Grundlagendarstellung Stadtklima

unter besonderer Berücksichtigung von ‚SpringPark Valley' Bad Vilbel

von
Dipl.-Meteorol. Thomas Hasselbeck

GPM
Büro für Geoinformatik, Umweltplanung, neue Medien
Johannes Wolf
Frankfurter Straße 23
D-61476 Kronberg

Kronberg, 06.06.2018

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG 3
1.1 Bedeutung des Stadtklimas für Mensch und Infrastruktur 3
1.2 Einflüsse des Klimawandels 4
2. STÄDTISCHE PROBLEMGEBIETE 6
2.1 Theoretische und empirische Konzepte 6
2.2 Numerische Modelle 9
3. DIE SITUATION IN BAD VILBEL 12
3.1 Das Stadtklima in Bad Vilbel 12
3.2 SpringPark Valley 14
4. ZUSAMMENFASSUNG 16
5. LITERATUR 17

1. Einleitung

Im Gegensatz zur unverbauten Natur treten in Städten sowie Ballungsräumen klimatische Effekte auf, die als Stadtklima bezeichnet werden. Die Ursachen für das daraus resultierende, vom unbebauten Umland abweichende Klima liegen unter anderem in der Bebauung, der Bodenversiegelung und der geringeren Vegetationsdichte. Bezüglich der Luftreinheit trägt die Emission von Spurengasen (z.B. Straßenverkehr und Industrie) ebenfalls zum Stadtklima bei.

1.1 Bedeutung des Stadtklimas für Mensch und Infrastruktur

Das Klima in Siedlungsräumen unterscheidet sich vom ‚natürlichen' Klima der jeweiligen Region. Die qualitative und quantitative Beschreibung dieser Abweichungen sind Inhalt der stadtklimatischen Forschung. Aufgrund der Folgen für Mensch, Tier und Pflanze, aber auch der Auswirkungen auf die Infrastruktur, ist eine genaue Kenntnis des Stadtklimas insbesondere für die Stadtplanung von Bedeutung.

Folgende Themenfelder bilden die Untersuchungsschwerpunkte bei der Behandlung des Stadtklimas:

- Städtisches Windfeld

  Insbesondere dicht bebaute Innenstadtbereiche, aber auch hohe Vegetation im Bereich von Grünflächen können Ursache mangelnder Durchlüftung sein. Eingeschränkter Abtransport von erwärmter bzw. schadstoffbelasteter Luft sind die Folge. Umgekehrt kann die Frischluft des Umlands bei nicht vorhandenen Frischluftschneisen nicht in die innerstädtischen Bereiche vordringen. Hieraus resultiert eine erhöhte thermische bzw. lufthygienische Belastung für die Bevölkerung.

- Städtische Wärmeinsel

  An heißen Tagen speichern Baumaterialien von Gebäuden, aber auch der Beläge von Straßen und Plätzen Wärme, die in die Gebäude eindringt bzw. nachts wieder an die abgekühlte Atmosphäre abgegeben wird. Dies führt zu einer erhöhten thermischen Belastung der Bevölkerung in den zur Regeneration besonders wichtigen Nächten.

- Städtischer Niederschlag

  So genannte Starkregenereignisse (mehr als fünf Liter Niederschlag in fünf Minuten pro Quadratmeter) können aufgrund der Bodenversiegelung in den Städten bei unterdimensionierter Kanalisation zu einer erheblichen Belastung der Infrastruktur führen. Das oberirdisch abfließende Wasser kann in der Folge Überflutungen und damit erhebliche Schäden verursachen. Länger anhaltende Trockenepisoden hingegen, häufig in Verbindung mit schwachwindigen Wetterlagen, haben die vermehrte Ansammlung von menschenverursachten Spurenstoffen in der städtischen Atmosphäre zur Folge; daraus resultiert eine erhöhte lufthygienische Belastung.

- Städtische Luftfeuchtigkeit

  Bei der Verdunstung von Wasser wird Wärmeenergie gespeichert, die in Form fühlbarer Wärme zugeführt wird. Deshalb geht mit dem Verdunstungsvorgang eine Abkühlung einher (‚Verdunstungskälte'). Da der Anteil an Wasser- und Grünflächen in den Städten normalerweise geringer ist als im Umland, kommt in der Stadt dieser Abkühlungseffekt nicht in gleicher Weise zum Tragen; hieraus kann eine erhöhte thermische Belastung der Bevölkerung resultieren.

- Städtische Luftqualität

  Insbesondere Emissionen von Abgasen und Feinstaub durch Straßenverkehr, Hausbrand (Verwendung in Kleinfeuerungen in Privathaushalten) und Industrie führen in den Städten zu erhöhter lufthygienischer Belastung. Dieser Effekt steht in Wechselwirkung mit dem verringerten Luftaustausch in den Städten, durch den der Abtransport von Spurengasen und Feinstaub aber auch Pollen aus innerstädtischen Bereichen erschwert wird. Auch großräumige Inversionswetterlagen können, verstärkt durch orographische Effekte (z.B. in Tallagen) zu einer erheblichen diesbezüglichen Belastung führen.

1.2 Einflüsse des Klimawandels

Im Zusammenhang mit den oben aufgeführten Problemfeldern ist in Folge des Klimawandels mit weiter zunehmenden Belastungen zu rechnen. Einschlägige Modelle prognostizieren neben dem Temperaturanstieg das verstärkte Auftreten von Extremwettereignissen (bezüglich Niederschlag und Temperatur). Es wird bis zum Ende des 21. Jahrhunderts von einer Verdoppelung der Sommertage (im meteorologischen Sinne, d.h. mit Höchsttemperaturen ab 25°C) ausgegangen (vgl. Abbildung 1). Die Folge sind längere und damit gesundheitlich stärker belastende Hitzeperioden.

Aufgrund der prognostizierten Zunahme austauscharmer Inversionswetterlagen[1] insbesondere während der Sommermonate ist mit verstärkter lufthygienischer Belastung durch Emissionen, Feinstaub und Pollen sowie bodennahes Ozon zu rechnen.

