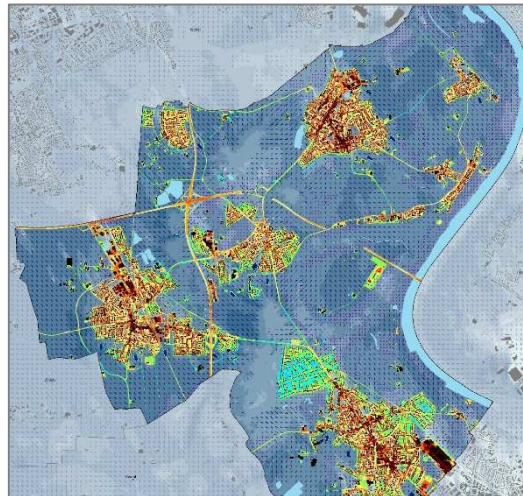
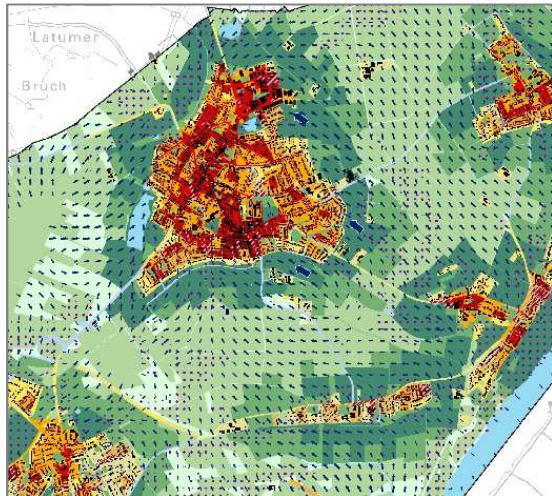




# Klimaanalyse Stadt Meerbusch

Meerbusch, den 10.03.2020



**Auftragnehmer**  
GEO-NET Umweltconsulting GmbH  
Projektleitung: Dr. Björn Büter  
Mitarbeiter: Gregor Meusel & Josephine Förster



# Was man evtl. mit dem Thema Stadtklima verbindet...



## Schweres Unwetter tobt über Stadt und Landkreis: Überflutungen, Stromausfälle, gebrochene Öltanks

Altrip besonders geböscht – 40 Stromausfälle durch Blitzeinschlag in Ludwigshafen – Mannheim sperrt Fahrlachkanal

Ein schweres Gewitter überzog am späten Nachmittag über die Stadt und Landkreis Ludwigshafen sowie über Mannheim. Zehntausende Menschen sind durch Überflutungen, Stromausfälle und gebrochene Öltanks betroffen. In Altrip wurden besonders viele Gebäude überflutet. In Mannheim sperrte die Feuerwehr den Fahrlachkanal. In Ludwigshafen wurden 40 Haushalte ohne Strom gelassen. In Mannheim wurden 100 Haushalte ohne Strom gelassen. In Ludwigshafen wurden 100 Haushalte ohne Strom gelassen.



## Hochwasser-Drama in Passau

Größte Flutkatastrophe in der Dreiflüssestadt seit 1501 – Stadtwerke mussten Trinkwasser-Versorgung über in Landkreis Deggendorf evakuieren – Katastrophenschutz auch in Gärtnersiedlung, Schreben in



## Das Wasser wird knapp: Hitze hat Niedersachsen im Griff

Mehr als 30 Grad schon Ende Mai / Wasserversorger melden Rekordverbrauch / Sturmböen und Gewitter / Hitzefrei

Das Wasser wird knapp: Hitze hat Niedersachsen im Griff. Mehr als 30 Grad schon Ende Mai / Wasserversorger melden Rekordverbrauch / Sturmböen und Gewitter / Hitzefrei. Die Wasserversorger in Niedersachsen melden einen Rekordverbrauch an Wasser. Die Temperaturen sind über 30 Grad Celsius. Es gibt Sturmböen und Gewitter. Die Wasserversorger warnen vor Wasserknappheit.

## Sturm über Düsseldorf

Eine Themenserie der Rheinischen Post



## Frischlufschneise statt Lagerhallen

Beirat bei der Unteren Landschaftsbehörde lehnt Pläne der Stadt ab, ein Baerler Gewerbegebiet um eine Grünfläche zu erweitern. Und nennt jede Menge Gründe

- Hitze in der Stadt und kommunale Planung



## Fast 30 Grad im Klassenzimmer

Elternverein der Europäischen Schule klagt weiter über Hitze

Der Durchzug soll gegen die Hitze in den Klassenzimmern helfen: Wenn abends die Fenster geöffnet werden, soll der Frischluftzutritt in den Klassenzimmern... Die Eltern vereinigen über die Hitze in den Klassenzimmern... Die Eltern vereinigen über die Hitze in den Klassenzimmern... Die Eltern vereinigen über die Hitze in den Klassenzimmern...

## Von Lärmquelle zu Lärmquelle

Leserbrief „Flucht vor Lärm an Autobahn“, LZ vom 4. Juni. Es enthält mir ein nicht belastendes „Gedächtnisprotokoll“ verbunden mit einem logi-Lärm-Niveau-Gedächtnisprotokoll... Ich wohne in Deutsch Evern, Luftlinie zirka 40 Meter zu den zwei höchsten bestehenden Gebäuden, gerade demotiert wieder ein Güterzug mit Überlänge durch, sodass der Monitor, an dem ich das schreibe, wackelt, ein beengendes Gefühl... Aber das habe ich ja so gewohnt und akzeptiere das auch, was ich aber nicht akzeptiere, ist, dass noch zwei weitere Gleise dazu kommen und der jetzt schon unglaubliche Lärm, der dann dem einer Großflughafen-Einflugstrecke gleichkommt und unheimlich wird... Mein Tipp: Einfach mal auf's Fahrrad schwingen, eine Sightseeing-Tour auf die Brücke an Tiergarten in Deutsch Evern machen und einfach mal eine Stunde die dort gegebene Umwelt gemessen. Viel Spaß dabei.

## Schockierende Rechnung

Feinstaubbelastung in Osnabrück über den Grenzwerten



## Feinstaubbelastung überschreitet EU-Grenzwert

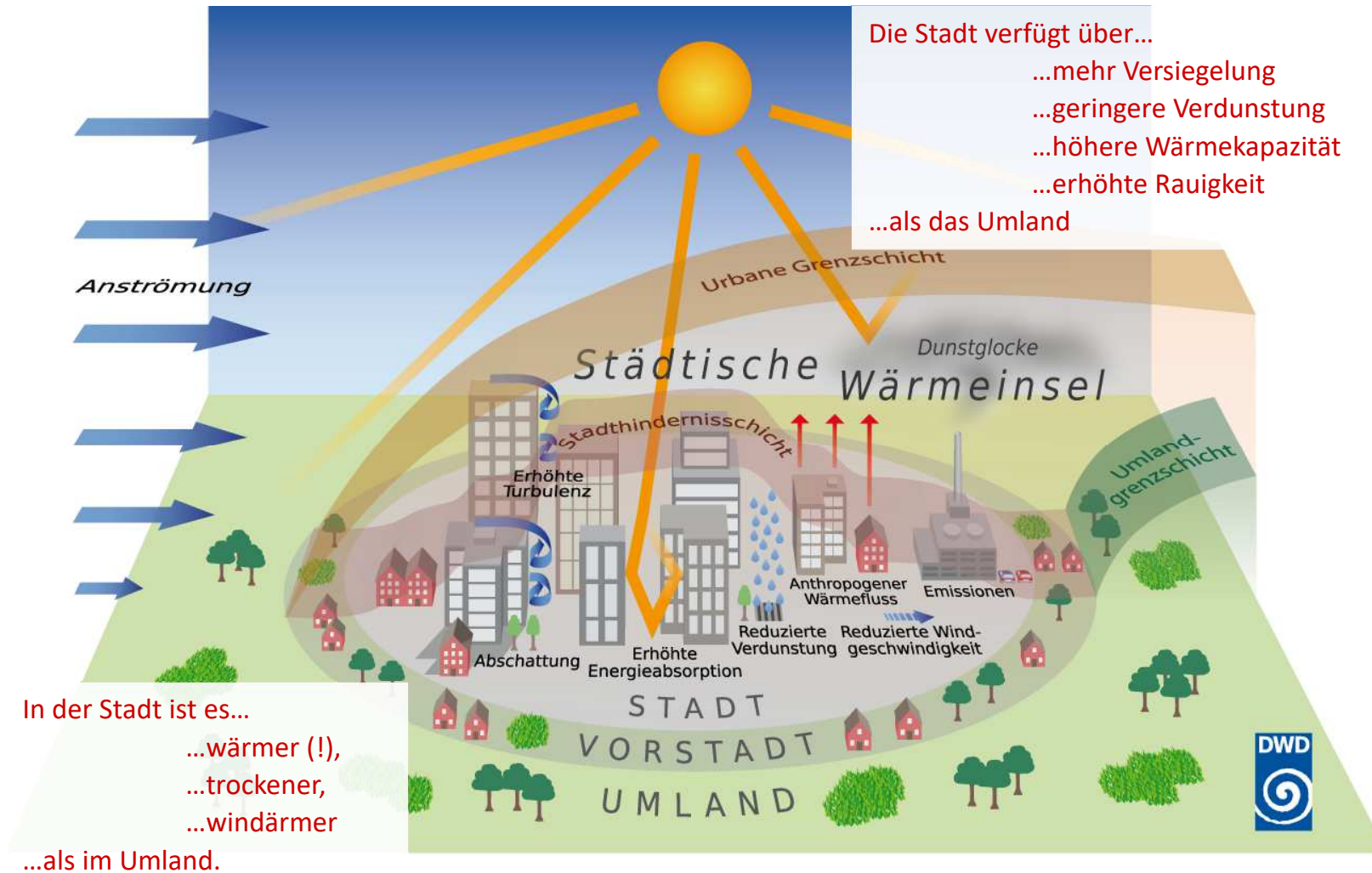
Schadstoffkonzentration an der Neuköllner Silbersteinstraße bereits an 37 Tagen zu hoch. Die Feinstaubbelastung in Osnabrück überschreitet die EU-Grenzwerte. Die Schadstoffkonzentration an der Neuköllner Silbersteinstraße ist bereits an 37 Tagen zu hoch. Die Feinstaubbelastung in Osnabrück überschreitet die EU-Grenzwerte.

## Erste Diesel-Fahrverbote in Hamburg

Schon seit zwei Wochen werden aus U-Bahn-Haltestellen rund Mose-Deiner-Allee (Gottlieb und Schwanenstraße) Seite 2 und 3D



# + Grundlagen | Die Stadt als „Hot Spot“



## BauGB Baugesetzbuch

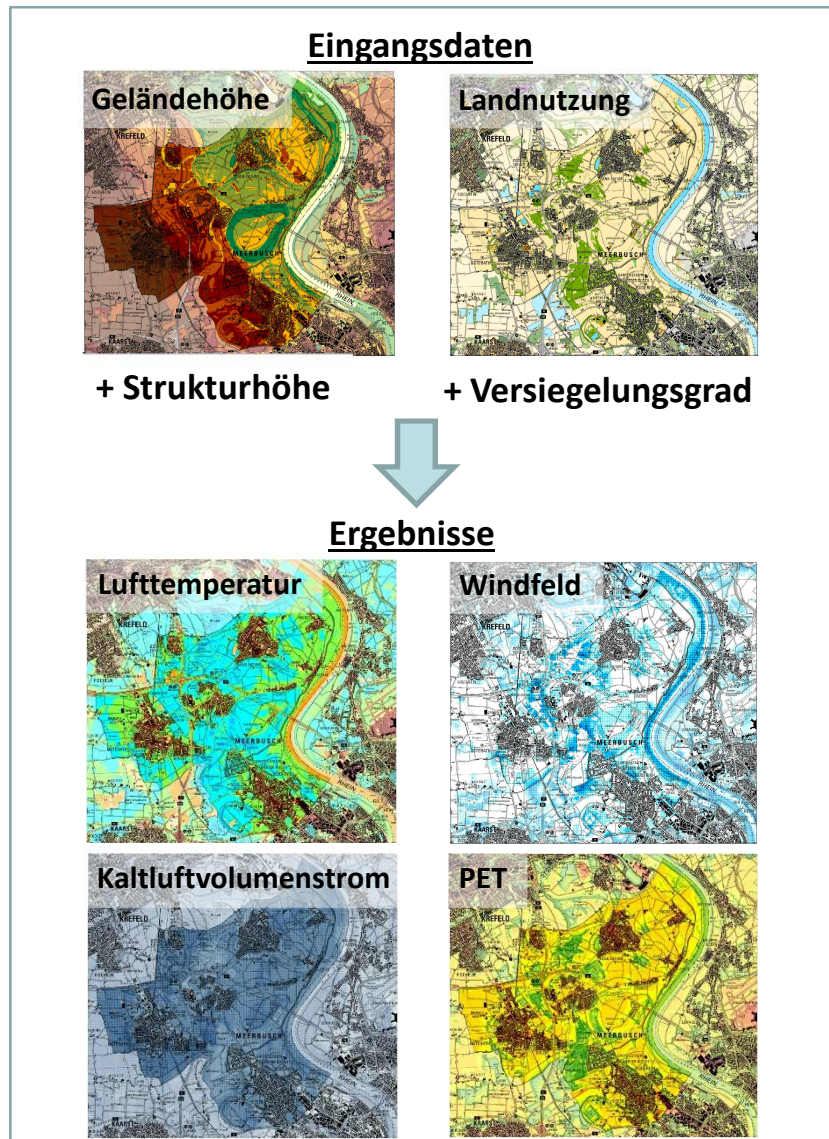
BauNVO  
PlanZV  
ImmoWertV  
Raumordnungsgesetz

