

BPI

Burghardt und Partner, Ingenieure



**Stadt
Eberswalde**

Stadtklimaanalyse für die Stadt Eberswalde

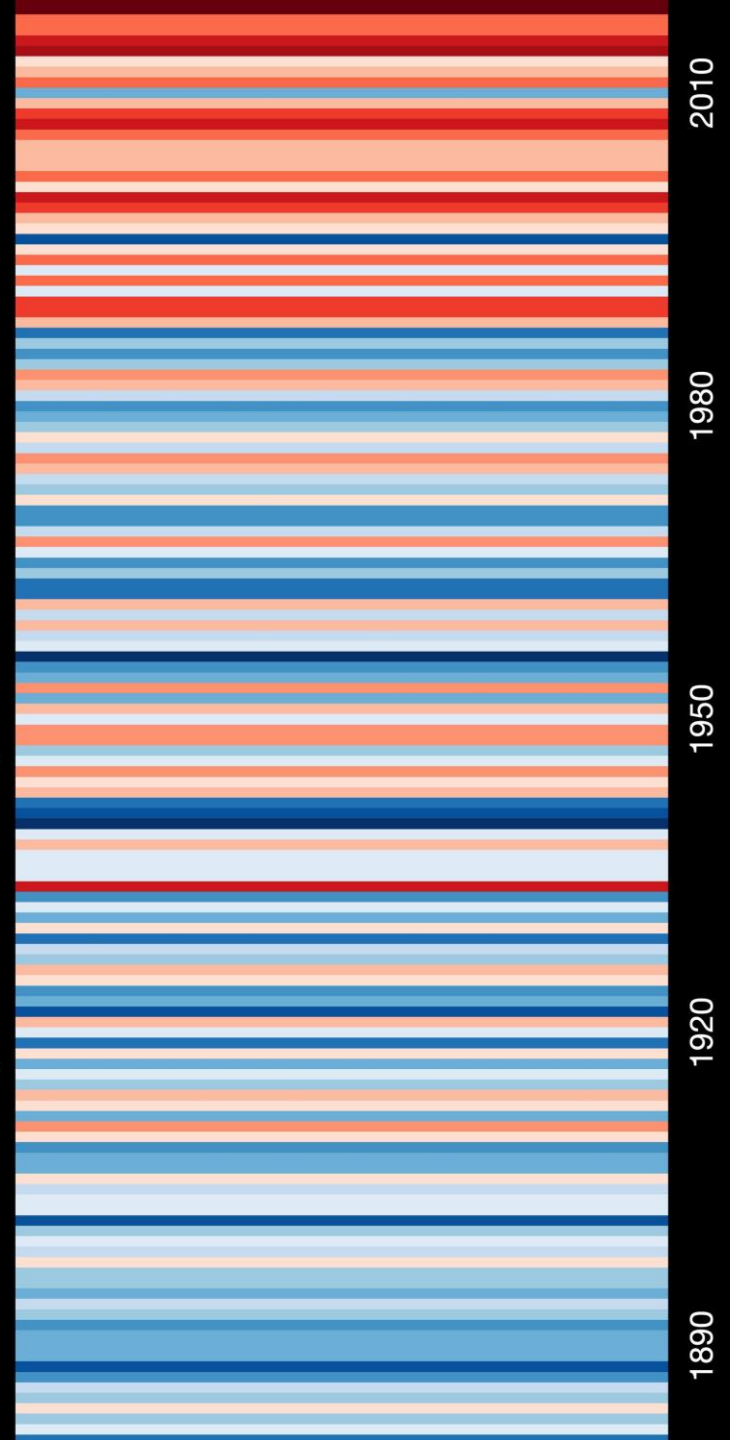
Ergebnispräsentation

im Ausschuss Stadtentwicklung, Wohnen, Umwelt (ASWU) am 14. Juni 2022
Dr.-Ing. René Burghardt

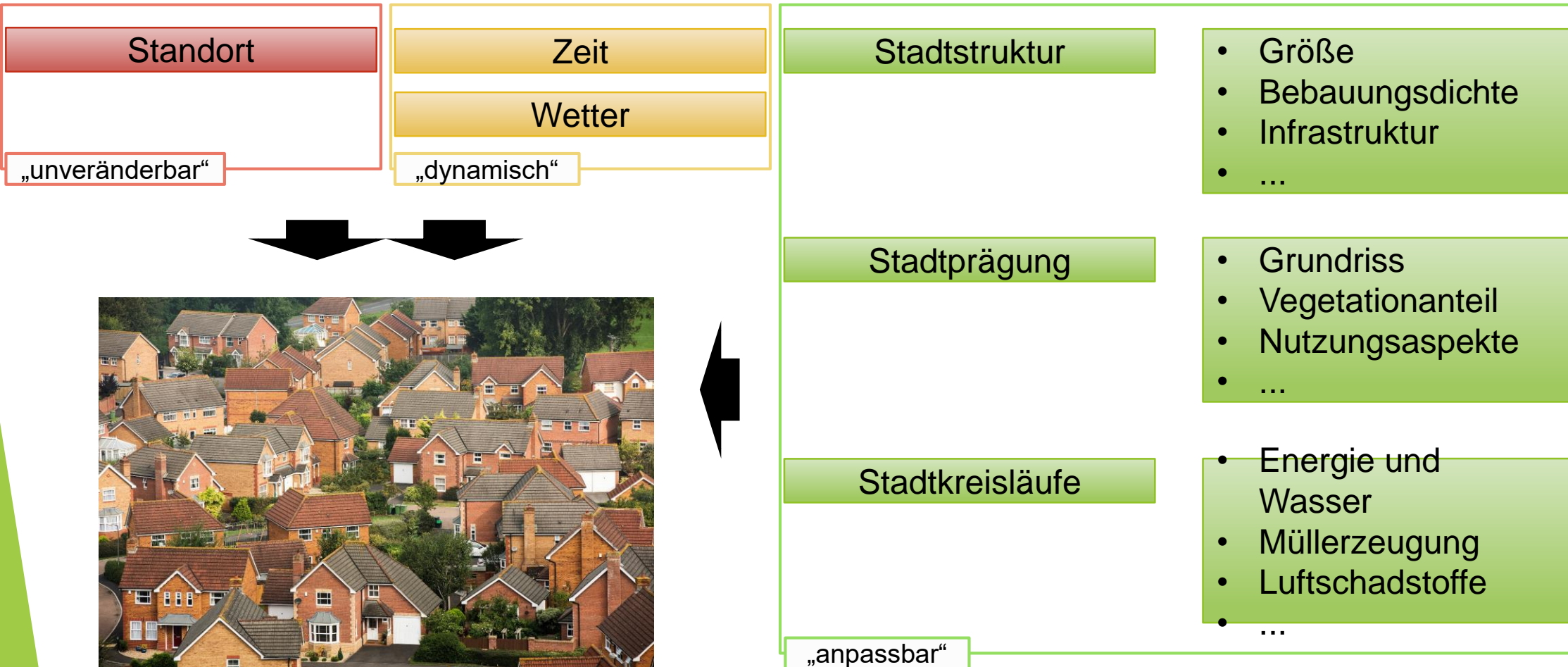
AGENDA

- ▶ Stadtklima und Bezug zu räumlichen Planungsebenen
- ▶ Bestand- und IST-Analyse
 - klimatische Veränderungen
 - Themenkarten
 - Klimafunktionskarte
- ▶ Planungshinweiskarte


