

Fakten – kurz und bündig

Hitzebelastungen, Klimafunktionsgebiete und Kaltluftschneisen

erstellt von:
Arbeitskreis Luft/Klima/Lärm im BUND Hessen

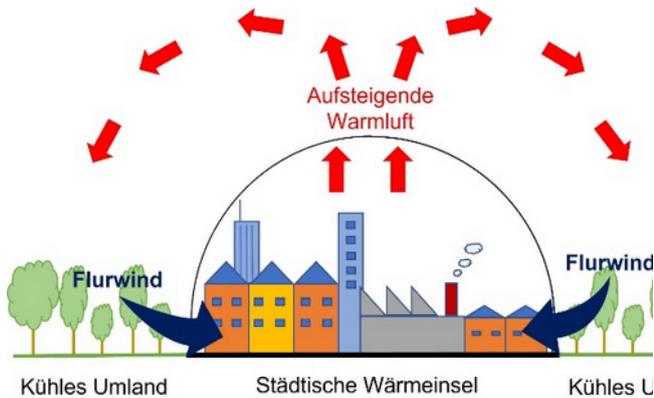


Abb.1: Funktionsweise des Stadtklimas (eigene Darstellung)

Grundbegriffe und Kriterien

Das Mikroklima in städtischen Ballungsräumen wird sowohl für den thermischen Aspekt (Hitzebelastung) als auch für die Lufthygiene (Schadstoffe) maßgeblich durch dynamische Lüftungseffekte beeinflusst. Bei der Bewertung räumlicher Planungen - insbesondere neuer Gewerbe- und Wohngebiete - müssen deshalb die nachfolgenden Begriffe und Kriterien herangezogen werden.

Zur Bedeutung der Wärmeinseln für die gesundheitliche Belastung wird darauf hingewiesen, dass bereits im Zeitraum von 2001 bis 2010 die zusätzlichen Hitzetoten in Berlin zwischen 695 und 2.118 pro Jahr berechnet wurden [AFOK 2016]. In Hessen wurden 1000 zusätzliche Sterbefälle gemeldet [HLNUG 2018]. Dies trat vermehrt in Städten und Ballungsräumen auf.

Wärmeinseln treten in Städten und Ballungsräumen auf und beschreiben die Unterschiede der Lufttemperatur zwischen Stadt und Umland und führen zu höheren bioklimatischen Belastungen, was durch eine gute Belüftung vermindert werden kann. Thermische Winde als Flurwinde am Rande von Park- und Grünanlagen sind auch bei schwacher Luftbewegung wirksam.

Es müssen deshalb alle Maßnahmen (inklusive Baumaßnahmen) vermieden werden, die den Frischlufttransport behindern. Hitzewellen und weitere Folgen des Klimawandels werden in Zukunft aber auch kleine und mittlere Städte betreffen, weswegen eine frühzeitige und umfassende Analyse und deren Berücksichti-

gung in kommunalen Prozessen dort ebenfalls notwendig wird.

Kaltluftentstehungsgebiete sind vor allem forst- und landwirtschaftlich genutzte Freiflächen (Wiesen, Äcker, Wald), auf denen sich auf Grund einer negativen Strahlungsbilanz, insbesondere bei guten nächtlichen Abstrahlungsverhältnissen, die Oberfläche und somit auch die darüber liegenden Luftmassen verhältnismäßig rasch abkühlen. Zur Wirkung ist die räumliche Größe der Abflussbahn ausschlaggebend.

Grünes Freiland, d.h. Wiesen, Felder, Brachland und Gartenland mit niedriger Vegetationsdecke produzieren aufgrund ihrer nächtlichen Auskühlung größenordnungsmäßig 10 bis 12 Kubikmeter Kaltluft pro Quadratmeter und Stunde. Die hohe Kaltluftproduktivität grünen Freilandes ist zudem mit der Eigenschaft verbunden, dass von hier abfließend Kaltluft in nur geringem Maß durch Strömungshindernisse gebremst wird.

