

Karte 5.3

Synthetische Klimafunktionskarte

9., überarbeitete Ausgabe

1. Problemstellung

Das Klima eines Ortes beschreibt die im Mittel über einen längeren Zeitraum auftretenden atmosphärischen Zustände. Diese ergeben sich aus der geographischen Lage des Ortes, seiner Höhenlage, der Orographie sowie der Beschaffenheit der Erdoberfläche. Anthropogene Veränderungen der Landschaft beeinflussen die Wechselwirkungen zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre und damit das natürliche Klima eines Ortes. In einer Stadt sind diese Veränderungen am größten. Bebauung, Flächenversiegelung und Emissionen charakterisieren die Stadtlandschaft. Die Auswirkungen dieser Stadtstrukturen 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, das Stadtklima, wirkt sich auf die Gesundheit der Stadtbevölkerung und die Lebensqualität in der Stadt aus. Die maßgeblichen anthropogenen Einflussgrößen, die zu Stadtklimaveränderungen führen, sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Gesetzesgrundlage:

Im deutschen Planungsrecht ist seit 1976 festgeschrieben, dass das Klima im Abwägungsprozess zu berücksichtigen ist. Nach § 1 Abs. 5 BauGB sollen Bauleitpläne dazu beitragen, den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwick-

Städtische Einflussgrößen auf das Klima	Auswirkung	Eingangsdaten für GIS-Prozessmodell
Stadtstrukturen (Gebäudehöhen, -ausrichtung) verändern die Oberflächenrauigkeit.	Stadtstrukturen bilden Strömungshindernisse. Sie führen zu einer Reduktion der mittleren Windgeschwindigkeit und damit zu schlechteren Durchlüftungsverhältnissen. In Folge kann die mit Schadstoffen und Abwärme angereicherte Stadtluft nur ungenügend abtransportiert werden.	- Digitales Oberflächenmodell - Mittlere Windgeschwindigkeit
Verschiedenen Oberflächenmaterialien weisen unterschiedliche Wärmereflexions-, Wärmeleit- und Wärmespeichereigenschaften auf.	Entsprechend der physikalischen Eigenschaften heizen sich die Stadtoberflächen und die darüber liegenden Luftschichten unterschiedlich stark auf und geben die gespeicherte Wärme nach Sonnenuntergang verzögert wieder ab. Dies kann zur Ausbildung einer nächtlichen Wärmeinsel führen. Kleinräumige Ausgleichsströmungen zwischen überwärmten Gebieten und Grünanlagen können entstehen (z.B. Flurwind, Hangwind).	- Oberflächentemperatur - Versiegelungsgrad
Der Vegetationsanteil ist im Stadtgebiet erheblich reduziert.	Hochreichende Vegetation bietet Verschattung, wodurch das Aufheizen der Oberflächen reduziert wird. Vegetation vermindert den Oberflächenabfluss von Niederschlagswasser. Über die Verdunstung von Grün wird der Umgebungsluft latente Wärme entzogen und Verdunstungskühle freigesetzt. Außerdem ist die Luftfeuchte erhöht. Baumbestandene Grünflächen wirken tagsüber klimatisch ausgleichend. Über Rasenflächen wird aufgrund der hohen Ausstrahlung Kaltluft produziert, die für nächtliche Abkühlung im Stadtgebiet sorgt.	Grünvolumen
Durch Zersiedelung werden die Kalt- und Frischluftentstehungsflächen reduziert und zerschnitten.	Auf Grün- und Ackerflächen ist die nächtliche langwellige Ausstrahlung besonders stark. Die darüber liegende Luftschicht wird abgekühlt. Das abgekühlte Luftvolumen ist umso größer, je größer die Kaltluftentstehungsfläche ist. Ab einer gewissen Schichtdicke und bei Vorhandensein einer Geländeneigung beginnt die Kaltluft zu fließen, sich in Senken und Mulden zu sammeln und/oder entlang von Talgründen entsprechend des Geländes ins Stadtgebiet vorzudringen. Dort sorgt sie für nächtliche Abkühlung und Frischluftzufuhr und führt somit zur Abmilderung der städtischen Überwärmung.	Kaltluftschichtdicke

Tab. 1: Einwirkgrößen zur Stadtklimaanalyse

lung, zu fördern. Ebenso fordert §171a-c BauGB, dass Klimaschutz und -anpassung Aufgabe des Stadtumbaus ist.