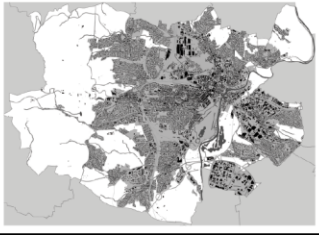

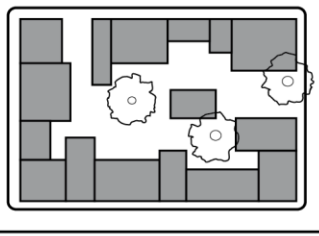

Temperature change in Brandenburg/Berlin since 1881

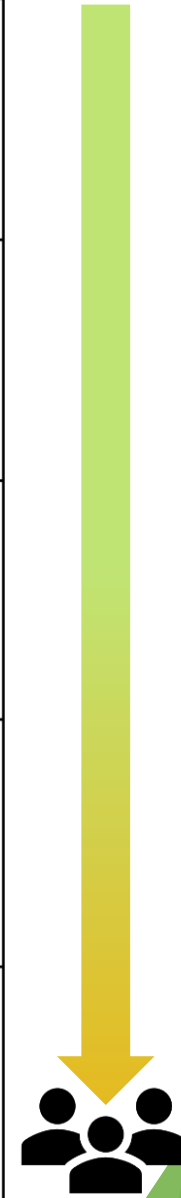


Einflussfaktoren und Komponenten des Stadtklimas



räumliche Planungsebenen im (stadt-)klimatischen Kontext

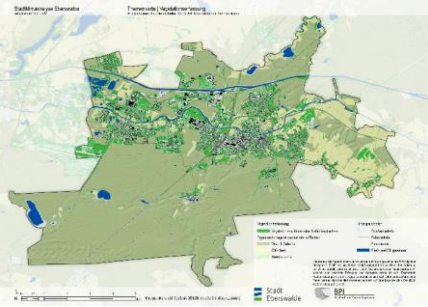
administrativer Bezug	Planungsebene	klimatische Einordnung	klimatische Fragestellung	Auflösung
 <p>Region</p>	<p>Regionalplan > M 1: 100.000</p>	Mesoklima	regionale Luftaustauschprozesse und Klimafunktionen	Rastergröße 100 m
 <p>Stadt</p>	<p>Flächennutzungsplan > M 1: 10.000</p>	Mesoklima	Wärmeinselleffekt, Belüftungsstrukturen (Rauhigkeiten)	Rastergröße 25 - 50 m
 <p>Ortsteil</p>	<p>Bebauungsplan M 1: 5.000</p>	Mesoklima - Mikroklima	Übergang von Klimatop- zu Mikroklimateanalyse	Rastergröße 10 m
 <p>Block</p>	<p>Bebauungsplan M 1: 1.000</p>	Mikroklima	Mikroklimatische Untersuchungen, thermischer Komfort	Rastergröße 2 - 5 m
 <p>Gebäude</p>	<p>Bauplan/ Objekt M 1: 200</p>	Mikroklima/ Gebäudeklima	Strahlungs- und Gebäudeumströmungen	Rastergröße > 0 - 2 m



