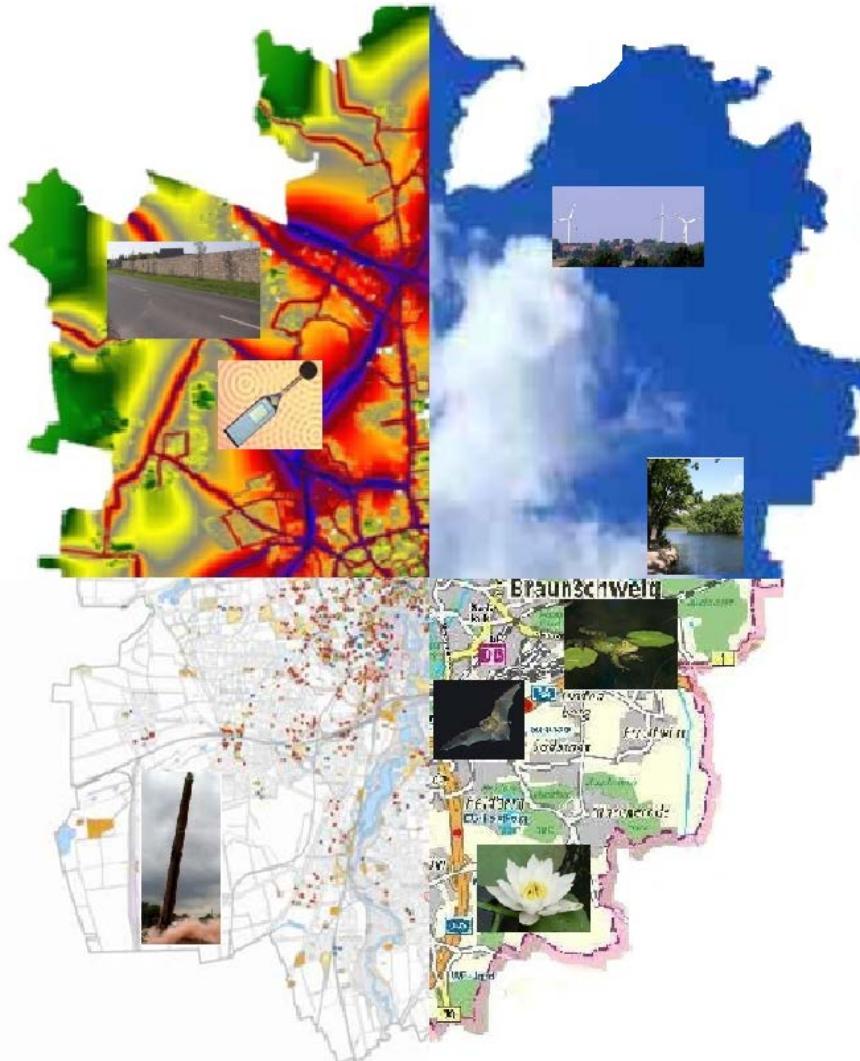


Fachbereich Stadtplanung und Umweltschutz



Abteilung Umweltschutz

Abfallrecht
Immissionsschutz
Naturschutz
Gewässerschutz
Bodenschutz
Altlasten
Kampfmittel
Luftreinhaltung
Klimaschutz
Lärmminderung

Stadtklima

Umweltverträglichkeitsprüfung
Umweltinformationssystem
Energieberatung

Vortrag: Stadtklima

- Kurze Einführung
- Die letzten 30 Jahre
- Heute
- Die nächsten 30 Jahre –
GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Stadtklima Braunschweig

Definition:
Stadtklima ist ein gegenüber dem Umland verändertes Lokalklima.

(WMO)

Eigenschaften des Stadtklimas:

- **Veränderung der Temperatur- und Feuchteverhältnisse**

Wärmeinsel, herabgesetzte Verdunstung, Baumaterialien

- **Veränderung der Windverhältnisse**

Erhöhte Rauigkeit, schlechterer Luftaustausch, Düseneffekte

- **Veränderung der lufthygienischen Situation**

Erhöhte Emissionen, insbesondere durch KFZ-Verkehr,
Energieerzeugung, Hausbrand

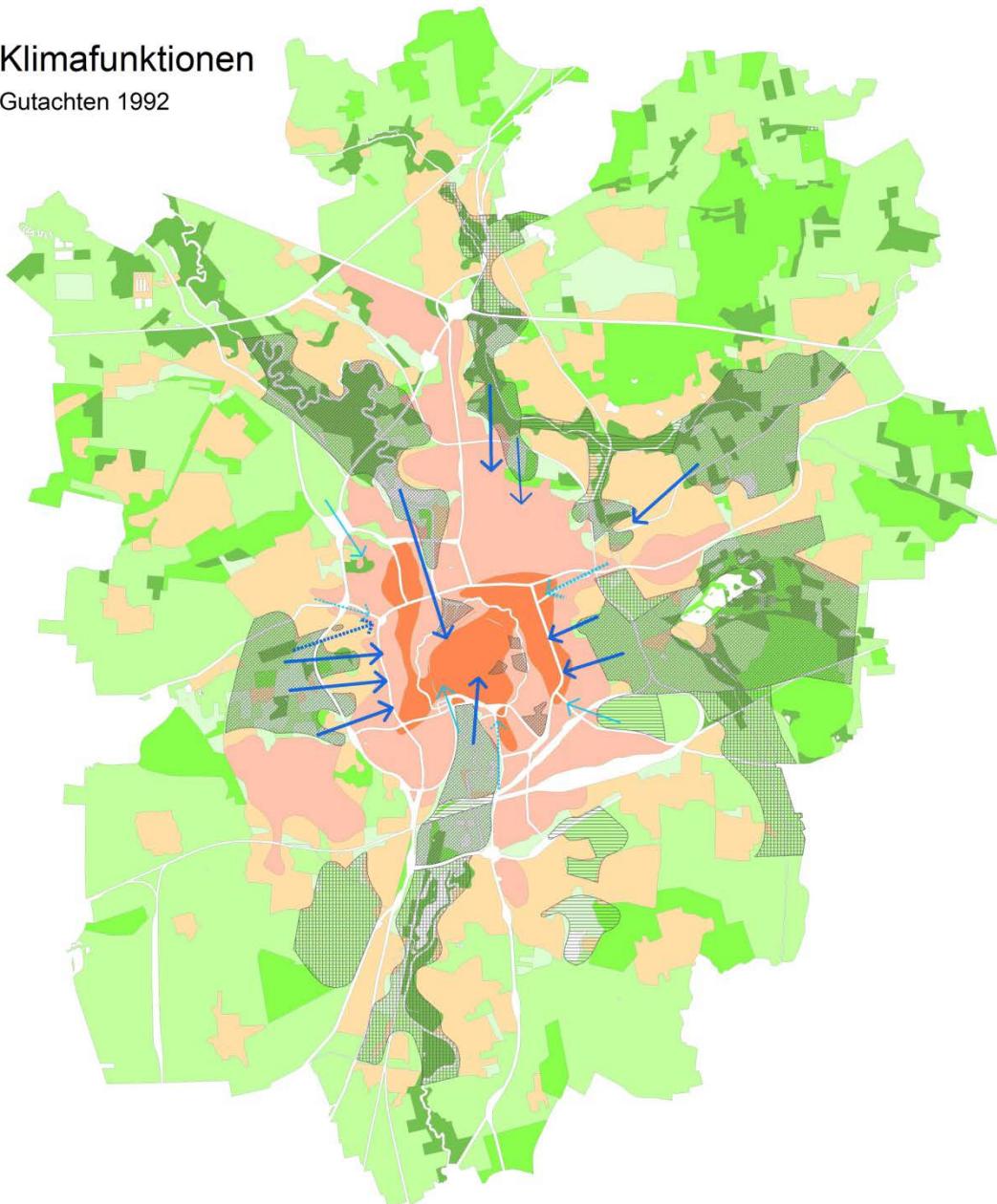
Klimaanalyse / Stadtclimagutachten

Fragestellungen:

- Wo sind Probleme zu erwarten (Überwärmung, Luftbelastung)
Wirkungsräume
- Wo befinden sich ausgleichende Bereiche (Grün-, Wasser- und Freiflächen)
Ausgleichsräume
- Welche Prozesse finden wo statt (Kaltluftentstehung, Volumenströme)
- Lassen sich wirksame Flurwinde identifizieren
Luftleitbahnen
- Identifizierung von lufthygienisch und Temperatur belastete Bereiche

