

Anlage 2.3 – Schutzgut Stadtklima

→ Kap. 3.3

Umweltatlaskarten mit dazugehörigen Texten

Titel	Nummer	Maßstab
Wind- und Durchlüftungsverhältnisse	5.1	1:50 000
Kaltluftverhältnisse in Strahlungsnächten	5.2	1:165 000
Synthetische Klimafunktionskarte	5.3	1:50 000

Karte 5.1

Wind- und Durchlüftungsverhältnisse

3., überarbeitete Auflage

1. Problemstellung

Vorraussetzung für ein günstiges Stadtklima mit möglichst geringer thermischer und lufthygienischer Belastung ist eine gute Durchlüftung der Stadt. Das heißt, eine ausreichende Zufuhr frischer unbelasteter Luft aus dem Umland muss gewährleistet sein.

So sorgen genügend hohe Windgeschwindigkeiten für die Verdünnung von Luftbeimengungen mit Frischluft sowie für deren (Ab-)Transport. Die mittlere Windrichtungshäufigkeitsverteilung gibt Auskunft, wohin die von einer Quelle emittierten Stoffe im Jahresmittel transportiert werden. Dadurch ist ein sofortiges Abschätzen möglich, ob sich z. B. ein Gebiet im Jahresmittel im Windschatten einer Industrieanlage befindet und von deren Emissionen betroffen ist.

Topographie und Landnutzung beeinflussen das Windfeld regional sehr stark. Taleinschnitte bewirken eine Ablenkung der Windrichtung und führen zu einer Kanalisierung und damit zu einer Erhöhung der Windgeschwindigkeit.

Die hohe Oberflächenrauigkeit einer Stadt mit ihren vielseitigen Stadtstrukturen wirkt als Strömungshindernis und dadurch reduzierend auf die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit. Folglich treten z. T. wesentliche Unterschiede in der Windgeschwindigkeits- und Windrichtungsverteilung über Dresden auf, so dass keine einheitliche Windrose für das Stadtgebiet angegeben werden kann. Hier helfen Strömungsmodelle, die Windverteilung für einen größeren Raum lokal zu berechnen.

Bei Strahlungswetterlagen (bewölkungsarme, windschwache Wetterlagen, auch autochthone Wetterlagen genannt) kommt der Kaltluftentstehung und den Kaltluftströmungen eine besondere Bedeutung für die Frischluftzufuhr der Stadt zu. Diese für das Dresdner Stadtklima typischen und

bedeutsamen Belüftungssysteme werden in Karte 5.2 näher erläutert und dargestellt.

2. Datengrundlage

Grundlage der vorliegenden Karte bildet die Berechnung der Strömungsverhältnisse mit dem prognostischen Windfeldmodell METRAS, die innerhalb des Gutachtens „Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden“ des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co. KG (einschließlich beteiligter Unterauftragnehmer) im Jahr 2008 angefertigt wurde.

Datengrundlage der Simulation bilden:

- digitales Höhenmodell der Stadt Dresden und Umgebung,
- digitale Landnutzungsdaten (2004),
- Höhendatenzeitreihen des ECMWF (European Centre for Medium-Rang Weather Forecasts, Reading),
- Daten der DWD Messstelle Dresden-Klotzsche.

3. Methode

Die Strömungsverhältnisse im Stadtgebiet wurden erstmals synthetisch bestimmt; d. h. mittels Computersimulation mit dem Modell METRAS-PC (nicht-hydrostatisches mesoskaliges Modell) berechnet. Die Modellauflösung (Abstand der Punkte des Rechengitters) liegt bei 500 m x 500 m.

Aus langjährigen Höhendatenzeitreihen des ECMWF sowie angepassten Ausbreitungsklassen wurden für ein Gebiet von 126 km x 150 km für vier atmosphärische Schichtungen und zwei geostrophische Windgeschwindigkeiten (3 m/s und 10 m/s) für jeweils zwölf Windrichtungen stationäre Strömungsrechnungen sowie für zwei instationäre Situationen (autochthone Wetterlagen) Tagesgangsimulationen durchgeführt. Als Ergebnis er-

hält man für alle Gitterpunkte zweidimensionale Windstatistiken.

Die durchgeführte Qualitätssicherung ergab eine gute Übereinstimmung zwischen den Berechnungsergebnissen für die synthetischen Windrichtungshäufigkeitsverteilungen und mittleren Windgeschwindigkeiten mit gemessenen Zeitreihen.

4. Kartenbeschreibung

Die mittlere jährliche Windgeschwindigkeit des bodennahen Windfeldes (0 bis 20 m über Grund) über Dresden ist mittels Farbskala (grün-gelb-rot) dargestellt und wurde auf das Oberflächenmodell der Stadt gelegt. Zur Orientierung sind außerdem wichtige Gewässer, Höhenlinien (Abstand 25 m), Straßen und die Bebauung eingezeichnet.

Die Karte spiegelt deutlich den Einfluss von Topographie und Bebauung auf die mittlere Windgeschwindigkeitsverteilung wieder.

So werden in den freien Lagen der Hochflächen des Stadtgebietes mittlere Windgeschwindigkeiten > 4 m/s erreicht. Die höchsten mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten von > 5 m/s treten im Südwesten der Stadt (Oberwartha, Allfranken) auf. Im dicht bebauten Stadtkernbereich (z. B. der Neustadt) sowie in den bewaldeten Tälern der Dresdener Heide liegen die Werte im Jahresmittel bei 1,5 m/s. Dort ist auch die Häufigkeit von Calmen (Windstille) oder fast Calmen (< 1 m/s) am höchsten und beträgt nahezu ein Viertel aller Stunden.

Trotz der stark reduzierten Windgeschwindigkeiten im Stadtraum können lokal sehr hohe Windgeschwindigkeiten auftreten: enge Straßenschluchten bewirken düsenartige Beschleunigungen, Verwirbelungen an Gebäuden können in Bodennähe starke Böen und Turbulenzen hervorrufen. Diese Effekte können den Aufent-

haltskomfort für den Stadtbewohner oder Stadtbesucher erheblich beeinträchtigen.

Die berechnete jährliche mittlere Windrichtungshäufigkeitsverteilung ist in Form der Windrosen an den entsprechenden Stellen eingeblendet. Die Windrosen repräsentieren einen Mittelwert für eine Fläche von 500 m x 500 m.

Auf den Höhenlagen sowohl südlich als auch nördlich der Elbniederungen dominieren Winde aus Westsüdwest und Ostsüdost entsprechend der großräumigen Strömung über Mitteleuropa: die von West nach Ost wandernden Tiefdruckgebiete rufen auf ihrer Vorderseite im Allgemeinen eine Strömung aus o.g. Richtungen über dem Elbtal hervor.

Diese freie Luftströmung ist ab einer Höhe von etwa 1000 m bis 2000 m über der Erdoberfläche zu finden. In tieferen Luftschichten beeinflussen Orographie, Rauigkeit und Reibungseffekte der Oberfläche das Strömungsfeld immer stärker.

Durch die Tallage Dresdens wird die Luftströmung insbesondere unterhalb von 300 m durch die Orographie beeinflusst. Der Wind wird durch die Leitwirkung des Tales abgelenkt und zwar umso stärker, je enger die Talsohle, je steiler die Talhänge und je tiefer man ins Elbtal „eintaucht“. Die Luftströmung wird hier zu elbparallelen Winden abgelenkt. So zeigen die Windrosen in Elbnähe zwei Windrichtungsmaxima: ein stärkeres bei südöstlichen, ein etwas schwächeres bei nordwestlichen Richtungen entsprechend der Talausrichtung.

Verstärkt wird das Windrichtungsmaximum aus Südost durch den vorwiegend im Winter auftretenden „Böhmischen Wind“. Dieser böige Süd- bis Südostwind führt teilweise sehr kalte Luft aus dem Böhmischem Becken nordwärts über die Käme des Erzgebirges und Böhmerwaldes ins Elbtal. Zusätzlich zu der horizontalen Begrenzung durch die Elbhänge tritt eine inversionsbedingte Einengung in der Höhe auf. Diese Kanalisierung bewirkt z. T. sehr hohe Windgeschwindigkeiten.

Bei schwachwindigen Wetterlagen wird die großräumige Strömung tagsüber vollständig durch thermisch induzierte (konvektive) Prozesse überlagert. Aufgrund unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften erwärmen sich die verschiedenen Oberflächen des Stadtraumes (Beton- und Asphaltflächen, Grün- und Waldflächen) unterschiedlich stark und kühlen unterschiedlich stark ab. So erwärmt sich z. B. die Luft über aufgeheizten Asphaltflächen sehr viel stärker als über der begrünten Fläche des Großen Gartens. Die erwärmte Luft steigt auf und erzwingt eine Ausgleichsströmung am Boden. Es entsteht ein lokales, thermisch induziertes Windsysteme.

les, thermisch induziertes Windsysteme. Berg- und Talwinde, Hangwinde und die nachts auftretenden Kaltluftabflüsse (Vgl. Kapitel 5.2) zählen ebenso zu den thermisch bedingten Windsystemen. Diese rufen zwar keine hohen Windgeschwindigkeiten hervor, haben aber eine entscheidende Bedeutung für die Durchlüftung der Stadtteile bei autochtonen Wetterlagen.

Lokale Windrichtungsmaxima ergeben sich dabei durch die talabwärts gerichteten Strömungen der Kaltluftabflüsse in den Seitentälern. Der sich nachts elbabwärts ausbildende Kaltluftstrom verstärkt auf diese Weise das Südostmaximum auch für geringe Windgeschwindigkeiten in unmittelbarer Elbnähe (z. B. Pillnitz).