Kartenübersicht

Themenkarten

Landnutzung

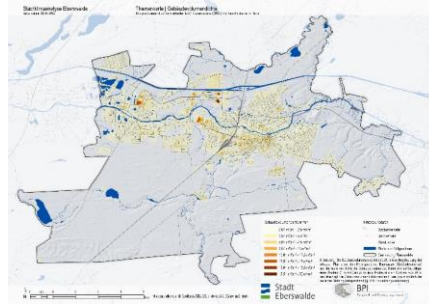


Vegetationserfassung

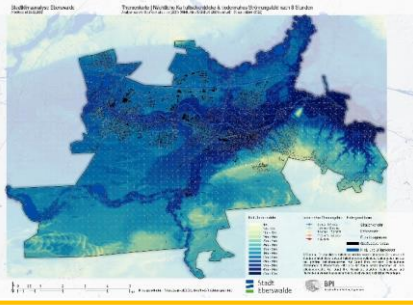


SkyView Faktor

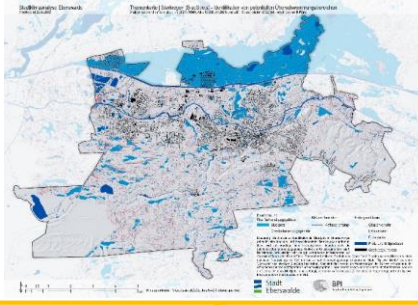
Gebäudevolumendicht



Kaltluft

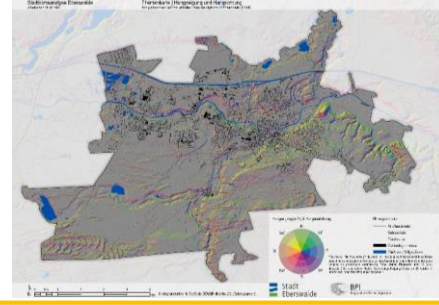


Kaltluft Abfolge

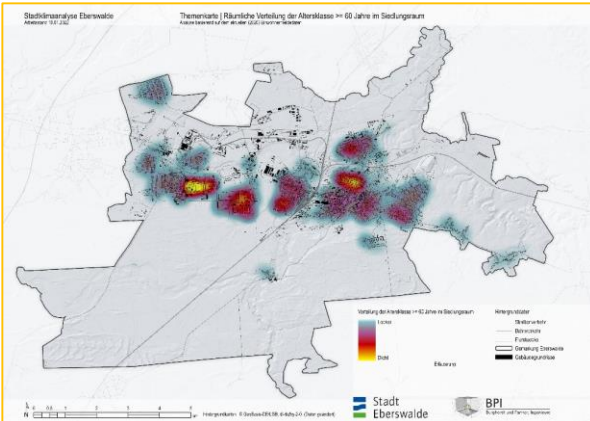


Blue-Spot-Map

Nächtliches Windfeld



Topographischer Einzua

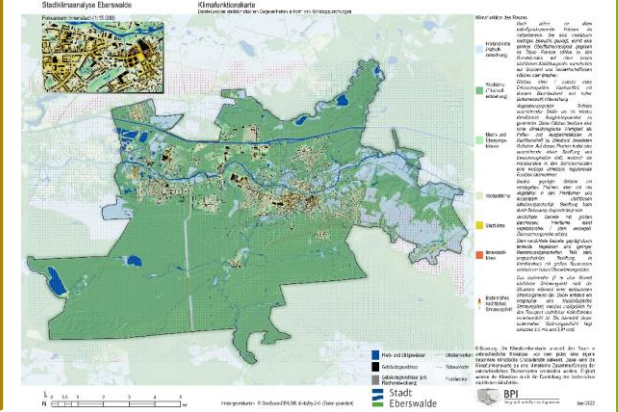


- Demographische Vulnerabilitätsanalysen
- Erreichbarkeitsanalysen (z.B. zu Parks & Einrichtungen)
- Grundlegende statistische Auswertung
- Ableitung der Einflussfaktoren die für einen bestimmten Bereich relevant sind
- Entwicklung raumbezogener Maßnahmen
- Trendanalysen zur demographischen Entwicklung
- Versiegelungskataster / Durchgrünungskataster

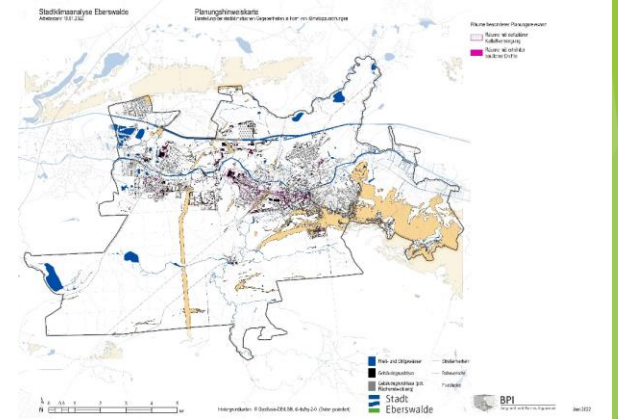
Ergänzende Analysen

Klimatische Planungskarten

Klimafunktionskarte



Planungshinweiskarte

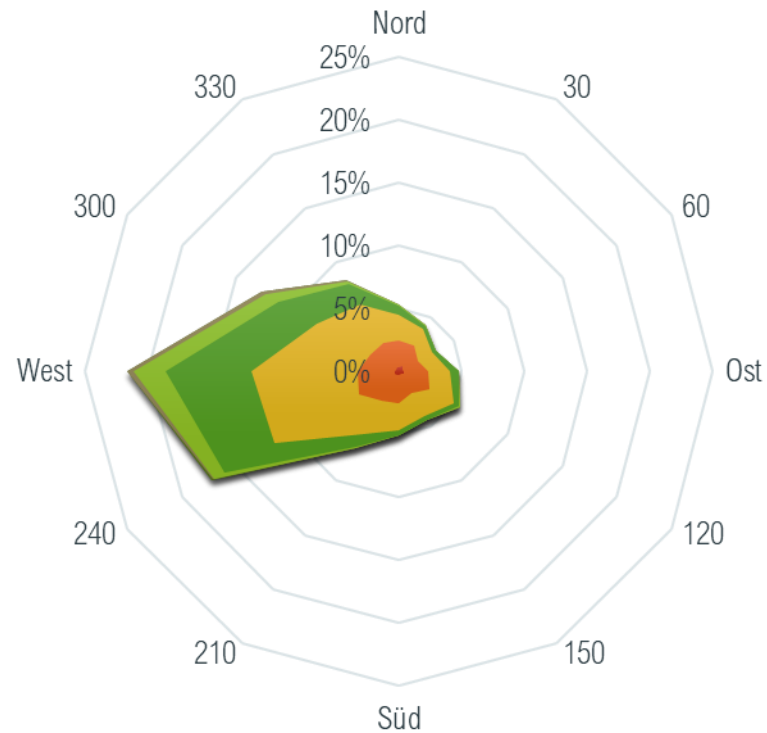


Bestandsaufnahme und IST-Analyse

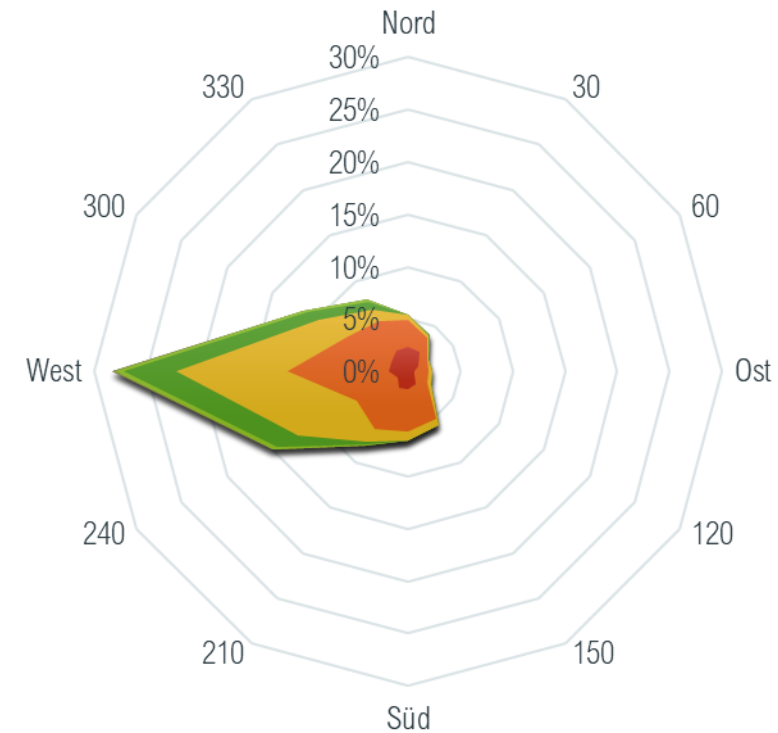
Windverhältnisse – Temperaturen – Niederschlag –
Extremwetterereignisse

Windrichtung und Windstärke im langjährigen Mittel (1991 – 2020) für den Sommer (Juli bis September)

Am Tag (08:00 Uhr bis 18:00 Uhr)

