

Stadtklimaanalyse Hanau

Strukturausschuss

Vorstellung Stadtklimaanalyse 2024

14. Mai 2025

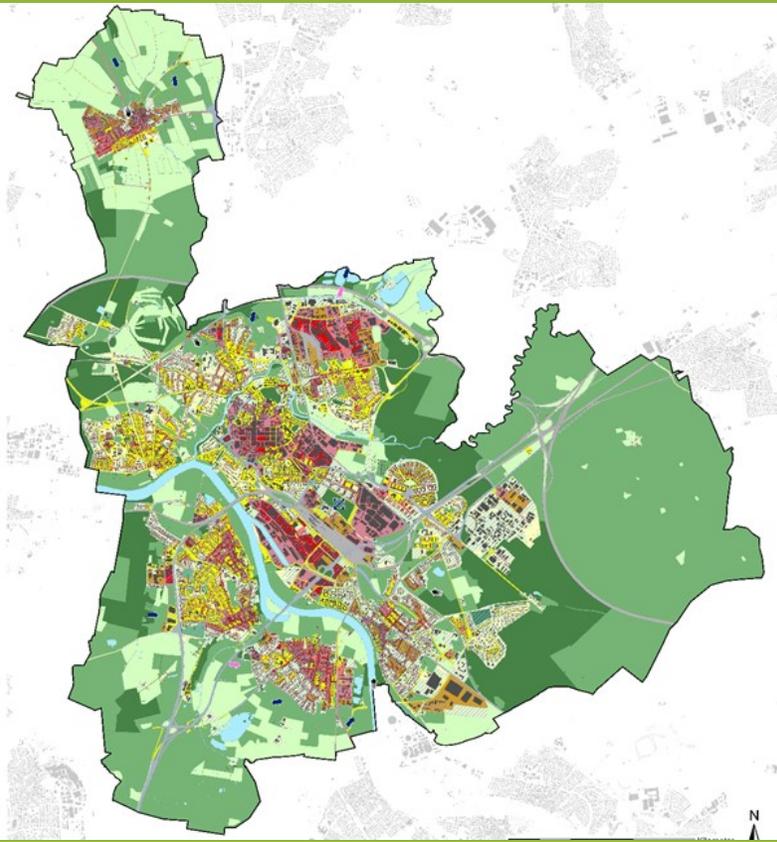
Dr. Jens Dahlhausen

GEO-NET Umweltconsulting GmbH



- **Was ist neu?** (Vergleich der Stadtklimaanalysen von 1992 vs. 2024)
- **Womit ist in Zukunft zu rechnen?** (Ergebniskarten)
- **Zentrale Erkenntnisse** (Handlungsschwerpunkte, Maßnahmen, etc.)





PLANUNGSHINWEISKARTE
 Die Planungshinweiskarte basiert auf den Ergebnissen der Bestands-Simulation unter Berücksichtigung der aktuell rechtserfülligen Bebauungspläne. Als Syntheskarte der Klimanalyse identifiziert und analysiert sie Ausgleichs- und Belastungsrisikofelder und gibt erste stadtklimatische Planungsempfehlungen. Detaillierte flächenkonkrete Informationen zu einzelnen Klimaparametern und der humanbioklimatischen Situation für Tag bzw. Nacht sind der Klimanalysekarte, den Bewertungskarten sowie dem Bericht zu entnehmen.

WIRKRAUM: SIEDLUNGSFLÄCHEN UND ÖFFENTLICHER RAUM
Stadtklimatische Handlungspriorität
 Die Handlungsprioritäten leiten sich aus der Gesamtbewertung der humanbioklimatischen Situation ab. Dabei wurden Tag- und Nachtsituation miteinander verknüpft. Die Bewertung beruht in bewohnten Gebieten hauptsächlich auf den Schärfebedingungen (nächtliche Überwärmung und Kaltluftfunktions), in unbewohnten Gebieten und dem Straßensystem vorrangig auf der Aufenthaltsqualität im Außenraum am Tag. Die Bewertung nach Handlungsprioritäten soll helfen zu differenzieren auf welchen Flächen Maßnahmen zur stadtklimatischen Anpassung besonders wichtig und bevorzugt anzugehen sind. Konkrete Handlungsempfehlungen unterscheiden sich nach den lokalen Gegebenheiten und können dem Bericht entnommen werden.

Hoch
 ↓
 Handlungspriorität 1 (23,2 % Flächenanteil)
 Handlungspriorität 2 (27,7 % Flächenanteil)
 Handlungspriorität 3 (27,7 % Flächenanteil)
 Handlungspriorität 4 (20,6 % Flächenanteil)
 keine vorrangige Handlungspriorität (20,6 % Flächenanteil)
 Niedrig

AUSGLEICHSRAUM: GRÜN- / FREIFLÄCHEN, LANDW. FLÄCHEN, WALD
Stadtklimatischer Schutzbedarf
 Der Schutzbedarf der stadtklimatischen Funktion bestimmt sich vorrangig durch die bioklimatische Bedeutung der Flächen und erfolgt durch Veranschaulichung der Tag- und Nachtsituation. Konkrete Maßnahmenvorschläge sind dem Bericht zu entnehmen.

Hoher Schutzbedarf (22,4 % Flächenanteil)
 Diese Bereiche weisen mittlere bis hohe Kaltluftproduktionsrate und Windgeschwindigkeiten auf. Die Flächen sind mit Empfindlichkeit gegenüber nutzungsgemäßer Eingriffe bewertet. Auf die Erhaltung der klimatischen Funktion ist zu achten. Je nach Vorhabengröße kann dies über eine qualitative Stellungnahme oder ein mikroklimatisches Detailgutachten erfolgen.

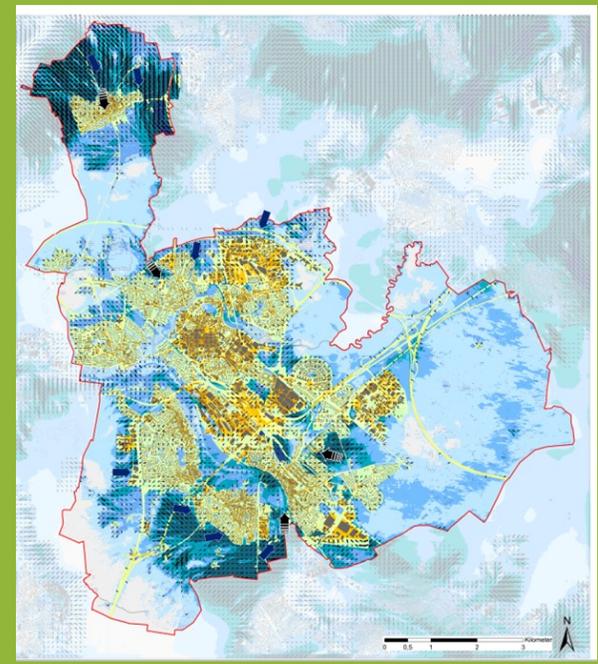
Erhöhter Schutzbedarf (20,6 % Flächenanteil)
 Diese Bereiche transportieren nur geringe Mengen an Kaltluft zum Siedlungsraum und/oder besitzen keinen Siedlungsbezug. Auf die Erhaltung der grundsätzlichen klimatischen Funktion ist zu achten. Für größere Vorhaben (z.B. Gewerkepark, Hochhaus) sollte eine qualitative Stellungnahme zur Optimierung der Planung erfolgen.

Kein erhöhter Schutzbedarf (21,0 % Flächenanteil)

KALTLUFTPROZESSE
 Übergeordnete Kaltluftleitbahn
 Linienhafte Strukturen, welche über Planungen kalte Luft aus Grünflächen im Umland weitreichend in das überkommene Stadtgebiet transportiert.
 Kaltluftabfluss
 Kühle, flächenhaft auftretende Hangabwinde
 Kaltluftabfluss: Potentiell lufthygienisch belastet
 Eine potentielle lufthygienische Belastung des Prozessgeschehens ergibt sich daraus, dass die Kaltluft über eine siedlungsnahe größere Emissionsquelle strömt, und so bei autochthonen Wetterlagen Luftschadstoffe in die angrenzenden Wirkräume transportiert.
 Parkwind
 Kühnende Ausgleichsströmung aus einer umbauten Grünfläche
 Kaltluftwirkungsbereich im Siedlungsraum

RAUMSTRUKTUR
 Baufeldgrenze Sonstiger Verkehrsraum
 Gebäude Gewässer

Was ist neu?
 Stadtklimaanalyse 2024





Klimagutachten 1992

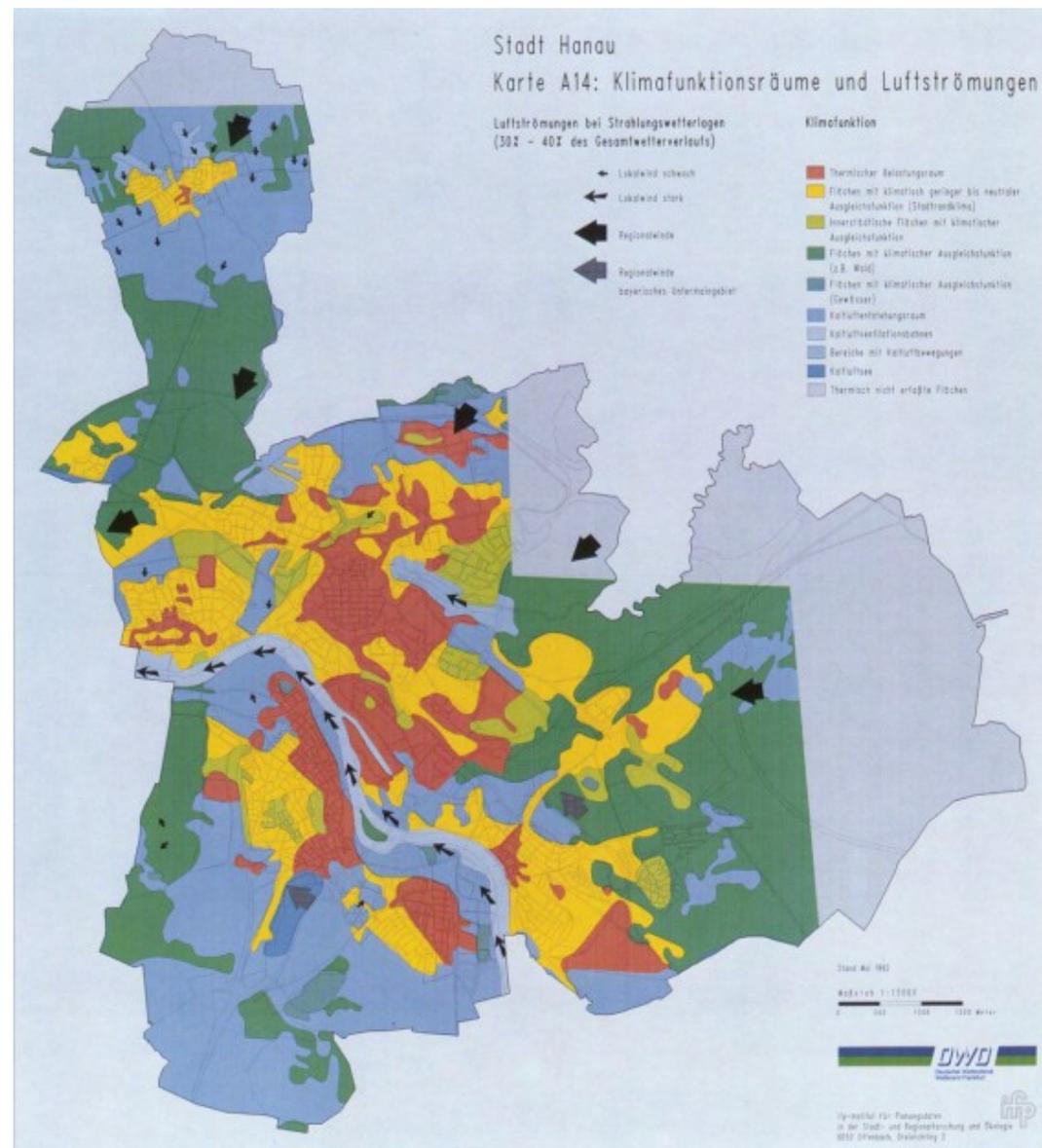
- Datengrundlagen:
 - Meteorolog. Messdaten
 - Bodenanalysen
 - Thermalbefliegungen
- **Klimafunktionskarte (1x)**
- **Planungshinweiskarte (1x)**
- Meteorolog. Messungen & Messfahrten