Neben der horizontalen ist auch die vertikale Durchmischung für die Verdünnung von Luftbeimengungen von Bedeutung. Ein Maß für den Vertikalaustausch ist der vertikale Temperaturgradient und damit die Schichtung der Atmosphäre. Man unterscheidet zwischen labiler (fördert den Vertikalaustausch), neutraler und stabiler (hemmt den Vertikalaustausch) Schichtung.

Eine Inversion stellt dabei eine besonders starke Ausprägung einer stabilen Schichtung dar, bei der die Lufttemperatur mit der Höhe sogar zunimmt. (Normalerweise nimmt die Lufttemperatur mit zunehmender Höhe ab). Im Fall der Inversion liegt also wärmere und damit leichtere über kälterer, schwererer Luft. Eine turbulente Vermischung der Luftschichten wird unterdrückt, wodurch sich in der unteren (abgeschirmten) Schicht Schadstoffe anreichern können.

Aufgrund der Tallage Dresdens können in Strahlungsnächten verstärkt Bodeninversionen auftreten: Durch den Zufluss der Kaltluft von den Hängen sammelt sich im Stadtgebiet die kühlere Luft. Dadurch ist die etwa 100 m mächtige Stadtgrenzschicht (in sich) zwar relativ gut durchmischt, nach oben ist die Durchmischung jedoch wegen der darüber liegenden wärmere Luftschicht gehemmt (DWD Gutachten für die Stadt Dresden, 1995).

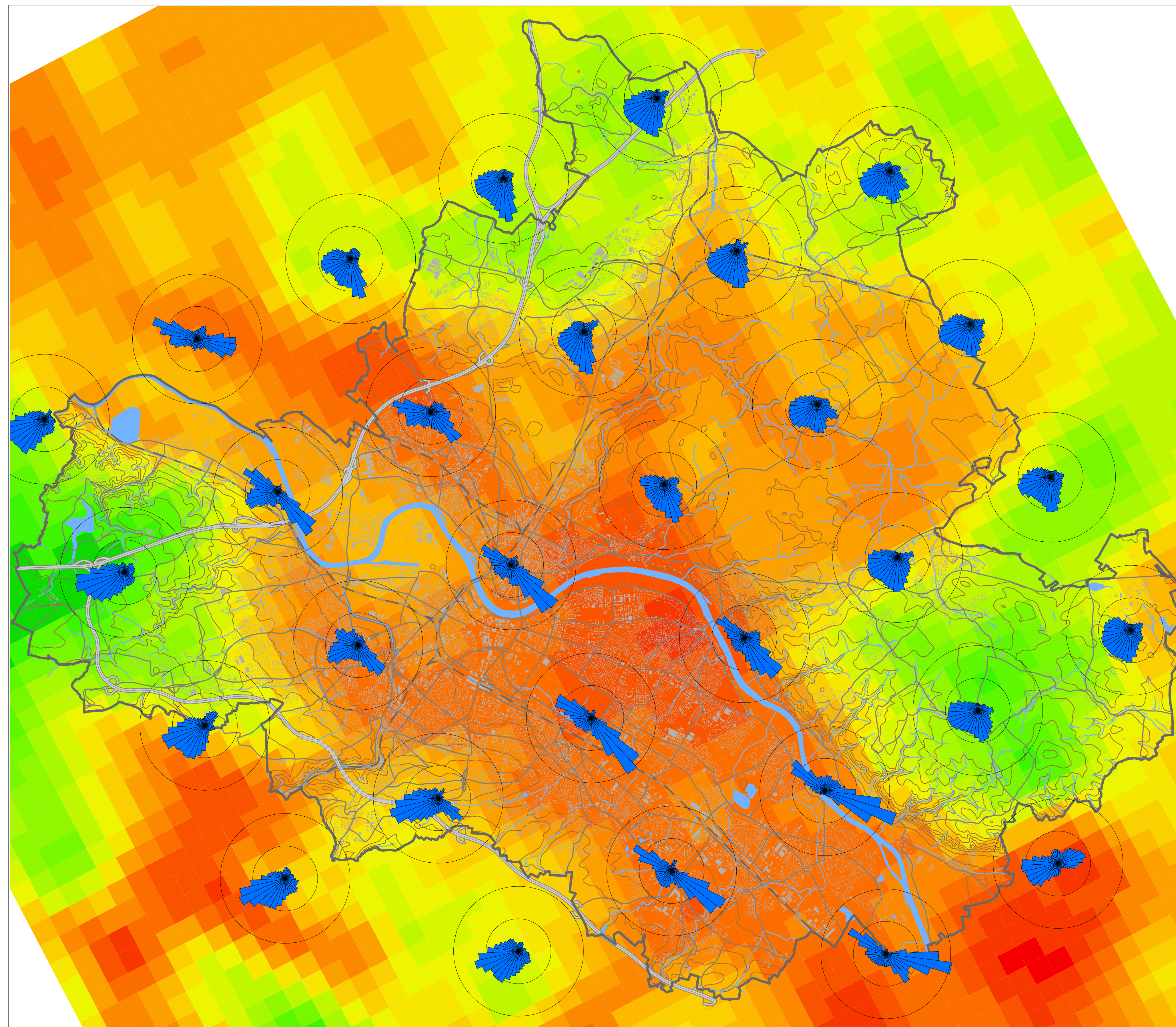
Im Jahresdurchschnitt treten Bodeninversionen nachts an 50 bis 60 Prozent, in den Morgenstunden an 40 bis 50 Prozent und mittags an etwa 5 Prozent der Tage auf. Die beschriebenen nächtlichen Inversionen treten am häufigsten von Mai bis Oktober auf, da in diesem Zeitraum wind-schwache Wetterlagen und insbesondere wind-schwache Nächte häufiger vorkommen. Die Mächtigkeit der Inversionsschicht ist dabei meist nur gering und wird nach Sonnenaufgang relativ rasch aufgelöst. Mittags treten in den Sommermonaten auf Grund der konvektiven Prozesse

kaum Inversionen auf. Inversionen am Tag kommen jedoch bevorzugt in den Herbst- und Wintermonaten vor, da dann die Sonneneinstrahlung und somit die Erwärmung der bodennahen Luftschicht gering ist.

5. Literatur

- DWD Gutachten der Stadt Dresden 1995
- Gutachten „Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden“, Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG Radebeul, 2008.

Verantwortliche Bearbeiterin:
Franziska Reinfried
Landeshauptstadt Dresden,
Umweltamt



Landeshauptstadt
Dresden



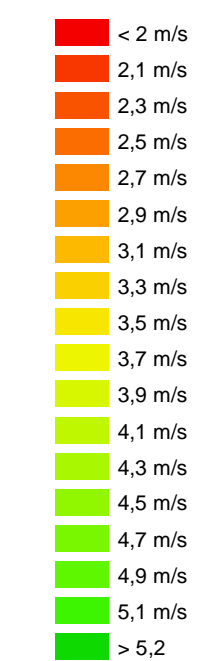
Umweltatlas DRESDEN

Durchlüftungsverhältnisse

Schematische Übersichtskarte

Zum Verständnis der Karte ist der Textteil zu beachten.

Mittlere jährliche Windgeschwindigkeit



Mittlere jährliche Windrichtungshäufigkeitsverteilung

Windrosen der Windrichtungshäufigkeitsverteilung

Sonstige Themen

- Stadtgrenze
- Hauptstrassennetz
- Haupthöhenlinien
- Gewässer
- Gebäude

Herausgeber:
Landeshauptstadt Dresden
Umweltamt

Konzeption:
Umweltamt

Kartengrund:
Städtisches Vermessungsamt, Umweltamt

Karteninhalt:
siehe Kartenbeschreibung

Datenbearbeitung/ Kartografie/ Kartenherstellung:
Umweltamt

Bearbeitungsstand:
März 2010

Bezugsquelle:
Umweltamt
Grünaer Str. 2, 01069 Dresden
Telefon (0351) 488 6200
Telefax (0351) 488 6202

Diese Karte ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck oder sonstige Vervielfältigung,
auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.



Maßstab 1: 50.000

Karte 5.2

Kaltluftverhältnisse in Strahlungsnächten

3., überarbeitete Auflage

1. Problemstellung

Die hohe Oberflächenrauigkeit einer Stadt beeinflusst das Windfeld hinsichtlich Windrichtung (z. B. Leitwirkung von Straßenzügen) und Windgeschwindigkeit.

Die erhöhte Reibung der städtischen Bebauung führt zu einer Abnahme der mittleren jährlichen Windgeschwindigkeit im Vergleich zur freien unbebauten Umgebung (siehe Karte 5.1). In einer Stadt wie Dresden, die durch ihre Tallage charakterisiert ist, ist eine Verminderung der mittleren Windgeschwindigkeit bis zu 50 Prozent möglich.

Während bei ausreichend hohen Windgeschwindigkeiten die Durchlüftung der Stadt im allgemeinen gewährleistet ist, trifft dies in windgeschwachen Situationen nicht mehr zu. Das gilt besonders in dem Fall, wenn außer dem horizontalen Luftaustausch auch gleichzeitig der vertikale Austausch durch stabile Temperaturschichtungen, wie z. B. bei Inversionen, behindert wird.

Unter diesen Bedingungen austauscharmer Wetterlagen gewinnen örtliche Belüftungssysteme, die Kalt- und Frischluft aus dem Stadtumland in die Siedlungsgebiete transportieren, an besonderer Bedeutung. Die abkühlende Wirkung der frischen Kaltluft auf wärmebelastete Gebiete sowie die Verdünnung von Luftbeimengungen ist wesentlich für das Stadtklima und die dortige Luftqualität. Selbst bei Inversionswetterlagen bewirken die bodennahen Kaltluftzuflüsse von den Hochflächen eine (in sich) verhältnismäßig gut durchmischte Stadtgrenzschicht (siehe Karte 5.1).