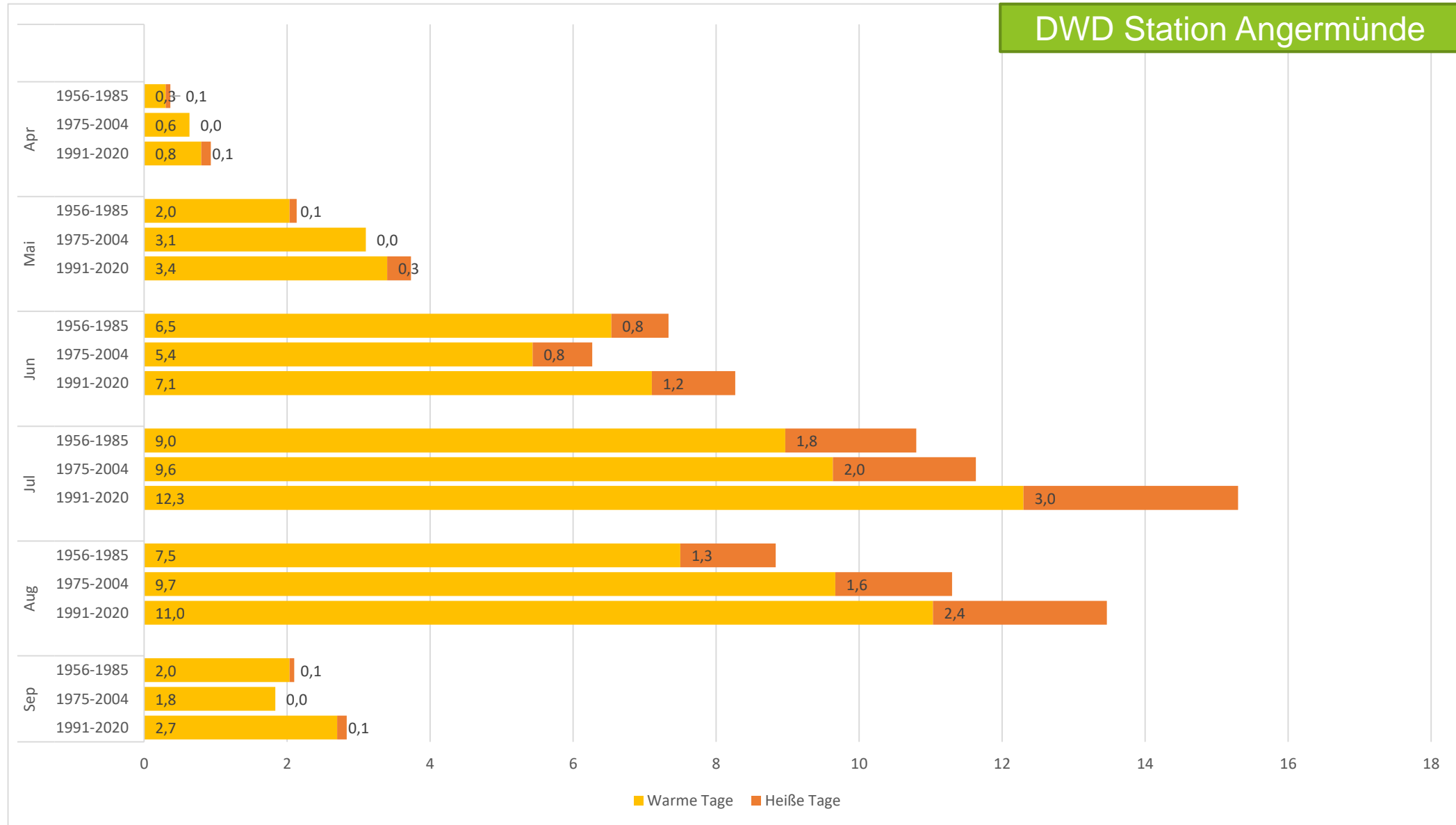


In der Nacht (22:00 Uhr bis 04:00 Uhr)



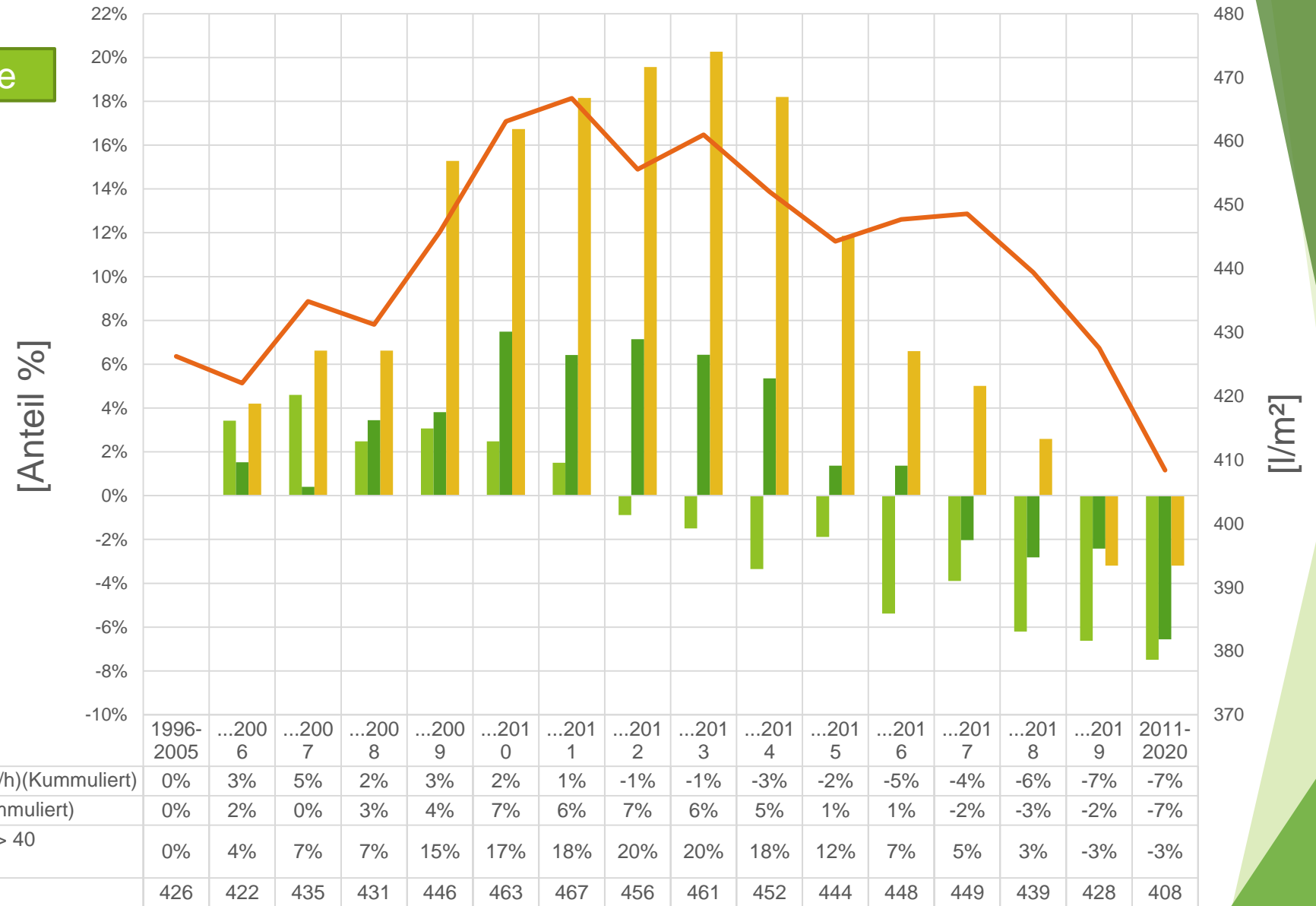
■ >12 m/s ■ 10-12 m/s ■ 8-10 m/s ■ 6-8 m/s ■ 4-6 m/s ■ 2-4 m/s ■ 0-2 m/s