Mit den Neufassungen  
von BauGB und BauNVO

50. Auflage  
2018

Beck-Texte im dtv

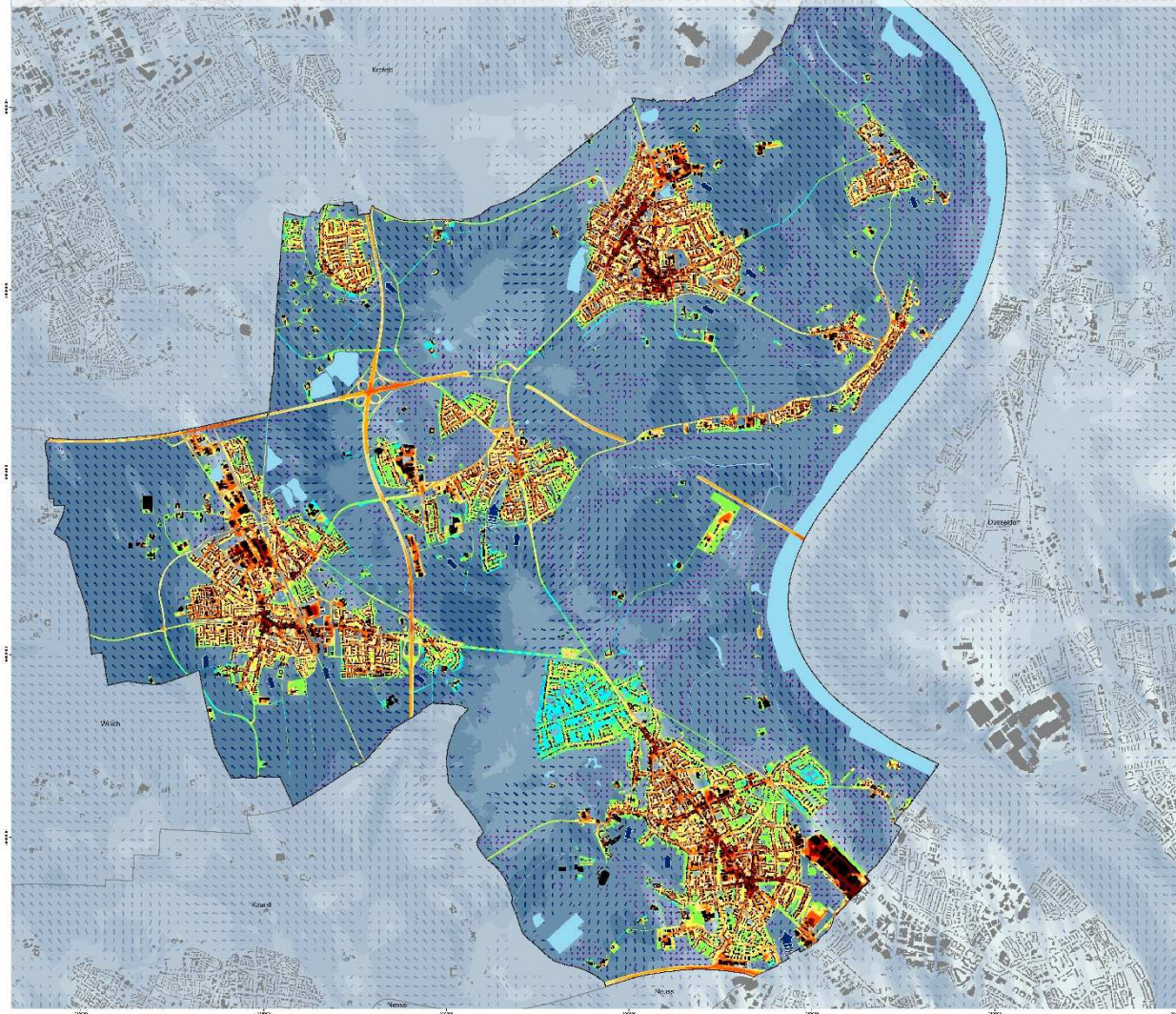
- Ziele und Grundsätze der Bauleitplanung:
  - § 1 (5): „Die **Bauleitpläne** sollen [...] dazu beitragen, [...] den Klimaschutz und die **Klimaanpassung**, insbesondere auch in der **Stadtentwicklung**, zu fördern [...]“
  - § 1 (6), Nr.1 „Bei der Aufstellung der **Bauleitpläne** sind insbesondere die allgemein **Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse** zu berücksichtigen.“
  - §1 (6), Nr. 7 „ Bei der Aufstellung der **Bauleitpläne** sind insbesondere die Belange des Umweltschutzes zu berücksichtigen:
    - a) die Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen, Fläche, Boden, Wasser, Luft, **Klima** + Wechselwirkungen und
    - c) umweltbezogene **Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit** sowie die Bevölkerung insgesamt
- Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen/Stadtumbaumaßnahmen
  - § 136 (2) : „**Städtebauliche Missstände** liegen vor, wenn die Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse [...] auch unter Berücksichtigung der Belange [...] der Klimaanpassung nicht entspricht“.



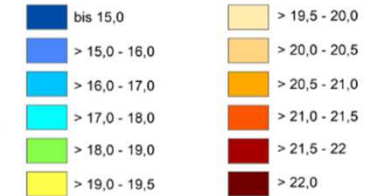
- **Simulation mit dem dreidimensionalen Klimamodell FITNAH-3D**
  - Modellrechengebiet  $\sim 28 \times 29$  km (Gemeinsame Modellrechnung mit Düsseldorf)
  - Auflösung 10 m horizontal
- **Wichtigste Eingangsdaten:**
  - Landnutzung
  - Geländehöhe
  - Strukturhöhe
  - Versiegelungsgrad
- **Meteorologischer Rahmen:**
  - Klima heute
  - sommerliche Hochdruckwetterlage (tritt jeden Sommer mehrfach auf)
  - Nacht (04:00 Uhr)  $\rightarrow$  maximale Abkühlung
  - Tag (14:00 Uhr)  $\rightarrow$  maximale Wärmebelastung

# Klimaanalysekarte Meerbusch

**Synthesekarte: Analytische Darstellung der Klimaauswirkungen und Effekte in der Nacht (ohne Bewertung, flächenhaft für den gesamten Untersuchungsraum)**

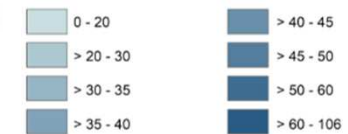


## Siedlungs- und Verkehrsflächen Lufttemperatur (°C) in 2 m ü. Grund



## Grün- und Freiflächen

Kaltluftvolumenstromdichte in  $m^3/(s \cdot m)$



## Windfeld in 2 m ü. Grund

Windgeschwindigkeit in m/s

Strömungspfeile aggregiert auf 100 m



## Kaltluftprozesse



### Kaltluftleitbahn

linienhafte Struktur, welche über Flurwinde kalte Luft aus umliegenden Grünflächen in das überwärmte Stadtgebiet transportiert



### Flächenhafter Kaltluftzufluss

kühle, flächenhaft auftretende Flurwinde



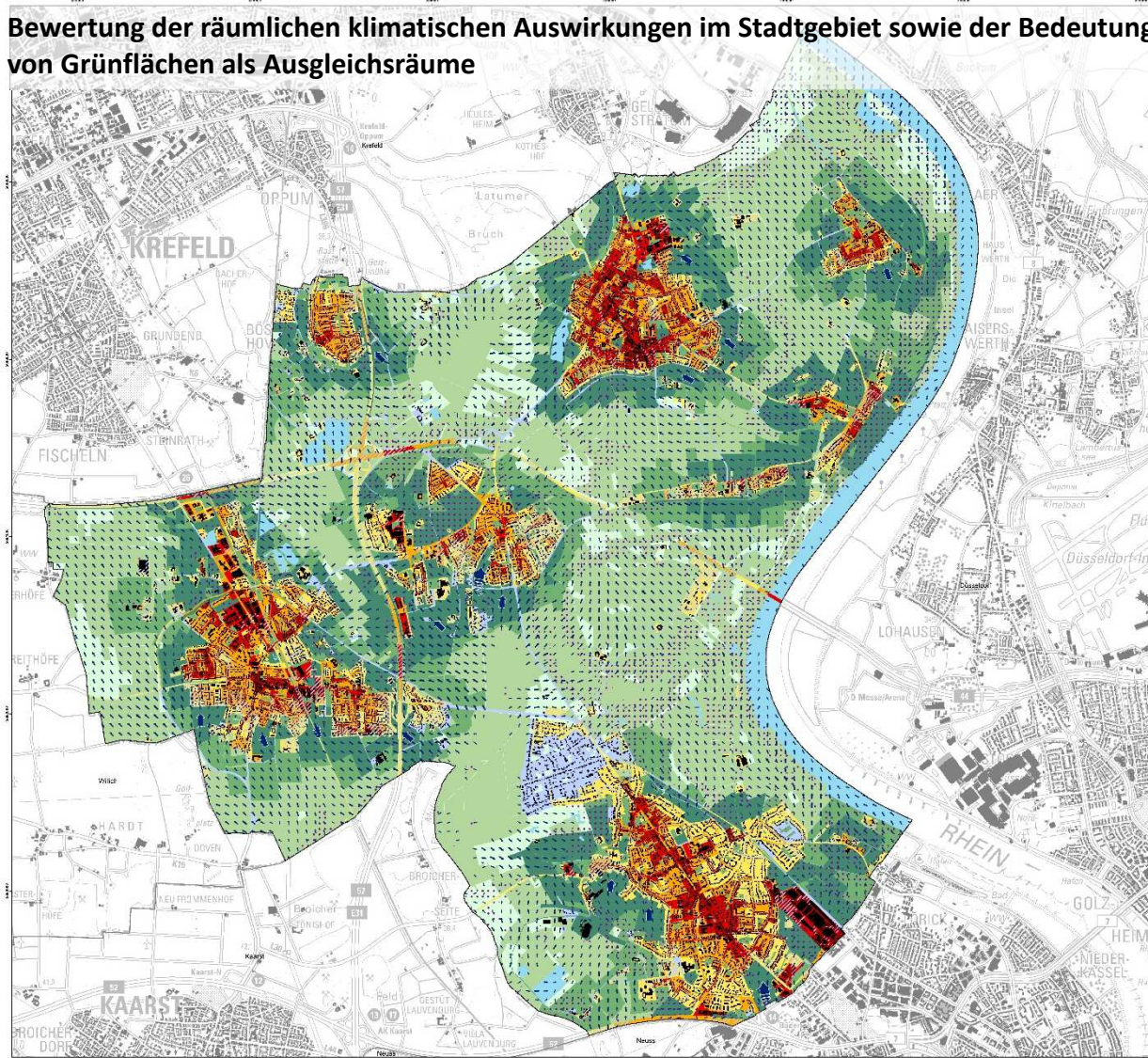
Kaltluftentstehungsgebiet



# Planungshinweiskarte Nacht Meerbusch



## Bewertung der räumlichen klimatischen Auswirkungen im Stadtgebiet sowie der Bedeutung von Grünflächen als Ausgleichsräume



### Siedlungs- und Verkehrsflächen - Wirkungsräume

Bauliche Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen.