Waldgebiete wirken ebenfalls als nächtliche Kaltluftproduzenten. Im Waldbestand kühlt sich im Gegensatz zum Freiland ein größeres Luftvolumen ab, erreicht jedoch nicht die tiefen Temperaturen der Freiflächen [BW MV 2012]. Zudem kann der Volumenstrom der abfließenden Kaltluft durch dichte Vegetation behindert werden.

Kaltluftvolumenstrom beschreibt die Kaltluftmenge, welche durch einen Querschnitt eines Hanges oder einer Luftleitbahn fließt und in der Einheit $m^3/(m \cdot s)$ angegeben wird.

Luftleitbahnen transportieren in der Regel frische und kühle, aber hinsichtlich der lufthygienischen Situation nicht näher spezifizierte Luftmassen (Mayer 1994). Sie zeichnen sich durch eine geringe Bodenrauigkeit aus, soweit keine Barrieren vorhanden sind.

Systematisch zu unterscheiden sind

Windarme Strahlungswetterlagen (autochthone Wetterlagen):

Vor allem oberhalb der städtischen Tallagen bilden sich Hang- und Talwinde in einem charakteristischen Tagesgang. So strömen nachtsüber in Luftleitbahnen die Luftmassen zu Tal und entfalten dort ihre bioklimatisch positive Wirkung zur Abmilderung klimatischer Stresssituationen (Abb. 2). Je nach den örtlich ausgebildeten Strukturen wirken die Kaltluft-Leitbahnen gleichzeitig als anteilige Kaltluft-Entstehungsflächen.

Windbestimmte (advektive) Wetterlagen:

Hierbei können je nach Lage und Richtung von horizontalen Windbewegungen auch Luftleitbahnen mit einem großen Einfluss auf die urbanen Räume verstärkt werden.

Stadtklima, Belüftung und Luftschadstoffe

Durch die städtische Baukörperstruktur werden die mittleren Windverhältnisse hinsichtlich Richtung, Geschwindigkeit und Turbulenz stark beeinflusst. Allgemein weist die Windgeschwindigkeit in der bodennahen Grenzschicht deutlich niedrigere Werte auf als diejenige im unbebauten Umland.

Schlechtere Durchlüftung führt in Städten häufig zur Akkumulation von Luftschadstoffen wie Feinstaub, Stickoxiden und Ozon. Windrichtungskanalierungen erfolgen nach Lage der Baukörper und Straßenzüge. Dadurch können Eckeneffekte erhöhter Böigkeit und abrupte Richtungs- und Geschwindigkeitswechsel verursacht werden.

Die verminderte Windgeschwindigkeit und fehlende Belüftung führt in urbanen Bereichen zu einer höheren bioklimatischen Belastung, wodurch Wärmeinseln nicht abgebaut werden.

Kaltluftschneisen als kombinierte Wirkung

Für das menschliche Wohlbefinden ist es ohne Bedeutung, aus welchem „Betriebszustand“ die Frisch- und Kaltluft herangeführt wird. Eine Luftleitbahn kann sowohl durch windbestimmte Wetterlagen tags- und nachtsüber als Kaltluftzufuhr wirken, während eine Luftabflussbahn nur nachts bei ausreichender Abkühlung wirkt.

Beide Systeme müssen uneingeschränkt in ihrer Funktionsfähigkeit erhalten bzw. nach Möglichkeit verbessert werden, um eine Verschlechterung des Stadtklimas zu verhindern.

Kaltluftschneisen können Bäche, Grünzüge oder stark begrünte Straßen sein. Vorteilhaft ist ein möglichst großes Gebiet, in dem Kaltluft entstehen kann (Wälder, Wiesen, Felder, Kleingärten), eine starke Hangneigung für schnellen Luftabfluss und eine möglichst breite Kaltluftschneise ohne Hindernisse (wie z.B. Bahn- oder Straßendamm quer zur Fließrichtung, natürliche Wälle, Häuser).

