Sebastian-Bach-Straße anschließen. Im weiteren Verlauf der Arnstädter Straße ist bei der vorliegenden Konstellation (bereits im Istzustand verhältnismäßig geringer Volumenstrom) mit keinen relevanten Auswirkungen auf die Belüftung mehr zu rechnen.

An der Wohnbebauung nördlich der MAN-Straße ist entlang der Straße mit keiner relevanten Verschlechterung der Belüftungsverhältnisse in einer Strahlungsnacht zu rechnen. Tendenziell sind die Kaltluftgeschwindigkeiten in diesem Bereich aufgrund von Kanalisierungseffekten parallel zur MAN-Straße sogar etwas höher als im Istzustand.

Positiv zu bewerten ist, dass sich die Straßenbreite der MAN-Straße im Vergleich zur Vorplanung von ca. 30 m auf ca. 40 m erhöht hat. Dadurch kann die Kaltluft im Bereich der MAN-Straße besser abfließen als bei der Vorplanungsvariante. Die jetzige geplante Mindeststraßenbreite (von Bebauung zu Bebauung) von 40 m erscheint ausreichend, um an der Wohnbebauung nördlich der MAN-Straße keine relevanten Verschlechterung der Belüftung mit Kaltluft herbei zu führen.

Auch im Bereich der Arndtstraße treten aufgrund von Verdrängungseffekten durch die geplante neue Bebauung leichte Geschwindigkeitserhöhungen auf (**Abb. 7.2** und **Abb. 7.3**).

In Kaltluftsituationen fließt die Kaltluft parallel zur MAN-Straße. Alle Gebäude, die mit ihrer Längsseite parallel zur Fließrichtung ausgerichtet sind (wie beispielsweise die geplante Gebäudestruktur entlang der MAN-Straße), beeinflussen den Kaltluftabfluss in geringer Art und Weise. Alle quer zur Strömung ausgerichteten Gebäude führen in Luv (also vor dem Gebäude) zu einem Aufstau der Kaltluft und zu Geschwindigkeitsreduktionen. Wegen der verhältnismäßig geringen Schichtdicke der Kaltluft ist nicht damit zu rechnen, dass die so angestaute Kaltluft weiter in das B-Plangebiet hinein wirken kann. Solche aus Sicht des Lokalklimas ungünstigen Gebäude sind der Kindergarten im Westen des Untersuchungsgebietes, der daran östlich anschließende Gebäudekomplex sowie die geplante von Nordwest nach Südost ausgerichtete Riegelbebauung im Nordosten des B-Plans. Auch in den Differenzabbildungen zeigt sich, dass unmittelbar in Lee dieser Bebauung die Belüftung des B-Plan-Gebietes selbst lokal sehr stark reduziert wird, auch vergleichsweise stärker als südlich dieser Querriegel (**Abb. 7.3**).

Solche Gebäuderiegel sollten deshalb nach Möglichkeit vermieden werden bzw. muss der dadurch entstehende Nachteil mit anderen Aspekten (z. Bsp. Lärmschutz u. ä.) abgewogen werden.

Aus Sicht des Gutachters wäre es günstiger, die gesamte Bebauung längs zur Strömungsrichtung der Kaltluft auszurichten und zwischen den Bebauungsreihen Lücken von ca. 20 m zu belassen. So könnte die Kaltluftzufuhr der geplanten Gebäude bei Strahlungswetterlagen

optimiert werden und die Beeinflussung der Kaltluft wird minimiert. Dies wäre auch für Teile der Arnstädter Straße günstig.

Zudem sind im südlichen und zentralen Bereich des B-Plans die Gebäude in Bezug auf die Kaltluftfließrichtung untereinander versetzt angeordnet. Auch dies ist nicht ideal für den Kaltluftabfluss.

Im hier betrachteten Planfall verbleibt für die vom Steigerwald kommende Kaltluft vor allem der Freibereich zwischen bestehender Bebauung nördlich der MAN-Straße und der geplanten Bebauung auf der Südseite, die parallel zur Straße verläuft. Hierbei kommt der Planung zugute, dass die gegenüberliegende bestehende Bebauung (überwiegend Reihenhäuser) nicht sehr hoch und mehrere Meter von dem Fahrbahnrand abgerückt ist. Dadurch bleibt die MAN-Straße auch im Planfall als Kaltluftabflussbahn erhalten.