Gleiches gilt für alle Vorhaben, für die das Gesetz über die Umweltverträglichkeit (UVPg) eine Prüfung vorschreibt (z.B. Straßenbau, der Planfeststellung bedarf). Entsprechend §1 UVPg sind Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig und umfassend zu ermitteln und zu beurteilen. Entsprechend §2 (1) Ziffer 1 umfasst diese Bewertung auch das Klima und die Berücksichtigung des Schutzgutes „Mensch“ (§ 2 UVPg).

Des weiteren sieht das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG §1 Abs.3, novelliert (29.07.2009)) vor, dass zur dauerhaften Sicherung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes insbesondere ...Nr. 4) Luft und Klima ... zu schützen sind; dies gilt insbesondere für Flächen mit günstiger lufthygienischer Wirkung wie Firsch- und Kaltluftentstehungsgebiete oder Luftaustauschbahnen.

Die Stadtplanung muss also dem gesetzlichen Auftrag folgen und für ein gesundes Stadtklima und damit günstige Wohn- und Aufenthaltsbedingungen für den Stadtbewohner sorgen. Dem Planer stehen dabei verschiedenste gestalterische Maßnahmen zur Verfügung, die erheblichen Einfluss auf die bioklimatische Situation im Wohnumfeld und damit auf die Erhol- und Freizeitfunktionen und somit die Lebensqualität des Menschen haben. Maßnahmen können z.B. sein: Erhalt bzw. Schaffung von Frischluftschneisen, (Teil-)Entsiegelung und Begrünung von innerstädtischen Flächen und Strukturen.

Um Flächen bzw. Gebiete hinsichtlich ihrer Klimaeigenschaften und -funktionen einschätzen und bewerten zu können, ist eine Analyse des Ist-Zustandes notwendig.

Die Klimaaanalyse

Die kartographische Abbildung der dreidimensionalen klimatologischen Realität stellt notwendigerweise eine mehr oder minder große Vereinfachung dar. Die zeitlichen Veränderungen können selbst mittels Kartenfolgen nicht mehr 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. Diese werden im Wesentlichen hervorgerufen durch Oberflächeneigenschaften, Lage im Stadtgebiet, Stadtstrukturen, Grünvolumen, aber auch dynamische Prozesse wie Hangwinde und Kaltluftabflüsse. Die Ausweisung von Klimatopen bzw. Bereichen mit ähnlichen mikroklimatischen Ausprägungen beruht auf

folgenden Unterschieden:

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

Zusätzlich werden besondere Klimafunktionen wie Kaltluftabflussbahnen, Luftleitbahnen sowie Hangwinde dargestellt.

Die mikroklimatischen Gegebenheiten in den unteren Luftschichten treten bei austauscharmen, autochthonen Strahlungswetterlagen am deutlichsten hervor. Die Klimafunktionskarte bezieht sich daher auf diese Bedingungen.

Die vorliegende Karte stellt eine gesamtstädtische Klimaanalyse dar und dokumentiert die relevanten klimatologischen Sachverhalte flächendeckend über dem Stadtgebiet. Dafür wurden sowohl Modellsimulationen, als auch aus Messdaten abgeleitete Größen herangezogen (siehe Kap. 2).

Mit der Synthetischen Klimafunktionskarte liegt eine Arbeits- und Entscheidungsgrundlage für die städtischen Leit- und Rahmenplanungen vor. Die Karte dient zum besseren Verständnis lokalklimatischer Besonderheiten und bildet die fachliche Grundlage durch die Darstellung von Problemzonen, in denen heute schon starke stadtklimatische Veränderungen auftreten. Im Hinblick auf die projizierten Klimaänderungen werden sich diese Problembereiche verschärfen und ggf. ausweiten. Klimaanpassungsmaßnahmen können u. U. Synergien verschiedener Umweltbelange bilden, wie z. B. die Bereitstellung von Retentionsflächen einhergehend mit der Anpassung der Vegetationsstrukturen sowie Minderung des Wärmeinseleffektes.

