

Fachbereich Stadtplanung und Umweltschutz

Abteilung Umweltschutz

Abfallrecht

Immissionsschutz

Naturschutz

Gewässerschutz

Bodenschutz

Altlasten

Kampfmittel

Luftreinhaltung

Klimaschutz

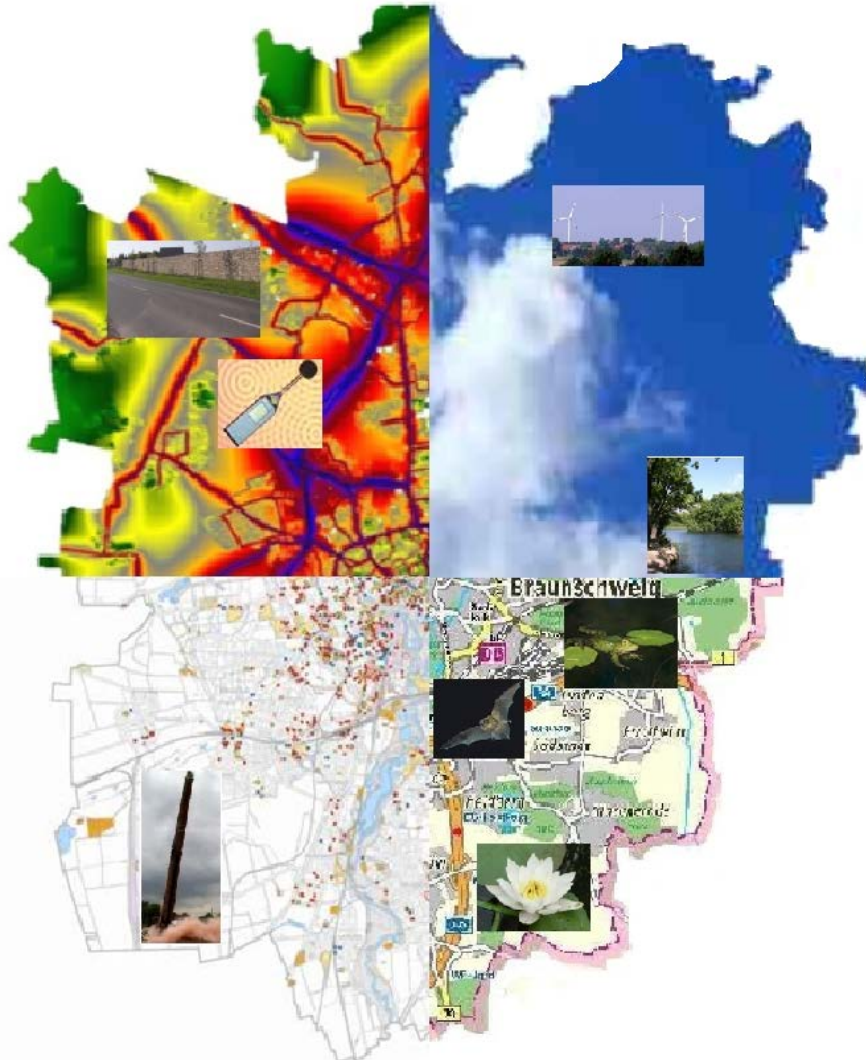
Lärminderung

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

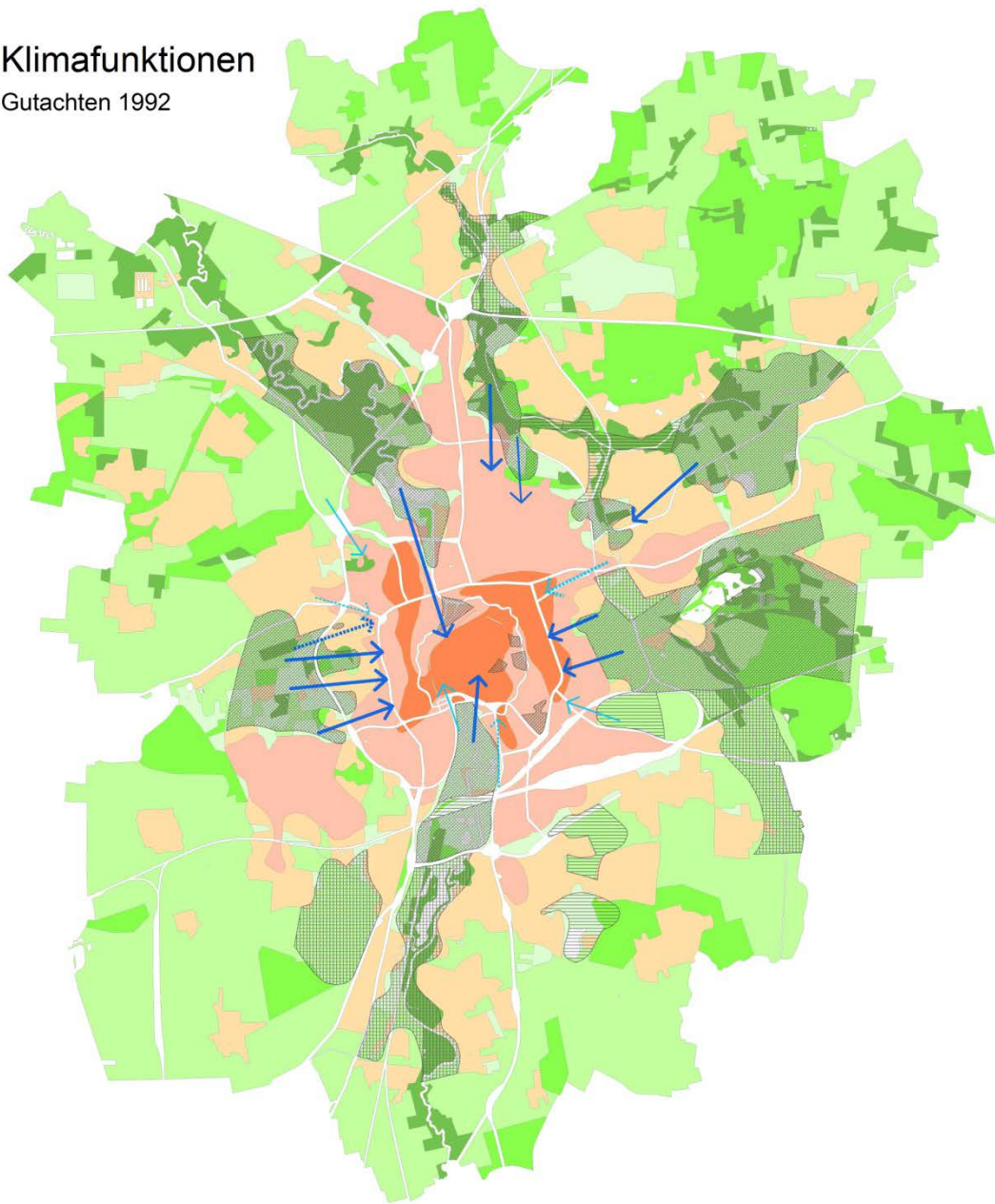
- **Veränderung der lufthygienischen Situation**