Auftreten von Sommertagen & Heißen Tagen



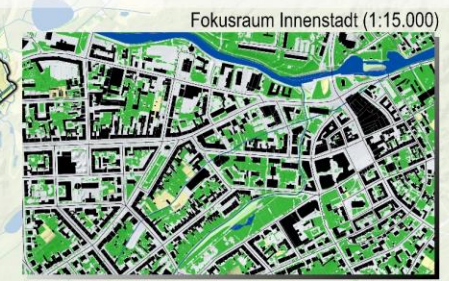
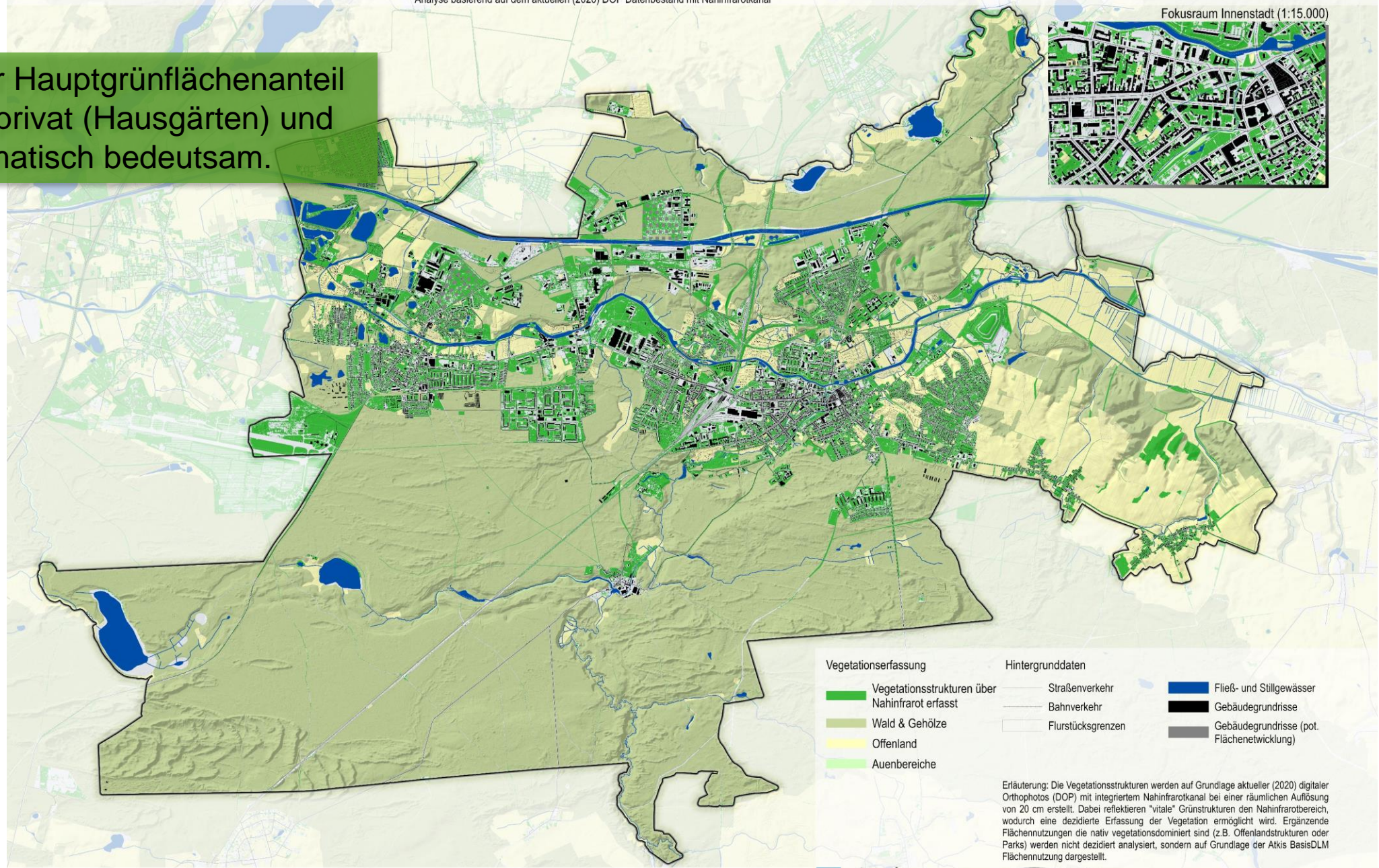
Niederschlagsveränderungen und Auftreten von Extremwetterlagen

DWD Station Angermünde



(klimatische) Themenkarten

Der Hauptgrünflächenanteil ist privat (Hausgärten) und klimatisch bedeutsam.