Stadtklimaanalyse 2024

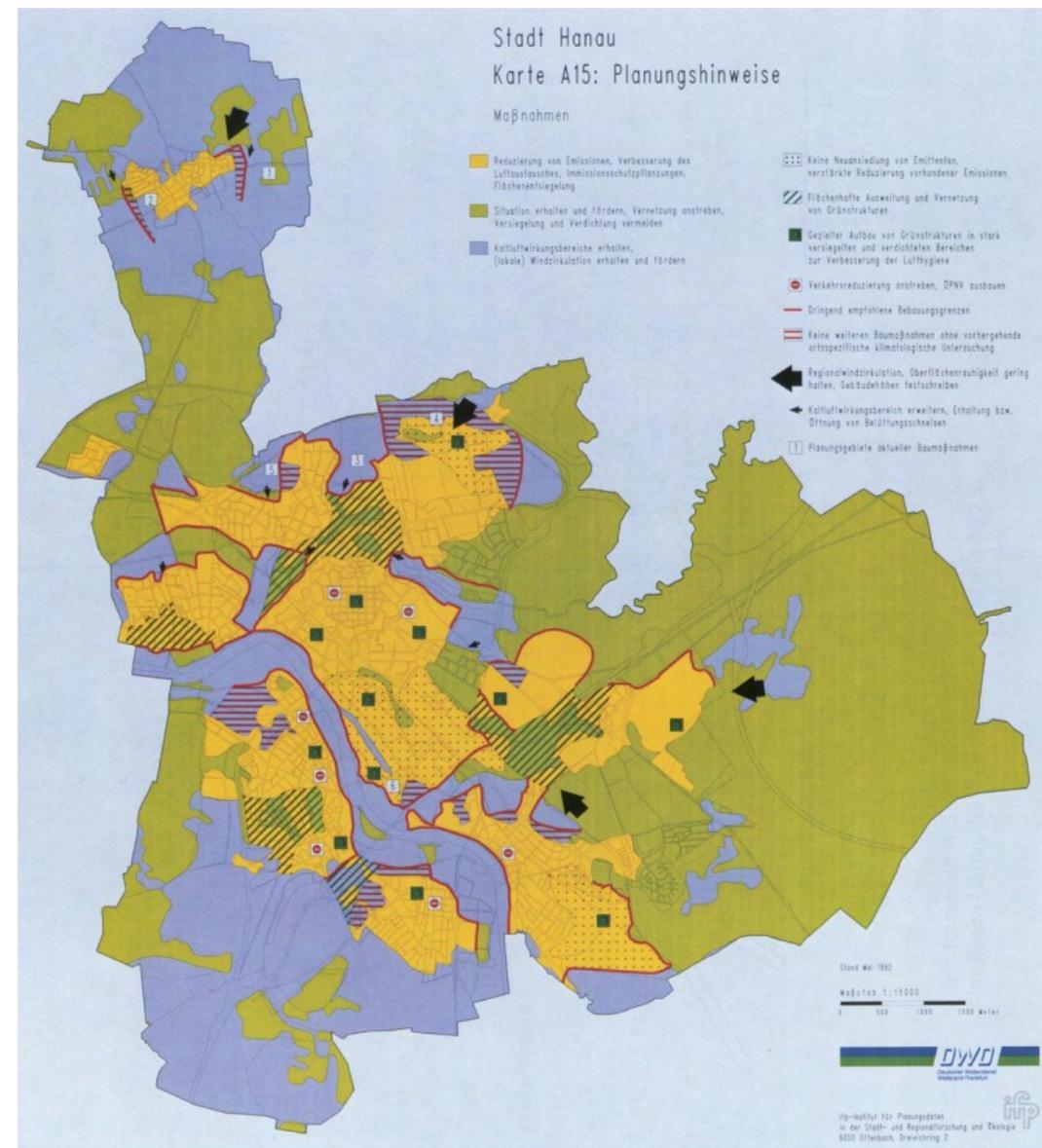
- Raster-Auflösung **5 m** horizontal
- Detailliertere Berücksichtigung von Eingangsdaten wie bspw. LSW
- Berücksichtigung des **Klimawandels** (Hitze & Trockenheit)
 - **3 verschiedene Szenarien**
- Modellausgabegrößen: Lufttemperatur (Tag & Nacht), Kaltluftvolumenstrom, Windgeschwindigkeit, Windvektoren, Kaltluftproduktionsrate, PET
- **Klimaanalysekarte (1)**
- **Bewertungskarten (2x)**
- **Planungshinweiskarte (1x)**
- Referenzmessungen & Messfahrten