Zur Beurteilung der Mächtigkeit und Wirksamkeit der Kaltluft ist das Kaltluftentstehungsgebiet in Bezug zu setzen.

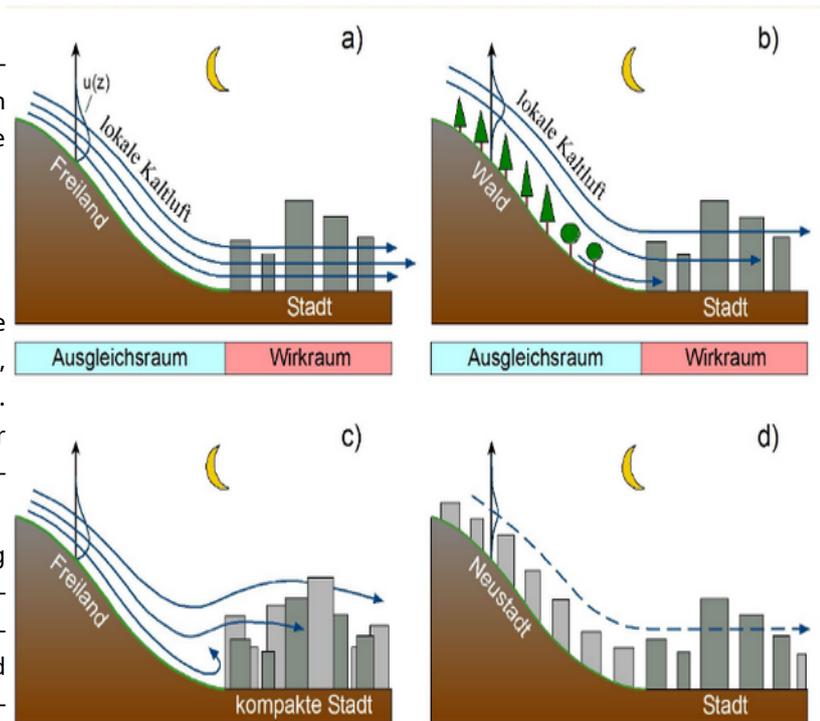


Abb. 2: Luftleitbahnen für nächtliche Stadtbelüftung a) und b) ausreichend belüftet c) bei verdichteter Innenstadt und d) bei räumlicher Ausdehnung [DWD 2021]

Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen

In den **Regionalplänen** werden Vorrang- und Vorbehaltsgebiete für besondere Klimafunktionen festgelegt. Diese werden gestützt auf Parameter rechnerisch ermittelt und mit anderen räumlichen Belangen abgewogen [HMWEVW 2022].

Dabei sind die beiden Gebietskategorien deutlich zu unterscheiden. Die **Vorranggebiete** sind endgültig abgewogen. Hier „haben die Kaltluftbildung und der Kaltluftabfluss Vorrang vor [allen] entgegenstehenden Nutzungen“. Entsprechend gilt für alle räumlichen Planungen und öffentlichen Maßnahmen das verbindliche Ziel, dass eine Beeinträchtigung von Produktion und Transport von Kaltluft oder der Durchlüftung von thermisch belasteten Siedlungsgebieten nicht zulässig ist.

Die **Vorbehaltsgebiete** stellen hingegen Grundsätze dar, die bei Planungen und Maßnahmen zu beachten sind, aber in der Abwägung anderen Belangen untergeordnet werden können. Kaltluftbildung und -abfluss sollen gesichert und soweit erforderlich wiederhergestellt werden.

Die Regionalplanung erkennt dabei auch die besondere Schutzwürdigkeit von **belüftungsrelevanten Strömungssystemen** von geringer Intensität an, da sie durch eine Erhöhung der Rauigkeit (z. B. durch Bebauung) zum Erliegen kommen könnten.