Kaltluft wird vorwiegend in Strahlungsnächten (wolkenarmer Himmel bei nahezu Windstille) über vegetationsgeprägten Freiflächen, wie Wiesen, Feldern, Parkanlagen und Wäldern gebildet. Die Abkühlung der Luft über einem Gebiet ist dabei stark abhängig von den thermischen Stoffeigen-

schaften der Oberfläche. So kühlen Wiesen und damit die darüber liegende Luftschicht stärker aus als z. B. die Luft über bewaldeten Flächen. Aber auch die Größe der Fläche trägt entscheidend zur wirksamen Bildung von Frischluft bei. Zusätzliche Kaltluftentstehungsflächen und deren Vernetzung ermöglicht eine bedeutsame Steigerung der Kaltluftproduktion.

Bei einer hinreichend ausgebildeten Schichtdicke der Kaltluft fließt diese bodennah aufgrund ihrer Temperatur- und Dichteunterschiede im Vergleich zur Umgebungsluft an geneigten Flächen abwärts (Hangabwinde). Sie sammelt sich (vergleichbar mit dem Abfluss von Niederschlagswasser) in Geländeeinschnitten (z. B. Bachtäler) und fließt mit zunehmender Schichtdicke und Fließgeschwindigkeit entlang dieser Einschnitte weiter talwärts (Berg-/Talwinde), um letztlich größere orographische Senken und Mulden zu füllen und dort zum Stillstand zu kommen (Kaltluftsammlgebiete). Vor Hindernissen, die eine solche Strömung behindern, entstehen Staubereiche (Kaltluftstau), die durch die nachfließende Kaltluft zeitverzögert je nach Hinderniskonfiguration dann weiter um- oder überströmt werden können.

Voraussetzung für eine positive Lufterneuerung durch die hang- oder talabwärts fließenden Luftströmungen sind:

- das Vorhandensein ausreichend großer Kaltluftentstehungsflächen,
- das ungehinderte Abfließen der Kaltluft zum Stadtgebiet (freies Strömungsfeld bzw. freie Frischluftschneisen mit möglichst geringer Oberflächenrauigkeit),
- keine Ansiedlung von Industrie- und Gewerbegebieten mit Schadstoffemissionen sowie keine stark befahrene Straßen im Bereich des Strömungsfeldes.

2. Datengrundlage

Kartengrundlage bildet die durchgeführte Kaltluftrechnung mit dem Kaltluftmodell KALM (Eigenentwicklung des Ingenieurbüros Lohmeyer GmbH & Co.KG Karlsruhe), die u.a. auf folgenden Daten basiert:

- digitales Höhenmodell der Stadt Dresden sowie des Umlandes,
- digitales Modell der Bebauung (2006),
- digitalen Landnutzungsdaten über die Biotopkartierung (1999)
- Luftbilder des Stadtgebietes (2006/2007) und der Umgebung (1996),
- Vergleich mit Messdaten der Messkampagne (Klimamessprogramm siehe Freydank, 2008) und des DWD 1994

3. Methode

Die Berechnung und Darstellung der Kaltluftbildung, des Kaltluftabflusses aus diesen Gebieten entlang Täler und Schneisen sowie die Sammlung der Kaltluft in Senken und Becken erfolgte mit dem numerischen Modell KALM.

Dazu wurde das digitale Höhenmodell mit einer horizontalen Auflösung von 50 m x 50 m für das gesamte Kaltlufteinzugsgebiet (etwa 50 km x 65 km) aufbereitet, das weit in das tschechische Gebiet hineinreicht. Das eigentliche Untersuchungsgebiet ist mit rund 20 km x 20 km deutlich kleiner. Damit wird insbesondere das Elbtal als Einschnitt in die Landschaft und seine Einflüsse auf meteorologische Elemente ausgezeichnet wiedergespiegelt.

Grundlage für die verwendete Landnutzung innerhalb des Stadtgebietes bildete die Biotopkartierung Dresdens (1999) in Verbindung mit Luftbildern.

Der Vergleich der Rechenergebnisse mit vorliegenden Messungen zeigt eine überwiegend gute Übereinstimmung sowohl bezüglich Kaltluftfließrichtung als auch Kaltluftgeschwindigkeit, so dass die Verhältnisse im Stadtgebiet gut wieder gegeben werden. Dennoch handelt es sich um eine Modellsimulation mit Eingangsparametern, Randbedingungen und einer modellbedingten Auflösungsgrenze. Abweichungen zur Realität können insbesondere bei Betrachtung sehr kleinräumiger Gebiete, die vom Modell nicht aufgelöst werden, auftreten.

4. Kartenbeschreibung

Die für Strahlungsächte typischen Prozesse sind für das Stadtgebiet Dresden in den Einzelkarten für die Zeitpunkte Sonnenuntergang (Karte 5.2 a), Mitternacht (Karte 5.2 b) und Sonnenaufgang (Karte 5.2 c) dargestellt.

Dabei sind jeweils die Kaltluftschichtdicke [m] und der spezifische Kaltluftvolumenstrom [$\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{s}$] sowie für Sonnenuntergang und Mitternacht die Fließgeschwindigkeit [m/s] der Kaltluft dargestellt. Die Schichtdickenangaben beziehen sich allein auf die Obergrenzen der Kaltluft. Die Fließrichtungen und Geschwindigkeiten sowie Volumenströme sind durch Pfeile (und damit selbst erklärend) dargestellt.

Zu Sonnenuntergang beginnt die langwellige Ausstrahlung und dementsprechend die Abkühlung der Oberflächen, insbesondere der Freiflächen im Stadtumland. Die angrenzende Luftschicht kühlt sich daraufhin ebenfalls ab. Kaltluft wird gebildet, die dem Gefälle bzw. den Bereichen mit geringer Oberflächenrauigkeit folgend abfließt. So bilden sich entlang der Täler rasch die ersten Kaltluftflüsse.

Im Laufe der Nacht intensivieren sich die Kaltluftflüsse. Kleinere Ströme vereinigen sich aufgrund von Strömungseigenschaften zu größeren Abflüssen (Luftleitbahnen). Bis Mitternacht füllt sich das gesamte Elbtal mit Kaltluft.

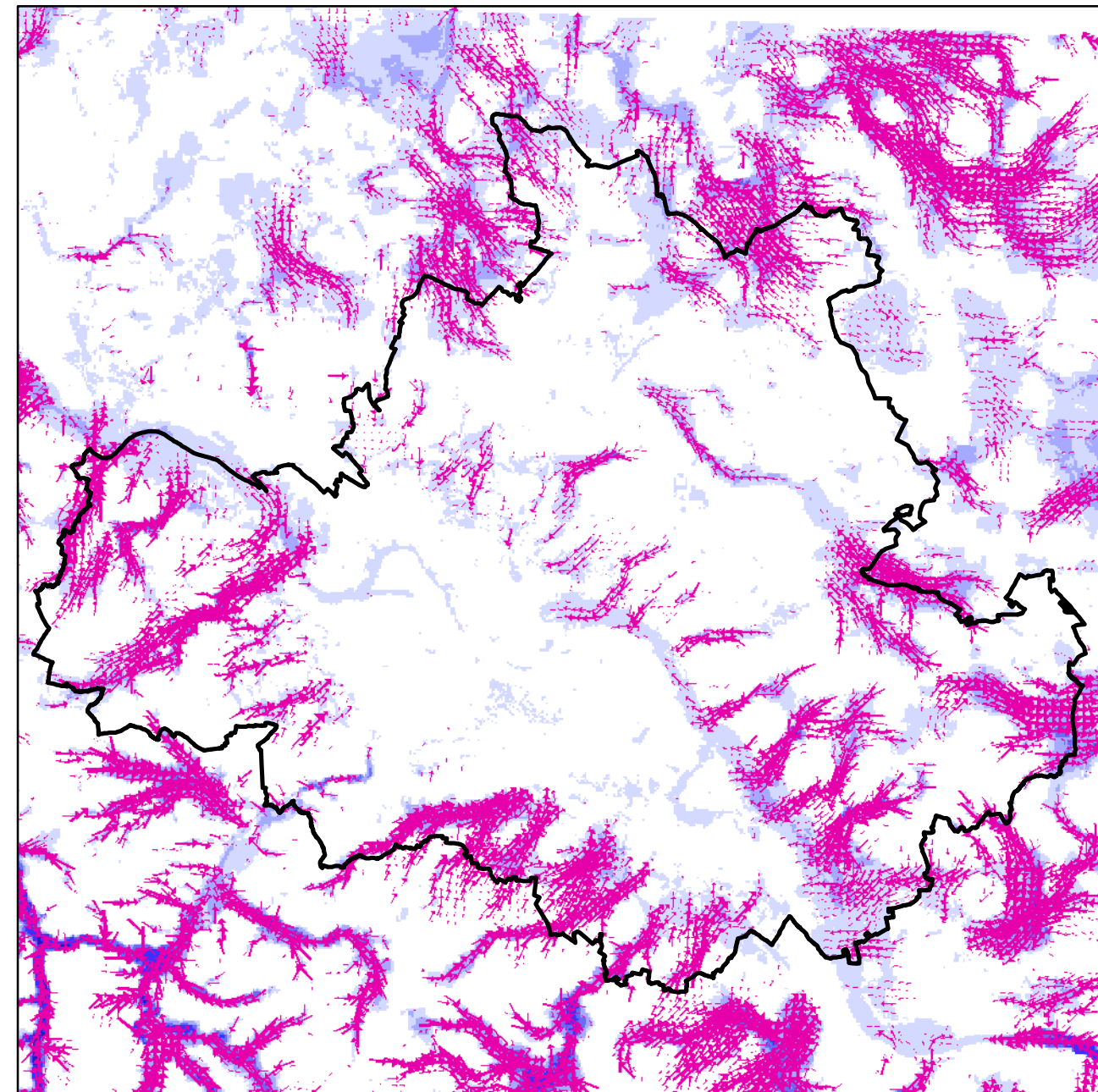
Stadtstrukturen können dabei den Fluss behindern bzw. durch die Abwärme der Gebäude die Kaltluft erwärmen und dadurch aufzehren. Diesen Effekt sieht man recht eindrucksvoll in der herabgesetzten Kaltluftschichtdicke im inneren Stadtbereich.