Die möglichen Auswirkungen des Klimawandels sind insbesondere unter Beachtung soziodemographischer Faktoren (erhöhtes Sterblichkeitsrisiko alter Menschen und Neugeborener) bei der Stadtplanung zu berücksichtigen.

[1] Eine Inversionswetterlage ist eine Wetterlage, die durch eine Umkehr (lateinisch: inversio) des vertikalen Temperaturgradienten geprägt ist: Die oberen Luftschichten sind hierbei wärmer als die unteren.

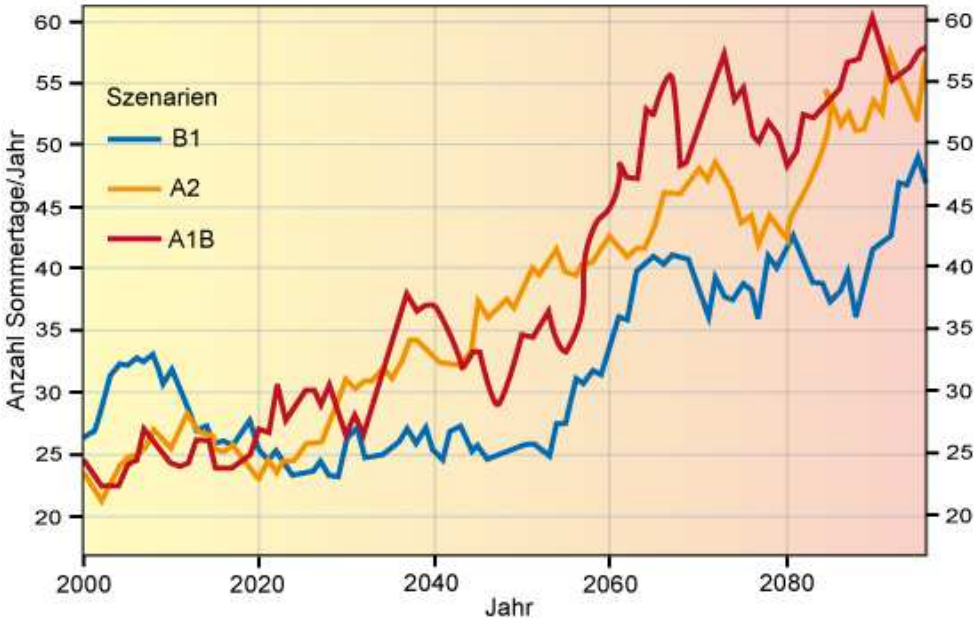


Abbildung 1: Zunahme der Sommertage (Höchsttemperatur ab 25°C) im 21. Jahrhundert als Folge des Klimawandels. Die unterschiedlichen Kurven entsprechen verschiedenen Szenarien des IPCC-Reports (2001) bezüglich des Wirtschaftswachstums sowie der Nachhaltigkeit. (Quelle: Wiki Bildungsserver)

Überdies ist mit vermehrter Belastung der städtischen Infrastruktur in Folge des Klimawandels zu rechnen. Zunehmende Extremniederschlagsereignisse haben neben vermehrten Erosionsschäden auch hygienische und gesundheitliche Belastungen (etwa durch Schimmelbefall in Bauwerken) zur Folge. Durch zunehmende Temperaturen kann die Trinkwasserversorgung in Mitleidenschaft gezogen werden. Hier spielt zum einen die zunehmende Belastung der Trinkwasserreservoirs durch Keime oder Bakterien eine Rolle, zum anderen die Erwärmung der Trinkwasserleitungen und damit die Gefahr zunehmender Verkeimung, insbesondere in Gebieten geringer Anschlussdichte. Durch das vermehrte Austrocknen von Böden in den Bereichen städtischer Grünflächen ist mit einem zunehmenden Bedarf an Nutzwasser zu rechnen.

2. Städtische Problemgebiete

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Risikofelder für Bevölkerung und Infrastruktur erläutert wurden, soll nun eine kurze Einführung in die Konzepte und Begriffe gegeben werden, die zur Beschreibung des Stadtklimas dienen. In einem weiteren Unterkapitel wird die Vorgehensweise bei der computergestützten Simulation des Stadtklimas umrissen.

2.1 Theoretische und empirische Konzepte

Bei der Isolation städtischer Problemgebiete spielt das Konzept der so genannten autochthonen Wetterlage[2] eine wichtige Rolle. Eine solche Wetterlage zeichnet sich durch geringe Windstärken, wolkenlosen Himmel und starke Temperaturgegensätze zwischen Stadt und Frei- bzw. Grünflächen aus. Zugehörige Großwetterlagen sind lang anhaltende sommerliche Hochs über Mitteleuropa, insbesondere blockierende Wetterlagen[3].

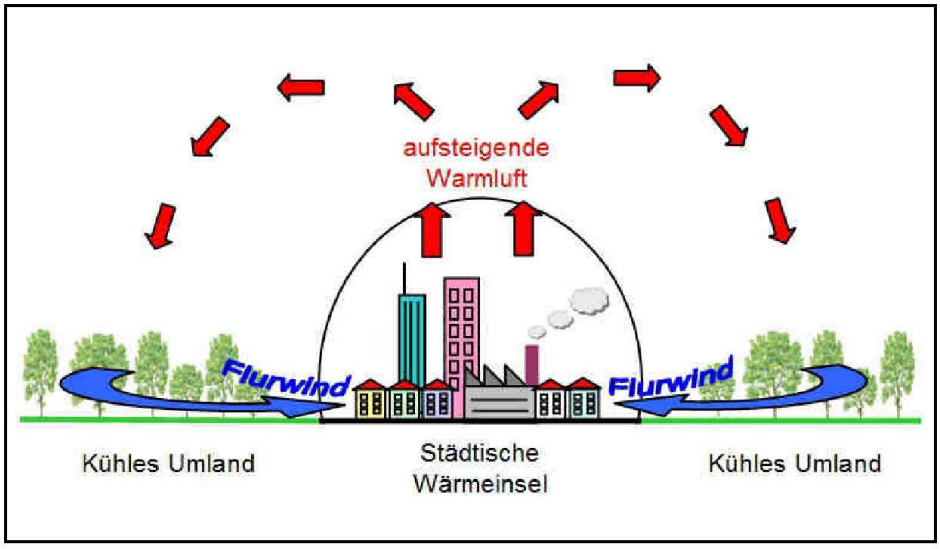


Abbildung 2: Autochthones Windfeld (Skizze, entnommen aus: Stadtklimagutachten Nürnberg, Hannover, 2014)

