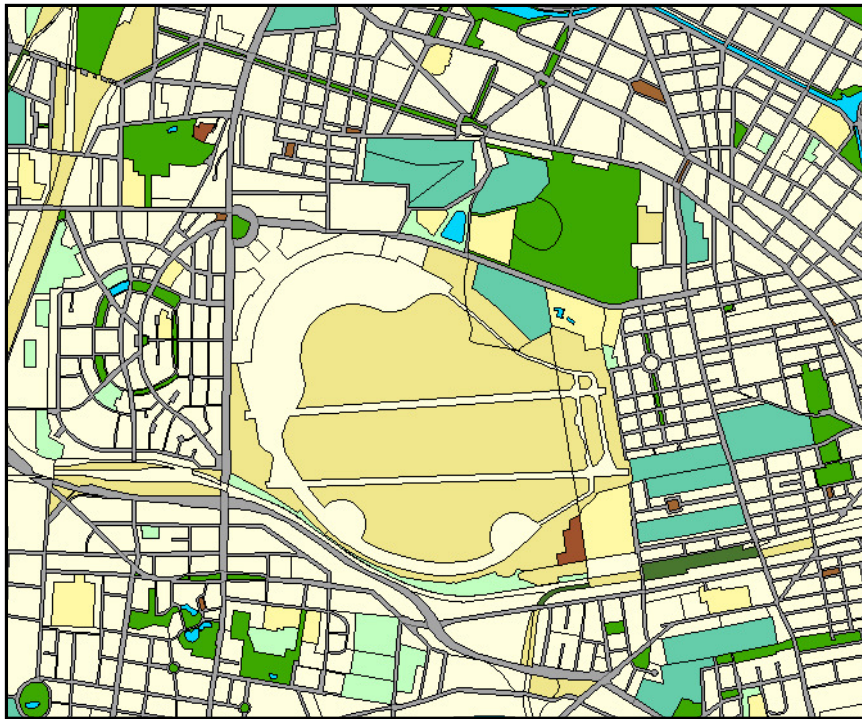


Tempelhofer Feld

Fachbeitrag Stadtklima im Rahmen Änderung Flächennutzungsplan und Landschafts-/Artenschutzprogramm



Auftraggeber:

**Senatsverwaltung für
Stadtentwicklung**

Abteilung I: Stadt- und
Freiraumplanung

Referat I B:

Flächennutzungsplanung und
Stadtplanerische Konzepte

Referat I E: Naturschutz,

Landschaftsplanung, Forstwesen

und im Rahmen der Umweltprüfung
mit

BSM

Beratungsgesellschaft für
Stadterneuerung und
Modernisierung mbH



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5 A

3 0 1 6 1 Hannover

Tel. (0511) 3887200

FAX (0511) 3887201

www.geo-net.de

Projektleiter: Peter Trute

email: trute@geo-net.de

In Zusammenarbeit mit:

Prof. Dr. G. Gross

Anerkannt beratender Meteorologe (DMG),

Von der IHK Hannover-Hildesheim öffentlich bestellter Gutachter
für Immissionsfragen und Kleinklima

Hannover, Januar 2009

Auftrag: Fachbeitrag Stadtklima im Rahmen Änderung
Flächennutzungsplan und Landschafts-
/Artenschutzprogramm

Standort: Stadt Berlin
Bundesland: Berlin
Deutschland

Auftraggeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
Am Köllnischen Park 3
10179 Berlin

BSM - Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und
Modernisierung mbH
Katharinenstraße 19-20
10711 Berlin

Projektnummer: 2_08_017

Berichtsnummer: 2_08_017_Tempelhof_Rev00

Version: 1

Datum: 27.01.2009

Erstellt von: 

Dipl.-Geogr. Dirk Herrmann

Unter Mitarbeit von: 

Prof. Dr. Günter Groß

Geprüft von: 

Dipl.-Geogr. Peter Trute

GEO-NET
Umweltconsulting GmbH

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

Große Pfahlstraße 5a
D-30161 Hannover
Tel. (0511) 388 72 00
Fax (0511) 388 72 01

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

Amtsgericht Hannover
HRB 61218

Hannoversche Volksbank eG
KTO. 532 248 000
BLZ 251 900 01

Inhaltsverzeichnis

Seite:

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
1 Aufgabenstellung.....	1
2 Datengrundlage und Aufbau der Geodatenbasis	3
2.1 Geländehöhe und Nutzungsstruktur	3
2.2 Planungsszenarien für den Bereich Tempelhofer Feld	6
3 Methodik.....	9
3.1 Das Mesoskalenmodell FITNAH	9
3.2 Synoptische Rahmenbedingungen für die Modellrechnung.....	10
3.3 Modellierung der verkehrsbedingten Luftschadstoffausbreitung	11
4 Ergebnisse	13
4.1 Kaltlufthaushalt.....	14
4.1.1 Bodennahes Temperaturfeld	14
4.1.1.1 Ist-Zustand	14
4.1.1.2 Szenario Flächennutzungsplan.....	16
4.1.1.3 Szenario Flächennutzungsplan Änderung	18
4.1.1.4 Szenario Zukunft Tempelhofer Feld	20
4.1.2 Autochthones Windfeld	22
4.1.2.1 Ist-Zustand	22
4.1.2.2 Szenario Flächennutzungsplan.....	25
4.1.2.3 Szenario Flächennutzungsplan Änderung	28
4.1.2.4 Szenario Zukunft Tempelhofer Feld	31
4.1.3 Kaltluftvolumenstrom	34
4.1.3.1 Ist-Zustand	35
4.1.3.2 Szenario Flächennutzungsplan.....	36
4.1.3.3 Szenario Flächennutzungsplan Änderung	38
4.1.3.4 Szenario Zukunft Tempelhofer Feld	40

4.2	Lufthygienische Situation am Beispiel Stickstoffdioxid.....	42
4.3	Fazit.....	45
5	Literatur	49
	Anhang	50

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Lufttemperatur in 2 m Höhe (gesamstädtisch).....	2
Abb. 2	Geländehöhe	3
Abb. 3	Nutzungsstruktur	4
Abb. 4	3-D Gebäudestruktur des ALK	5
Abb. 5	Szenario Flächennutzungsplan	6
Abb. 6	Szenario Änderung Flächennutzungsplan	7
Abb. 7	Szenario Zukunft Tempelhofer Feld.....	8
Abb. 8	Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV) im Ist-Zustand (Bezugsjahr 2005).....	11
Abb. 9	Untersuchungsablauf	13
Abb. 10	Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Ist-Zustand.....	15
Abb. 11	Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Szenario Flächennutzungsplan	16
Abb. 12	Differenz der oberflächennahen Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand	17
Abb. 13	Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Szenario Flächennutzungsplan Änderung.....	18
Abb. 14	Differenz der oberflächennahen Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand	19
Abb. 15	Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld	20
Abb. 16	Differenz der oberflächennahen Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen Szenario Zukunft Tempelhofer Feld und Ist-Zustand.....	21
Abb. 17	Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Ist-Zustand	23
Abb. 18	Strömungsfeld und -Geschwindigkeit über dem östlichen Tempelhofer Feld im Ist-Zustand	24
Abb. 19	Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Flächennutzungsplan	25
Abb. 20	Strömungsfeld und -Geschwindigkeit über dem östlichen Tempelhofer Feld im Szenario Flächennutzungsplan	26
Abb. 21	Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand	27
Abb. 22	Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Flächennutzungsplan Änderung	28
Abb. 23	Strömungsfeld und -Geschwindigkeit im Bereich Hasenheide im Szenario FNP Änderung.....	29
Abb. 24	Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Szenario Flächennutzungsplan Änderung und Ist-Zustand	30
Abb. 25	Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld.....	31

Abb. 26	Strömungsfeld und -Geschwindigkeit im Bereich Hasenheide im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld.....	32
Abb. 27	Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Szenario Zukunft Tempelhofer Feld und Ist-Zustand	33
Abb. 28	Kaltluftvolumenstrom im Ist-Zustand.....	35
Abb. 29	Kaltluftvolumenstrom im Szenario Flächenutzungsplan	36
Abb. 30	Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand	37
Abb. 31	Kaltluftvolumenstrom im Szenario Flächenutzungsplan Änderung.....	38
Abb. 32	Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Szenario Flächennutzungsplan Änderung und Ist-Zustand.....	39
Abb. 33	Kaltluftvolumenstrom im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld	40
Abb. 34	Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Szenario Zukunft Tempelhofer Feld und Ist-Zustand	41
Abb. 35	NO ₂ -Immission während einer austauscharmen Wetterlage im Ist-Zustand	42
Abb. 36	NO ₂ -Immission während einer austauscharmen Wetterlage im nordwestlichen Tempelhofer Feld.....	43
Abb. 37	NO ₂ -Immission während einer austauscharmen Wetterlage im südwestlichen Tempelhofer Feld.....	43
Abb. 38	Jahresmittelwert der NO ₂ -Immission im Bezugsjahr 2005.....	44
Abb. 39	Bilanzierung von Kaltluftvolumenstrom und -Geschwindigkeit zwischen Ist-Zustand und den Planungsszenarien für angrenzende Stadtquartiere	45
Abb. 40	Bilanzierung des Kaltluftvolumenstroms zwischen Ist-Zustand und den Planungsszenarien für den Bereich Tempelhofer Feld	47

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Qualitative Einordnung des Kaltluftvolumenstroms.....	34
--------	---	----

1. Aufgabenstellung

Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und, im Rahmen der Umweltprüfung zur Änderung des Flächennutzungsplans und des Landschafts-/Artenschutzprogramms auch im Auftrag der BSM, wurde vom Büro GEO-NET Umweltconsulting GmbH in Kooperation mit Prof. Dr. G. Groß (Universität Hannover) im November 2008 eine modellgestützte Analyse zu den klimaökologischen und lufthygienischen Auswirkungen für die Nachnutzung des Tempelhofer Feldes in Berlin durchgeführt. Mit der Schließung des Flughafens Tempelhof stellt sich die Aufgabe, eine 386 ha große Fläche in das städtische Umfeld zu integrieren. Das Schutzgut Klima/Luft ist in diesem Zusammenhang ein wichtiger Aspekt der räumlichen Planung und Bestandteil der Abwägung bei der Bauleitplanung und Umweltprüfung. Vor dem Hintergrund konkurrierender Planungsziele ist die Kenntnis über das vorliegende Lokalklima ein wichtiges Hilfsmittel zur sachgerechten Beurteilung dieses Schutzgutes. Im Vordergrund steht die Sicherung, Entwicklung und Wiederherstellung klima- und immissionsökologisch wichtiger Oberflächenstrukturen und damit die Erhaltung günstiger bioklimatischer Verhältnisse. Darüber hinaus sollte auch eine gesundheitlich unbedenkliche Luftqualität gewährleistet sein.

Für die Ermittlung dieser Zusammenhänge wurde als meteorologische Rahmenbedingung eine austauscharme, sommerliche Hochdruckwetterlage angenommen, die häufig mit einer überdurchschnittlich hohen Wärmebelastung in den Siedlungsräumen sowie lufthygienischen Belastungen einhergeht. In einem ersten Schritt wurden das Kaltluftströmungsfeld sowie weitere Klimaparameter für eine solche Wetterlage mit dem mesoskaligen Klima- und Strömungsmodell FITNAH simuliert. Eine solche Wetterlage ist durch die Entstehung kleinräumiger Windsysteme zwischen überwärmten Siedlungsbereichen einerseits und vergleichsweise kühlen, vegetationsgeprägten Freiflächen andererseits in der Nacht gekennzeichnet. Unter diesen meteorologischen Rahmenbedingungen können nächtliche Kalt- und Frischluftströmungen aus innerstädtischen Grünflächen zum Abbau von Belastungen beitragen. Die vorliegende Untersuchung ist eingebunden in eine gesamtstädtische Klimaanalyse, die im Rahmen der Aktualisierung des Umweltatlas der Senatsverwaltung durchgeführt wird. Dabei wird das Tempelhofer Feld zusammen mit anderen Grünflächen

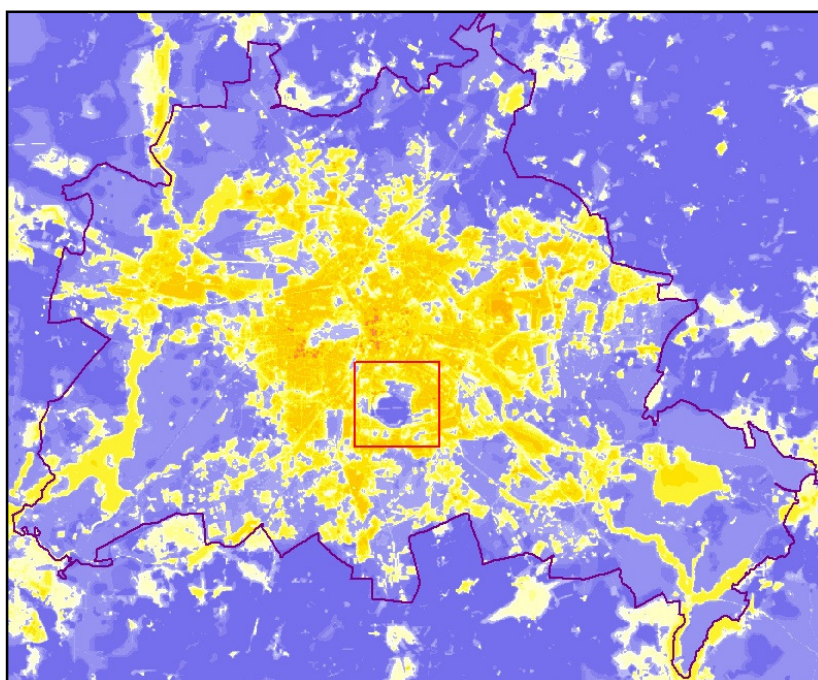


Abb.1 Lufttemperatur in 2 m Höhe (gesamtstädtisch)

als Kaltluft produzierendes Areal sichtbar. Die oberflächennahe Lufttemperatur während einer austauscharmen Sommernacht zeigt beispielhaft Abb. 1 für das gesamte Stadtgebiet. Innerstädtische Grün- und Freiflächen treten dabei mit vergleichsweise geringen Lufttemperaturen hervor (blaue Farben), während bebaute Bereiche sowie Gewässer höhere Werte aufweisen (Orange). Das Untersuchungsgebiet des vorliegenden Fachbeitrags ist rot abgegrenzt. Es wird sichtbar, dass das Tempelhofer Feld aufgrund der Größe, der innenstadtnahen Lage sowie der dort entstehenden Kaltluft einen bedeutsamen lokalen Beitrag zur Reduzierung der sommerlichen Wärmebelastung leistet.

Dieser Zusammenhang mündet in der Frage, in wieweit die geplanten Bauflächen auf eigenbürtige Kaltluftbewegungen des Tempelhofer Feldes einwirken werden und somit die bioklimatische Situation in angrenzenden Siedlungsräumen beeinflussen. Zur Einschätzung der lufthygienischen Situation im Umfeld des Flugplatzes Tempelhof wurde für den Ist-Zustand (Bezugsjahr 2005) in einem weiteren Schritt das Immissionsfeld für den verkehrstypischen Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO_2) flächendeckend berechnet. Darüber hinaus konnten auch die Ergebnisse eines lufthygienischen Screenings mit einbezogen werden, dass von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin zur Verfügung gestellt wurde.

Im vorliegenden Fachbeitrag werden die Ergebnisse der Klimamodellierung für den Ist-Zustand sowie drei weiteren Szenarien dargestellt. Dabei handelt es sich um den gültigen Flächennutzungsplan, die im Verfahren befindliche Änderung des Flächennutzungsplans sowie das Planungsszenario „Zukunft Tempelhofer Feld“. Ausgangspunkt für die daran anschließende Beurteilung der klimatischen Auswirkungen ist ein Vergleich mit der Ist-Situation innerhalb dreier angrenzender Wohnquartiere. Für die Planungsvarianten soll sowohl die regionale Wirkung auf benachbarte Wohnquartiere als auch die lokale Wirkung auf der Vorhabenfläche selbst beurteilt werden.

2. Datengrundlage und Aufbau der Geodatenbasis

Nutzungsstruktur und Geländehöhe sind wichtige Eingangsdaten für die Windfeldmodellierung, da über die Oberflächengestalt, die Höhe der jeweiligen Nutzungsstrukturen sowie deren Versiegelungsgrad das Strömungs- und Temperaturfeld entscheidend beeinflusst wird. Die dafür erforderlichen Geodaten wurden von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung des Landes Berlin im Rahmen der von GEO-NET durchgeführten gesamtstädtischen Klimaanalyse zur Verfügung gestellt. Das gesamte Untersuchungsgebiet hat bei einer Abmessung von 4,8 km x 4,8 km eine Fläche von insgesamt etwa 23 km². Die Modellierung der Strömungs- und Ausbreitungsfelder erfolgte mit einer Zellengröße von 25 m x 25 m.

2.1 Geländehöhe und Nutzungsstruktur

Zur Bereitstellung der orographischen Eingangsparameter für die Berechnung des Wind- und Temperaturfeldes wurde aus den Höheninformationen des Informationssystem Stadt und Umwelt (ISU) ein einheitliches Geländehöhenmodell für den Untersuchungsraum generiert. Die Zellengröße des erzeugten Modelleingangsrasters beträgt 25 m. Die Geländehöhe ist in Abb. 2 dargestellt, wobei die höchstgelegenen Geländepunkte von bis zu 68 m ü NN im Victoriapark sowie der Hasenheide anzutreffen sind.

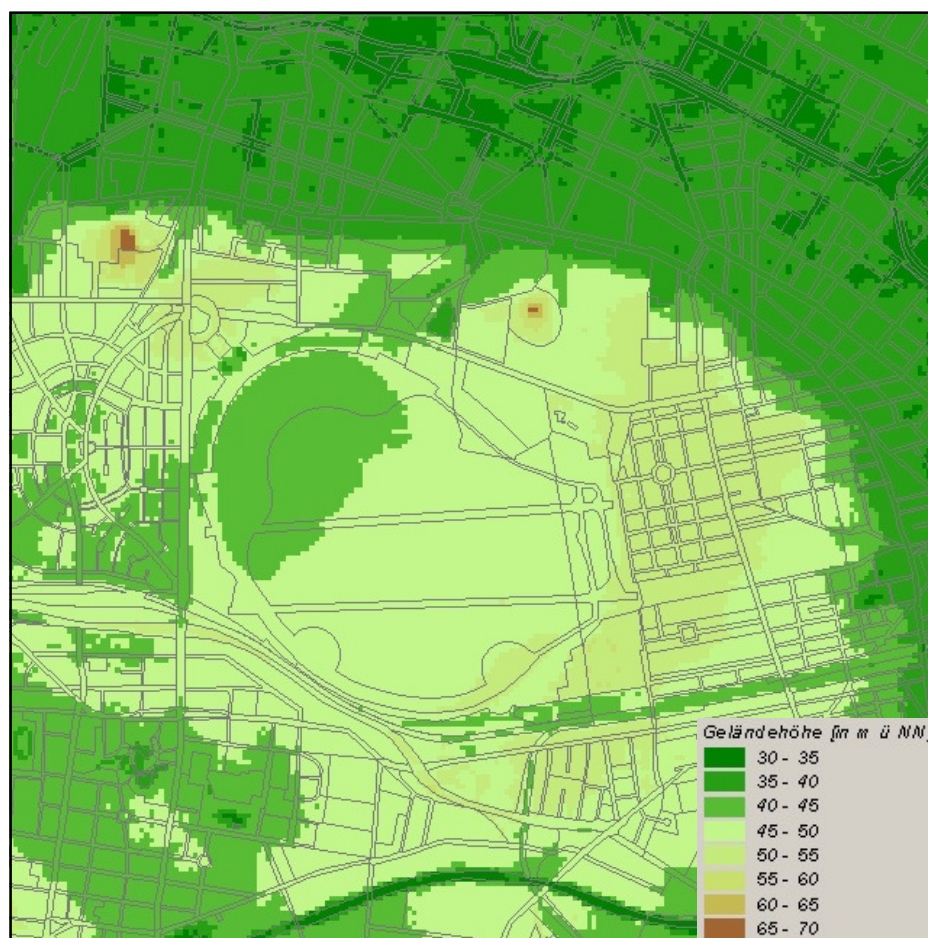


Abb. 2: Geländehöhe

Auf einem Großteil des Tempelhofer Feldes liegt ein Höhengniveau von 45 m bis 50 m vor, welches weiter östlich auf 50 m bis 55 m ansteigt. Nördlich einer Linie Bergmannstr. – Hasenheide – Karl-Marx-Str. geht die Geländehöhe auf weniger als 40 m ü NN zurück.

Für Informationen zur Nutzungsstruktur konnte auf das Informationssystem Stadt und Umwelt (ISU) der Senatsverwaltung zurückgegriffen werden. Für die Aufbereitung der Modelleingangsdaten wurde die digitale Grundkarte Berlin im Maßstab 1:50.000 herangezogen. Sie enthält u.a. baublockbezogene Angaben zur realen Flächennutzung und zum Versiegelungsgrad. Um den speziellen Anforderungen der Modellanalyse gerecht werden zu können, wurden die Nutzungsklassifizierung des ISU zu einem 12-klassigen Nutzungsschlüssel aggregiert. Die Nutzungsstruktur im Ist-Zustand auf Grundlage des ISU zeigt Abb. 3 für den Untersuchungsraum der Klimamodellierung:

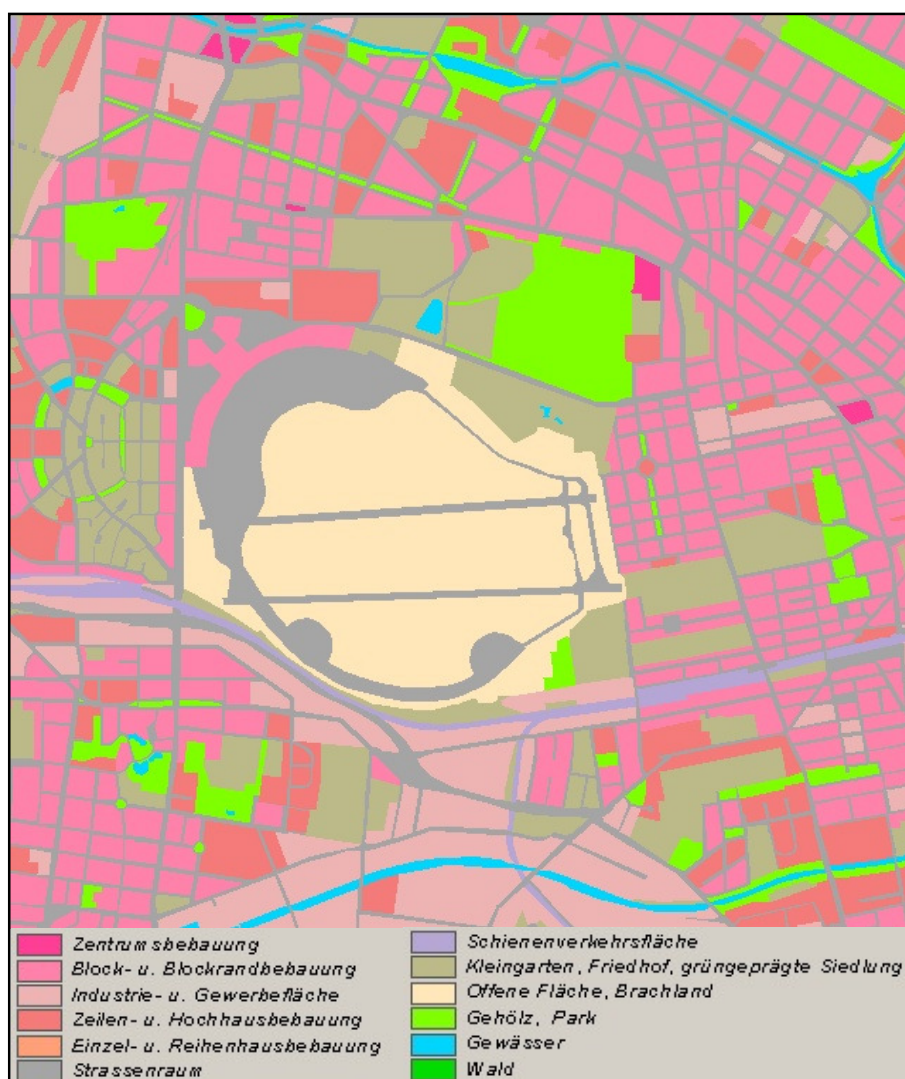


Abb. 3: Nutzungsstruktur im Ist-Zustand

Der ehemalige Flughafen Tempelhof bildet zusammen mit dem Volkspark Hasenheide und den angrenzenden Friedhöfen einen ausgedehnten Grünflächenverbund, wobei in der Umgebung des Tempelhofer Feldes eine Block- und Blockrandbebauung überwiegt. Innerhalb der Siedlungsflächen des Modellgebietes sind mit dem Viktoriapark, Franckepark sowie dem Böcklerpark weitere Grün- und Freiflächen anzutreffen.

Eine wichtige Modelleingangsgröße stellt die Höhe der Baustrukturen dar, welche einen maßgeblichen Einfluss auf das lokale Windfeld ausübt. Das von der Senatsverwaltung zur Verfügung gestellte 3-D-Modell auf Grundlage der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) beinhaltet sowohl die Geometrie der Gebäude als auch deren Höhe. Einen Ausschnitt aus dem nordwestlichen Tempelhofer Feld zeigt Abb. 4, wobei die Blockflächen der digitalen Grundkarte im Maßstab 1:50.000 als Umrisse dargestellt sind.

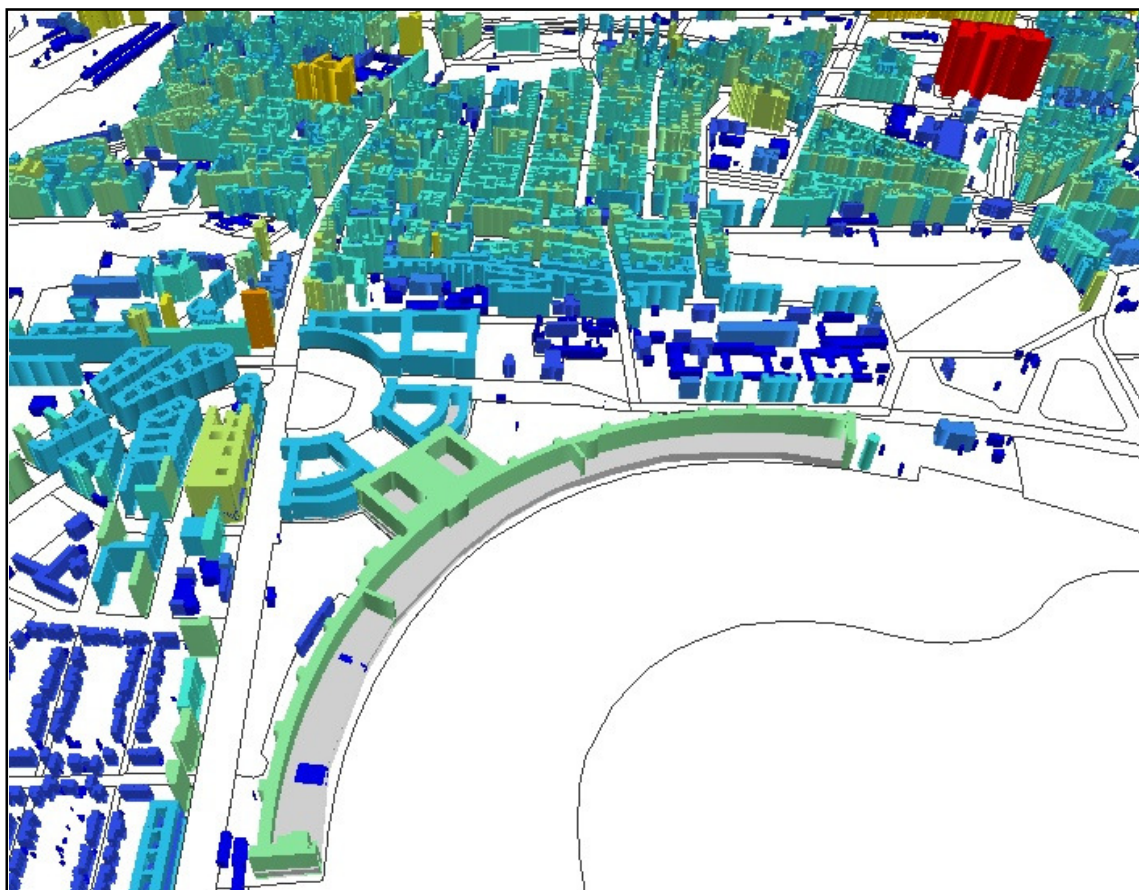


Abb. 4: 3-D Gebäudestruktur auf Grundlage des ALK

Auf Grundlage der Einzelgebäude wurde den Blockflächen der digitalen Grundkarte eine mittlere Strukturhöhe zugewiesen. Die Angaben zur Strukturhöhe der geplanten Bauflächen für die Planungsszenarien wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt und in die Datenbasis eingearbeitet. Auf Grundlage der Grundflächenzahl (GRZ) und damit dem Verhältnis von der mit Gebäuden bestandenen Fläche zur Grundstücksfläche erfolgte die Belegung der Bauflächen mit Gebäuden für die Modellrechnung (vgl. Kap 2.2). Da zum Zeitpunkt der Bearbeitung die exakte Bebauungsstruktur noch nicht fest stand, wurde eine charakteristische Bebauungsstruktur angenommen, welche sich an der Flächentypisierung des Flächennutzungsplan orientiert.