Entlang der MAN-Straße ist eine parallel zur Straße verlaufende Bebauung vorgesehen, die im Westen eine Höhe von 3 Etagen aufweisen und am Ende im Nordosten in Etagenhöhen von 4 bis 9 Etagen übergehen soll. Die vorgesehene Staffelung der Etagenhöhen wird als günstig im Sinne einer möglichst geringen Beeinflussung des Kaltluftabflusses auf dem B-Plan selbst erachtet. Umgekehrt wäre dies ungünstiger.

An der MAN-Straße verbleibt im Planfall eine Kaltluftschneise von ca. 40 m. Diese sollte nicht durch üppige Vegetation versperrt werden. Mögliche straßenfolgende Bäume sollten einen hohen Stammraum aufweisen, um keine zusätzliche Behinderung des Kaltluftabflusses zu bewirken.

7.2 Einfluss auf Durchlüftung (außerhalb von Situationen mit thermischen Windsystemen)

Mit der Planung ist eine Umwandlung von einer oberirdisch unbebauten Fläche mit individuellem Baum- und Strauchbewuchs zu einer bebauten, mit Gebäuden versehene Fläche auszugehen.

Damit ist eine Einschränkung der Durchlüftungsverhältnisse bei vorherrschenden großräumigen Windanströmungen innerhalb des B-Plangebietes und dessen Umgebung zu erwarten.

Bei allochthonen Wetterlagen ist im Untersuchungsgebiet auch im Planfall von vergleichsweise guten Durchlüftungsverhältnissen (zum Beispiel im Vergleich zum Stadtzentrum von

Erfurt) auszugehen, da sich das B-Plangebiet in Hanglage befindet. Bei Winden aus südwestlichen Richtungen (= Hauptwindrichtung) fungiert die MAN-Straße nebst freiem B-Planbereich entsprechend den Klimakarten der Stadt Erfurt (siehe Abschnitt 4.5.2) als Luftleitbahn. Im Planfall verbleibt ein mindestens 40 m breiter Streifen parallel zur Hauptwindrichtung im Bereich dieser Straße. Damit ist die Funktion einer Luftleitbahn entsprechend der Definition in Abschnitt 3.1 zwar formal nicht mehr gegeben (dafür wäre eine Mindestbreite von 50 m notwendig), aber analog zur Betrachtung bei einer autochthonen Wetterlage ist auch diese Breite ausreichend, um in diesem Bereich durch den B-Plan keine relevanten Windgeschwindigkeitsreduktionen bei Winden aus der Hauptwindrichtung zu bewirken. Dies lässt sich aus den Simulationen für die autochthone Wetterlage ableiten (da dort ebenfalls eine Windrichtung aus Südwest vorliegt). Dabei treten im Bereich der MAN-Straße im Gesamtquerschnitt von Gebäude zu Gebäude im Vergleich zum Istzustand Windgeschwindigkeitsreduktionen auf, die kleiner als 10 % sind. Direkt an der bestehenden Bebauung nördlich der MAN-Straße ist aufgrund von Kanalisierungseffekten durch die geplante Bebauung bei Winden aus der Hauptwindrichtung (Südwest) sogar mit leicht höheren Windgeschwindigkeiten zu rechnen als im Istzustand.

Gleiches gilt für das Nebenmaximum bei Winden aus nordöstlichen Richtungen.

Positiv zu bewerten ist auch in diesem Falle, dass sich die Straßenbreite der MAN-Straße (= Entfernung von Gebäude zu Gebäude) im Vergleich zur Vorplanung von ca. 30 m auf ca. 40 m erhöht hat. Dadurch kann der Wind im Bereich der MAN-Straße besser durchgreifen als bei der Vorplanungsvariante.

Bei Winden aus der Hauptwindrichtung wird der Bereich des Steigerwaldstadions im Planfall schlechter durchlüftet als im Istzustand. Davon sind aber keine Wohnbebauung und keine Bereiche betroffen, in denen sich Menschen längerfristig aufhalten.