In unmittelbarem Zusammenhang steht der Begriff des autochthonen Windfeldes. Es wird durch die bodennahen Temperaturunterschiede über verschiedenem Untergrund hervorgerufen (vgl. Abbildung 2). Aufgrund der Wärmespeicherung in Bauwerken und versiegeltem Untergrund nimmt an einem heißen Sommertag die

[2] Die autochthone (‚eigenbürtige') Wetterlage ist, im Gegensatz zur allochthonen Wetterlage, eine Wetterlage, die durch die Dominanz lokaler Einflüsse geprägt ist.
[3] Die klassische Omegalage ist ein Beispiel für eine solche blockierende Wetterlage. Dabei wird ein großräumiges Hoch über Mitteleuropa im Süden durch Tiefdruckgebiete flankiert, die Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) ähneln dem griechischen Buchstaben Omega (Ω). Eine solche Wetterlage kann über mehrere Wochen anhalten.

Lufttemperatur in den Städten abends nur langsam ab. Nach Sonnenuntergang ist die Temperaturdifferenz zum Umland am größten, der Wärmeinseleffekt am stärksten ausgeprägt (vgl. Abbildung 3). Durch das Aufsteigen warmer Luft entstehen horizontale Luftdruckunterschiede, die einen thermischen Wind auslösen. Dabei strömt kalte Luft aus dem Umland in die erwärmten Bereiche und trägt zu Abkühlung und erhöhten Luftaustausch bei. Da eine solche Luftströmung bereits von schwachen Umgebungswinden modifiziert werden kann, tritt sie insbesondere bei autochthonen Wetterlagen in Erscheinung.

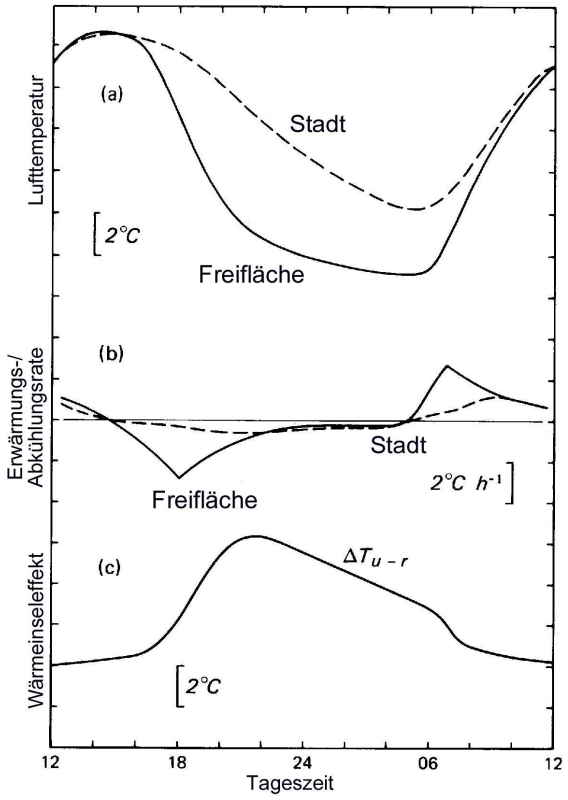


Abbildung 3: Typische tageszeitliche Variation der Lufttemperatur in Städten bzw. über landwirtschaftlichen Freiflächen, die damit verbundenen Erwärmungs- bzw. Abkühlungsraten und der daraus resultierende städtische Wärmeinseleffekt (nach Oke, Boundary Layer Climates, 1987[2])

Ein solches thermisches Windsystem bildet sich in der Regel kurz nach Sonnenuntergang heraus und kann die ganze Nacht hindurch andauern. Die vertikale Erstreckung kann dabei im Laufe der Nacht bei ungestörtem Verlauf von wenigen Metern über dem Grund bis auf mehrere Dekameter anwachsen. Zur Bewertung der Effektivität der Abkühlung dient daher der so genannte Kaltluftvolumenstrom. Er gibt das Volumen an Kaltluft (in m^3) an, das pro Sekunde durch den Querschnitt innerhalb eines thermischen Windsystems fließt, und hängt daher maßgeblich von der (höhenabhängigen) Windgeschwindigkeit ab.

Die wirksamen Verbindungswege zwischen Frei- bzw. Grünflächen mit niedriger bodennaher Temperatur und den Belastungsbereichen werden als Kaltluftleitbahnen bezeichnet. Das Zustandekommen einer Kaltluftleitbahn hängt von der

Bebauungsstruktur ab. Freiflächen, Gewässer, Kleingärten, Parks, etc. sowie Straßen und Bahntrassen sind als Untergründe für Kaltluftleitbahnen geeignet.

Die Eindringtiefe der kalten Luft in die Siedlungsräume ist ebenfalls von der Bebauungsstruktur abhängig und kann in der Größenordnung von mehreren hundert Meter variieren. Eine Einzelhausbebauung wird im Regelfall besser durchströmt als eine Blockbebauung.

Insbesondere unter dem Aspekt der Belastung mit Abgasen bzw. Feinstaub kann die Gebäudegeometrie, bei Berücksichtigung der Lage der Schadstoffquelle, einen maßgeblichen Anteil einnehmen. So genannte Leewirbel (Wirbel im Windschatten von Gebäuden) können dabei zu ausgeprägten lokalen Unterschieden der Schadstoffkonzentration beitragen (s. Abbildung 4).