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

Klimaanalyse / Stadtklimagutachten

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

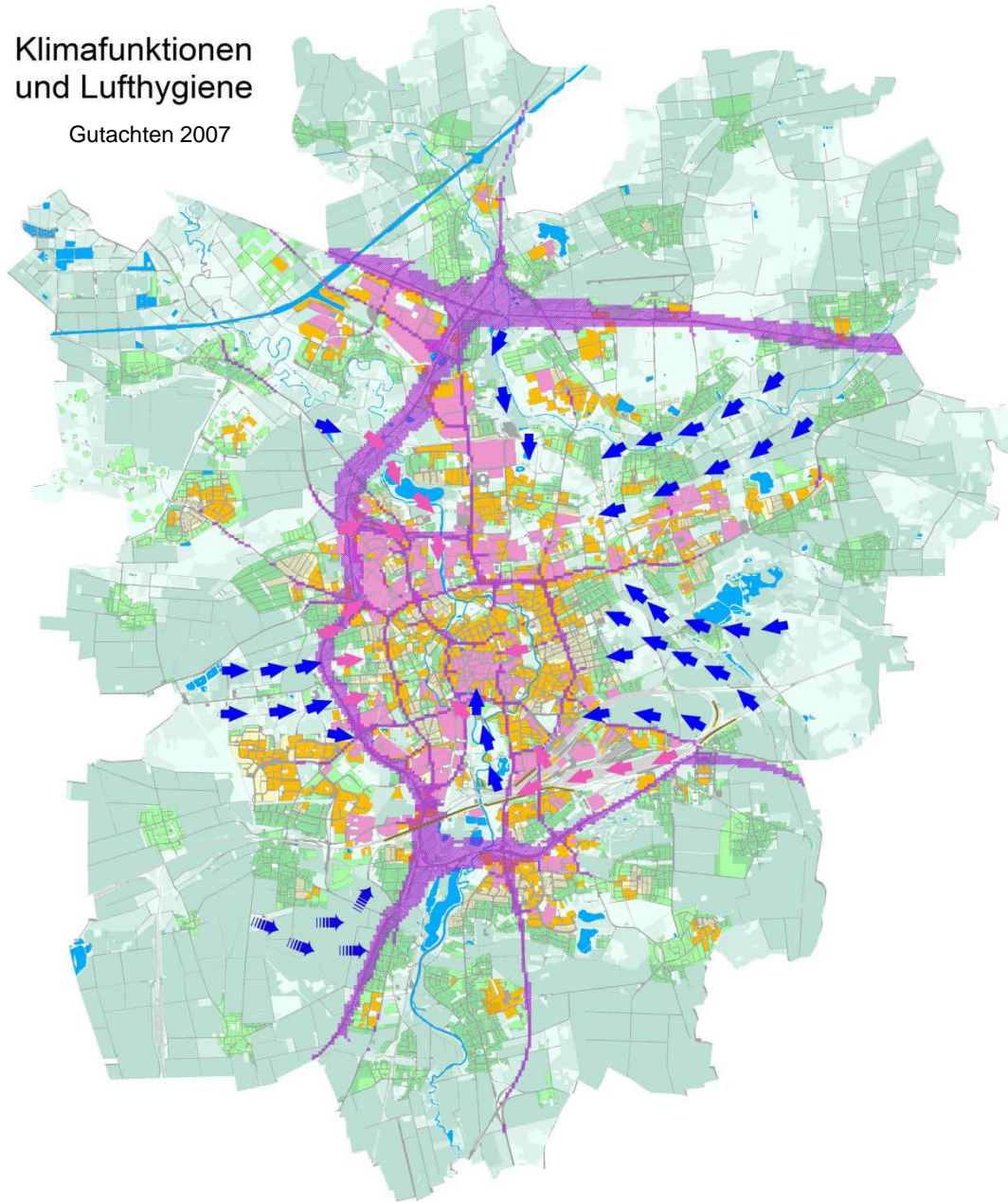


Gutachten 1992 Datengrundlage:

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

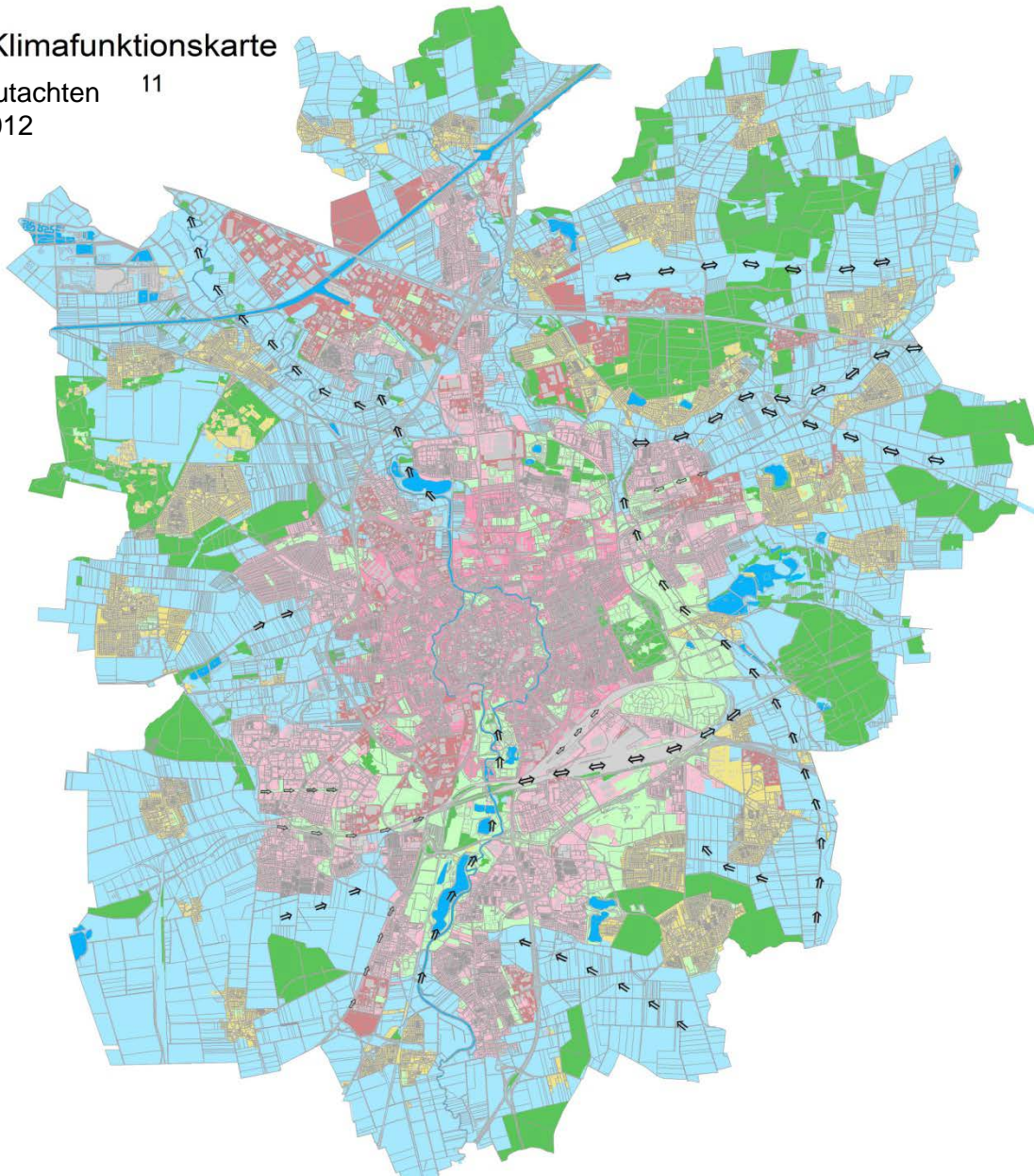


Zusätzliche Datengrundlage
Lufthygiene:

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

Klimafunktionskarte

Gutachten 11
2012



Stadtklima

Themen

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

Modellrechnungen

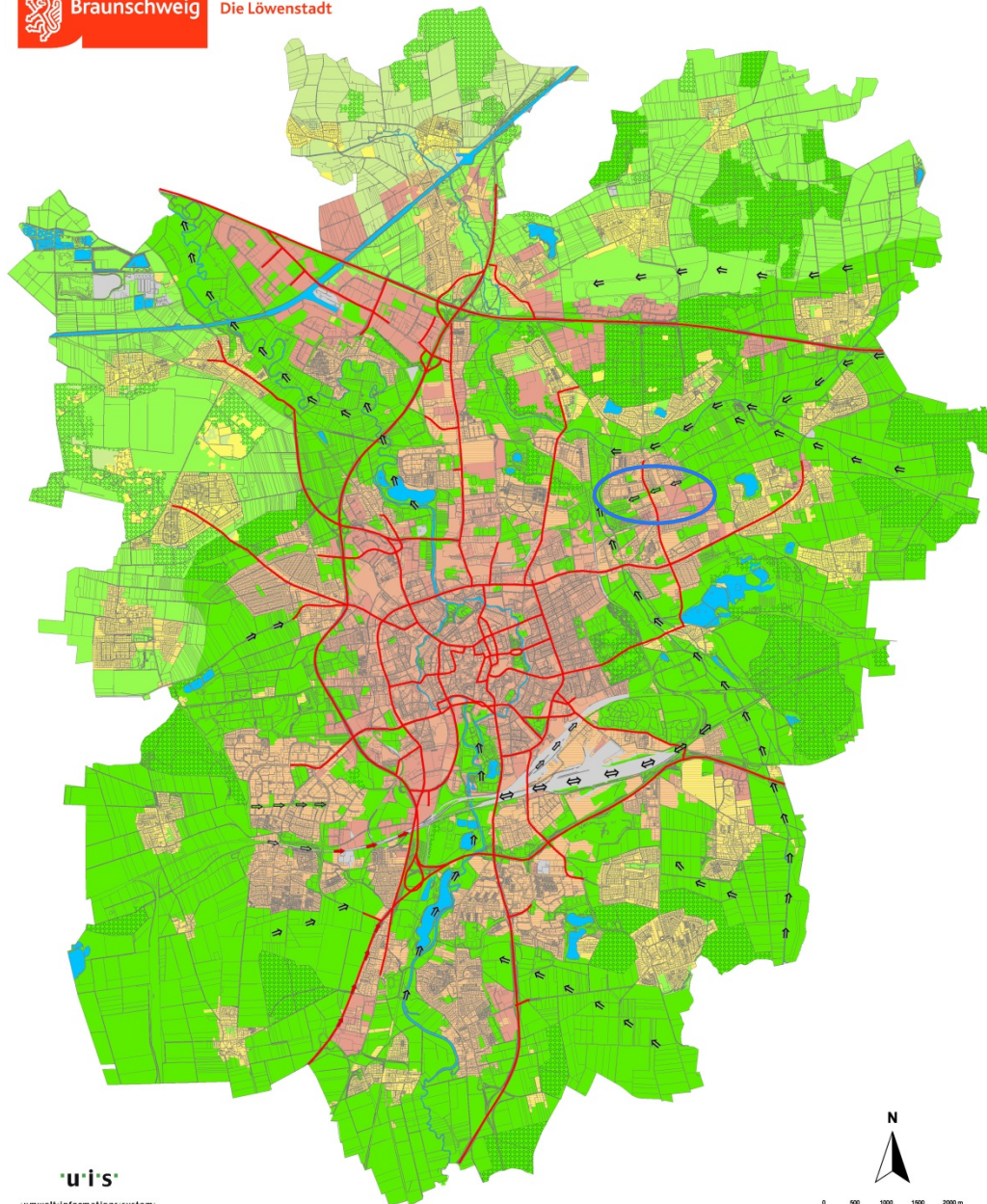
FITNAH, Durchlüftungsanalyse,
Bioklimamodellierung (Klima-Modellierungen)
GAMOS (Lufthygienische Situation)

Planungshinweiskarte



Braunschweig

Die Löwenstadt



Freiflächen

Klimatisch-lufttechnische
Ausgleichsfunktion

- sehr hoch**
Kaltluftsenkungsgebiete oder Wald-
flächen > 5 ha (Pflanzengürtel) mit dichten
Baumbeständen mit mäßiger oder
starker Beschattung
- hoch**
Kaltluftsenkungsgebiete oder Wald-
flächen > 5 ha (Pflanzengürtel) mit dichten
Baumbeständen mit mäßiger Beschattung
oder in Gewässern mit starker Beschattung
- mittel**
Kaltluftsenkungsgebiete oder Wald-
flächen > 5 ha (Pflanzengürtel) mit dichten
Baumbeständen mit mäßiger Beschattung
oder in Gewässern mit starker Beschattung
oder mit nur mäßiger Beschattung
- gering**
Baum- und lufttechnisch wenig belastete
Siedlungsgebiete ohne Einfluss auf benachbarte
Räume und somit insgesamt
geringer Einfluss

Planungsempfehlung / Entwicklungsziel

Im Außenbereich: großflächiger Erhalt, Bepflanzung und Versteigerung
nur in Ausnahmefällen und unter Beachtung klimatisch-lufttechnischer
Vorgaben. Im Innenbereich: Erhalt und Ausbau, Entbehrung vorsehen,
abweichungsfähige Pflanzstrukturen anstreben, Vermeidung einzelner
Grünflächen.

Im Außenbereich: großflächiger Erhalt, Bepflanzung und Versteigerung
nur in geringem Umfang und unter Erhalt des Siedlungsgebietes.
Im Innenbereich: Erhalt, keine weitere Versteigerung, abweichungsfähige
Pflanzstrukturen anstreben, Vermeidung einzelner Grünflächen.

Mäßige Bepflanzung möglich. Klimatische Gegenüberhalter zu B. Kaltluft-
zufüssen, Luftströmungen, Hauptwindrichtungen) berücksichtigen.

Siedlungsflächen

Empfindlichkeit gegenüber Nutzungs-
intensivierung und Siedlungserweiterung

- hoch**
Baum- und lufttechnisch stark belastete,
versteigerte Siedlungsgebiete mit hoher
Empfindlichkeit
Baum- und lufttechnisch mäßig belastete
Siedlungsgebiete, aber mit starkem Einfluss
auf benachbarte Räume und somit insgesamt
hoher Empfindlichkeit
- mittel**
Baum- und lufttechnisch mäßig belastete
Siedlungsgebiete mit mäßiger Empfindlichkeit
Baum- und lufttechnisch wenig belastete
Siedlungsgebiete, aber mit geringem Einfluss
auf benachbarte Räume und somit insgesamt
mittlerer Empfindlichkeit
- gering**
Baum- und lufttechnisch wenig belastete
Siedlungsgebiete ohne Einfluss auf benachbarte
Räume und somit insgesamt
geringer Einfluss

Planungsempfehlung / Entwicklungsziel

Bei verdichteter Bebauung: keine weitere Versteigerung, Reduktion
der Erreichbarkeit, Entlastung des Vegetationszustands, Bodenverbesserung
und -begrenzung, Dach- und Fassadenbegrünung
Bei lockerer Bebauung: dichte Siedlungsstrukturen erhalten,
möglichst keine Siedlungserweiterung, vorhandene Luftbahnen
möglichst nicht ausweichen.

Mäßige Nachverdichtung möglich. Neuversiegelung durch Dach-
und Fassadenbegrünung sowie Begrünung von Straßenrändern
und Bödenöffnungen ausgleichen. Reduktion vorhandener bzw.
weitergehender Vermeidung zusätzlicher Emissionen.

Siedlungserweiterung und -erweiterung möglich, bei Hauptanlagen
geringer Flächenverbrauch, energieeffiziente Bauweise und umwelt-
freundliche Infrastruktur (Energieversorgung, Verkehrsinfrastruktur)
anstreben.

Belüftungsfunktion und sonstige klimarelevante Flächen

- Regionale Luftleitbahn**
(unbelastet)
- Lokale Luftleitbahn**
(unbelastet)
- Wasserflächen > 1 ha**
(Baum- und lufttechnisch, dem Luftaustausch
fördernd)
- Sonderflächen**
(Baum- und lufttechnisch mit speziellen klimatisch-
lufttechnischen Anforderungen verbunden sein)

Erhalt, keine Bepflanzung und Versteigerung, Schadstoffeinträge ver-
meiden, keine fälligen Aufwertungen, innere Gebäudestrukturen oder
keine Baumgruppen verbleiben.

Erhalt, Ausbau durch Rücknahme bzw. Auflockerung der Randbe-
bauung anstreben, keine fälligen Aufwertungen, innere Gebäudestrukturen
oder kleine Baumgruppen verbleiben.

Erhalt, in der Übergangszone zum Gewässer Bepflanzung vermeiden
bzw. auflockern.

Begrünung mit Blumen und Stilleben.

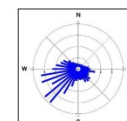
Vorbelastungen und Konflikte

- Belastete Strassenabschnitte**
(Prognose 2010)
- Lokale Luftleitbahn**
(belastet/beeinträchtigt)
- Gewerbe- und Industriegebiete > 5 ha**

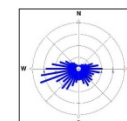
Reduktion von Emissionen durch Verkehrsvermeidung, Geschwin-
digkeitsbegrenzung und Verkehrslenkung (Anpassungsfähigkeit,
Parkplatzsysteme).

Schadstoffeinträge in Luftleitbahnen vermeiden (Emissionsreduzierung,
Emissionschutzmaßnahmen), Eintragungsmaßnahmen vorsehen,
Randbereiche begrünen.

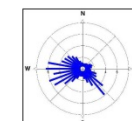
Weitere Versteigerung kritisch prüfen, Schadstoffeinträge in Luftleitbahnen
vermeiden (Emissionsreduzierung, Emissionschutzmaßnahmen), Dach-
und Fassadenbegrünung.



Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen
an der DWD-Station Vöhringen
(Jahre 1995)



Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen
an der DWD-Station Vöhringen
(Jahre 2005)



Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen
an der DWD-Station Vöhringen
(Jahre 2010)

Bearbeitung



Steinicke & Straßmeier
Umweltuntersuchungen GbR
Eisenbahnstraße 43
70098 Freiburg
www.stm-ifu.de

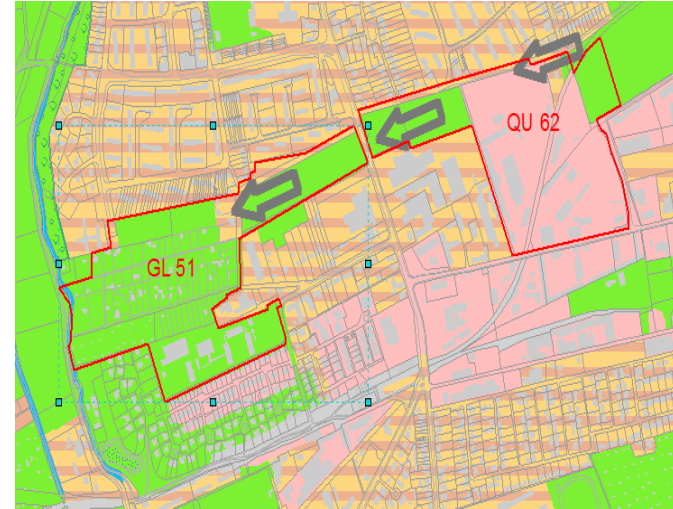
Datenbasis

Digitale Stadtkarte (Stand 2009/2010)
Biotypenkartierung (1987 und 2005, ergänzt)
FITNAH-Modellierungen (IMA Richter & Röckle, 2011)
Durchlüftungsanalyse (IMA Richter & Röckle, 2011)
Immissionsprognose (IMA Richter & Röckle, 2011)

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



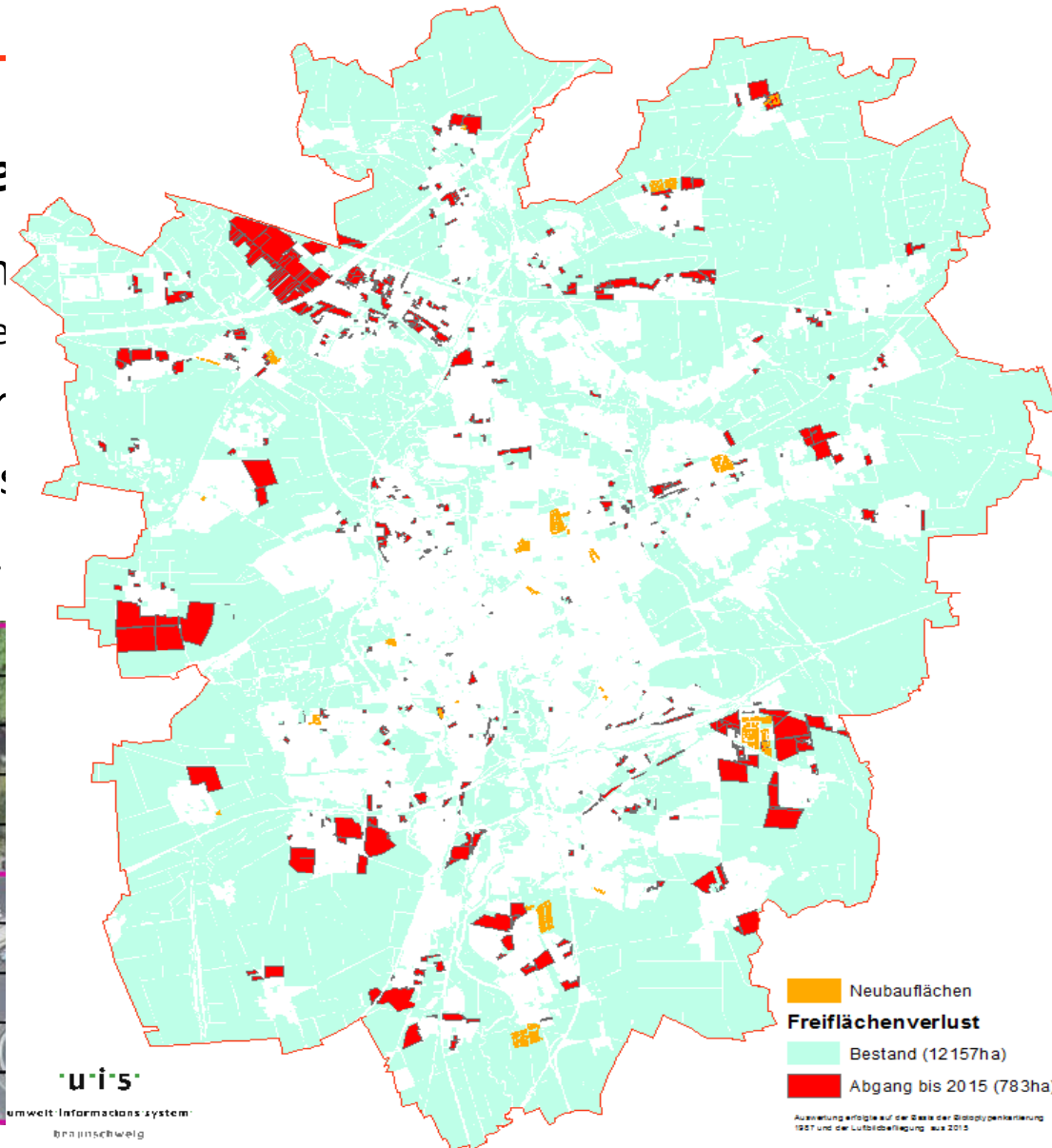
Breite der Luftleitbahn nach Regel 1

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



Warum e

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



ten)
eit

isse werden erfasst
nräume (Verschattung
:iflächen,...)
irsraums



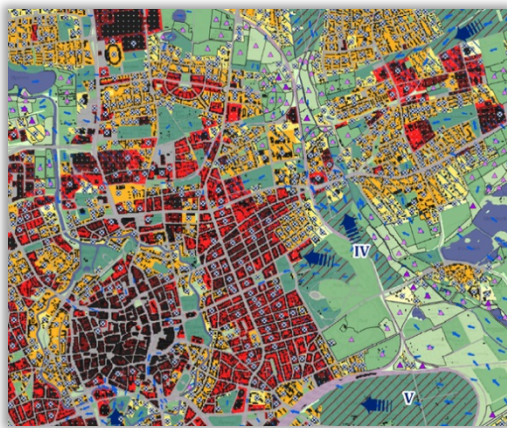
Ausblick

ISEK Rahmenprojekt R.20.2

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



Datengrundlage geschaffen



Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Stadtklimaanalyse Braunschweig 2017/2018

Planungs- und Umweltausschuss

20.03.2019



Peter Trute
trute@geo-net.de

GEO-NET Umweltconsulting GmbH

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

Bankfähige Windtragsgutachten
Windpotenzialstudien
weltweite Windmesskampagnen

Stadt- und Regionalklimaanalysen
Klimaökologische Fachgutachten
Klimaanpassungskonzepte



I. Einführung

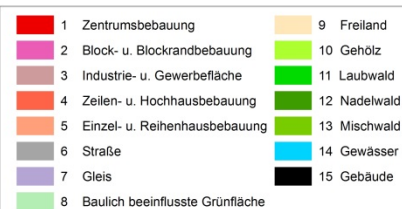
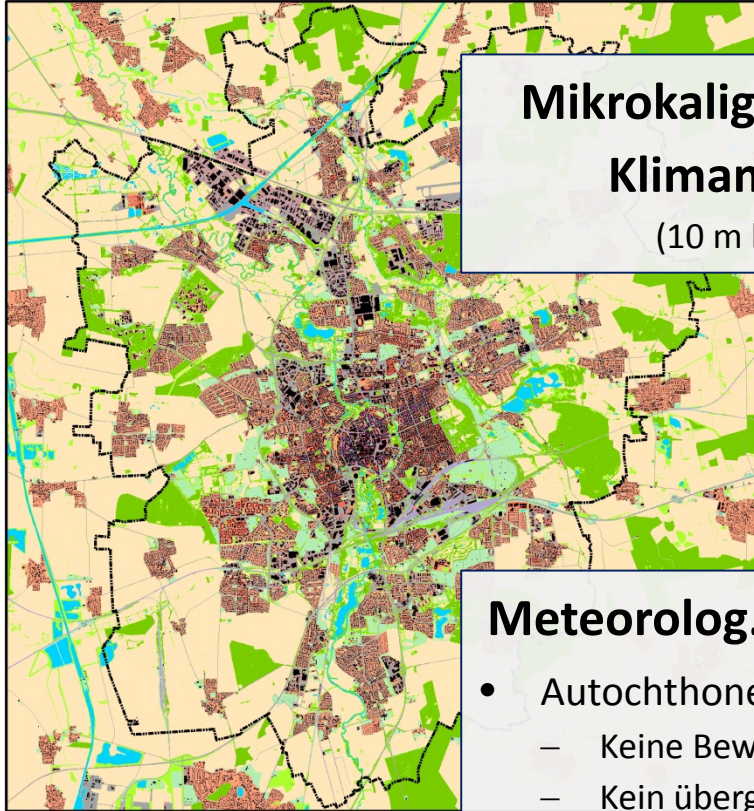
- Grundlagen der Modellierung