2.2 Planungskonzepte für den Bereich Tempelhofer Feld

Im Rahmen des vorliegenden Fachbeitrags Stadtklima sollen über den Ist-Zustand hinaus drei weitere Planungsszenarien untersucht und deren klimaökologischen Auswirkungen beurteilt werden. Dabei handelt es sich um den derzeit gültigen Flächennutzungsplan, die im Verfahren befindliche Änderung des Flächennutzungsplans sowie das Konzept „Zukunft Tempelhofer Feld“. Abbildung 5 zeigt das gültige F-Plangebiet (blaue Abgrenzung) sowie die Nutzungsstruktur als 25 m x 25 m Raster der Klimamodellierung. Die angenommene Bebauung der Planflächen ist rot dargestellt. Die Bebauungsstruktur orientiert sich dabei an den in der Beschreibung zum Flächennutzungsplan Berlin gemachten Angaben.

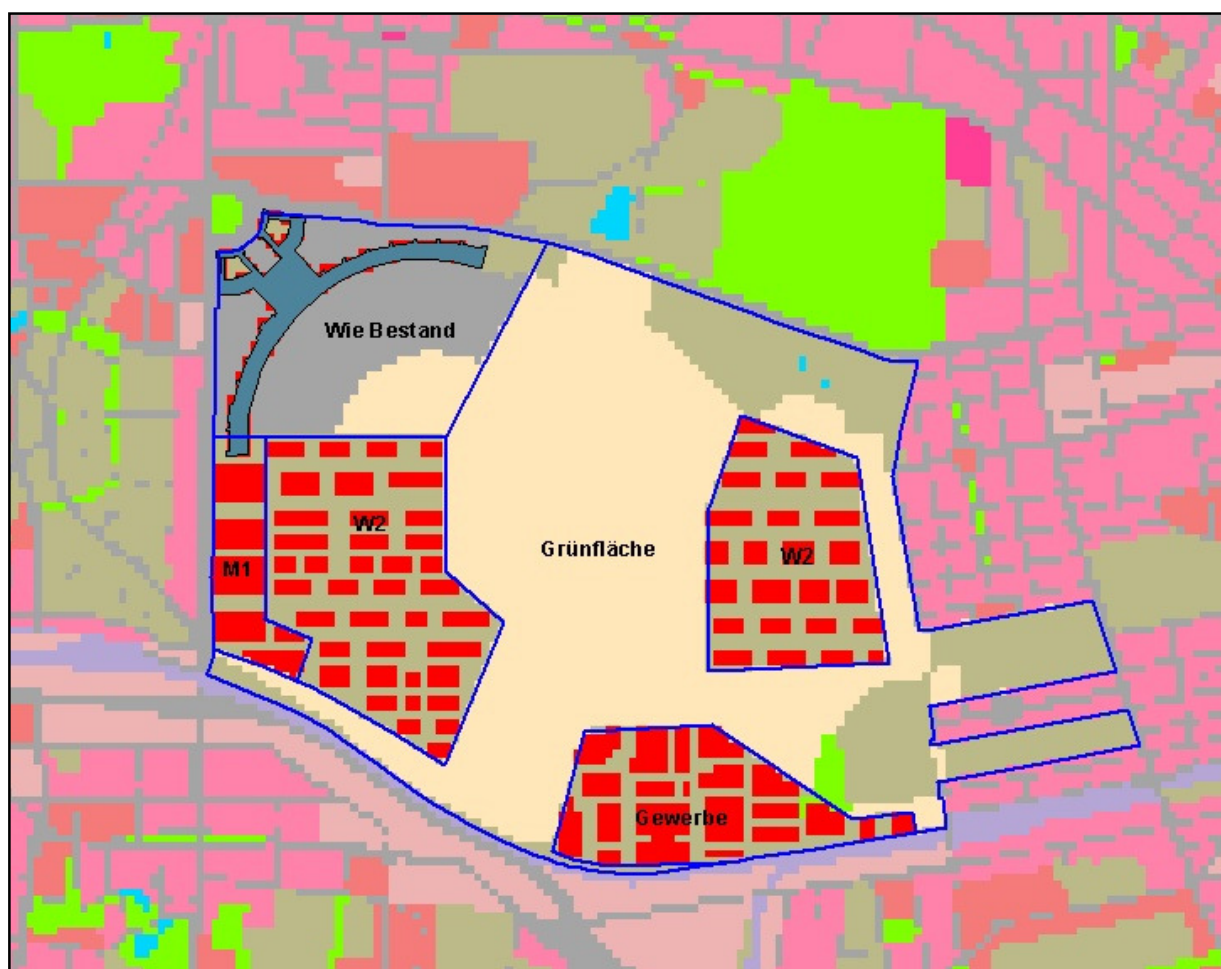


Abb. 5: Szenario Flächennutzungsplan

Das Szenario Flächennutzungsplan ist durch drei größere Baufelder gekennzeichnet, wobei der Bereich des Abfertigungsgebäudes in seiner jetzigen Ausprägung erhalten bleibt (Abb. 5). Als Nutzungstypen sind Wohnbaufläche (W2), gemischte Baufläche (M1) sowie gewerbliche Bauflächen vorgesehen.

Der geänderte Flächennutzungsplan weicht in seiner Bebauungsstruktur deutlich vom derzeit gültigen ab (Abb. 6). Die Bauflächen werden insgesamt deutlich reduziert und gliedern sich nun in insgesamt 6 Areale, welche im Randbereich des Tempelhofer Feldes lokalisiert sind. Wesentliches Merkmal dieses Szenarios ist das im Norden an den Columbiadamm angrenzende Columbiaquartier, welches als Wohnbaufläche (W3) genutzt werden soll. Für das östlich gelegene Stadtquartier Neukölln ist ebenfalls eine Wohnbaunutzung vorgesehen (W2), während in den übrigen Teilflächen des Stadtquartiers Tempelhof gemischte Bauflächen (M2) entstehen sollen.

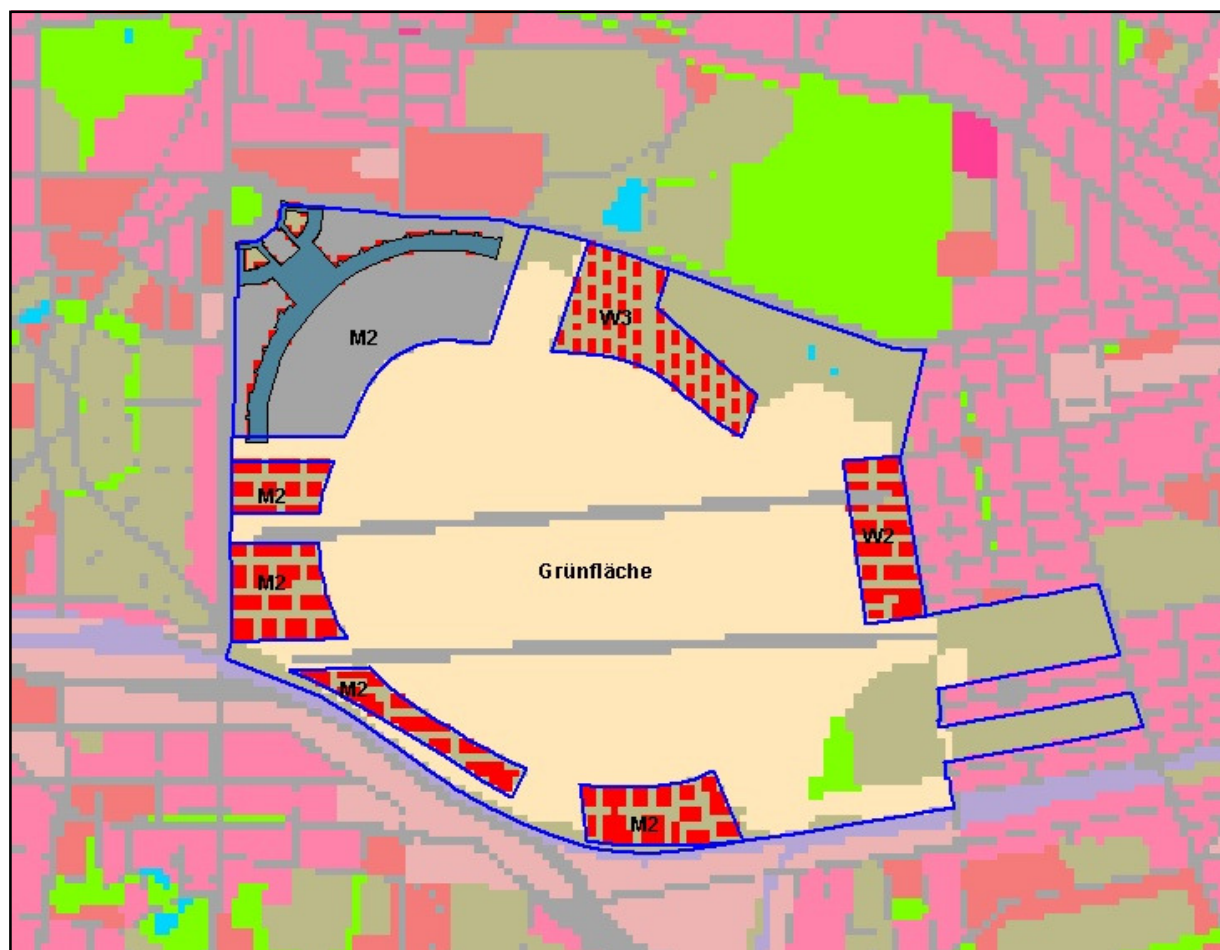


Abb. 6: Szenario Änderung Flächennutzungsplan

Darüber hinaus bleiben die Landebahnen erhalten und erstrecken sich in die westlich bzw. östlich angrenzenden Baufelder. Dabei sollen im Quartier Tempelhof in Höhe der Landebahnen vegetationsgeprägte Korridore entstehen und somit das Baufeld insgesamt durchgängiger gestalten.

Das Szenario „Zukunft Tempelhofer Feld“ geht über die Änderungen des Flächennutzungsplans hinaus und sieht mit dem „Lilienthalquartier“ noch ein weiteres Baufeld nördlich des Columbiadamms mit einer Wohnbaunutzung (W2) vor (vgl. Abb. 7).

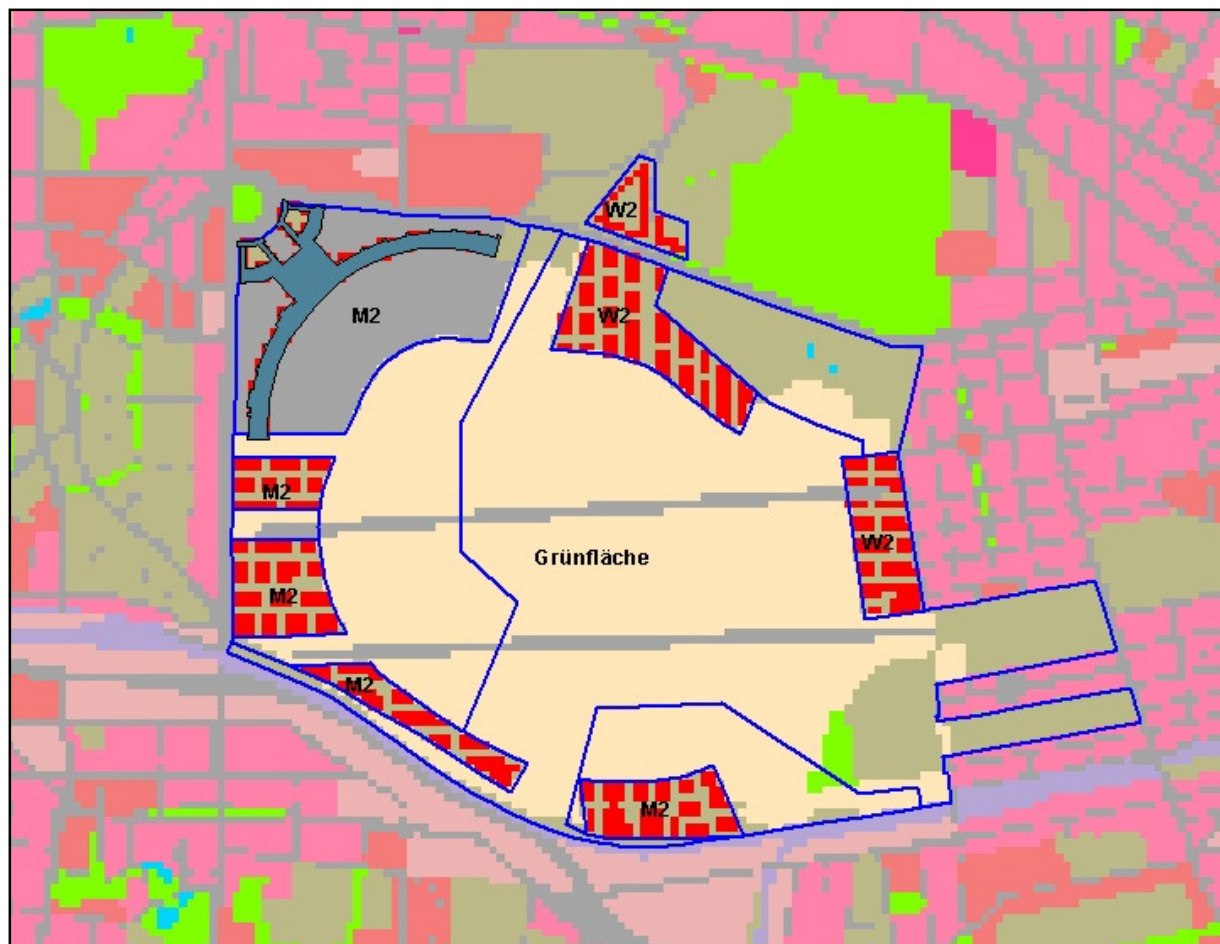


Abb. 7: Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Während im Vergleich zur FNP-Änderung der Nutzungstyp der übrigen Baufelder unverändert bleibt, wird die Wohnbaunutzung des Columbiaquartiers von Typ W3 zu W2 verdichtet.

3. Methodik

3.1 Das Mesoskalenmodell FITNAH

Eine wichtige Ursache für die Entstehung und die Ausbildung eines typischen lokalklimatischen Gefüges sind die unterschiedlichen Boden- und Oberflächeneigenschaften der verschieden genutzten Räume. Daraus resultieren Temperaturdifferenzen der einzelnen Teilräume und dynamische Luftausgleichsbewegungen zwischen ihnen (z.B. Flurwindssysteme). Wind und Temperatur sowie daraus abgeleitete Größen sind die dominierenden Einflussfaktoren zur Bewertung des Lokalklimas unter human-biometeorologischen und lufthygienischen Gesichtspunkten.

Die Untersuchung und Erfassung des Lokalklimas kann mit Hilfe verschiedener Methoden erfolgen. Hierzu zählen Feldmessungen und Fernerkundungsverfahren genauso wie Windkanalstudien und die Anwendung numerischer Simulationsmodelle. Gerade numerische Simulationsmodelle sind in vorteilhafter Weise in der Lage, die aufgrund der großen Komplexität der Nutzungsstrukturen räumlich und zeitlich sehr stark veränderlichen meteorologischen Größen zu erfassen.

Die detaillierte Berechnung der Wind- und Temperaturverhältnisse für den Bereich Tempelhofer Feld wurde mit dem **Modell FITNAH** (Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources) durchgeführt. Eine genaue mathematische und physikalische Beschreibung des Modells ist bei GROSS (1993) zu finden.

Numerische Simulationsmodelle werden in sehr vielen Gebieten der Meteorologie eingesetzt, und die resultierenden Erkenntnisse liefern wichtige Basisinformationen für viele Lebensbereiche. Die Wettervorhersage für die nächsten 1-5 Tage wird fast ausschließlich von solchen komplexen und umfangreichen Computermodellen erstellt. Auch die Erkenntnisse zu den möglichen Veränderungen unseres globalen Klimas in den nächsten Jahrzehnten resultieren aus solchen Rechnungen. Und schließlich werden Modelle ähnlichen Typs auch dazu verwendet, die lokalen und die regionalen Verteilungen der meteorologischen Variablen in der Atmosphäre zu berechnen (GROSS 2002).

Die o.g. Computermodelle für die verschiedenen Skalen und Aufgabenstellungen basieren alle auf dem gleichen mathematisch-physikalischen Gleichungssystem. Lediglich im Detail finden sich skalenspezifische Unterschiede. Das Grundgerüst des dreidimensionalen Modells FITNAH besteht aus den Erhaltungsgleichungen für Impuls, Masse und innerer Energie sowie Bilanzgleichungen für Feuchtekomponenten und Luftbeimengungen.

Die verschiedenen turbulenten Flüsse werden mit Hilfe empirischer Ansätze mit den berechenbaren mittleren Größen verknüpft. Der dabei auftretende turbulente Diffusionskoeffizient wird aus der turbulenten kinetischen Energie berechnet, für die eine zusätzliche Gleichung gelöst wird. Die Erwärmungs- und Abkühlungsraten in der Atmosphäre aufgrund der Divergenz der langwelligen Strahlungsflüsse werden über ein Verfahren berechnet, bei dem die Emissivität des Wasserdampfes in der Luft berücksichtigt wird. Bei detaillierten Simulationen in realem Gelände müssen neben der Orographie insbesondere auch der Einfluss von Wäldern und urbanen Strukturen auf die Verteilung der meteorologischen Größen realitätsnah berücksichtigt werden. Hierzu sind in FITNAH besondere Parametrisierungen vorgesehen. Ein Wald oder Baumbestand findet über bestandsspezifische Größen wie Baumhöhe, Bestandsdichte und Baumart Eingang in das Modell.

Damit gelingt es u.a., die Reduzierung der mittleren Geschwindigkeit im Bestand, die Erhöhung der Turbulenz im Kronenbereich und die starke nächtliche Abkühlung im oberen Kronendrittel in Übereinstimmung mit verfügbaren Beobachtungen zu simulieren. Unter Berücksichtigung der stadspezifischen Größen Gebäudehöhe, Versiegelungs- und Überbauungsgrad und anthropogene Abwärme kann die typische Ausbildung der städtischen Wärmeinsel bei verringerter mittlerer Strömung simuliert werden (z.B. Gross 1989). Das gesamte Gleichungssystem einschließlich der Parametrisierungen wird in ein dem Gelände folgendes Koordinatensystem transformiert. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, insbesondere die Randbedingungen der verschiedenen meteorologischen Größen am unteren Rand, dem Erdboden, problemspezifisch zu formulieren. Die Berechnung der Erdoberflächentemperatur erfolgt über eine Energiestrombilanz, bei der fühlbarer und latenter Wärmestrom, der Bodenwärmestrom, kurz- und langwellige Strahlungskomponenten sowie der anthropogene Wärmestrom Berücksichtigung finden.

Das Mesoskalenmodell FITNAH ist auch für die Strömungs- und Ausbreitungsverhältnisse in urban geprägten Räumen ausgelegt. Eine Abschätzung der räumlichen Auswirkungen verkehrsbedingter Emissionen kann im allgemeinen Fall nur mit Hilfe entsprechender Modelle erfolgen. Solche Modelle wurden in der Vergangenheit auf ihre Realitätsnähe hin getestet (RÖCKLE & RICHTER 1995; SCHÄDLER et al. 1996; EICHHORN 1995). Sie sind in vorteilhafter Weise in der Lage, die aufgrund der großen Komplexität der Nutzungsstrukturen räumlich und zeitlich sehr stark veränderlichen meteorologischen Größen zu erfassen. FITNAH enthält auch die Boussinesq-approximierten Bewegungsgleichungen und die Gleichung für den Massenerhalt. Die Berücksichtigung der Baustrukturen erfolgt über das Konzept einer erhöhten Viskosität (ULRICH 1987). Damit gelingt es, dass Geschwindigkeit und Turbulenz innerhalb der Gebäudestrukturen verschwinden. Poröse Hindernisse, wie Sträucher und Bäume, werden über zusätzliche Widerstandsterme in den Gleichungen berücksichtigt (GROSS 1993). Der turbulente Diffusionskoeffizient wird über die turbulente kinetische Energie und einen Mischungsweg bestimmt. Gerade im bebauten Gelände liegen aber keine Angaben zum Mischungsweg vor. Da die Ergebnisse aber stark von der Bestimmungsvorschrift für den Mischungsweg abhängen, wird bei FITNAH der Turbulenzzustand über ein $E-\epsilon$ -Modell (RODI 1980) bestimmt. Dabei bezeichnet ϵ die Energiedissipation.

Die Differenzialgleichungen des benutzten Gleichungssystems werden in Differenzengleichungen überführt und auf einem numerischen Gitter gelöst. Die für die Ausbreitungsrechnung verwendete räumliche Maschenweiten Δx beträgt 25 m. Bei allen Modellrechnungen ist die vertikale Gitterweite nicht äquidistant und in der bodennahen Atmosphäre sind die Rechenflächen besonders dicht angeordnet, um die starke Variation der meteorologischen Größen realistisch zu erfassen. So liegen die untersten Rechenflächen in Höhen von 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 und 70 m. Nach oben hin wird der Abstand Δz immer größer und die Modellobergrenze liegt in einer Höhe von 3000 m über Grund. In dieser Höhe wird angenommen, dass die am Erdboden durch Orographie und Landnutzung verursachten Störungen abgeklungen sind. Die Auswertungen beziehen sich auf das bodennahe Niveau der Modellrechnung (2 m über Grund = Aufenthaltsbereich der Menschen).

3.2 Synoptische Rahmenbedingungen für die Modellrechnung

Während autochthoner Wetterlagen können sich die lokalklimatischen Besonderheiten in einer Stadt besonders gut ausprägen. Eine solche Wetterlage wird durch wolkenlosen Himmel und einen nur sehr schwachen überlagernden synoptischen Wind gekennzeichnet. Diese Wetterlagen treten in Berlin typischerweise an ca. 20 % der Jahresstunden auf.

Bei den hier durchgeführten numerischen Simulationen wurden die großräumigen synoptischen Rahmenbedingungen entsprechend festgelegt:

- Bedeckungsgrad 0/8,
- kein überlagernder geostrophischer Wind,
- relative Feuchte der Luftmasse 50%.

Die vergleichsweise geringen Windgeschwindigkeiten bedingen einen herabgesetzten Luftaustausch in der bodennahen Luftschicht. Bei gleichzeitiger hoher Ein- und Ausstrahlung können sich somit lokal bioklimatische und lufthygienische Belastungsräume ausbilden. Charakteristisch für diese (Hochdruck-) Wetterlagen ist die Entstehung eigenbürtiger Kaltluftströmungen, die durch den Temperaturgradienten zwischen kühlen Freiflächen und wärmeren Siedlungsräumen angetrieben werden.

3.3 Modellierung der verkehrsbedingten Luftschadstoffausbreitung

Zur Abschätzung der Luftschadstoffbelastung an Straßen ist es notwendig, die Kausalbeziehung Emission-Transmission-Immission modellhaft möglichst exakt nachzubilden. Die vorliegende Untersuchung berücksichtigt den Analysezustand im Bezugsjahr 2005. Die notwendigen Informationen wurden von der Senatsverwaltung zur Verfügung gestellt und basieren auf eigenen Berechnungen mit dem Screening-Programm IMMIS (IVU UMWELT 2005). Die DTV-Werte für das Untersuchungsgebiet zeigt Abb. 8.

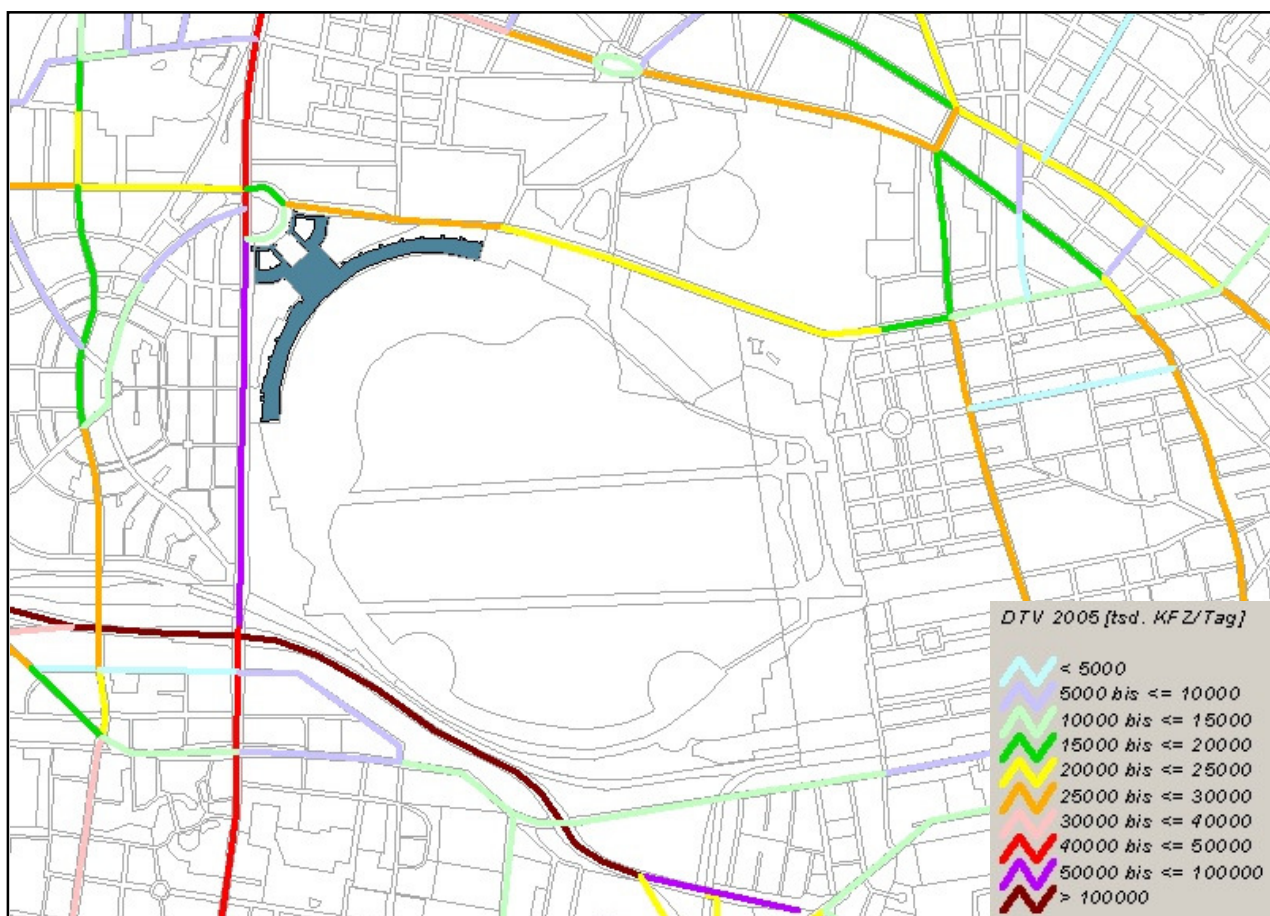


Abb. 8: Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge (DTV) im Ist-Zustand (Bezugsjahr 2005)

Die Verkehrszahlen innerhalb des an den ehemaligen Flughafen Tempelhof angrenzenden Hauptstraßennetzes bewegen sich auf einem hohen Niveau. Die höchsten Verkehrsmengen von bis zu 170.000 Kfz/Tag sind im Verlauf der Autobahn 100 im südwestlichen Untersuchungsgebiet anzutreffen. Der DTV innerhalb des Tempelhofer Damms liegt in einer Größenordnung von 50.000 bis 55.000 Kfz/Tag. Für den westlichen Abschnitt des Columbiadamms liegt ein DTV von knapp 30.000 Kfz/Tag vor, welcher östlich des Abfertigungsgebäudes in Höhe der Golßener Str. auf ca. 21.000 Kfz/Tag zurückgeht. Die Hermannstraße wird von etwa 28.000 Kfz/Tag befahren.

Im Rahmen der Programmumgebung von IMMIS (IVU UMWELT 2005) wurden die Emissionen in den jeweiligen Straßenabschnitten für jeden Fahrmodus auf Basis des Handbuches für Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes HBEFA 2.1 (UBA 2004) berechnet. Die linienhaften Angaben zur Emission sind in das Geodatenbankumfeld des Straßenverkehrsnetzes überführt worden und auf ein für das Simulationsmodell FITNAH geeignetes Raster mit einer Zellengröße von 25 m x 25 m abgebildet worden. Die Emissionshöhe beträgt dabei 0,5 m über Grund. Somit steht ein GIS-gestütztes Kataster für die Ausbreitungssimulation der verkehrsbürtigen Luftschadstoffe bereit.

4. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Modellergebnisse zu den meteorologischen Parametern Lufttemperatur in 2 m Höhe, Kaltluftströmungsgeschwindigkeit sowie Kaltluftvolumenstrom erläutert. Als meteorologische Rahmenbedingung wurde eine austauscharme Wetterlage zugrunde gelegt, da sich die stadtklimatischen Effekte vor allem während windschwacher Strahlungswetterlagen im Sommer entwickeln. Auslöser dieser Prozesse sind die Temperaturunterschiede zwischen vergleichsweise warmen Siedlungsräumen und kühleren vegetationsgeprägten Freiflächen. Dargestellt werden die Ergebnisse jeweils für den Ist-Zustand (Analyse 2005) sowie die Planungsszenarien (Abb. 9).

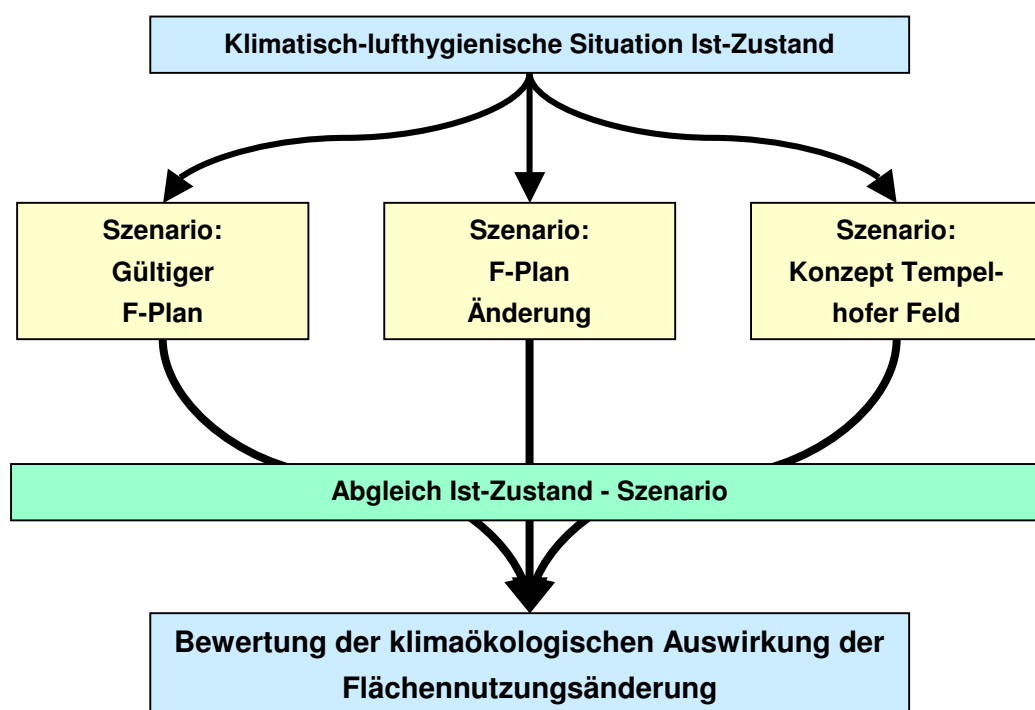


Abb. 9: Untersuchungsablauf

Differenzkarten verdeutlichen im Anschluss die räumlichen Effekte der Nutzungsänderungen auf die Ausprägung der Klimaparameter im Vergleich zum Ist-Zustand. In den Differenzkarten sind zudem die an den Bereich Tempelhofer Feld abgegrenzten Stadtquartiere dargestellt. Für diese Areale erfolgt im Fazit (Kap. 4.3) eine Bilanzierung des relevanten Klimaparameter Kaltluftvolumenstrom.

4.1 Ergebnisse Kaltlufthaushalt

4.1.1 Bodennahes Temperaturfeld

Ausschlaggebend für die Temperaturverteilung sind die landnutzungsabhängigen Boden- und Oberflächeneigenschaften, sowie deren Wechselwirkungen mit den atmosphärischen Prozessen in der bodennahen Grenzschicht. Innerhalb des Erdbodens sind dabei Wärme- und Temperaturleitfähigkeit von Bedeutung. Je größer beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit des Bodens ist, umso schneller und tiefer kann Wärme in das entsprechende Material eindringen, aber auch wieder von diesem abgegeben werden. Während bei Wasserflächen eine nächtliche Abkühlung aufgrund des guten Wärmespeichervermögens nur sehr gering ausfällt, zeigen Freiflächen wie Äcker und Wiesen einen starken Temperaturrückgang. Dies liegt in der ungehinderten, langwelligen Ausstrahlung dieser Flächen begründet, wobei der Bodenwärmestrom durch Trockenheit zusätzlich reduziert werden kann. Bei Waldflächen schützt das Kronendach die darunter liegende bodennahe Atmosphäre vor einer starken Abkühlung. Die Ermittlung des bodennahen Temperaturfeldes ermöglicht es, Bereiche mit potenziellen bioklimatischen Belastungen abzugrenzen, Aussagen zum Auftreten thermisch und/oder orographisch induzierter Ausgleichsströmungen zu treffen und die räumliche Ausprägung und Wirksamkeit von Kalt- bzw. Frischluftströmungen abzuschätzen.

4.1.1.1 Ist-Zustand

Die Temperaturverteilung ist innerhalb der bebauten Gebiete räumlich differenziert, da Areale mit Wohnbauung, Verkehrsanlagen sowie Grünflächen unterschiedliche Boden- und Oberflächeneigenschaften aufweisen. Abbildung 10 zeigt das mit dem Klimamodell FITNAH simulierte Temperaturfeld in 2 m über Grund für den Ist-Zustand. Die höchsten Temperaturen von mehr als 20°C treten im Umfeld des ehemaligen Flughafens Tempelhof in der angrenzenden Block- und Blockrandbebauung auf. Dies geht mit dem überdurchschnittlich hohen Bauvolumen und Oberflächenversiegelung einher. Ähnlich hohe Temperaturen sind zudem im Bereich der großflächigen Gewerbegebiete südlich der A 100 anzutreffen, da auch hier die nächtliche Abkühlung durch die Wärme speichernden Materialien wie Beton und Stein deutlich reduziert wird. Teile des Wohngebietes im Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße weisen hingegen mit ca. 17°C ein deutlich niedriges Temperaturniveau innerhalb der Wohnbebauung auf, was auf den vergleichsweise geringen Überbauungsgrad und den hohen Grünflächenanteil des hier vorliegenden Bebauungstyps (niedrige Bebauung mit Hausgärten) zurückzuführen ist.

Im Temperaturfeld tritt dagegen die unbebaute, vegetationsgeprägte Freifläche des ehemaligen Flughafens Tempelhof mit deutlich geringeren Temperaturen hervor, da hier eine ungehinderte, nächtliche Wärmeausstrahlung erfolgen kann. Die größte Abkühlung ist mit Temperaturen von 14°C bis 15°C vor allem im zentralen Bereich des Tempelhofer Feldes zu beobachten. Auf der übrigen Flächen treten verbreitet oberflächennahe Lufttemperaturen zwischen 15°C und 16°C auf. Ein ähnliches Temperaturniveau ist auch über dem Volkspark Hasenheide und den angrenzenden Friedhöfen anzutreffen, wenngleich es über dem des grasbestandenen ehemaligen Flugfeldes liegt. Aufgrund des höheren Gehölzanteils und des höheren Versiegelungsgrades ist hier die nächtliche Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche vergleichsweise geringer.

Dieser Grünflächenverbund zeichnet sich somit auch deutlich in der Ausprägung des Temperaturfeldes ab. Zudem tragen die sich östlich des Tempelhofer Feldes in das Quartier Schillerpromenade/Hermannstr. hineinreichenden und bis zur Lessinghöhe erstreckenden Friedhofsflächen durch ihre geringen Lufttemperaturen zu einer thermischen Entlastung des Siedlungsraumes bei.

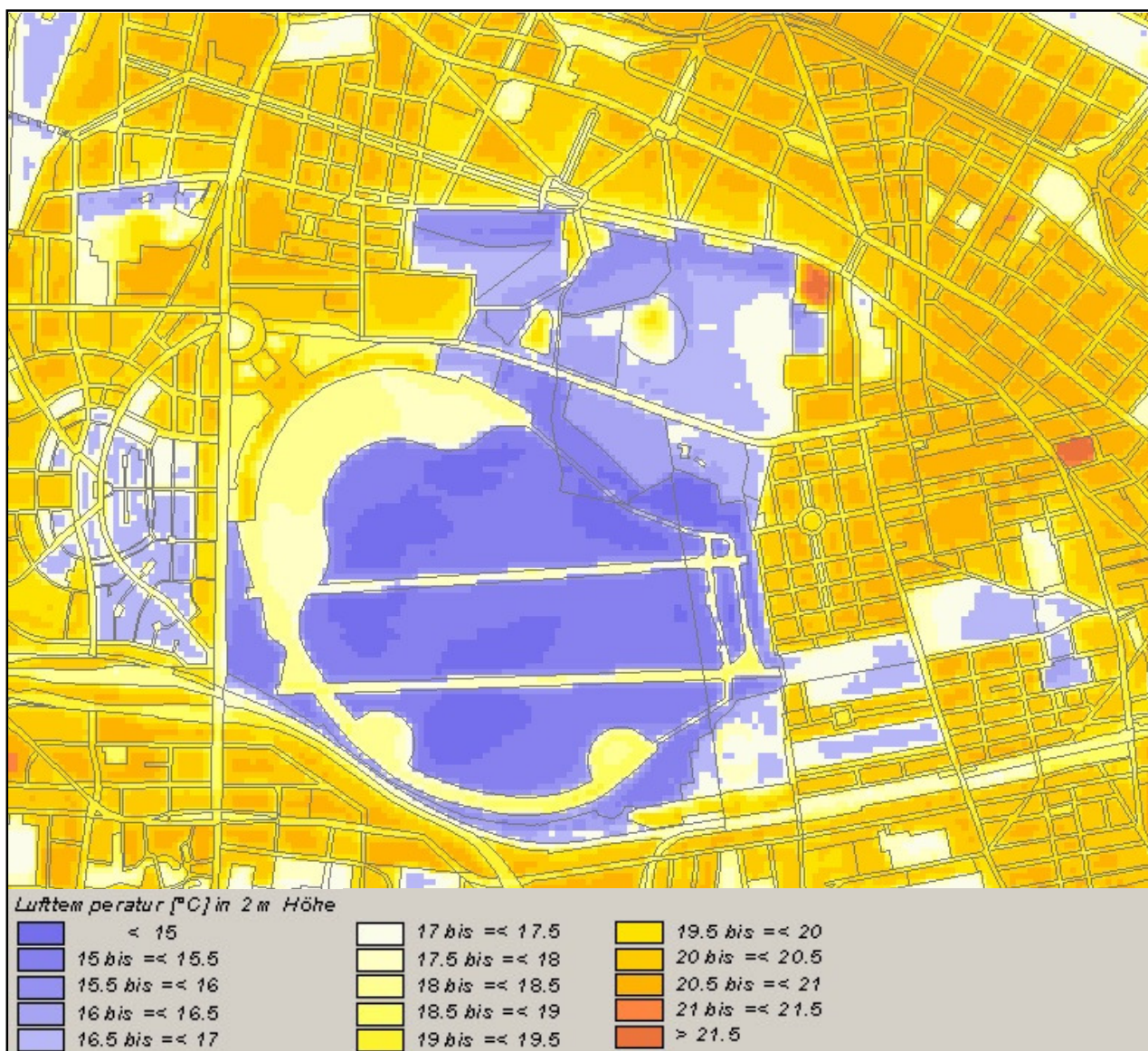


Abb. 10: Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Ist-Zustand

Innerhalb der übrigen kleineren Grünflächen sinkt die Temperatur nur noch selten auf weniger als 17°C ab. Hier wird deutlich, dass diese Flächen in eine insgesamt wärmere Umgebung eingebettet sind und daher die vergleichsweise geringen Temperaturen des Tempelhofer Feldes nicht mehr erreicht werden. Straßenraum und versiegelte Flächen wie z.B. der Vorfeldbereich des ehemaligen Flughafens weisen mit von 17°C bis 1,5°C ein mittleres Temperaturniveau auf.

Innerhalb des Volksparks Hasenheide wird punkthaft ein Bereich sichtbar, über dem kleinräumig vergleichsweise hohe Lufttemperaturen bis ca. 19°C auftreten. Dabei handelt es sich um einen Geländepunkt, der sich um bis zu 20 m über seine Umgebung erhebt und sich damit bereits außerhalb der bodennahen Kaltluftschicht befindet. Diese thermische Schichtung ist ein typisches Merkmal einer austauscharmen Wetterlage, bei der vergleichsweise warme Luft über kälteren bodennahen Luftmassen lagert (Temperaturinversion). Insgesamt gesehen ergibt sich ein Temperaturunterschied von bis zu 7°C zwischen dem Tempelhofer Feld und den überbauten Flächen.

4.1.1.2 Szenario Flächennutzungsplan

Die Ausprägung der oberflächennahen Lufttemperatur im Szenario Flächennutzungsplan zeigt Abb. 11. Gleichzeitig ist das F-Plangebiet als Umriss mit dargestellt. Sehr deutlich zeichnen sich die geplanten Bauflächen im Temperaturfeld ab. Die maximalen Temperaturen innerhalb des westlichen Baufeldes betragen bis zu 20,4 °C, was auf den hohen Überbauungsgrad der geplanten Mischgebietsnutzung (M1 – vgl. Kap. 2.2) zurückzuführen ist. Ein ähnliches Temperaturniveau ist auch innerhalb der geplanten Gewerbenutzung im südlichen Bereich des Tempelhofer Feldes anzutreffen.

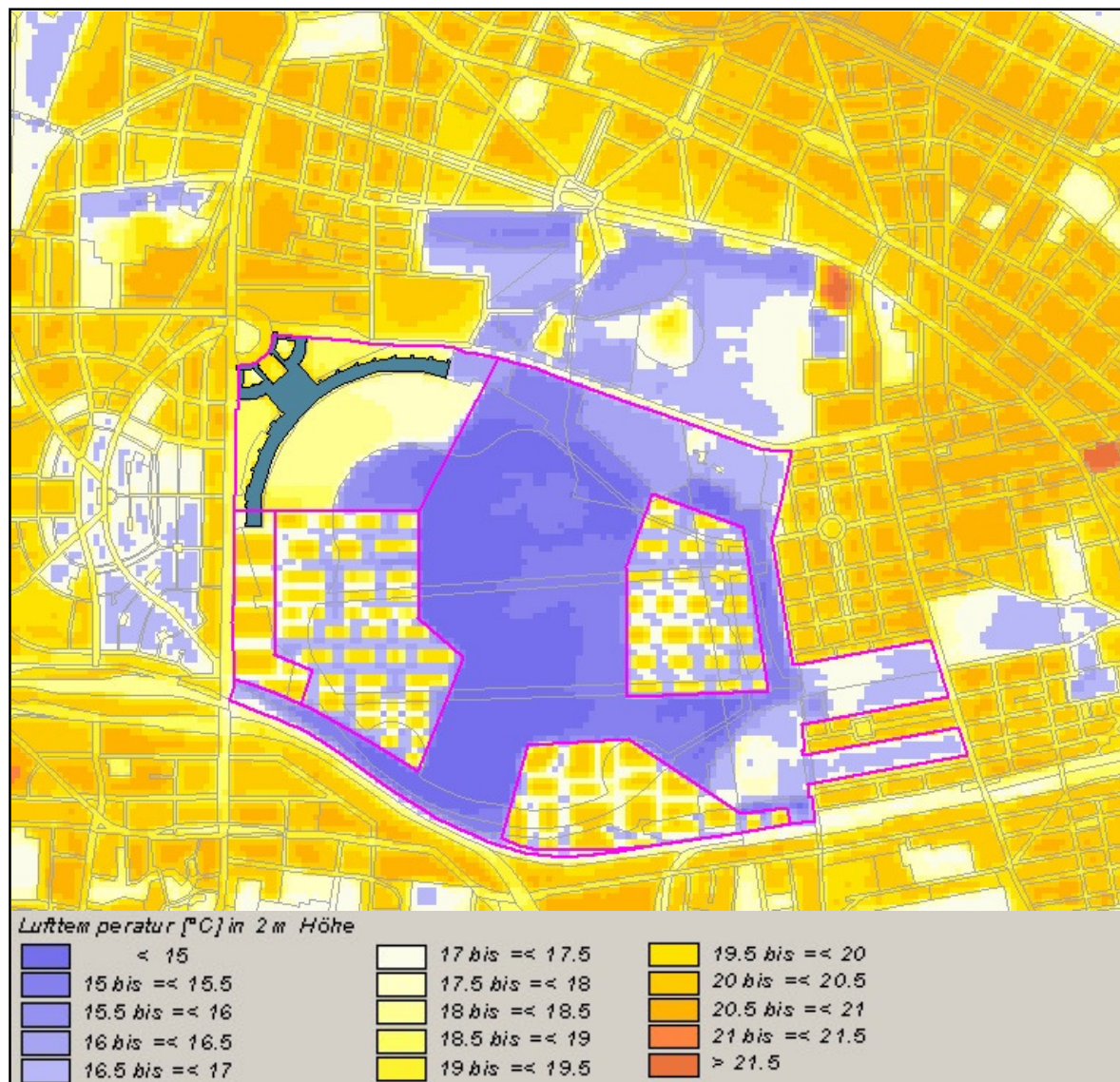


Abb. 11: Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Szenario Flächennutzungsplan

Die flächenmäßig größten Planareale sind als Wohnbaufläche (W2) überplant. Der im Vergleich zu den anderen Baufeldern geringere Überbauungsgrad äußert sich auch in geringeren Lufttemperaturen innerhalb der Abstandsflächen zwischen den Gebäudeblöcken. Sie ist in der Wohnbebauung um bis zu 1 °C niedriger als in der Misch- bzw. Gewerbebebauung. Zu den Rändern der Baufelder hin geht die Lufttemperatur rasch zurück, bevor sie außerhalb der Gewerbegebiete wieder auf das Freilandniveau von bis zu 15 °C absinkt.

In Abb. 12 ist die Differenz der Lufttemperatur zwischen dem Szenario Flächennutzungsplan und dem Ist-Zustand dargestellt. Gleichzeitig sind auch die Bilanzierungsräume angrenzender Stadtquartiere dargestellt, auf die im Fazit (kap. 4.3) näher eingegangen wird. Augenfällig sind die starken Zunahmen der Temperatur innerhalb der geplanten Baufelder, welche lokal bis zu plus 5°C betragen können (rote Farben). Dies ist darauf zurück zu führen, dass im Ist-Zustand die überplanten Flächen unbebaut waren und nach der Bebauung im Szenario ein wesentlich höheres Temperaturniveau aufweisen

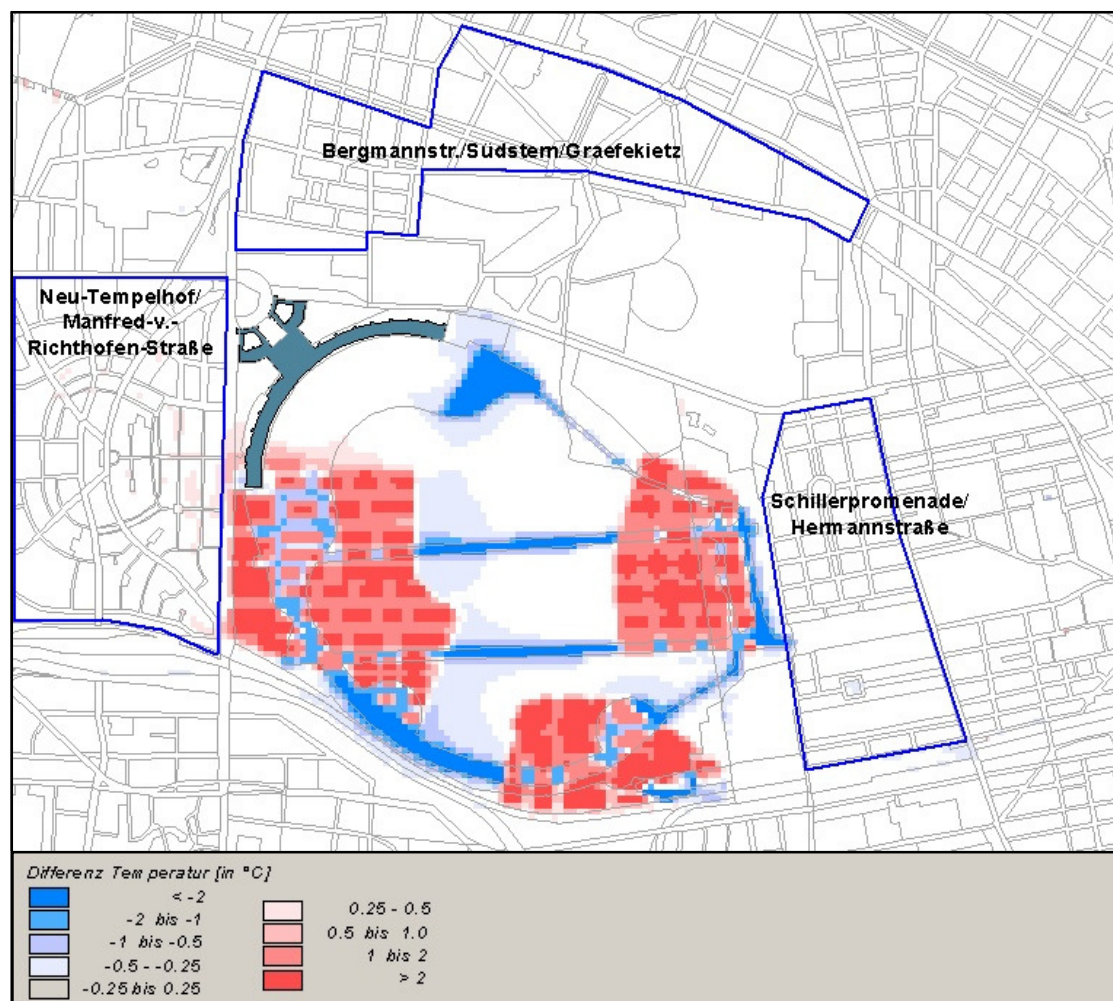


Abb. 12: Differenz der oberflächennahen Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand

Die Größe der geplanten Bebauung sowie die Aufteilung in drei Baufelder führt hingegen nicht zur Bildung einer geschlossenen „Wärmeinsel“. Die Veränderungen der oberflächennahen Lufttemperaturen sind nur kleinräumig wirksam und rasch abgeklungen, wozu das wesentlich niedrigere Temperaturniveau des umgebenden und unbebauten Tempelhofer Feldes beiträgt. Außerhalb des Tempelhofer Feldes beträgt die Veränderung meist weniger als 0,25°C. Die geplante Bebauung wirkt daher nicht nennenswert auf die Temperatursituation der Siedlungsfläche benachbarter Wohnquartiere ein. Abnahmen der Temperatur treten dort auf, wo versiegelte Fläche in Freiland umgewandelt wird (blaue Farben).

4.1.1.3 Szenario Flächennutzungsplan Änderung

Die oberflächennahe Lufttemperatur für das Szenario Flächennutzungsplan Änderung zeigt Abb. 13. Deutlich heben sich die an den Rand des Tempelhofer Feldes lokalisierten Baufelder ab, wobei im Vergleich zum vorangegangenen Szenario eine ähnliche Wertespanne auftritt. Als Flächennutzung ist vor allem eine gemischte Baufläche (M2) vorgesehen. Das an den Columbiadamm im Norden des Tempelhofer Feldes angrenzende Columbiaquartier soll hingegen als Wohnbaufläche (W3) ausgestaltet werden, ebenso wie das im Osten an das Quartier Schillerpromenade angrenzende geplante Wohngebiet (W2). Die im Vergleich zu den übrigen Baufeldern geringere Dichte resultiert auch in einem niedrigeren Temperaturniveau. Während innerhalb des vergleichsweise locker bebauten Columbiaquartiers höchstens 19°C erreicht werden, treten in den übrigen Planflächen Temperaturen bis 20°C auf.

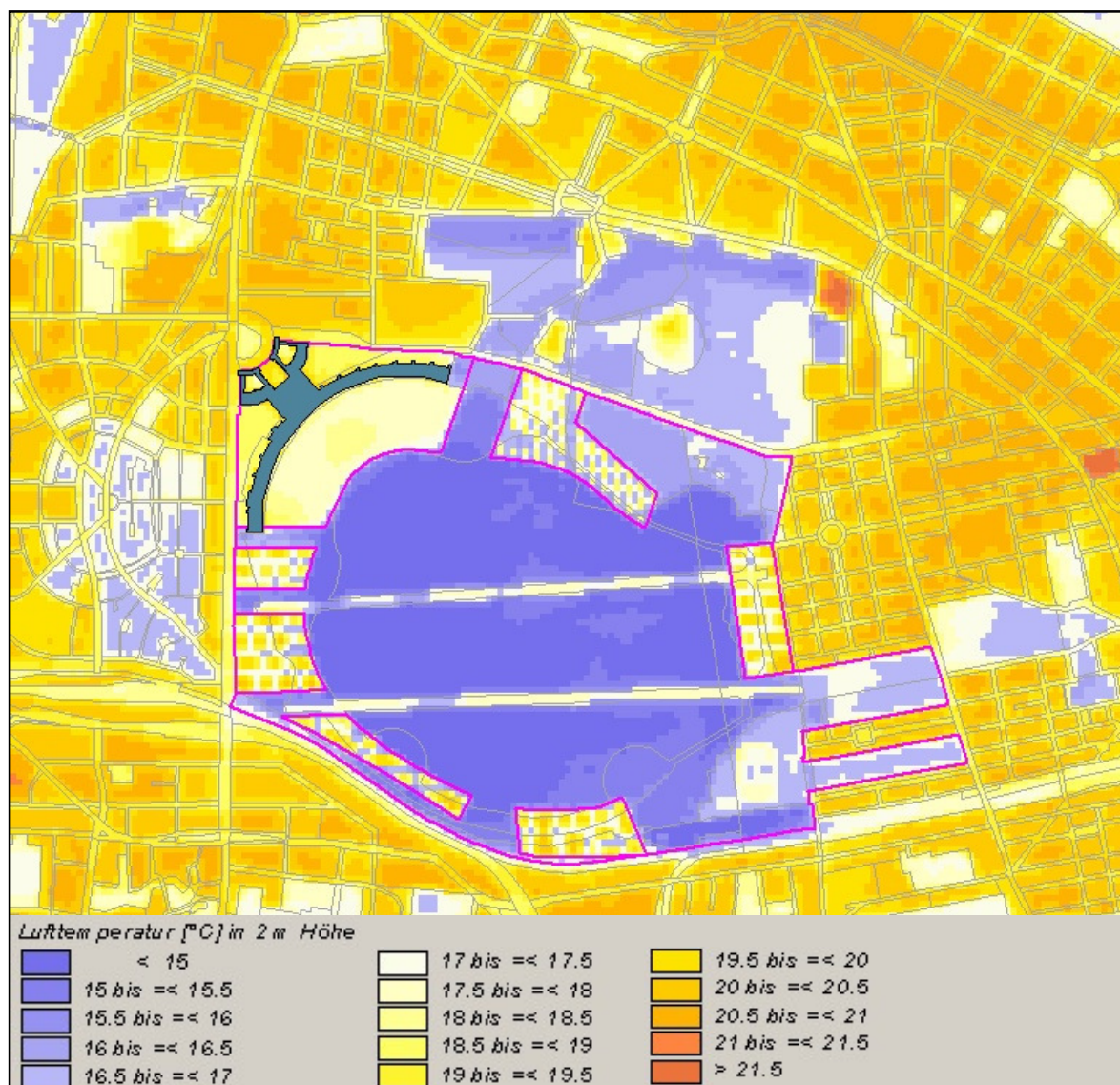


Abb. 13: Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Szenario Flächennutzungsplan Änderung

Die Planungen sehen vor, die Lilienthalstraße in Richtung auf das Columbiaquartier zu verlängern, so dass sie eine Funktion als Durchlüftungsbahn und Durchwegung erhalten soll. Es ist außerdem beabsichtigt, dass die Startbahnen erhalten bleiben. Ein weiteres Merkmal dieses Szenarios besteht in den Grünzäsuren in Höhe der Startbahnen, welche die an das Quartier Neu-Tempelhof angrenzenden Baufelder untergliedern.

In der Differenzenkarte (Abb. 14) zeichnen sich die geplanten Baufelder mit positiven Abweichungen bis plus 5°C deutlich ab. Über den entsiegelten Flächen der ehemaligen Rollbahnen sind hingegen Temperaturabnahmen von etwa 3°C zu beobachten.