Bewertung

Es ist wichtig:

- a) immer den Bezug einer Produktionsfläche von Frisch- und Kaltluft und deren räumliche Wirkung qualitativ zu beschreiben und
- b) Klimafunktionsgebiete bzw. klimatisch relevante Freiflächen mit einer geringen Bodenrauigkeit (ohne Barrieren) in Verbindung zu den Wirkungsräumen zu betrachten (Überströmungswirkung).



Foto: Sichtbarmachung einer Kaltluftströmung mit paralleler Messung

Qualitativ sind Klimafunktionsflächen hinsichtlich dem Kaltluftentstehungspotential und den zugehörigen Abflusseigenschaften getrennt für die erste und zweite Nachthälfte bei tropischen Nächten zu beschreiben.

Die **Kaltluftvolumenstromdichte** wird bezogen auf die Belüftungsfunktion von Siedlungsbereichen in Bewertungsgrößen bezüglich Kaltluftmenge und Durchlüftungsqualität unterteilt [VDI 3887-5]. Auch geringe Windgeschwindigkeiten entfalten positive Wirkungen.

Bei der Ausweisung von neuen Baugebieten ist sicherzustellen, dass in dem neuen Baugebiet und in den benachbarten bestehenden Baugebieten Kaltluftströme gewährleistet sind.

Als wichtig wird erachtet die räumliche Verbindung vom Entstehungsraum (Quellgebiet) zum Wirkraum (Zielgebiet) zu beachten, um die jeweilige Relevanz der Kaltluft einschätzen zu können. Große Kaltluftvolumenströme können ihre Wirkung auch in entfernteren Gebieten entfalten, bei niedrigeren Werten sind die kleinräumig lokalen Bedingungen entscheidend.

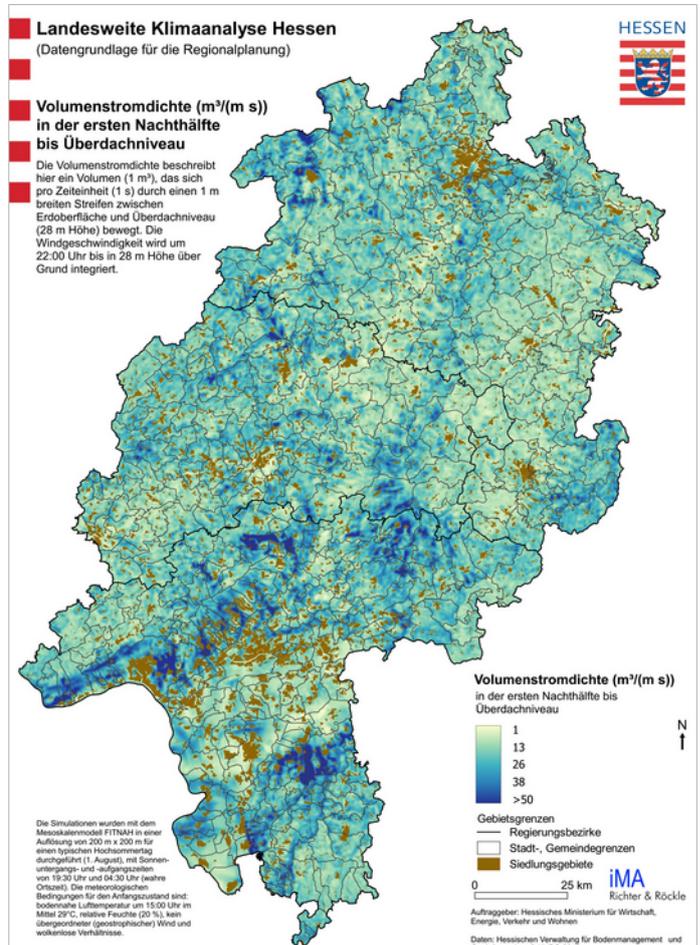
Wichtige Kriterien bei der Planung von Baugebieten