Die Synthetische Klimafunktionskarte bildet die Basis der „Planungshinweiskarte aus stadtklimatischer Sicht“. Dort werden konkrete Handlungshinweise verankert zum Erhalt eines angenehmen Stadtklimas bzw. Planungshinweise gegeben zur Verbesserung ungünstiger stadtklimatische Bedingungen.

2. Datengrundlage

Die Genauigkeit der Klimaaanalyse ist in erster Linie abhängig vom vorhandenen Datenmaterial klimarelevanter Einflussgrößen, dessen Aktualität und Detaillierungsgrad. Zur Erstellung der vorliegenden Synthetischen Klimafunktionskarte wurden die in der Tabelle 2 zusammengestellten Daten verwendet.

Eingangsdaten	Quelle	Bewertung
■ Geländerauigkeit	Gebäudehöhen abgeleitet aus Laserscandaten (Dresden, 2015)	Bewertung der nutzungsbedingten Rauigkeit (Störung der Durchlüftungsverhältnisse)
■ Mittlere Windgeschwindigkeit	Modellsimulation Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG Karlsruhe (2008), Umweltatlaskarte 5.1 – Wind- und Durchlüftungsverhältnisse (Landeshauptstadt Dresden, 2010)	Bewertung der Windverhältnisse
■ Kaltluftschichtdicke (Sonnenuntergang)	Modellsimulation Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG Karlsruhe (2008), Umweltatlaskarte 5.2a-c – Kaltluftverhältnisse in Strahlungsnächten (Landeshauptstadt Dresden, 2010)	Bewertung der Gebiete mit hoher Kaltluftproduktion
■ Versiegelungsgrad	Flächendaten der Landeshauptstadt Dresden zum Versiegelungsgrad (2016)	Bewertung der thermischen Bedeutung unterschiedlich versiegelter Oberflächen
■ Grünvolumen	Abgeleitet aus Laserscandaten, IÖR (2005)	Bewertung des klimatischen Einflusses von Vegetation
■ Oberflächentemperaturen Tag/Nacht	Abgeleitet aus Thermalbildern von Satellitendaten 2006, (IÖR, 2010)	Bewertung der thermischen Verhältnisse unterschiedlicher Oberflächen
■ Daten aus Messfahrten	Durchgeführt vom Umweltamt und im Auftrag der Landeshauptstadt Dresden (2008 und 2015)	Verifikation der Abgrenzung in der Synthetischen Klimafunktionskarte

Tab. 2: Eingangsdaten für das GIS-Prozessmodell 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 Parameter zusammengetragen und deren Datenverfügbarkeit und Aktualität geprüft. Die in die Betrachtung eingeflossenen sowohl dynamischen als auch thermischen Einwirkgrößen sind in der Tabelle 2 zusammengetragen. Es wurde sowohl auf Modell- (Kaltluftentwicklung, Windfeld) als auch auf Messdaten aus z. B. Satellitendaten bzw. daraus abgeleiteten Daten zurückgegriffen.

Neben den in Tabelle 2 aufgelisteten Input-Daten werden in der Klimafunktionskarte außerdem die für die Belüftung der Stadt maßgebenden Parameter dargestellt. Diese sind zum Einen Kaltluftabfluss- und Luftleitbahnen sowie Hangwinde. Diese dynamischen Prozesse entstehen insbesondere bei autochthonen Wetterlagen. Sie fließen nicht direkt in das GIS-Prozessmodell ein, werden aber wegen ihrer lokalklimatischen Bedeutung abgebildet.