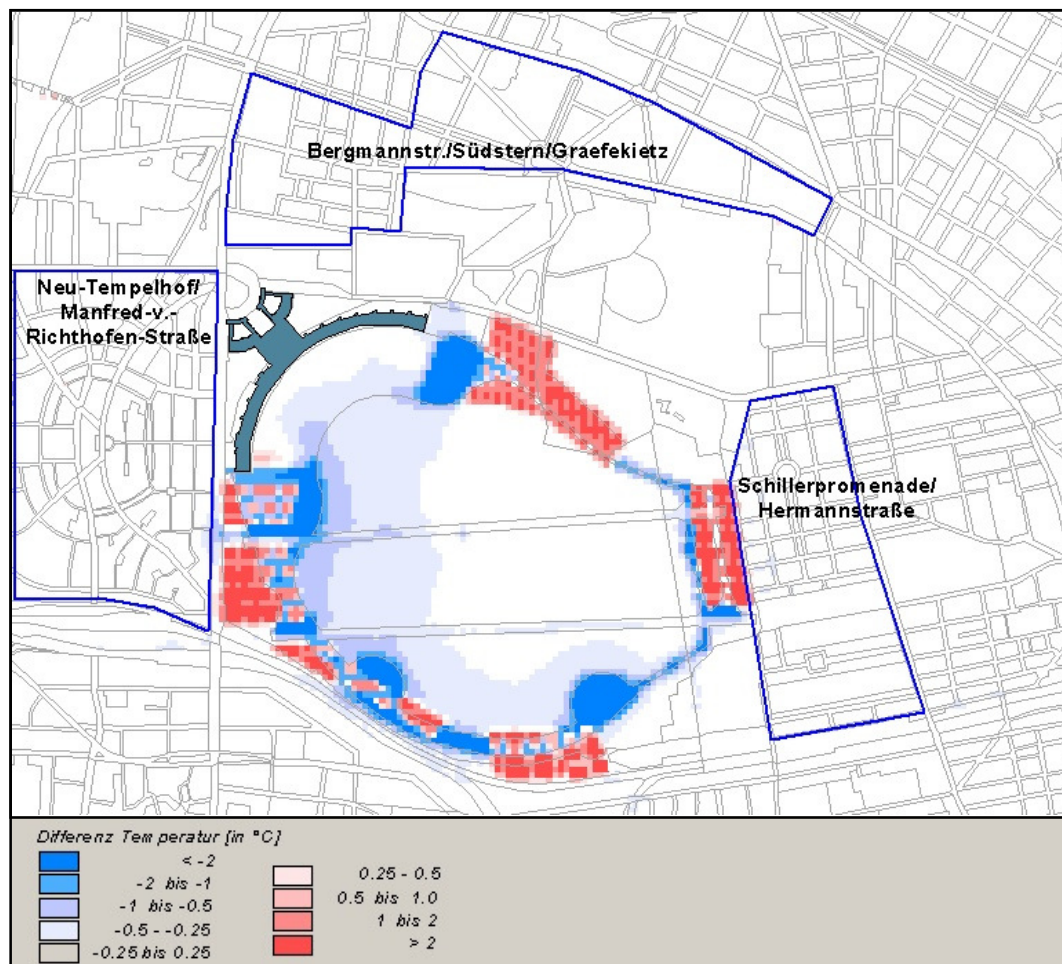


Abb. 14: Differenz der oberflächennahen Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand

Wie im vorangegangenen Szenario wird deutlich, dass die Beeinflussung der oberflächennahen Lufttemperaturen auf die Vorhabenfläche selbst begrenzt ist. Die geplanten Baufelder bilden aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Größe einerseits und dem geringen Temperaturniveau des restlichen Tempelhofer Feldes andererseits keine Wärmeinsel aus. Die benachbarten Wohnquartiere sind daher von den Nutzungsänderungen nicht nennenswert betroffen.

4.1.1.4 Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Das Szenario Zukunft Tempelhofer Feld gleicht in seiner Grundstruktur dem geänderten Flächennutzungsplan, sieht darüber hinaus aber noch das Stadtquartier Lilienthalsiedlung nördlich des Columbiadamms als Wohnbaufläche (W2) vor. Des Weiteren wird die Nutzungsstruktur des Columbiaquartiers von W3 auf W2 verdichtet. Die Spanne der auftretenden Lufttemperaturen im Untersuchungsgebiet entspricht denen der anderen Szenarien und bewegt sich zwischen 21°C in der ausgedehnten Blockbebauung und weniger als 15°C über dem Tempelhofer Feld (Abb. 15).

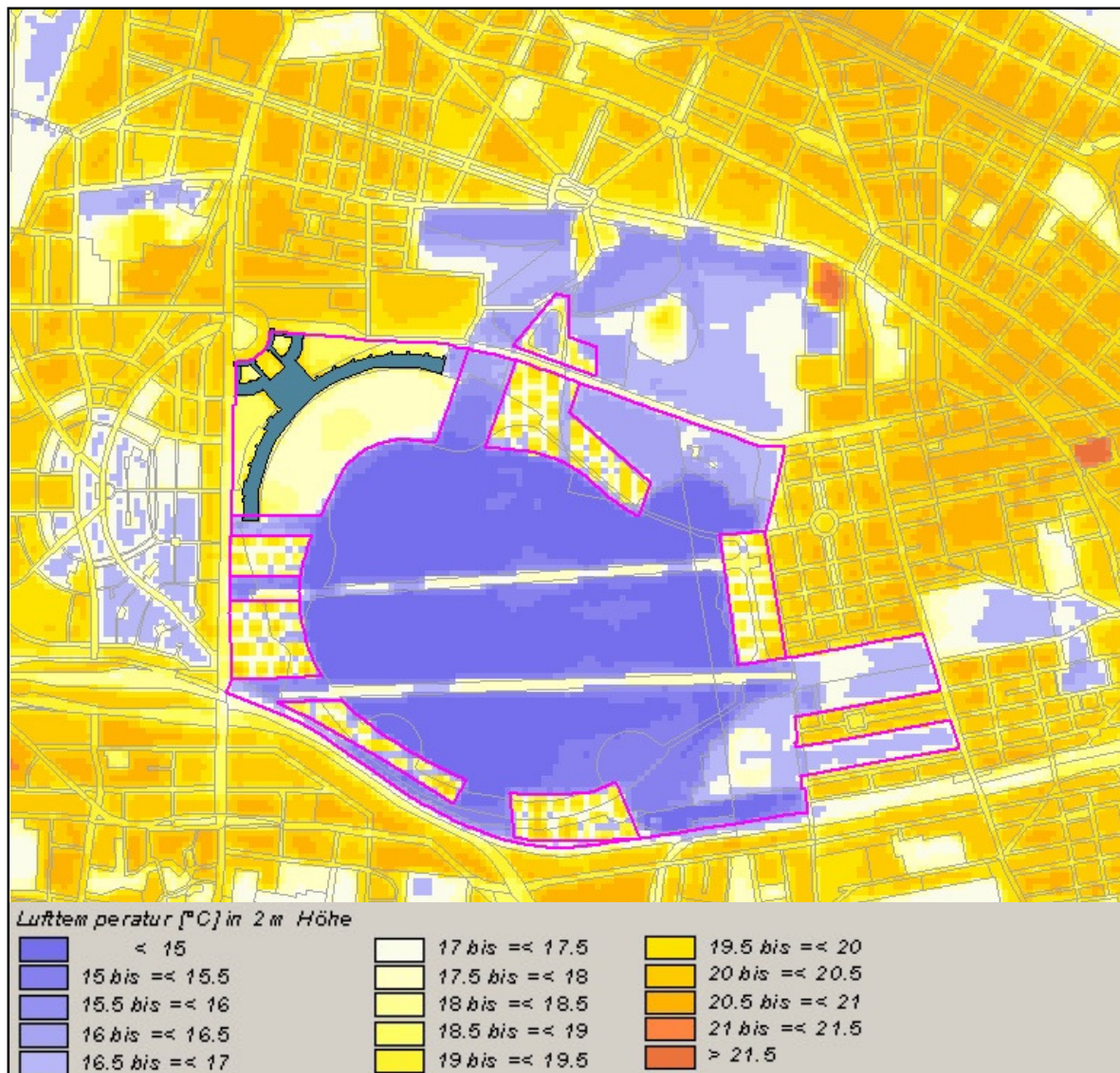


Abb. 15: Oberflächennahe Lufttemperatur in 2 m Höhe im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Das Temperaturniveau innerhalb der geplanten Bauflächen ist, wie im Szenario FNP Änderung, mit bis zu 20°C geringer ausgeprägt als im Bestand. Dies ist vor allem auf die geringere Größe der Siedlungsflächen sowie der vorhandenen Abstandsflächen zurückzuführen. In Abb. 15 zeichnet sich auch die Verlängerung der Lilienthalstraße in Richtung Süden als Zone niedriger Lufttemperaturen ab.

Die Differenzenkarte macht die Abweichung der Lufttemperatur nach Umsetzung der Planungen sichtbar (Abb.16). Es zeigt sich, dass die Entsiegelung von Flächen in Abnahmen von ca. minus 3°C resultiert, während die Überbauung von Grünflächen positive Abweichungen von bis zu plus 5°C zur Folge hat.

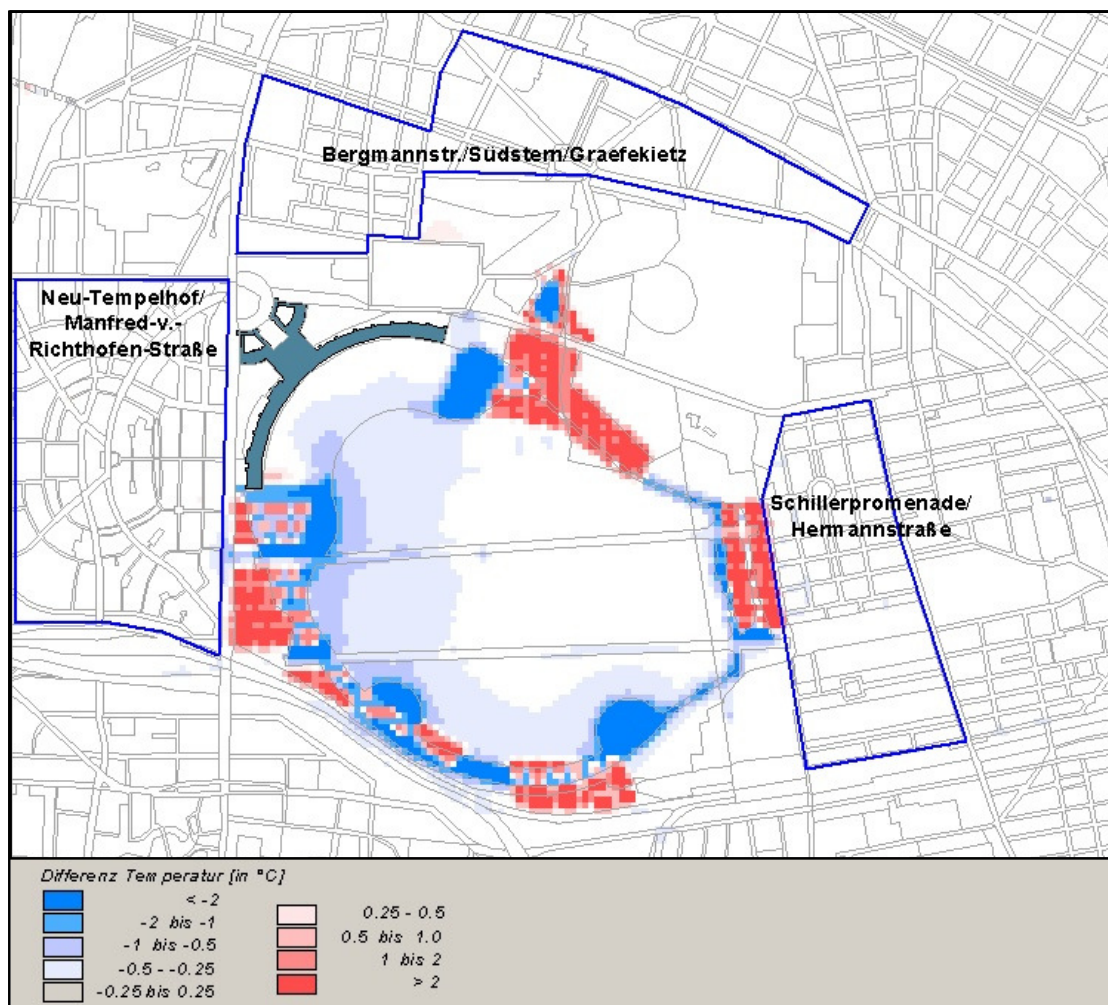


Abb. 16: Differenz der oberflächennahen Lufttemperatur in 2 m Höhe zwischen Szenario Zukunft Tempelhofer Feld und Ist-Zustand

Im Vergleich zum Szenario FNP Änderung ist eine etwas ausgeprägtere Zunahme im Bereich der Columbiasiedlung durch den höheren Überbauungsgrad zu beobachten. Darüber hinaus tritt das zu Grünfläche umgewandelte Regenrückhaltebecken in der Differenzenkarte hervor.

4.1.2 Autochthones Windfeld

Allgemeines

Die bodennahe Temperaturverteilung bedingt horizontale Luftdruckunterschiede, die wiederum Auslöser für lokale thermische Windsysteme sind. Ausgangspunkt dieses Prozesses sind die nächtlichen Temperaturunterschiede, die sich zwischen Siedlungsräumen und vegetationsgeprägten Freiflächen einstellen. An den geneigten Flächen setzt sich abgekühlte und damit schwerere Luft in Richtung zur tiefsten Stelle des Geländes in Bewegung. So entstehen z.B. an Hängen nächtliche Kaltluftabflüsse (u.a. MOSIMANN et al. 1999).

Die Windgeschwindigkeit dieses kleinräumigen Phänomens wird in erster Linie durch das Temperaturdefizit zur umgebenden Luft bestimmt und durch eine vorhandene Neigung des Geländes $> 1^\circ$ verstärkt. Aufgrund der schwach ausgeprägten Reliefs sind Kaltluftabflüsse im Bereich Tempelhofer Feld nicht anzutreffen. Neben den orographisch bedingten Strömungen mit Kaltluftabflüssen bilden sich auch so genannte Flur-/Strukturwinde, d.h. eine direkte Ausgleichsströmung vom hohen zum tiefen Luftdruck aus. Sie entstehen, wenn sich stark überbaute oder versiegelte Gebiete stärker erwärmen als umliegende Freiflächen, und dadurch ein thermisches Tief über den urbanen Gebieten entsteht (u.a. KIESE et al. 1992). Für die Ausprägung dieser Strömungen ist es wichtig, dass die Luft über eine gewisse Strecke beschleunigt werden kann und nicht durch vorhandene Hindernisse wie Bäume und Bauten abgebremst wird.

Die Flur-/Strukturwinde sind eng begrenzte, oftmals nur schwach ausgeprägte Strömungsphänomene, die bereits durch einen schwachen überlagernden Wind überdeckt werden können. Die landnutzungstypischen Temperaturunterschiede beginnen sich schon kurz nach Sonnenuntergang herauszubilden und können die ganze Nacht über andauern. Dabei erweisen sich insbesondere Wiesen- und Ackerflächen als kaltluftproduktiv. Abhängig von den Oberflächeneigenschaften und Abkühlungsraten geht damit die rasche Entwicklung von Kaltluftströmungen einher, die zunächst vertikal nur von geringer Mächtigkeit (5-10 m Schichthöhe) sind und sich zwischen der Vielzahl der unterschiedlich temperierten Flächen ausbilden. Diese kleinskaligen Windsysteme werden im Laufe der Nacht von horizontal und vertikal etwas mächtigeren Flur- und Hangwinden (mehrere Dekameter Mächtigkeit) überdeckt, die zwischen den großen Freiflächen und überbauten Arealen entstehen.

4.1.2.1 Ist-Zustand

Die Abbildung 17 zeigt die Strömungsgeschwindigkeit des modellierten Windfeldes für den Ist-Zustand, das sich während einer sommerlichen, austauscharmen Strahlungswetternacht eigenbürtig ausbildet. Die Rasterzellen stellen die Windgeschwindigkeit flächenhaft dar. Abgebildet sind alle Rasterzellen mit einer Windgeschwindigkeit von $\geq 0,2 \text{ m/s}$, was in der vorliegenden Untersuchung auf Grundlage der gebietstypischen Ausprägung als Mindestgeschwindigkeit für eine klimaökologisch wirksame Ausgleichsströmung angesehen wird. Auf die Darstellung der Pfeilsignatur des $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ Rasters wird aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Abbildungen für das Gesamtgebiet verzichtet. Trotzdem werden die relevanten Bereiche der Kaltluftentstehung einerseits und des Einwirkens in die Bebauung andererseits sichtbar. Der Kaltlufthaushalt im Untersuchungsgebiet wird im Wesentlichen durch den Temperaturunterschied zwischen kühlen vegetationsgeprägten Freiflächen wie dem Tempelhofer Feld und den deutlich wärmeren Siedlungsbereichen gesteuert. Die Geschwindigkeit der Kaltluftströmungen liegt in einer Größenordnung von verbreitet $0,2 \text{ m/s}$ bis $0,5 \text{ m/s}$.

Überdurchschnittlich hohe Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als 0,5 m/s treten vor allem über den ausgedehnten Freiflächen des Tempelhofer Feldes auf, über denen die Kaltluft entsprechend beschleunigt werden kann. Ein ähnliches Niveau liegt auch über dem Volkspark Hasenheide sowie der angrenzenden Friedhofsflächen vor. Eine gewisse Leitbahnfunktion haben die sich bis zur Lessinghöhe/Karl-Marx-Straße erstreckenden Friedhofsflächen, welche die über dem Tempelhofer Feld entstehende Kaltluft mehr als einen Kilometer in Richtung Osten führt. Eine eigene Kaltluftbildung der Grünfläche verstärkt diesen Prozess.

In Abb. 17 zeichnen sich auch einzelne Straßenzüge mit überdurchschnittlichen Strömungsgeschwindigkeiten ab. Sie betragen lokal mehr als 1 m/s und sind auf Kanalisierungseffekte des Straßenraums zurückzuführen. Die Eindringtiefe der Kaltluft in die Siedlungsräume ist nördlich und östlich des Tempelhofer Feldes mit bis zu 400 m am stärksten ausgeprägt.

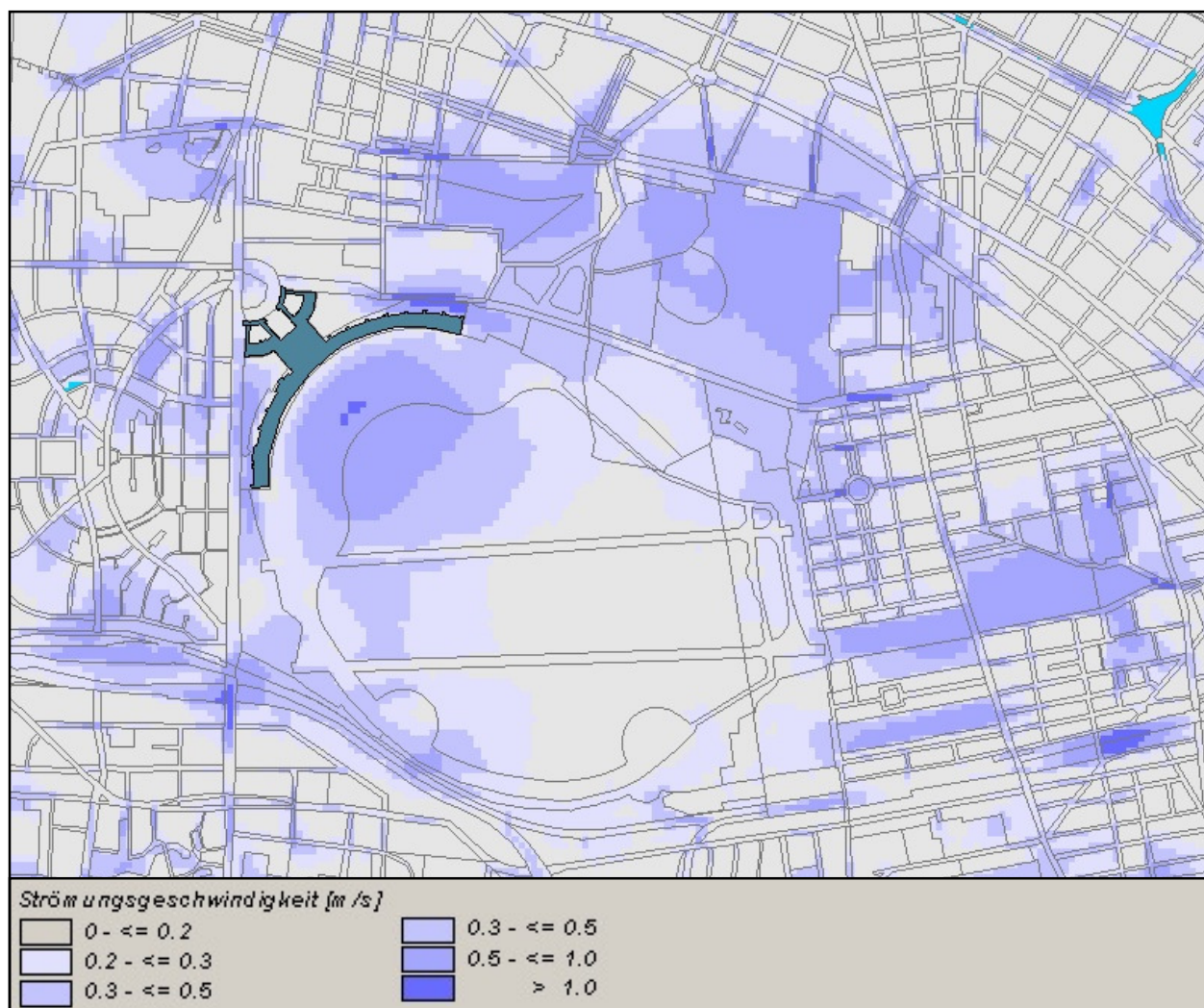


Abb. 17: Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Ist-Zustand

Dabei profitieren vor allem die Quartiere Bergmannstraße/Südstern/Graefekietz sowie Schillerpromenade/Hermannstraße von der Ausgleichswirkung der Kaltluft. Die Einwirktiefe der von den kleineren innerstädtischen Grünflächen ausgehenden Strömungen ist mit etwa 150 m bis 200 m deutlich geringer ausgeprägt.

Im Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße findet bis zu einem gewissen Grad eine eigenbürtige Kaltluftproduktion statt, die im vergleichsweise hohen Grünflächenanteil des Nutzungstyps

begründet liegt. Innerhalb der bebauten Bereiche nimmt die Strömungsgeschwindigkeit aufgrund der Oberflächenrauigkeit auf weniger als 0,2 m/s ab. Zudem schwächt das höhere Temperaturniveau die Kaltluftströmung ab.

Beispielhaft ist in Abb. 18 in einem Ausschnitt das östliche Tempelhofer Feld mit dreidimensionaler Gebäudestruktur dargestellt. Die Pfeile zeigen die Strömungsrichtung der Kaltluft, während die blaue Farbe die Strömungsgeschwindigkeit ausdrückt. Es wird deutlich, wie die Beschleunigung der Kaltluft in der Mitte des Tempelhofer Feldes ihren Anfang findet (hellblaue Farbe) und in Richtung auf die Bebauung mit einem steigenden Temperaturgradienten die Geschwindigkeit zunimmt (dunkelblaue Farbe).

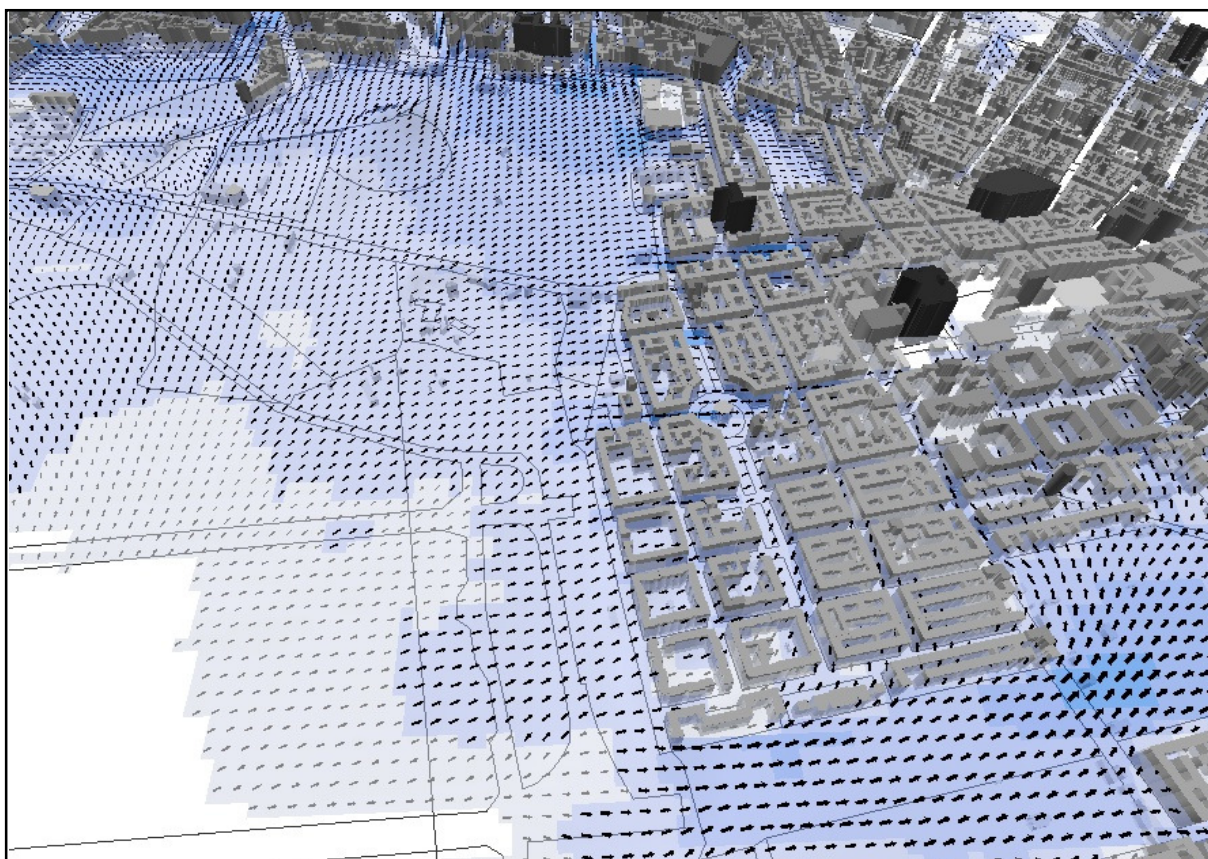


Abb. 18: Strömungsfeld und -Geschwindigkeit über dem östlichen Tempelhofer Feld im Ist-Zustand

Zugleich wird auch das Einströmen der Kaltluft in die Bebauung sichtbar, vor allem über der Friedhofsfläche St.-Thomas-Kirchhof. Sie führt die auf dem Tempelhofer Feld gebildeten Kaltluft weiter in die östlich angrenzende Bebauung. Insgesamt gesehen liegt ein konzentrisches Ausströmen der Kaltluft vor.

4.1.2.2 Szenario Flächennutzungsplan

Die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Flächennutzungsplan ist in Abb. 19 dargestellt. Es zeigt sich, dass die geplante Bebauung einen deutlich Einfluss auf die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft innerhalb des Tempelhofer Feldes hat. Während die überbauten Flächen nicht mehr an der Kaltluftproduktion teilnehmen, stellen sie zudem durch ihre Strukturhöhe gleichzeitig auch ein Strömungshindernis dar. Allerdings wird auch die Durchströmung der Abstandsflächen zwischen den einzelnen Baustrukturen sichtbar.