- Sehr günstige humanbioklimatische Situation**  
Vorwiegend offene Siedlungsstruktur mit guter Durchlüftung und geringer Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen bei Beachtung klimakologischer Aspekte. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, der Vegetationsanteil sollte jedoch möglichst erhalten bleiben, um das sehr günstige Bildklima zu sichern.
- Günstige humanbioklimatische Situation**  
Geringe bis mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung bei Beachtung klimakologischer Aspekte. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht notwendig, Freiflächen und der Vegetationsanteil sollten möglichst erhalten bleiben, um das günstige Bildklima zu sichern.
- Mittlere humanbioklimatische Situation**  
Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen. Die Baukörperstellung sollte beachtet, Freiflächen erhalten und möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils angestrebt werden.
- Weniger günstige humanbioklimatische Situation**  
Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Es sollte keine weitere Verdichtung (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sollten erhalten und der Vegetationsanteil erhöht werden (z.B. Begrünung von Blockinnenhöfen).
- Ungünstige humanbioklimatische Situation**  
Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Es sollte keine weitere Verdichtung (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sind zu erhalten und der Vegetationsanteil sollte erhöht sowie möglichst Entsiegelungsmaßnahmen durchgeführt werden (z.B. Pocket-Parks, Begrünung von Blockinnenhöfen).

### Grün- und Freiflächen - Ausgleichsräume

Im Falle einer Bebauung auf den Flächen selbst bzw. in ihrer näheren Umgebung muss die Bewertung ggf. neu vorgenommen werden.

- Sehr hohe humanbioklimatische Bedeutung**  
Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur besonders wichtige klimakologische Ausgleichsräume. Zur Erhaltung ihrer Funktion sollten bauliche Eingriffe gänzlich vermieden und die Durchlüftung der angrenzenden Bebauung gewährleistet werden. Eine Vernetzung mit benachbarten Grünflächen soll zudem die Ökosystemleistung verbessern.
- Hohe humanbioklimatische Bedeutung**  
Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimakologische Ausgleichsräume. Zur Erhaltung ihrer Funktion sollten bauliche Eingriffe möglichst vermieden bzw. unter Berücksichtigung stadtklimatischer Belange erfolgen (Begrünung, Gebäudekörperstellung, etc.) und die Durchlüftung der angrenzenden Bebauung gewährleistet werden.
- Mittlere humanbioklimatische Bedeutung**  
Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur ergänzende klimakologische Ausgleichsräume. Die angrenzende Bebauung profitiert von den bereit gestellten Klimafunktionen - entsprechend sollten bauliche Eingriffe nur unter Beachtung klimakologischer Belange erfolgen (Begrünung, Gebäudekörperstellung, etc.), um diese Funktionen nicht zu gefährden.
- Geringe humanbioklimatische Bedeutung**  
Flächen stellen für die gegenwärtige Siedlungsstruktur keine relevanten Klimafunktionen bereit. Dennoch sollten bauliche Eingriffe unter Beachtung klimakologischer Belange erfolgen (insb. Begrünung), um auf der Fläche selbst keine Belastungsräume zu schaffen.

### Windfeld in 2 m ü. Grund






Windgeschwindigkeit in m/s

- Strömungspfeile aggregiert auf 100 m
- ↑ > 0,1 - 0,3
- ↑ > 0,3 - 0,5
- ↑ > 0,5 - 1,0
- ↑ > 1,0

### Kaltluftprozesse

- Kaltluftleitbahn**  
Innenhafte Struktur, welche über Flurwinde kühle Luft aus umliegenden Grünflächen in das überwärmte Stadtgebiet transportiert
- Flächenhafter Kaltluftzufluss**  
kühle, flächenhaft auftretende Flurwinde
- Kaltlufteinwirkungsbereich**
- Kaltluftentstehungsgebiet**

# + Planungshinweiskarte: Nachtsituation

Siedlungsraum (Wirkungsräume)	Flächenanteil [%]	Nacht	
 Sehr günstige humanbioklimatische Situation	7	}	(Sehr) günstige Flächen bilden ca. die Hälfte aller Flächen
 Günstige humanbioklimatische Situation	42		
 Mittlere humanbioklimatische Situation	34		
 Weniger günstige humanbioklimatische Situation	13	}	Belastetste Klassen nehmen nur 17 % des Gesamtanteils an
 Ungünstige humanbioklimatische Situation	4		

Je Klasse individuelle Planungshinweise zu

- Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung (Nachverdichtungen)
- Bewertung der Durchlüftung (Kaltlufteinwirkbereiche)
- Notwendigkeit von Maßnahmen (z. B. Entsiegelung, Verbesserung der Durchlüftung, Erhöhung des Vegetationsanteils etc.)

## Methode:

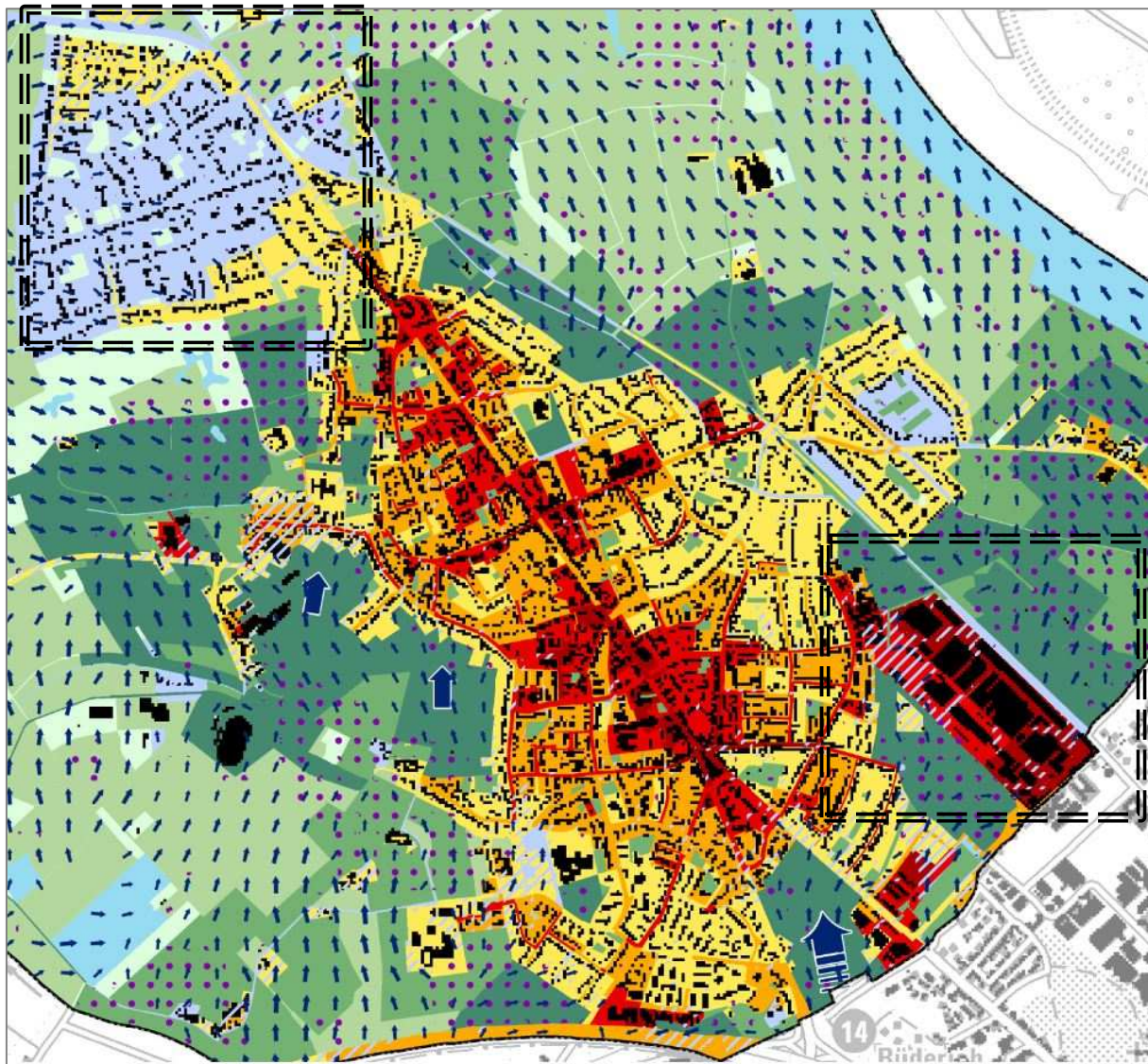
- Z-Transformation der nächtlichen Lufttemperatur (4 Uhr) nach VDI-Richtlinie (Normalverteilung um 0):

$$Z_{T04} = (T04 - MW) / \text{Standardabw.}$$

- Z-Grenzen für o.g. Wirkraumklassen wurden nach gutachterlicher Erfahrung gesetzt



# + Beispiel Buderich | Siedlung Nacht



Sehr günstige humanbioklimatische Situation



Weniger günstige humanbioklimatische Situation  
Ungünstige humanbioklimatische Situation

# + Planungshinweiskarte: Nachtsituation



Siedlungsraum (Wirkungsräume)		Flächenanteil [%] Nacht	Grün- und Freiflächen (Ausgleichsräume)		Flächenanteil [%] Nacht	
	Sehr günstige humanbioklimatische Situation	7	}		Sehr hohe humanbioklimatische Bedeutung	23
	Günstige humanbioklimatische Situation	4			Hohe humanbioklimatische Bedeutung	19
	Mittlere humanbioklimatische Situation	34			Mittlere humanbioklimatische Bedeutung	48
	Weniger günstige humanbioklimatische Situation	13			Geringe humanbioklimatische Bedeutung	10
	Ungünstige humanbioklimatische Situation	4				

**Vielzahl von Flächen (sehr) hoher Bedeutung**

**Nur 10 % ohne relevante Klimafunktion**

Je Klasse individuelle Planungshinweise zu

- Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung (Nachverdichtungen)
- Bewertung der Durchlüftung (Kaltluftereinwirkbereiche)
- Notwendigkeit von Maßnahmen (z. B. Entsiegelung, Verbesserung der Durchlüftung, Erhöhung des Vegetationsanteils etc.)

Je Klasse individuelle Planungshinweise zu

- Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen (Bauliche Eingriffe)
- Notwendigkeit von Maßnahmen (Vernetzung mit benachbarten Grünflächen, Beachtung der Baukörperstellung, Begrünung etc.)