Klimafunktionen

Gutachten 1992



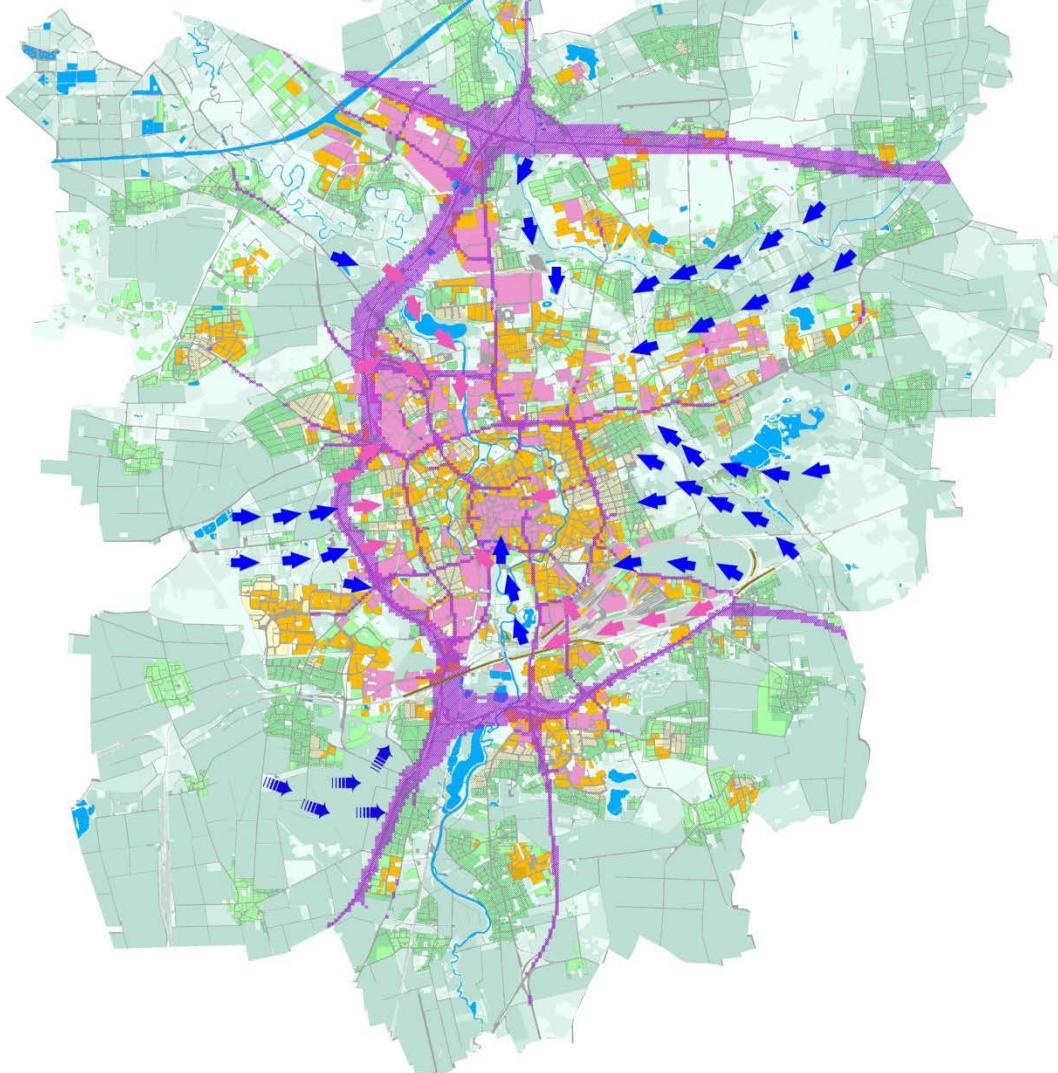
Stadtclima

Gutachten 1992 Datengrundlage:

Nutzungskartierung auf der Basis von CIR-Luftbildern, Flächennutzungsplan, Wohnbauentwicklungsplan, Kartierungen und Geländebegehungen

Messfahrten zur Erfassung des nächtlichen Temperaturfeldes bei austauscharmen Strahlungswetterlagen

Stichprobenartige Messungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit zur Überprüfung der Funktion einzelner Leitbahnen

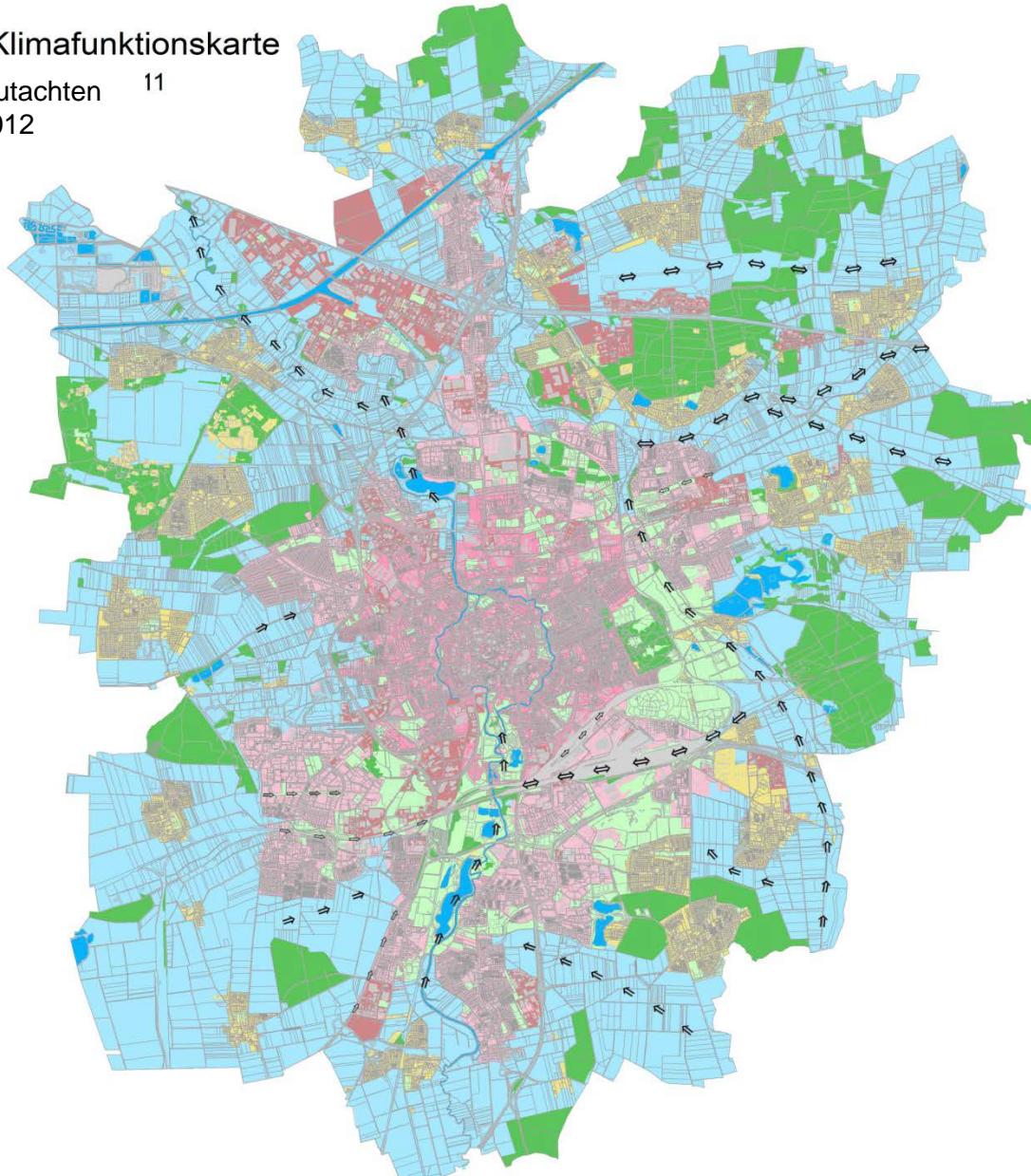


Zusätzliche Datengrundlage
Lufthygiene:

- Verkehrsmengen Analyse 2002 und Prognose 2010
- HBEFA 2.1
- Leitparameter NOx und PM10

Klimafunktionskarte

Gutachten 11
2012



Stadtclima

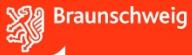
Themen

- Belastungsbereiche im Siedlungsraum
- Frisch-Kaltluftzufuhr
- Innerstädtische Überwärmung
- Massenströme
- Kaltluftentstehung
- Lufthygienische und bioklimatische Belastungen

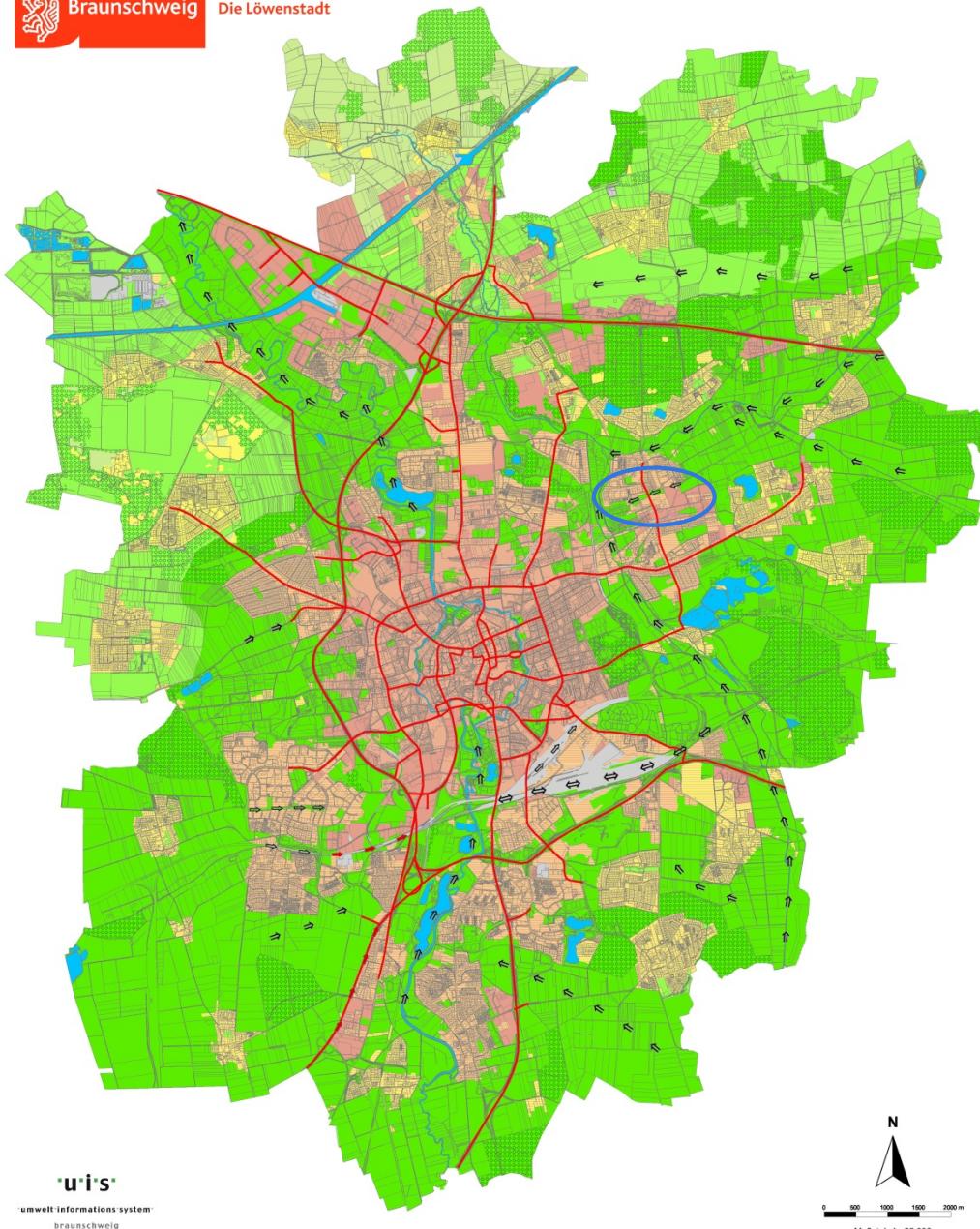
Modellrechnungen

- FITNAH, Durchlüftungsanalyse,
Bioklimamodellierung (Klima-Modellierungen)
- GAMOS (Lufthygienische Situation)