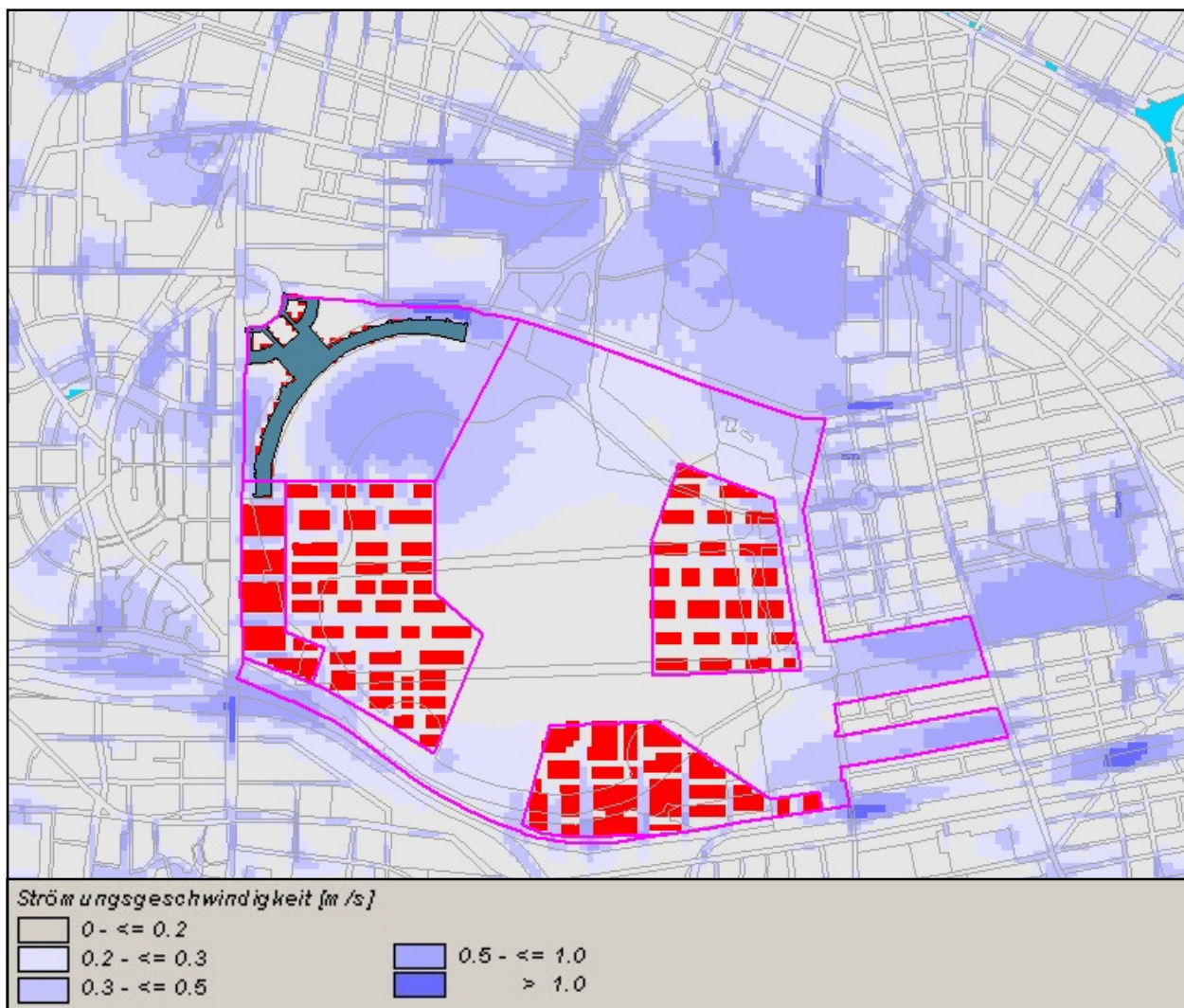


Abb. 19: Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Flächennutzungsplan

Effekte auf die Reichweite der Kaltluft in die angrenzende bestehende Bebauung sind lediglich kleinräumig zu erkennen und liegen in einer Größenordnung von bis zu 50 m. Sie befinden sich damit auf einem niedrigen Niveau.

Das Windfeld über dem östlichen Tempelhofer Feld ist, zusammen mit der Strömungsgeschwindigkeit, in Abb. 20 dargestellt. Die Pfeile geben die Strömungsrichtung der Kaltluft innerhalb einer 25 m x 25 m Rasterzelle an, während die blaue Farbe die Strömungsgeschwindigkeit wiedergibt. Die Geschwindigkeit ist über die Intensität der Farbe ausgedrückt (vgl. Abb. 19). Dabei werden die einzelnen Baublöcke des Szenarios FNP als Strömungshindernisse sichtbar, während die Abstandsflächen zwischen den Blöcken weiterhin in West-Ost-Richtung durchströmt werden.

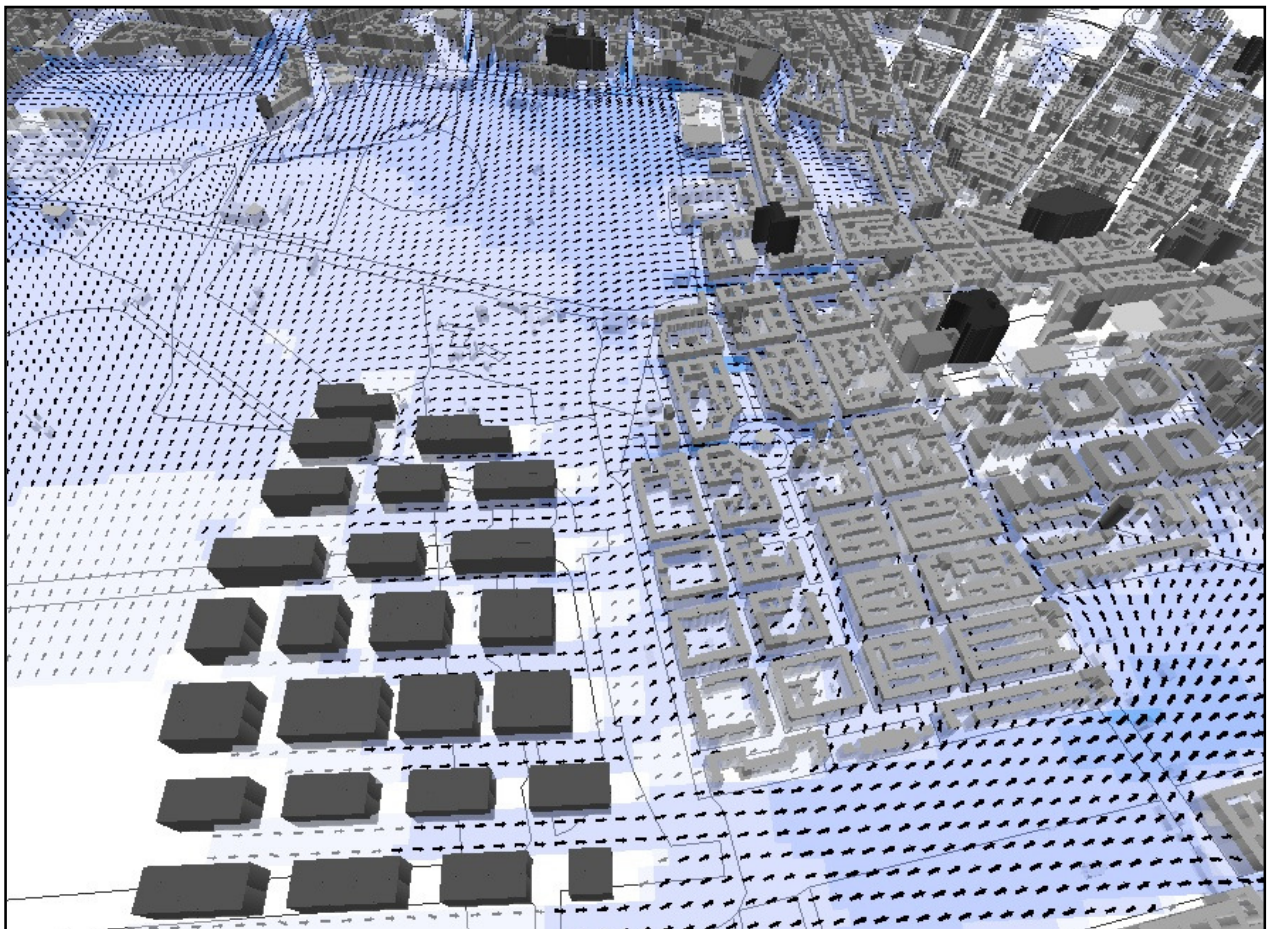


Abb. 20: Strömungsfeld und -Geschwindigkeit im östlichen Tempelhofer Feld im Szenario FNP

Im Strömungsschatten der Baublöcke zwischen geplanter und bestehender Bebauung zeigt sich eine rasche Erholung der Strömungsgeschwindigkeit, die in etwa wieder das Ausgangsniveau des Ist-Zustands erreicht. Die Strömung innerhalb des sich weiter östlich fortsetzenden Friedhofsbereichs wird lediglich gering beeinflusst.

Die Differenzenkarte macht die lokale Beeinflussung des Kaltluftströmungsfeldes sichtbar (Abb. 21). Hier führt die geplante Bebauung zu einer Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit von lokal bis zu 0,8 m/s direkt an einem Gebäudestandort, insbesondere auf der westlichen Vorhabenfläche (rote Farben). Nördlich davon ist durch Abschattungseffekte im Bereich des Vorfelds ein Rückgang in der Größenordnung von 0,2 m/s bis 0,6 m/s zu beobachten.

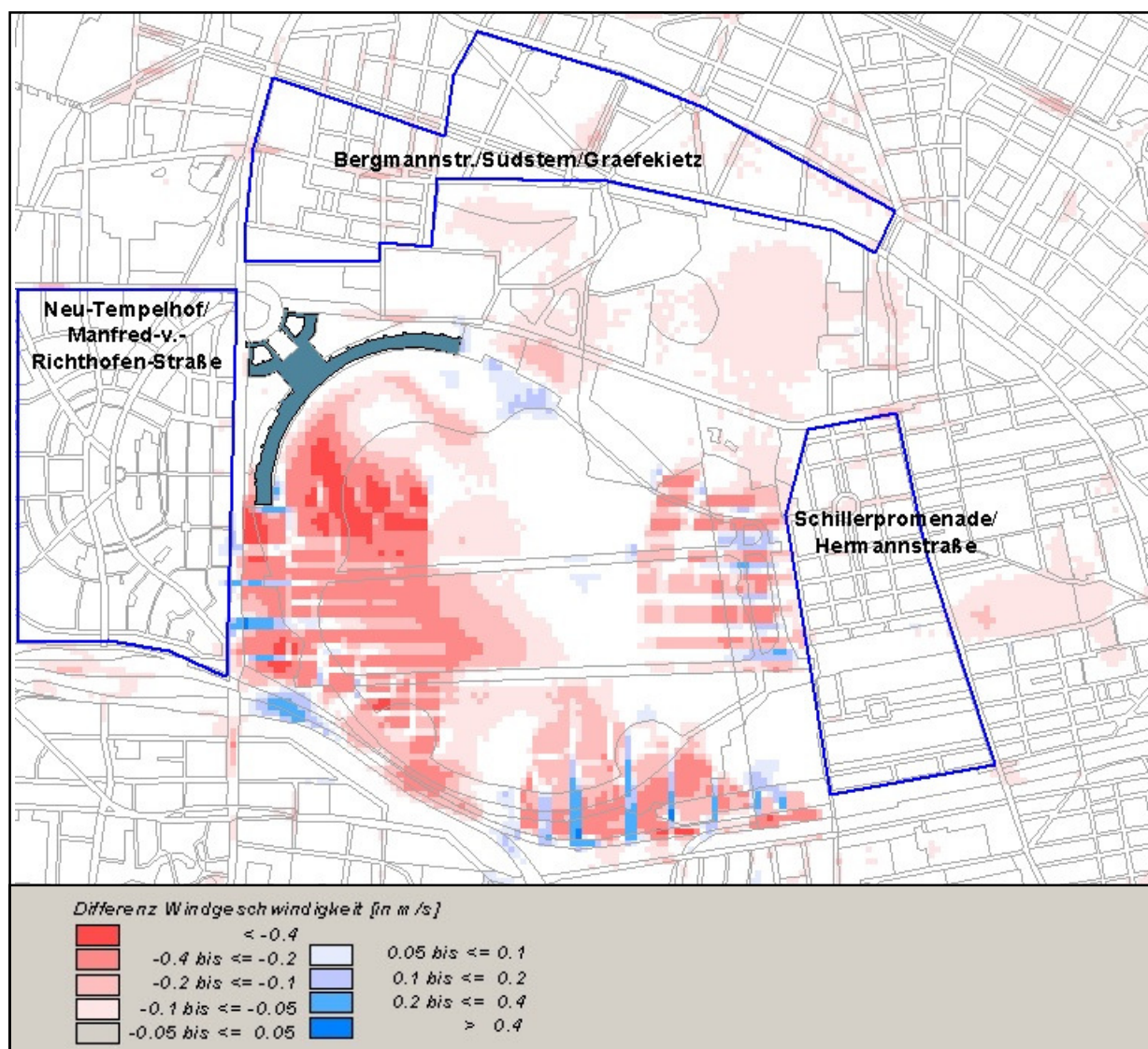


Abb. 21: Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand

Im Bereich der geplanten Baufelder treten lokale Ab- und Zunahmen auf, was durch kleinräumige Kanalisierungseffekte mit lokalen Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit verursacht wird (blaue Farben). Ganz allgemein zeigt sich in allen Szenarien, dass die Abnahmen der Strömungsgeschwindigkeiten rasch abklingen. Dies ist darauf zurück zu führen, dass ein geplanter Baukörper zwar nicht mehr direkt *durchströmt*, jedoch aber *umströmt* und *überströmt* werden kann. Dies kann dann z.B. durch eine Kanalisierung der Strömung zu den angesprochenen Zunahmen der Windgeschwindigkeit führen. Sofern Größe und Kaltluftlieferung einer Grünfläche aber ausreichend hoch sind, kann auf der Lee-Seite des Baukörpers die Strömungsgeschwindigkeit dann durchaus wieder ihr altes Niveau erreichen. Somit ist die Abschwächung dieses Klimaparameters vor allem von der Durchströmbbarkeit und Durchlässigkeit einer geplanten Bebauung einerseits sowie der Kaltluftdynamik einer Grünfläche andererseits abhängig.

4.1.2.3 Szenario Flächennutzungsplan Änderung

Die Abbildung 22 zeigt die Strömungsgeschwindigkeit nach Umsetzung der Bebauung im Szenario Flächennutzungsplan Änderung, wobei die absoluten Zu- und Abnahmen in Abb. 24 als Differenzenkarte dargestellt sind. Grundsätzlich ist die Intensität der Kaltluftdynamik im Norden und Osten des Tempelhofer Feldes durch die angrenzende Grünflächen am stärksten ausgeprägt und die Eindringtiefen in die benachbarte Bebauung am höchsten. Überdurchschnittlich hohe Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als 1 m/s sind flächenhaft über dem ehemaligen Vorfeld sowie lokal in mehreren Straßenräumen anzutreffen.

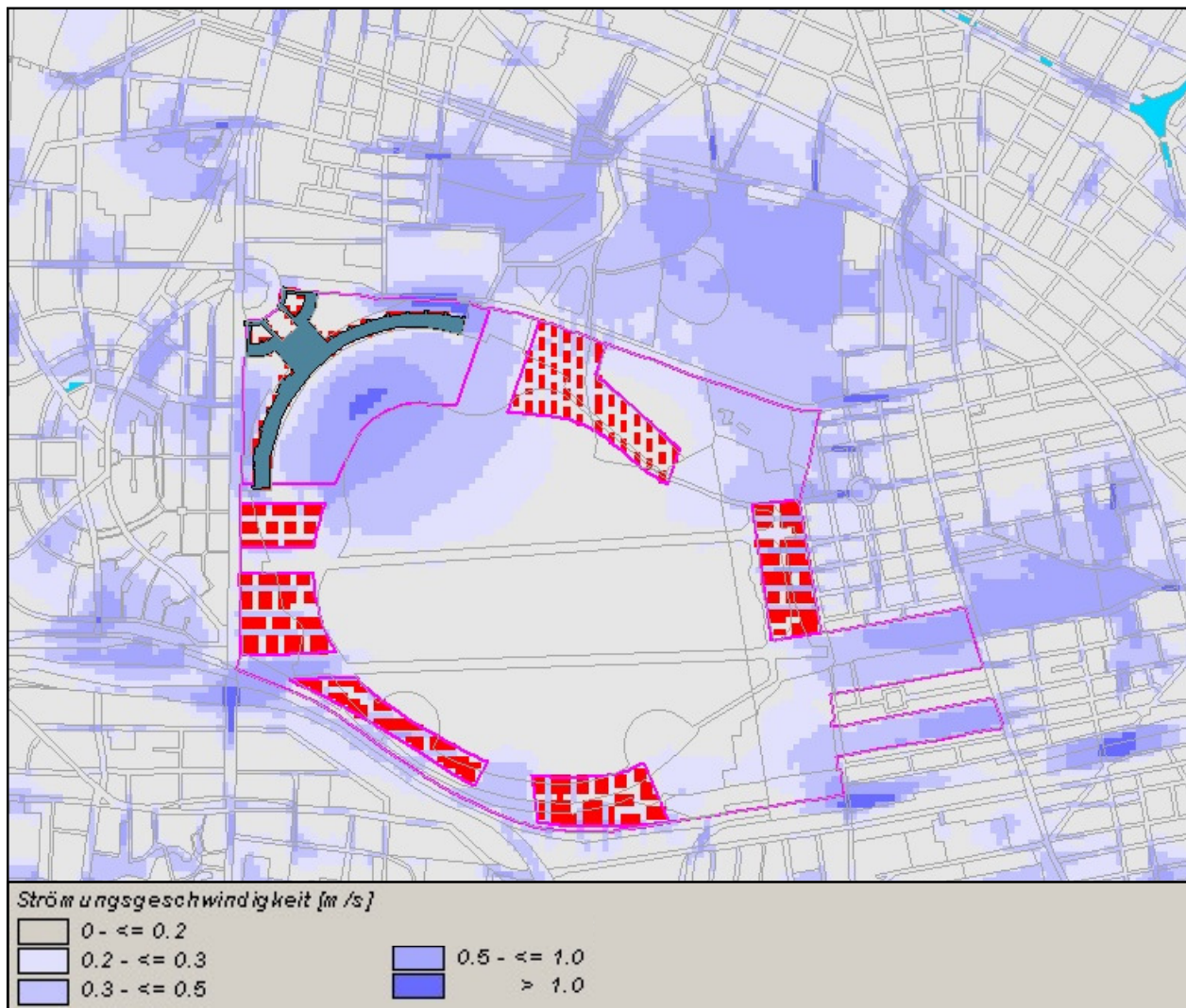


Abb. 22: Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Flächennutzungsplan Änderung

Über dem zentralen Bereich des Tempelhofer Feldes liegt die Strömungsgeschwindigkeit noch verbreitet unter 0,2 m/s, da die Beschleunigung der Kaltluft von dort aus ihren Anfang nimmt. Im Übergangsbereich zur Siedlungsfläche, wo der Temperaturgradient zwischen Freifläche und Bebauung hoch ist, steigen die Werte meist weiter an.

In Abb. 23 sind für das nördliche Untersuchungsgebiet Strömungsfeld und -Geschwindigkeit dargestellt. Das im Szenario FNP Änderung vorgesehene Columbiaquartier befindet sich im Übergangsbereich von Tempelhofer Feld/Hasenheide und damit innerhalb der flächenhaft auf das Quartier Bergmannstraße/Südstern/Graefekietz gerichteten Kaltluftströmung. Im Strömungsfeld wird die vom

Columbiaquartier ausgehende Beeinflussung auf der Lee-Seite deutlich (helleres Blau). Die Abschwächung der Strömungsgeschwindigkeit ist dabei aber vergleichsweise gering und erreicht über der Hasenheide bzw. den angrenzenden Friedhöfen wieder annähernd das Niveau des Ist-Zustands, wobei die eigene Kaltluftproduktion in diesem Bereich zur Kompensation beiträgt.

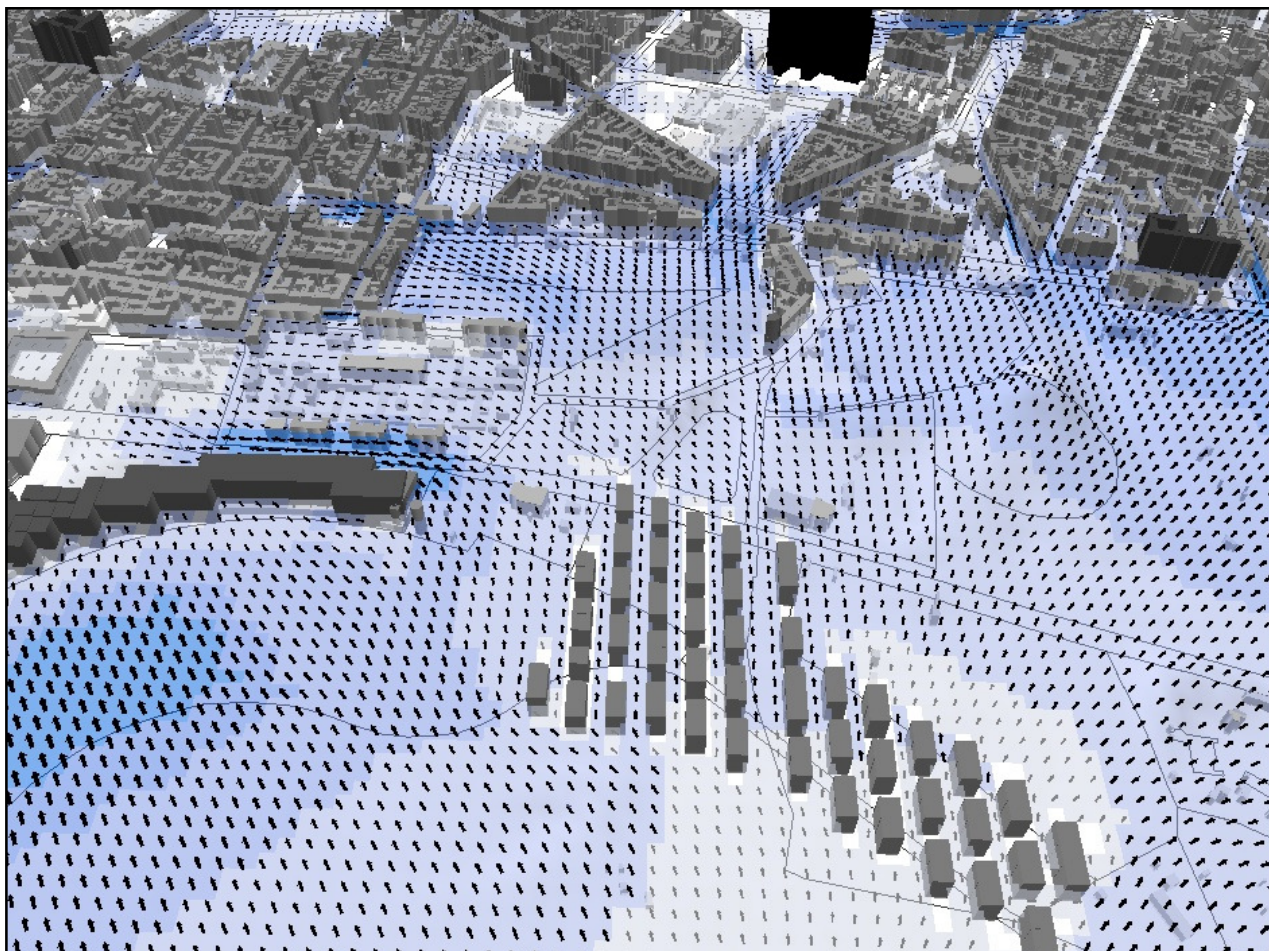


Abb. 23: Strömungsfeld und -Geschwindigkeit im Bereich Hasenheide im Szenario FNP Änderung

Im Strömungsfeld zeichnet sich die Freifläche zwischen dem ehemaligen Flughafengebäude und der Columbiasiedlung als Leitbahn ab, welche ohne nennenswerte Hindernisse den Zugang von Kaltluft in Richtung Nordwesten ermöglicht. Darüber hinaus wird auch die vorgesehene Verlängerung der Lilienthalstraße in Richtung Süden über den Columbiadamm hinaus als durchlüfteter Korridor sichtbar.

Die Veränderungen der Strömungsgeschwindigkeit im Untersuchungsgebiet zeigt sich in der Differenzenkarte (Abb. 24). So sind die flächenhaft stärksten Abnahmen von mehr als 0,4 m/s vor allem im westlichen Bereich des Tempelhofer Feldes zu beobachten. Die Abnahmen im Umfeld der übrigen Baufelder ist dagegen meist schwächer ausgeprägt.

In den Baufeldern selbst sind z.T. linienhafte Abnahmen (rote Farben) zu beobachten, was an der entsprechenden Ausrichtung der Baukörper liegt. Innerhalb der zwischen den Baukörpern befindlichen Abstandsflächen können dagegen auch lokale Zunahmen entstehen (blaue Farben).

Dies lässt auf eine wirksame Durchlüftung schließen lässt, was sich z.B. im an das Quartier Schillerpromenade/Hermannstraße angrenzenden Baufeld zeigt. Die kleinräumige Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit durch Kanalisierungseffekte wirkt sogar in das Quartier hinein.

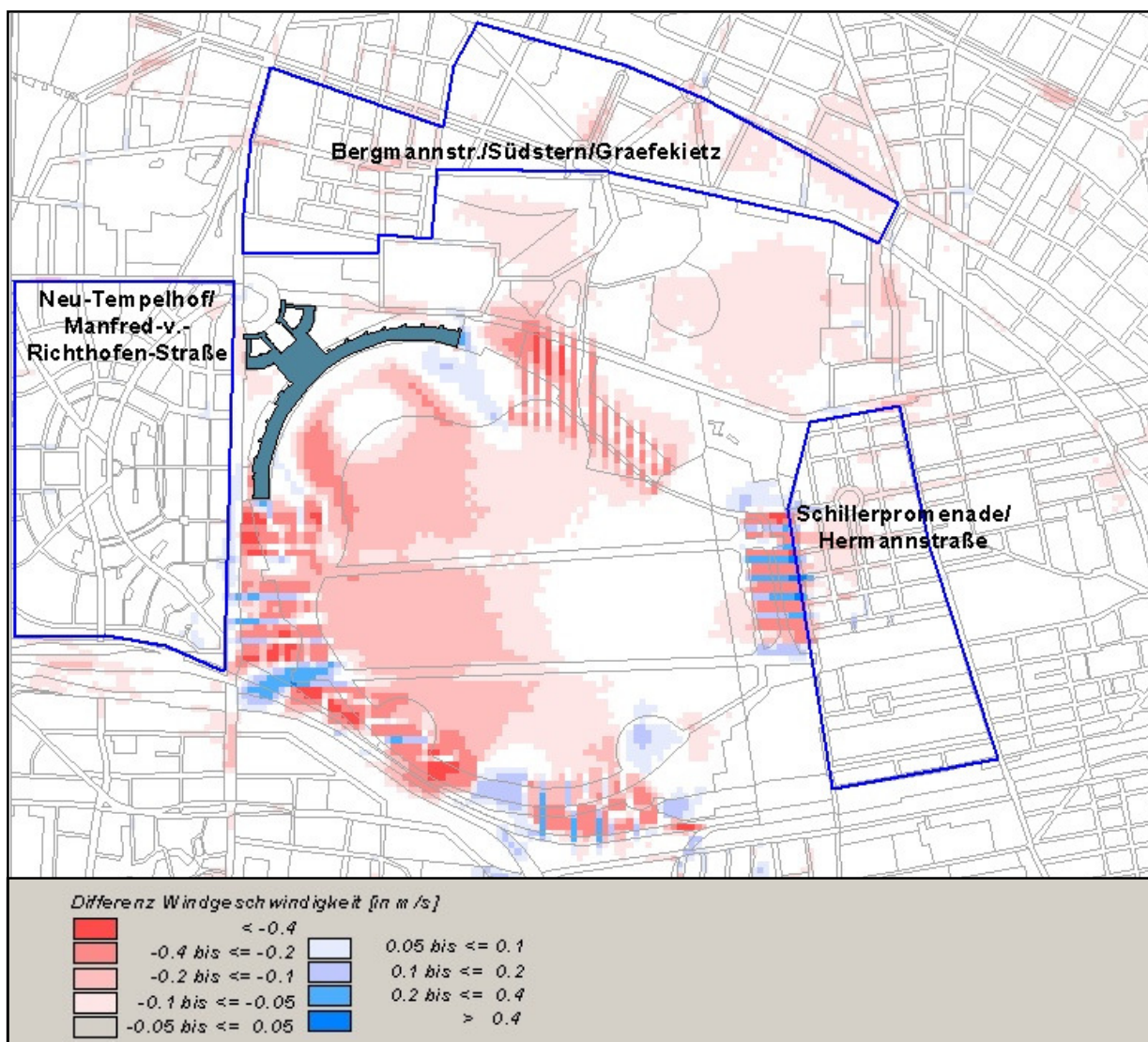


Abb. 24: Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Szenario Flächennutzungsplan Änderung und Ist-Zustand

Damit wird deutlich, dass eine strömungsgünstige Orientierung der Baukörper einen wichtigen Beitrag für die ausreichende Durchlüftung der bestehenden Bebauung liefern und die Intensität der Beeinträchtigung reduzieren kann.

4.1.2.4 Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Die Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld zeigt Abb. 25. Ein wichtiges Merkmal dieses Szenarios ist das Lilienthal-Quartier, welches dem Columbia-Quartier gegenübersteht.