II. Ergebnisse

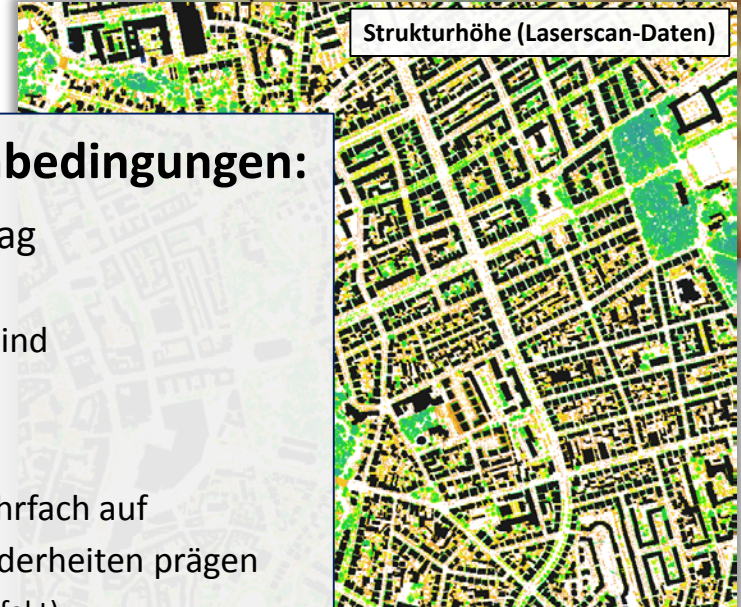
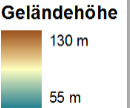
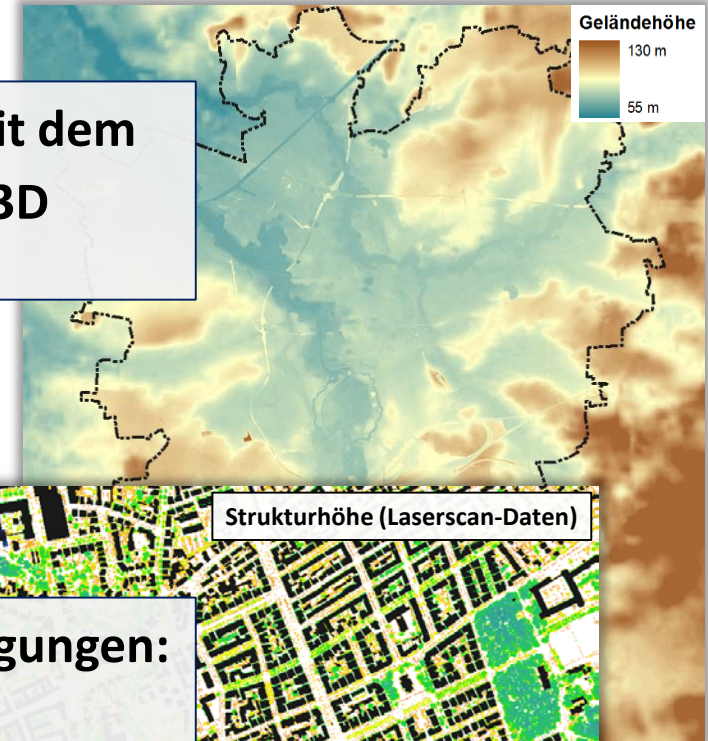
- Modellergebnisse
- Auswirkungen des Klimawandels
- Planungskarten

III. Zusammenfassung und Ausblick

- Ausblick: Klimaanpassungsstrategie



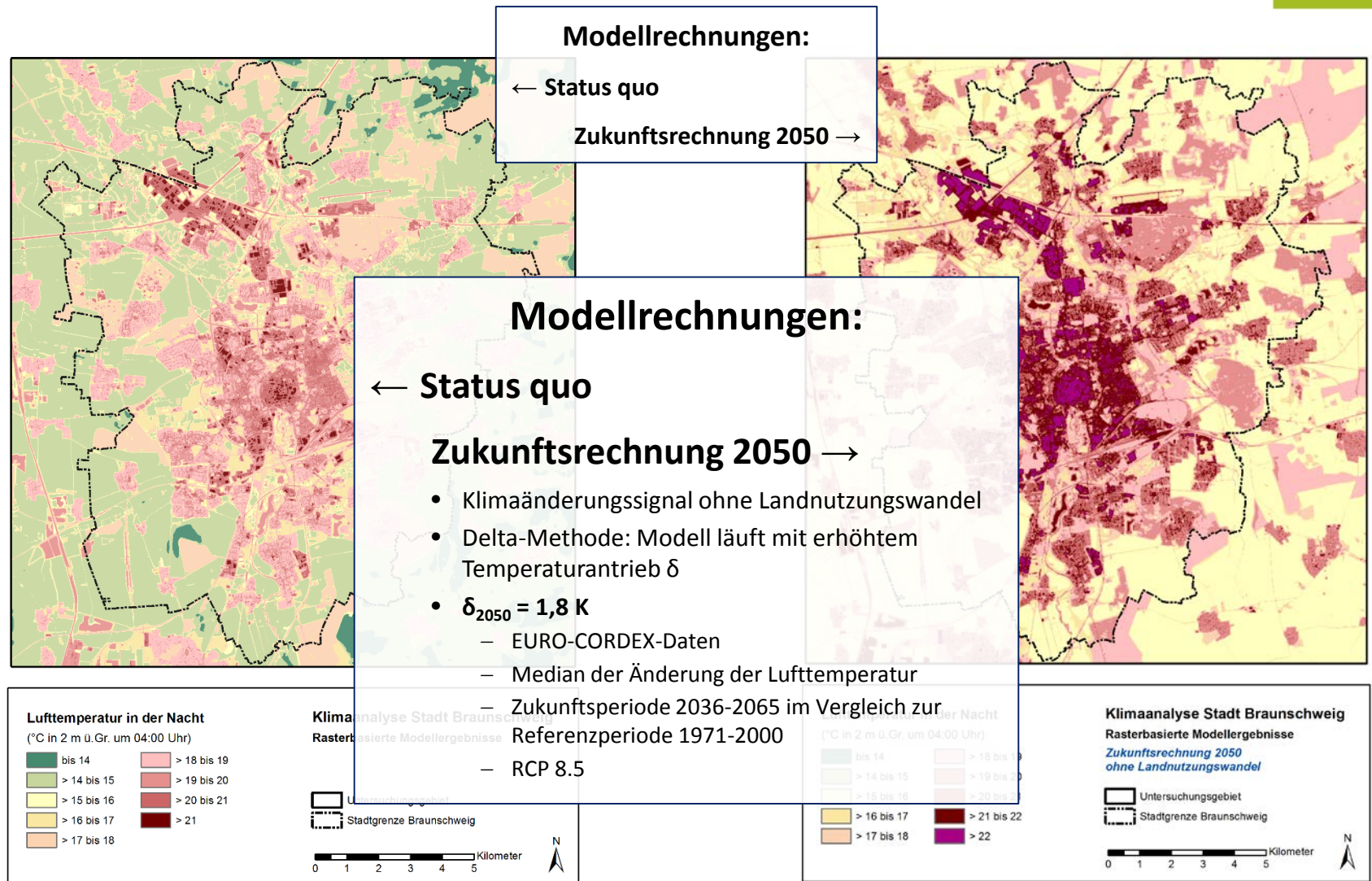
Mikrokalige Simulation mit dem Klimamodell FITNAH-3D (10 m horizontale Auflösung)



Strukturhöhe (Laserscan-Daten)