Vor Sonnenaufgang erreichen die modellierten Kaltluftströme und -schichtdicken ihre größte Mächtigkeit. Ein bedeutender Kaltluftstrom parallel zum Elbtal füllt nun die gesamte Talsohle aus.

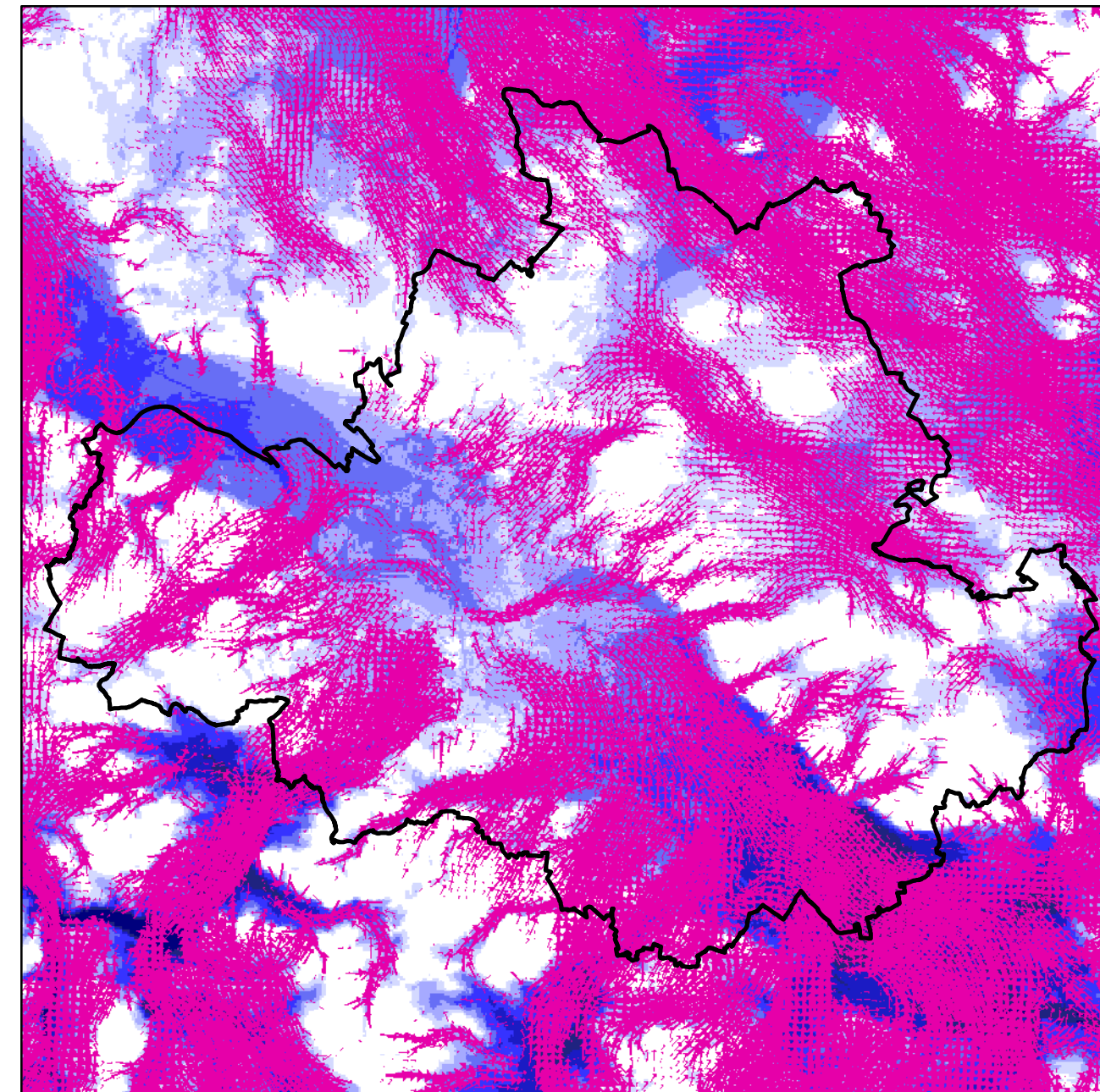
5. Literatur

- Gutachten „Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden“ Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG, Radebeul 2008.

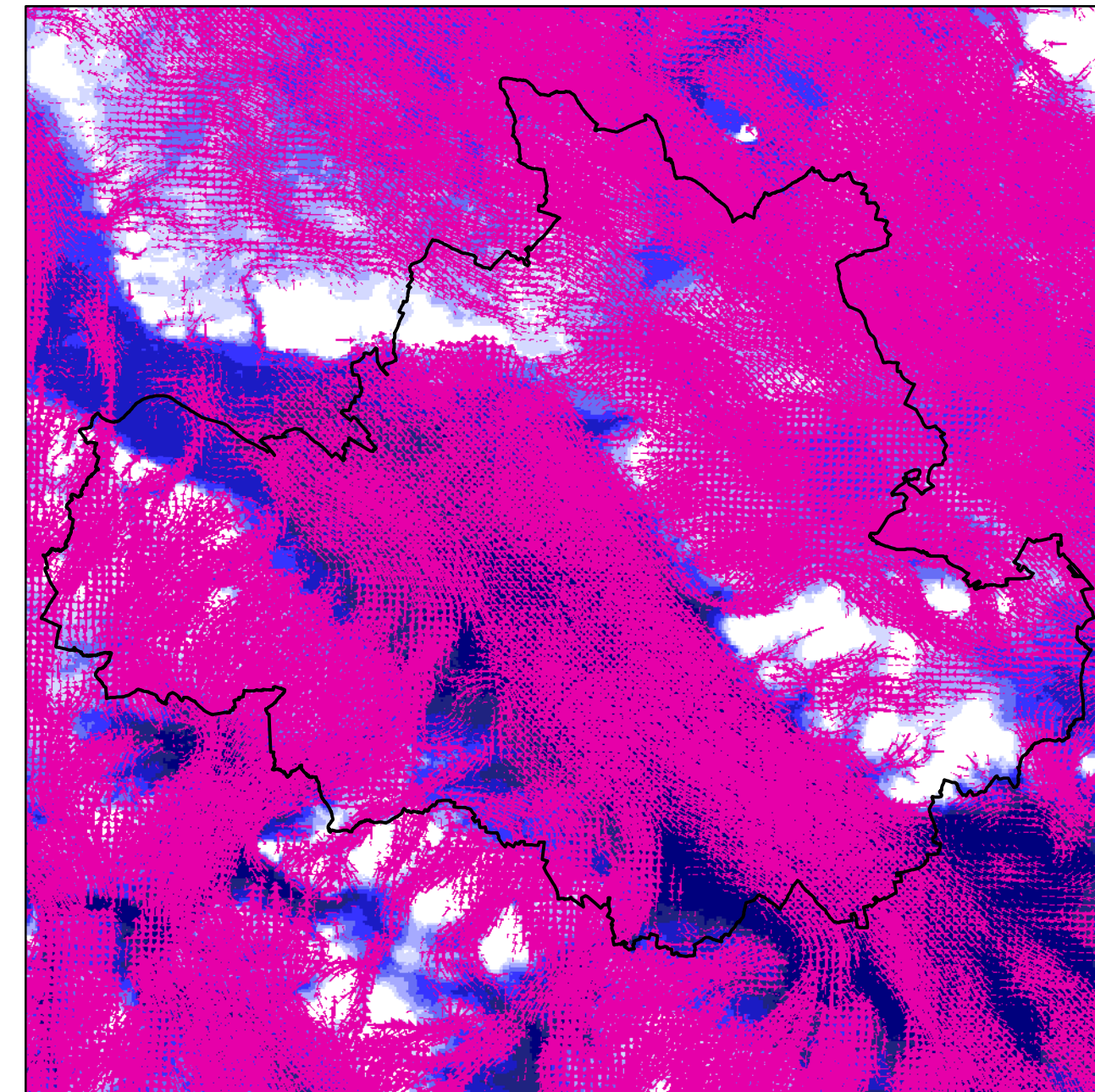
Verantwortliche Bearbeiterin:
Franziska Reinfried
Landeshauptstadt Dresden,
Umweltamt