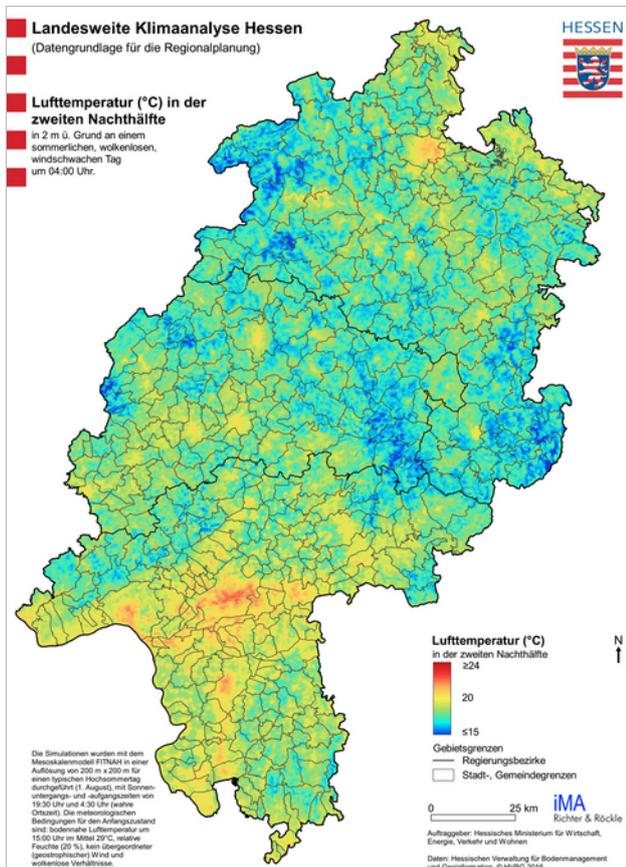
Zur Bearbeitung und Stellungnahmen bei der Planung neuer Stadtteile müssen Barrierewirkungen und die Veränderung der Kaltluftproduktion und deren Abfluss berücksichtigt und bewertet werden. Dieses betrifft Flächennutzungspläne, städtische Entwicklungsmaßnahmen und Bebauungspläne wie folgt:

1. zusätzliche Flächen mit starker Durchgrünung bei geringer Gesamtversiegelung als Quelle für Kühlung und Luftverbesserung;
2. Schutz und Nutzung vorhandener Grün- und Freiflächen zur Gesundheitsförderung;
3. Höhe von Neubauten nur unterhalb der angrenzenden Bebauung;
4. keine Gebäude mit Längsrichtung quer zum Kaltluftabfluss, d.h. keine Riegelbebauung;
5. Erstellung aussagekräftiger Klimafunktionskarten oder Klimagutachten bei Zielgebieten mit starker thermischer Belastung.

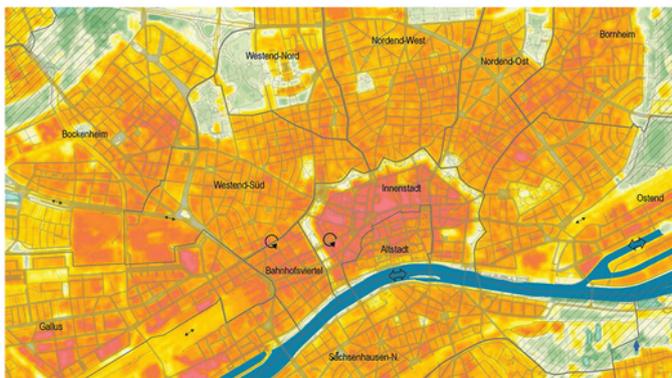
Durch den Einsatz von Klimafunktionskarten können wichtige Strategien bezüglich der zukunftsgerechten Entwicklung von Stadtquartieren erarbeitet werden – oder gar neue Baugebiete gänzlich in Frage gestellt werden.