2) Resampling

Die verwendeten Datensätze liegen in Rastergrößen zwischen 1 x 1 m und 500 x 500 m vor. Einige Sachinformationen, wie z. B. Versiegelungsgrad und Grünvolumen sind an die Teilblöcke/Basisblöcke gebunden. Um die Analyseebenen miteinander verschneiden zu können, mussten die Daten daher auf ein einheitliches Raster aggregiert werden. Die hierbei gewählte Rastergröße beträgt 25 m x 25 m, was einem ungefähren Mittel der Auflösung aller verwendeten Daten entspricht. Mussten die Daten von einem gröberen auf ein feineres Raster herunter gebrochen werden, kam das Verfahren der bilinearen Interpolation zum Einsatz, im umgekehrten Falle das Verfahren der cubic convolution /ESRI/.

3) Reklassifizierung

Die Sachinformationen wurden reklassifiziert, d. h. gutachterlich bewertet. Abstufungen wurden hinsichtlich ihres jeweiligen Einwirkens auf Veränderungen der klimatischen Bedingungen einer unbebauten, natürlichen Umgebung getroffen. Welche Informationen aus den unterschiedlichen Input-Daten bewertet wurden, ist in der Tabelle 2 enthalten.

Eine Wichtung der Eingangsgrößen fand entsprechend ihrer stadtklimatischen Relevanz statt.

Beispielsweise erhielten alle Straßen einheitlich die Versiegelungsklasse 4 (60 bis 80 Prozent) statt 5 (80 bis 100 Prozent): in der Herabstufung des Versiegelungsgrades wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass Straßen zwar vollversiegelt sind, diese jedoch kein Strömungshindernis darstellen und somit die Durchlüftung ermöglichen.

Zur Bewertung des Kaltlufteinflusses wurde die Simulation

der Kaltluftschichtdicke zum Zeitpunkt Sonnenuntergang gewählt. Hier erhalten diejenigen Flächen eine hohe Bewertung, auf denen bereits kurz nach Sonnenuntergang eine hohe Kaltluftproduktion stattfindet.

Bei der Reklassifizierung war zu beachten, dass verschiedene Größen Einfluss auf die gleichen meteorologischen Komponenten haben. Z. B. tritt eine hohe Korrelation zwischen Oberflächen-temperatur und Versiegelungsgrad auf. Hier war eine mögliche Überbewertung zu vermeiden.

4) Summation

Am Ende des Prozessmodells wurden die Zellwerte der einzelnen übereinanderliegenden Ebenen aufsummiert. Die Abbildung 1 zeigt zur Veranschaulichung das Übereinanderlagern der GIS-Ebenen. Entsprechend der Verschneidung der unterschiedlich gewichteten Analyseebenen, bestehend aus der Komplexität der Beschaffenheit eines Gebietes (Versiegelungsgrad, Bebauungshöhe, Vegetationsanteil, Lage in Bezug auf die berechneten Kaltluft- und Durchlüftungsverhältnisse) und der Wirkung ihrer unmittelbaren Umgebung, ergibt sich die strukturelle Verteilung in der Karte.