Planungshinweiskarte



Braunschweig Die Löwenstadt



Freiflächen

Klimatisch-luftgenetische Ausgleichsfunktion

Im Außenbereich: großräumiger Erhalt; Bebauung und Versiegelung nur in geringer Umfang und unter Erhalt des Siedlungsgebiets. Im Innenbereich: Erhalt und Ausbau; Entsteigerung vorsehen, abweichungsreiche Pflanzstrukturen anstreben, Vernetzung einzelner Grünflächen

Im Außenbereich: großräumiger Erhalt; Bebauung und Versiegelung nur in geringer Umfang und unter Erhalt des Siedlungsgebiets. Im Innenbereich: Erhalt; keine weitere Versiegelung, abweichungsreiche Pflanzstrukturen anstreben, Vernetzung einzelner Grünflächen

Moderne Bebauung möglich. Klimatische Gegebenheiten (z. B. Kulturland, Luftleitbahnen, Hauptwindrichtungen) berücksichtigen

Siedlungsflächen

Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung und Siedlungsverweiterung

Bei verdichteter Bebauung: hohe weitere Verfestigung, Reduktion der Umschau, Umröhung des Vegetationsmantels, Blockbildung, Dach- und Fassadenbegünstigung. Bei lockerer Bebauung: günstige Siedlungsstrukturen erhalten, möglichst geringe Verfestigung, vorhandene Luftleitbahnen erhalten bzw. ausdehnen

Moderne Nachverdichtung möglich; Neuversiegelung durch Dach- und Fassadenbegünstigung sowie Begrünung von Brückenstrukturen und Blockmauern ausgleichen. Reduktion vorhandener bzw. weitergehende Vermeidung zusätzlicher Emissionen.

Siedlungsverdichtung und -erweiterung möglich, bei Neuplanungen geringer Flächenverbrauch, energieoptimierte Bauweise und umweltfreundliche Antriebsarten (Energieversorgung, Verkehrsanbindung) anstreben

Belüftungsfunktion und sonstige klimarelevante Flächen

Erhalt, keine Bebauung und Verneigung, Schadstoffeinträge vermeiden, keine fälligen Aufrüttungen, lineare Gehöftstrukturen oder kleine Baumgruppen vertreten.

Erhalt, Ausbau durch Rücknahme bzw. Auflockern der Randbebauung erlauben, keine fälligen Aufrüttungen, lineare Gehöftstrukturen oder kleine Baumgruppen vertreten.

Erhalt, in der Übergangszone zum Gewässer Bebauung vermeiden bzw. aufzuheben.

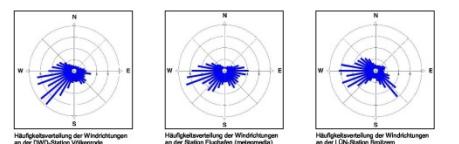
Begrenzung mit Bäumen und Sträuchern.

Vorbelastungen und Konflikte

Reduktion von Emissionen durch Verkehrsverminderung, Geschwindigkeitsbeschränkung und Verkehrssenkung (Anpeitschung, Parkbesetzung).

Schadstoffeinträge in Luftleitbahn vermindern (Emissionsreduzierung, Immissionschutzmaßnahmen), Entsteigerungsmaßnahmen vornehmen, Randbereiche begrenzen

Weitere Versiegelung kritisch prüfen, Schadstoffeinträge in Luftleitbahn vermindern (Emissionsreduzierung, Immissionschutzmaßnahmen), Dach- und Fassadenbegünstigung.



Bearbeitung

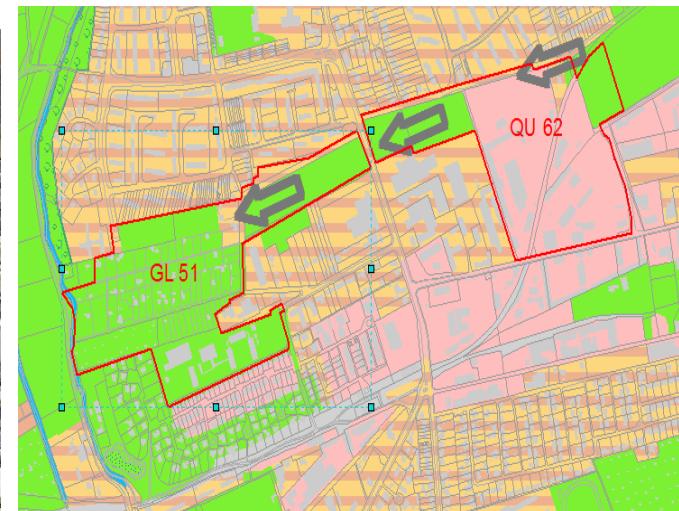


Städtebau & Straßenbauamt
Umweltunterstützung QUR
Eisenbahnstraße 43
38100 Braunschweig
www.klima-luf.tu.de

Die Planungshinweiskarte basiert auf den Aussagen der Klimafunktionskarte für die Stadt Braunschweig. Sie verdeutlicht bestehende Belastungen und Konflikte und ermöglicht eine rasche, qualitativ abgesicherte Beurteilung von Planungsvorhaben.

Herausgeber und Copyright

Stadt Braunschweig - Der Oberbürgermeister
Fachbereich Stadtplanung und Umweltschutz
Dezember 2011

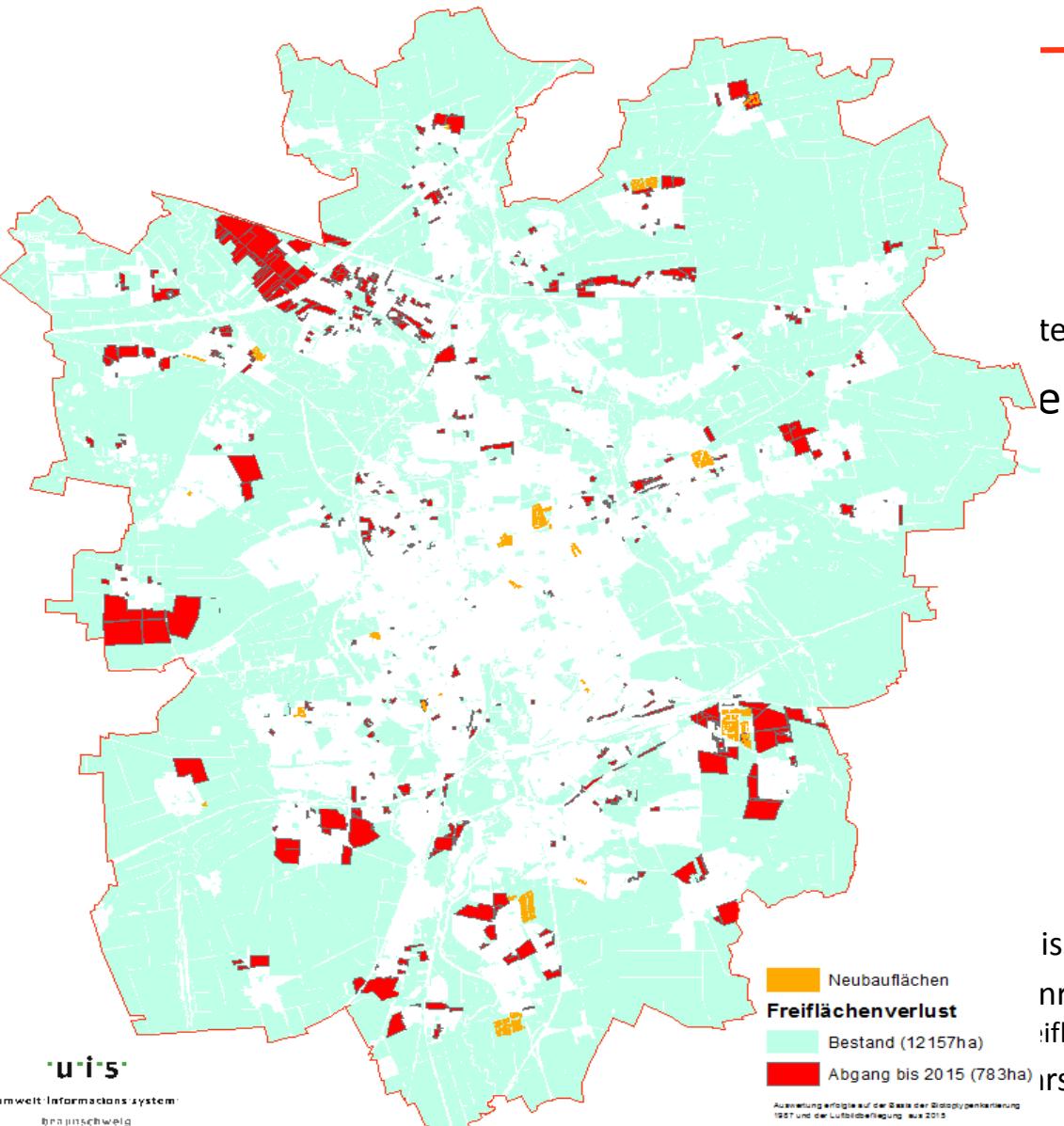
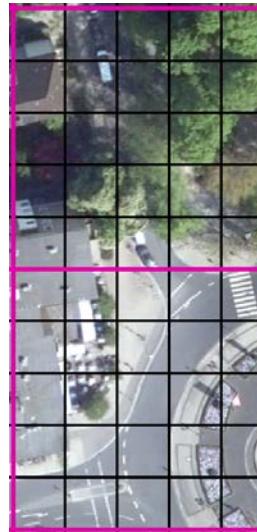


B-Plan-Beispiel Luftleitbahn: Holzmoor Nord und Dibbesdorfer Str.