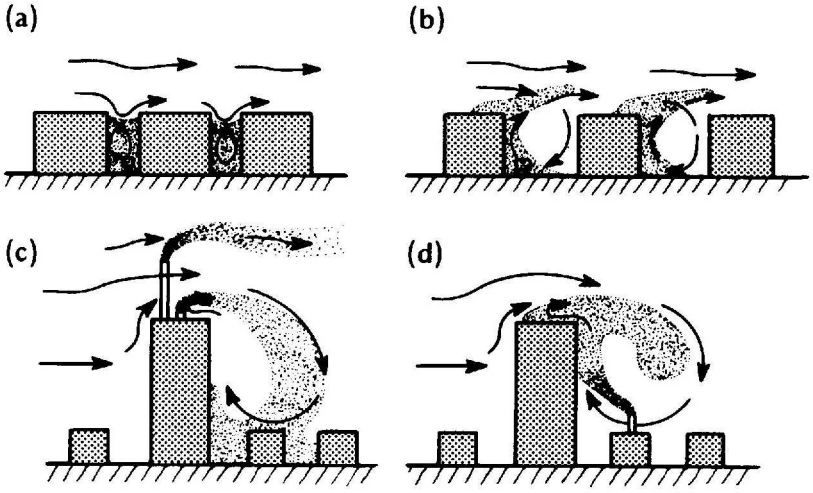


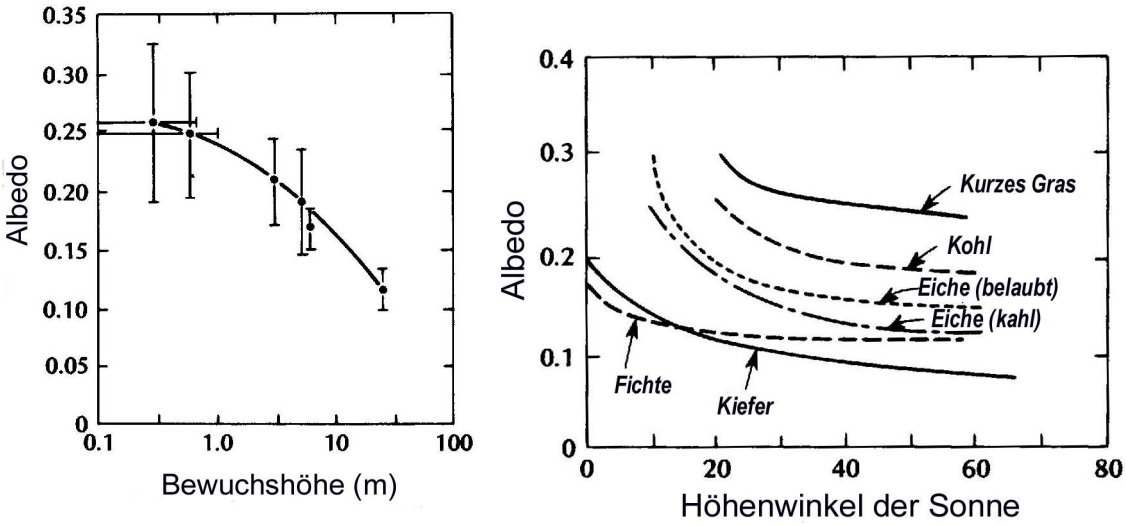
Abbildung 4: Der Einfluss der Gebäudegeometrie auf die Ausbreitung von Schadstoffen durch Leewirbel im Windschatten der Gebäude (nach Oke, Boundary Layer Climates, 1987[2])

Die abkühlende Wirkung einer Kaltluftleitbahn kann durch orographische Effekte verstärkt oder abgeschwächt werden. Insbesondere wenn Grün- und Waldflächen erhöht gegenüber bebautem Gelände liegen oder sich über eine geneigte Fläche mit einem Neigungswinkel > 1 Grad erstrecken, findet eine deutliche Beschleunigung des auftretenden thermischen Windes und seiner Eindringtiefe in die bebauten Bereiche statt. Ursache ist die höhere Dichte von kalter im Vergleich zu warmer Luft. Die Geschwindigkeit (und daher Klimawirksamkeit) nächtlicher Kaltluftzuflüsse in Siedlungsgebieten nimmt daher mit der Neigung sowie dem Temperaturunterschied von bebautem und unbebautem Gelände zu.

2.2 Numerische Modelle

Hinsichtlich der komplizierten Wechselbeziehungen zwischen den für das Stadtklima relevanten Einflussgrößen sowie im Hinblick auf eine Quantifizierung der auftretenden Klimaeffekte haben sich Computermodelle bewährt. Es handelt sich dabei um hoch auflösende Strömungsmodelle, die die Luftbewegung innerhalb von Siedlungsgebieten und an deren Peripherie berechnen. Die Randbedingungen dieser Modelle werden üblicherweise aus der Klimastatistik bzw. von regionalen Klimamodellen vorgegeben.

Typische Gitterweiten dieser Modelle betragen 25m x 25m bis 1000m x 1000m, entsprechend den Kartierungsmaßstäben von 1:20 000 bis 1:100 000, die für Flächennutzungs- bzw. Regionalpläne Einsatz finden. Die vertikale Gitterweite nimmt üblicherweise bis zu einer Höhe von rd. 3000 m zu, damit wird der stärkeren Variation der meteorologischen Parameter in Bodennähe Rechnung getragen. In Höhen oberhalb von 3000 m über dem Boden darf als sicher gelten, dass sich Bewuchs bzw. Bebauung am Grund auf die Strömungsverhältnisse nicht mehr auswirken.



a) b)

Abbildung 5: a) Einfluss der Bewuchshöhe auf das Reflexionsvermögen auftreffender Sonnenstrahlung (Albedo), b) Abhängigkeit der Albedo von Vegetation und Höhenwinkel der Sonne (nach Oke, Boundary Layer Climates, 1987[2])

Die wichtigsten kleinräumigen Strukturen, die die Nutzung des Siedlungsraums und des angrenzenden Umlands kennzeichnen, sind Gebäude sowie Baumbestand. Da diese bereits bei der kleinsten Gitterweite nicht mehr hinreichend aufgelöst werden können, werden sie in Form so genannter Parametrisierungen berücksichtigt. Zum Beispiel kann ein Baumbestand über die mittlere Baumhöhe, die Bestandsdichte sowie die Baumart beschrieben werden. Das unterschiedliche Reflexionsvermögen

von Bewuchsart und–höhe bezüglich der einfallenden Sonnenstrahlung (Albedo, vgl. Abbildung 5 a) und b)) hat Auswirkungen auf den Temperatur- und Feuchtehaushalt; diese Effekte werden in parametrisierter Form bei den Simulationen berücksichtigt.