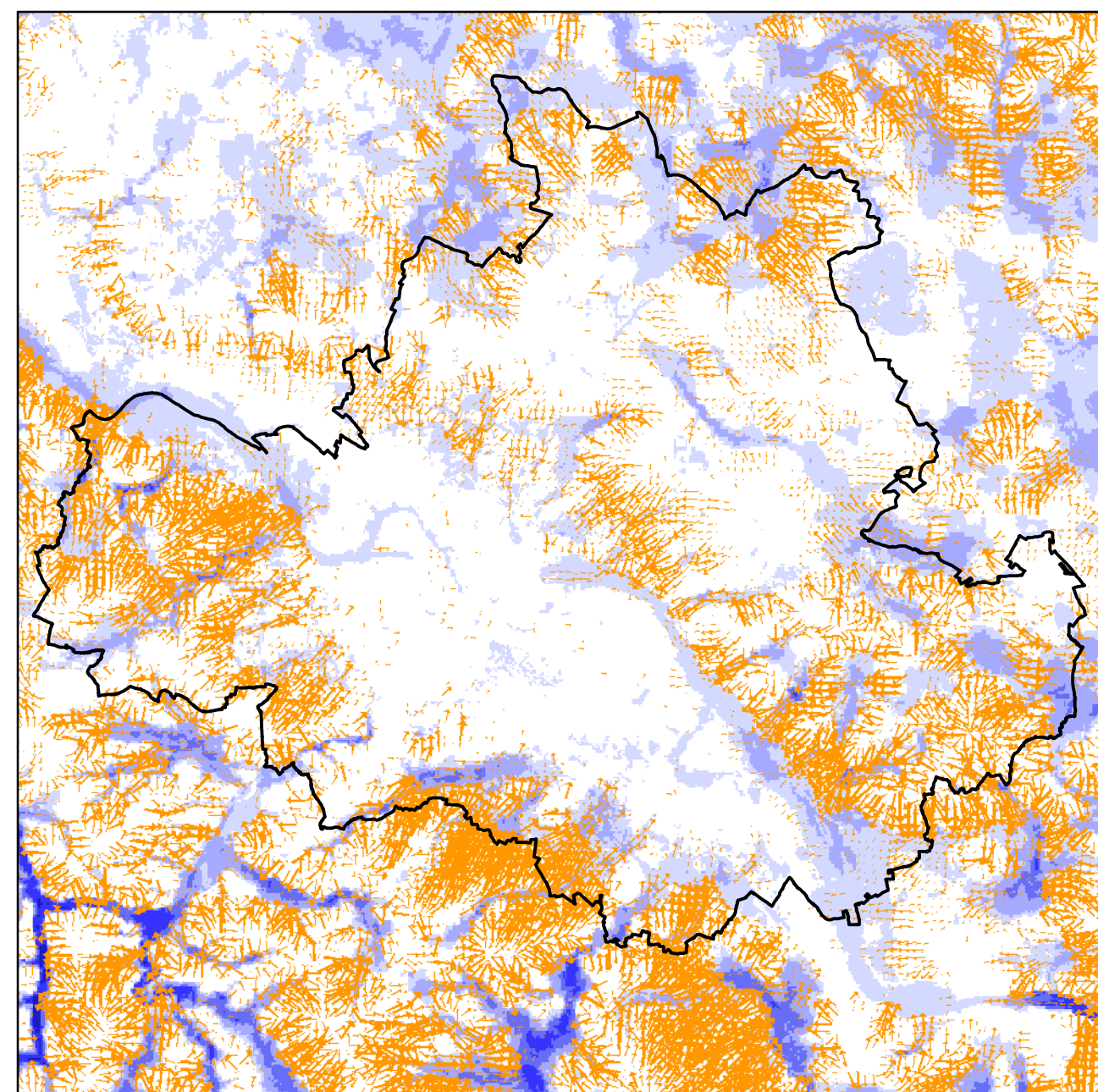
Kaltluftvolumenstrom zu Sonnenuntergang



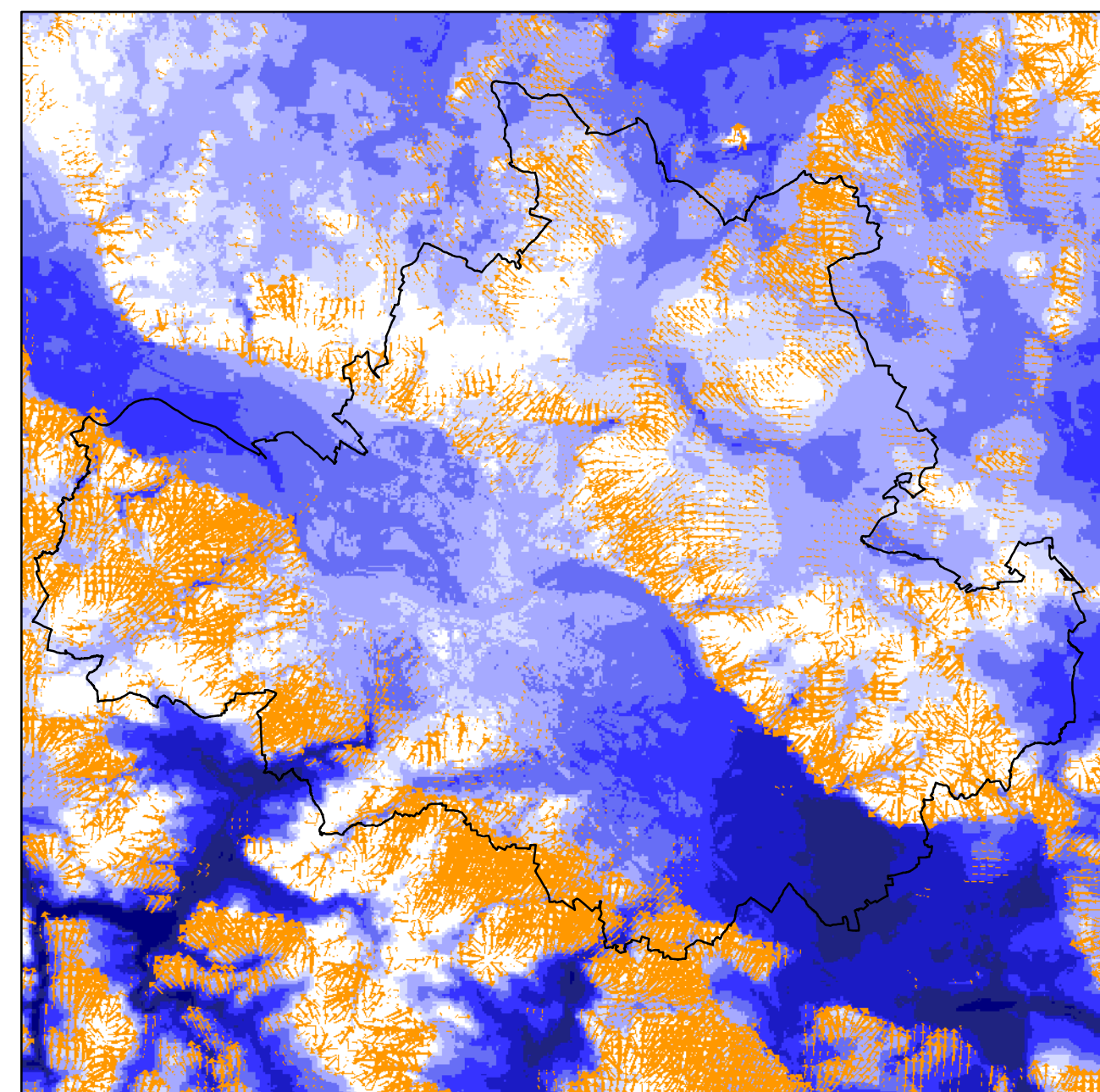
Kaltluftvolumenstrom gegen Mitternacht



Kaltluftvolumenstrom zu Sonnenaufgang



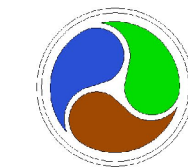
Fließgeschwindigkeit der Kaltluft zu Sonnenuntergang



Fließgeschwindigkeit der Kaltluft gegen Mitternacht



Landeshauptstadt
Dresden



Umweltamt DRESDEN

Kaltluftverhältnisse in Strahlungsnächten

Schematische Übersichtskarte

Zum Verständnis der Karte ist der Textteil zu beachten.

Spezifischer Kaltluftvolumenstrom [$m^3/(m^2 \cdot s)$]

- ↑ 3 - 5
- ↑ 5 - 7
- ↑ 7 - 10
- ↑ 10 - 15
- ↑ > 15

Bodennahe Kaltluftgeschwindigkeit [m/s]

- ↑ 0,3 - 0,5
- ↑ 0,5 - 0,75
- ↑ 0,75 - 1
- ↑ 1 - 1,5
- ↑ > 1,5

Kaltluftschichtdicke [m]

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 35
- 35 - 50
- 50 - 75
- 75 - 100
- 100 - 125
- > 125

Herausgeber:

Landeshauptstadt Dresden
Umweltamt

Konzeption:

Umweltamt

Kartengrund:

Städtisches Vermessungsamt, Umweltamt

Karteninhalt:

siehe Kartenbeschreibung

Datenbearbeitung/ Kartografie/ Kartenherstellung:

Umweltamt

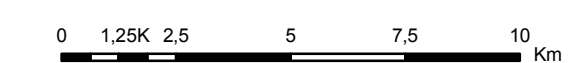
Bearbeitungsstand:

März 2010

Bezugsquelle:

Umweltamt
Grünaer Str. 2, 01069 Dresden
Telefon (0351) 488 6200
Telefax (0351) 488 6202

Diese Karte ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck oder sonstige Vervielfältigung,
auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.



Maßstab 1:165.000

Karte 5.3

Synthetische Klimafunktionskarte

4., überarbeitete Auflage

1. Problemstellung

Das Klima einer Stadt zeichnet sich aus durch die komplexen Wechselwirkungen der Atmosphäre mit den Bebauungsstrukturen einschließlich der Emission von Luftschadstoffen.

Die Auswirkungen einer Stadt auf die Klimaelemente Wind (reduzierte Windgeschwindigkeit, reduzierter Luftaustausch), Temperatur (Wärmespeichervermögen von versiegelten Oberflächen, Abwärme der Gebäude) und Luftfeuchtigkeit (reduziertes Verdunstungspotential durch Versiegelung) sowie auf die lufthygienischen Aspekte (Emissionen aus Industrie und Verkehr) verursachen einen teilweise erheblichen Unterschied zum Klima des unbebauten Umlandes. Das urban geprägte Klima wirkt sich auf die Gesundheit der Stadtbewohner und die Lebensqualität in der Stadt aus.