Klimafunktionskarte

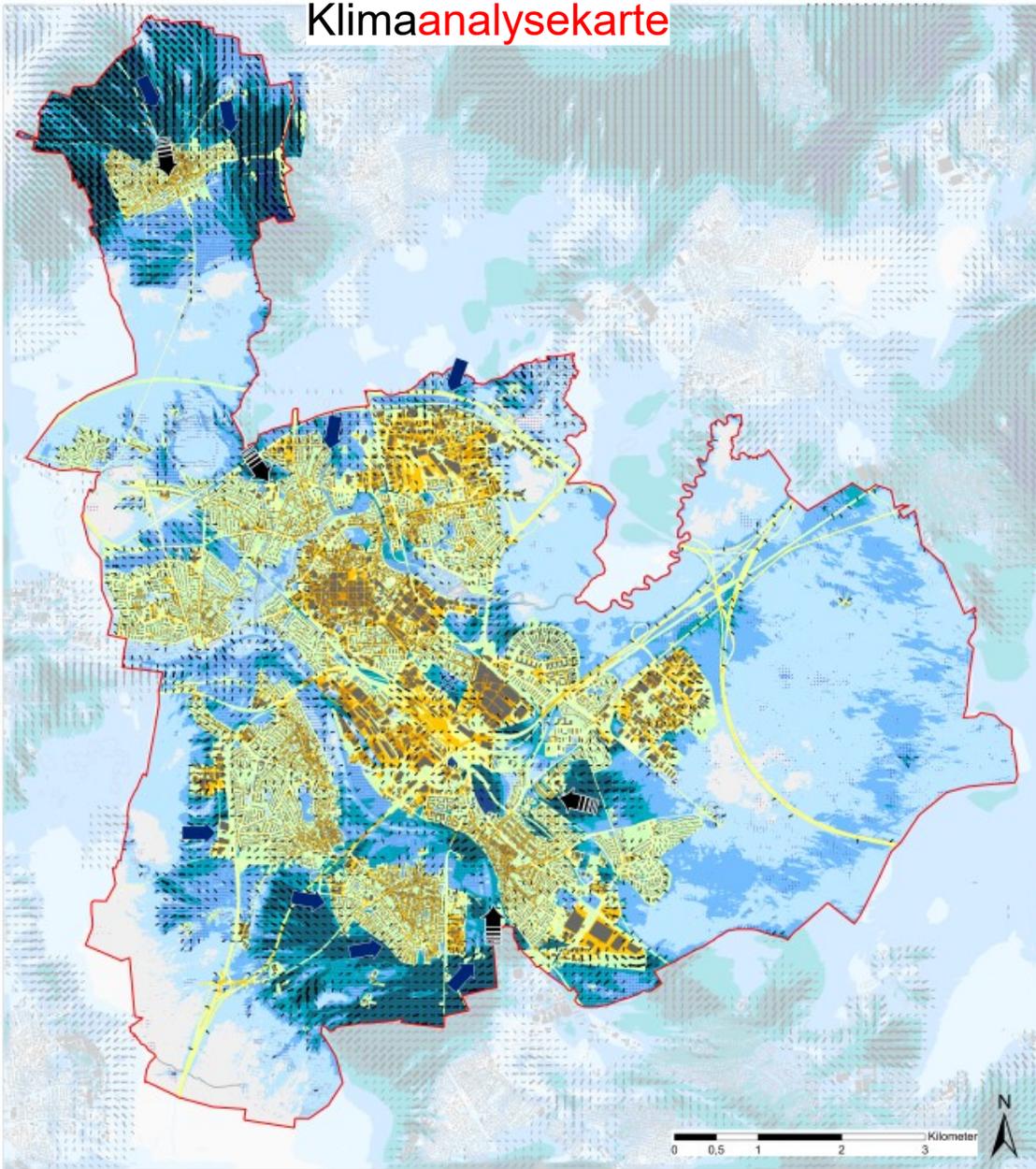


Planungshinweiskarte

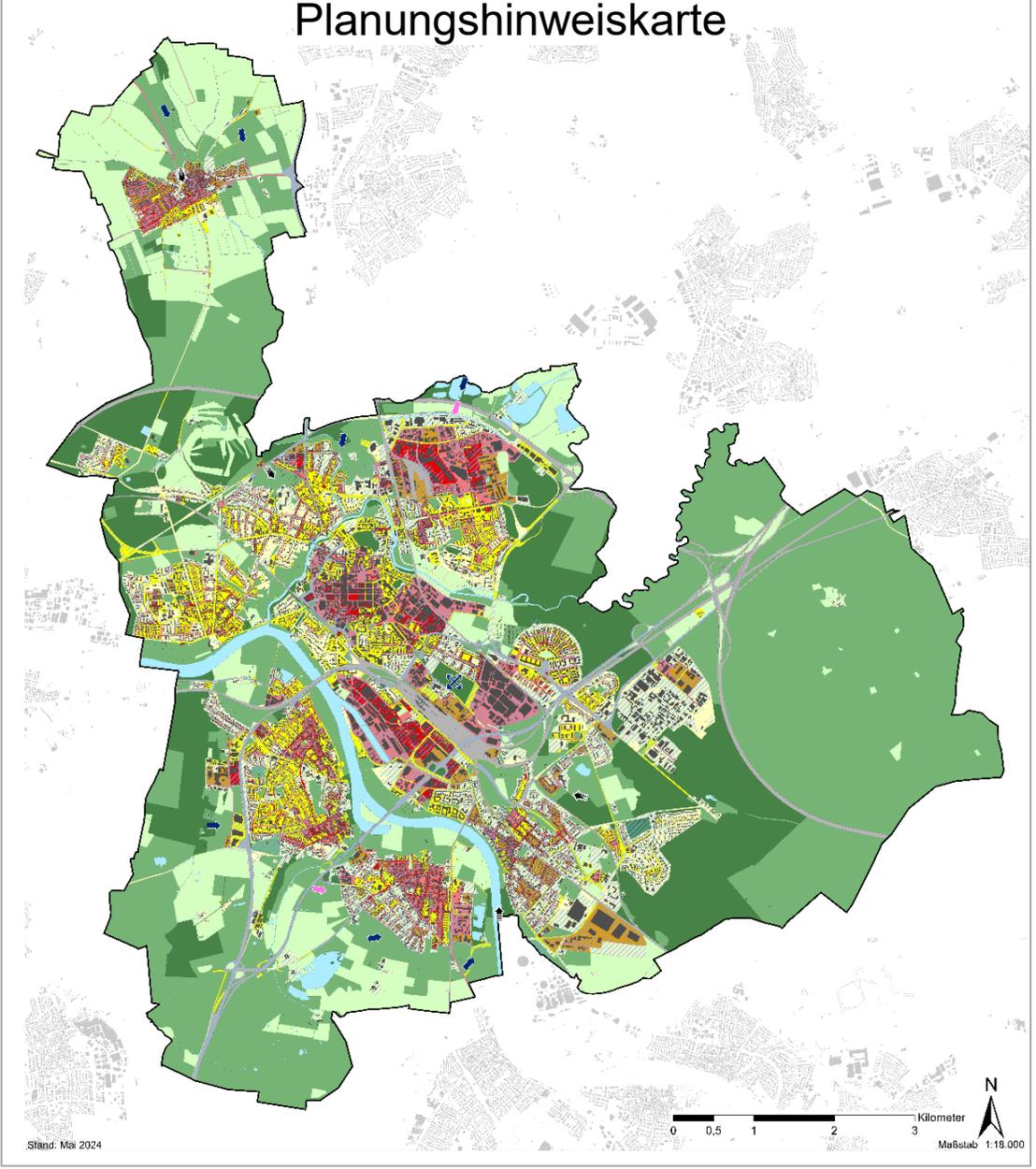




Klimaanalysekarte



Planungshinweiskarte





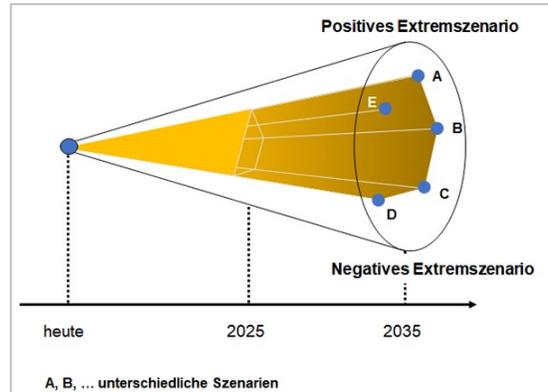
Zukunftsszenarien

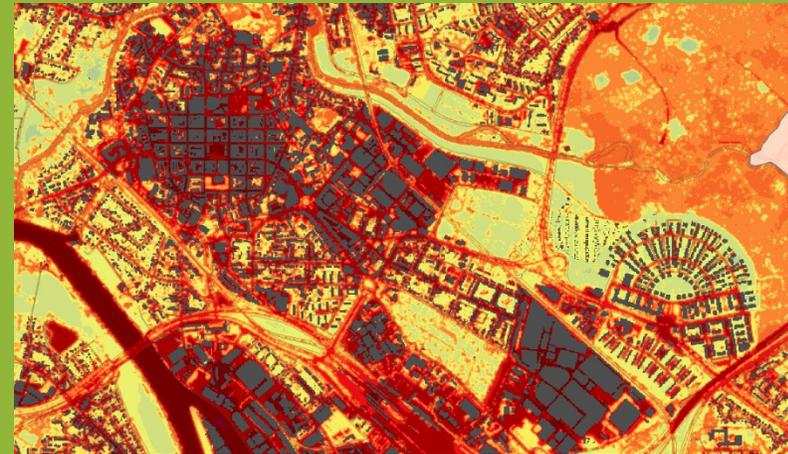
- Änderung des Klimasignals
 - Referenz Klimaperiode: 1971 – 2000
 - Zielzeitraum 2055 (mittelfristige Zukunft 2041-2070)
 - **Szenario 1 „moderater Klimawandel“**
 - vgl. moderates Temperatursignal von **+ 1,1 K**
 - **Szenario 2 „starker Klimawandel“**
 - vgl. starkes Temperatursignal von **+ 2,3 K**
 - mit **Trockenheit** (Absenkung der Bodenfeuchte um 30 %)

Status Quo



- Nutzungsklassen**
- 7 - Gleis
 - 9 - Rasen mit Vegetation
 - 14 - Gewässer
 - 20 - Gebäude
 - 22 - Unbebaut versiegelt
 - 23 - Naturferner Boden
 - 24 - Baum über Versiegelung
 - 25 - Baum über Rasen
 - 26 - Baum über naturf. Boden
 - 27 - Solaranlage
 - 28 - Sandboden





Womit ist in Zukunft zu rechnen ?
Ergebnisse

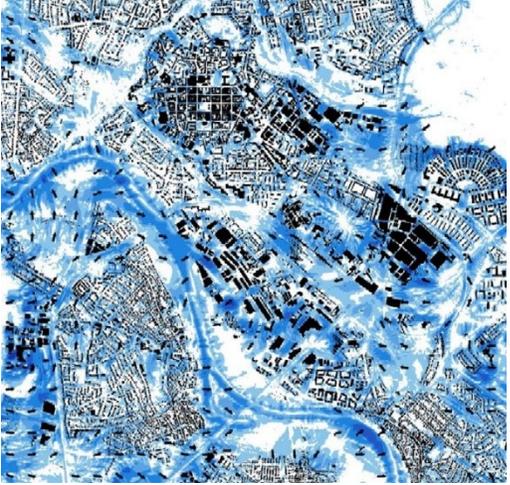
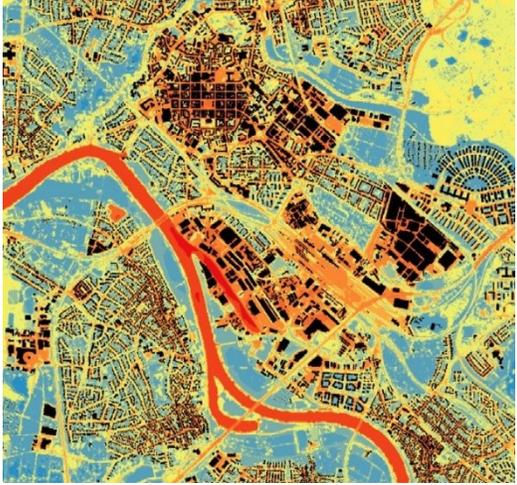


Simulation mit dem dreidimensionalen Klimamodell FITNAH-3D (Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources = FITNAH)

- sommerliche Hochdruckwetterlage

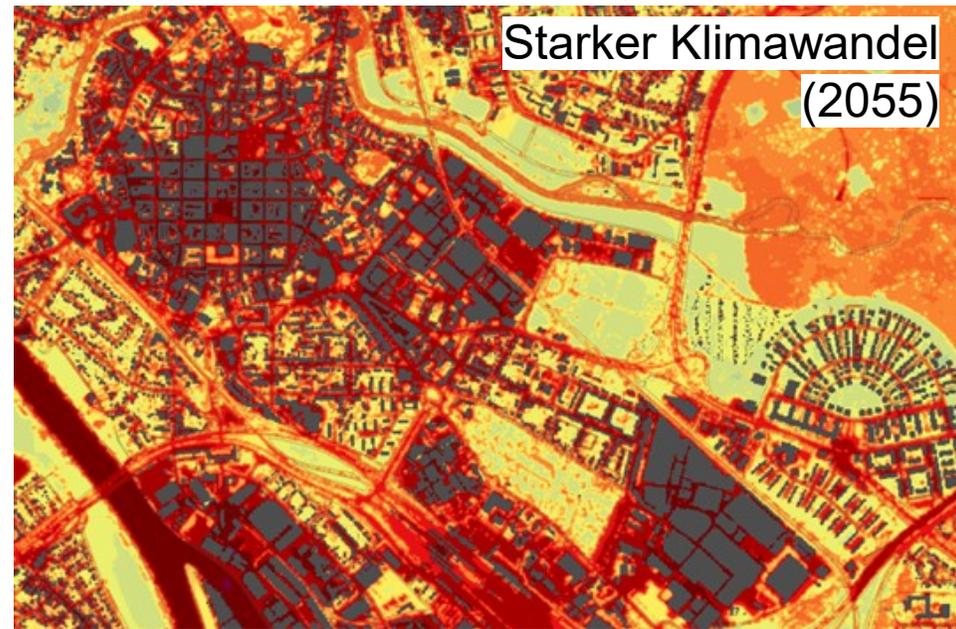
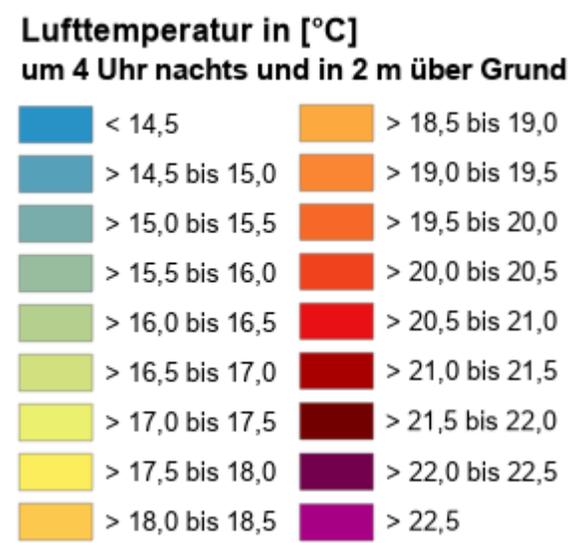
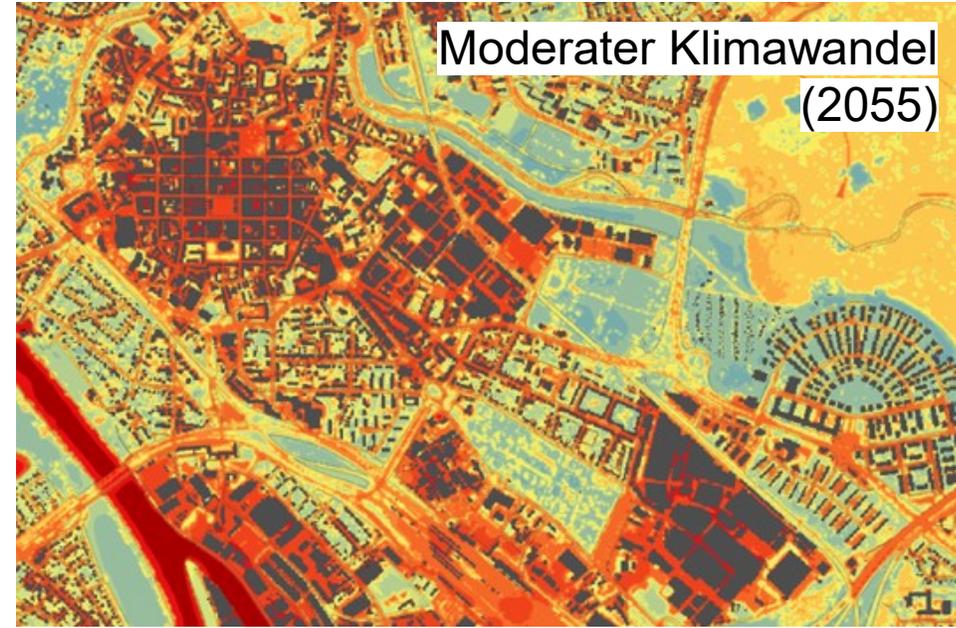
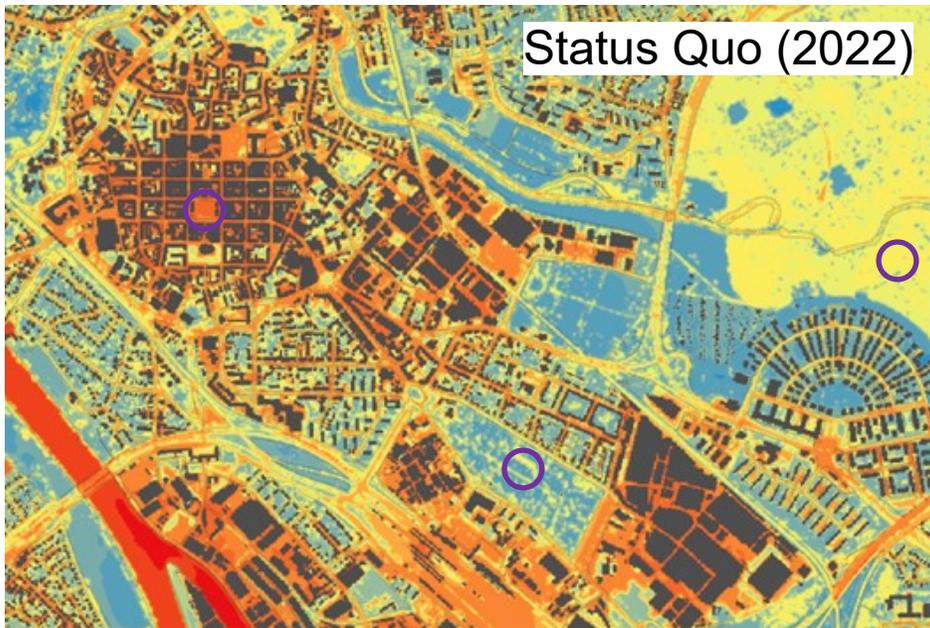
Parameter:

- Nächtliches **Temperaturfeld** 04:00 Uhr
- **Windfeld** (Windrichtung & -geschwindigkeit) 04:00 Uhr
- **Kaltluftvolumenstromdichte** und -produktionsrate 04:00 Uhr
- Humanbioklimatischer Index **PET** („Gefühlte Temperatur“) 14:00 Uhr





Stadtklimaanalyse 2024 – Modellergebnisse – Nächtlche Lufttemperatur



T04 [°C]	Park	Siedlung	Wald
SQ	14,6	19,6	17,6
P1	15,5	20,4	18,4
P2	16,6	21,5	19,6

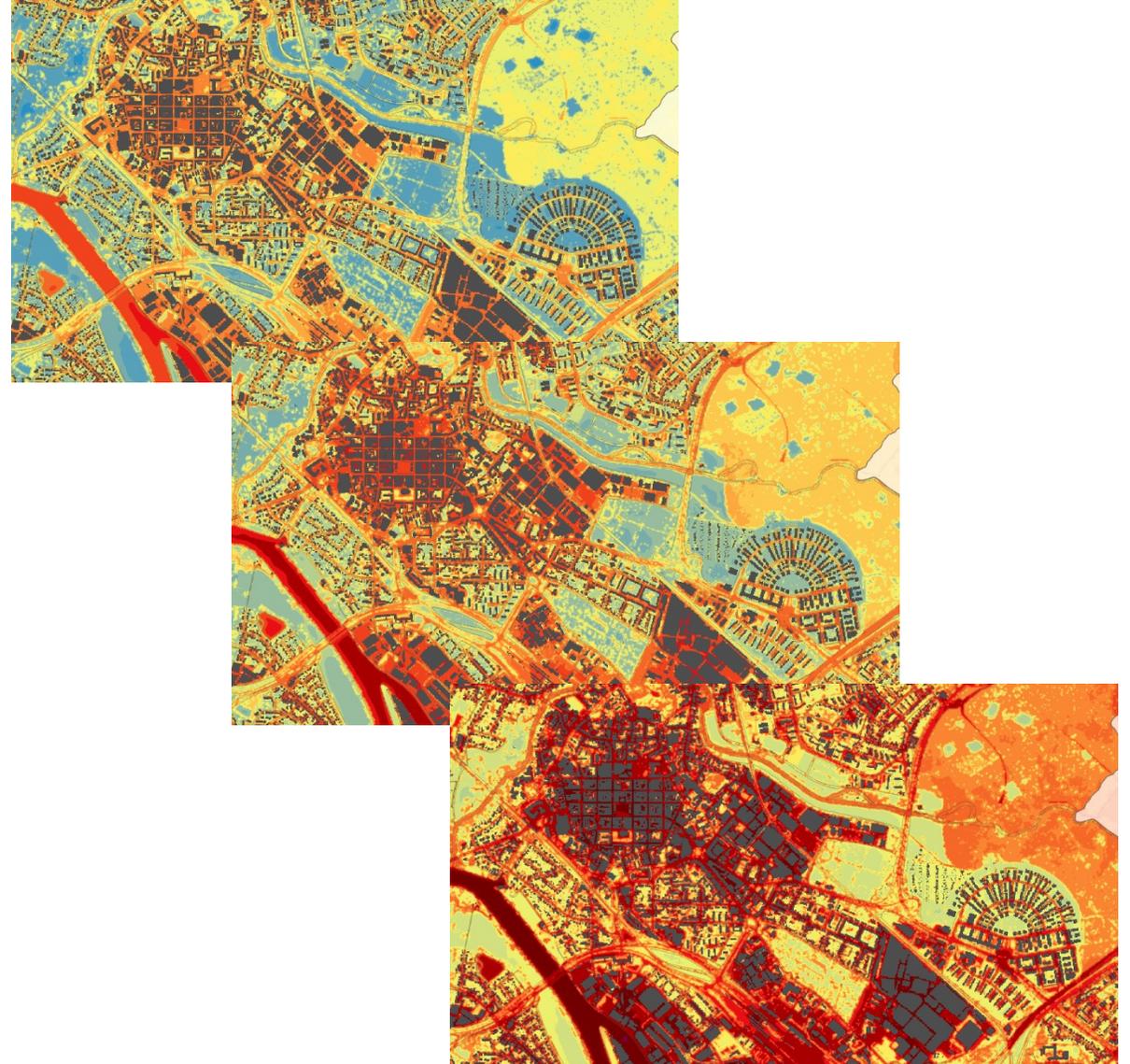


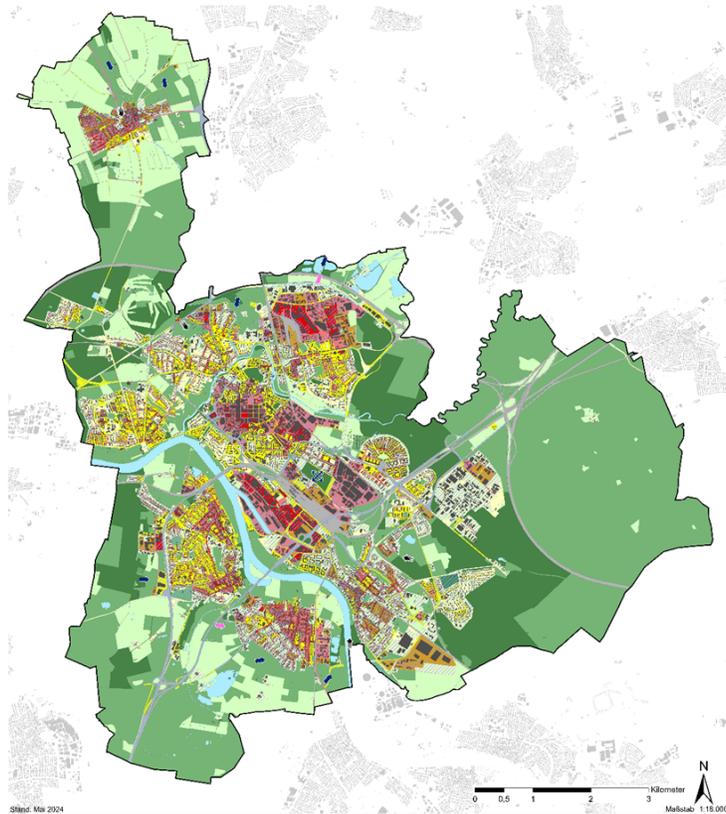
Womit ist in Zukunft zu rechnen ?

Ergebnisse

Klimawandel

- Trockenere Bedingungen (Kühlungsleistung durch die Vegetation geht zurück)
 - Heißere Temperaturen am Tag und in der Nacht
 - Einflussnahme durch Nutzungsänderungen
- Einflussnahme auf Kaltlufthaushalt und Hitze





STADTKLIMAANALYSE STADT HANAU

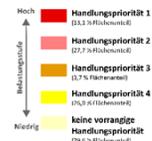
PLANUNGSHINWEISKARTE

Die Planungshinweiskarte basiert auf den Ergebnissen der Bestands-Simulation unter Berücksichtigung der aktuell rechtserfüllten Bebauungspläne. Als Syntheskarte der Klimanalyse identifiziert und analysiert sie Ausgleichs- und Belastungsräume und gibt erste stadtklimatische Planungsempfehlungen. Detaillierte flächenkonkrete Informationen zu einzelnen Klimaparametern und der humanbioklimatischen Situation für Tag bzw. Nacht sind der Klimaanalysekarte, den Bewertungskarten sowie dem Bericht zu entnehmen.

WIRKRAUM: SIEDLUNGSFLÄCHEN UND ÖFFENTLICHER RAUM

Stadtklimatische Handlungspriorität

Die Handlungsprioritäten leiten sich aus der Gesamtbewertung der humanbioklimatischen Situation ab. Dabei wurden Tag- und Nachtsituation miteinander verschlüsselt. Die Bewertung beruht in bewohnten Gebieten hauptsächlich auf den Schlafbedingungen (nächtliche Überwärmung und Kaltluftfunktion), in unbewohnten Gebieten und dem Straßenraum vorrangig auf der Aufenthaltsqualität im Außenraum am Tag. Die Bewertung nach Handlungsprioritäten soll helfen zu differenzieren auf welchen Flächen Maßnahmen zur stadtklimatischen Anpassung besonders wichtig und bevorzugt umzusetzen sind. Konkrete Handlungsempfehlungen unterscheiden sich nach den lokalen Gegebenheiten und können dem Bericht entnommen werden.



AUSGLEICHSRaum: GRÜN- / FREIFLÄCHEN, LANDW. FLÄCHEN, WALD

Stadtklimatischer Schutzbedarf

Der Schutzbedarf der stadtklimatischen Funktion bestimmt sich vorrangig durch die bioklimatische Bedeutung der Flächen und erfolgt durch Verschleudung der Tag- und Nachtsituation. Konkrete Maßnahmenvorschläge sind dem Bericht zu entnehmen.