Die Dichte des Baumbestands bzw. der Bebauung geht ebenfalls in parametrisierter Form als Porosität in die Berechnungen ein (vgl. Abbildung 6). Der Feuchtehaushalt ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung für die Temperaturverhältnisse; daher liefert ein hydrologisches Bodenmodell, mit entsprechender Parametrisierung des jeweiligen Untergrunds, insbesondere unter Berücksichtigung des Versiegelungsgrads, die Randwerte für Temperatur und Feuchtigkeit am Boden.

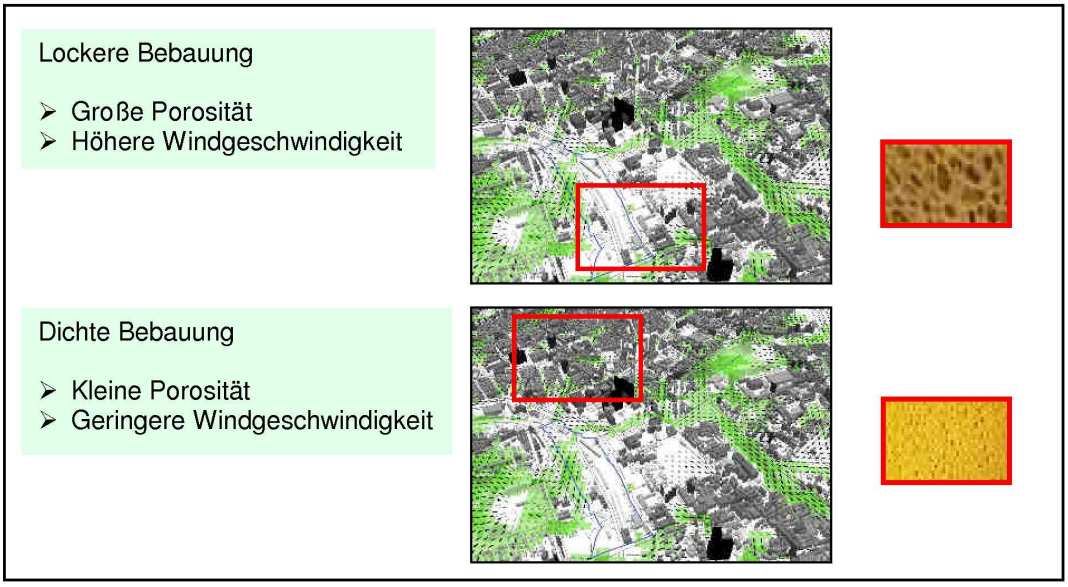


Abbildung 6: Die Bebauungs- und Bewuchsdichte innerhalb eines Rastervolumens ist bei der numerischen Simulation des Stadtklimas durch einen Porositätswert gekennzeichnet. Windgeschwindigkeit und damit Luftaustausch nehmen mit der Porosität ab. (Quelle: Stadtklimagutachten Nürnberg, 2014)

Durch den Einsatz von Computermodellen ist es möglich, Änderungen der Raumnutzung, etwa durch Bebauung, im Hinblick auf die Qualität des Stadtklimas gestalterisch zu begleiten. Beispielsweise lassen sich die Auswirkungen verschiedener Ausgleichmaßnahmen an Gebäuden (Verwendung heller Baumaterialien, Fassaden- und Dachbegrünung etc.) auf das Stadtklima im Vorfeld quantitativ abschätzen.

Die Auswirkungen auf den Menschen werden dabei in Form von Befindlichkeitsindizes abgeschätzt. Weit verbreitet bei raum- und stadtklimatischen Berechnungen ist der Index PMV (Predicted Mean Vote), in dem Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Feuchte und Strahlungstemperatur Berücksichtigung finden. Er gibt das Maß der Wärmebelastung in einem Zahlenwert an, der zwischen -3,5 (Kältestress) und +3,5 (Hitzestress) variiert, siehe Tabelle 1.

PMV	Thermisches Empfinden	Belastungsstufe	Biologische Wirkung
-3,5	sehr kalt	Extrem	Kältestress
-2,5	kalt	Stark	
-1,5	kühl	Mäßig	
-0,5	leicht kühl	Schwach	
0,0	behaglich	Keine	Keine
0,5	leicht warm	Schwach	
1,5	warm	Mäßig	
2,5	Heiß	Stark	
3,5	sehr heiß	extrem	Wärmebelastung

Tabelle 1: Thermisches Empfinden und Belastungsstufe nach dem Predicted Mean Vote (PMV).

3. Die Situation in Bad Vilbel

Im Unterkapitel 3.1 soll eine Darstellung des Stadtklimas Bad Vilbels im Gesamten vorgenommen werden. In dem darauf folgenden Unterkapitel 3.2 wird das Neubaugebiet SpringPark Valley auf seine stadtklimatologischen Auswirkungen hin untersucht. Diese Untersuchung erfolgt rein qualitativ auf Grundlage der Darstellungen in den vorangegangenen Kapiteln.

3.1 Das Stadtklima in Bad Vilbel

Bad Vilbel liegt an der Südspitze der Wetterau. Im Südosten der Kernstadt ist der ausgedehnte Vilbeler Wald gelegen, dessen Fläche in etwa der der Kernstadt gleicht. Der im Südwesten auf dem Schöllberg gelegene Stadtteil Heilsberg grenzt an das Stadtgebiet Frankfurts. Die seit den siebziger Jahren eingemeindeten Ortsteile Massenheim (im Nordwesten), Dortelweil (im Norden) und Gronau (im Nordosten) sind durch Ackerland von der Kernstadt getrennt (vgl. Abbildung 7).