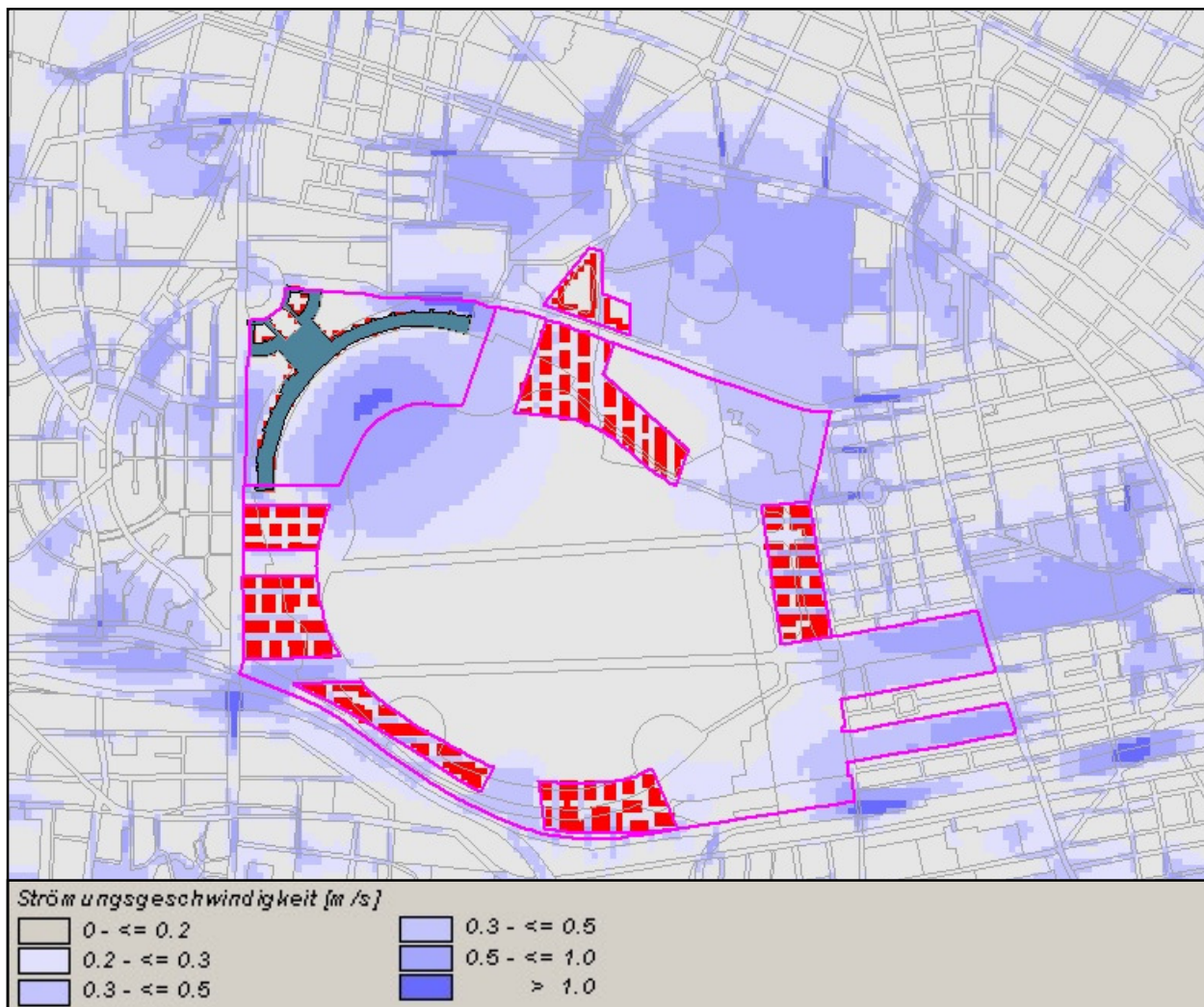


Abb. 25: Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Die im Untersuchungsgebiet auftretenden Wertespannen entsprechen im Wesentlichen denen der übrigen Planungsvarianten, wobei die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten im ehemaligen Vorfeldbereich sowie innerhalb einzelner Straßenräume auftreten.

Die Strömungssituation im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld ist in Abb. 26 dargestellt. Im Vergleich zum Szenario FNP Änderung zeigt sich eine stärkere Beeinflussung des Windfeldes aufgrund der nun höheren Baumasse sowie die Ergänzung um das Lilienthalquartier. Dieses ist in der Modellrechnung als geschlossene Blockstruktur eingegangen, das eine stärkere Hinderniswirkung ausübt als die durchströmbare zeilenartige Bebauung des Columbiaquartiers.

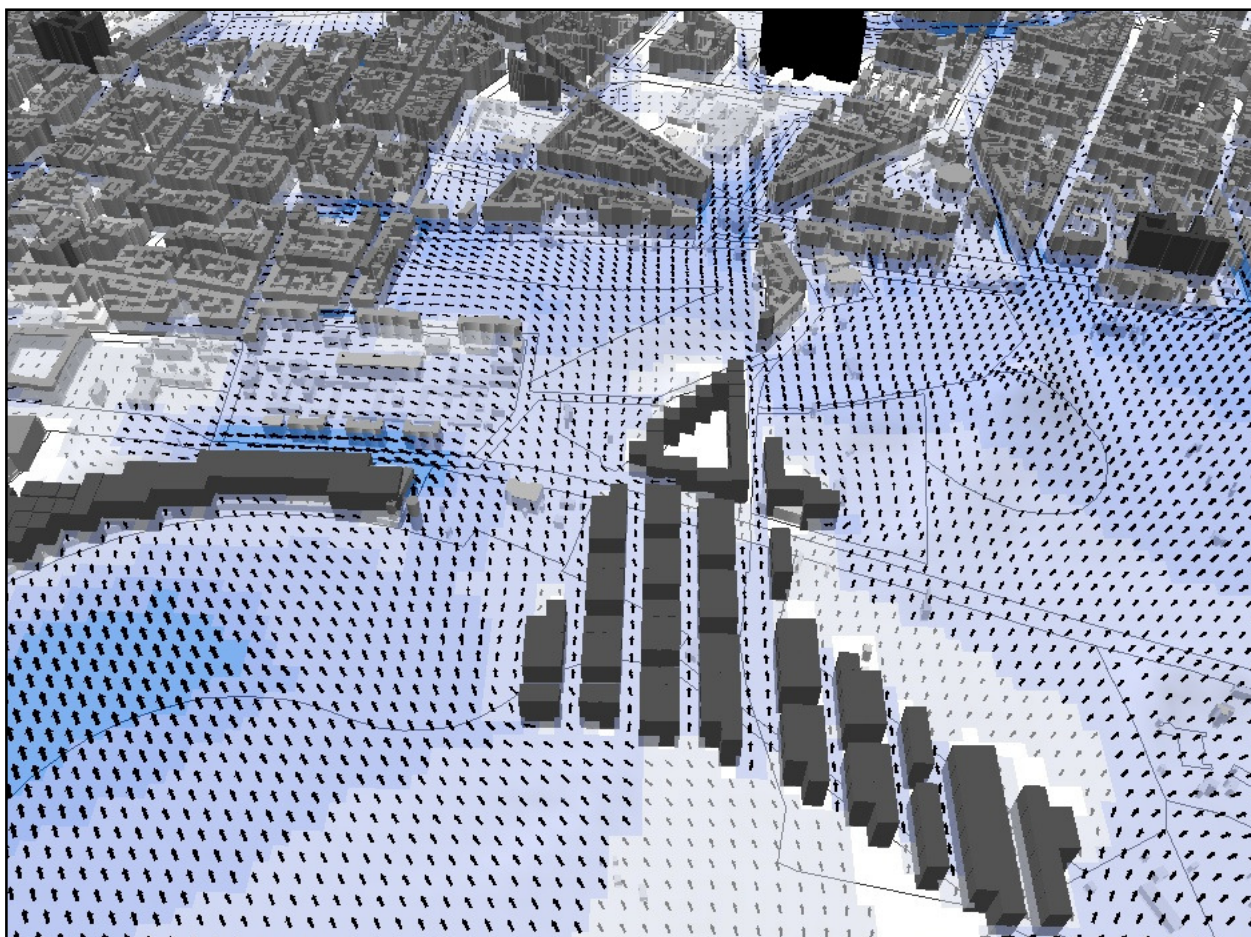


Abb. 26: Strömungsfeld und -Geschwindigkeit im Bereich Hasenheide im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Wie im vorangegangenen Szenario ist über der Hasenheide bzw. den angrenzenden Friedhofsflächen ein Abklingen des Strömungsschattens und eine Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit zu beobachten, wozu die eigene Kaltluftproduktivität und der geringe Überbauungsgrad der Grünflächen beitragen.

Die absoluten Werteveränderungen gegenüber dem Ist-Zustand sind in Abb. 27 dargestellt. Dabei zeigen sich erneut im Westen des Tempelhofer Feldes die ausgedehntesten Abnahmen in einer Größenordnung von bis zu 0,5 m/s. Im Vergleich zum Szenario FNP-Änderung sind die Abnahmen der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich Hasenheide stärker ausgeprägt. Hier stellt sich die angenommene Baumassenverteilung des Lilienthal-Quartiers als Strömungshindernis dar, wobei sich im Lee der Bebauung die Werteabnahmen in Richtung Bergmannstraße/Südsterne/Graefekietz fortsetzen.

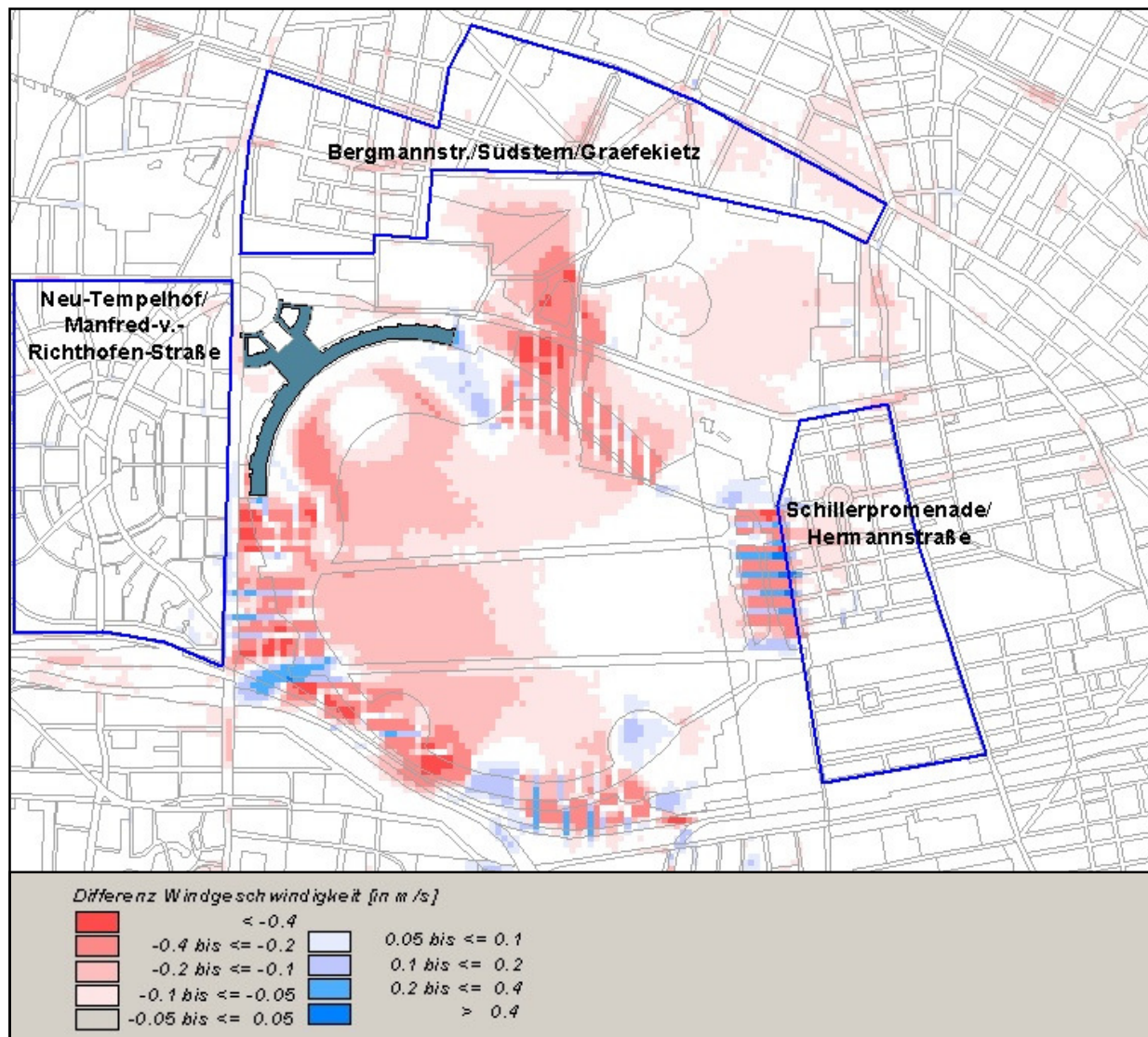


Abb. 27: Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen Szenario Zukunft Tempelhofer Feld und Ist-Zustand

Allerdings bleiben die höchsten Abnahmen der Strömungsgeschwindigkeit auf das Quartier selbst sowie den angrenzenden Friedhofsbereich begrenzt. Die der Untersuchung zugrunde liegende Bebauungsstruktur in den drei Planungsszenarien kann daher weitestgehend als strömungsgünstig bewertet werden.

4.1.3 Kaltluftvolumenstrom

Die Durchlüftung von Siedlungsgebieten trägt zum Abbau von humanbiometeorologischen Belastungen bei (MORISKE & TUROWSKI 2003). So kann in den Nachtstunden durch das Heranführen kühlerer Frischluft aus Freiflächen das Temperaturniveau der in der Stadt lagernden wärmeren Luftmassen gesenkt werden, was zu einem Abbau der Wärmebelastung des Menschen, insbesondere in den Sommermonaten, führt. Ist diese herangeführte, kühlere Luft mit Luftschadstoffen belastet, so kann diese nicht mehr als Frischluft sondern lediglich als Kaltluft angesprochen werden. Zur Beurteilung der Durchlüftungssituation ist folglich die geeignete Zuordnung von Belastungsräumen und Ausgleichsräumen, welche die entsprechende Kaltluft zur Verfügung stellen, sowie ein Strömungssystem, das einen Luftmassentransport garantieren kann, notwendig.

Als quantitatives Merkmal dient hierfür der Kaltluftvolumenstrom, der das transportierte Volumen an Kaltluft durch eine definierte vertikale Fläche senkrecht zur Strömungsrichtung angibt. Dabei wird das transportierte Luftvolumen über die absolute Höhe der Kaltluftschicht aufsummiert (integriert). Die Höhe der Kaltluft gibt damit die Höhe der vertikalen Fläche vor, als Breite dy der Fläche wird im vorliegenden Fall die Breite einer Rasterzelle (hier 25 m) angenommen. Die Höhe der Kaltluftschicht wird über die horizontale Windgeschwindigkeit definiert, die innerhalb der Kaltluft einen Wert $> 0,2$ m/s aufweisen sollte. Für die Auswertung wurde der Zeitpunkt 4 Uhr morgens gewählt, zu der die Kaltluftschicht ihre maximale Mächtigkeit erreicht hat. Die Effektivität des Luftaustauschs vor Ort kann somit bei bekanntem Windfeld wie folgt berechnet werden. Als Maßzahl hierfür wird der Kaltluftvolumenstrom Vol eingeführt:

$$Vol = \int_0^Z \int_y^{y+dy} v dz dy, \quad \text{mit:}$$

Vol : Kaltluftvolumenstrom in m^3/s

Z : Mächtigkeit der bodennahen Kaltluftschicht

v : Strömungsgeschwindigkeit der Kaltluft in x-Richtung

Der Volumenstrom ist damit ein Maß für den *Zustrom von Kaltluft* und bestimmt somit, neben der Strömungsgeschwindigkeit, die Größenordnung des Durchlüftungspotenzials. Die Klassifizierung des Volumenstroms orientiert sich dabei am auftretenden Wertespektrum innerhalb des Untersuchungsgebietes. Die qualitative Bewertung dieses Klimaparameters, der sich im vorliegenden Fall auf die Breite einer Rasterzelle bezieht, zeigt Tab. 1:

Bewertung	Kaltluftvolumenstrom in m^3/s
Hoch	> 500
Mittel	300 bis ≤ 500
Sehr gering	300 bis ≤ 150
Gering	< 150

Tabelle 1: Qualitative Einordnung des Kaltluftvolumenstroms

Als Schwellenwert für einen klimaökologisch wirksamen Kaltluftstrom kann in der vorliegenden Untersuchung ein Wert von mehr als $150 m^3/s$ bezogen auf die Breite einer Rasterzelle angenommen werden.

4.1.3.1 Ist-Zustand

Die räumliche Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms im Untersuchungsraum geht im Wesentlichen mit der des bodennahen Strömungsfeldes einher. Abbildung 28 zeigt den Kaltluftstrom für den Ist-Zustand in einer qualitativen Ausprägung. Analog zur Strömungsgeschwindigkeit treten die höchsten Werte im westlichen Bereich des Tempelhofer Feldes, im nördlich gelegenen Volkspark Hasenheide sowie der angrenzenden Friedhofsareale auf. Ein hohes Wertenniveau ist außerdem im Grünflächenverbund Tempelhofer Feld/Lessinghöhe/Karl-Marx-Straße sowie innerhalb von Straßen- und Gleisarealen zu beobachten. Der Volumenstrom setzt sich meist mit einer geringen, aber dennoch klimaökologisch wirksamen Intensität in die Bebauung fort. Die Eindringtiefe entspricht in etwa der des Kaltluftströmungsfeldes.

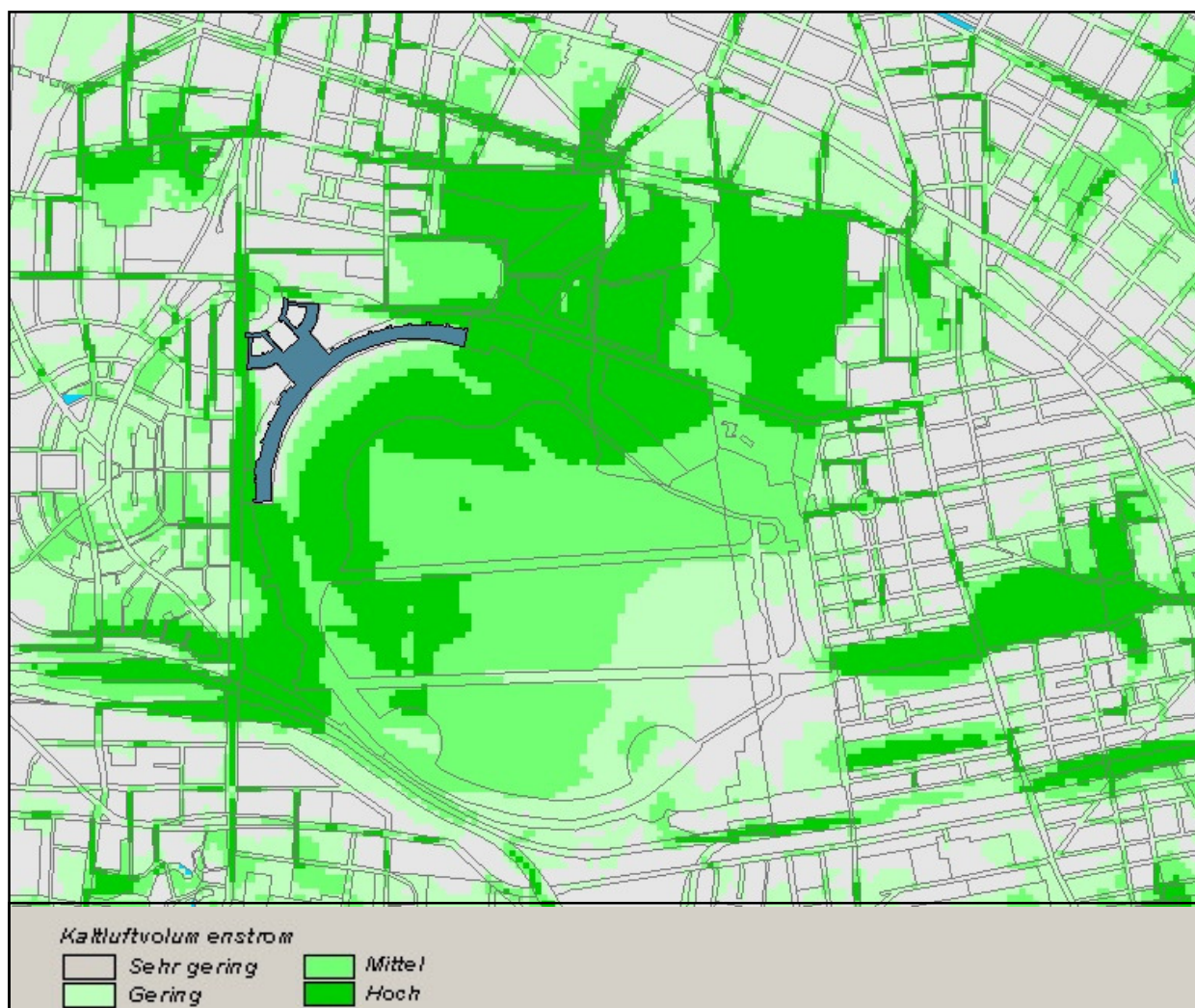


Abb. 28: Kaltluftvolumenstrom im Ist-Zustand

Von den kleineren innerstädtischen Grünflächen tritt der Viktoriapark mit einem hohem Kaltluftvolumenstrom hervor. Innerhalb des grüneprägten Siedlungsanteils im Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße, welches eine gewisse eigenbürtige Kaltluftproduktion aufweist, liegt dagegen ein geringes bis mittleres Wertenniveau vor, wobei hier auch noch ein Zustrom von Kaltluft aus dem Tempelhofer Feld erfolgt.

4.1.3.2 Szenario Flächennutzungsplan

Im Szenario Flächennutzungsplan verlagert sich durch die Bebauung des westlichen Tempelhofer Feldes die Zone eines hohen Kaltluftvolumenstroms weiter Richtung Norden (Abb. 29). Dies hat zur Folge, dass auch die Zufuhr von Kaltluft in das Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße verringert wird.

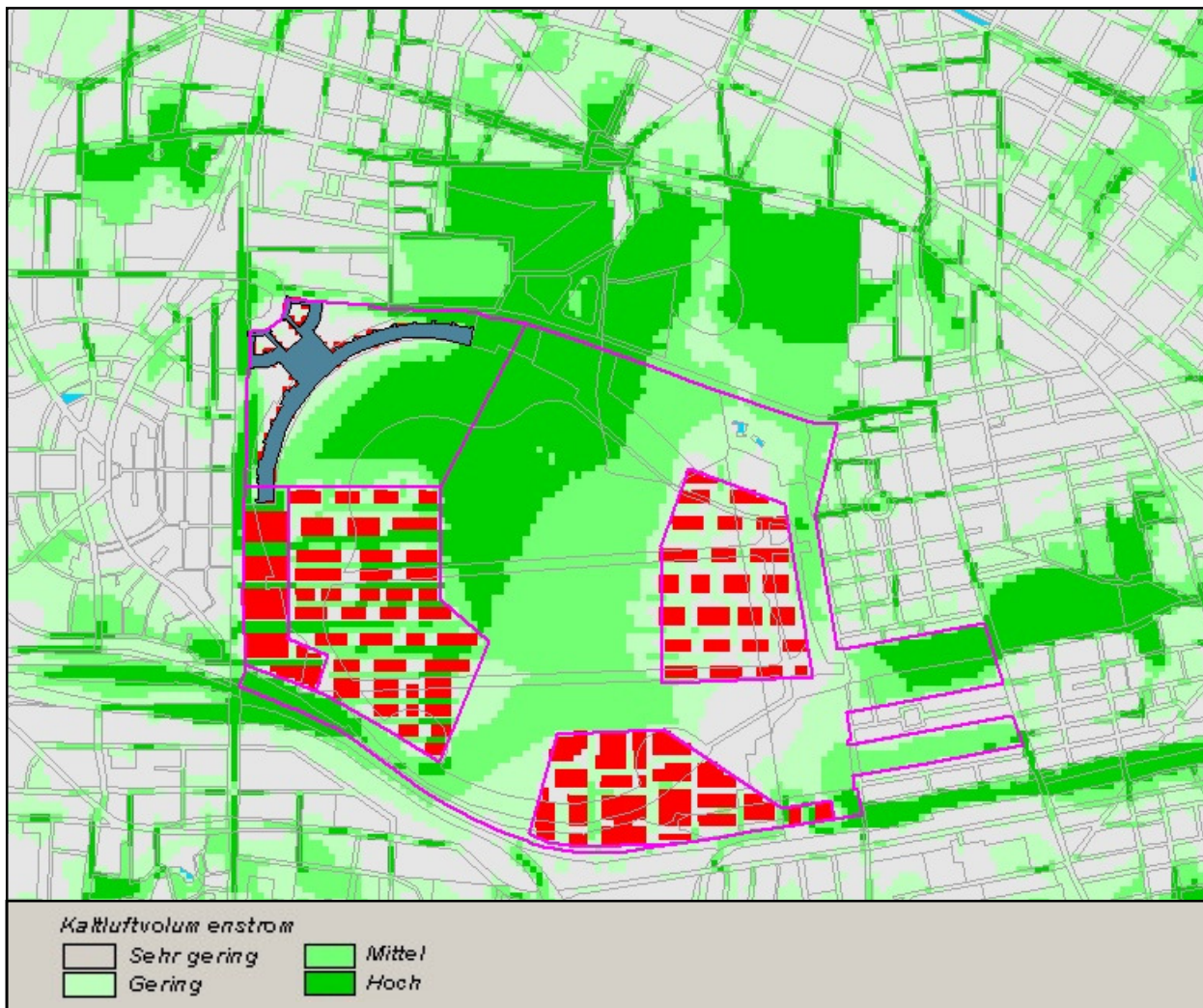


Abb. 29: Kaltluftvolumenstrom im Szenario Flächennutzungsplan

Der östliche Bereich des Tempelhofer Feldes ist dagegen durch einen mittleren bis geringen Kaltluftvolumenstrom gekennzeichnet.

Die Beeinflussung des Parameters Volumenstrom durch die geplante Bebauung zeigt Abb. 30. Analog zu den bereits beschriebenen Parametern tritt die stärkste Abschwächung vor allem auf den Vorhabenflächen selbst mit der Überbauung von im Ist-Zustand noch an der Kaltluftentstehung beteiligten Flächen auf (rote Farben). Aufgrund ihrer Größe treten alle drei Plangebiete sehr deutlich in Erscheinung. Die lokalen Abnahmen können dabei mehr als 200 m³/s betragen. Die räumliche Wirkung von Abschattungseffekten ist innerhalb des Quartiers Neu-Tempelhof am stärksten ausgeprägt, da die geplante Bebauung den Zustrom von Kaltluft aus dem Tempelhofer Feld behindert.

Im Bereich Hasenheide zeigt sich eine flächenhafte Werteabnahme, die im Strömungsschatten der geplanten Bebauung auftritt und sich in nördlicher Richtung fortsetzt. Allerdings sind die stärksten Abnahmen bis zum Rand des Quartiers Graefekietz abgeklungen. Für das Quartier Schillerpromenade können sowohl Abnahmen als auch Zunahmen des Volumenstroms verzeichnet werden.