Breite der Luftleitbahn nach Regel 1

Warum e

- Deutlich
– Besse
- Struktur
- Zukunft
- ISEK R 2



isse werden erfasst
nräume (Verschattung
flächen,...)
irsraums



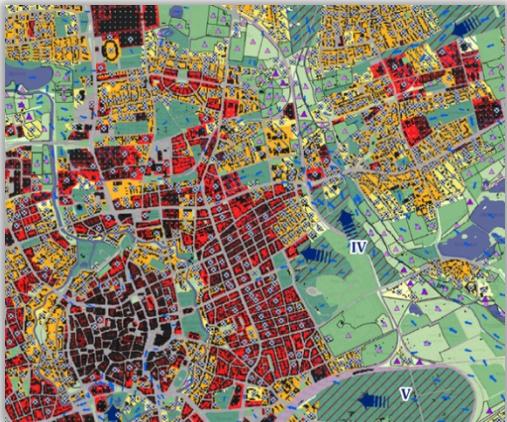
Ausblick

ISEK Rahmenprojekt R.20.2

- Erarbeitung einer Klimaanpassungsstrategie
- Lösungen für (alte und) neue Risiken (u.a.):
 - steigenden Temperaturen
 - *Stadtclimatische Modelluntersuchungen zu hitzestressgefährdeten Bereichen*
 - *Gefahren-/Risikokarte Starkregen*
 - und Entwicklung von Maßnahmen zur Anpassung



Datengrundlage geschaffen



Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Stadt klimaanalyse Braunschweig 2017/2018

Planungs- und Umweltausschuss

20.03.2019



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover
www.geo-net.de

Bankfähige Windertragsgutachten
Windpotenzialstudien
weltweite Windmesskampagnen

Peter Trute
trute@geo-net.de

Stadt- und Regionalklimaanalysen
Klimaökologische Fachgutachten
Klimaanpassungskonzepte



I. Einführung

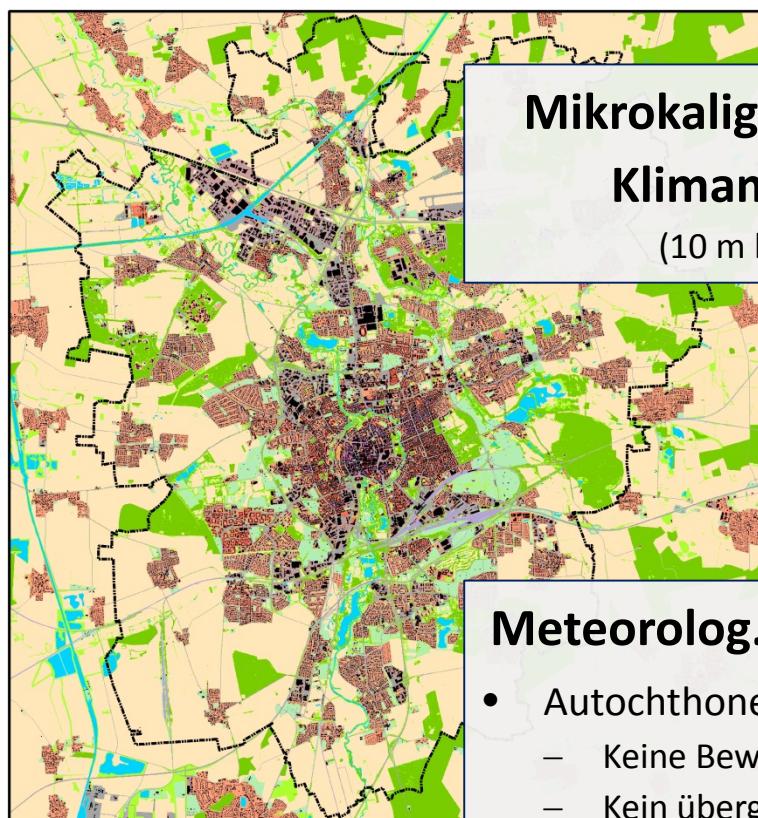
- Grundlagen der Modellierung

II. Ergebnisse

- Modellergebnisse
- Auswirkungen des Klimawandels
- Planungskarten

III. Zusammenfassung und Ausblick

- Ausblick: Klimaanpassungsstrategie

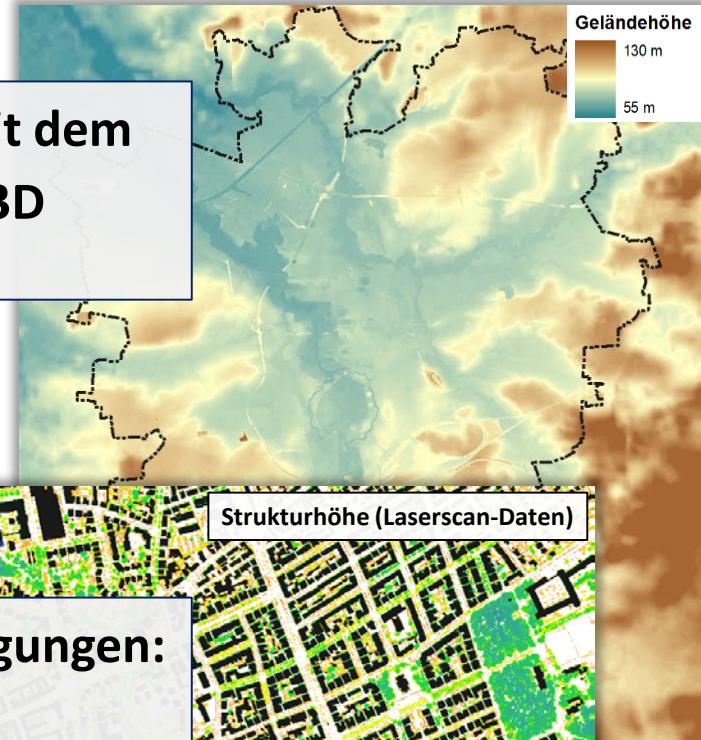


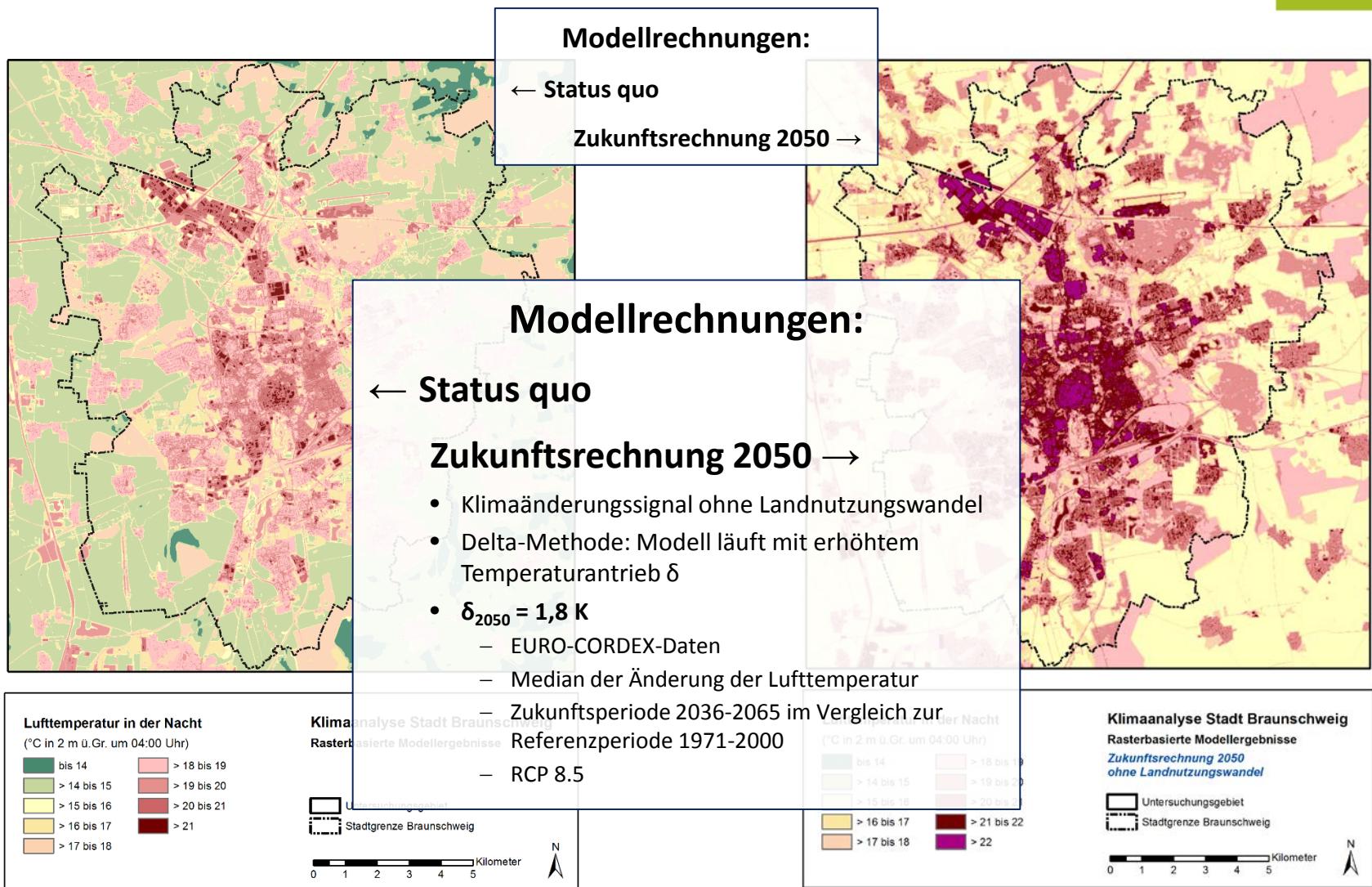
Mikroklimatische Simulation mit dem Klimamodell FITNAH-3D