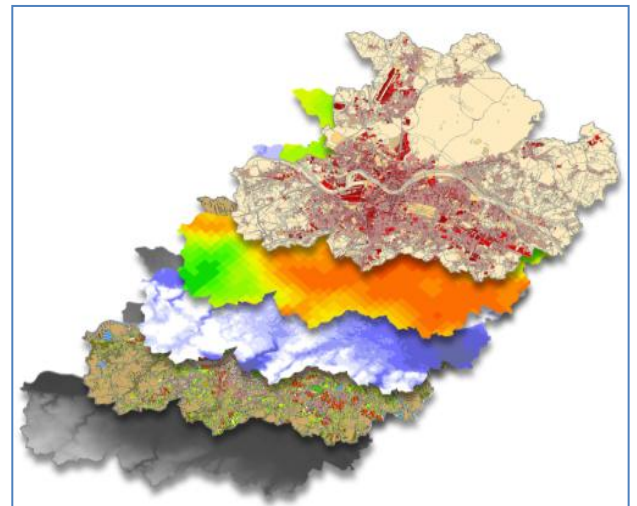


Abb. 1: Beispielfhafte Darstellung des Verschneidens der GIS-Ebenen

5) Bezeichnung und Verifikation

Abschließend wurden nun Bereiche unterschiedlicher klimatischer Charakteristik klassifiziert. Mit Hilfe der Daten aus stationären Messungen sowie aus Messfahrten wurde die strukturelle Verteilung der Bereiche abgeglichen und verifiziert. Es wurden acht Klassen gebildet: drei Klassen der Grün- und Freiflächen sowie fünf Klassen der Siedlungsbereiche, die sich je nach städtebaulicher Charakteristik und Lage im Stadtgefüge unterscheiden. Nachfolgend konnte diesen Klassen jeweils ein Überwärmungsgrad zugeordnet werden. Betrachtet wurde dabei die Differenz des betreffenden Gebietes zum unbebauten Umland, die sich bei autochthonen Wetterlagen einstellt. Als Referenz wird hierfür der Mittelwert aus den Stationen Dresden Hosterwitz (DWD) und Dresden Torna (Umweltamt) herangezogen.

Synthetische Klimafunktionskarten bieten i. A. sowohl Informationen zum thermischen Wirkungskomplex (Wärmeinseln, städtische Überwärmung, Wärmebelastung) als auch zum lufthygienischen Wirkungskomplex (Emissionen, Immissionen, Durchlüftung). Das Zusammenwirken dieser Aspekte ist von erheblicher Bedeutung für das Wohlbefinden, die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der in der Stadt lebenden und arbeitenden bzw. sich aufhaltenden Menschen. 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. Die lufthygienische Situation ist in separaten Umweltatlaskarten zur Luftverschmutzung dargestellt (Umweltatlaskarte 6.1 NO₂-Belastung, 6.2 PM₁₀-Belastung). Durch Einbeziehen der Belüftungsverhältnisse (mittlere Windgeschwindigkeit im Stadtgebiet, Kaltluftabflussbahnen, Luftleitbahnen) in die Stadtklimaanalyse wird die lufthygienische Situation allerdings in gewisser Weise berücksichtigt.

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 Methode ergeben sich Areale, in denen aufgrund ihrer Lage im Stadtgefüge, ihrer Bebauungs- und Versiegelungsstruktur sowie die vorherrschenden Belüftungsverhältnisse ähnliche klimatische Verhältnisse zu erwarten sind. Es erfolgt eine Abstufung von Bereichen entsprechend der zu erwartenden Veränderung im Vergleich zur klimatischen Situation der unbebauten, anthropogen kaum beeinflussten Umgebung.

Die Tabelle 3 listet die einzelnen klimatischen Bereiche mit ihrer unterschiedlichen strukturellen Beschaffenheit und der daraus hervorgehenden klimatischen Charakteristik auf sowie deren Bedeutung im Stadtgefüge.

Von besonderer Bedeutung für die thermische Situation im Stadtgebiet sind die Bereiche der Kalt- und Frischluftentstehung. Aufgrund der hohen nächtlichen Ausstrahlung auf diesen Flächen kühlen sich die darüber liegenden Luftschichten ab und es bildet sich eine Kaltluftschicht. Entsprechend der Kaltluftproduktivität sowie der Ausprägung des Temperaturtagesganges erfolgt die Klassifizierung der ersten drei Kategorien:

■ Bereich sehr hoher Kalt- und Frischluftproduktion (Dunkelblau)

Es handelt sich hauptsächlich um die im Südwesten und Nordosten gelegenen Hochflächen der Grünland- und Ackerflächen. Hier findet die größte Kaltluftproduktion statt. Ab einer gewissen Schichtdicke beginnt die Kaltluft entsprechend des Gefälles zu fließen, sammelt sich in Tälern und strömt ins Elbtal. Dort sorgt sie für nächtliche Abkühlung und Frischluftzufuhr. Daraus resultiert die immense Bedeutung der Freiflächen im Schönfeld-Weißenberger Hochland und im Süden/ Südwesten der Stadt (bis weit über den Stadtrand hinaus). Auch fallen einige Talgründe in diese Kategorie, wie z. B. der Zschonergrund, das Lotzebachtal, der Prießnitz-, der Helfenberger- und der Tännichtgrund, da sich in diesen Bereichen während der Nachtstunden sehr hohe Kaltluftschichtdicken entwickeln.