## Methode:

Hauptkriterien für positive Bewertung (hierarchisch):

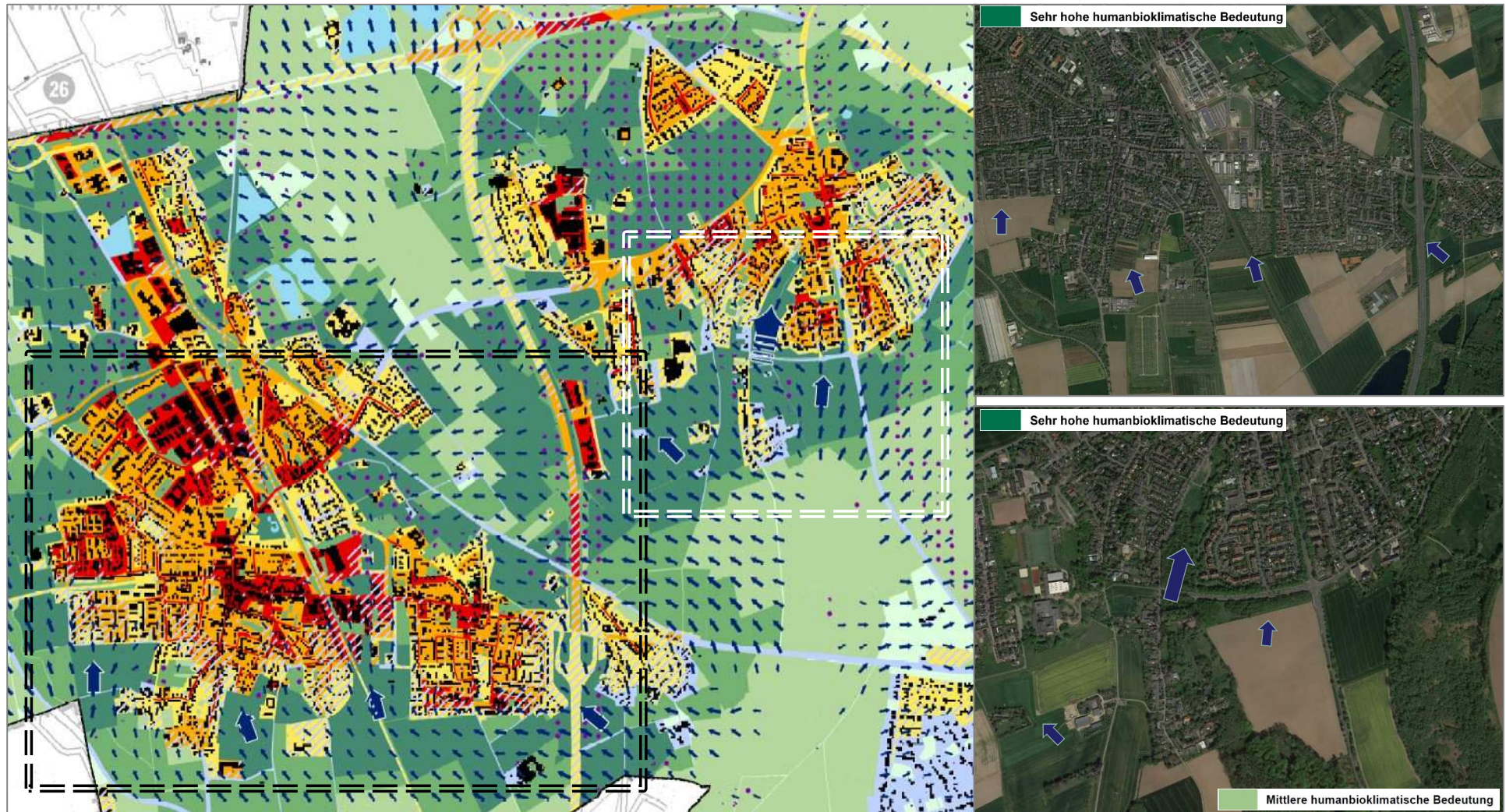
- Klimaaustauschfläche?
- Geringe Entfernung zum belastetem Siedlungsgebiet
- Größe der Grünfläche > 1ha
- Keine Waldfläche oder Straßenbegleitgrün
- Hoher KVS/ hohe KPR

- Z-Transformation der nächtlichen Lufttemperatur (4 Uhr) nach VDI-Richtlinie (Normalverteilung um 0):

$$Z_{T04} = (T04 - MW) / \text{Standardabw.}$$

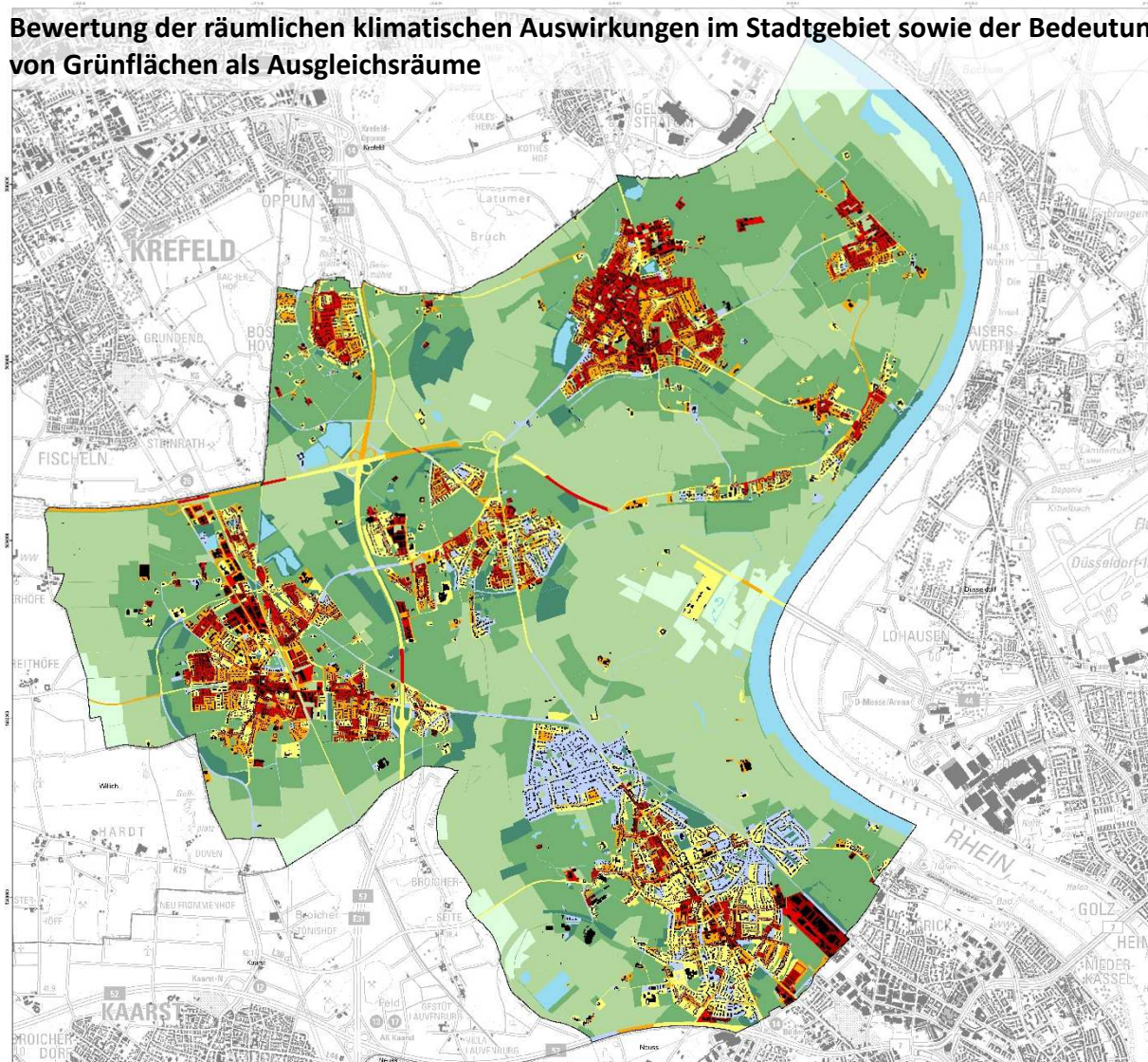
- Z-Grenzen für o.g. Wirkraumklassen wurden nach gutachterlicher Erfahrung gesetzt

# + Beispiel Osterath/Strümp | Grün-/Freiflächen Nacht



# Planungshinweiskarte Tag Meerbusch

## Bewertung der räumlichen klimatischen Auswirkungen im Stadtgebiet sowie der Bedeutung von Grünflächen als Ausgleichsräume



### Siedlungs- und Verkehrsflächen - Wirkungsräume

Bauliche Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen.

#### Sehr günstige humanbioklimatische Situation

Es liegen bioklimatisch günstige Bedingungen sowie ein hoher Grünanteil vor, die es jeweils zu erhalten gilt. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, sollten bei wichtigen Fuß- bzw. Radwegen und Plätzen jedoch geprüft werden.

#### Günstige humanbioklimatische Situation

Es liegen überwiegend bioklimatisch günstige Bedingungen sowie ein ausreichender Grünanteil vor, die es jeweils zu erhalten gilt. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, sollten bei wichtigen Fuß- bzw. Radwegen und Plätzen jedoch geprüft werden.

#### Mittlere humanbioklimatische Situation

Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen, z.B. in Form von Verschattungselementen bzw. zusätzlicher Begrünung. Dies gilt auch für Flächen des fließenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuß- und Radwege sowie Plätze). Ausgleichsräume sollten fußläufig erreichbar und zugänglich sein.

#### Weniger günstige humanbioklimatische Situation

Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Hoher Bedarf an Anpassungsmaßnahmen wie zusätzlicher Begrünung und Verschattung sowie ggf. Entsiegelung. Dies gilt auch für Flächen des fließenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuß- und Radwege sowie Plätze). Ausreichend Ausgleichsräume sollten fußläufig gut erreichbar und zugänglich sein.

#### Ungünstige humanbioklimatische Situation

Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Sehr hoher Bedarf an Anpassungsmaßnahmen wie zusätzlicher Begrünung (z.B. Pocket-Parks), Verschattung und Entsiegelung. Dies gilt auch für Flächen des fließenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuß- und Radwege sowie Plätze). Ausreichend Ausgleichsräume sollten fußläufig gut erreichbar und zugänglich sein.

### Grün- und Freiflächen - Ausgleichsräume

Im Falle einer Bebauung auf den Flächen selbst bzw. in ihrer näheren Umgebung muss die Bewertung ggf. neu vorgenommen werden.

#### Sehr hohe humanbioklimatische Bedeutung

Grünflächen mit einem günstigen Klima und damit einhergehender hoher Aufenthaltsqualität, die fußläufig aus den belasteten Siedlungsgebieten erreicht werden können. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und zu schützen (ggf. Bewässerung), die gute Erreichbarkeit ist weiterhin zu gewährleisten.

#### Hohe humanbioklimatische Bedeutung






Siedlungsnaher Flächen mit einem mittleren Grünflächenklima, bei denen der bioklimatisch positive Einfluss durch Vegetationselemente überwiegt. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und zu schützen (ggf. Bewässerung) bzw. ggf. auszubauen. Siedlungserne Grünflächen mit einem günstigen Klima, die nicht in fußläufiger Erreichbarkeit liegen, aber als Rückzugsorte dienen können.

#### Mittlere humanbioklimatische Bedeutung

Frei- und Grünflächen mit einem Defizit an Verschattung (geringe Ausgleichsfunktion) bzw. unzureichender Erreichbarkeit aus belasteten Siedlungsräumen (nicht als Rückzugsort geeignet). Innerhalb des Siedlungsgebiets sind verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen (Erhöhung der Mikroklimavielfalt).

#### Geringe humanbioklimatische Bedeutung

Freiflächen bzw. siedlungserne Grünflächen mit wenig Schatten und intensiver solarer Einstrahlung (vorwiegend Rasen- bzw. landwirtschaftliche Nutzflächen). Innerhalb des Siedlungsgebiets sind verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen (Erhöhung der Mikroklimavielfalt).

	Siedlungsraum (Wirkungsräume)	Flächenanteil [%]	
		Tag	Nacht
	Sehr günstige humanbioklimatische Situation	16 (7)	→ Mehr Flächen sehr günstiger Situation
	Günstige humanbioklimatische Situation	36 (42)	
	Mittlere humanbioklimatische Situation	26 (34)	
	Weniger günstige humanbioklimatische Situation	16 (13)	→ Höhere Belastung im Siedlungsbereich als in der Nacht ...
	Ungünstige humanbioklimatische Situation	6 (4)	