(10 m horizontale Auflösung)

Meteorolog. Rahmenbedingungen:

- Autochthoner Sommertag
 - Keine Bewölkung
 - Kein übergeordneter Wind
 - = Strahlungswetterlage
- Besondere Wetterlage,
 - Tritt jeden Sommer mehrfach auf
 - Lokalklimatische Besonderheiten prägen sich aus (z.B. Stadtklimaeffekt)







Modellergebnisse



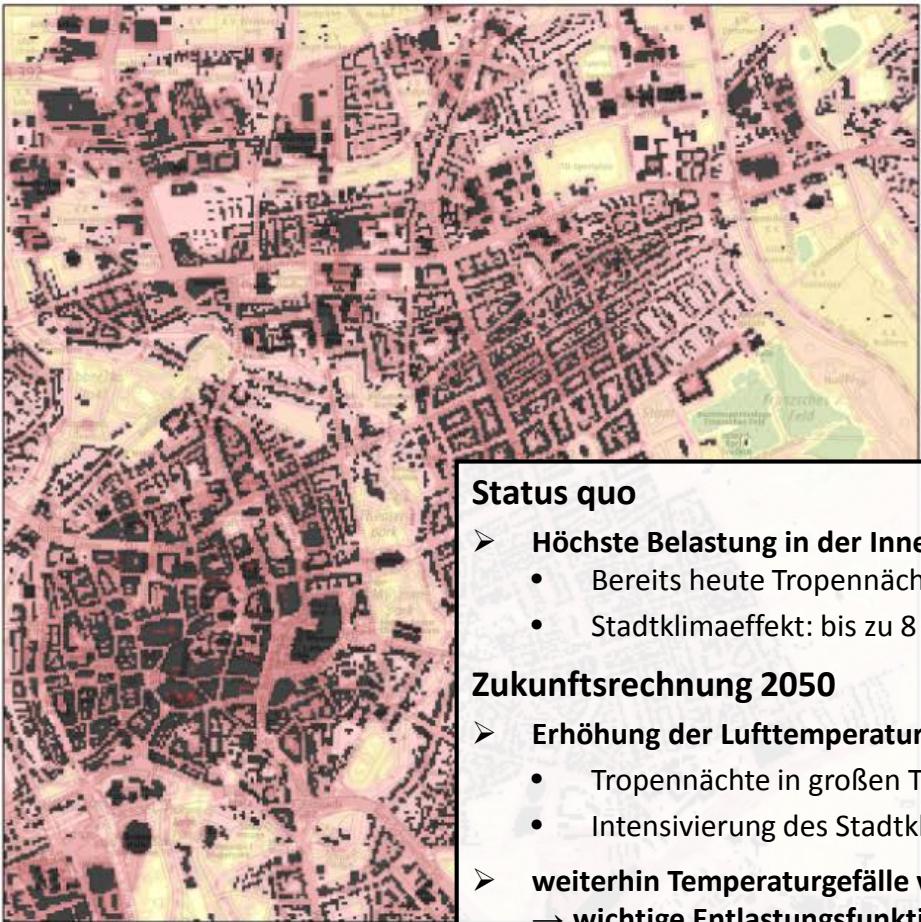
Lufttemperatur in der Nacht

Lufttemperatur in der Nacht

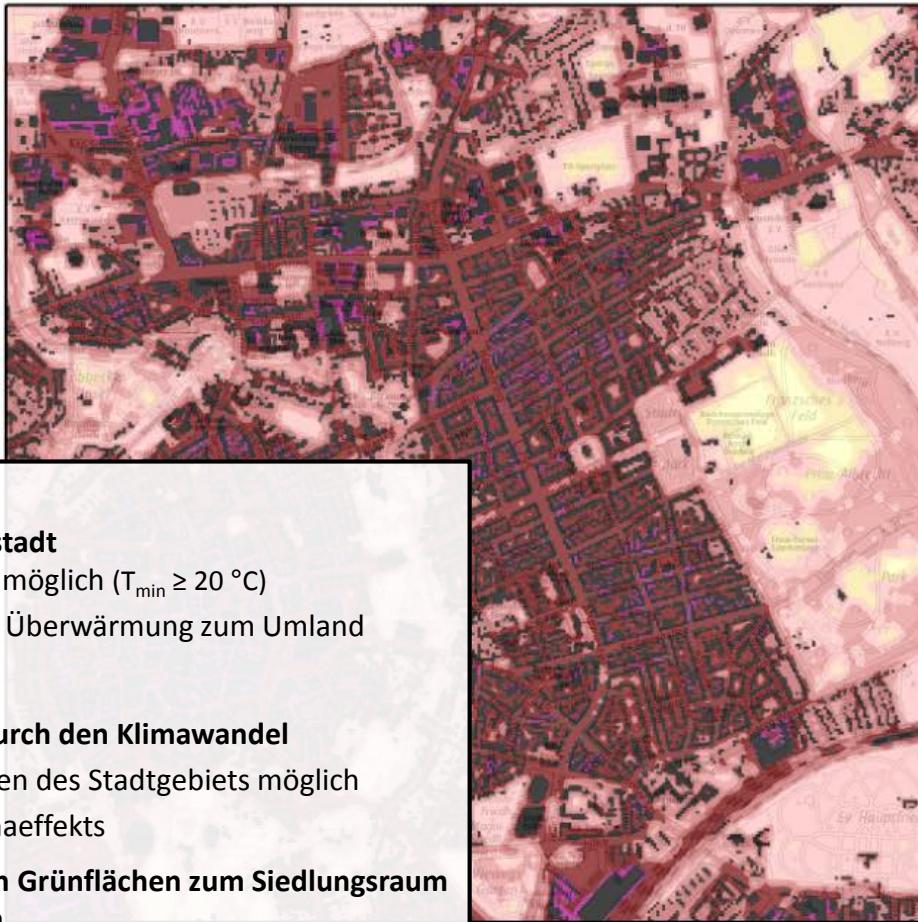
(°C in 2 m ü.Gr. um 04:00 Uhr)

bis 14	> 18 bis 19
> 14 bis 15	> 19 bis 20
> 15 bis 16	> 20 bis 21
> 16 bis 17	> 21 bis 22
> 17 bis 18	> 22

Status quo



Zukunfts-Szenario 2050



Status quo

- **Höchste Belastung in der Innenstadt**
 - Bereits heute Tropennächte möglich ($T_{min} \geq 20^{\circ}\text{C}$)
 - Stadtclimaeffekt: bis zu 8 °C Überwärmung zum Umland

Zukunftsrechnung 2050

- **Erhöhung der Lufttemperatur durch den Klimawandel**
 - Tropennächte in großen Teilen des Stadtgebiets möglich
 - Intensivierung des Stadtclimaeffekts
- **weiterhin Temperaturgefälle von Grünflächen zum Siedlungsraum**
→ wichtige Entlastungsfunktion

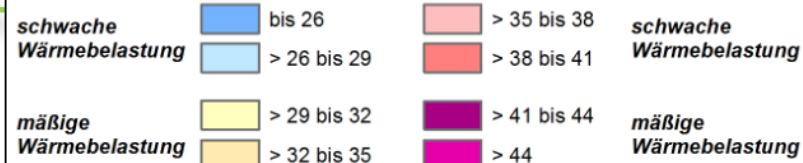


Modellergebnisse

Wärmebelastung am Tage (PET)

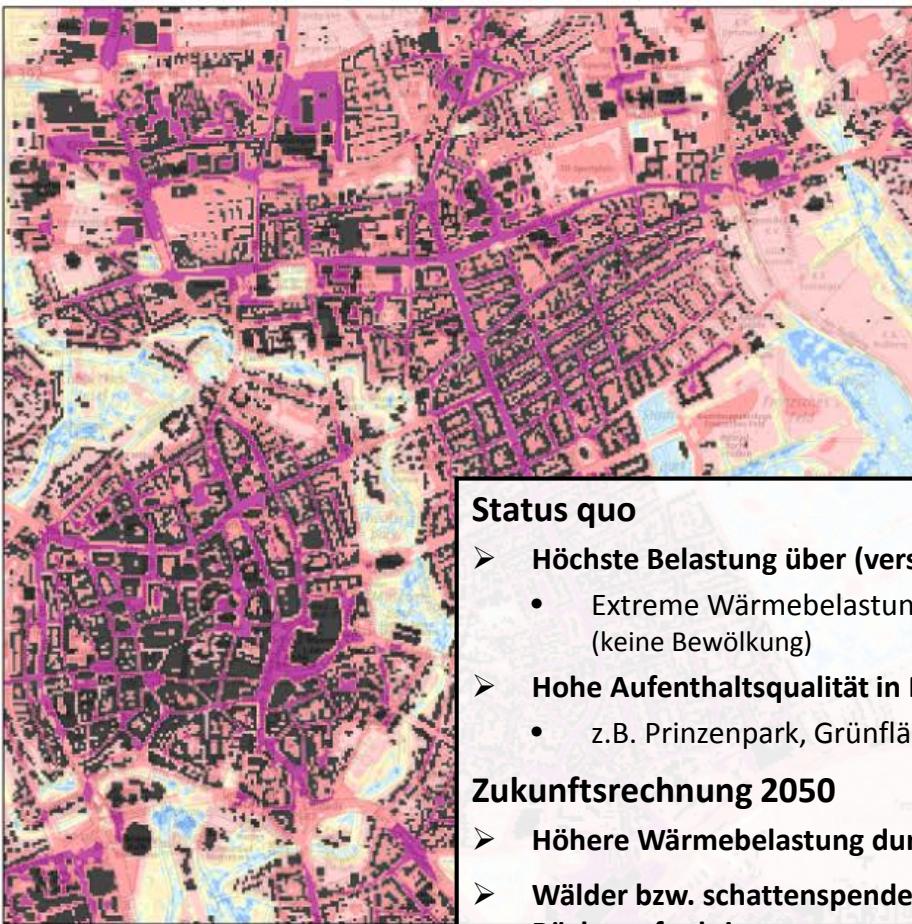
Wärmebelastung am Tage (PET)