Entsprechend den Grundsätzen der Bauleitplanung ist bei der Aufstellung städtebaulicher Pläne u. a. der Schutz des Klimas (§ 1 Abs. 5 Nr. 7 Baugesetzbuch) und das Schutzgut „Mensch“ (§ 2 UVPG) zu berücksichtigen.

So kann durch stadtplanerische Maßnahmen erheblich Einfluss auf die Wohn-, Wohnumfeld- sowie Erholungs- und Freizeitfunktionen genommen werden, die das Stadtklima und somit die Lebensqualität des Menschen bestimmen. Dem Stadtplaner stehen dabei verschiedenste Möglichkeiten, wie z. B. Erhalt bzw. Schaffung von Frischluftschneisen, Entsiegelung und Begrünung von innerstädtischen Flächen, zur Verfügung.

Die vorliegende Karte stellt eine gesamtstädtische Klimaanalyse dar und dokumentiert die relevanten klimatologischen Sachverhalte flächendeckend für das Stadtgebiet. Damit liegt eine Arbeits- und Entscheidungsgrundlage für die städtischen Leit- und Rahmenplanungen vor.

Die kartographische Abbildung der dreidimensionalen klimatologischen Realität stellt notwendigerweise eine mehr oder minder große Vereinfachung dar. Die zeitlichen Veränderungen können selbst mittels Kartenfolgen nicht umfassend und gleichzeitig allgemeinverständlich beschrieben werden. Eine solche Karte, die mehrere nicht zwingend zeitgleich auftretende Parameter darstellt, heißt synthetische Klimafunktionskarte /VDI 3787 Bl.1/. Sie stellt die wesentlichen und für ein Gebiet prägenden klimatischen Verhältnisse des Ist-Zustandes dar. Die Ausweisung von Klimato-phen bzw. Bereichen mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen beruht auf folgenden Unterschieden:

- thermischer Tagesgang,
- vertikale Rauigkeit (Windfeldstörung),
- topographischen Lage bzw. Exposition,
- Art der realen Flächennutzung,
- (Emissionsaufkommen).

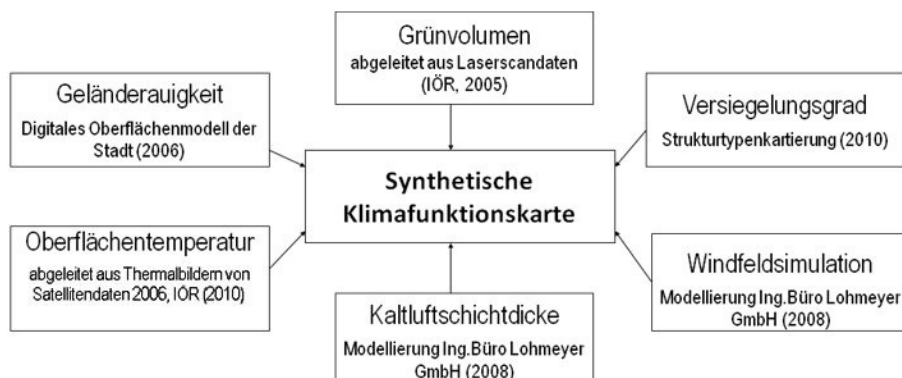
Diese mikroklimatischen Ausprägungen in den unteren Luftschichten stellen sich bei austausch- armen, autochtonen Strahlungswetterlagen ein. Die Klimafunktionskarte bezieht sich daher auf diese Bedingungen.

2. Datengrundlage

Die Genauigkeit der Klimaanalyse ist in erster Linie abhängig vom vorhandenen Datenmaterial, dessen Aktualität und Detaillierungsgrad. Zur Erstellung der vorliegenden synthetischen Klimafunktionskarte wurden folgenden Daten herangezogen (Abbildung 1):

- Digitales Oberflächenmodell der Stadt (2006),
- Windfeld- und Kaltluftmodellierung durch das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG Karlsruhe (2008),
- Oberflächentemperaturen (Tag und Nacht) abgeleitet aus Thermalbildern von Satellitendaten 2006, Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung (2010),
- Flächendaten der Landeshauptstadt Dresden zum Versiegelungsgrad (2010),
- Daten zum blockbezogenen Grünvolumen, abgeleitet aus Laserscandaten durch das Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung (2005),
- Messdaten aus Messfahrten in Strahlungsnächten durchgeführt im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden (2008).

Abb. 1: Eingangsdaten zur Erstellung der synthetischen Klimafunktionskarte



3. Methode

Kaum eine Stadt verfügt über ein kontinuierlich arbeitendes, ausreichend dichtes Messnetz zur Erfassung der tatsächlichen meteorologischen Gegebenheiten in einer Stadt. Um eine Stadtklimaanalyse durchzuführen, müssen daher notwendigerweise Vereinfachungen getroffen werden.

Um eine möglichst systematische und objektive Darstellung der klimatischen Situation wiederzugeben, wurde ein neues Bewertungsverfahren herangezogen. Die wichtigsten Parameter, die das Mikroklima eines Gebietes beeinflussen, wurden zusammengetragen, analysiert und bewertet. Mit Hilfe eines GIS-basierten Prozessmodells erfolgte eine Verschneidung der unterschiedlich gewichteten Analyseebenen. Damit zeigt die vorliegende synthetische Klimafunktionskarte ein komplexes Wirkungsgefüge aus Struktur-, Beziehungs- und Funktionscharakteristiken.

Arbeitsschritte:

1) Bestandsaufnahme

In einem ersten Arbeitsschritt wurden die für eine Stadtklimaanalyse relevanten Einwirkgrößen zusammengetragen und deren Datenverfügbarkeit und Aktualität geprüft. Die in die Betrachtung eingeflossenen sowohl dynamischen als auch thermischen Einwirkgrößen sind in Tabelle 1 zusammengetragen. Es wurde sowohl auf Modell- (Kaltluftentwicklung, Windfeld) als auch auf Messdaten aus z. B. Satellitendaten bzw. daraus abgeleiteten Daten zurückgegriffen.

Einwirkgröße	Auswirkung auf...
Geländerauigkeit	Durchlüftungsverhältnisse
Windfeld	Durchlüftungsverhältnisse
Oberflächentemperatur	Lufttemperatur und Feuchte
Versiegelungsgrad	Lufttemperatur und Feuchte
Kaltluftentwicklung	Lufttemperatur und Feuchte
Grünvolumen	Lufttemperatur und Feuchte

Tab. 1: Einwirkgrößen zur Stadtklimaanalyse

2) Reklassifizierung

Die unterschiedlichen Sachinformationen wurden reklassifiziert, d. h. gutachterlich bewertet. Abstufungen werden hinsichtlich ihres jeweiligen Einwirkens auf Veränderungen der Bedingungen einer unbebauten, natürlichen Umgebung getroffen.

Eine Wichtung der Eingangsgrößen fand entsprechend ihrer stadtklimatischen Relevanz statt. Dabei war zu beachten, dass verschiedene Größen Einfluss auf die gleichen meteorologischen Komponenten haben. So tritt z. B. eine hohe Kor-

relation zwischen Oberflächentemperatur und Versiegelungsgrad auf. Hier musste auf eine mögliche Überbewertung geachtet werden.

3) Resampling

Um eine Verschneidung der Analyseebenen vornehmen zu können, mussten diese auf ein einheitliches Raster aggregiert werden. Es wurde ein 20 m x 20 m Raster gewählt, was einem ungefähren Mittel der Auflösung aller verwendeten Daten entspricht. Mussten die Daten von einem größeren auf ein feineres Raster herunter gebrochen werden, kam das Verfahren der bilinearen Interpolation zum Einsatz, im umgekehrten Falle das Verfahren der cubic convolution.

4) Summation

Schließlich wurden die Zellwerte der einzelnen Ebenen aufsummiert. Die Abbildung 2 zeigt zur Veranschaulichung das Übereinanderlagern der GIS-Ebenen.

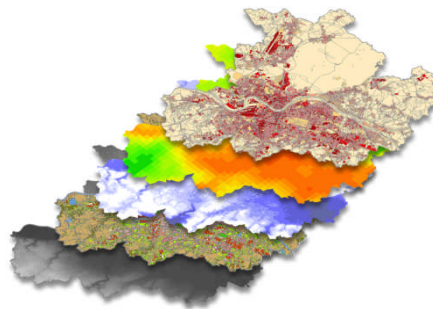


Abb. 2: Beispielhafte Darstellung des Verschneidens der GIS-Ebenen

5) Bezeichnung und Verifikation

In der Klimafunktionskarte wurden nun Bereiche unterschiedlicher klimatischer Charakteristik klassifiziert. Die Zuordnung erfolgte entsprechend der Verschneidung der gewichteten Analyseebenen, die sich aus der Komplexität der strukturellen Beschaffenheit eines Gebietes (Versiegelungsgrad, Bebauungshöhe, Vegetationsanteil, Lage in Bezug auf die berechneten Kaltluft- und Durchlüftungsverhältnisse) und der Wirkung ihrer unmittelbaren Umgebung ergeben.

Benachbarte Bereiche unterschiedlicher klimatischer Eigenschaften stehen je nach Wetterlage und Windrichtung in Bezug zueinander und beeinflussen sich gegenseitig. Die Kenntnis dieser Eigenschaften und Wechselwirkungen, insbesondere die ausgleichsklimatischen Funktionen, ist eine wichtige Voraussetzung für Planungsempfehlungen.

Mit Hilfe der Daten von Messfahrten wurde die Klassifizierung und Verteilung der Bereiche unter-

schiedlicher klimatischer Eigenschaften abgeglichen und verifiziert.