Bei relativ selten vorkommenden Winden aus Richtung Ost bis Süd (insgesamt nur in ca. 10 % der Fälle) wird sich unmittelbar nördlich der MAN-Straße an der dortigen bestehenden Wohnbebauung eine planbedingte Reduktion der Windgeschwindigkeit ergeben. Der dortige Einfluss der geplanten Bebauung wurde nicht durch eine Modellrechnung quantifiziert, sondern sollte entsprechend Angaben aus der Literatur und eigenen Erfahrungswerten abgeschätzt werden. Diese Abschätzung erfolgt unter Nutzung der Informationen der Richtlinie VDI 3783, Blatt 10. Dort wird angegeben, bis in welche Entfernungen quer zu Einzelgebäuden mit einer Beeinflussung des Windfeldes zu rechnen ist. Geht man konservativ von einer Neubebauung parallel zur MAN-Straße mit einer Länge von ca. 300 m aus, ergibt sich bei

einer Gebäudehöhe von 10 m nach VDI 3783, Blatt 10 ein naher Nachlauf von ca. 60 m. Dies ist derjenige Bereich, in dem es bei Queranströmung zu einer Umkehr der Strömungsrichtung kommen kann (Leewirbel hinter dem Gebäude). Der in der Richtlinie definierte Ferne Nachlauf (=5*naher Nachlauf und derjenige Bereich, in dem bei einzeln stehenden Gebäuden überhaupt mit einer Beeinflussung des Windfeldes zu rechnen ist) würde ca. 300 m betragen und zwar für den Fall, dass es sich um ein einzeln stehendes Gebäude quer zur Strömung handelt.

Die genannten Abschätzungen gelten für einen ca. 300 m langen (nicht durchbrochenen) Querriegel, der einzeln steht. Tatsächlich ist dieser Querriegel aber in einzelnen Bereichen unterbrochen, so dass in der Realität ein Teil der Luft nicht über die Gebäude geführt werden muss, sondern an den Gebäuden vorbei strömt. Dies verringert den oben genannten maximalen Einflussbereich. Zudem besteht nördlich der MAN-Straße bereits eine Bebauung. Dort passt sich das Windfeld mit zunehmender Entfernung zur MAN-Straße bei Anströmung aus Südost also bereits im Istzustand der bestehenden Bebauung an. Dieser Effekt überlagert die Einflüsse der geplanten Bebauung südlich der MAN-Straße ebenfalls und führt zu einer zusätzlichen Verkleinerung desjenigen Bereiches, in dem bei Windrichtungen aus Südost relevante Reduktionen der Windgeschwindigkeit durch die Neuplanung erwartet werden.

Deshalb wird eingeschätzt, dass der Einflussbereich bei Südostwinden bis in Entfernungen von maximal dem 20fachen der geplanten dreistöckigen Gebäude entlang der MAN-Straße (ca. 200 m) reicht. Betroffen davon sind alle Wohngebäude zwischen MAN-Straße und Heinrich-Heine-Straße bzw. MAN-Straße und Rankestraße sowie die Gebäude entlang der Grimmstraße zwischen MAN-Straße und Ecke Rankestraße.

Im Kreuzungsbereich zur Arnstädter Straße sind die geplanten Gebäude zwar höher, dafür ist die horizontale Erstreckung quer zur Strömungsrichtung jedoch deutlich geringer, so dass in diesem Bereich eine ähnliche Beeinflussungszone zu erwarten ist.

Zu anderen Zeiten sind Durchlüftungseinschränkungen für diese nördlich der MAN-Straße liegende Bebauung von keiner relevanten Bedeutung. Somit sind die jahresmittleren Einflüsse deutlich geringer.

7.3 Thermische Belastung

In der von der Stadt Erfurt zur Verfügung gestellten Planungshinweiskarte werden die dem B-Plan benachbarten bestehenden Wohnbereiche (vor allem nördlich der MAN-Straße)

überwiegend als Übergangszone zwischen Sanierungszonen und Klimaschutzzonen ausgewiesen, in der Bebauung und Nachverdichtung ohne Detailbegutachtung möglich ist (siehe Abschnitt 4.5.2). Ausgeprägte Wärmeinseln sind dort im Istzustand nicht anzutreffen. Dies ist auch im Planfall nicht zu erwarten, wenn auch die Bebauungsmasse südlich der MAN-Straße bei gleichzeitigem Wegfall von kaltluftproduzierenden Flächen zunimmt und damit auch mit einer Erhöhung der thermischen Belastung besonders bei Wetterlagen mit Winden aus süd-östlichen Richtungen zu rechnen ist.