(°C um 14:00 Uhr)

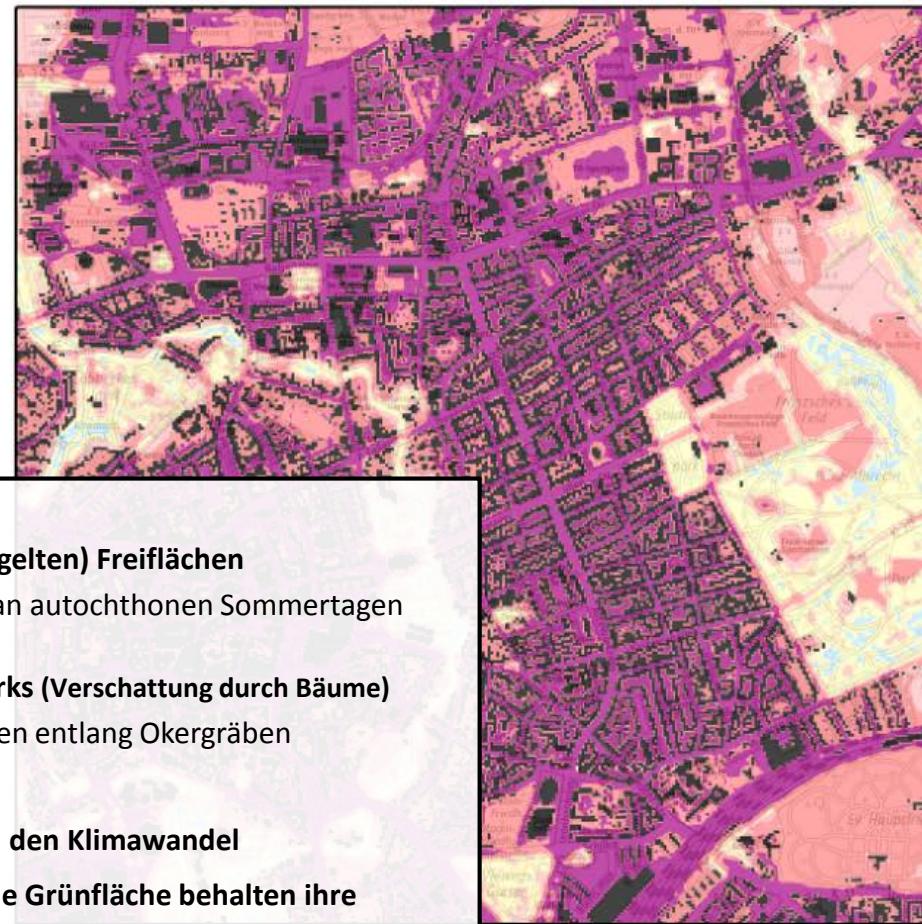


Wärmebelastung nach VDI 3787 (Bl. 9)

Status quo



Zukunfts-Szenario 2050



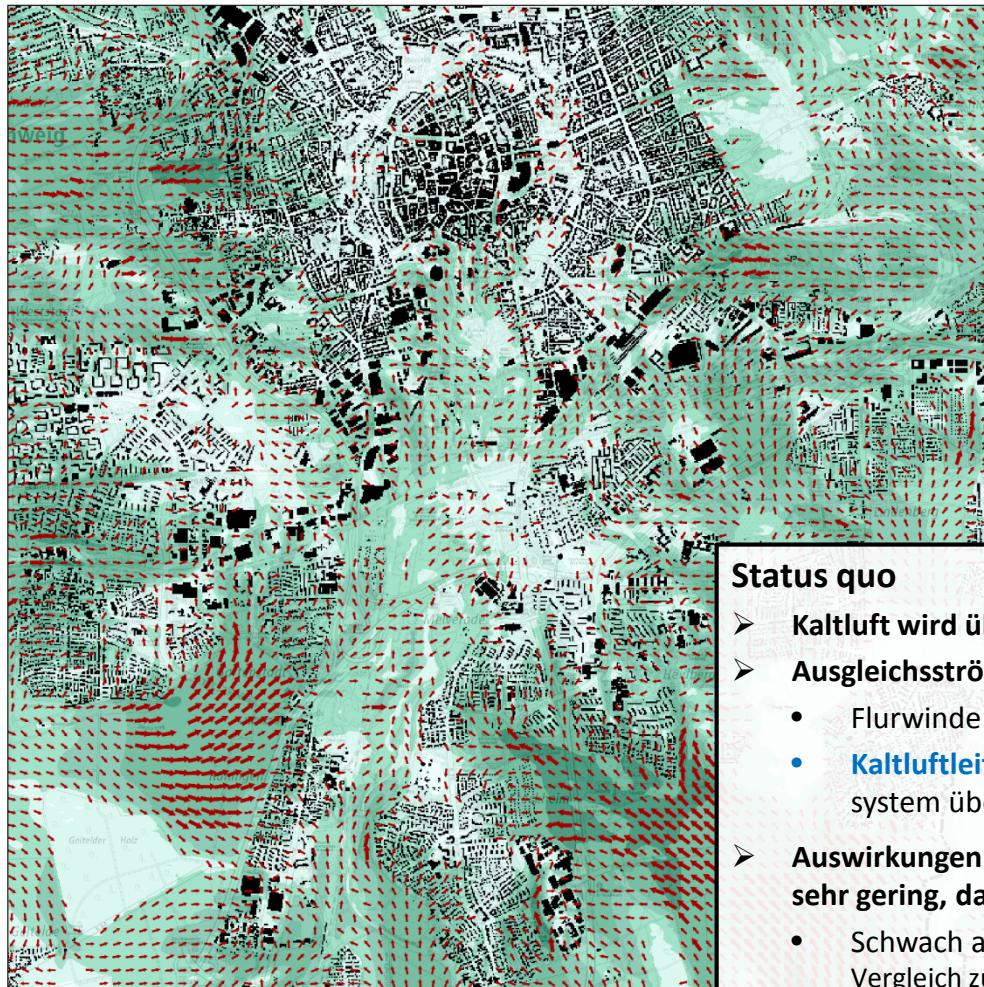
Status quo

- **Höchste Belastung über (versiegelten) Freiflächen**
 - Extreme Wärmebelastung an autochthonen Sommertagen (keine Bewölkung)
- **Hohe Aufenthaltsqualität in Parks (Verschattung durch Bäume)**
 - z.B. Prinzenpark, Grünflächen entlang Okergräben

Zukunftsrechnung 2050

- **Höhere Wärmebelastung durch den Klimawandel**
- **Wälder bzw. schattenspendende Grünfläche behalten ihre Rückzugsfunktion**

Kaltluftvolumenstrom in der Nacht



Status quo

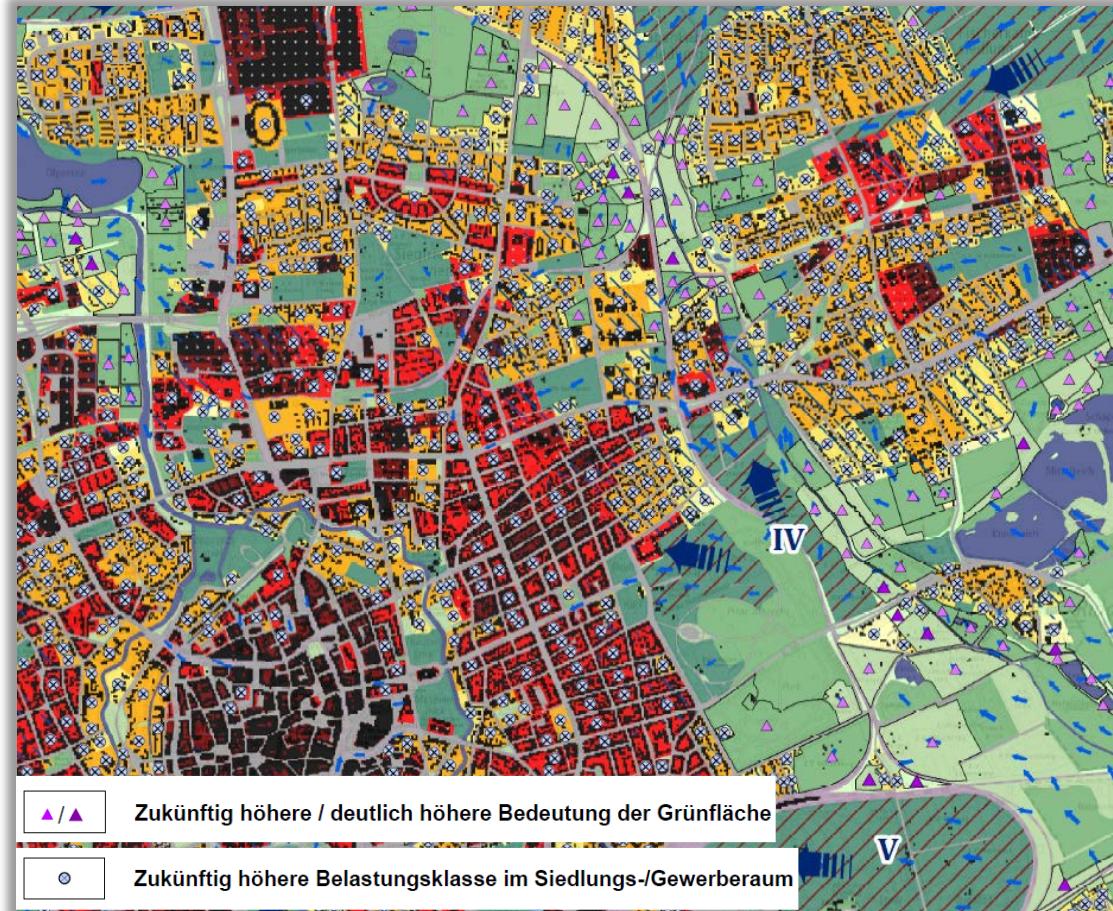
- Kaltluft wird über Grünflächen produziert
- Ausgleichsströmung in Richtung überwärmter Siedlungsbereiche
 - Flurwinde: lokale Ausgleichsströmungen
 - **Kaltluftleitbahnen:** auf das Stadtgebiet ausgerichtetes Strömungssystem über Grünachsen → **stadtklimatisch besonders wichtig!**
- Auswirkungen des Klimawandels auf das Kaltluftprozessgeschehen sehr gering, da Zukunftsrechnung ohne Landnutzungswandel
 - Schwach ausgeprägte kleinräumige Effekte auf Flurwinde (im Vergleich zu baulichen Maßnahmen vernachlässigbar)
 - Keine Effekte auf Leitbahnen