Bezeichnung	Strukturelle Beschaffenheit	Klimatische Charakteristik	Bewertung
Bereich sehr hoher Kalt- und Frischluftproduktion	unbebaute Fläche, überwiegend windoffen, geringe Oberflächenrauigkeit	ausgeprägter Tagesgang von Temperatur und Feuchte, keine Beeinflussung der Strömungsverhältnisse, sehr hohe Kalt- und Frischluftproduktion	wertvolle Kalt- und Frischluftentstehungsflächen
Bereich hoher Kalt- und Frischluftproduktion	unversiegelte Flächen z.T. bewaldet, leicht erhöhte Rauigkeit	im Wald gedämpfter Tagesgang der meteorologischen Parameter im Vergleich zum Freiland durch verminderte Ein-/Ausstrahlung, hohe Kalt- und Frischluftproduktion	neben Kalt- und Frischluftentstehungsflächen wertvolle Regenerations- und Erholungsräume, Filterwirkung des Waldes
Bereich der Kalt- und Frischluftentstehung im Elbtal, auf Grünflächen und daran angrenzende Gebiete	unversiegelte Flächen z.T. bewaldet, erhöhte Rauigkeit	geringe Dämpfung des Tagesganges der meteorologischen Parameter aufgrund der Lage im Tal oder in Angrenzung an Bebauung, messbare Kalt- und Frischluftproduktion	aufgrund der Lage der Vegetationsflächen in unmittelbarer Angrenzung zur Bebauung wichtige thermische Ausgleichs- und Erholfunktion
Bereich beginnender Überwärmung (1-2 Grad)	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 Überwärmung (2-3 Grad)	locker bis mäßig bebaute Siedlungsbereiche, gering bis mäßig hoher Versiegelungsgrad (20-40 %), 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 Überwärmung (3-4 Grad)	mäßig bebaute Siedlungsbereiche, mäßig hoher Versiegelungsgrad (40-60 %), mäßig hoher Vegetationsanteil	merkliche Störung der Durchlüftungsverhältnisse durch Behinderung lokaler Winde und Kaltluftströmungen, potentielle Überwärmung, eingeschränkte nächtliche Abkühlung	Potential zu Überwärmung und bioklimatischen Belastung
Bereich hoher Überwärmung (4-5 Grad)	dicht bebaute Siedlungsbereiche, hoher Versiegelungsgrad (60-80 %), 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 hoher Überwärmung (>5 Grad)	stark verdichtete Siedlungsbereiche mit sehr hohen Grundflächen- und Geschossflächenzahlen, sehr hoher Versiegelungsgrad (>80 %), sehr geringer Vegetationsanteil	sehr schlechter Luftaustausch, signifikante Ausprägung einer städtischen Wärmeinsel: starkes Aufheizen 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)

Tabelle 3: Beschreibung der Kategorien innerhalb der Klimafunktionskarte

■ *Bereich hoher Kalt- und Frischluftproduktion (Blau)*

Die Kategorie umfasst einerseits ebenso Grün- und Ackerflächen der Hochflächen mit einer hohen Kalt- und Frischluftproduktion. Im Gegensatz zur vorhergehenden Kategorie sind diese Areale stark exponiert (Kuppenlagen oder starke Hangneigung), wodurch sich nur etwas geringere Kaltluftschichtdicken entwickeln können. Die Kaltluftproduktion auf diesen Flächen bildet jedoch den wesentlichen Beitrag zu den stadtwärtigen Kaltluftflüssen. Andererseits zählen Flächen mit einer erhöhten Oberflächenrauigkeit zu dieser Kategorie, überwiegend geprägt durch Waldbestand. Hier tritt 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 wird 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, auf Grünflächen und daran angrenzende Gebiete (Hellblau)*

Bei den Flächen dieser Kategorie handelt es sich überwiegend um Freiflächen in Angrenzung an Bebauung sowie große innerstädtische Grünflächen (meist Rasenflächen mit Strauch- und Baumbestand), wie z. B. die Elbwiesen oder der Große Garten, aber auch Friedhöfe und Kleingartenanlagen. Wie auf allen Frei- und Vegetationsflächen findet hier Kalt- und Frischluftproduktion statt. Die Bedeutung dieser Flächen liegt in ihrer durch Verschattung und Verdunstung ausgleichenden thermischen Wirkung auf die unmittelbar umgebende Bebauung. Sie verhindern, dass sich weder am Tag noch in der Nacht 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 (Flurwinde) und Kaltluftströme werden im Fortlauf zunehmend durch die Bebauung behindert.