Die nördlich der Bebauung liegenden Reihenhäuser sind jedoch auch im Planfall vergleichsweise zur Innenstadt aufgrund der Lage am Stadtrand und im Hangbereich klimatisch bevorzugt. Dies wird sich auch durch das geplante B-Plangebiet nicht ändern. Die Vorzüge werden sich jedoch etwas reduzieren.

Dach- und Fassadenbegrünung, eine Verringerung des Versiegelungsgrades auf ein Minimum sowie Anlage von Grünanlagen zwischen den geplanten Wohnhäusern würden der Bildung einer möglichen Wärmeinsel im B-Plangebiet und dessen unmittelbarer Umgebung entgegen wirken und sind zu begrüßen. Von besonders hoher Bedeutung wäre dies im Nahbereich der Arnstädter Straße, da entlang dieser Straße die thermischen Verhältnisse entsprechend der Klimakarten Erfurt ungünstiger eingeschätzt werden als entlang der MAN-Straße.

Anpflanzungen sollten möglichst so erfolgen, dass keine zusätzlichen Verschattungen auf Wohnräume fallen können. Dazu sollten Laubbäume verwendet werden, die im Winter relativ wenig zur Verschattung von Fassaden beitragen können.

8 QUALITATIVE EINSCHÄTZUNG DES EINFLUSSES VON KLIMAÄNDERUNGEN AUF DEN B-PLAN

8.1 Allgemeine Erkenntnisse aus Forschungsprojekten

Im Rahmen des Projektes IMPAKT der TLUG Jena wurden für Thüringen räumlich hoch aufgelöste Klimamodelldaten der Vergangenheit und der Zukunft zur Verfügung gestellt (TMLFUN, 2013).

Anhand dieser flächendeckenden Berechnungsergebnisse für ganz Thüringen lässt sich für das Stadtgebiet von Erfurt ableiten, dass die Zahl der Hitzetage in der Zukunft zunehmen wird. Die durchgeführte Prognose (entnommen aus TMLFUN, 2013) ist in **Abb. 8.1** dargestellt.