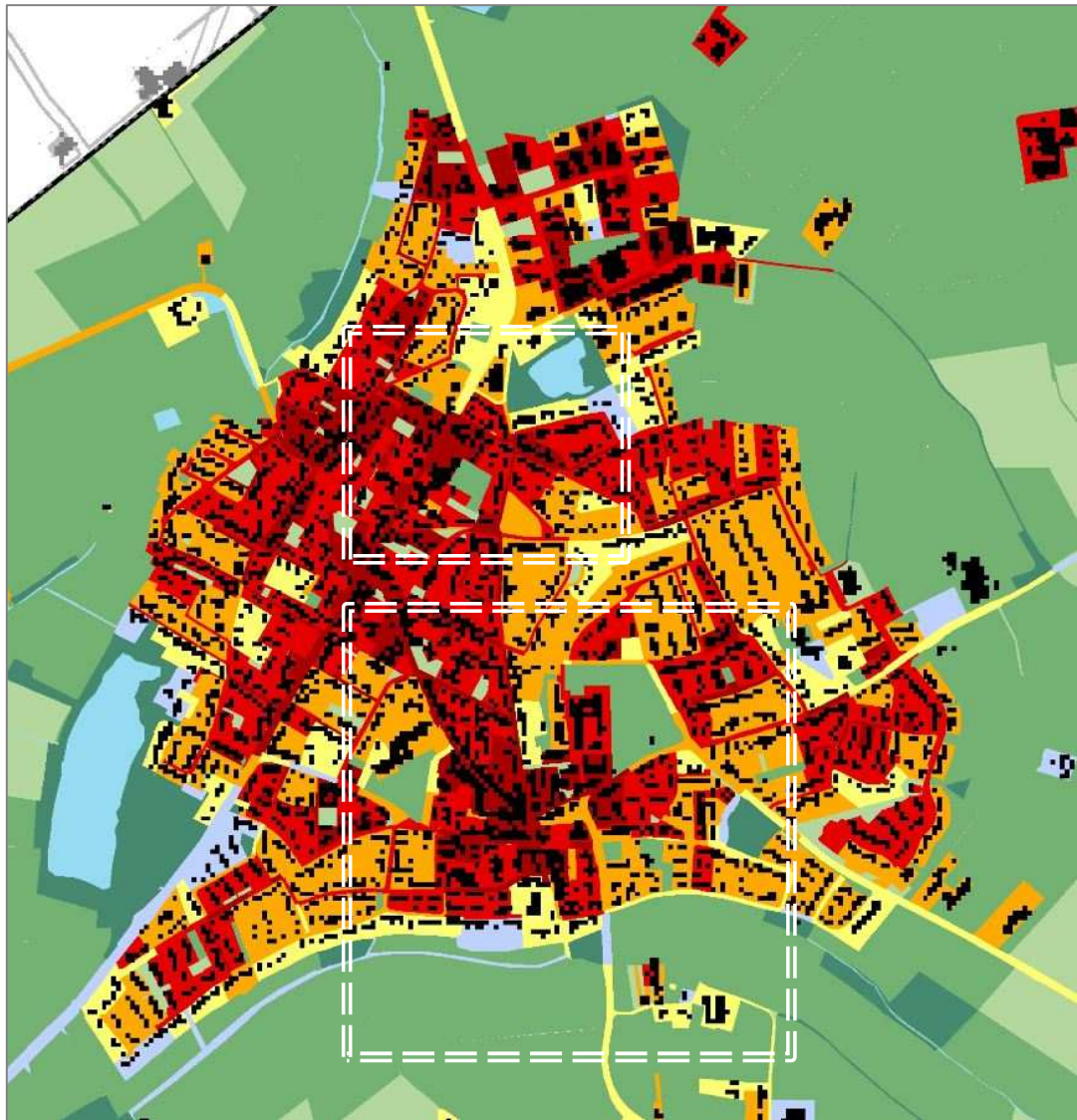
Je Klasse individuelle Planungshinweise zu

- Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung (Nachverdichtungen)
- Bewertung von Grünvolumen/Verschattung
- Notwendigkeit von Maßnahmen auch für fließenden/ruhenden Verkehr (z. B. Entsiegelung, Verschattung, Erhöhung des Vegetationsanteils, fußläufig erreichbare Ausgleichflächen etc.)

## Methode:

- Z-Transformation der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (14 Uhr) nach VDI-Richtlinie (Normalverteilung um 0):  
$$Z_{PET14} = (PET14 - MW) / \text{Standardabw.}$$
- Z-Grenzen für o.g. Wirkraumklassen wurden nach gutachterlicher Erfahrung gesetzt

# + Beispiel Lank-Latum | Siedlung Tag



# + Planungshinweiskarte: Tagsituation



Siedlungsraum (Wirkungsräume)		Flächenanteil [%] Tag (Nacht)	Grün- und Freiflächen (Ausgleichsräume)		Flächenanteil [%] Tag (Nacht)
Sehr günstige humanbioklimatische Situation	16 (7)	}	Sehr hohe humanbioklimatische Bedeutung	5 (23)	
Günstige humanbioklimatische Situation	36 (42)		Hohe humanbioklimatische Bedeutung	43 (19)	
Mittlere humanbioklimatische Situation	26 (34)	}	Mittlere humanbioklimatische Bedeutung	47 (48)	
Weniger günstige humanbioklimatische Situation	16 (13)		Geringe humanbioklimatische Bedeutung	5 (10)	
<b>Kaum Flächen ohne relevante Klimafunktion</b>	6 (4)	}			

**Insgesamt mehr wertvolle Ausgleichsflächen, wenn auch nicht mehr von höchster Bedeutung**

Je Klasse individuelle Planungshinweise zu

- Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung (Nachverdichtungen)
- Bewertung von Grünvolumen/Verschattung
- Notwendigkeit von Maßnahmen auch für fließenden/ruhenden Verkehr (z. B. Entsiegelung, Verschattung, Erhöhung des Vegetationsanteils, fußläufig erreichbare Ausgleichflächen etc.)

## Methode:

- Z-Transformation der Physiologisch Äquivalenten Temperatur (14 Uhr) nach VDI-Richtlinie (Normalverteilung um 0):  

$$Z_{PET14} = (PET14 - MW) / \text{Standardabw.}$$
- Z-Grenzen für o.g. Wirkraumklassen wurden nach gutachterlicher Erfahrung gesetzt

Je Klasse individuelle Planungshinweise zu

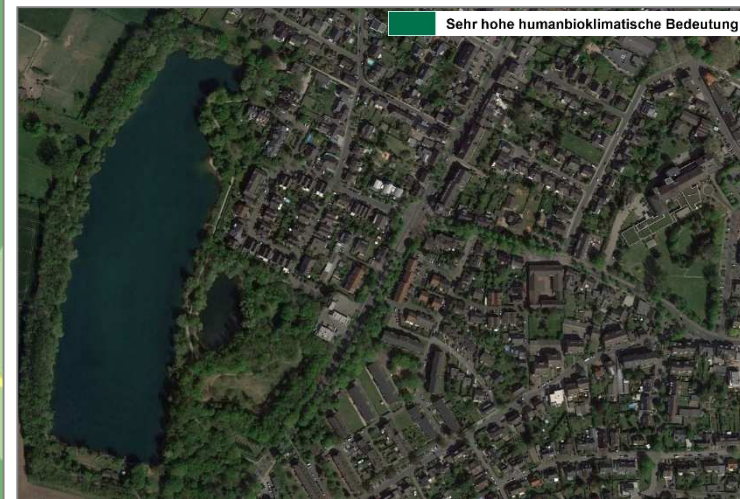
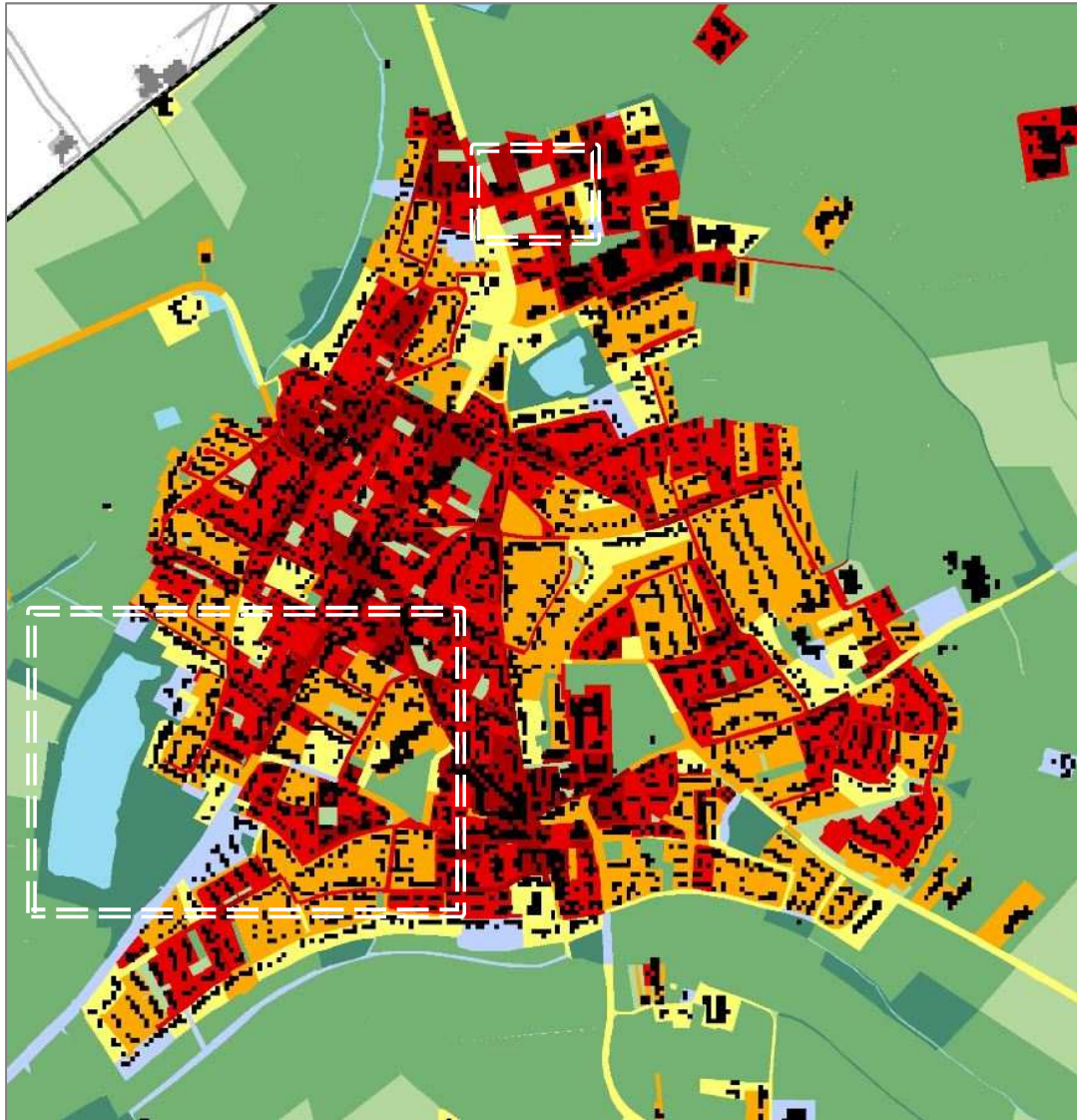
- Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsänderungen (Bauliche Eingriffe, insb. in verschattende Vegetation)
- Notwendigkeit von Maßnahmen (Entwicklung/Ausbau verschattender Vegetation, Erhöhung der Mikroklimavielfalt, Gewährleistung der Erreichbarkeit, etc.)

## Methode:

Hauptkriterien für positive Bewertung (hierarchisch):

- Geringe Entfernung zum belastetem Siedlungsgebiet (< 300 m)
- Geringe PET der Grünfläche (indirekter Indikator für großen Verschattungsanteil)
- Kein Straßenbegleitgrün