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

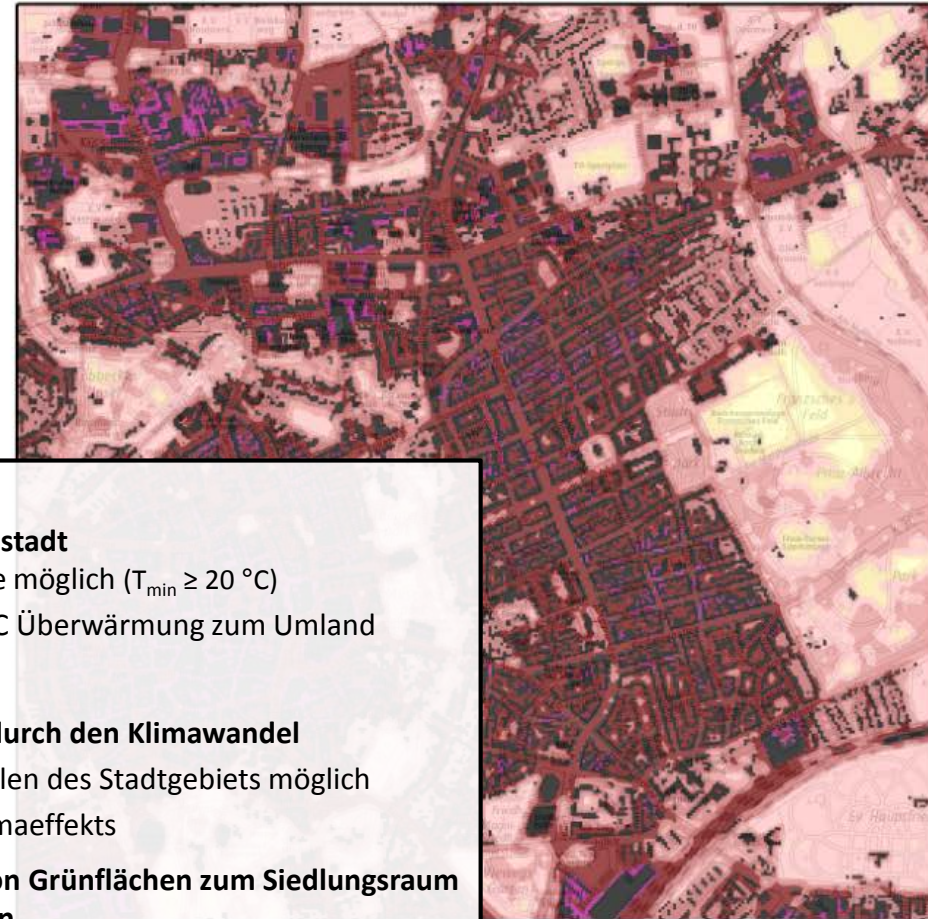
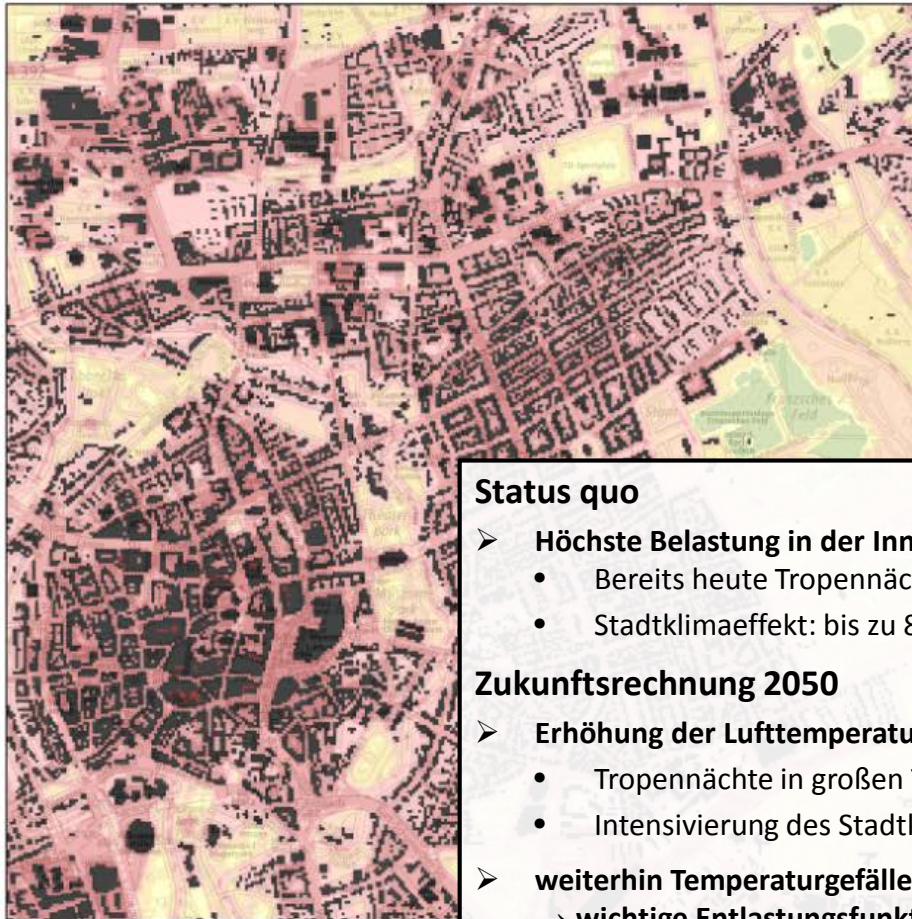
Lufttemperatur in der Nacht

(°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 ($T_{\min} \geq 20^\circ\text{C}$)
 - Stadtklimaeffekt: bis zu 8°C Überwärmung zum Umland

Zukunftsrechnung 2050

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



Wärmebelastung am Tage (PET)

Wärmebelastung am Tage (PET)

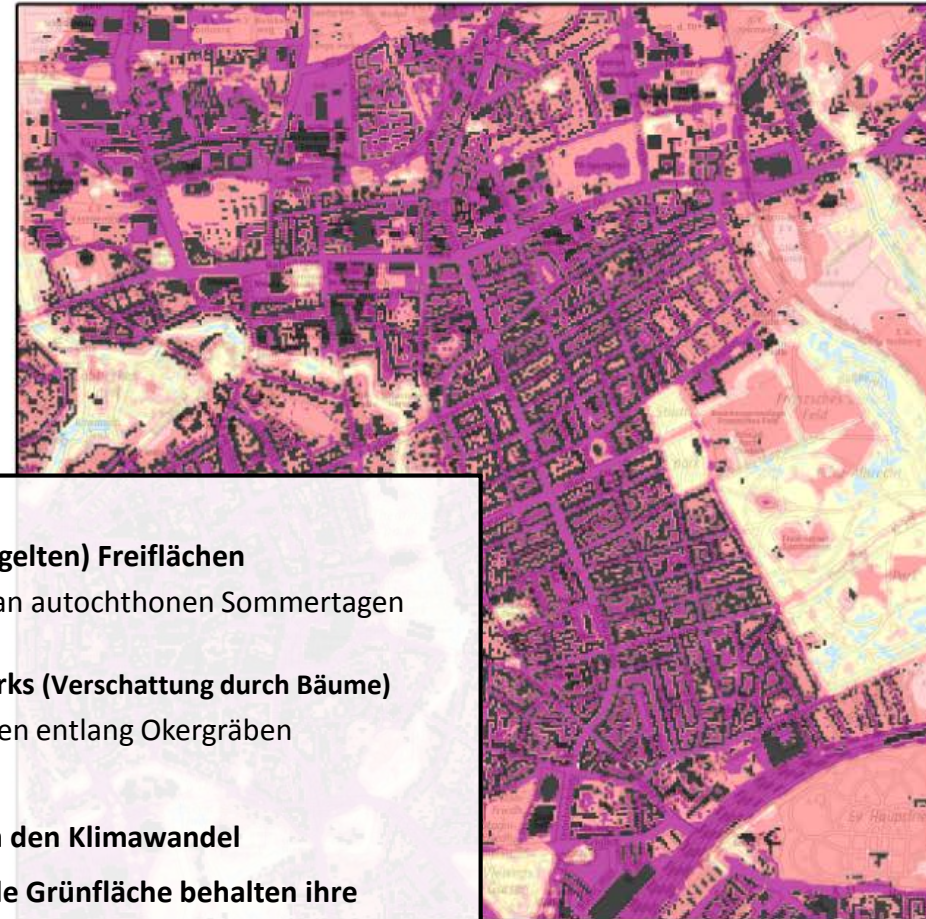
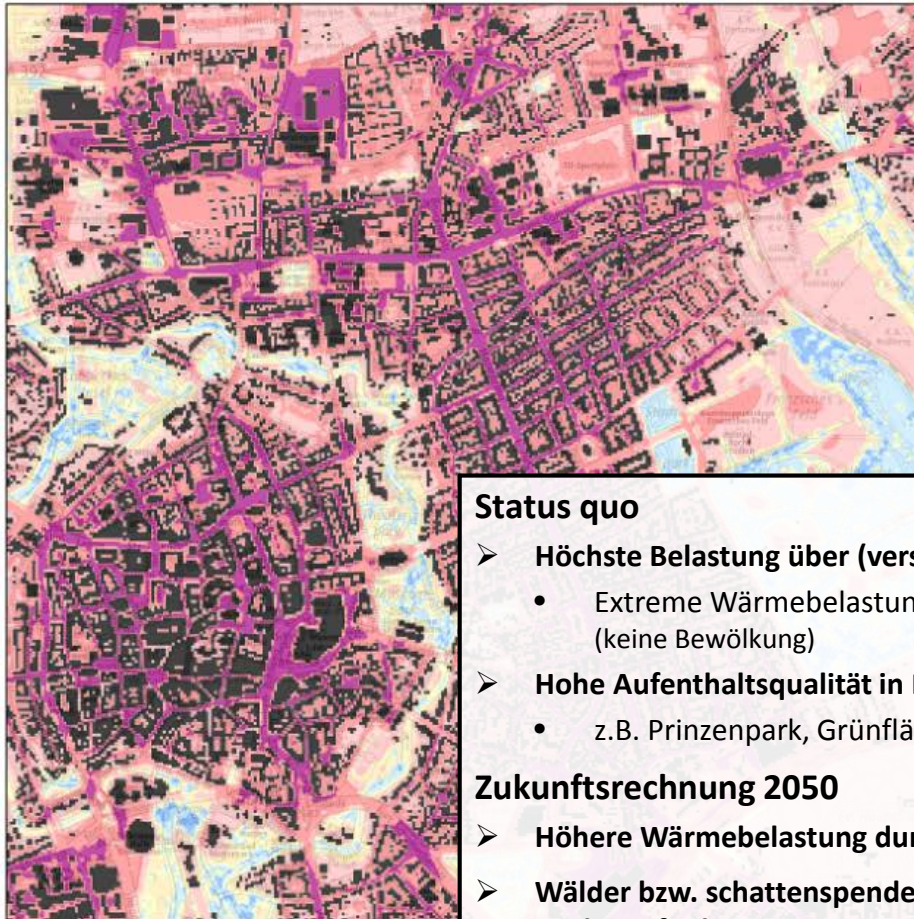
(°C um 14:00 Uhr)