Planungskarten



Planungshinweiskarte Nacht (Status quo + Zukunftsrechnung 2050)



SIEDLUNGSRAUM

Ungünstige bioklimatische Situation

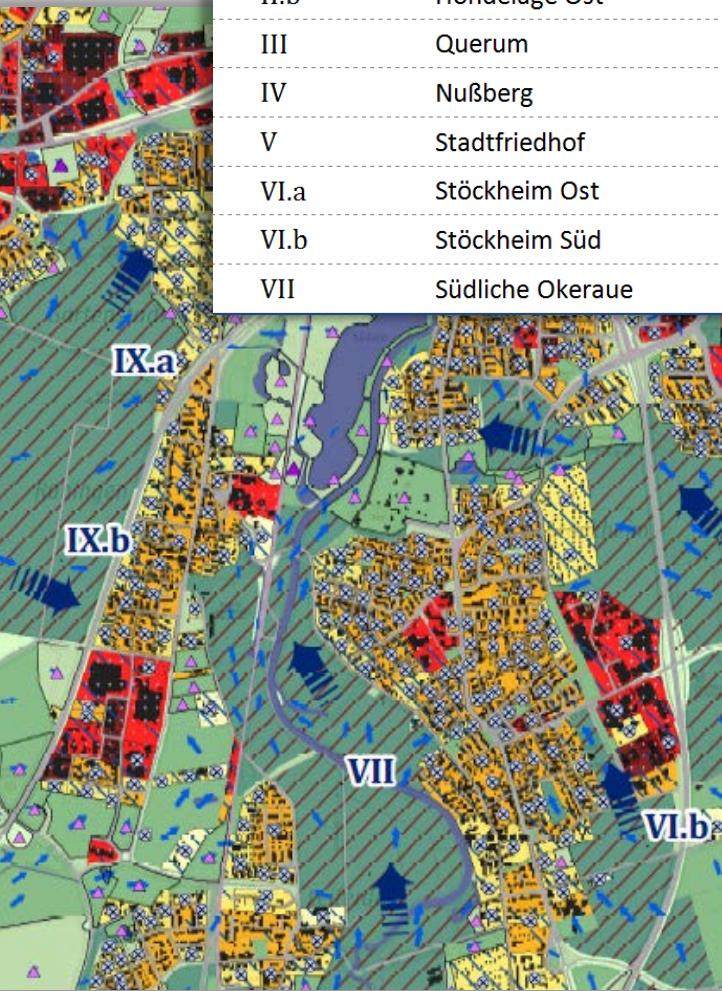
Hohe Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Situation sind notwendig. Es sollte **keine weitere Verdichtung** (insb. zu Lasten von Grün-/Freiflächen) erfolgen und eine Verbesserung der Durchlüftung angestrebt werden. Freiflächen sollten erhalten und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

GRÜNFLÄCHEN

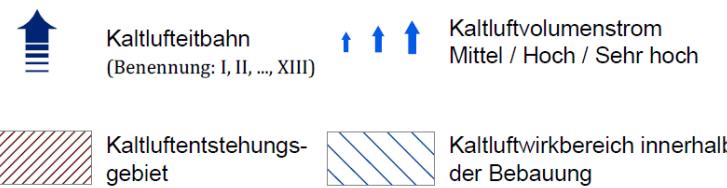
Sehr hohe bioklimatische Bedeutung

Für die gegenwärtige Siedlungsstruktur **besonders wichtige klimaökologische Ausgleichsräume** mit einer sehr hohen Empfindlichkeit gegenüber Nutzungsintensivierung. **Bauliche Eingriffe sollten gänzlich vermieden** bzw. sofern bereits planungsrechtlich zulässig unter Berücksichtigung der grundsätzlichen Klimafunktionen erfolgen. Eine gute Durchströmbarkeit der angrenzenden Bebauung ist anzustreben und zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung sollte eine Vernetzung mit benachbarten Grün-/Freiflächen erreicht werden (Grünverbindungen).

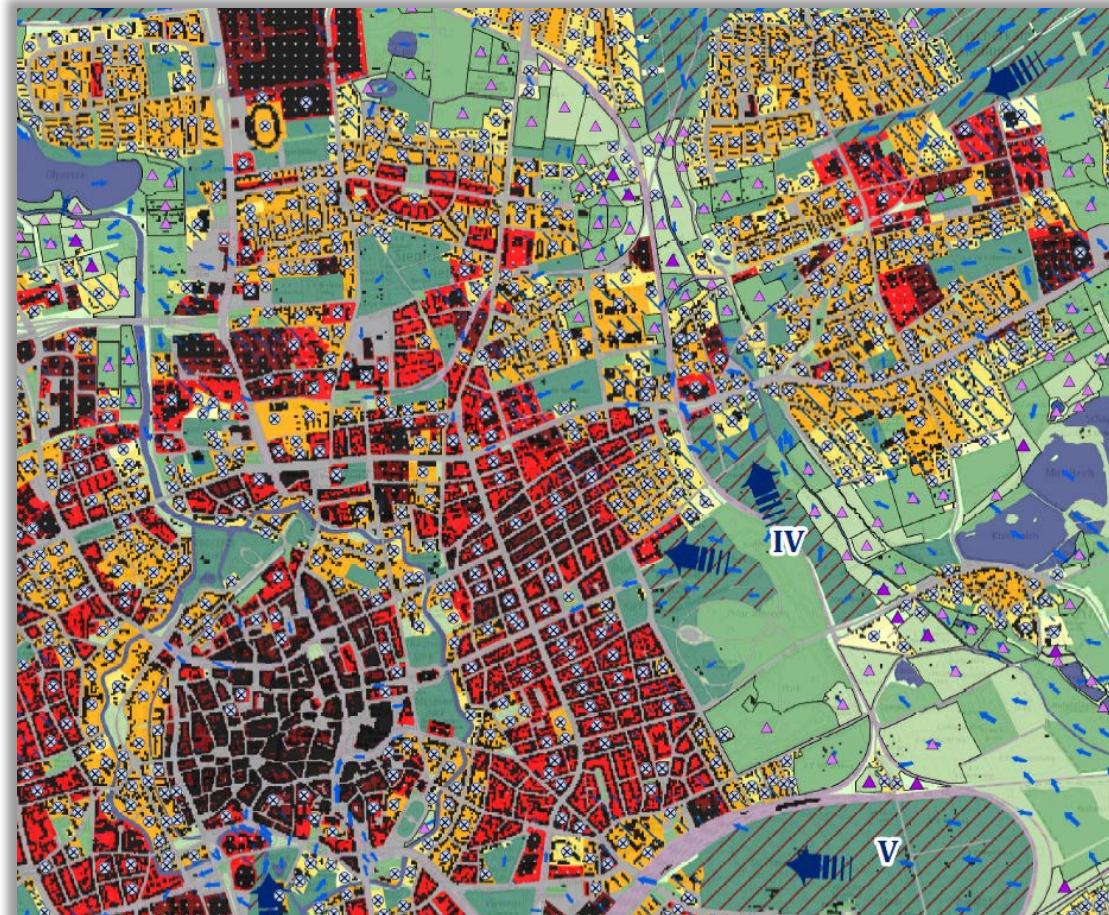
Nummer	Lage / Benennung	Nummer	Lage / Benennung
I	Bienrode	VIII	Bürgerpark
II.a	Hondelage Nord	IX.a	Westerberg / Rüningen
II.b	Hondelage Ost	IX.b	Westerberg / Gartenstadt
III	Querum	X	Elbeviertel
IV	Nußberg	XI.a	Madamenweg / Weststadt
V	Stadtfriedhof	XI.b	Madamenweg / Westl. Ringgebiet / Lehndorf
VI.a	Stöckheim Ost	XII.a	Nördl. Okeraue / Schwarzer Berg
VI.b	Stöckheim Süd	XII.b	Nördl. Okeraue / Veltenhof
VII	Südliche Okeraue	XIII	Thune / Wenden



Luftaustausch (modelliertes Kaltluftströmungsfeld Status quo)