# + Beispiel Lank-Latum | Grün-/Freiflächen Tag







**VIELEN DANK  
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**

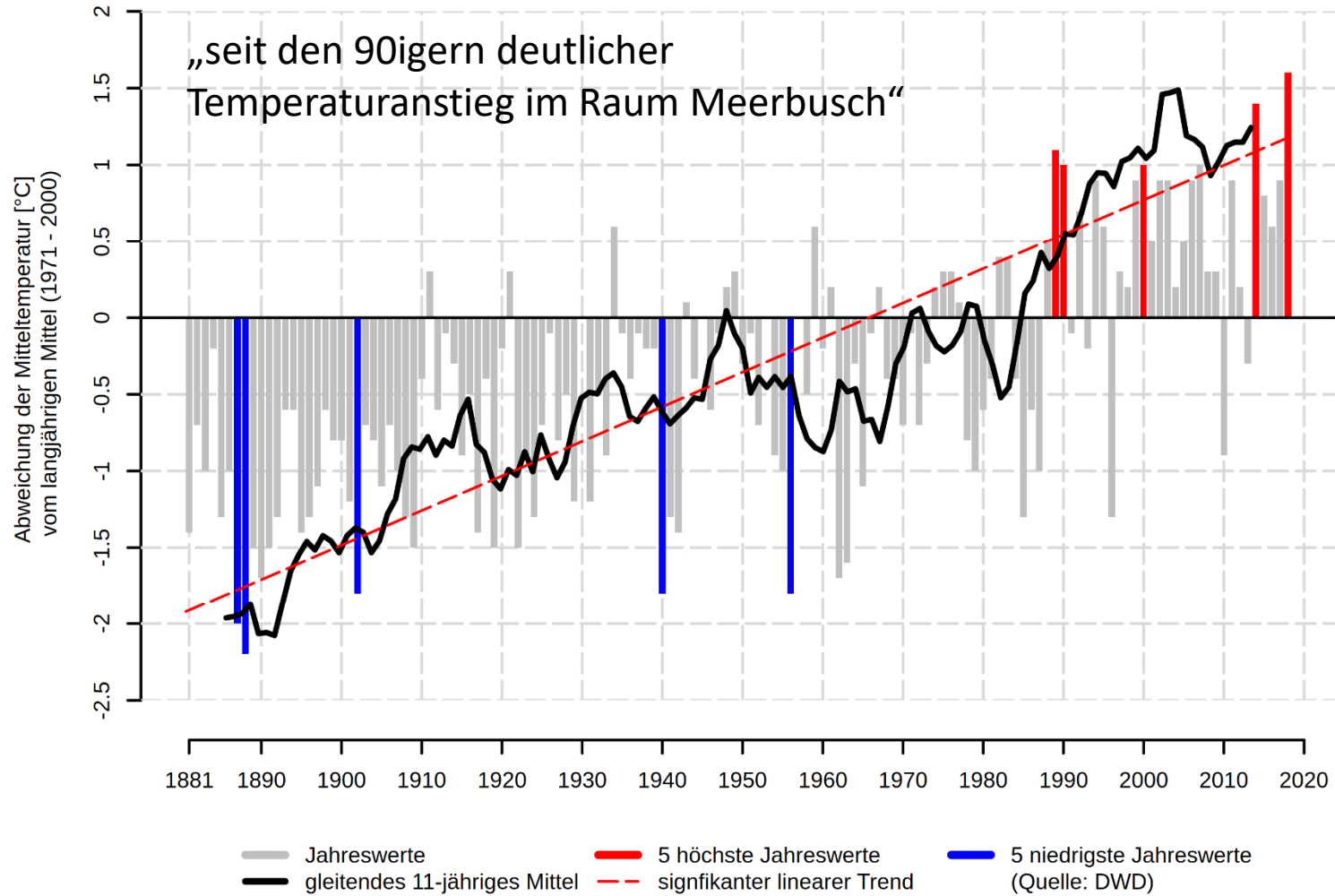


# Anhang

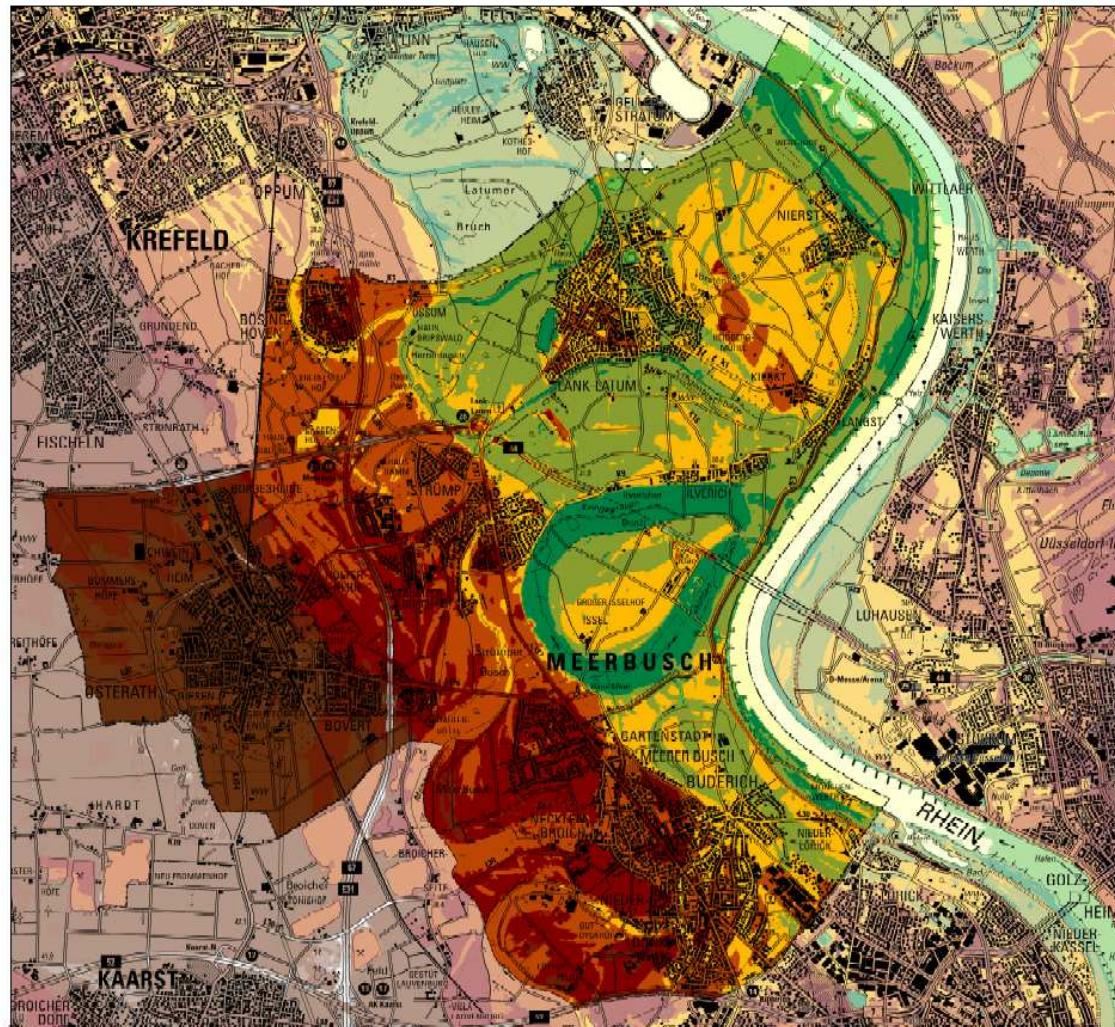


# Rückblick | Wozu eine Klimaanalyse?

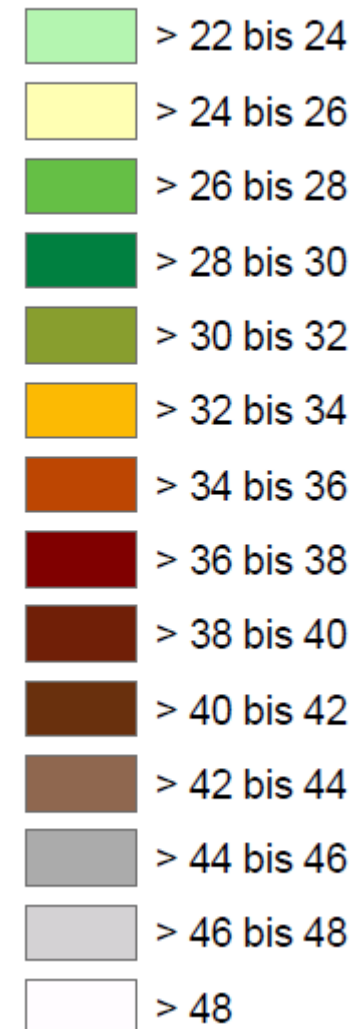
Entwicklung der Mitteltemperatur im Kalenderjahr (Jan-Dez)  
in Meerbusch im Zeitraum 1881 bis 2018



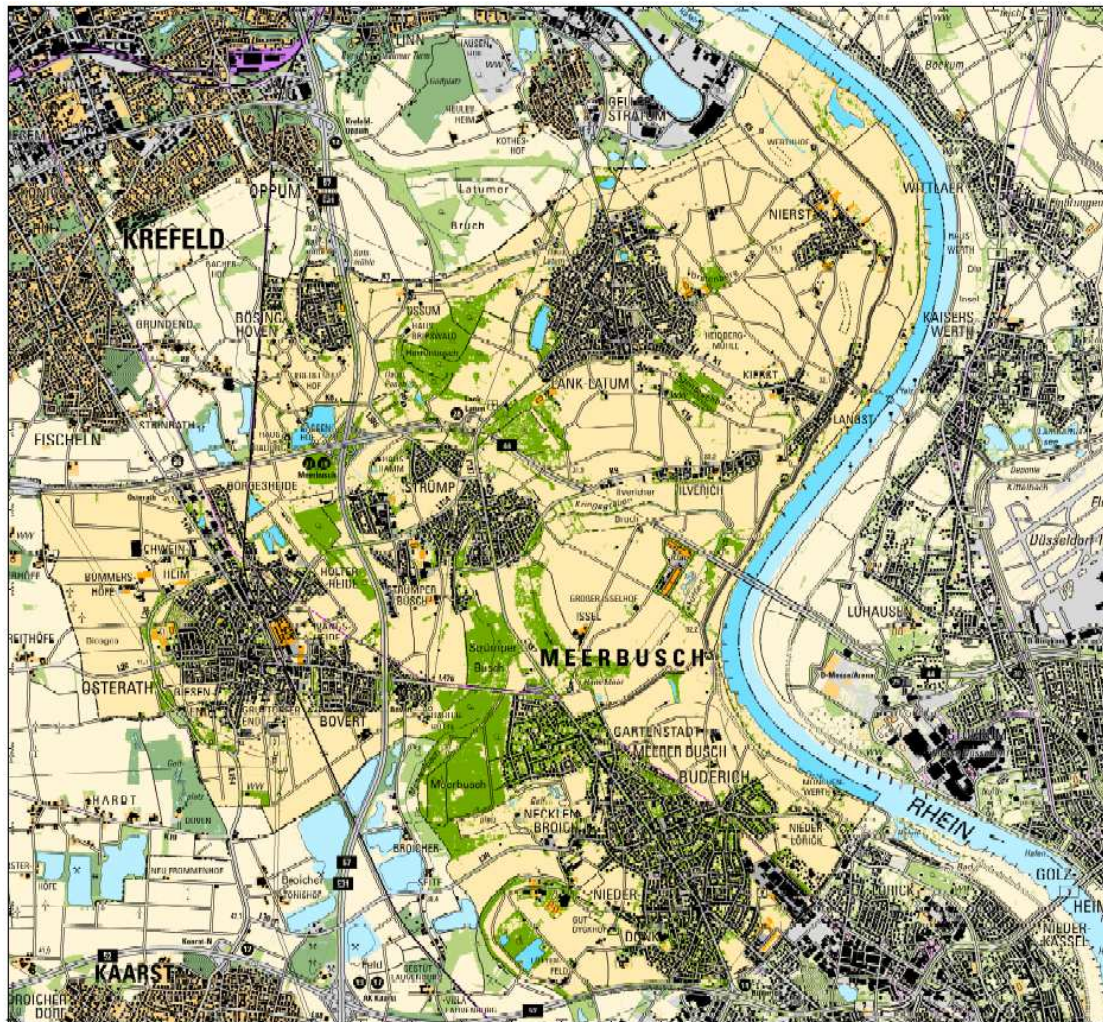
## Digitales Höhenmodell (DGM)



### Höhe ü. NN (m)



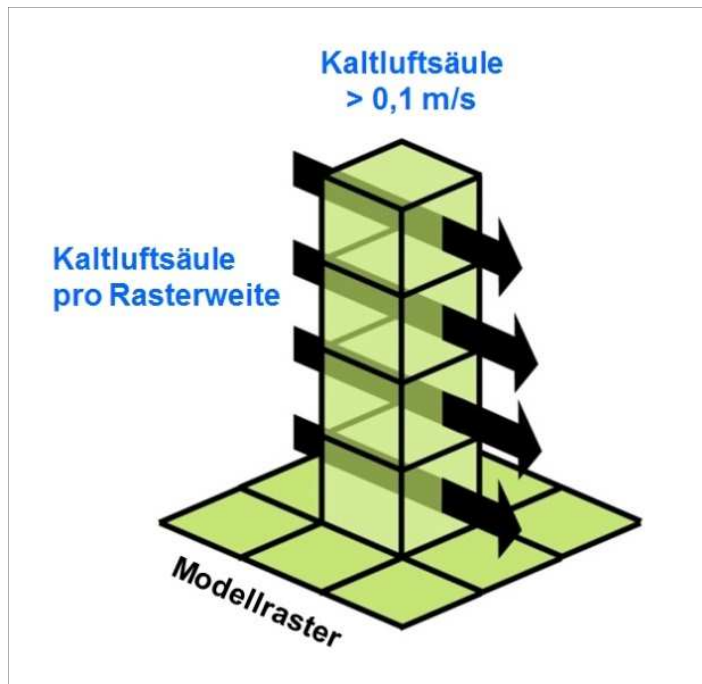
## Landnutzung (10 Klassen)