Für das Stadtklima Bad Vilbels sind orographische Effekte von entscheidender Bedeutung. Das Stadtzentrum liegt auf einer mittleren Höhe von 110 m über NN (das Plangebiet SpringPark Valley auf einer mittleren Höhe von 120 m über NN) während sich der Vilbeler Wald auf einer Höhe von rund 120-160 m über NN erstreckt. Der an den Wald angrenzende Bereich Bad Vilbels ist von Einzelhausbebauung mit einem hohen Anteil von Begrünung geprägt. Im Nordwesten befinden sich in rd. 5 km Entfernung vom Stadtzentrum die Erhebungen Galgenberg und Schäferköppel (174 m über NN) inmitten unbebauten Ackerlandes. Die am Wald und auf den Ackerflächen bei nächtlicher Abkühlung nach heißen Sommertagen gebildete Kaltluft führt, durch Orographie und Besiedlungsstruktur begünstigt, zu willkommener nächtlicher Erfrischung im Stadtgebiet Bad Vilbels bei autochthonen Wetterlagen.

Diese treten, wie oben erwähnt, bei sommerlichen Hochdruckgebieten von mehrtägiger Verweildauer über Mitteleuropa, insbesondere blockierenden Wetterlagen, auf. Die Häufigkeit solcher Wetterlagen variiert von Jahr zu Jahr, in einer groben Abschätzung kann davon ausgegangen werden, dass an 5-30 % der Sommertage[4] autochthone Wetterlagen zu erwarten sind.

In der überwiegenden Zeit des Jahres wird das Windfeld hingegen durch die vorherrschende Wetterlage dominiert. Abbildung 8 zeigt die langjährige Häufigkeitsverteilung der unterschiedlichen Windrichtungen über den Zeitraum 1967-1993 am Flughafen Frankfurt (diese Werte dürfen auch für Bad Vilbel als repräsentativ gelten). Berücksichtigt in der Grafik sind Windgeschwindigkeiten ab 2 m/s (die Geschwindigkeiten autochthoner Windfelder liegen in der Größenordnung

[4] Dabei ist zu berücksichtigen, dass infolge des Klimawandels zunehmend auch im Frühjahr mit länger anhaltenden Perioden von ‚Sommertagen' (im meteorologischen Sinne, s.o.) zu rechnen ist.

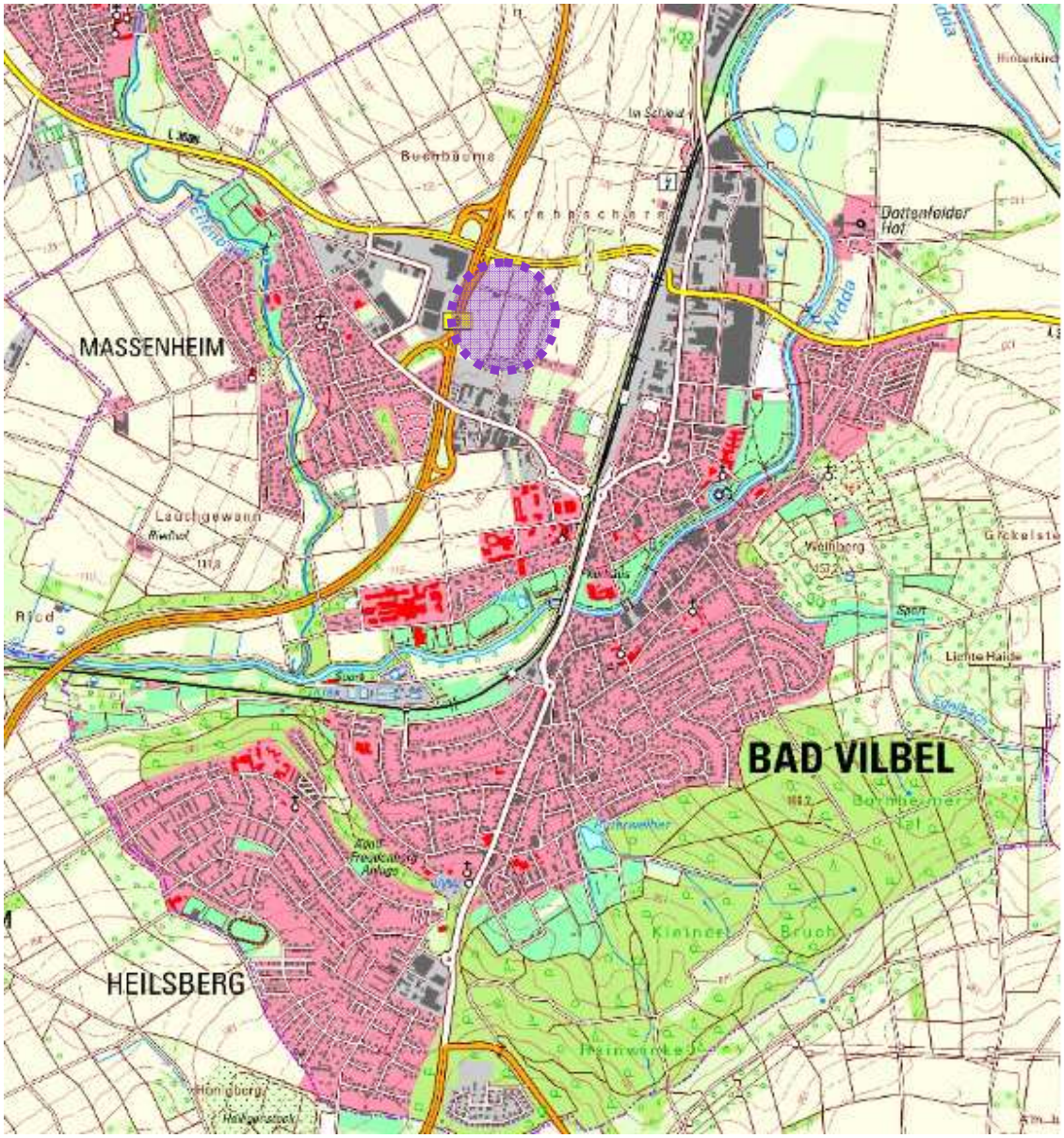


Abbildung 7: Topographische Übersicht Bad Vilbel mit Position des Geltungsbereichs der 9.Ä. Krebsschere (Quelle: DTK25, Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation 2018)