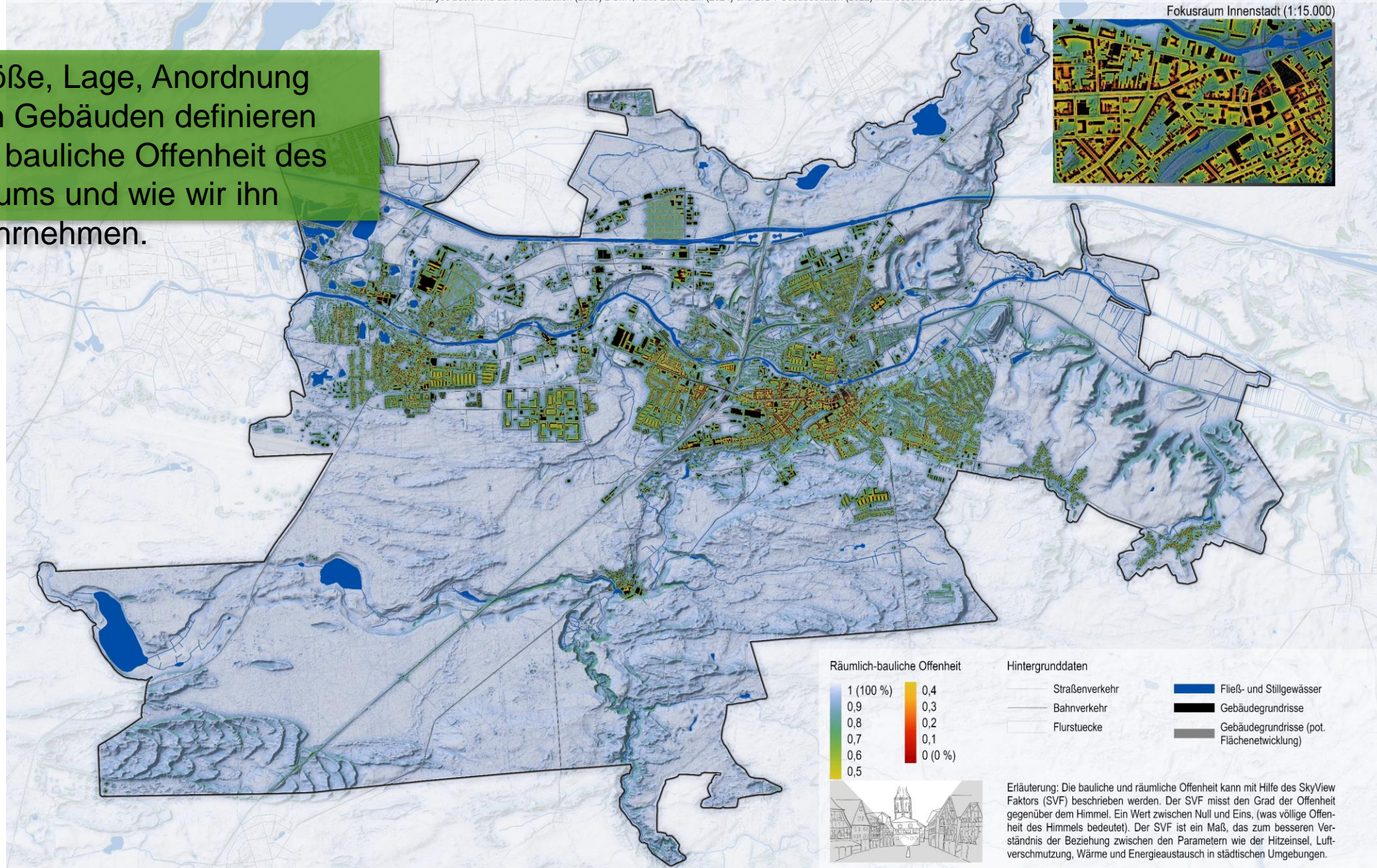
- | | | | |
|---|---|---|--|
| Vegetationserfassung | | Hintergrunddaten | |
| ■ Vegetationsstrukturen über Nahinfrarot erfasst | Straßenverkehr | Fließ- und Stillgewässer | Gebäudegrundrisse |
| Wald & Gehölze | Bahnverkehr | Gebäudegrundrisse (pot. Flächenentwicklung) | |
| Offenland | Flurstücksgrenzen | | |
| Auenbereiche | | | |

Erläuterung: Die Vegetationsstrukturen werden auf Grundlage aktueller (2020) digitaler Orthophotos (DOP) mit integriertem Nahinfrarotkanal bei einer räumlichen Auflösung von 20 cm erstellt. Dabei reflektieren "vitale" Grünstrukturen den Nahinfrarotbereich, wodurch eine dezidierte Erfassung der Vegetation ermöglicht wird. Ergänzende Flächennutzungen die nativ vegetationsdominiert sind (z.B. Offenlandstrukturen oder Parks) werden nicht dezidiert analysiert, sondern auf Grundlage der Atkis BasisDLM Flächennutzung dargestellt.

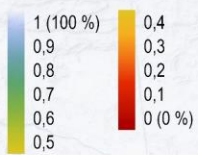


V e g e t a t i o n

Größe, Lage, Anordnung von Gebäuden definieren die bauliche Offenheit des Raums und wie wir ihn wahrnehmen.



Räumlich-bauliche Offenheit

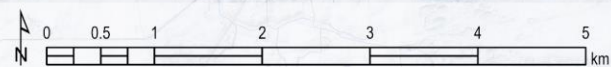


Hintergrunddaten

- Straßenverkehr
- Bahnverkehr
- Flurstuecke
- Fließ- und Stillgewässer
- Gebäudegrundrisse
- Gebäudegrundrisse (pot. Flächenentwicklung)