- Gebäude
- Gebäude mit Gründach
- Unbebaut versiegelt
- Gewässer
- Gleisfläche
- Rasen plus Vegetation < 2,5 m
- naturferner Boden plus Vegetation < 2,5 m
- Vegetation (> 2,5 m) über Versiegelung
- Vegetation (> 2,5 m) über Rasen
- Vegetation (> 2,5 m) über naturfernem Boden



### Nachtsituation: Kaltluftvolumenstrom



- Kaltluftvolumenstrom = Produkt aus der Fließgeschwindigkeit der Kaltluft, ihrer vertikalen Ausdehnung (Schichthöhe) und der horizontalen Ausdehnung des durchflossenen Querschnitts (Durchflussbreite)
  - diejenige Menge an Kaltluft in der Einheit  $\text{m}^3$ , die in jeder Sekunde durch den Querschnitt beispielsweise eines Hanges oder einer Leitbahn fließt
- 
- in der VDI-Richtlinie 3787 Blatt 5 (VDI 2003) wird ein quantitatives „Maß der Beeinflussung“ vorgeschlagen, das eine Reduktion der Abflussvolumina um mehr als 10 % im Umfeld von bioklimatisch belasteten Siedlungsgebieten als „hohe vorhabenbedingte Auswirkung“ ausweist

## Tagsituation: Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET)

- beruht auf dem Wärmeaustausch des Menschen mit seiner Umgebung
- die PET beschreibt das **thermische Empfinden einer „Standardperson“**, welche eine mittlere thermische Empfindlichkeit repräsentiert
- dafür sind vor allem *Lufttemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit* und thermophysologisch wirksame *Strahlung* relevant

**Tab. 1:** Zuordnung von Schwellenwerten für den Bewertungsindex PET während der Tagesstunden.

PET	Thermisches Empfinden	Physiologische Belastungsstufe
4°C	Sehr kalt	Extreme Kältebelastung
8°C	Kalt	Starke Kältebelastung
13°C	Kühl	Mäßige Kältebelastung
18°C	Leicht kühl	Schwäche Kältebelastung
20°C	Behaglich	Keine Wärmebelastung
23°C	Leicht warm	Schwache Wärmebelastung
29°C	Warm	Mäßige Wärmebelastung
35°C	Heiß	Starke Wärmebelastung
41°C	Sehr heiß	Extreme Wärmebelastung



## Klimaanalysekarte Nachtsituation | Methodik



- Direkte Übernahme der nächtlichen Parameter T04 für Siedlungsflächen und KVS/Windfeld für Grün-/Freiflächen in die KAK
- Definition weiterer analytischer Parameter:

### Kaltluftleitbahn



- in Breite räumlich begrenzt, aber mind. 50 m breit
- hohe Kaltluftvolumenstromdichte, mind.  $40 \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$
- Ausrichtung zum belasteten Siedlungsraum

### Flächenhafter Kaltluftzufluss



- im Gegensatz zur Kaltluftleitbahn flächenhafte (statt linienhafte) Ausprägung
- Durch Gefälle, hier in Meerbusch ausschließlich durch Thermik bedingt (Flurwinde)

### Kaltluftentstehungsgebiet



- Grün- und Freiflächen mit einer sehr hohen Kaltluftproduktionsrate von über  $15,31 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h}) \cong \text{Mittelwert} + 0,5 \cdot \text{Standardabweichung}$



## Siedlungs- und Verkehrsflächen - Wirkungsräume

Bauliche Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen.

### Sehr günstige humanbioklimatische Situation

Vorwiegend offene Siedlungsstruktur mit guter Durchlüftung und geringer Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierungen bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, der Vegetationsanteil sollte jedoch möglichst erhalten bleiben, um das sehr günstige Bioklima zu sichern.

### Günstige humanbioklimatische Situation

Geringe bis mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung bei Beachtung klimaökologischer Aspekte. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht notwendig. Freiflächen und der Vegetationsanteil sollten möglichst erhalten bleiben, um das günstige Bioklima zu sichern.

### Mittlere humanbioklimatische Situation

Mittlere Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen. Die Baukörperstellung sollte beachtet, Freiflächen erhalten und möglichst eine Erhöhung des Vegetationsanteils angestrebt werden.

### Weniger günstige humanbioklimatische Situation

Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Es sollte keine weitere Verdichtung (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sollten erhalten und der Vegetationsanteil erhöht werden (z.B. Begrünung von Blockinnenhöfen).

### Ungünstige humanbioklimatische Situation


Sehr hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Es sollte keine weitere Verdichtung (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sind zu erhalten und der Vegetationsanteil sollte erhöht sowie möglichst Entsiegelungsmaßnahmen durchgeführt werden (z.B. Pocket-Parks, Begrünung von Blockinnenhöfen).

Blick auf die  
Klassenspannweite



### Siedlungs- und Verkehrsflächen - Wirkungsräume

Bauliche Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen.

 **Sehr günstige humanbioklimatische Situation**

$$Z_{T04} \leq -1$$

 **Günstige humanbioklimatische Situation**

$$-1 < Z_{T04} \leq 0$$

 **Mittlere humanbioklimatische Situation**

$$0 < Z_{T04} \leq 0,5$$

 **Weniger günstige humanbioklimatische Situation**

$$0,5 < Z_{T04} \leq 1$$

 **Ungünstige humanbioklimatische Situation**

$$Z_{T04} > 1$$

- Z-Transformation der nächtlichen Lufttemperatur nach VDI-Richtlinie:

$$Z_{T04} = (T04 - MW) / \text{Standardabw.}$$

- Z-Grenzen wurden nach gutachterlicher Erfahrung gesetzt

## Grün- und Freiflächen - Ausgleichsräume

Im Falle einer Bebauung auf den Flächen selbst bzw. in ihrer näheren Umgebung muss die Bewertung ggf. neu vorgenommen werden.

### Sehr hohe humanbioklimatische Bedeutung

Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur besonders wichtige klimaökologische Ausgleichsräume. Zur Erhaltung ihrer Funktion sollten bauliche Eingriffe gänzlich vermieden und die Durchlüftung der angrenzenden Bebauung gewährleistet werden. Eine Vernetzung mit benachbarten Grünflächen soll zudem die Ökosystemleistung verbessern.

### Hohe humanbioklimatische Bedeutung

Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur wichtige klimaökologische Ausgleichsräume. Zur Erhaltung ihrer Funktion sollten bauliche Eingriffe möglichst vermieden bzw. unter Berücksichtigung stadtklimatischer Belange erfolgen (Begrünung, Gebäudekörperstellung, etc.) und die Durchlüftung der angrenzenden Bebauung gewährleistet werden.

### Mittlere humanbioklimatische Bedeutung

Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur ergänzende klimaökologische Ausgleichsräume. Die angrenzende Bebauung profitiert von den bereit gestellten Klimafunktionen - entsprechend sollten bauliche Eingriffe nur unter Beachtung klimaökologischer Belange erfolgen (Begrünung, Gebäudekörperstellung, etc.), um diese Funktionen nicht zu gefährden.

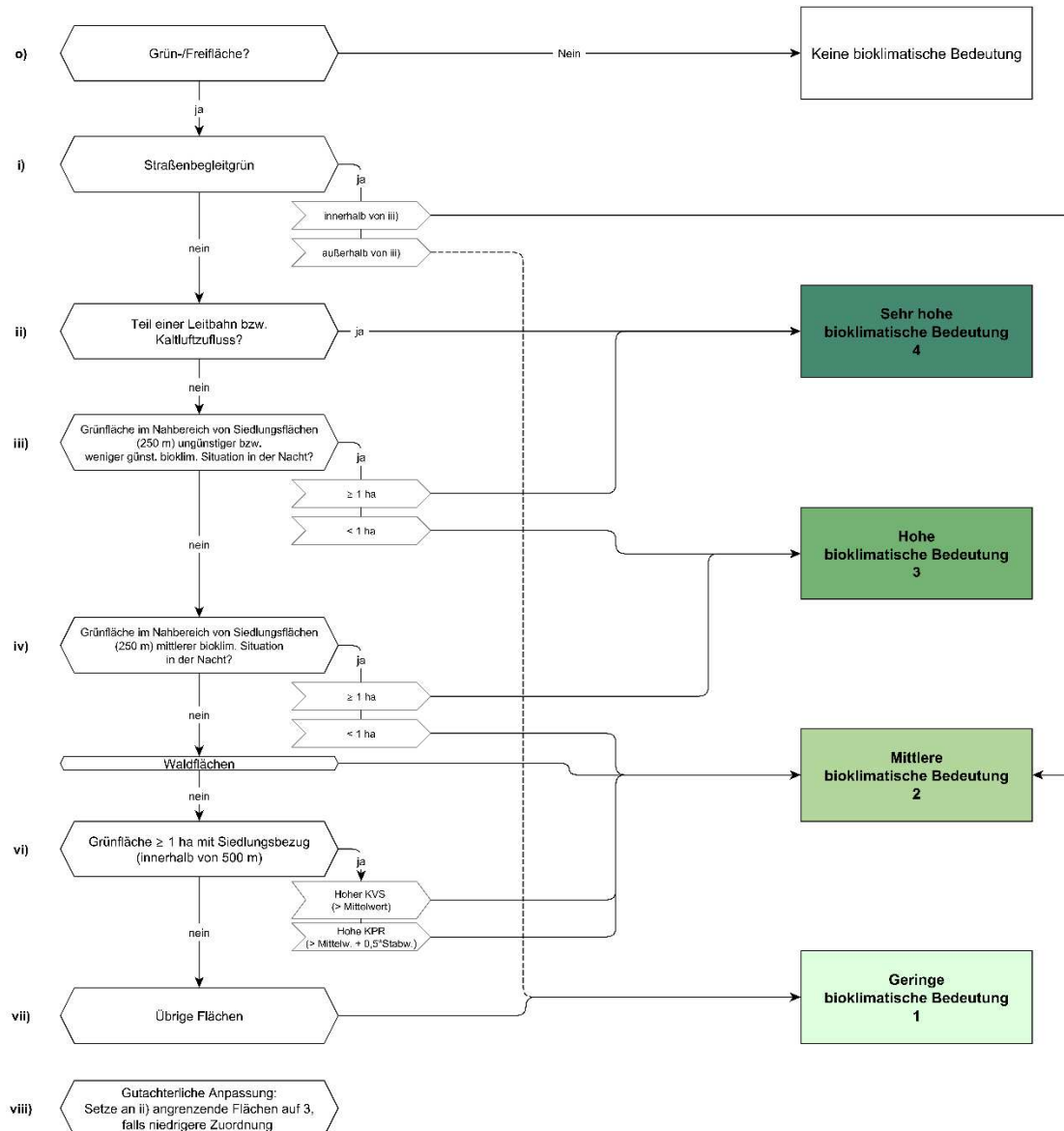
### Geringe humanbioklimatische Bedeutung

Flächen stellen für die gegenwärtige Siedlungsstruktur keine relevanten Klimafunktionen bereit. Dennoch sollten bauliche Eingriffe unter Beachtung klimaökologischer Belange erfolgen (insb. Begrünung), um auf der Fläche selbst keine Belastungsräume zu schaffen.