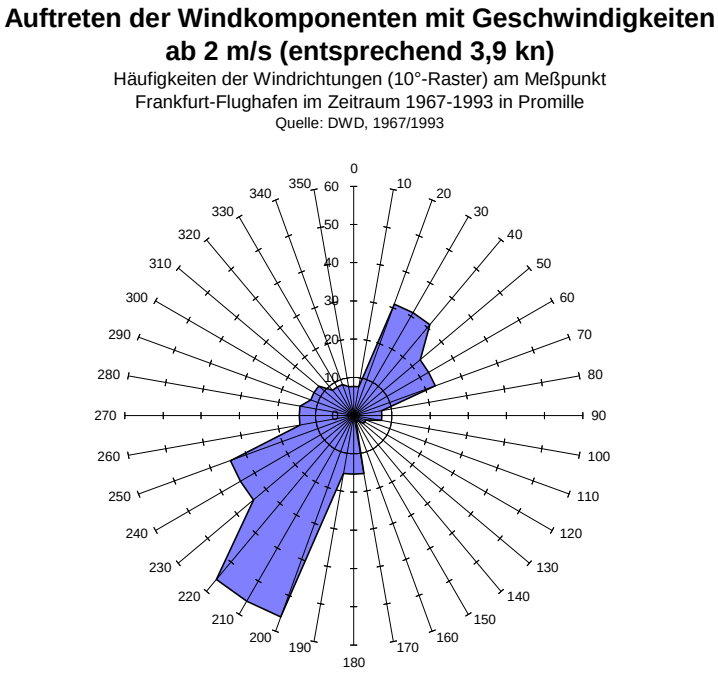


Abbildung 8: Häufigkeiten der verschiedenen Windrichtungen (10°-Raster) am Flughafen Frankfurt im Zeitraum 1967-1993, berücksichtigt werden Geschwindigkeiten ab 2 m/s (Quelle: DWD 1967-1993)

von 1 m/s). Zu über 70 % des Jahres dominieren demnach südliche bis westliche Winde (im Bereich 170°-310° der Windrose), in der übrigen Zeit herrschen Nordostwinde vor (im Bereich 20°-70°).

Wieder durch die Orographie begünstigt, dominiert bei vorherrschenden Windrichtungen die Frischluftzufuhr aus dem Ackerlandgebiet um die Gemarkung Heiligenstock im Südwesten (160-180 m über NN) und den im Nordosten an den Gickelstein (150-160 m über NN) angrenzenden Feldern.

3.2 SpringPark Valley

Abbildung 9 zeigt das Luftbild des Plangebiets ‚Krebsschere' mit dem Teilgebiet SpringPark Valley am nordwestlichen Rand von Bad Vilbel. Das Plangebiet westlich des Nordbahnhofs umfasst rund 19,2 ha und wird im Norden durch die Nordumgehung Bad Vilbel (L 3008), im Westen durch die Bundesstraße B 3 begrenzt.