schwache Wärmebelastung	bis 26	> 35 bis 38	schwache Wärmebelastung
	> 26 bis 29	> 38 bis 41	
mäßige Wärmebelastung	> 29 bis 32	> 41 bis 44	mäßige Wärmebelastung
	> 32 bis 35	> 44	

Wärmebelastung nach VDI 3787 (Bl. 9)

Status quo

Zukunfts-Szenario 2050



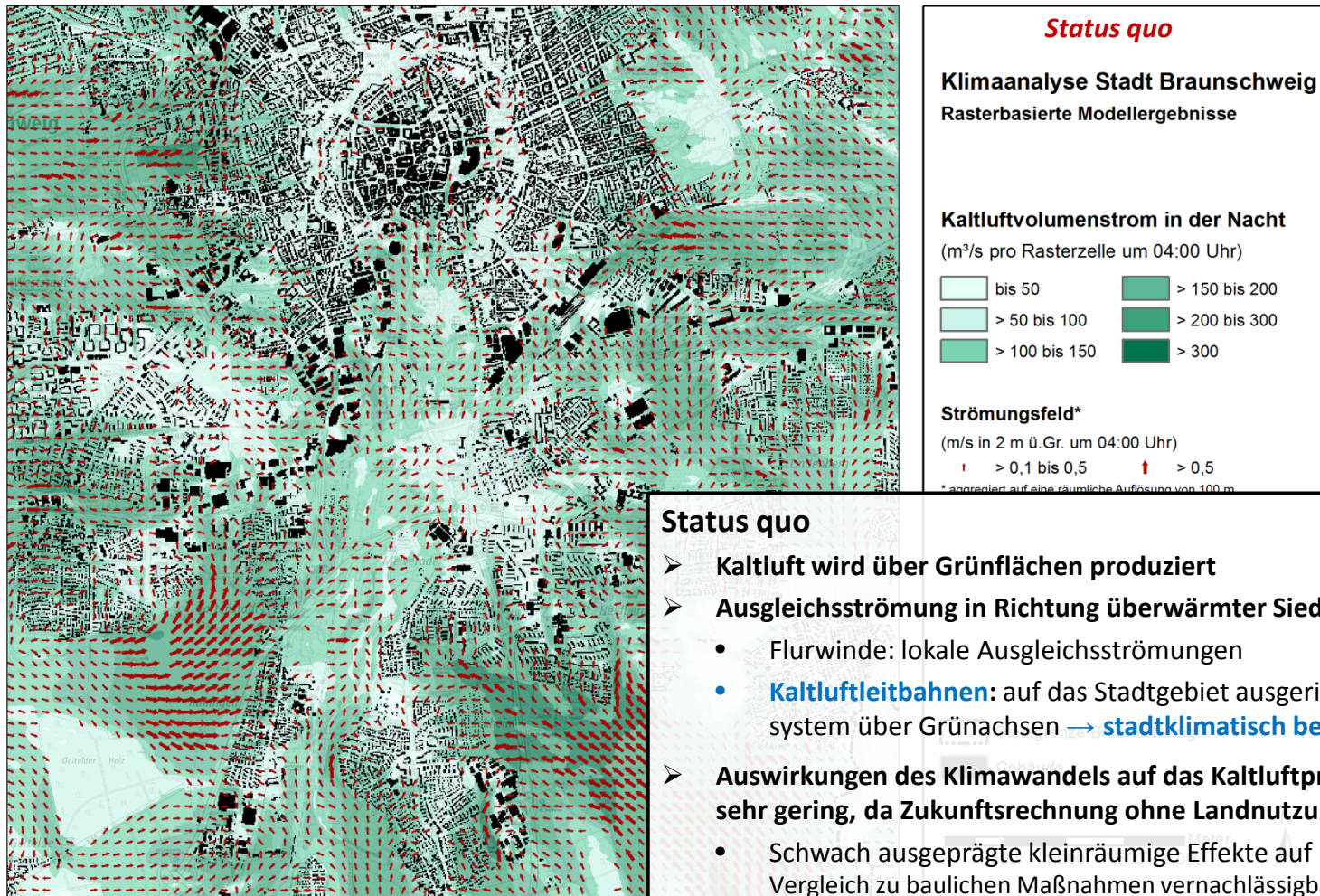
Status quo

- **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

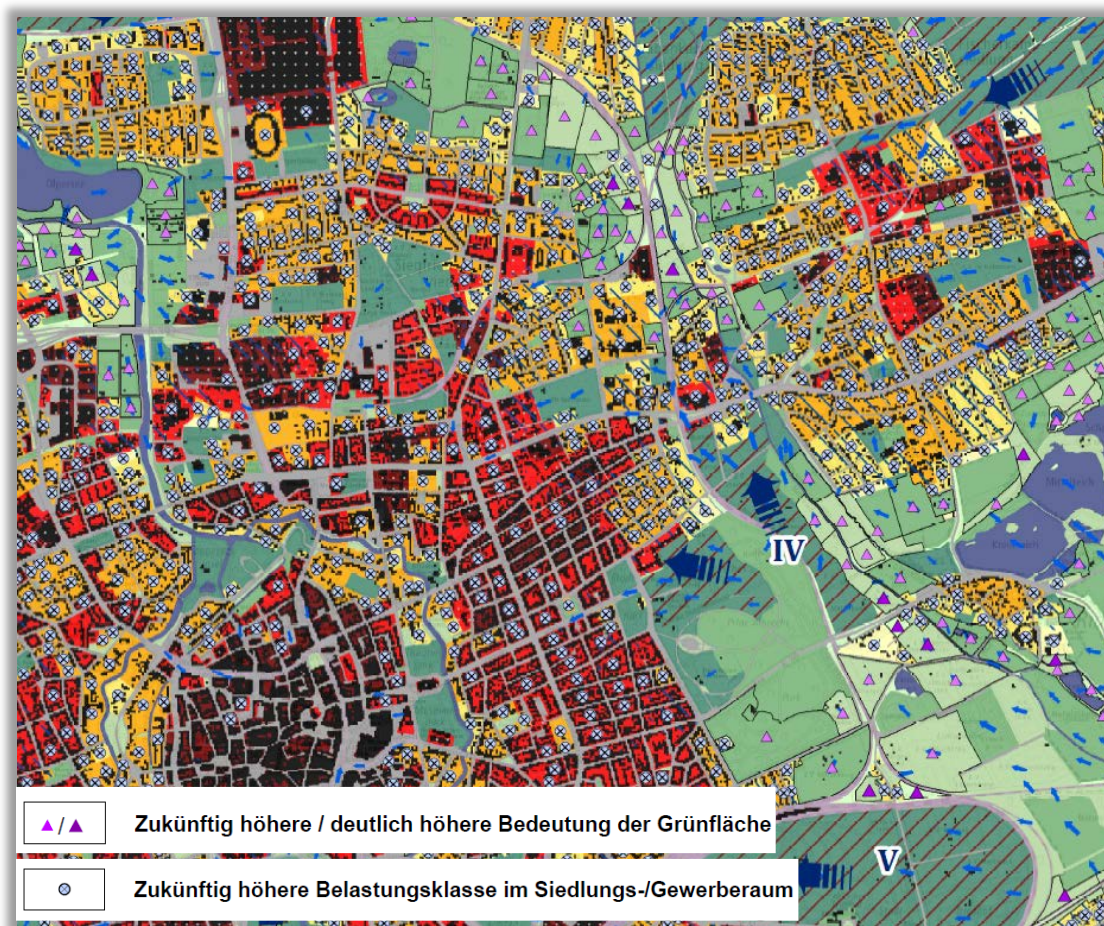
- Kaltluft wird über Grünflächen produziert
- Ausgleichsströmung in Richtung überwärmter Siedlungsbereiche
 - Flurwinde: lokale Ausgleichsströmungen
 - **Kaltluftleitbahnen:** auf das Stadtgebiet ausgerichtetes Strömungssystem über Grünachsen → **stadtklimatisch besonders wichtig!**
- Auswirkungen des 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 Durchströmbbarkeit der angrenzenden Bebauung ist anzustreben und zur Optimierung der Ökosystemdienstleistung sollte eine Vernetzung mit benachbarten Grün-/Freiflächen erreicht werden (Grünverbindungen).



Überblick Ergebniskarten