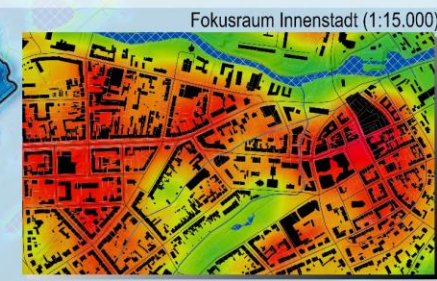
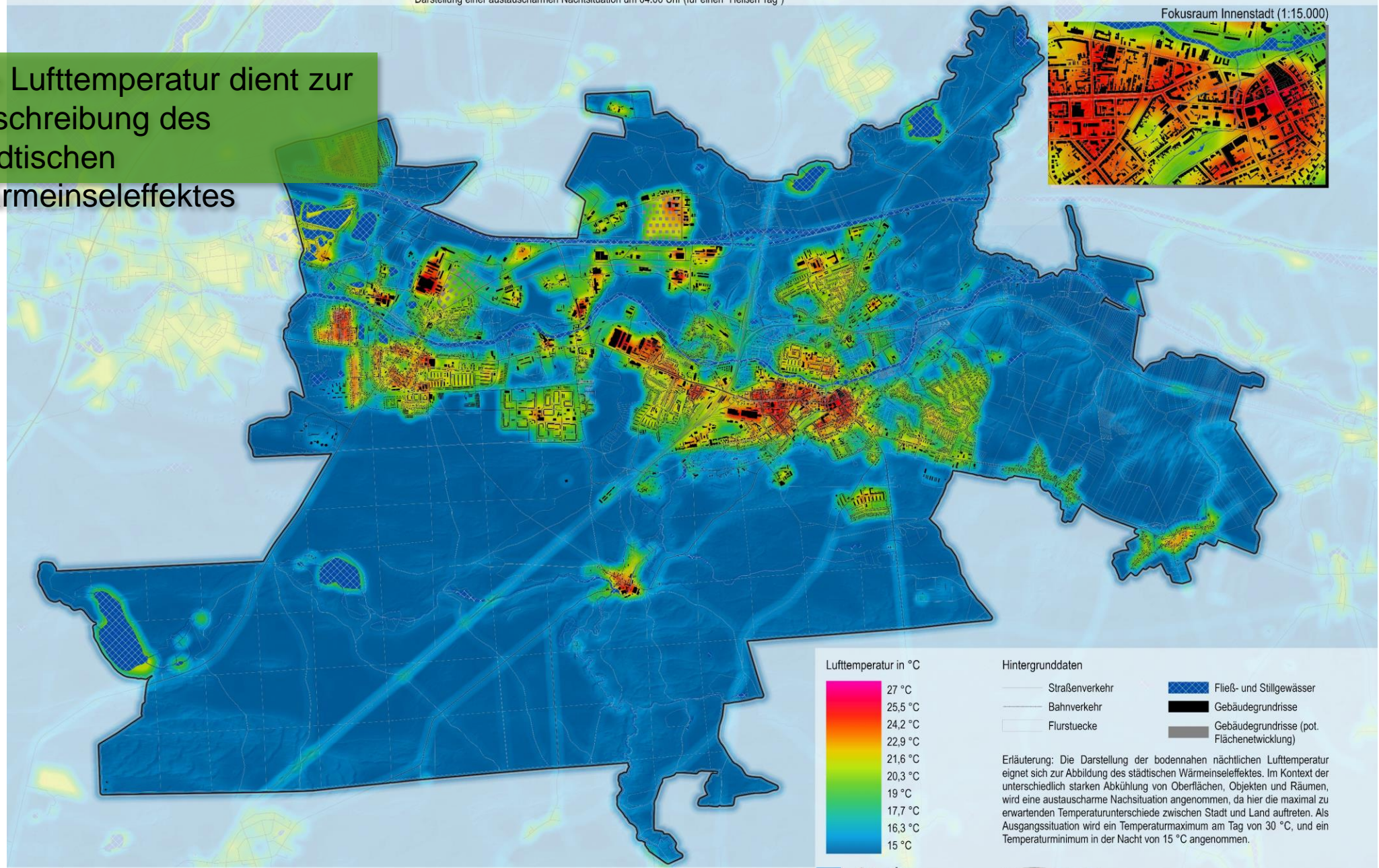


Erläuterung: Die bauliche und räumliche Offenheit kann mit Hilfe des SkyView Faktors (SVF) beschrieben werden. Der SVF misst den Grad der Offenheit gegenüber dem Himmel. Ein Wert zwischen Null und Eins, (was völlige Offenheit des Himmels bedeutet). Der SVF ist ein Maß, das zum besseren Verständnis der Beziehung zwischen den Parametern wie der Hitzeinsel, Luftverschmutzung, Wärme und Energieaustausch in städtischen Umgebungen.



B
e
b
a
u
n
g

Die Lufttemperatur dient zur Beschreibung des städtischen Wärmeinseleffektes



- Hintergrunddaten
- Straßenverkehr
 - Bahnverkehr
 - Flurstuecke
 - Fließ- und Stillgewässer
 - Gebäudegrundrisse
 - Gebäudegrundrisse (pot. Flächenentwicklung)

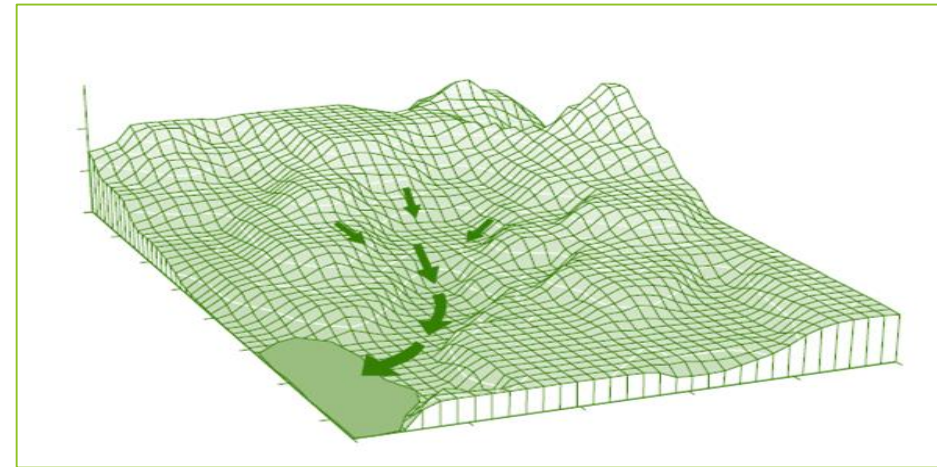
Erläuterung: Die Darstellung der bodennahen nächtlichen Lufttemperatur eignet sich zur Abbildung des städtischen Wärmeinseleffektes. Im Kontext der unterschiedlich starken Abkühlung von Oberflächen, Objekten und Räumen, wird eine austauscharme Nachtsituation angenommen, da hier die maximal zu erwartenden Temperaturunterschiede zwischen Stadt und Land auftreten. Als Ausgangssituation wird ein Temperaturmaximum am Tag von 30 °C, und ein Temperaturminimum in der Nacht von 15 °C angenommen.