- Hoher Schutzbedarf** (15,4 % Flächenanteil)
Diese Bereiche weisen mittlere bis hohe Kaltluftvolumenströme und Windgeschwindigkeiten auf. Die Flächen sind mit Einflächigkeit gegenüber anlagender Energie beaufschlagt. Auf die Erhaltung der klimatischen Funktion ist zu achten. Je nach Vorhabengröße kann dies über eine qualitative Stellungnahme oder ein mikroklimatisches Detailgutachten erfolgen.
- Erhöhter Schutzbedarf** (20,6 % Flächenanteil)
Diese Bereiche transportieren nur geringe Mengen an Kaltluft zum Siedlungsraum und/ oder besitzen keinen Siedlungsbezug. Auf die Erhaltung der grundsätzlichen klimatischen Funktionen ist zu achten. Für größere Vorhaben (z.B. Gewerkepark, Hochhaus) sollte eine qualitative Stellungnahme zur Optimierung der Planung erfolgen.
- Kein erhöhter Schutzbedarf** (64,0 % Flächenanteil)

KALTLUFTPROZESSE

- Übergeordnete Kaltluftleitbahn**
Linienhafte Strukturen, welche über Flurwinde kalte Luft aus Grünflächen im Umland weitreichend in das überwärmte Stadtgebiet transportiert.
- Kaltluftabfluss**
Kühle, flächenhaft auftretende Hangabwinde.
- Kaltluftabfluss: Potenziell lufthygienisch belastet**
Eine potenzielle lufthygienische Belastung des Prozessschleiers ergibt sich daraus, dass die Kaltluft über eine siedlungsnahe größere Emissionsquelle strömt, und so bei autochthonen Wetterlagen Luftschadstoffe in die angrenzenden Wirkräume transportiert.
- Parkwind**
Kühlende Ausgleichsströmung aus einer umbauten Grünfläche.
- Kaltluftwirkebereich im Siedlungsraum**

RAUMSTRUKTUR

- Stadtgrenze
- Sonstiger Verkehrsraum
- Ortsbau
- Gewässer

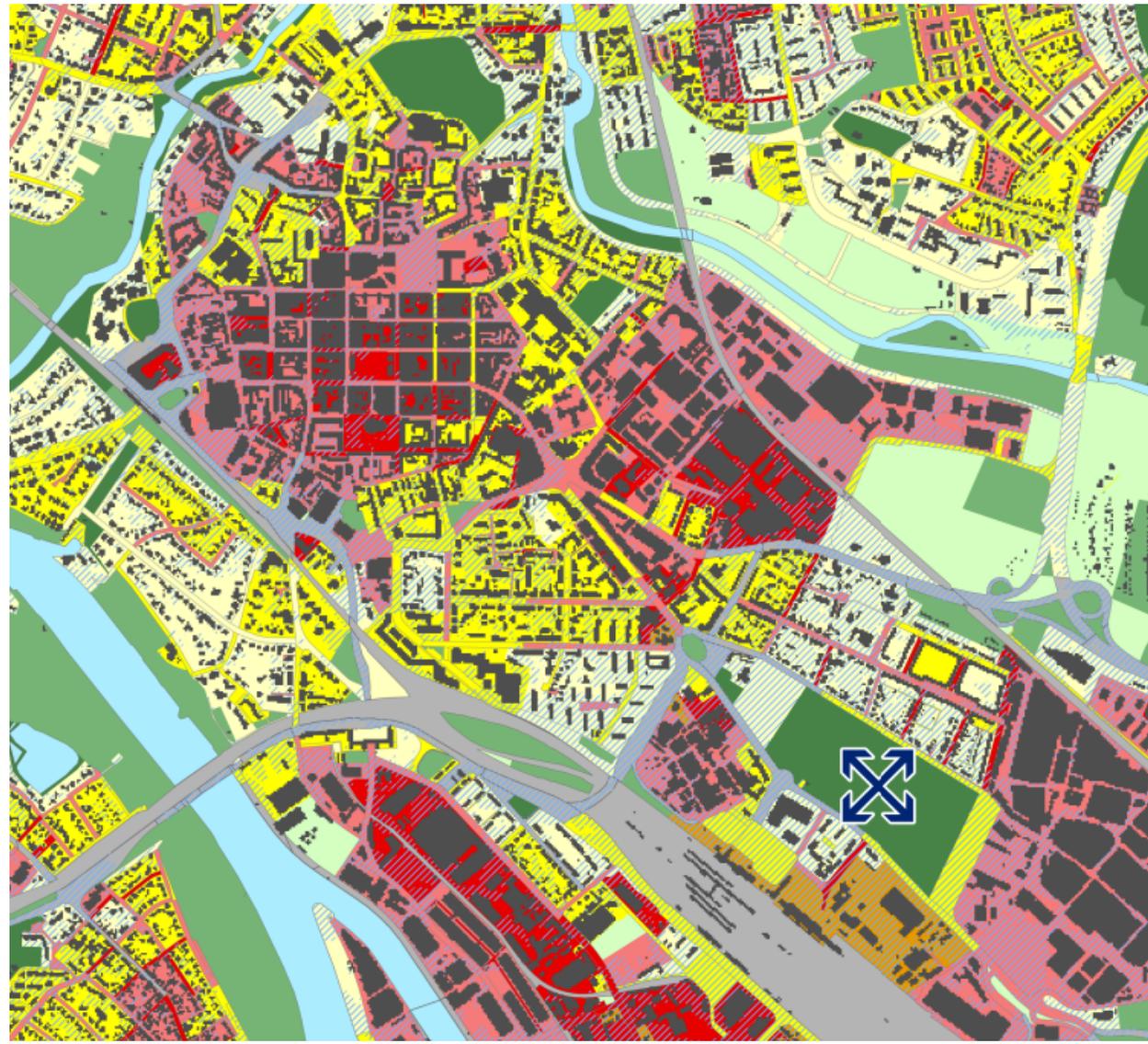
GEO-NET
GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH
GRÖSSE FRIEDLITZ 5A
36161 HANNOVER



Zentrale Erkenntnisse



Zentrale Erkenntnisse – Planungshinweiskarte – **Wirkraum** (Siedlungsflächen)



WIRKRAUM: SIEDLUNGSFLÄCHEN UND ÖFFENTLICHER RAUM
Stadtklimatische Handlungspriorität

Hoch		Handlungspriorität 1 (13,1 % Flächenanteil)
		Handlungspriorität 2 (27,7 % Flächenanteil)
		Handlungspriorität 3 (3,7 % Flächenanteil)
		Handlungspriorität 4 (26,0 % Flächenanteil)
Niedrig		keine vorrangige Handlungspriorität (29,6 % Flächenanteil)



Zentrale Erkenntnisse – Planungshinweiskarte – Ausgleichsraum (Freiflächen etc.)

AUSGLEICHSRaum: GRÜN- / FREIFLÄCHEN, LANDW. FLÄCHEN, WALD

Stadtklimatischer Schutzbedarf

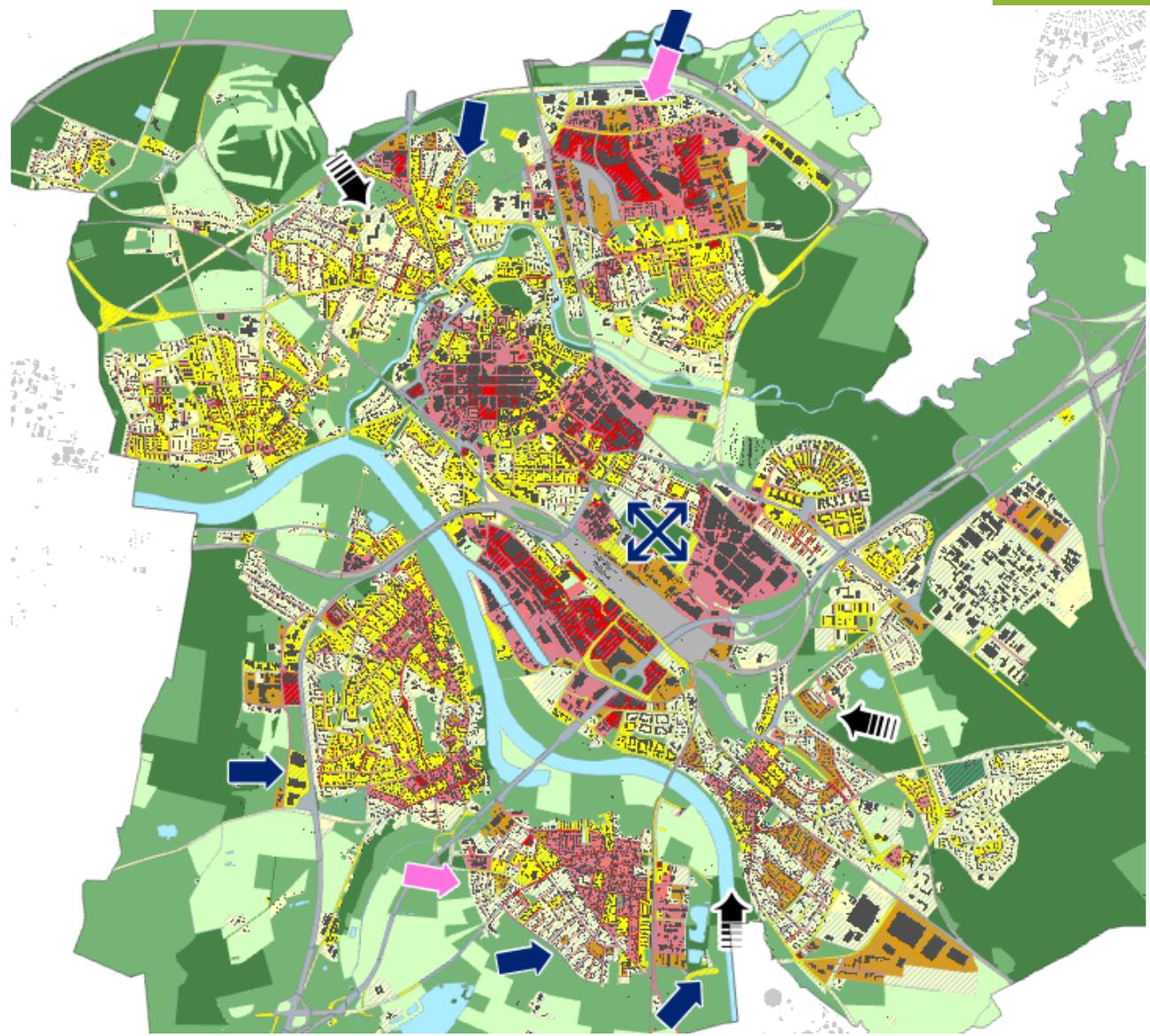
- Hoher Schutzbedarf** (15,4 % Flächenanteil)
Diese Bereiche weisen mittlere bis hohe Kaltluftvolumenströme und Windgeschwindigkeiten auf. Die Flächen sind mit Empfindlichkeit gegenüber nutzungsändernder Eingriffe bewertet. Auf die Erhaltung der klimatischen Funktion ist zu achten. Je nach Vorhabengröße kann dies über eine qualitative Stellungnahme oder ein mikroklimatisches Detailgutachten erfolgen.
- Erhöhter Schutzbedarf** (50,6 % Flächenanteil)
Diese Bereiche transportieren nur geringe Mengen an Kaltluft zum Siedlungsraum und/ oder besitzen keinen Siedlungsbezug. Auf die Erhaltung der grundsätzlichen klimatischen Funktion ist zu achten. Für größere Vorhaben (z.B. Gewerbepark, Hochhaus) sollte eine qualitative Stellungnahme zur Optimierung der Planung erfolgen.
- Kein erhöhter Schutzbedarf** (34,0 % Flächenanteil)

- Übergeordnete Kaltluftleitbahn**
- Kaltluftabfluss**
- Kaltluftleitbahn / -abfluss: Pot. lufthygienisch belastet**
- Parkwind**
- Kaltlufteinwirkungsbereich**