Blick auf die  
Klassenspannweite



# Grünflächen Nacht | Bewertungsalgorithmus

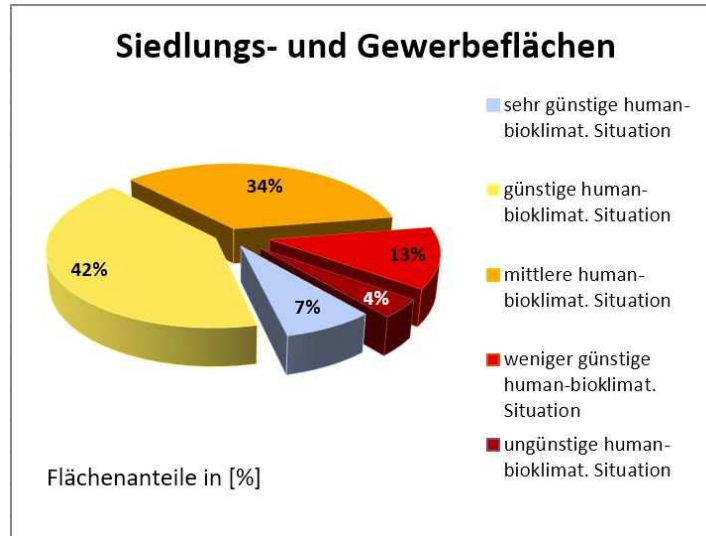


## Hauptkriterien für positive Bewertung:

- Klimaaustauschfläche?
- Geringe Entfernung zum belastetem Siedlungsgebiet
- Größe der Grünfläche > 1ha
- Keine Waldfläche oder Straßenbegleitgrün
- Hoher KVS/ hohe KPR

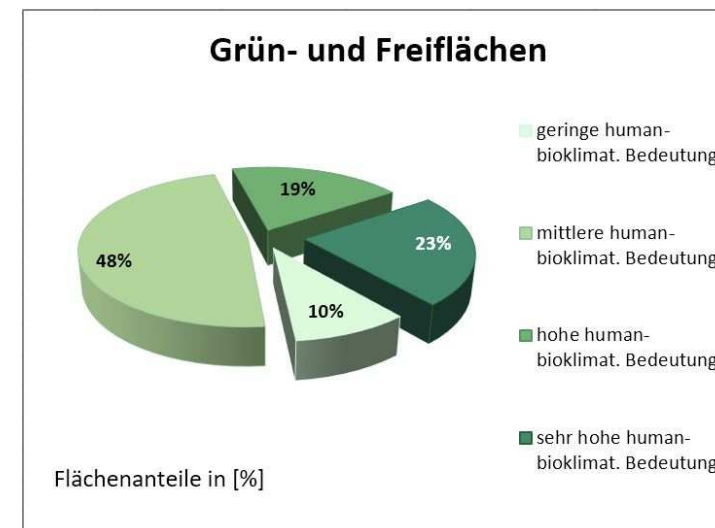


## Wirk-/Ausgleichsflächen Nacht | Proz. Verteilung



- (Sehr) günstige Flächen bilden ca. die Hälfte aller Flächen
- Beiden belastetsten Klassen nehmen nur ca. 17 % des Gesamtanteils ein

- Vielzahl von Flächen (sehr) hoher Bedeutung (~42 %)
- Nur 10 % ohne relevante Klimafunktion



## Siedlungs- und Verkehrsflächen - Wirkungsräume

Bauliche Eingriffe sollten nicht zu einer Verschlechterung auf der Fläche selbst bzw. angrenzenden Flächen führen.

### Sehr günstige humanbioklimatische Situation

Es liegen bioklimatisch günstige Bedingungen sowie ein hoher Grünanteil vor, die es jeweils zu erhalten gilt. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, sollten bei wichtigen Fuß- bzw. Radwegen und Plätzen jedoch geprüft werden.

### Günstige humanbioklimatische Situation

Es liegen überwiegend bioklimatisch günstige Bedingungen sowie ein ausreichender Grünanteil vor, die es jeweils zu erhalten gilt. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind nicht erforderlich, sollten bei wichtigen Fuß- bzw. Radwegen und Plätzen jedoch geprüft werden.

### Mittlere humanbioklimatische Situation

Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation werden empfohlen, z.B. in Form von Verschattungselementen bzw. zusätzlicher Begrünung. Dies gilt auch für Flächen des fließenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuß- und Radwege sowie Plätze). Ausgleichsräume sollten fußläufig erreichbar und zugänglich sein.

### Weniger günstige humanbioklimatische Situation

Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Hoher Bedarf an Anpassungsmaßnahmen wie zusätzlicher Begrünung und Verschattung sowie ggf. Entsiegelung. Dies gilt auch für Flächen des fließenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuß- und Radwege sowie Plätze). Ausreichend Ausgleichsräume sollten fußläufig gut erreichbar und zugänglich sein.

### Ungünstige humanbioklimatische Situation

Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig und prioritär. Sehr hoher Bedarf an Anpassungsmaßnahmen wie zusätzlicher Begrünung (z.B. Pocket-Parks), Verschattung und Entsiegelung. Dies gilt auch für Flächen des fließenden und ruhenden Verkehrs (insb. Fuß- und Radwege sowie Plätze). Ausreichend Ausgleichsräume sollten fußläufig gut erreichbar und zugänglich sein.

## Unterschiede zur Nacht:

- Fokus auf Verschattung (auch im Verkehr)
- Fokus auf fußläufig erreichbaren Ausgleichsflächen

## Bewertungsalgorithmus analog zur Nacht:

- Aber: z-Transformation mit PET des Tages berechnet statt der nächtlichen Lufttemperatur

## Grün- und Freiflächen - Ausgleichsräume

Im Falle einer Bebauung auf den Flächen selbst bzw. in ihrer näheren Umgebung muss die Bewertung ggf. neu vorgenommen werden.

### Sehr hohe humanbioklimatische Bedeutung

Grünflächen mit einem günstigen Klima und damit einhergehender hoher Aufenthaltsqualität, die fußläufig aus den belasteten Siedlungsgebieten erreicht werden können. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und zu schützen (ggf. Bewässerung), die gute Erreichbarkeit ist weiterhin zu gewährleisten.

### Hohe humanbioklimatische Bedeutung

Siedlungsnaher Flächen mit einem mittleren Grünflächenklima, bei denen der bioklimatisch positive Einfluss durch Vegetationselemente überwiegt. Verschattende Vegetationselemente sind zu erhalten und schützen (ggf. Bewässerung) bzw. ggf. auszubauen. Siedlungsfremde Grünflächen mit einem günstigen Klima, die nicht in fußläufiger Erreichbarkeit liegen, aber als Rückzugsorte dienen können.

### Mittlere humanbioklimatische Bedeutung

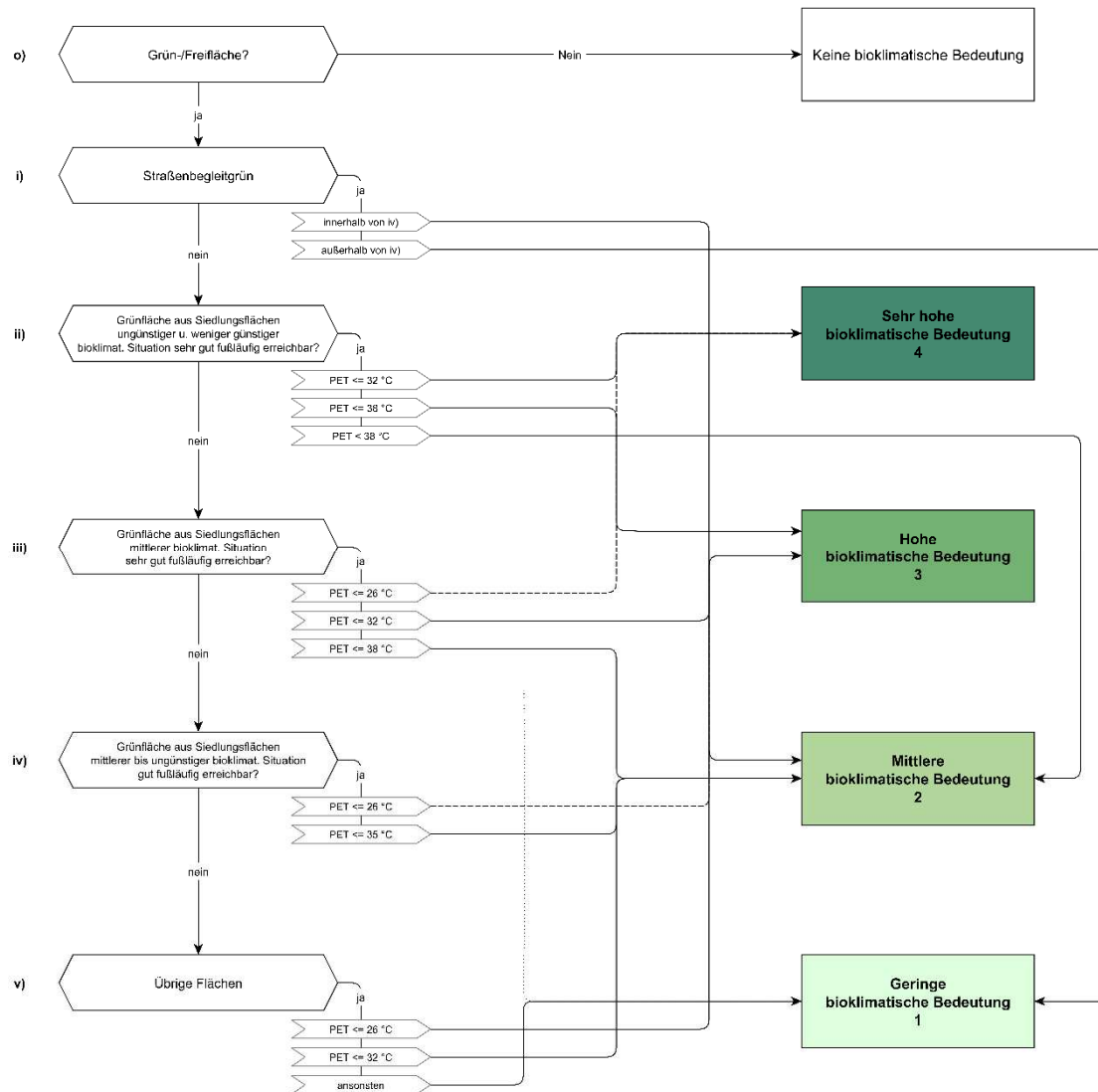
Frei- und Grünflächen mit einem Defizit an Verschattung (geringe Ausgleichsfunktion) bzw. unzureichender Erreichbarkeit aus belasteten Siedlungsräumen (nicht als Rückzugsort geeignet). Innerhalb des Siedlungsgebiets sind verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen (Erhöhung der Mikroklimavielfalt).

### Geringe humanbioklimatische Bedeutung

Freiflächen bzw. siedlungsfremde Grünflächen mit wenig Schatten und intensiver solarer Einstrahlung (vorwiegend Rasen- bzw. landwirtschaftliche Nutzflächen). Innerhalb des Siedlungsgebiets sind verschattende Vegetationselemente zu entwickeln bzw. auszubauen (Erhöhung der Mikroklimavielfalt).

## Unterschiede zur Nacht:

- Fokus auf Aufenthaltsqualität v.a. durch Verschattung (auch im Verkehr)
- Fokus auf fußläufig erreichbaren Ausgleichsflächen



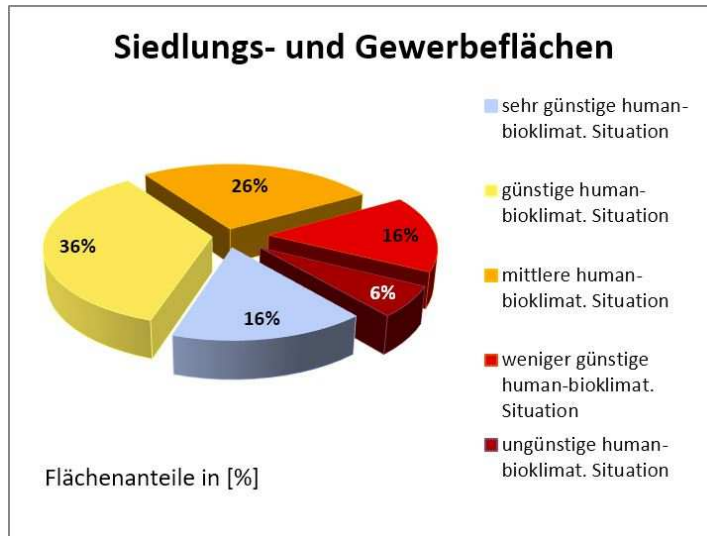
## Hauptkriterien für positive Bewertung:

- Geringe Entfernung zum belastetem Siedlungsgebiet (< 300 m)
- Geringe PET der Grünfläche → Indirekt Beschattung
- Kein Straßenbegleitgrün





## Wirk-/Ausgleichsflächen Tag | Proz. Verteilung



- (Sehr) günstige Flächen bilden mehr als die Hälfte aller Flächen
- Beiden belastetsten Klassen nehmen ca. 22 % (vgl. Nacht: 17 %) des Gesamtanteils ein

→ **Höhere Belastung im Siedlungsbereich als in der Nacht ...**

- Knapp die Hälfte der Flächen von (sehr) hoher Bedeutung (48 %, Vgl. Nacht: 42 %)
- Nur 5 % ohne relevante Klimafunktion (Vgl. Tag: 10 %)

... aber auch mehr wertvolle Ausgleichsflächen