■ *Siedlungsbereiche: Bereiche beginnender bis sehr hoher Überwärmung (Grün, Gelb, Orange, Rot, Dunkelfrot)*

Jeder bauliche Eingriff in die unberührte Natur führt zu einer Veränderung der Strahlungsflüsse und damit zu Veränderungen der thermischen und somit auch der dynamischen Verhältnisse an einem Ort. Diese Rubrik beschreibt die Siedlungsbereiche, die in ihrer Abstufung dadurch gekennzeichnet sind, dass

- der Versiegelungsgrad steigt,
- Grünflächen und Grünvolumen abnehmen
- das Bauvolumen und die Gebäudehöhe zunehmen,
- Baulücken abnehmen,
- Die Entfernung zu klimatischen Ausgleichsräumen abnimmt.

Es findet eine zunehmende Störung des Windfeldes und eine Einschränkung der Durchlüftungsverhältnisse statt, was u. a. eine höhere Schadstoffbelastung zur Folge hat. Die thermisch ausgleichende Wirkung von Vegetationsflächen sowie das Eindringen von Frisch- und Kaltluft in den Siedlungsbereich nehmen ab. Im Gegensatz dazu nimmt der Wärmeeintrag in das Gebiet durch das Wärmespeichervermögen von Baukörpern und versiegelten Flächen zu. Folglich ist die Lufttemperatur (im Mittel sowie Minimum- und Maximumtemperatur) im Vergleich zum unbebauten Freiland erhöht. Mithilfe von Messfahrten konnte die mittlere Überwärmung, die sich bei autochthonen Wetterlagen einstellt quantifiziert werden und ist der Legende zu entnehmen. Je nach Stadtstruktur und Lage ist zu beachten, dass die thermi-

sche Belastung zwischen Tag und Nacht differieren kann.

Entsprechend den o. g. Sachverhalten ändern sich die Wohn- und Aufenthaltsqualität für den Stadtbewohner.

Bemerkung:

Benachbarte Bereiche unterschiedlicher klimatischer Eigenschaften stehen je nach Wetterlage und Windrichtung in Bezug zueinander und sie beeinflussen sich gegenseitig. Die Kenntnis dieser Eigenschaften und Beziehung zueinander, v. a. ausgleichsklimatische Funktionen, ist eine wichtige Voraussetzung für Planungsempfehlungen.

Durchlüftung

Die Belüftungsverhältnisse sind sowohl für die thermische als auch für die lufthygienische Situation im Stadtgebiet von erheblicher Bedeutung. Eine gute Durchlüftung ermöglicht den Abtransport schadstoffreicher Stadtluft und minimiert die thermische Belastung. Insbesondere bei windschwachen Situationen ist eine gute Durchlüftung für das Wohlbefinden der Stadtbewohner wichtig. Die Zufuhr von Kalt- und Frischluft über ihre entsprechenden Abflussbahnen spielen dabei die wichtigste Rolle. Aber auch Luftleitbahnen innerhalb des Stadtgefüges tragen zur Belüftung bei. Die für den Luftaustausch wesentlichen Strömungsparameter sind in der Klimafunktionskarte dargestellt und im Folgenden erläutert:

■ *Kalt- und Frischluftabflussbahnen (Begrenzung pink)*

In Kalt- und Frischluftabflussbahnen sammelt sich die auf den Kaltluftentstehungsflächen gebildete Kaltluft und fließt entsprechend des Reliefs ab.