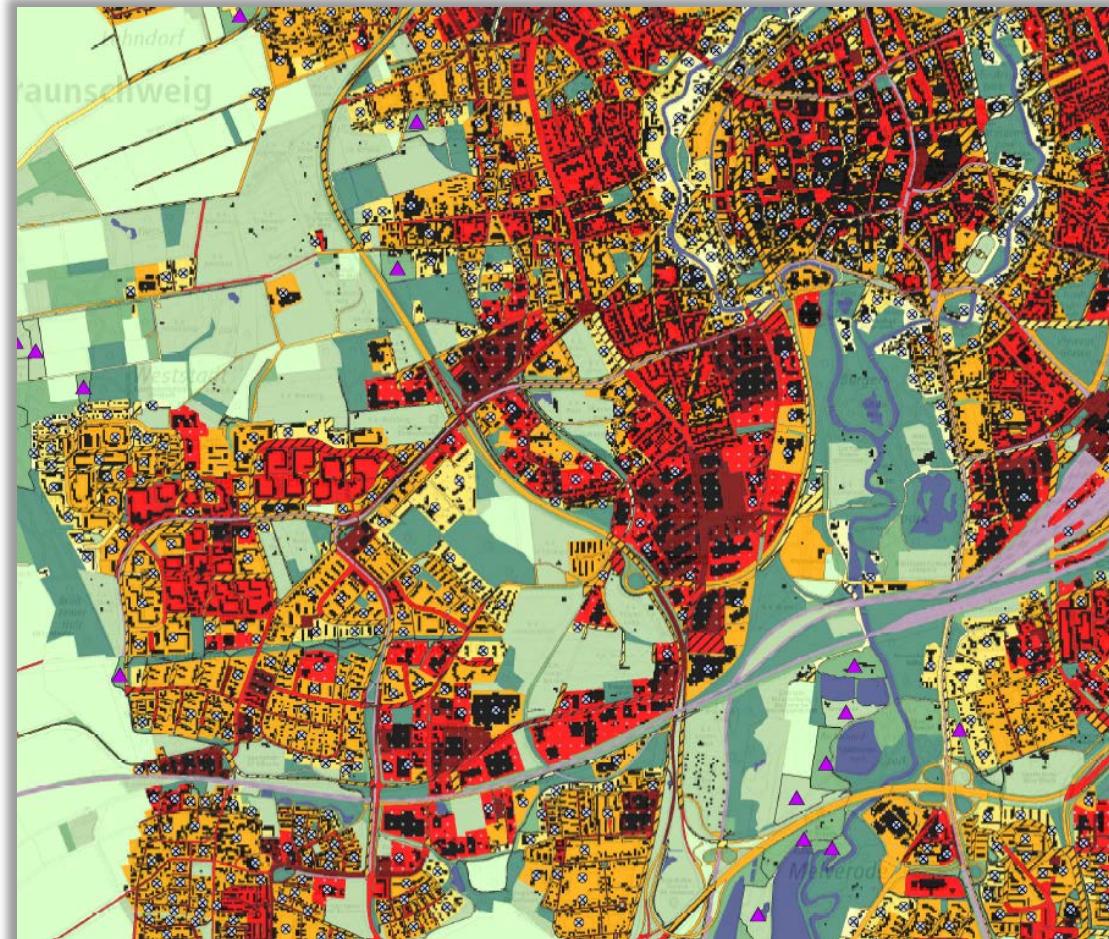


Planungshinweiskarte Nacht (Status quo + Zukunftsrechnung 2050)



- **Bioklimatische Belastung im Siedlungsraum steigt**
 - Aus heutiger Sicht „günstige“ Flächen nehmen deutlich ab
- **Bedeutung von Grünflächen bzw. Bedarf nach Ausgleichsräumen nimmt deutlich zu**
 - Geringe Bedeutung = Grünflächen im Stadtgebiet ohne direkten Siedlungsbezug

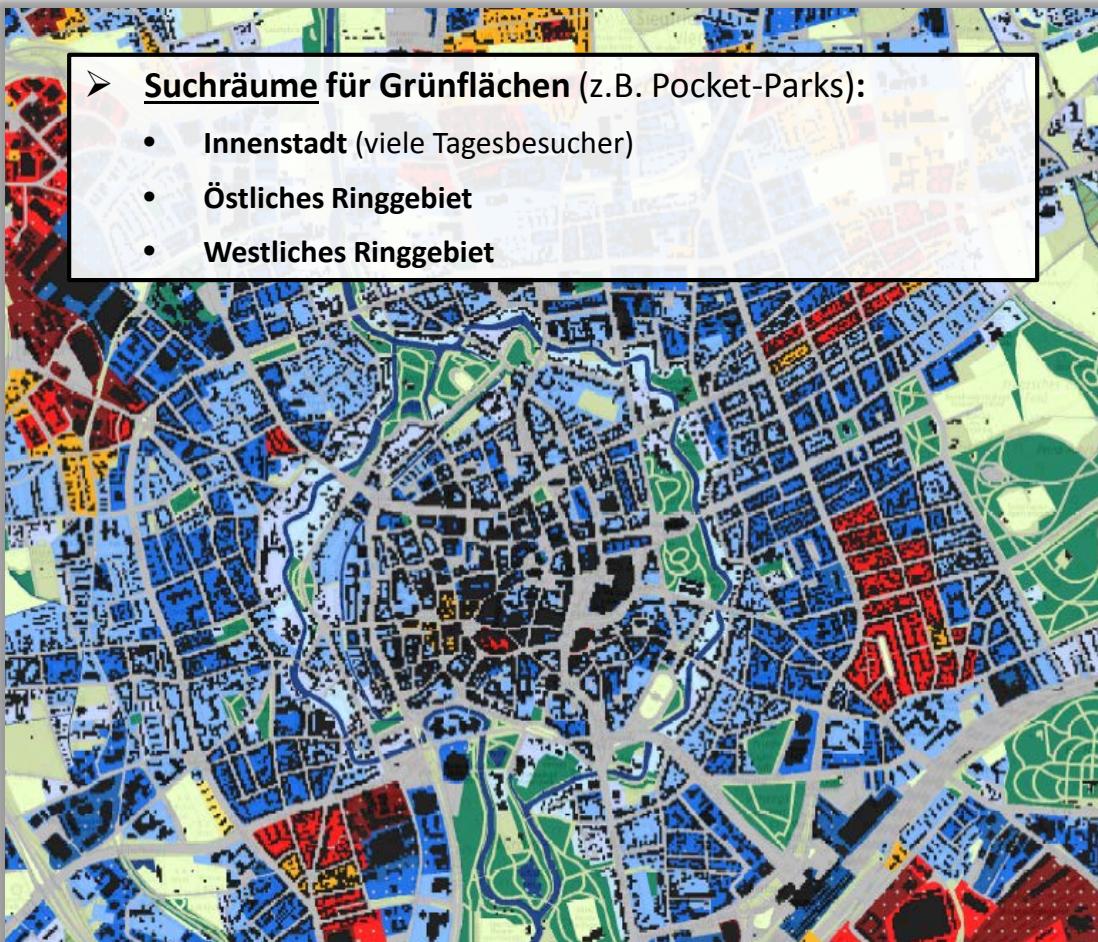
Planungshinweiskarte Tag (Status quo + Zukunftsrechnung 2050)



- **Belastung im Außenraum (nicht in Gebäuden)**
- **Bereits heute sehr hohe Belastungen im Siedlungsraum, die in Zukunft weiter steigt** (autochthone Sommertage ohne Bewölkung)
- **Auch Maßnahmen auf Plätzen bzw. im Straßenraum notwendig** (Aufenthaltsräume, Alltagswege)
- **Bedeutung von Grünflächen als Rückzugsorte nimmt zu**
 - Hohe Anteil mit „sehr geringer Bedeutung“ = Landwirtschaftl. Freiflächen im Stadtgebiet

Grünerreichbarkeit/-defiziträume Tag (Status quo)

- **Suchräume für Grünflächen** (z.B. Pocket-Parks):
- Innenstadt (viele Tagesbesucher)
 - Östliches Ringgebiet
 - Westliches Ringgebiet



Entlastungsraum =

Öffentlich zugängliche Grünflächen, die bei starker Wärmebelastung einen Rückzugsort für die Bevölkerung darstellen können

Siedlungs- und Gewerbegebiete ohne Gründefizit

- Sehr gute fußläufige Erreichbarkeit des Entlastungsraums (300 m Luftlinie)
→ *Insb. für vulnerable Bevölkerungsgruppen wichtig*
- bzw. fußläufige Erreichbarkeit großflächiger Entlastungsräume ab 10 ha (700 m Luftlinie)

Siedlungs- und Gewerbegebiete (Tagsituation)

...ohne Gründefizit¹



Sehr geringe bioklimatische Belastung³



Geringe bioklimatische Belastung



Mittlere bioklimatische Belastung

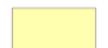


Hohe bioklimatische Belastung



Sehr hohe bioklimatische Belastung

...mit Gründefizit²





Zusammenfassung

Status quo

- Stadtklimaeffekt: Bis zu 8 °C höhere Temperaturen als im Umland
 - In Braunschweig gibt es bereits heute thermisch belastete Siedlungsbereiche, deren bioklimatische Situation mindestens erhalten, möglichst durch geeignete Maßnahmen verbessert werden sollten
- Kaltluftleitbahnen und Flurwinde wichtig für die Durchlüftung des Stadtgebiets
 - Erhaltung bzw. Verbesserung der Durchlüftung durch geeignete Maßnahmen
- Großflächige Grünanlagen mit hoher Mikroklimavielzahl wichtig für das Stadtklima (z.B. Bürgerpark, Grünflächen entlang der Okergräben, Prinz-Albrecht-Park)
 - Abkühlung in der Nacht bzw. geringere Wärmespeicherung
 - Aufenthaltsqualität am Tage (Verschattung)
 - Auch kleine Grünflächen können eine wichtige Entlastungsfunktion für die umliegend wohnende bzw. arbeitende Bevölkerung darstellen



Zusammenfassung

Status quo

- Stadtklimaeffekt: Bis zu 8 °C höhere Temperaturen als im Umland
- Kaltluftleitbahnen und Flurwinde wichtig für die Durchlüftung des Stadtgebiets
- Großflächige Grünanlagen mit hoher Mikroklimavielzahl wichtig für das Stadtklima (z.B. Bürgerpark, Grünflächen entlang der Okergräben, Prinz-Albrecht-Park)

Auswirkungen des Klimawandels

- Verstärkung des städtischen Wärmeinseleffekts
- Höhere Bedeutung von Grünflächen als Ausgleichsraum in der Nacht und als Rückzugsort am Tage
- Sicherung von Kaltluftleitbahnen bzw. des Kaltluftströmungsfelds in Zukunft noch wichtiger!

Planungshinweise

- Nachverdichtung kann durch geeignete Grünmaßnahmen (weitgehend) klimaverträglich gestaltet werden (*doppelte Innenentwicklung*)