WIRKRAUM: SIEDLUNGSFLÄCHEN UND ÖFFENTLICHER RAUM

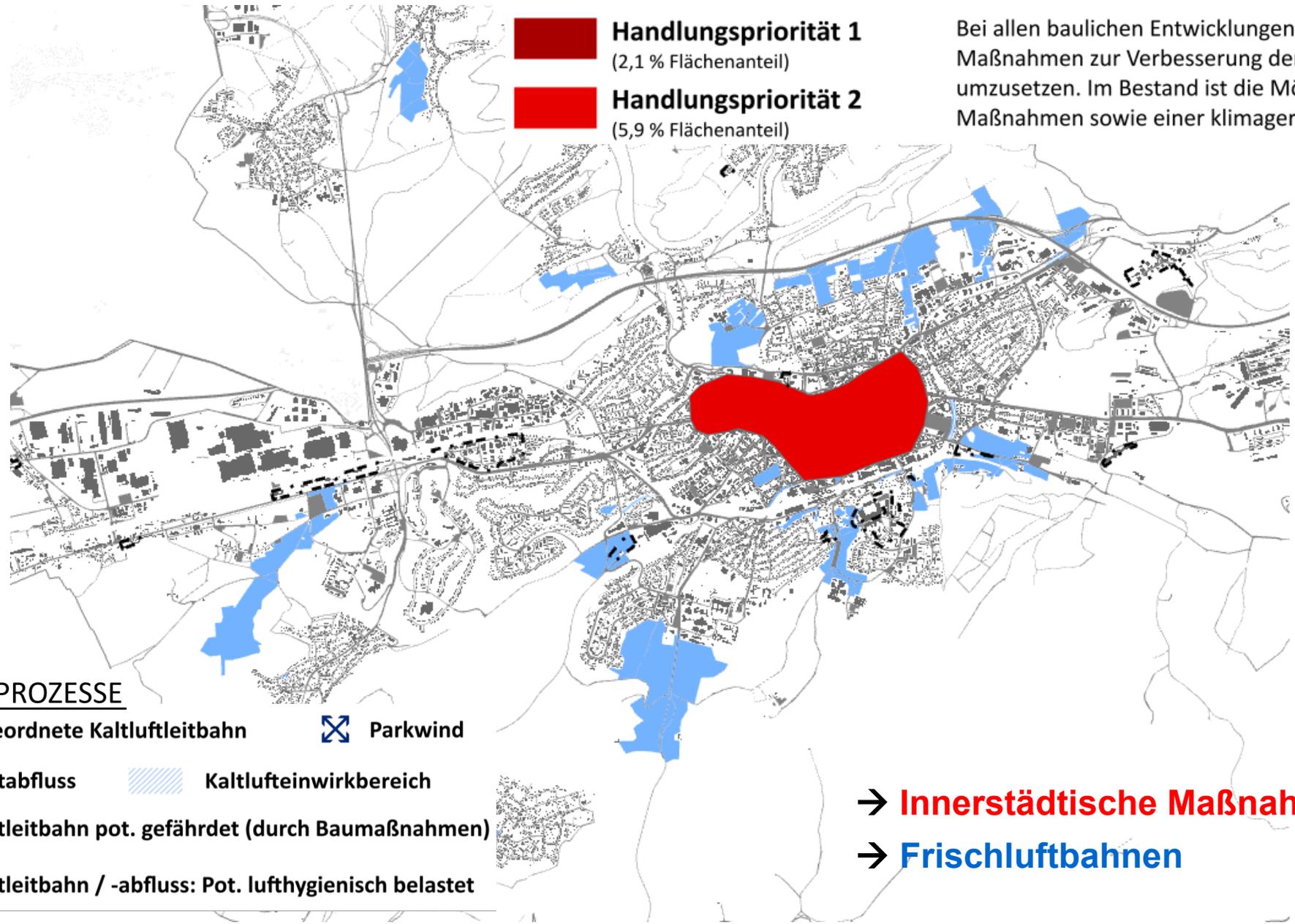
Stadtklimatische Handlungspriorität

- Hoch** **Handlungspriorität 1** (13,1 % Flächenanteil)
- Handlungspriorität 2** (27,7 % Flächenanteil)
- Handlungspriorität 3** (3,7 % Flächenanteil)
- Handlungspriorität 4** (26,0 % Flächenanteil)
- Niedrig** **keine vorrangige Handlungspriorität** (29,6 % Flächenanteil)





Beispiel: Integration in FNP



- Handlungspriorität 1**
(2,1 % Flächenanteil)
- Handlungspriorität 2**
(5,9 % Flächenanteil)

Bei allen baulichen Entwicklungen und Sanierungen sind Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischen Situation umzusetzen. Im Bestand ist die Möglichkeit entsprechender Maßnahmen sowie einer klimagerechten Gebäudekühlung zu prüfen.

KALTLUFTPROZESSE

-  Übergeordnete Kaltluftleitbahn
-  Kaltluftabfluss
-  Kaltluftleitbahn / -abfluss: Pot. lufthygienisch belastet
-  Parkwind
-  Kaltlufteinwirkungsbereich
-  Kaltluftleitbahn pot. gefährdet (durch Baumaßnahmen)

→ **Innerstädtische Maßnahmenfläche**
→ **Frischlufthbahnen**

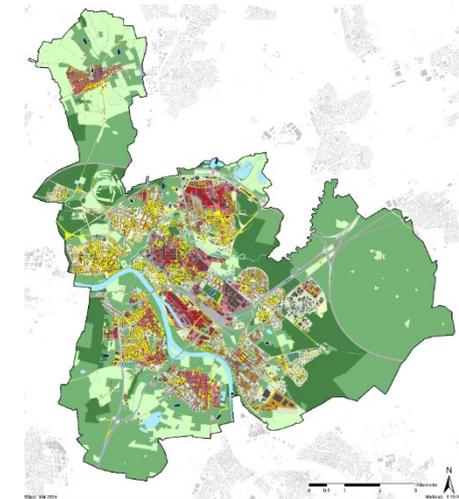
+ Zentrale Erkenntnisse - Maßnahmen

- **Planungshinweiskarte** zeigt Bereiche auf, in denen Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation erforderlich bzw. empfehlenswert sind.
- Passende **Maßnahmen** können den Einzelmaßnahmen aus 3 Themen-Clustern umfassenden Maßnahmenkatalog entnommen werden
- Jede Einzelmaßnahme umfasst eine Kurzerläuterung, eine Wirkungsbeschreibung und Möglichkeiten der Räumlichen Umsetzung

THERMISCHES WOHLBEFINDEN IM AUSSENRAUM		
05	Klimaangepasste und zukunftsgerichtete Verkehrsraumgestaltung vorantreiben	Kurzerläuterung <ul style="list-style-type: none"> • Blaue und/oder grüne Maßnahmen für den Verkehrsraum • Erhöhung des Vegetationsanteils im Verkehrsraum (Bäume, Alleen, Begleitgrün, Rasengitter, etc.) • Schaffung von offenen Wasserflächen (z.B. Brunnenanlagen auf Plätzen) • Im Innenstadtbereich: Teilverschattete Fußgängerzonen etablieren und Parkplatzangebot zugunsten von (baumbestandenen) Grünflächen minimieren • s. auch Forschungsprojekt „BlueGreenStreets: Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere“
Wirkung		Räumliche Umsetzung
<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Wärmebelastung insb. tagsüber bei Pflanzung neuer Bäume durch Verschattung, bei Entseigelung durch Verdunstung und lokale Kaltluftentstehung • Niederschlagsrückhalt und dadurch Synergien zum Niederschlagswassermanagement (Entlastung des Kanalnetzes bei Starkregen, Grundwasserneubildung, Verdunstungskühlleistung) und zur Biodiversität 		<ul style="list-style-type: none"> • Straßen, Wege, Plätze, Parkplätze
 <p>Bild: Begrünter Mittelstreifen in Hanau-Wolfgang (Quelle: Stadt Hanau)</p>		
VERBESSERUNG DER DURCHLÜFTUNG		
15	Schutz und Vernetzung für den Kaltlufthaushalt relevanter Flächen	Kurzerläuterung <ul style="list-style-type: none"> • Freihaltung großräumiger, möglichst wasserversorgter und durch flache Vegetation geprägter Grünflächen wie Wiesen, extensives Grünland, Felder, Kleingärten und Parklandschaften, die Einfluss auf den lokalen Kaltlufthaushalt haben • Kleine Parks als Trittsteine für Kaltluft
Wirkung		Räumliche Umsetzung
<ul style="list-style-type: none"> • Schutz vor stärkerer Überwärmung • Erhalt und Ausbau von Kaltluftentstehungsgebieten und Durchlüftung • Synergien zur Biodiversität und damit zur Aufenthaltsqualität am Tage 		<ul style="list-style-type: none"> • Grün- und Freiflächen
 <p>Bild: als Kaltluftschneise dienendes Grünland im Bereich „Venussee“ (Quelle: © Stadt Hanau)</p>		
MAßNAHMENCLUSTER: REDUKTION DER WÄRMEBELASTUNG IM INNENRAUM		
16	Dachbegrünung	Kurzerläuterung <ul style="list-style-type: none"> • Extensive oder intensive Dachbegrünung (bis hin zu Gärten und urbaner Landwirtschaft auf Dächern; unter Bevorzugung heimischer Pflanzen), blaugrüne Dächer (im Wasser stehende Pflanzen)
Wirkung		Räumliche Umsetzung
<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des Innenraumklimas und damit Synergien zum Klimaschutz • Bei großflächiger Umsetzung und geringer Dachhöhe Verbesserung des unmittelbar angrenzenden Außenraumklimas möglich • Erhalt oder Schaffung von Naturraum und damit Synergien zum Niederschlagswassermanagement und zur Biodiversität 		<ul style="list-style-type: none"> • Flachdächer, • ggf. flach geneigte Dächer • Gebäude (Neubau und Bestand; soweit rechtlich zugelassen)
 <p>Bild: Extensive Dachbegrünung auf dem Umweltzentrum (Quelle: © Stadt Hanau)</p>		



Zentrale Erkenntnisse - Zusammenfassung



- **Planungshinweiskarte** als zentrales Planungsinstrument
→ Erstellung von vorhabenbezogenen **Klimaexpertisen** kann notwendig sein

Maßnahmenkatalog

- Beschattete Bereiche als **Aufenthaltsräume** sind zu bewahren bzw. zusätzliche zu schaffen
- **Klimaökologische Standards** sind bei Sanierungen oder Neubauvorhaben zur berücksichtigen

MAßNAHMENCLUSTER: VERBESSERUNG DER DURCHLÜFTUNG	
15	<p>Schutz und Vernetzung für den Kaltlufthaushalt relevanter Flächen</p> <p>Kurzerläuterung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Freihaltung großräumiger, möglichst wasserversorgter und durch flache Vegetation geprägter Grünflächen wie Wiesen, extensives Grünland, Felder, Kleingärten und Parklandschaften, die Einfluss auf den lokalen Kaltlufthaushalt haben ▪ Kleine Parks als Trittsteine für Kaltluft
Wirkung	Räumliche Umsetzung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schutz vor stärkerer Überwärmung ▪ Erhalt und Ausbau von Kaltluftentstehungsgebieten und Durchlüftung ▪ Synergien zur Biodiversität und damit zur Aufenthaltsqualität am Tage 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grün- und Freiflächen



Bild: Rudolph-Wilde-Park in Berlin (Quelle: Dominika Leßmann, GEO-NET)

- Lage von **wichtigen Kaltluftleitbahnen** oder **Hitze-Hotspots** im Stadtgebiet
- Zukünftige Bedeutung von **Bodenfeuchte** und „**kühlenden**“ **Grünbeständen**
- **Vorbereitung auf zukünftige klimatische Entwicklungen**
- **Optimierungen der klimatischen Situation**



**VIELEN DANK
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**



Gibt es noch Fragen?