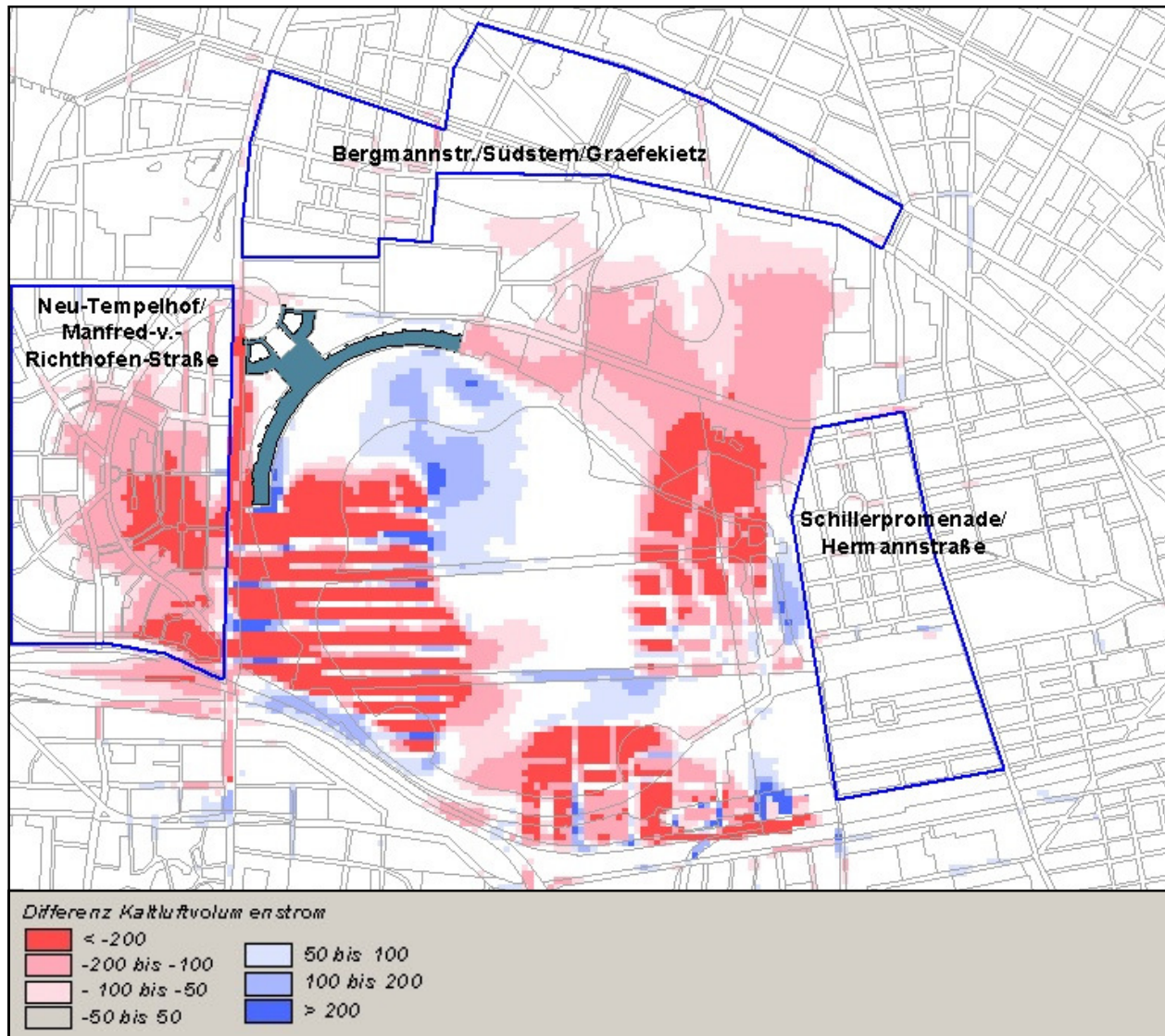


Abb. 30: Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Szenario Flächennutzungsplan und Ist-Zustand

Insgesamt zeigt sich für diesen Parameter eine räumlich ausgeprägtere Reduktion als für die Strömungsgeschwindigkeit. Dies ist darauf zurück zu führen, dass der Kaltluftvolumenstrom eine über die Höhe integrierte Größe darstellt und sich nicht nur aus der Geschwindigkeit in Bodennähe berechnet (vgl. Kap. 4.1.3 S. 34). Durch diesen Bezug zur Höhe ist der Volumenstrom allerdings auch stärker beeinflussbar als die Strömungsgeschwindigkeit. Neue Baustrukturen in einem Planungsszenario können eine verstärkte Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit bis über die Höhe der Gebäudestruktur hinaus bewirken, während bodennah die Geschwindigkeit durch Kanalisierungseffekte weniger stark reduziert wird. Daraus kann lokal in der Summe eine Abnahme des Kaltluftvolumens im Strömungsschatten einer geplanten Bebauung entstehen. Hinzu kommt die Tatsache, dass die Volumenströme über dem westlichen Tempelhofer Feld im Ist-Zustand insgesamt am höchsten sind, so dass dadurch die Differenzen im Vergleich zum Ist-Zustand hier auch deutlich stärker ausfallen als auf dem übrigen Tempelhofer Feld.

4.1.3.3 Szenario Flächennutzungsplan Änderung

Der Kaltluftvolumenstrom im Bereich des Tempelhofer Feldes zeigt für das Szenario Flächennutzungsplan Änderung eine Wertegefälle (Abb. 31). Während im südöstlichen Bereich eher geringe Kaltluftvolumina vorliegen, treten die höchsten flächenhaften Kaltluftströmungen ausgehend vom Vorfeldbereich des Abfertigungsgebäudes bis zur Hasenheide auf. Ein Großteil des ehemaligen Flughafens weist einen mittleren Kaltluftvolumenstrom auf. Dabei wird die Freifläche zwischen dem Abfertigungsgebäude und dem Columbiaquartier als Kaltluftleitbahn deutlich, welche Kaltluft vom Tempelhofer Feld nach Norden führt und zur Durchlüftung des Quartiers Bergmannstraße/Südstern/Graefekietz beiträgt.

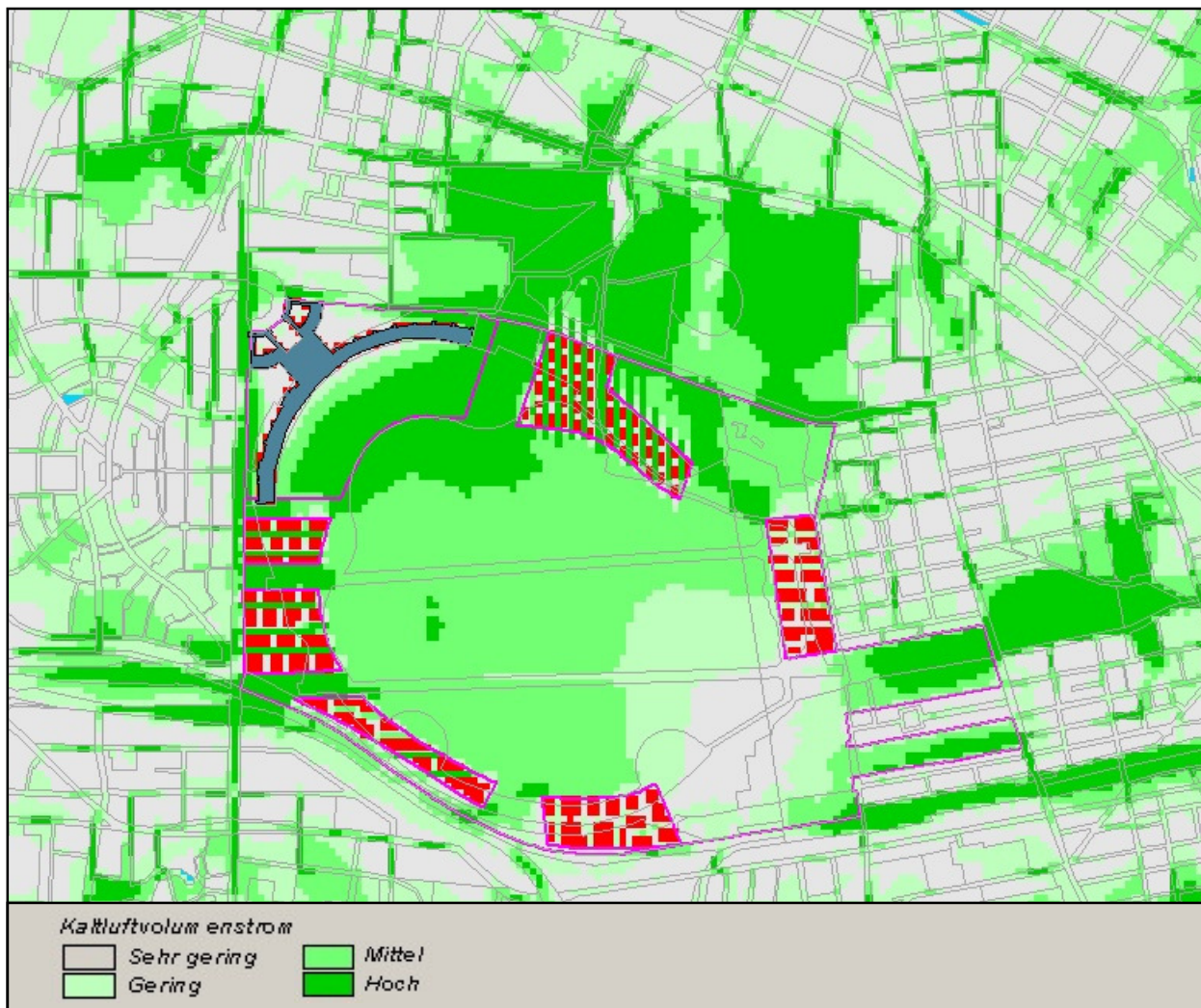


Abb. 31: Kaltluftvolumenstrom im Szenario Flächennutzungsplan Änderung

Darüber hinaus ist ein hoher Massenstrom auch innerhalb der Grünzäsuren in Höhe der Startbahnen sowie in den westlichen Baufeldern selbst anzutreffen. Außerdem zeigen sich hohe Werte aufgrund von Kanalisierungseffekten auch im Verlauf von Gleisanlagen und Straßenräumen. Durch die aufgelockerte Bebauungsstruktur dieses Szenarios weist das Quartier Neu-Tempelhof auch einen höheren Kaltluftvolumenstrom auf.

In der Differenzenkarte (Abb. 32) werden die Veränderungen noch sichtbarer. Dabei zeigt sich häufig ein enges Nebeneinander von Abnahmen auf überbauten Flächen und Zunahmen im Bereich von Strömungskanalisationen. Von den betrachteten Stadtquartieren ist in Neu-Tempelhof wieder die höchste Abnahme des Volumenstroms zu beobachten. Aufgrund der Grünzäsuren in Höhe der Startbahnen ist die Durchlüftungssituation aber besser als im Szenario Flächennutzungsplan.

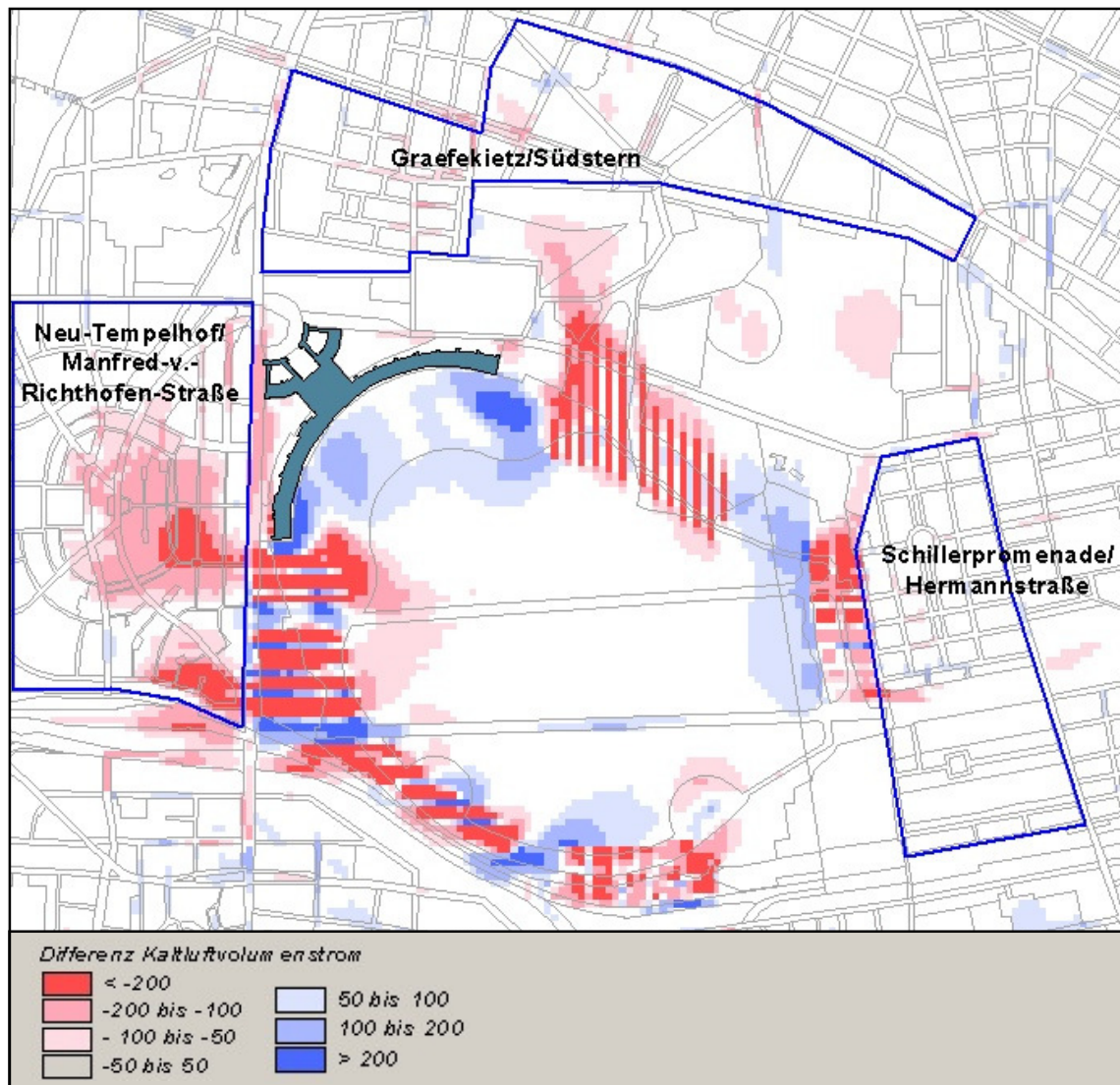


Abb. 32: Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Szenario Flächennutzungsplan Änderung und Ist-Zustand

Die Abnahme des Volumenstroms im Umfeld des Columbiaquartiers beträgt lokal mehr als 200 m³/s, klingt jedoch vergleichsweise rasch wieder ab. Innerhalb des Quartiers Bergmannstraße/Südstern/Graefekietz treten kleinräumige Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms von 100 m³/s bis 200 m³/s auf. Für das Quartier Schillerpromenade lassen sich sowohl Zu- als auch Abnahmen beobachten.

4.1.3.4 Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

Die Ausprägung des Kaltluftvolumenstroms im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld zeigt Abb. 33. Er ist in seiner Grundstruktur dem des Szenarios FNP Änderung ähnlich. Unterschiede treten hingegen im Bereich Hasenheide auf, da das zusätzliche Baufeld Lilienthal-Quartier einen weiteren Strömungswiderstand darstellt. Verstärkt wird dies durch die Verdichtung der Nutzungsstruktur des Columbiaquartiers von Wohnbaufläche W3 zu W2.

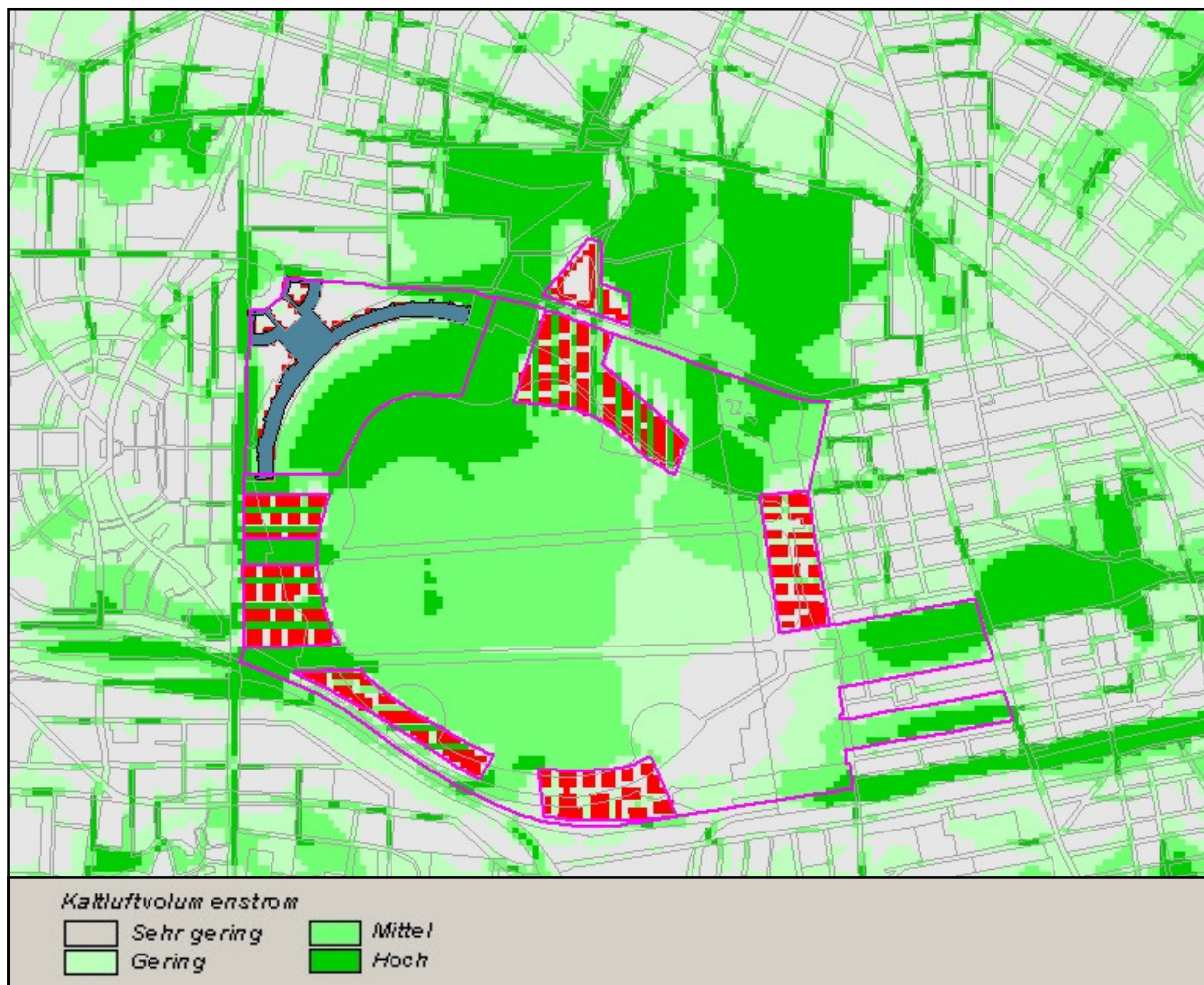


Abb. 33: Kaltluftvolumenstrom im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld

In der Differenzenkarte werden die zusätzlichen Baumassen durch hohe Abnahmen des Kaltluftvolumenstroms sichtbar (Abb. 34). Deutlich setzt sich die Abschattung der Kaltluftströmung in Richtung Südsterne fort und führt auch im Quartier selbst zu Abnahmen, auf die in Kap. 4.3 noch näher eingegangen wird. Über der Freifläche zwischen Abfertigungsgebäude und Columbia-Quartier treten hingegen Zunahmen von mehr als 200 m³/s auf, was die postulierte Leitbahnfunktion in diesem Bereich unterstreicht. Bis zum nördlich angrenzenden Quartier Bergmannstraße/Südsterne/Graefekiez kann sich das Kaltluftvolumen durch die eigene Kaltluftproduktion der Friedhöfe im Bereich der Lilienthalstraße regenerieren. Im Gegensatz dazu ist am Quartier Neu-Tempelhof keine grüneprägtete Abstandsfläche vorhanden, welche den Rückgang des Volumenstroms zumindest teilweise abfedern könnte. Dies äußert sich in einem flächenhaften Werterückgang im Quartier Neu-Tempelhof, der lokal mehr als 200 m³/s beträgt.

Der Kaltluftvolumenstrom innerhalb des Quartiers Schillerpromenade/Hermannstraße wird dagegen kaum von der geplanten Bebauung beeinflusst. Die Kaltluftvolumina des östlichen Tempelhofer Feldes weisen schon im Ist-Zustand ein vergleichsweise geringes Niveau auf, so dass die Intensität der Abnahmen hinter der des nördlichen und westlichen Tempelhofer Feldes zurück bleibt.

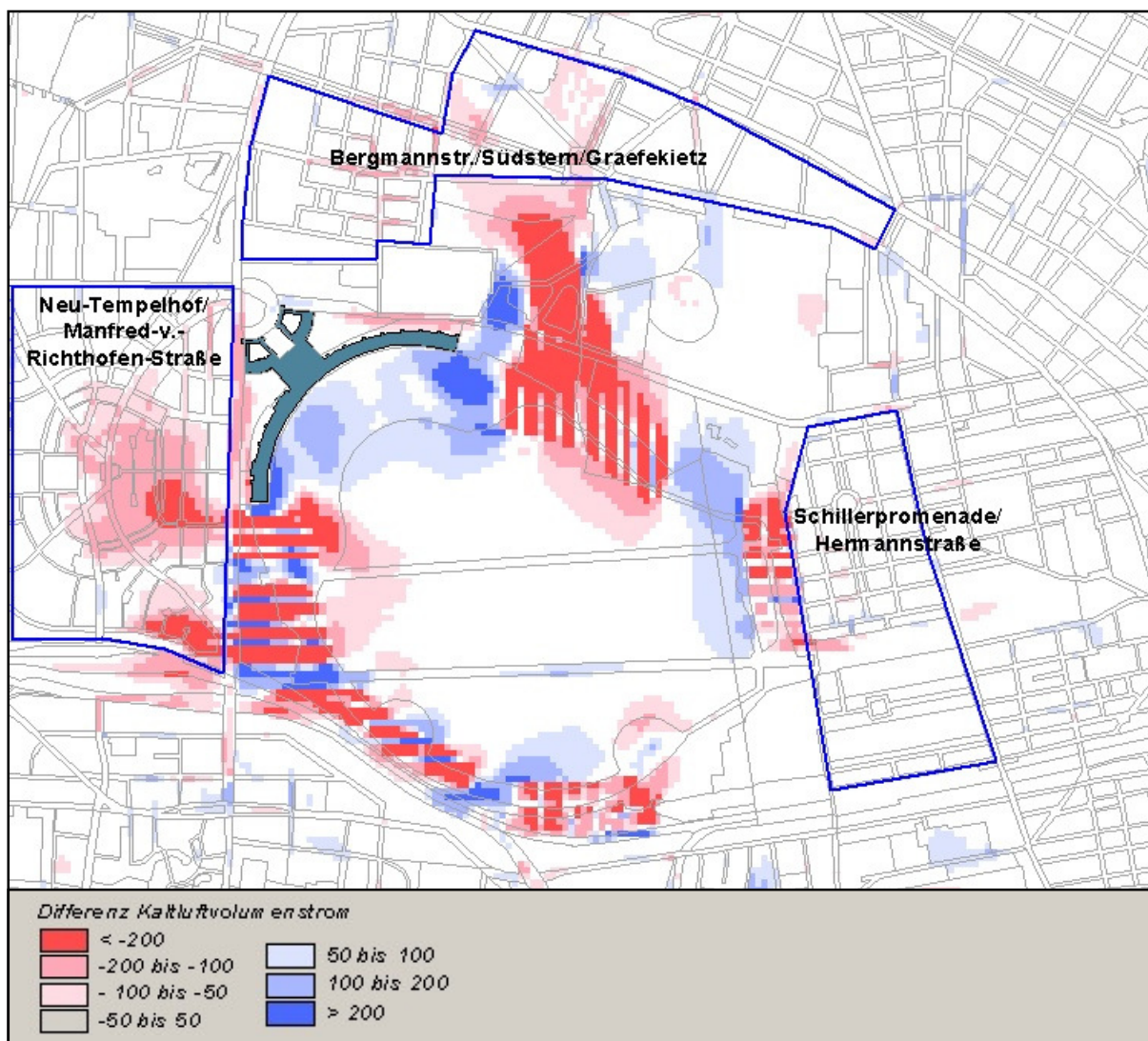


Abb. 34: Differenz des Kaltluftvolumenstroms zwischen Szenario Zukunft Tempelhofer Feld und Ist-Zustand

Wie bei den vorangegangenen Szenarien beschrieben, zeigt sich auch hier die im Vergleich zur Strömungsgeschwindigkeit ausgeprägtere räumliche Beeinflussung des Kaltluftvolumenstroms.

4.2 Lufthygiene

Das modellierte Immissionsfeld für das Bezugsjahr 2005 (Istzustand) gibt die Situation während einer austauscharmen, sommerlichen Strahlungswetternacht wieder (Abb. 35). Es stellt ein Worst-Case-Szenario dar, da es unter diesen Bedingungen in Teilräumen zu Schadstoffakkumulationen kommen kann. Da unterschiedliche meteorologische Situationen das Ausbreitungsverhalten mit beeinflussen, sind die ermittelten Schadstoffkonzentrationen *nicht* als Jahresmittelwert anzusehen und daher auch nicht ohne Weiteres mit dem amtlichen Grenz- und Richtwerten vergleichbar. Vielmehr wird an dieser Stelle eine Einzelsituation während einer Strahlungswetternacht mit geringen Windgeschwindigkeiten betrachtet, welche auch der Klimaanalyse zugrunde liegt. Das Ergebnis entspricht somit eher der Kurzzeitbelastung und macht die räumlichen Belastungsschwerpunkte im Umfeld des Tempelhofer Feldes sichtbar.

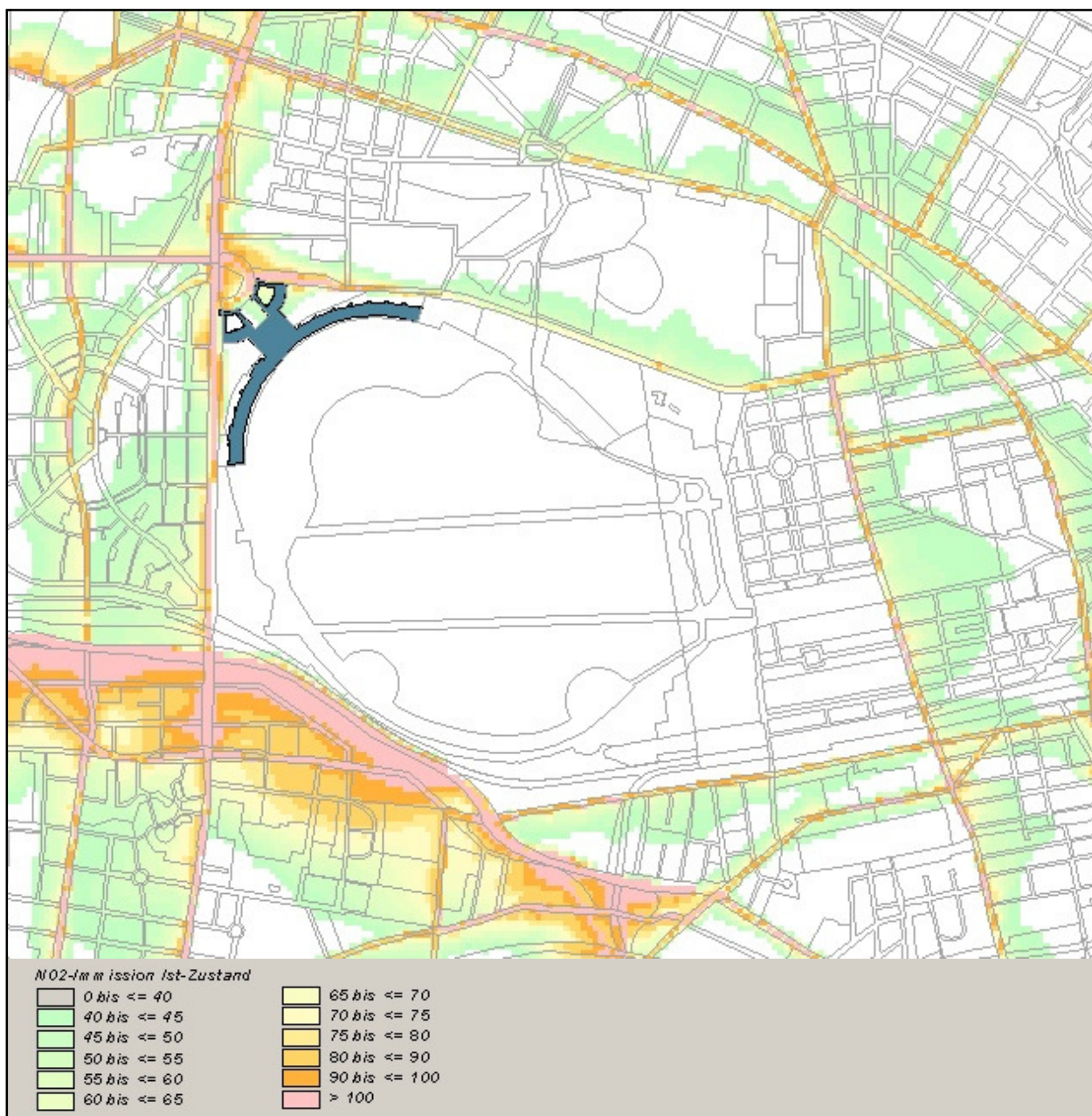


Abb. 35: NO₂-Immission während einer austauscharmen Wetterlage im Ist-Zustand
(Grundlage: FITNAH-Modellierung)

Im Immissionsfeld für das Analysejahr 2005 (Abb. 35) zeichnen sich deutliche Belastungsschwerpunkte innerhalb des Hauptstraßennetzes ab. Zu den Straßen mit einer überdurchschnittlich hohen Verkehrsdichte und damit verbundenen Immissionen zählen im Untersuchungsraum vor allem die A 100 sowie der Tempelhofer Damm. Die höchsten NO_2 -Immissionen von mehr als $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 treten im Fahrbahnbereich der A 100 in Höhe des Quartiers Neu-Tempelhof auf. Die Verkehrsmenge liegt hier bei ca. 171.000 Kfz/Tag und ist an dieser Stelle die höchste im Untersuchungsgebiet. Der LKW-Anteil beträgt hier ca. 14 %. Im weiteren Verlauf der A 100 geht der DTV auf ca. 79.000 Fahrzeugen zurück, wobei die NO_2 -Konzentrationen bis zu $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betragen. Weitere „Hot Spots“ mit mehr als $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 sind im Verlauf des Tempelhofer Damms sowie im westlichen Abschnitt des Columbiadamms anzutreffen (Abb. 36). Hier

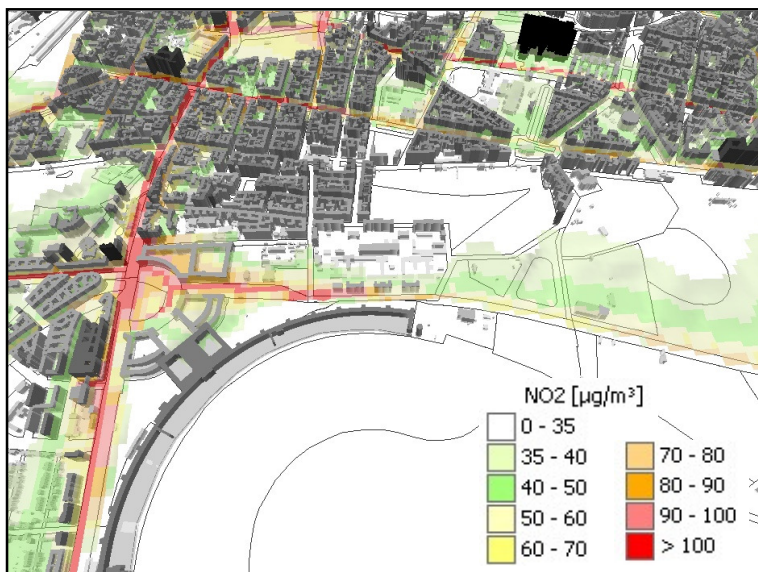


Abb. 36: NO_2 -Immission während einer austauscharmen Wetterlage im nordwestlichen Tempelhofer Feld

führen sowohl die Verkehrsmenge von knapp 30.000 Kfz/Tag als auch die dichte Randbebauung entlang des ehemaligen Abfertigungsgebäudes zu erhöhten NO_2 -Immissionen. Diese sinken weiter östlich ab der Golßener Straße auf ein Niveau von $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ab, was auf geringere Verkehrsmengen (etwa 21.000 Kfz/Tag) aber vor allem auf eine bessere Durchlüftung und Verdünnung der Immissionen im Bereich Hasenheide zurückzuführen ist. Darüber hinaus zeichnet sich auch die Hermannstraße mit erhöhten Immissionen von mehr als $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 im Straßenraum ab.