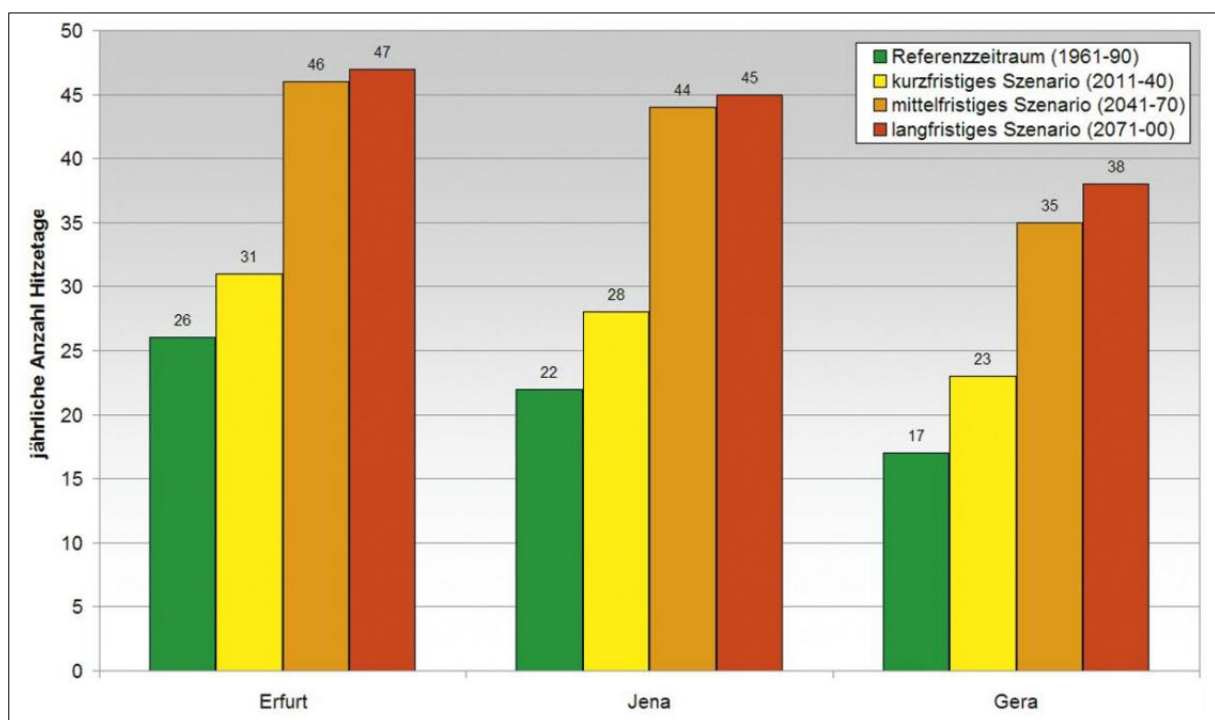


Abb. 8.1: Extremwerte der jährlichen Auftrittshäufigkeit von Hitzetagen für drei Klimaprojektionszeiträume und den Referenzzeitraum 1961 bis 1990 in den Thüringer Großstädten (TMLFUN, 2013)

Demnach soll die Zahl der Hitzetage von 26 pro Jahr im Referenzzeitraum (1961 bis 1990) bis zu 47 Tagen im Jahr im langfristigen Szenario (2071 bis 2100) zunehmen. Dies entspricht einer Zunahme der Hitzetage um fast 100 %.

Damit ist mit einer Zunahme des Risikos von vermehrten Herz-Kreislaufkrankungen durch Hitzestress zu rechnen. Dies ist unter dem Hintergrund zu sehen, dass das Stadtgebiet von Erfurt aufgrund seiner Tallage und der dichten Bebauung bereits im jetzigen Zustand stärker hitzebelastet ist als das Umland (Wärmeinseleffekt). Aus diesem Grund kommt der klimatischen Betrachtung eines B-Plangebietes im Innenstadtbereich eine besondere Bedeutung zu.

Eine Veränderung der klimatischen Verhältnisse führt zwangsläufig zu einer Verschiebung des Arten- und Lebensraumspektrums, bestimmte Arten und Ökosysteme werden zurück gedrängt und andere dagegen gefördert.

Bezogen auf den städtischen Bereich wird durch die Veränderungen des Klimas, vor allem hin zu trockenen, extrem Situationen, das Verhältnis zwischen Überwärmungsbereichen und Kaltluftentstehungsgebieten verändert. Diesem kann durch die Erhöhung von innerstädtischen Freiflächen mit klimatischer Ausgleichsfunktion und durch Erhöhung oder Erhaltung der Landwirtschafts- und Waldflächen im Umland der Stadt entgegengewirkt werden. Auch Wasserflächen (>1 ha) wirken thermisch ausgleichend.

Als weitere Möglichkeiten zum Abbau der klimatischen Belastung im Stadtgebiet können die Förderung von Entsiegelung und Schaffung vernetzter Grünzonen, Durchgrünung von Innenhöfen, Fassaden- und Dachbegrünung von Straßenräumen genannt werden.

Außerdem sollten vorhandene Kaltluftschneisen und Luftleitbahnen erhalten werden.

8.2 Übertragung der Ergebnisse auf das B-Plangebiet

Zukünftig wird, wie oben erläutert, von TMLFUN (2013) ein Anstieg der Zahl von Hitzetagen prognostiziert. Dies sind diejenigen Tage, bei denen das Einfließen von Kaltluft für eine Mindestbelüftung des Stadtgebietes in den Abend- und Nachtstunden sorgen kann. Die Erhaltung einer möglichst guten Durchlüftung des B-Plangebietes ist somit bereits gegenwärtig notwendig und wird zukünftig entsprechend o. g. Klimaprognose noch wichtiger, um ein gesundes Wohnen zu ermöglichen. Dazu sollte auch angestrebt werden, dass außerhalb der Gebäudebereiche die Versiegelung möglichst gering gehalten wird und unversiegelte Grünanlagen angelegt werden.