Modellierung

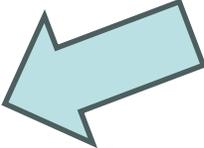
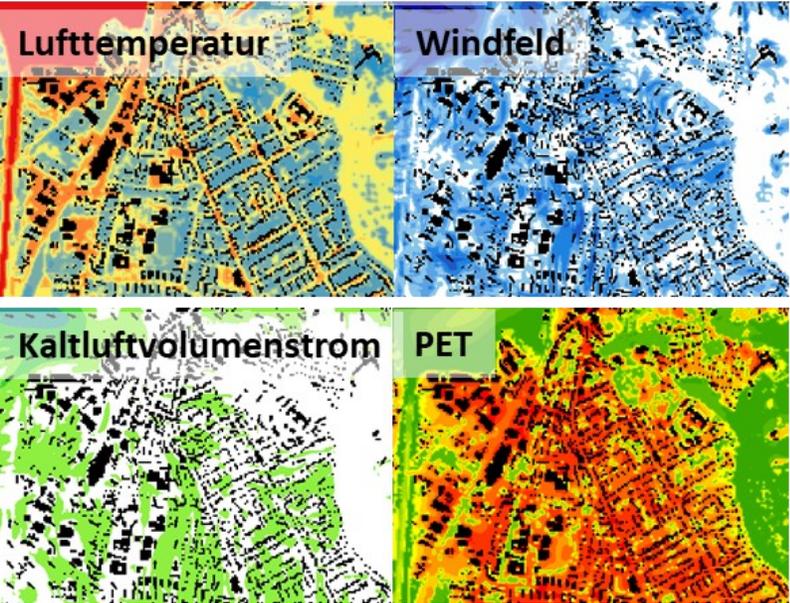
- Modell FITNAH-3D:
 - Modellrechengebiet ~175 km² (14 km x 12,5 km)
 - Auflösung 5 m horizontal
 - Validiert nach VDI-Richtlinie 3783
- Wichtige Eingangsdaten:
 - Landnutzung, Geländehöhe, Strukturhöhe etc.



Nutzungsklassen

	7 - Gleis
	9 - Rasen mit Vegetation
	14 - Gewässer
	20 - Gebäude
	22 - Unbebaut versiegelt
	23 - Naturferner Boden
	24 - Baum über Versiegelung
	25 - Baum über Rasen
	26 - Baum über naturf. Boden
	27 - Solaranlage
	28 - Sandboden

Ergebnisse



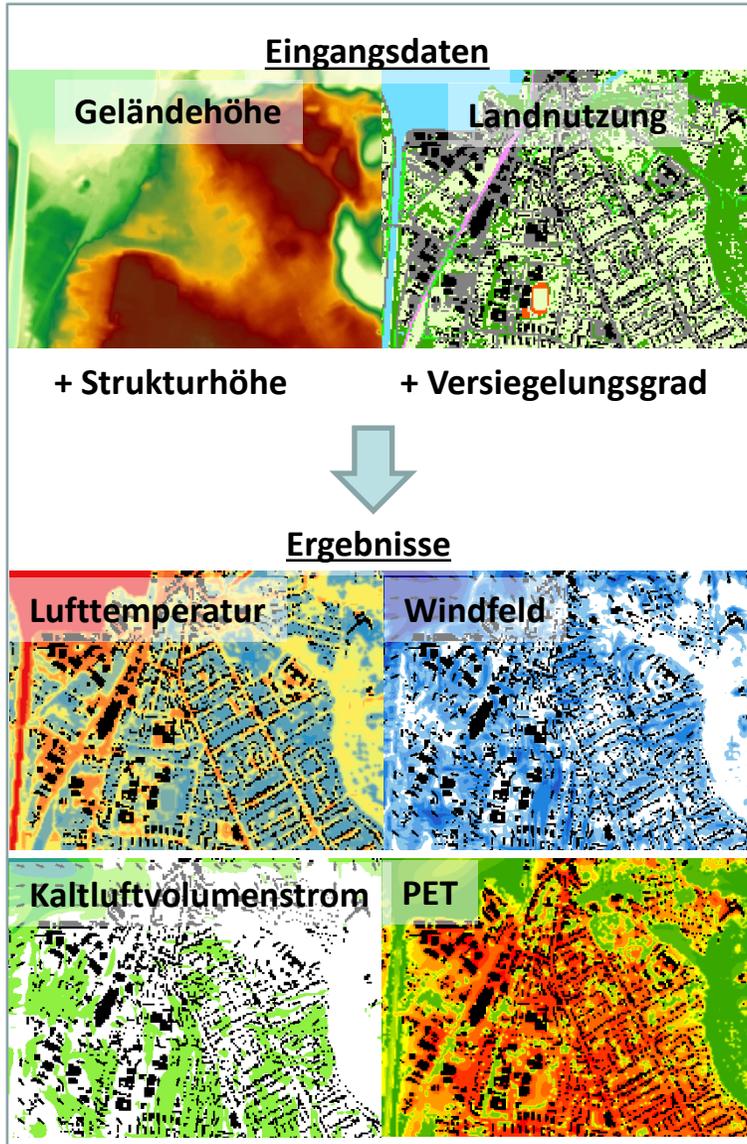
Meteorologischer Rahmen:

- Klima heute
- sommerliche Hochdruckwetterlage
- tritt jeden Sommer mehrfach auf
- Nacht (04:00 Uhr) → maximale Abkühlung
- Tag (14:00 Uhr) → maximale Wärmebelastung



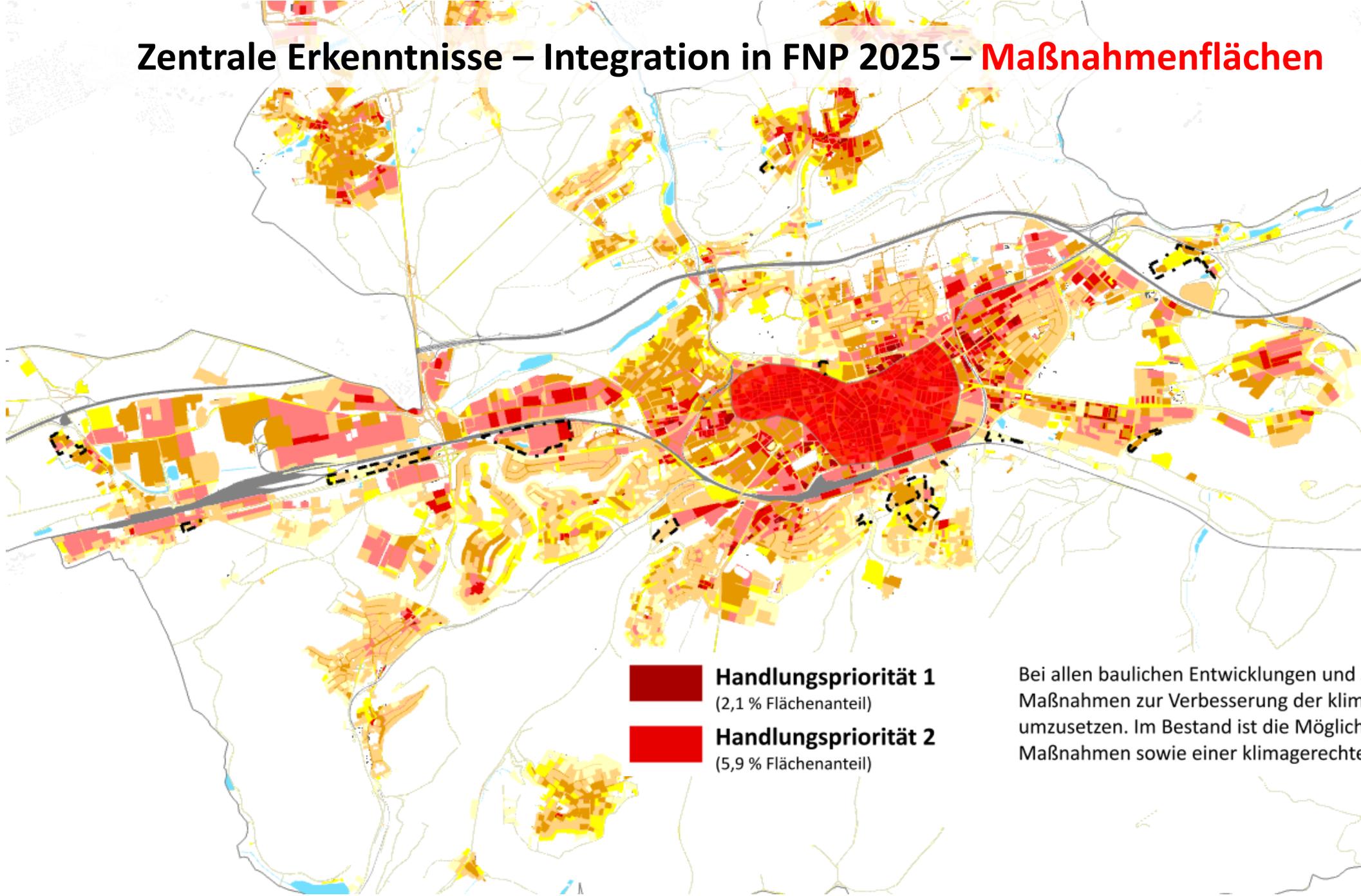
Methodik FITNAH 3D

Modell - Einbindung



- **Simulation mit dem dreidimensionalen Klimamodell FITNAH-3D**
Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources = FITNAH
 - Modellrechengebiet $\sim 175 \text{ km}^2$ (14 km x 12,5 km)
 - Auflösung 5 m horizontal
 - Validiert nach VDI-Richtlinie 3783
- **Wichtigste Eingangsdaten:**
 - Landnutzung
 - Geländehöhe
 - Strukturhöhe
 - Versiegelungsgrad
- **Meteorologischer Rahmen:**
 - Klima heute
 - sommerliche Hochdruckwetterlage
 - tritt jeden Sommer mehrfach auf
 - Nacht (04:00 Uhr) → maximale Abkühlung
 - Tag (14:00 Uhr) → maximale Wärmebelastung

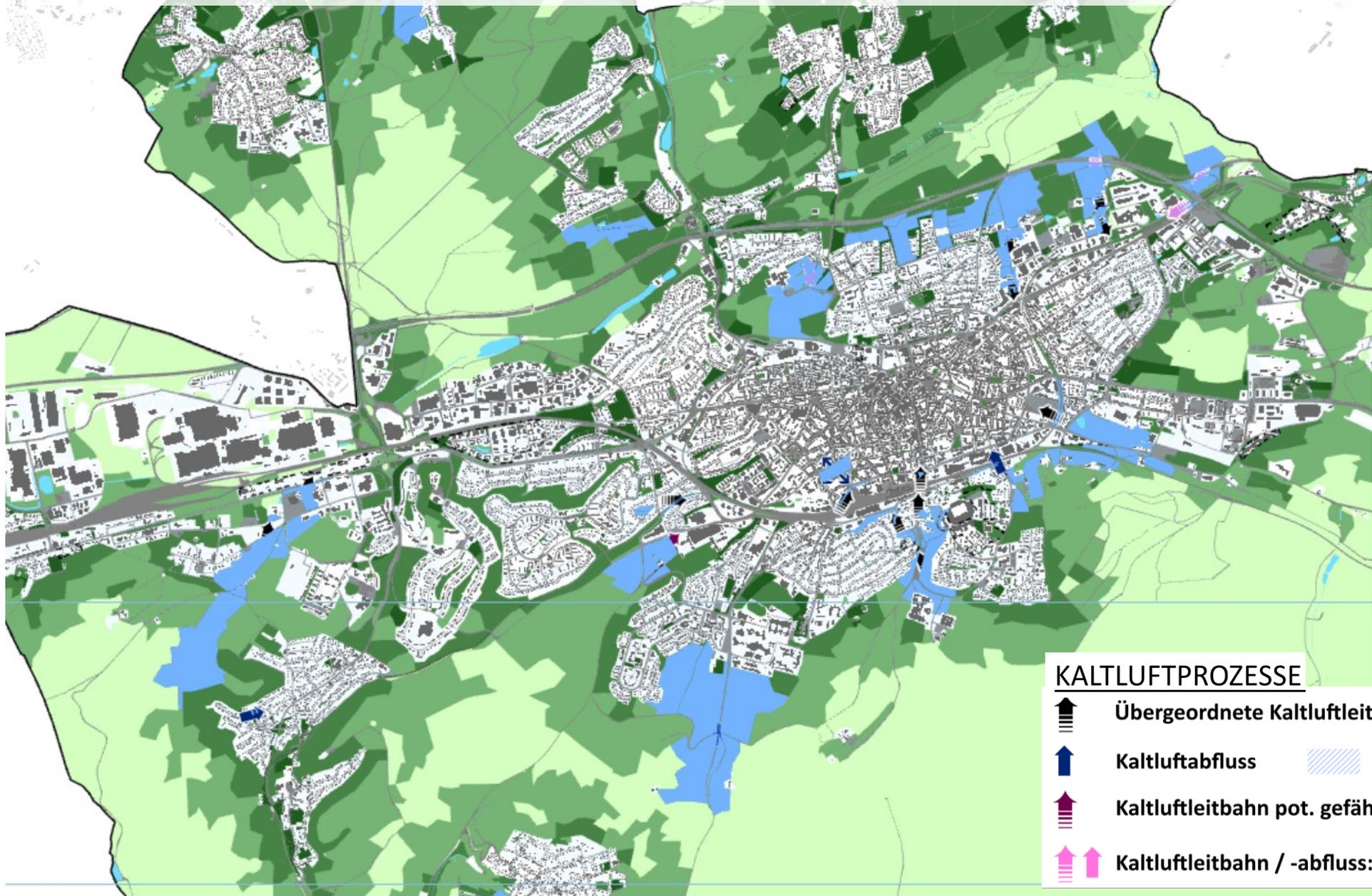
Zentrale Erkenntnisse – Integration in FNP 2025 – Maßnahmenflächen