Synthetische Klimaanalysekarten bieten im Allgemeinen sowohl Informationen zum thermischen Wirkungskomplex (Wärmeinseln, städtische Überwärmung, Wärmebelastung) als auch zum lufthygienischen Wirkungskomplex (Emissionen, Immissionen, Durchlüftung), da insbesondere deren Zusammenwirken von erheblicher Bedeutung für das Wohlbefinden, die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der in der Stadt lebenden und arbeitenden bzw. sich aufhaltenden Menschen ist. Das sind auch die Komplexe, die sich bei städtebaulichen Planungen am ehesten beeinflussen lassen.

Für die Landeshauptstadt Dresden wurden aus Gründen einer besseren Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der thermische und lufthygienische Wirkungskomplex getrennt behandelt. Im Rahmen dieser Karte wurde nur der thermische Wirkungskomplex berücksichtigt. Die lufthygienische Situation ist in separaten Umweltatlaskarten zur Luftverschmutzung dargestellt. Bei der Beurteilung der Auswirkungen sowohl von Rahmenplanungen als auch von Einzelvorhaben sind die beiden o. g. Komplexe (thermischer und lufthygienischer Wirkungskomplex) stets im Zusammenhang zu sehen und zu bewerten. Daraus können sich u. U. konkurrierende Gesichtspunkte ergeben, die letztlich auch unter Berücksichtigung aller weiteren planerischen Aspekte einer sachgerechten Abwägung bedürfen.

4. Kartenbeschreibung

Mit Hilfe der vorgestellten Analyseverfahren ergaben sich Areale, in denen aufgrund ihrer Lage im Stadtgefüge, ihrer Bebauungs- und Versiegelungsstruktur ähnliche klimatische Verhältnisse zu erwarten sind.

Tabelle 2 listet die einzelnen klimatischen Bereiche mit ihrer unterschiedlichen strukturellen Beschaffenheit und der daraus hervorgehenden klimatischen Charakteristik sowie deren Bedeutung im Stadtgefüge auf.

Bezeichnung	Strukturelle Beschaffenheit	Klimatische Charakteristik	Bewertung
Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen I	unversiegelte Fläche, zum Großteil windoffen, überwiegend geringe Rauigkeit	sehr ausgeprägter Tagesgang von Temperatur und Feuchte, keine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse, sehr hohe Kalt- und Frischluftproduktion	wertvolle Kalt- und Frischluftentstehungsflächen und zugleich Regenerations- und Erholungsräume (klimatischer Ausgleichsraum)
Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen II	unversiegelte Flächen z. T. bewaldet, leicht erhöhte Rauigkeit	im Wald gedämpfter Tagesgang der meteorologischen Parameter im Vergleich zum Freiland, hohe Kalt- und Frischluftproduktion	wertvolle Kalt- und Frischluftentstehungsflächen und zugleich Regenerations- und Erholungsräume, Filterwirkung des Waldes (klimatischer Ausgleichsraum)
Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung im Elbtal und/oder in Angrenzung an Bebauung	unversiegelte Flächen z. T. bewaldet, erhöhte Rauigkeit	geringe Dämpfung des Tagesgangs der meteorologischen Parameter aufgrund der Lage im Tal und/oder in Angrenzung an Bebauung, messbare Kalt- und Frischluftproduktion	aufgrund der Lage der Vegetationsflächen in unmittelbarer Angrenzung zur Bebauung wichtige thermische Ausgleichs- und Erholungsfunktion
Übergangsbereich zwischen Kalt-/Frischluftentstehungsflächen und Bereichen stadtklimatischer Veränderung	locker bebaute Siedlungsbereiche in Angrenzung an Frei-/Vegetationsflächen, geringer Versiegelungsgrad, hoher Vegetationsanteil	geringfügige Modifikation der meteorologischen Parameter gegenüber dem Umland, gute Durchlüftungsverhältnisse, merkliche nächtliche Abkühlung	durch Angrenzung an Kalt-/Frischluftentstehungsgebiete sehr gute bioklimatische Verhältnisse, thermisch ausgleichende Wirkung für angrenzende dichter bebaute Siedlungsbereiche
Bereich geringer stadtklimatischer Veränderung	locker bis mäßig bebaute Siedlungsbereiche, gering bis mäßig hoher Versiegelungsgrad (20 bis 40 %), hoher Vegetationsanteil	Modifikation der meteorologischen Parameter gegenüber dem Umland, reduzierte Durchlüftungsverhältnisse, nächtliche Abkühlung größtenteils gegeben	gute Wohnverhältnisse, gute bioklimatische Bedingungen, in Angrenzung zu Bereichen mäßiger stadtklimatischer Veränderung Potential für Überwärmung
Bereich mäßiger stadtklimatischer Veränderung	mäßig bebaute Siedlungsbereiche, mäßig hoher Versiegelungsgrad (40 bis 60 %), mäßig hoher Vegetationsanteil	merkliche Störung der Durchlüftungsverhältnisse durch Behinderung lokaler Winde und Kaltluftströmungen, potentielle Überwärmung, eingeschränkte nächtliche Abkühlung	Potential zu Überwärmung und bioklimatischer Belastung
Bereich starker stadtklimatischer Veränderung	dicht bebaute Siedlungsbereiche, hoher Versiegelungsgrad (60 bis 80 %), geringer Vegetationsanteil	schlechter Luftaustausch, starke Modifikation aller meteorologischen Parameter, Ausprägung des Wärmeinseleffekts: Überwärmung am Tag und in der Nacht	verminderte Wohnqualität insbesondere durch nächtliche Überwärmung (klimatischer Lastraum)
Bereich sehr starker stadtklimatischer Veränderung	stark verdichtete Siedlungsbereiche mit sehr hohen Grundflächen- und Geschossflächenzahlen, sehr hoher Versiegelungsgrad (>80 %), sehr geringer Vegetationsanteil	sehr schlechter Luftaustausch, signifikante Ausprägung einer städtischen Wärmeinsel: starke Aufheizung am Tag, starke nächtliche Überwärmung, mind. doppelt so häufiges Auftreten von Sommertagen	schlechte Wohnqualität durch Wärmebelastung am Tag und in der Nacht, sehr hohes Potential für Hitzestress, Winddiskomfort auf Plätzen und in Straßenschluchten durch zunehmende Böigkeit (klimatischer Lastraum)

Tab. 2: Erläuterung der Bereiche der stadtklimatischen Eigenschaften und Veränderungen

■ Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen I

Es handelt sich hauptsächlich um die im Westen und Südwesten sowie im Osten und Nordosten gelegenen Hochflächen, auf denen die Kalt- und Frischluft gebildet wird, die für die nächtliche Abkühlung und Durchlüftung in der Stadt sorgt. Daraus resultiert die immense Bedeutung dieser Flächen im Schönfeld-Weißiger Hochland und im Westen und Südwesten der Stadt (bis weit über den Stadtrand hinaus). Auch fallen einige Talgründe in diese Kategorie, wie z. B. der Zschonergrund, das Lotzbechtal und der Tännichtgrund, da sich in diesen Bereichen während der Nachtstunden sehr hohe Kaltluftschichtdicken entwickeln.

■ Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen II

Auch auf diesen Frei- und Vegetationsflächen findet eine hohe Kalt- und Frischluftproduktion statt. Die Bedeutung dieser Flächen für die Kalt- und Frischluftproduktion entspricht der der vorgenannten Kategorie. Im Gegensatz zu jener Kategorie sind diese Areale durch eine etwas geringere Schichtdicke der Kaltluft und z. T. etwas höhere

Oberflächenrauigkeit geprägt. Letzteres wird hauptsächlich durch Waldbestand bedingt. Daher tritt hier ein etwas gedämpfter Tages- und Jahresgang der Temperatur und Feuchte auf, da sowohl die Einstrahlung tags als auch die nächtliche Ausstrahlung durch das Kronendach gemindert werden und das Windfeld wegen der hohen Rauigkeit merklich gestört wird (im Stammraum herrscht oftmals nahezu Windstille). Durch trockene und nasse Deposition besitzt der Wald eine wichtige Filterfunktion gegenüber Luftschadstoffen.

Als typisches Beispiel ist ein Großteil dieser Kategorie im Gebiet der Dresdner Heide zu finden.

■ Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung im Elbtal und/oder in Angrenzung an Bebauung und Übergangsbereich zwischen Kalt-/Frischluftentstehungsflächen und Bereichen stadtklimatischer Veränderung

Bei den Flächen dieser Kategorie handelt es sich überwiegend um Freiflächen in Angrenzung an Bebauung und innerörtliche Grünflächen (meist Rasenflächen mit Strauch- und Baumbestand), wie z. B. die Elbwiesen oder der Große Garten. Wie auf allen Frei- und Vegetationsflächen, findet

auch hier Kalt- und Frischluftproduktion statt. Die Bedeutung dieser Flächen liegt in ihrer durch Verschattung und Verdunstung ausgleichenden thermischen Wirkung auf die umgebende Bebauung, die verhindert, dass sich große zusammenhängende überhitzte Areale ausbilden können.

Durch den wechselseitigen Einfluss der umgebenden Bebauung auf die Freiflächen sowie die erhöhte Oberflächenrauigkeit aufgrund der Lage im Stadtraum ist die Kaltluftproduktion bzw. die thermisch ausgleichende Fernwirkung jedoch eingeschränkt. Lokale Winde und Kaltluftströme werden im Fortlauf zunehmend durch die Bebauung behindert.

■ Siedlungsbereiche: Bereiche geringer bis sehr starker stadtklimatischer Veränderung

Die urbanen Räume dieser Rubriken sind dadurch gekennzeichnet, dass in der aufgelisteten Reihenfolge

- der Versiegelungsgrad steigt,
- das Bauvolumen und die Gebäudehöhe zunehmen,
- Baulücken abnehmen,
- Grünflächen und Grünvolumen abnehmen.

Dadurch findet eine zunehmende Störung des Windfeldes statt, die thermisch ausgleichende Wirkung von Vegetationsflächen sowie das Eindringen von Frisch- und Kaltluft in den Siedlungsbereich nehmen ab, das Wärmespeichervermögen durch Baukörper nimmt zu.