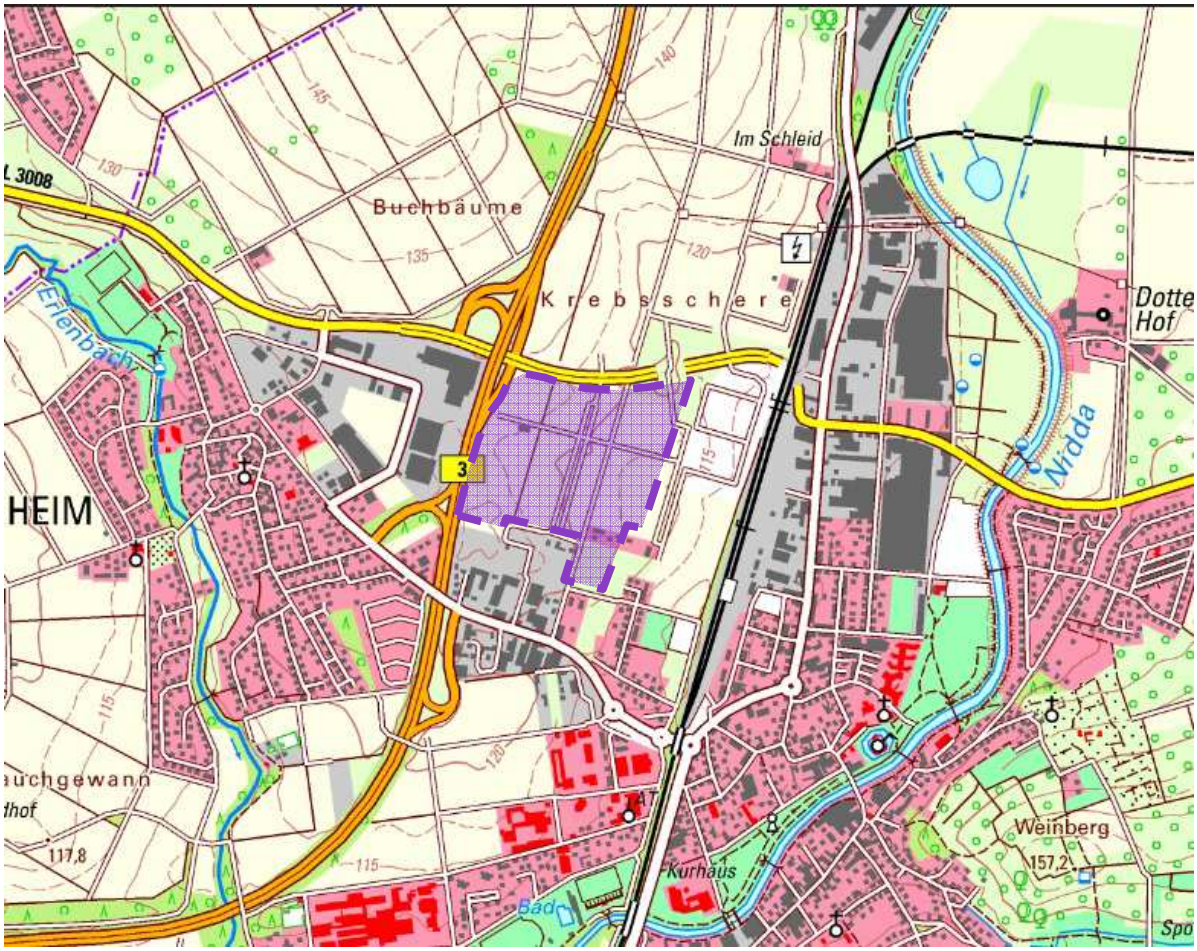


Abbildung 9: Topographische Übersicht zur Lage des Geltungsbereiches der 9.Ä. Krebsschere (Quelle: DTK25, Hess. Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation 2018)

Im gesamten Plangebiet ist eine umfangreiche Begrünung der Dächer und Fassaden vorgesehen. Neben dem unmittelbaren Effekt der Temperaturverminderung und Erhöhung der Luftfeuchte zur Verbesserung des Kleinklimas („Verdunstungskälte“) ist damit auch eine Verminderung der Aufheizung von Gebäuden (und damit des oben beschriebenen Wärmeinseleffekts bei autochthonen Wetterlagen) verbunden.

Befestigte Flächen werden dicht mit hochstämmigen großkronigen Bäumen bepflanzt. Das Aufheizen dieser Flächen wird so vermindert und das Kleinklima positiv beeinflusst. Der Versiegelungsgrad der Flächen soll dabei so gering wie möglich gehalten werden.

Eine mit zahlreichen großkronigen Bäumen bepflanzte Parkanlage durchschneidet das Gesamtgebiet auf einer Breite von 80 m von Süd nach Nord und setzt sich nach Norden in das Plangebiet ‚Im Schleid’ fort.

Durch die beschriebenen Maßnahmen ist gewährleistet, dass die lokalklimatischen Auswirkungen auf die Kernstadt Bad Vilbels durch Springpark Valley äußerst gering ausfallen und der Wärmeinseleffekt damit auf ein Minimum reduziert werden.

Bei Berücksichtigung der Entfernung von ca. 1 km zur Kernstadt ist auch nicht mit einer Beeinflussung der thermisch induzierten Luftströmung aus Nordwesten bei autochthonen Wetterlagen (also zu 5-30% des Jahres) durch die drei exponierten bis zu 59 m hohen Gebäudeteile zu rechnen. Ob bei einer solchen Wettersituation durch Leewirbel im Windschatten der drei exponierten Gebäudeteile erhöhte Schadstoffkonzentrationen auf der der Kernstadt zugewandten Seite auftreten können, hängt entscheidend davon ab, wie intensiv und umfangreich die vertikale und die Dachbegrünung der Gebäude sowie der Flächen zwischen den Gebäuden tatsächlich erfolgen werden.

Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass bereits jetzt durch die Trasse der B 3 der Kaltluftzufluss aus Nordwesten eine Abbremsung erfährt. Die Bundesstraße als derzeitige Hauptquelle von Abgasschadstoffen wird auf der der Kernstadt abgewandten Seite von Springpark Valley liegen. Die ökologisch bewusste Gestaltung des neuen Gewerbegebiets könnte daher sogar zu einer Verbesserung der Luftqualität in der Kernstadt führen, dies zumindest im Vergleich zu Art und Maß der Bebauung, die durch den bislang rechtkräftigen Bebauungsplan möglich gewesen wären.

4. Zusammenfassung

In den vorangehenden Kapiteln wurde eine qualitative Bewertung des Bad Vilbeler Stadtklimas sowie eine Abschätzung der Auswirkungen des Neubaugebiets SpringPark Valley auf das lokale Klima vorgenommen. Diese Untersuchungen basieren auf Betrachtungen zum Stadtklima, deren Grundlagen in den ersten beiden Kapiteln dieser Studie dargestellt wurden. Darüber hinausgehende quantitative Aussagen erfordern den Einsatz numerischer Modelle zur Klimasimulation.

Die Abschätzungen gelangen zu dem Ergebnis, dass durch das Neubaugebiet keine gravierenden Veränderungen für das Lokalklima der Bad Vilbeler Kernstadt zu erwarten sind; dies insbesondere im Vergleich zu den möglichen Auswirkungen des aktuell rechtskräftigen Bebauungsplanes. Positiv auf Kleinklima und Luftqualität wirken sich dabei die geplanten umfangreichen Begrünungsmaßnahmen auf und an den Gebäuden sowie auf Straßen und Plätzen aus, hinzu kommen die ohnehin günstigen Rahmenbedingungen bezüglich der Grün- und Waldflächen im Umland der Stadt Bad Vilbel, deren Gunstwirkungen für die Kernstadt Bad Vilbels durch SpringPark Valley nur unwesentlich beeinflusst werden.

5. Literatur

Einführende Literatur

Ministerium f. Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2010). *Handbuch Stadtklima*. Düsseldorf. (abrufbar im Internet unter www.klimawandel.nrw.de)

IPCC (2007). *Klimaänderung 2007: Zusammenfassung f. politische Entscheidungsträger*. (abrufbar im Internet unter http://www.de-ipcc.de/de/128.php)

Groß, G. und C. Etling (2003). Numerische Simulationsmodelle. *promet 30* (1/2), 28-38. (abrufbar im Internet unter http://www.met.fu-berlin.de/~dmg/promet/30_12/3_Gross.pdf)

Weiterführende Literatur

Arya, S.P. (1988). *Introduction to Micrometeorology*. San Diego: Academic Press.

Groß, G. (1993). Numerical *Simulation of Canopy Flows*. Berlin u. Heidelberg: Springer.

Oke, T.R. (1987). Boundary Layer Climates (2. Auflage). London u. New York: Methuen.