Bei allen baulichen Entwicklungen und Sanierungen sind Maßnahmen zur Verbesserung der klimatischen Situation umzusetzen. Im Bestand ist die Möglichkeit entsprechender Maßnahmen sowie einer klimagerechten Gebäudekühlung zu prüfen.



Zentrale Erkenntnisse – Integration in FNP 2025 – Frischluftbahnen

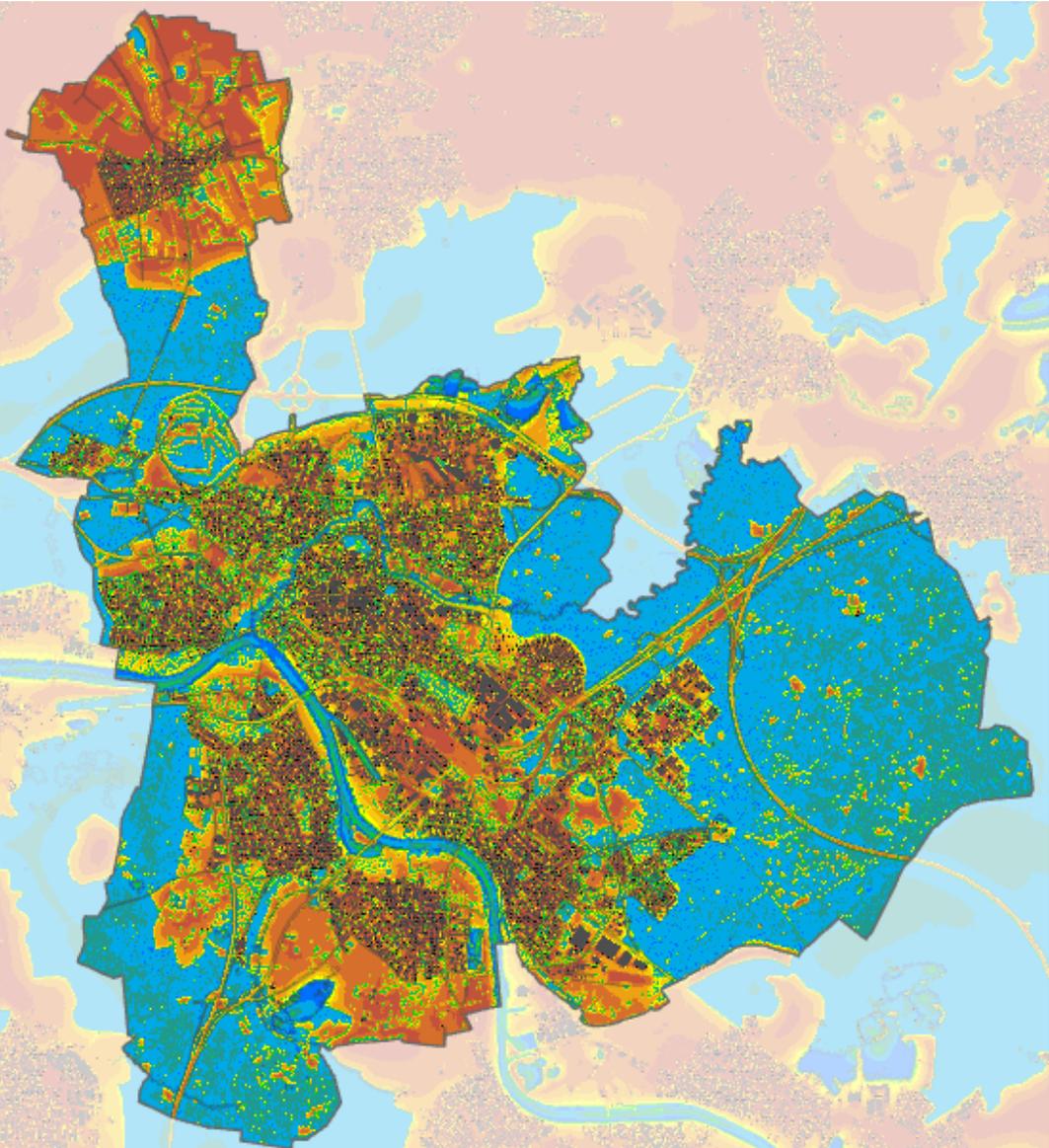


KALTLUFTPROZESSE

- Übergeordnete Kaltluftleitbahn
- Kaltluftabfluss
- Kaltluftleitbahn pot. gefährdet (durch Baumaßnahmen)
- Kaltluftleitbahn / -abfluss: Pot. lufthygienisch belastet
- Parkwind
- Kaltlufteinwirkungsbereich



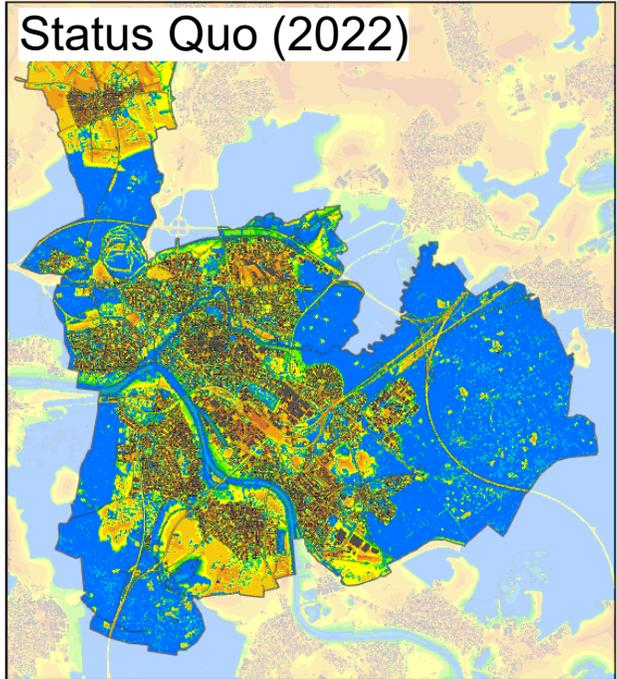
Starker Klimawandel (2055)



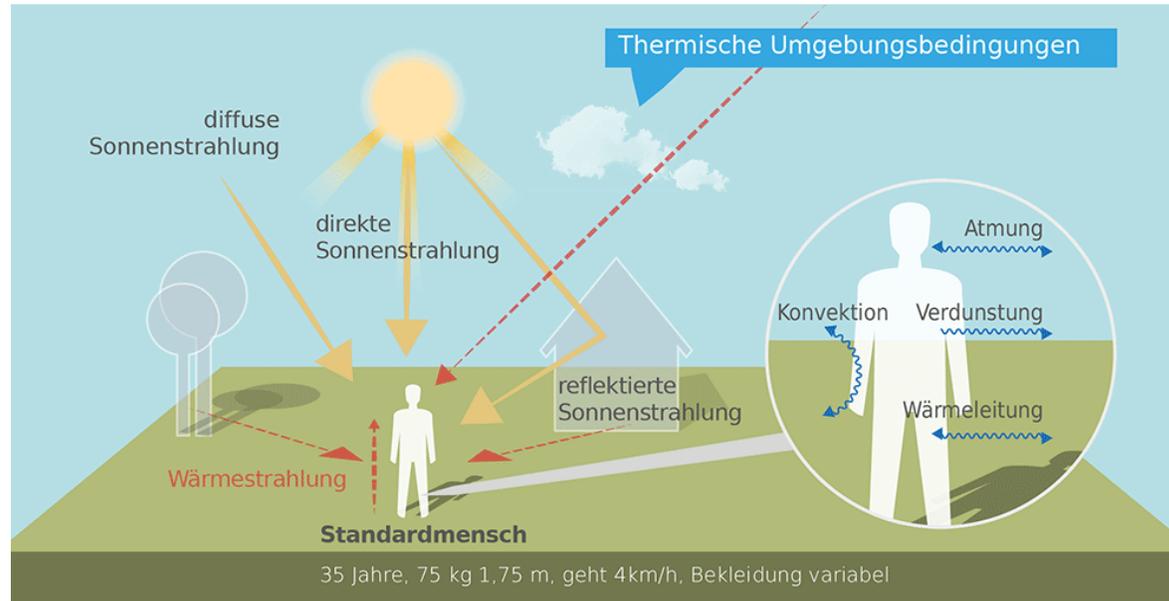
Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) in [°C] um 14 Uhr am Tage und in 1,1 m über Grund

- < 25
- 25 bis 27
- 27 bis 29
- 29 bis 31
- 31 bis 33
- 33 bis 35
- 35 bis 37
- 37 bis 39
- 39 bis 41
- 41 bis 43
- > 43

Status Quo (2022)



PET [°C]	Park	Siedlung	Wald
SQ	24,2	41,8	23,4
P1	25,5	43,0	24,4
P2	26,9	44,2	25,8



<https://www.dwd.de/DE/leistungen/unwetterklima/hitze/hitze.html>

Physiologisch Äquivalente Temperatur:

- thermische Umgebungsbedingungen, die gerade herrschen:
Wirkung der kurz- und langwelligen Strahlung,
Windgeschwindigkeit, Luftfeuchte, Lufttemperatur in Kombination
- Einbezug der Energiebilanzgleichung des Menschen
da Kerntemperatur von $\sim 37^{\circ}\text{C}$ eingehalten wird,
(Bekleidung und eigene Wärmeproduktion)

PET in $^{\circ}\text{C}$	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4	sehr kalt	extreme Kältebelastung
8	kalt	starke Kältebelastung
13	kühl	mäßige Kältebelastung
18	leicht kühl	schwache Kältebelastung
20	behaftlich	keine Wärmebelastung
23	leicht warm	schwache Wärmebelastung
29	warm	mäßige Wärmebelastung
35	heiß	starke Wärmebelastung
41	sehr heiß	extreme Wärmebelastung