Aufgrund der vergleichsweise guten Durchlüftung durch die Lage im Hangbereich der Stadt Erfurt gehört das Gebiet nicht zu einer typischen großräumigen städtischen Wärmeinsel. Dies bestätigen auch die Einschätzungen in der Planungshinweiskarte von Erfurt. Dies trifft

auch auf den Planfall zu, obwohl sich die thermischen Verhältnisse durch die geplante Maßnahme verschlechtern werden.

9 LITERATUR

- Umwelt- und Naturschutzamt (2017): Auszug aus den Klimakarten der Stadt Erfurt für das zu betrachtende Untersuchungsgebiet. E-Mail von Hr. Riediger vom 12.10.2017
- DWD (2018): Meteorologische Daten der Station Erfurt-Weimar, heruntergeladen unter: http://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html.
- Eichhorn, J. (2005): MISKAM Handbuch zu Version 5.01. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim.
- Eichhorn, J. (2014): MISKAM Handbuch zu Version 6.3. Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software. Wackersheim, April 2014.
- EPC Engineering & Technologies GmbH (2018a): Übergabe der Unterlagen zur Straßenplanung von Frau Todt. E-Mail vom 10.04.2018.
- EPC Engineering & Technologies GmbH (2018b): Übergabe der Unterlagen zur Bebauungsplanung der Lingel-Fläche von Frau Todt. E-Mail vom 09.04.2018.
- HSP architekten ingenieure (2018): E-Mail bezüglich Abstimmung der Gebäudehöhen für den B-Plan Erfurt-Lingel von Herrn Haase vom 01.03.2018 und 02.03.2018 an Frau Geisler, vom 18.04.2018 und 19.04.2018 an Frau Nitzsche, Telefonische Abstimmung am 31.05.2018 zwischen Herrn Haase und Frau Moldenhauer.
- Ketzel, M., Berkowicz, R., Lohmeyer, A. (1999): Dispersion of traffic emissions in street canyons: Comparison of European numerical models with each other as well as with results from wind tunnel and field measurements. In: 2nd Int. Conf. On Urban Air Quality, Madrid, Spain, organised by Institut of Physics, Conference Department, 76 Portland Place, London, W1N 3DH, UK.
- Kupski, S. (2017): Flächendeckende Kaltluftsimulationen mit dem Kaltluftabflussmodell KLAM für das Stadtgebiet von Erfurt. E-Mail von Herrn Kupski, Firma INKEK vom 02.10.2017.
- Mayer, H., Matzarakis, A. (1992): Stadtklimarelevante Kartierungen in München. In: Annalen der Meteorologie 28, Internationale Tagung für Human-Biometeorologie vom 16. bis 18. September 1992 in Freiburg. Hrsg.: Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- Scherhag, R., Blüthgen, J., Lauer, W. (1977): Klimatologie. 9. Aufl. Westermann Verlag, Braunschweig. ISBN N 3-14-160284-0, S. 204.
- Schriftenreihe Raumordnung (1979): Regionale Luftaustauschprozesse und ihre Bedeutung für die räumliche Planung. Schriftenreihe "Raumordnung" des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Nr. 06.032.

- Stadtverwaltung Erfurt, Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung, Abt. Verkehrsplanung (2018a): Mitteilung der Verkehrsdaten für die Lingelfläche, E-Mail vom 20.04.2018 von Herrn Kintzel an Frau Moldenhauer.
- Stadtverwaltung Erfurt Amt für Geoinformation und Bodenordnung (2018b): Digitale Gebäudedaten in der Umgebung der Lingelfläche. E-Mail vom 21.09.2017 von Herrn Schubert an Frau Moldenhauer.
- TMLFUN (2013): Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen – IMPAKT. Erfurt/Jena, Juli 2013. Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umweltschutz und Naturschutz (TMLFUN), Erfurt. Bearb.: GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Hannover.
- VDI (2003): Umweltmeteorologie Lokale Kaltluft. Richtlinie VDI 3787, Blatt 5. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b, Dezember 2003. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf.
- VDI (2005): Umweltmeteorologie. Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle. Evaluierung für Gebäude- und Hindernisströmung. Richtlinie VDI 3783, Blatt 9. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN - Normenausschuss, Düsseldorf, November 2005.
- VDI (2010): „Umweltmeteorologie. Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle, Gebäude- und Hindernisumströmung. Richtlinie VDI 3783, Blatt 10. März 2010. VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b. Düsseldorf, Verein Deutscher Ingenieure“.