Die Folgen sind

- eine schlechtere Durchlüftung, was eine höhere Schadstoffbelastung bewirkt,
- ansteigende Lufttemperaturen (im Mittel sowie Minimum- und Maximumtemperaturen) gegenüber dem Freiland mit zunehmendem Potential zur Überwärmung am Tag und Einschränkung der nächtlichen Abkühlung,
- steigende Anzahl von Sommertagen,
- abnehmende Luftfeuchte
- abnehmende Anzahl der Heizgradtage.

Entsprechend ändern sich auch die Wohn- und Aufenthaltsbedingungen für den Stadtbewohner.

Im Siedlungsbereich befinden sich Bahnanlagen wie z. B. in Friedrichstadt, die tagsüber eine große Überwärmung aufweisen, sich aber nachts im Gegensatz zur Bebauung rasch abkühlen (extremer Temperaturtagesgang). Gleiskörper sind windoffen durch die geringe Bebauung und fördern den Luftaustausch. Bei ausreichender Größe und sofern parallel zu häufig vorkommenden Windrichtungen ausgerichtet, können sie als Luftleitbahn dienen.

Desweiteren sind die für das Dresdner Stadtklima wesentlichen Strömungsparameter dargestellt:

■ Kalt- und Frischluftabflussbahnen

Auf der Grundlage von Kaltluftmodellierungen durch das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH wurden die Gebiete dargestellt, in denen es zu wesentlichen Kalt- und Frischluftabflüssen kommt, einschließlich der Fließrichtung der Luft. Dabei handelt es sich um Abflussbahnen, die sich im Verlauf der Nacht entwickeln. Diese Abflussbahnen befinden sich hauptsächlich an den zum Elbtal hin gerichteten Talgründen, wie z. B. den Tälern des Lockwitzbaches, der Prießnitz, des Kaitzbaches uvm. (siehe dazu auch Umweltatlas-karte 5.2 Kaltluftverhältnisse in Strahlungsnächten).

■ Luftleitbahnen

Luftleitbahnen sind Bereiche, die hinsichtlich ihrer Breite, Länge und geringen Oberflächenrauigkeit für die Durchlüftung der Stadt bedeutsam sind

(Elbe, z. T. Eisenbahntrassen). Auch weitgefaste Straßenzüge mit geringem Baumbestand können als Luftleitbahn dienen. Die positive Wirkung für die Durchlüftung der Stadt ist aufgrund der dort möglicherweise vorhandenen Schadstoffbelastung jedoch nicht immer gegeben.

■ Hangwinde

Hangwinde sind lokale, thermisch induzierte Windsysteme. Nach Sonnenuntergang stellt sich ein Hangabwind ein, weil auf den Frei- und Vegetationsflächen an den Elbhängen die Luft durch nächtliche Ausstrahlung stark abkühlt. Diese kühle Bodenluft fließt aufgrund ihrer größeren Dichte hangabwärts in den angrenzenden Siedlungsraum.

Die abfließende Kaltluft wird durch die Bebauung rasch gebremst, so dass die Reichweite der Hangwinde eher begrenzt ist. Für den betreffenden Siedlungsraum sind die Hangwinde jedoch von entscheidender stadtklimatischer Bedeutung. Sie sorgen dort für angenehme bioklimatische Bedingungen.

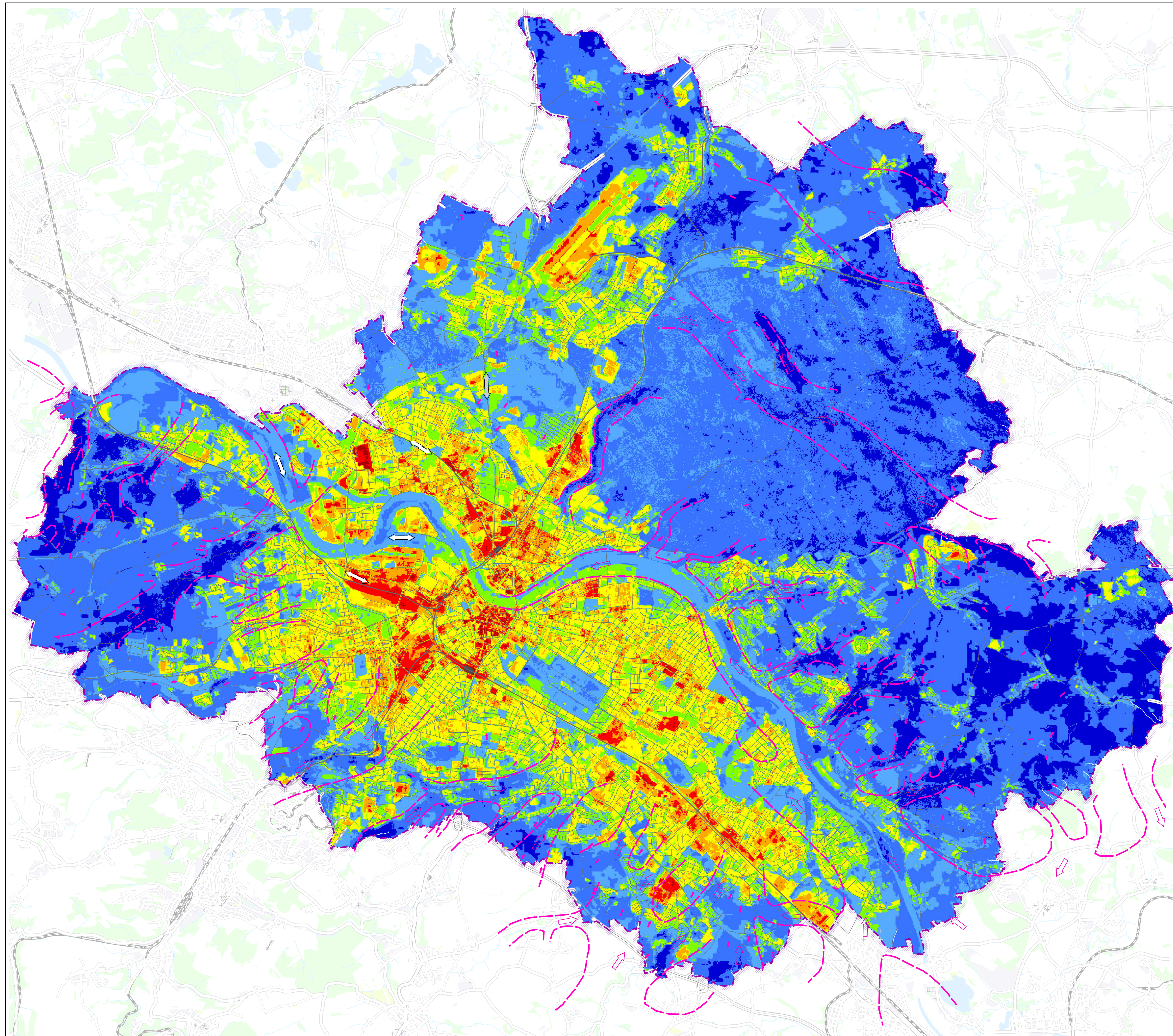
Hinsichtlich der Unschärfe der einzelnen Kategorien und der Strömungsbahnen der Kalt- und Frischluft gilt, dass die eingezeichneten Flächenbereiche einen Übergangssaum (räumlich und zeitliche Schwankungen) besitzen. Flächenscharfe Aussagen sind nicht möglich. Dies ist bei der Interpretation zu beachten.

5. Literatur

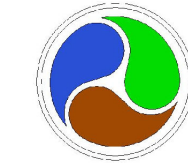
- Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG (2008), Gutachten zur Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden.
- VDI 3787 Bl.1 Umweltmeteorologie - Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, hrsg. v. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL, Dez. 1997.
- Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung, Daten zum blockbezogenen Grünvolumen aus Laserscandaten, Dresden 2005.
- Leibniz-Institut für Ökologische Raumentwicklung, Oberflächentemperaturen (Tag und Nacht) aus Thermalbildern von Satellitendaten 2006, Dresden 2010.

Verantwortliche Bearbeiterin:

Franziska Reinfried
Landeshauptstadt Dresden,
Umweltamt



Landeshauptstadt
Dresden



Umweltatlas DRESDEN

Synthetische Klimafunktionskarte - Klimaanalyse -

Schematische Übersichtskarte
4., überarbeitete Auflage
Zum Verständnis der Karte ist der Textteil zu beachten.

- Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen I
- Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen II
- Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung auf Frei- und Vegetationsflächen im Eibtal und/oder in Angrenzung an Bebauung
- Übergangsbereich zwischen Kalt- und Frischluftentstehungsgebieten und Bereichen stadtklimatischer Veränderung
- Bereich geringer stadtklimatischer Veränderung
- Bereich mäßiger stadtklimatischer Veränderung
- Bereich starker stadtklimatischer Veränderung
- Bereich sehr starker stadtklimatischer Veränderung

- Kalt- und Frischluftabflussbahnen
- Luftleitbahn, unbelastet
- Luftleitbahn, belastet
- Hangwinde

Herausgeber:
Landeshauptstadt Dresden
Umweltamt

Konzeption:
Umweltamt

Kartengrund:
Städtisches Vermessungsamt, Umweltamt

Karteninhalt:
siehe Kartenbeschreibung

Datenbearbeitung/ Kartografie/ Kartenherstellung:
Umweltamt

Bearbeitungsstand:
Juli 2011

Bezugsquelle:
Umweltamt
Grüner Str. 2, 01069 Dresden
Telefon (0351) 488 6200
Telefax (0351) 488 6202

Diese Karte ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck oder sonstige Vervielfältigung,
auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

0 1 2 km

Maßstab 1: 60.000