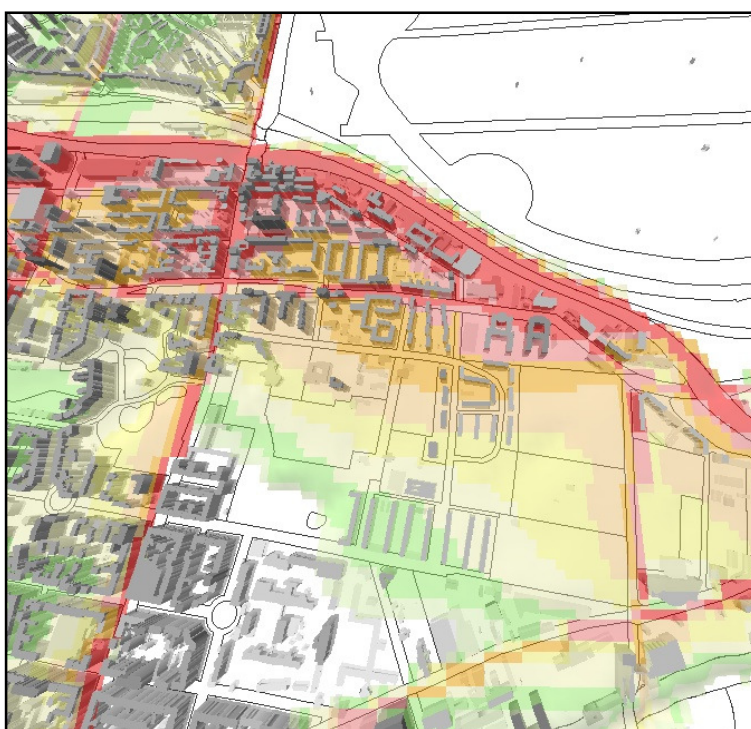


Abb. 37: NO_2 -Immission während einer austauscharmen Wetterlage im südwestlichen Tempelhofer Feld

Einen Ausschnitt aus dem Bereich des südwestlichen Tempelhofer Feldes zeigt Abb. 37 für die austauscharme Belastungssituation im Ist-Zustand 2005. Hier führen die hohen Verkehrszahlen der A 100 zu NO_2 -Immissionen von mehr als $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die vom Tempelhofer Feld ausströmende Kaltluft verdriftet dabei die NO_2 -Immissionen. Es entsteht dadurch, ausgehend vom Straßenraum, ein „Einwirkbereich“, der während der angenommenen austauscharmen Wetterlage die angrenzende Bebauung bis zu einer Entfernung von etwa 500 m mit erhöhten Immissionen beaufschlagt. Auch in Abschnitten der übrigen Hauptstraßen treten Werte von mehr als $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf (rote Farben), welche aber bei deutlich geringeren Verkehrszahlen auch einen schmaleren Einwirkbereich aufweisen.

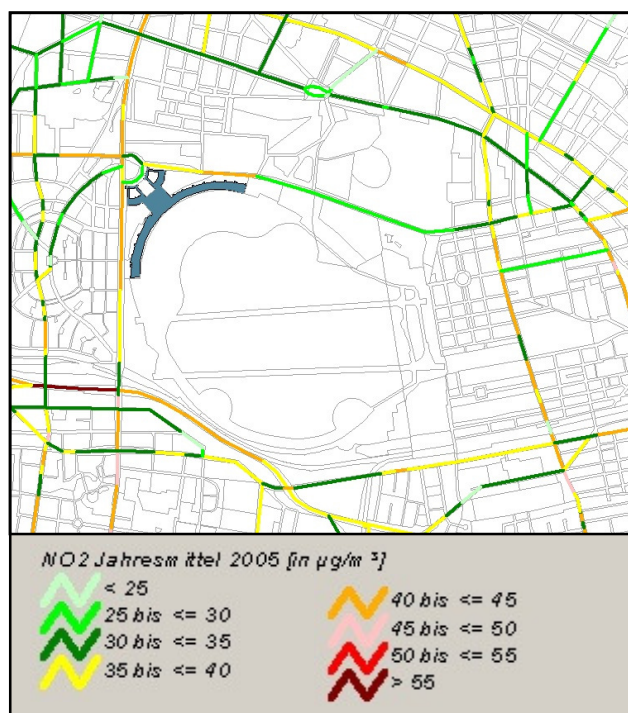


Abb. 38: Jahresmittelwert der NO₂-Immission im Bezugsjahr 2005

Das Ergebnis des durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin durchgeführten Screenings für verkehrsbedingte Luftschadstoffe zeigt Abb. 38 für das Bezugsjahr 2005 als Jahresmittelwert (Grundlage: Programmsystem IMMIS). Im Gegensatz zur *flächenhaften* Berechnung der NO₂-Immissionen mit dem Klima- und Strömungsmodell FITNAH handelt es sich hier um eine *linienhafte* Abschätzung des Jahresmittelwertes unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Straßenschluchten. Sie unterstreicht die gemachten Aussagen zu den überdurchschnittlich belasteten Straßenabschnitten („Hot Spots“), wobei die Überschreitungen des ab 2010 gültigen Grenzwertes von 40 µg/m³ in Orange und Rot dargestellt sind (TA LUFT 2002).

Bei beiden Untersuchungen zeigt sich der Einfluss einer geschlossenen Randbebauung auf die Belastungssituation im Umfeld des ehemaligen Abfertigungsgebäudes des Flughafens Tempelhof. Während die NO₂-Immission im westlichen Abschnitt des Columbiadammes noch unterhalb von 40 µg/m³ verbleibt (gelbe Farbe), steigt er im Bereich des Abfertigungsgebäudes auf mehr als 40 µg/m³ an. Bei gleicher Verkehrsstärke ist dies vor allem auf die Verengung des Straßenquerschnittes durch das Gebäude mit einhergehender Herabsetzung der Durchlüftung und damit der Verdünnung der Luftschadstoffe zurückzuführen. Dieser Zusammenhang ist auch im Verlauf des Tempelhofer Damms anzutreffen, wo erst südlich des Abfertigungsgebäudes die NO₂-Konzentrationen auf weniger als 40 µg/m³ absinken. Bei einer zukünftigen Bebauung des Tempelhofer Feldes sollte die lufthygienische Ausgangssituation berücksichtigt und geschlossene Bebauungsstrukturen entlang der Hauptverkehrsstraßen vor dem Hintergrund einer „Straßenschlucht“-Situation vermieden werden. Dies betrifft vor allem das Szenario Zukunft Tempelhofer Feld, welches eine Bebauung beiderseits des Columbiadammes vorsieht. Das Szenario der beabsichtigten FNP-Änderung ist mit der einseitigen Bebauung am Columbiadamm weniger betroffen, während der wirksame Flächennutzungsplan eine Bebauung vor allem entlang des Tempelhofer Damms vorsieht.

4.3 Fazit

Die durchgeführte Untersuchung hat zum Ziel, die klimaökologischen Auswirkungen einer geplanten Bebauung des ehemaligen Flughafens Tempelhof für insgesamt 3 Szenarien zu ermitteln sowie die lufthygienische Situation im Umfeld des Tempelhofer Feldes einzuschätzen. Bei diesen Szenarien handelt es sich um den wirksamen Flächennutzungsplan, die beabsichtigte FNP-Änderung sowie das Planungskonzept „Zukunft Tempelhofer Feld“ mit Lilienthalquartier. Um die stadtklimatische Beeinflussung innerhalb der angrenzenden Stadtquartiere beziffern zu können, sind für die betrachteten drei Quartiere Durchschnittswerte berechnet und deren Abweichung zum Ist-Zustand für den relevanten Parameter Kaltluftvolumenstrom bilanziert worden. Dem liegt das arithmetische Mittel aller innerhalb der jeweiligen Fläche auftretenden Einzelwerte des Modellrasters zugrunde. Zum Teilbereich Klimaökologie lassen sich somit die folgenden Ergebnisse für die weitere (Regionale Wirkung) und engere Umgebung (lokale Wirkung) zusammenfassen:

Regionale Wirkung

Die im Kap. 4.1 beschriebenen Ergebnisse der Klimaparameter spiegeln sich in einer Flächenbilanz für die angrenzenden Stadtquartiere wieder. Abbildung 39 zeigt die prozentuale Abweichung vom Ist-Zustand für den Parameter Kaltluftvolumenstrom. So wäre das *Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße* am deutlichsten von einer Bebauung des Tempelhofer Feldes betroffen, wobei die stärkste Abnahme des Kaltluftvolumenstroms bis zu minus 33 Prozentpunkten im Szenario Flächennutzungsplan betragen würde. Die geringere Beeinträchtigung in den übrigen Szenarien ist vor allem auf die offenere Baustruktur sowie die kleineren Baufelder im westlichen Bereich des Tempelhofer Feldes zurückzuführen. Für die Strömungsgeschwindigkeit sind hingegen leichte Zunamen bis 3,9 Prozentpunkte zu beobachten, was auf die räumliche Nähe der geplanten Bebauung und damit einhergehender Kanalisierung und Geschwindigkeitserhöhung der Kaltluft zurück zu führen ist.

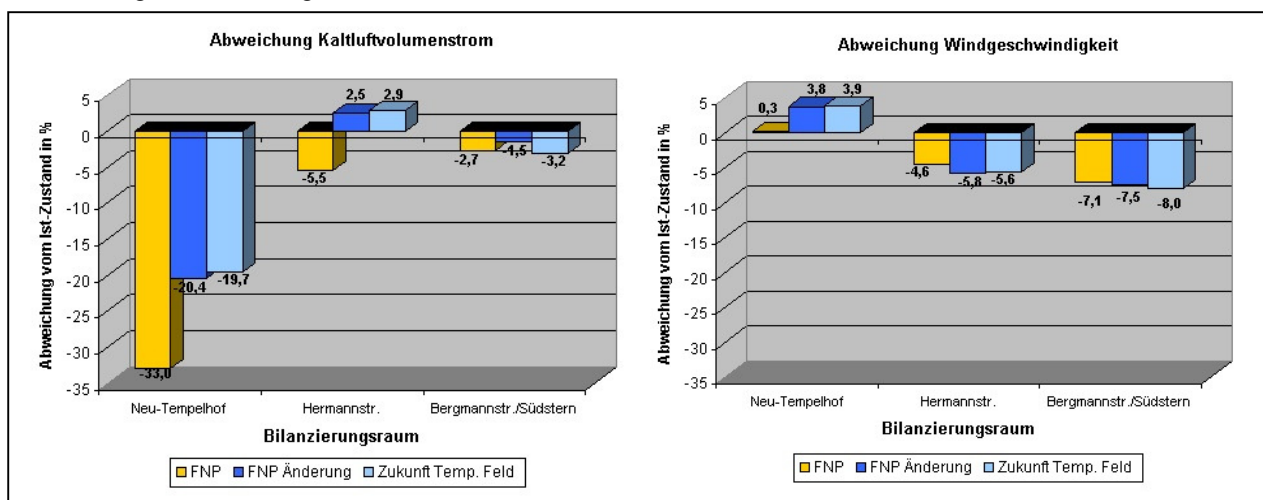


Abb. 39: Bilanzierung von Kaltluftvolumenstrom und -Geschwindigkeit zwischen Ist-Zustand und den Planungsszenarien für angrenzende Stadtquartiere

Für das *Quartier Schillerpromenade/Hermannstraße* ist nur im Szenario Flächennutzungsplan eine negative Abweichung des Kaltluftvolumenstroms zu beobachten. Die Szenarien FNP Änderung sowie Zukunft Tempelhofer Feld würden sogar zu einer leichten Zunahme der Werte führen, was auf die beschriebenen lokalen Effekte der veränderten Strömungsdynamik zurückzuführen ist. Die Verminderung der Windgeschwindigkeit beträgt zwischen minus 4,6 und minus 5,8 Prozentpunkte, wobei sich das Szenario FNP am stärksten auswirkt.

Das *Quartier Bergmannstraße/Südstern/Graefekietz* wäre bei allen drei Planungsszenarien von einem herabgesetzten Kaltluftvolumenstrom betroffen, wobei die Höhe der Beeinträchtigung bis zu minus 3,2 Prozentpunkte im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld mit dem Lilienthalquartier beträgt. Die Abnahmen sind insgesamt gesehen moderat und im Szenario FNP-Änderung mit bis zu minus 1,5 Prozentpunkten am geringsten ausgeprägt. Die Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit kann mit bis zu minus 8 Prozentpunkte im Szenario Zukunft Tempelhofer Feld beziffert werden.

Im Rahmen der Szenarien FNP Änderung und Zukunft Tempelhofer Feld sollte daher zwischen dem ehemaligen Flughafengebäude und der Columbiasiedlung ein Freiraum als Kaltluftleitbahn erhalten bleiben. Dabei sollte die Leitbahn eine gewisse Mindestgröße aufweisen, damit die auf dem Tempelhofer Feld entstehende Kaltluft auch weiterhin in die nördlich angrenzenden Wohnquartiere eindringen kann. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass sich eine Breite von 100 m bis 200 m als wirksam erweist (vgl. MAYER & MATZARAKIS 1992). In diesem Zusammenhang trägt eine strömungsgünstig gestaltete Bebauungsstruktur zusätzlich dazu bei, die klimaökologischen und lufthygienischen Auswirkungen einer geplanten Bebauung zu minimieren.

Im Rahmen der Klimaanalyse hat sich herausgestellt, dass die von den Nutzungsänderungen verursachte Abnahme des Volumens der Kaltluft räumlich stärker ausgeprägt ist als für deren Strömungsgeschwindigkeit. Hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeit zeigt sich, dass die Reduzierung rasch abklingt, da ein geplanter Baukörper zwar nicht mehr direkt *durchströmt* wird, jedoch aber *umströmt* werden kann. Dies kann dann, z.B. durch eine Kanalisierung der Strömung zwischen Gebäuden, zu Zunahmen der Windgeschwindigkeiten führen, wie es für das *Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße* beobachten ist. Sofern Größe und Kaltluftlieferung einer Grünfläche ausreichend hoch sind, kann auf der Lee-Seite des Baukörpers die Strömungsgeschwindigkeit dann durchaus wieder ihr altes Niveau erreichen. Somit ist die Abschwächung dieses Klimaparameters vor allem von der Durchströmbbarkeit und Durchlässigkeit einer geplanten Bebauung einerseits sowie der Kaltluftdynamik einer Grünfläche andererseits abhängig.

Die im Vergleich dazu stärker ausgeprägten Abnahmen des Volumenstroms sind darauf zurück zu führen, dass der Kaltluftvolumenstrom nicht nur aus der Geschwindigkeit in Bodennähe berechnet wird, sondern eine über die Höhe integrierte Größe darstellt. Durch diesen Bezug zur Höhe ist der Volumenstrom allerdings auch stärker durch eine Bebauung beeinflussbar als die Strömungsgeschwindigkeit.

Neue Baustrukturen in einem Planungsszenario können eine verstärkte Reduzierung der Geschwindigkeit bis über die Höhe der Gebäudestruktur hinaus bewirken, während bodennah die Geschwindigkeit durch Kanalisierungseffekte weniger stark reduziert wird. Daraus kann lokal in der Summe eine Abnahme des Kaltluftvolumens im Strömungsschatten einer geplanten Bebauung resultieren. Für das *Quartier Neu-Tempelhof/Manfred-von-Richthofen-Straße* kommt außerdem hinzu, dass die Volumenströme über dem westlichen Tempelhofer Feld im Ist-Zustand ohnehin hoch sind, das geplante Baufeld nahe angrenzt und dadurch die Differenzen im Vergleich zum Ist-Zustand innerhalb des Quartiers Neu-Tempelhof stärker ausfallen als beispielsweise über dem östlichen Tempelhofer Feld mit generell geringeren Volumenströmen.

Hinsichtlich der oberflächennahen Lufttemperatur kann festgehalten werden, dass die geplanten Baufelder in den drei Planungsszenarien nicht groß genug sind, um eine nennenswerte Erhöhung in den angrenzenden Wohnquartieren auszulösen. Sie bewegt sich in einer Größenordnung von weniger als +/- 1 % bezogen auf die mittlere Temperatur des Ist-Zustands.

Lokale Wirkung

Die Aussagen zu den lokalen Wirkungen der drei Planungsszenarien beziehen sich auf den Bereich Tempelhofer Feld. Eine Bilanzierung des Kaltluftvolumenstroms macht deutlich, dass die klimaökologischen Auswirkungen des *gültigen Flächennutzungsplans* am stärksten sind (Abb. 40). Die im Vergleich zu den anderen Szenarien höhere Baumasse führt zu einer Abnahme des Kaltluftvolumenstroms über dem Tempelhofer Feld um bis zu 21,7 Prozentpunkte im Vergleich zum Ist-Zustand.

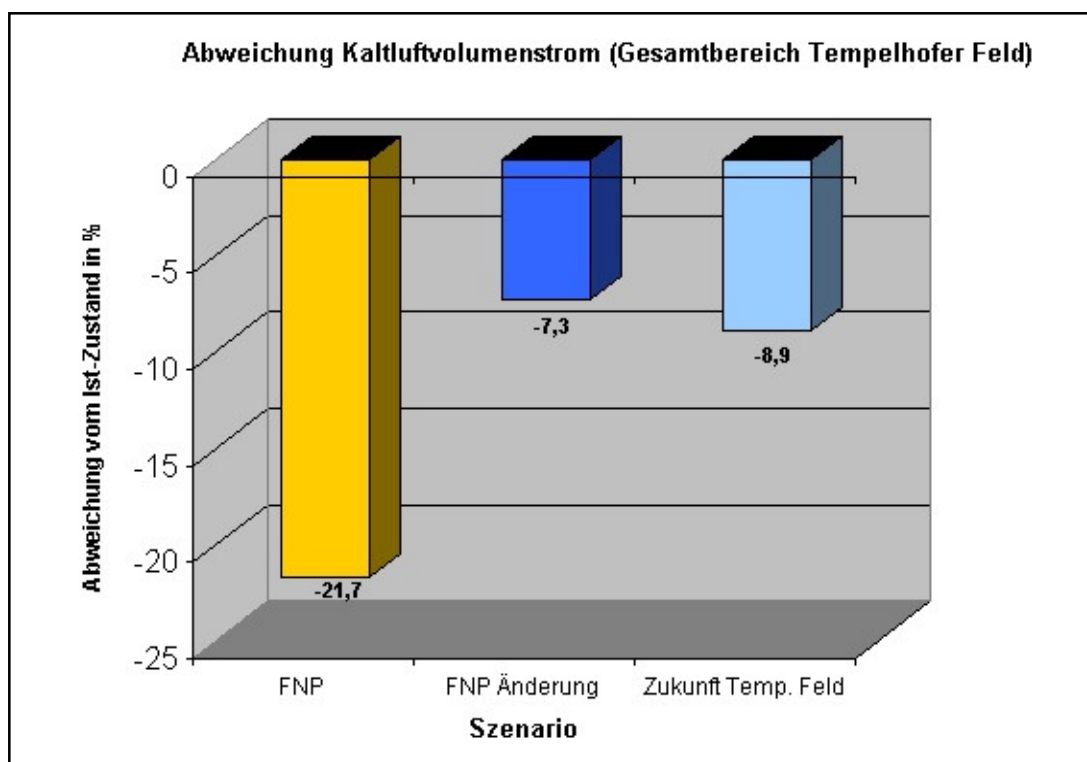


Abb. 40: Bilanzierung des Kaltluftvolumenstroms zwischen Ist-Zustand und den Planungsszenarien für den Bereich Tempelhofer Feld

Der Rückgang der Kaltluftlieferung ist im *Szenario FNP Änderung* mit minus 7,3 Prozentpunkten am geringsten, während er im *Szenario Zukunft Tempelhofer Feld* mit minus 8,9 Prozentpunkten etwas darüber hinaus geht. Somit kann festgehalten werden, dass das Szenario FNP Änderung die Kaltluftlieferung des Tempelhofer Feldes am wenigsten beeinträchtigt.

Die geplante Bebauung des Tempelhofer Feldes führt somit im Vergleich zum Ist-Zustand zu einer verminderten klimaökologischen Ausgleichsleistung. Diese Effekte weisen in den untersuchten Szenarien aber nur eine lokale und kleinräumige Wirksamkeit auf. Gegenüber dem geltenden Flächennutzungsplan ist die Intensität der Beeinträchtigung in den Szenarien „FNP Änderung“ und Konzept „Zukunft Tempelhofer Feld“ deutlich geringer, was vor allem auf die Bauflächenrücknahme dieser Szenarien zurück zu führen ist. Hervorzuheben ist dabei die Leitbahnfunktion im Bereich Hasenheide sowie der wichtige Beitrag einer möglichst strömungsgünstig strukturierten Bebauung (vgl. Anhang – „Checkliste Klimaökologie“).

Für den Teilbereich Lufthygiene können die folgenden Aussagen getroffen werden:

Sowohl die Modellierung der NO₂-Immissionen für eine austauscharmen Wetterlage als auch die Ergebnisse einer Untersuchungen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung haben dargelegt, dass das Hauptstraßennetz im Bereich Tempelhofer Feld durch z.T. hohe Verkehrszahlen mit einhergehender

verkehrsbedingter Luftbelastung gekennzeichnet ist. Dabei zeigt sich auch der Einfluss der Randbebauung auf die lufthygienische Situation im Straßenraum. Durch die geschlossene Bebauungsstruktur, vor allem entlang des ehemaligen Flughafengebäudes, kommt es sowohl innerhalb von Columbiadamm als auch Tempelhofer Damm zu überdurchschnittlich hohen Immissionen, die erst in Bereichen mit einer offeneren Randbebauung wieder absinken. Im Hinblick auf das Szenario Zukunft Tempelhofer Feld ergibt sich aus lufthygienischer Sicht ein potenzieller Konflikt bei einer beidseitigen Bebauung des Columbiadamms mit der Bildung einer „Straßenschlucht“, was zugleich auch für den Tempelhofer Damm zutrifft.

Daher sollte die künftige Bebauung in diesem Bereich eine offene, lückenhafte Randstruktur aufweisen, um eine ausreichende Verdünnung verkehrsbedingter Luftschadstoffe zu gewährleisten. Anderenfalls besteht die Gefahr, dass der vom ehemaligen Abfertigungsgebäude ausgehende Charakter einer Straßenschlucht und damit auch der Bereich erhöhter Immissionen durch die geplante Bebauung weiter in östlicher Richtung verlängert wird.

5 Literatur

- BAST (2005): PM10-Emissionen an Außerortsstraßen – mit Zusatzuntersuchung zum Vergleich der PM10-Konzentrationen aus Messungen an der A1 Hamburg und Ausbreitungsrechnungen. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft 125, Bergisch-Gladbach, Juni 2005.
- EICHHORN, J. (1995): Validierung eines Prognosemodells zur Vorhersage Kfz-bedingter Schadstoffimmissionen. Annal. Meteorol. 31, 339-340
- GROSS, G. (1989): Numerical simulation of the nocturnal flow systems in the Freiburg area for different topographies. Beitr. Phys. Atmosph. , H 62 , S. 57-72.
- GROSS, G. (1993): Numerical Simulation of canopy flows. Springer Verlag Heidelberg
- GROSS, G. (2002): The exploration of boundary layer phenomena using a nonhydrostatic mesoscale model. Meteor. Z.schr. Vol. 11 Nr. 5., S. 701-710.
- IVU UMWELT GmbH (2005): Programmsystem IMMIS.
- MAYER & MATZARAKIS (1992): Stadtklimarelevante Luftströmungen im Münchner Stadtgebiet. – Forschungsvorhaben Stadtluft, Abschlussbericht, Lehrstuhl für Bioklimatologie u. Meteorologie Univ. München. 96 S.
- MOSIMANN, Th., P. TRUTE & Th. FREY (1999): Schutzgut Klima/Luft in der Landschaftsplanung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, Heft 4/99, S. 202-275.
- RÖCKLE, R. und C.-J. RICHTER (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen. PEF-Bericht 136, Forschungszentrum Karlsruhe
- RODI, W. (1980): Turbulence models and their application in hydraulics. IAHR Section on Fundamentals of Division II: Experimental an mathematical fluid dynamics, Delft
- SCHÄDLER, G. et al. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. PEF Bericht 138, Forschungszentrum Karlsruhe.
- UBA (2004): HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 2.1/Februar 2004. INFRAS AG, Bern Schweiz, Hrsg.: UBA (Umweltbundesamt) Berlin
- ULRICH, W. (1987): Simulationen von thermisch induzierten Winden und Überströmungssituationen. Wiss. Mitt. Meteor. Inst. Univ. München Nr. 57

-Anhang-

Checkliste Klimaökologie zum städtebaulichen Wettbewerb „Columbiaquartier“

Kriterien

Regionale Ebene:

1. Zwischen Flugfeld – Hasenheide sollte eine strömungsgünstig ausgestaltete Freifläche als Kaltluftleitbahn erhalten bleiben.
2. Zwischen Flughafengebäude und Baufeld W3 sollte eine ausreichend breite Leitbahn für einen Kaltluftaustausch erhalten bleiben. Grünbauliche Ausgestaltung möglichst ohne größere Gehölzgruppen etc., die als Strömungshindernis wirken könnten.
3. Das geplante Stadtquartier sollte nicht als „undurchlässiger“ Riegel zum Flugfeld hin ausgeformt werden. Es sollten mind. 2 Grünzäsuren in das Quartier eingebunden werden, die eine Kaltluftströmung Flugfeld – Grünfläche Hasenheide gewährleisten. Hier können auch die Erschließungsstraßen für das Gebiet integriert sein.
4. Durch Mischung Grün-/Freiflächen und Baukörper sowie Dach- und Fassadenbegrünung sollte eine stärkere Überwärmung vermieden werden. Versiegelter Bereich < 50 %.
5. Emissionsfreisetzung durch verkehrliche Erschließung und/oder Wärmeversorgung der Gebäude sollte minimiert / vermieden werden. Niedrigenergie- bzw. Passivhausstandard; Vermeidung von Feststoffheizungen, Fernwärmeversorgung und/oder BHKW-Einsatz, Anschluss an das vorhandene Nahwärmeversorgungsnetz, Einsatz von Solarthermie, optimierte ÖPNV-Anbindung.

Lokale Ebene: Quartier

1. Bioklimatisch Optimierung der Freiflächengestaltung: Schaffung von vielgestaltigen „Klimaoasen“, für unterschiedliche Nutzungsansprüche der Bewohner (z.B. windoffene und windgeschützte Bereiche, offene „Sonnenwiesen“, beschattete Bereiche, klimausgleichende Wirkung von Gewässern nutzen).
2. Erleichterung des Kalt-/Frischlufteintritts und der Durchströmung des Quartiers: Offene, gut durchströmbare Ausgestaltung der Bebauung. Keine Riegel zur Hauptströmungsrichtung Flugfeld – Hasenheide. Keine geschlossenen Bauformen („Blockrandbebauung“).
3. Hoher Grünanteil innerhalb des Quartiers zur Überwärmungsvermeidung. Ausnutzung der Summenwirkung vieler eng vernetzter kleinerer Grünflächen
4. Emissionsvermeidung (s. Pos. 5 Regionale Ebene)