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 / Lehdorf
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



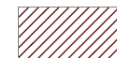
Luftaustausch (modelliertes Kaltluftströmungsfeld Status quo)



Kaltluftleitbahn
(Benennung: I, II, ..., XIII)



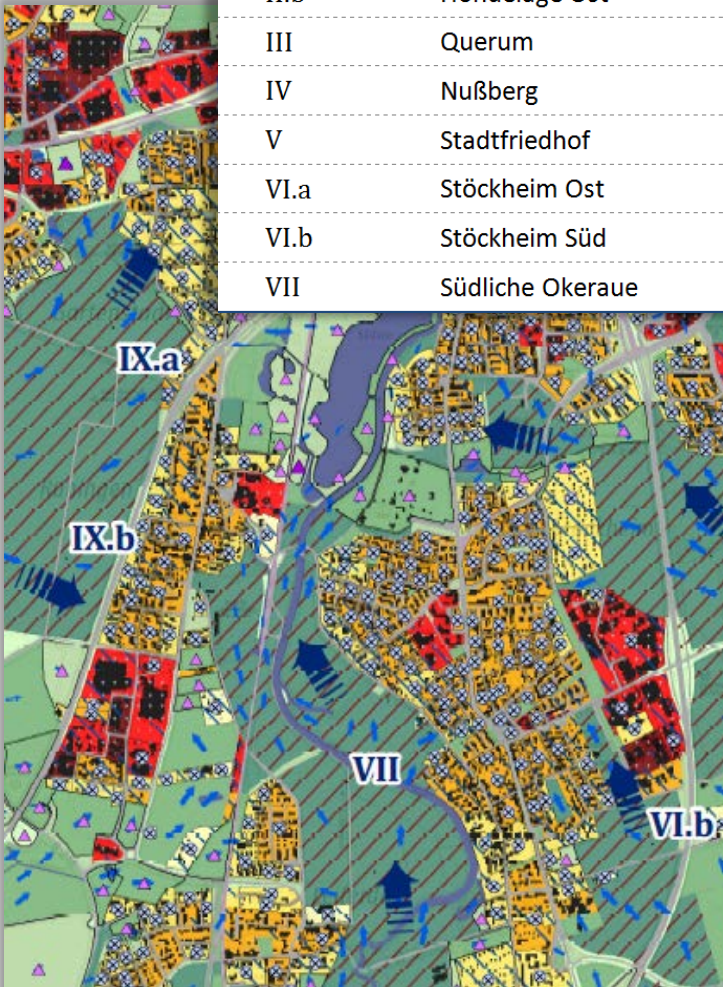
Kaltluftvolumenstrom
Mittel / Hoch / Sehr hoch



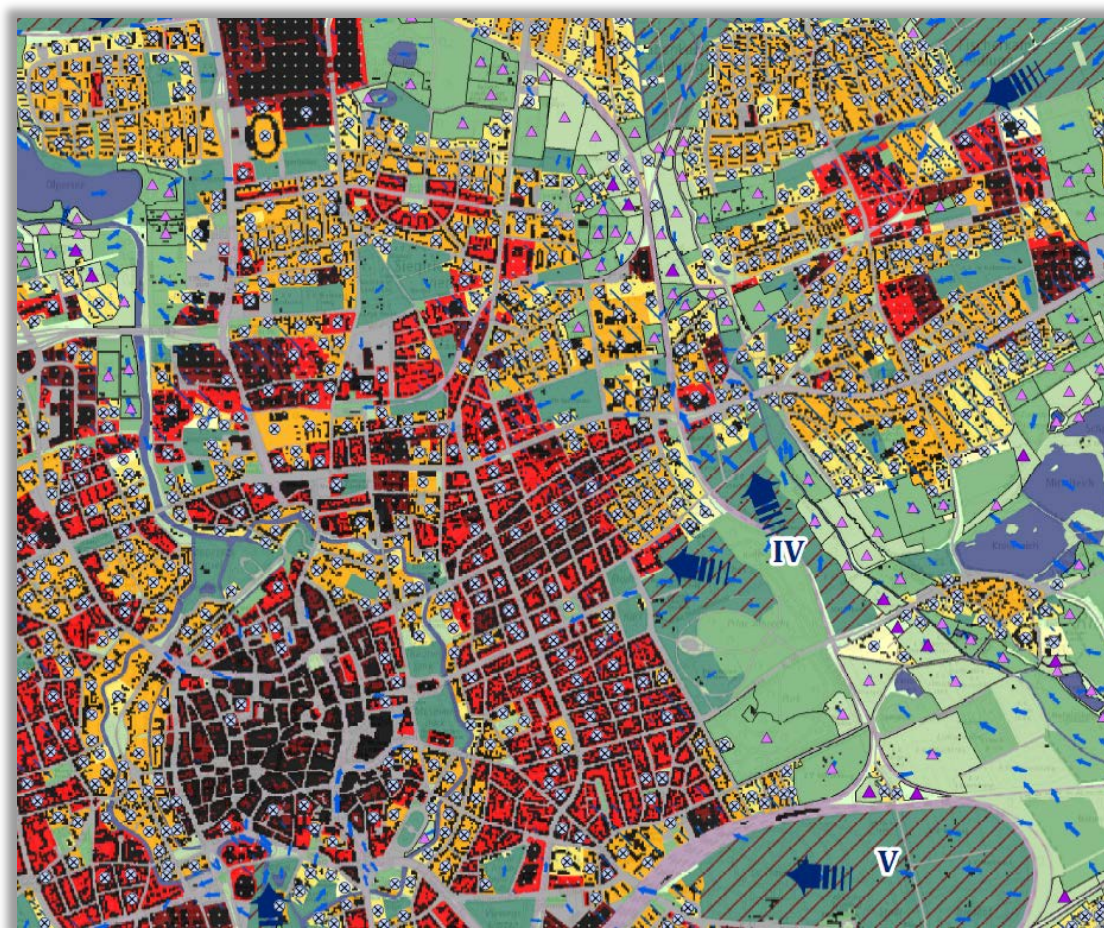
Kaltluftentstehungs-
gebiet



Kaltluftwirkungsbereich innerhalb
der Bebauung



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 Gewerbeflächen 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 Gewerbeflächen (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 Mikroklimavielfalt 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

- Stadtklimaefekt: Bis zu 8 °C höhere Temperaturen als im Umland
- Kaltluftleitbahnen und Flurwinde wichtig für die Durchlüftung des Stadtgebiets
- Großflächige Grünanlagen mit hoher Mikroklimavielfalt 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*)