Die hessenweite Klimaanalyse [HMWEVW 2022] gibt einen Überblick der Regionen mit hoher thermischer Betroffenheit und eine grobe Darstellung der Kaltluftströmungen. Diese reichen nicht aus, um klare Ableitungen für zukünftige Baugebiete zu treffen. Hierfür müssen auf regionaler Ebene genauere Analysen und Gutachten erstellt werden.





„Die wesentlichen Inhalte der landesweiten Klimaanalyse Hessen sind die Identifikation der thermischen Betroffenheit der Bevölkerung und die Bewertung der für die Siedlungsräume belüftungsrelevanten Flurwinde und Kaltluftströmungen inklusive ihrer Entstehungsräume und Luftleitbahnen.“ [HMWEVW 2022]



Grafik: Lokale Klimafunktionskarte am Beispiel von Frankfurt a.M. aus dem Jahr 2016.

„Die landesweite Klimaanalyse Hessen ersetzt keine Stadtklimagutachten bzw. lokalen Klimaanalysen im Rahmen von geplanten Maßnahmen und Vorhaben. Sie kann jedoch einen Überblick, beispielsweise über die thermische Belastungssituation im landesweiten Vergleich oder die großräumigen Strömungssysteme, geben.“ [HMWEVW 2022]

Quellen und weitere Literatur

[AFOK 2016] Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin - Hauptbericht

[BUND Hessen 2018] WACHSTUM DER BALLUNGSRÄUME - Grüne Infrastruktur im Siedlungsraum sichern - Flächen- und Ressourcenverbrauch begrenzen (2018)

https://www.bund-hessen.de/fileadmin/hessen/Publikationen/Arbeitskreise/AK-Flaechenschutz/Flaechenschutz-Ballungsräume_8-2018_BUND-Hessen-Positionspapier.pdf

[DWD 2021] Deutscher Wetterdienst: Simulation der Temperaturverhältnisse und der nächtlichen Abkühlung in Aschaffenburg

https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimawirk/stadtpl/stadtklimaprojekte/projekt_aschaffenburg/schlussbericht_aschaffenburg.pdf

[HLNUG 2018] Hessische Landesanstalt für Natur, Umwelt und Geologie: Folgen des Klimawandels für die menschliche Gesundheit

https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimawandel_gesundheit.pdf

[HLNUG 2019] Kommunale Klimaanpassung – Hitze und Gesundheit – Ein Methodenbaukasten

https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/klimprax/KLIMPRAX-Stadtklima2019/B-hitze_in_der_Stadt-modellbaukasten-20190820-inter-net.pdf

[HLNUG 2022] Checkliste Klimawandelangepasste Quartiere in Hessen

https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/klima/Checkliste_klimaangepasste_Quartiere_FINAL.pdf

[HMWEVW 2022] Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen: Landesweite Klimaanalyse / Kaltluftströmungssituation unter Berücksichtigung des klimawandelbedingten Temperaturanstiegs

<https://landesplanung.hessen.de/klima/landesweite-klimaanalyse>

[Mayer, H. u.a. 1994] Bestimmung von stadtklimarelevanten Luftleitbahnen, UVP Report 7/94, S. 265-268

[VDI 3787-5 2003] Umweltmeteorologie - Blatt 5: Lokale Kaltluft

Anmerkung: die dort zugrunde gelegten Werte für minimale Kaltluftströme gelten jedoch inzwischen als überholt.

[BW-MV] Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg: Städtebauliche Klimafibel - Hinweise für die Bauleitplanung (2012)

<http://www.staedtebauliche-klimafibel.de/>

Kontakt AK Luft/Klima/Lärm

Mail-Adresse: ak_luft@bund-hessen.de

Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland



FRIENDS OF THE EARTH GERMANY