A N H A N G A1:
ENTWURF DES BEBAUUNGSPLANES, STAND MAI 2018

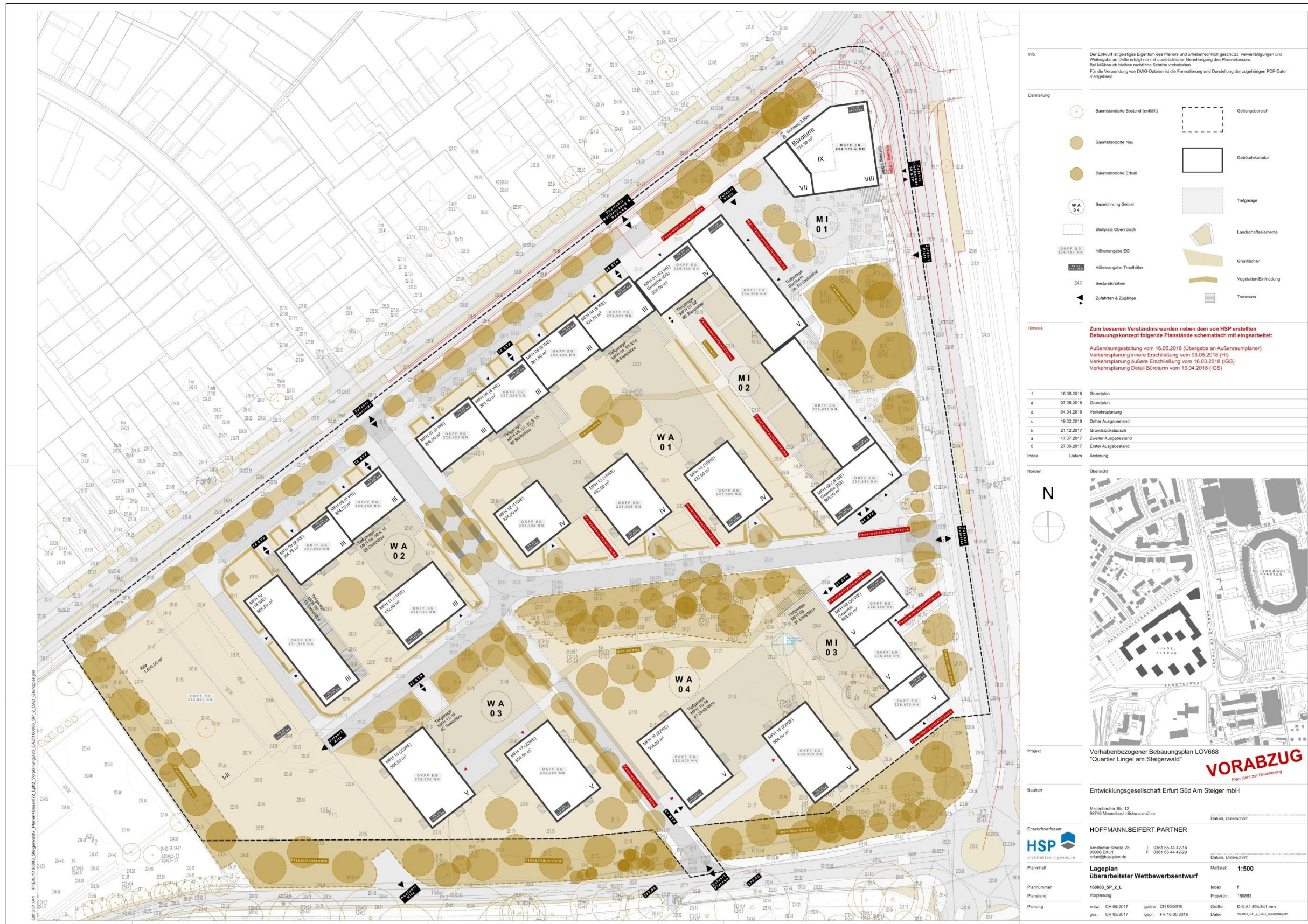


Abb. A1.1: Entwurf des Bebauungsplanes (Stand: Mai 2018), Kartengrundlage: Vom Auftraggeber