Auf Grundlage von Kaltluftmodellierungen durch das Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH wurden die Gebiete, in denen es zu wesentlichen Kalt- und Frischluftabflüssen (ab etwa 10 m³/ms) kommt, dargestellt einschließlich der Fließrichtung der Luft. Diese Abflussbahnen befinden sich im Wesentlichen an den zum Elbtal hin gerichteten Talgründen, wie z. B. die Täler des Lockwitzbachs, der Prießnitz, des Kaitzbachs uvm. (Siehe dazu auch Umweltatlas-karte 5.2 Kaltluftabflüsse in Strahlungsnächten.) Die Elbauen wirken als große regionale Abflussbahn, in der die Kaltluft aus dem Osterzgebirge durch das Elbtal strömt.

■ *Luftleitbahnen (Begrenzung dunkelgrün)*

Luftleitbahnen sind Bereiche, die hinsichtlich ihrer Breite, Länge und geringen Oberflächenrauigkeit für die Durchlüftung der Stadt bedeutsam sind. Zu den Luftleitbahnen zählen die Elbe mit ihren Elbauen, die Flutrinne und der Altelbarm. Auch weitgefaste Straßenzüge mit geringem Baumbestand können als Luftleitbahn dienen. Diese sind in der Karte jedoch nicht explizit dargestellt.

Eine Ausnahme bilden großflächige unbebaute Bereiche, wie insbesondere Bahnanlagen, z. B. Friedrichstadt. Diese Flächen weisen tagsüber eine große Überwärmung auf, kühlen sich aber im Gegensatz zur Bebauung nachts rasch ab (extremer Temperaturschwung). Grund dafür ist die im Schotterkörper eingeschlossene Luft. Wärme kann schlechter gespeichert und weitergeleitet werden. Gleiskörper sind aber windoffen und fördern dadurch den Luftaustausch. Bei ausreichender Größe und sofern parallel zu häufig vorkommenden Windrichtungen ausgerichtet, können Gleistrassen als Luftleitbahnen dienen.

Allgemein gilt, dass die Qualität der Kaltluft- und Luftleitbahnen abhängig vom Vorhandensein eines Schadstoffemittenten in der Abflussbahn ist. Möglicherweise ist nicht immer eine positive Wirkung gegeben.

■ *Hangwinde (Pfeile pink)*

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 Stärke des Hangwindes (Volumen und Strömungsgeschwindigkeit) ist abhängig von der Beschaffenheit des Entstehungsgebietes (Größe, Landnutzung) sowie von der Abflussbahn (Relief, Rauigkeit).

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 bestimmender stadtklimatischer Bedeutung. Sie sorgen dort für angenehme bioklimatische Bedingungen.

Bemerkung:

Hinsichtlich der Unschärfe der einzelnen Kategorien sowie 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

- ESRI - Environmental Systems Research Institute (Hrsg.): Arc-Info Users Guide, Cell-Based Modelling with Grid, 2. Auflage, 1992.
- Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co.KG (2008), Gutachten zur Überarbeitung der Klimakarten der Landeshauptstadt Dresden.
- 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.
- VDI 3787 Bl.1 Umweltmeteorologie – Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen, hrsg. V. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRDL, Dezember 1997.

Elektronische Dokumente mit qualifizierter elektronischer Signatur können über ein Formular eingereicht werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, E-Mails an die Landeshauptstadt mit einem S/MIME-Zertifikat zu verschlüsseln oder mit DE-Mail sichere E-Mails zu senden. Weitere Informationen hierzu stehen unter www.dresden.de/kontakt.

Dieses Informationsmaterial ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit der Landeshauptstadt Dresden. Es darf nicht zur Wahlwerbung benutzt werden. Parteien können es jedoch zur Unterrichtung ihrer Mitglieder verwenden.

Impressum

Herausgeberin
Landeshauptstadt Dresden
Der Oberbürgermeister

Umweltamt
Telefon (03 51) 4 88 62 01
Telefax (03 51) 4 88 99 62 03
E-Mail umweltamt@dresden.de

Amt für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit
Telefon (03 51) 4 88 23 90
Telefax (03 51) 4 88 22 38
E-Mail presse@dresden.de

Postfach 12 00 20
01001 Dresden
www.dresden.de

Zentraler Behördenruf 115 – Wir lieben Fragen

Verantwortliche Bearbeiterin: Franziska Reinfried

März 2017