L
u
f
t
t
e
m
p
e
r
a
t
u
r

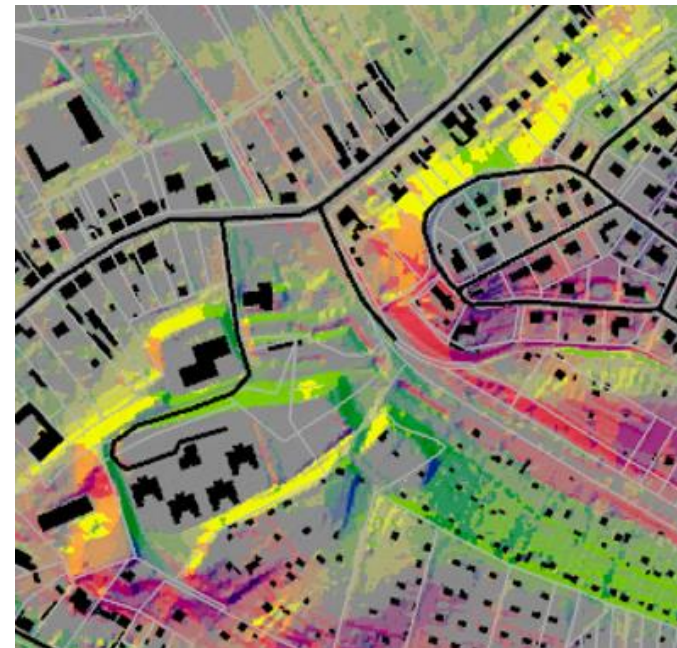
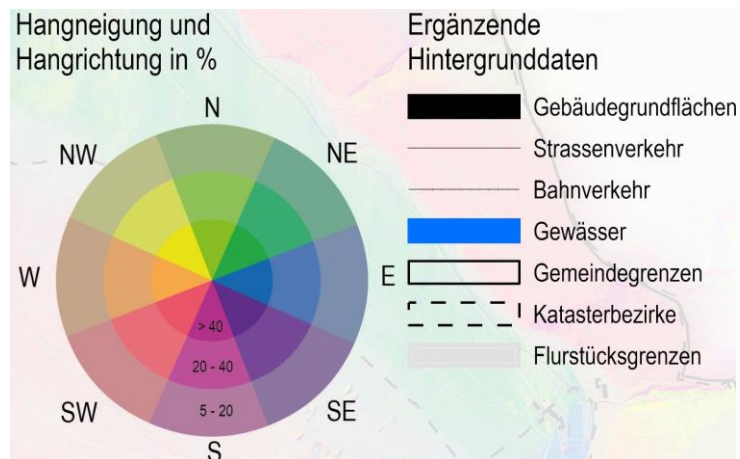
Luftaustauschsysteme – Kaltluftproduktion und -transport

- Kaltluft \neq Frischluft
- Kaltluft wird nach Sonnenuntergang auf freien, unbebauten Flächen mit möglichst wenig oder niedriger Vegetation gebildet
- im Wald wird nur bedingt Kaltluft gebildet
- Kaltluft verhält sich wie eine zähe Flüssigkeit und folgt deshalb topographischen Gegebenheiten
- Kaltluftmassen können im Laufe der Nacht Schichtdicken von bis zu 100 m bzw. bei Stauung auch darüber hinaus aufbauen



(Zenger, 1998)

K
a
l
t
l
u
f
t



Druckinduzierte Luftaustauschsysteme

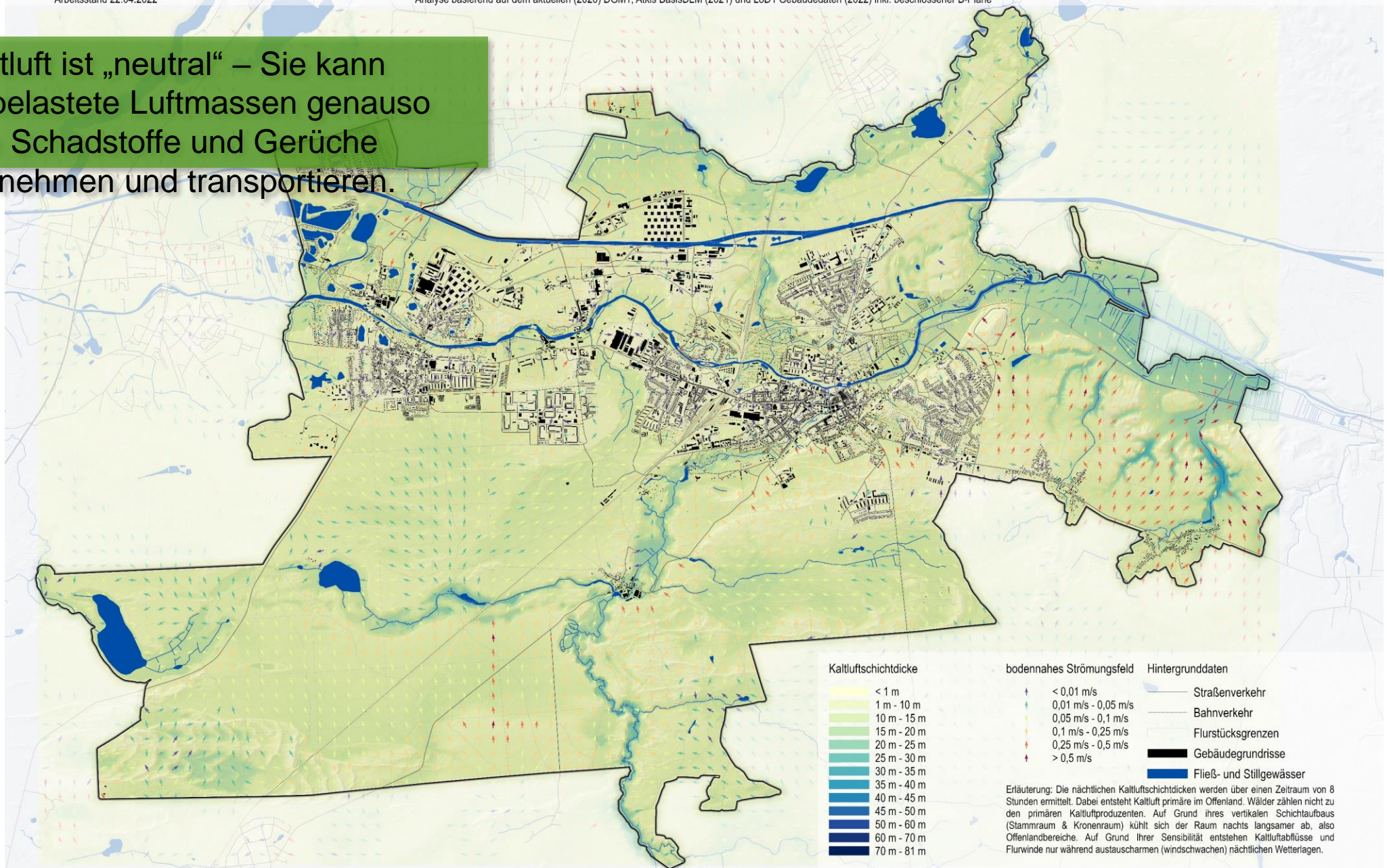
nach Sonnenuntergang:

- warme Luft im bebauten Raum steigt auf und generiert einen Unterdruck im Siedlungsraum
- frei Flächen des Umlands kühlen, schneller ab als der urbane Raum
- die im Umland produzierte Kaltluft gleicht im Optimalfall den Unterdruck im Siedlungsraum aus und kühlt ihn ab
- über das Druckgefälle baut sich ein druckinduziertes und nicht den geländespezifischen Gegebenheiten folgendes **Flurwindsystem** auf, welches aber sehr störungsanfällig (z.B. durch starke regionale Anströmung) ist
- wird dieser Ausgleich gestört oder kommt er zu erliegen, kann keine nächtliche Abkühlung des urbanen Raums erfolgen



K
a
l
t
l
u
f
t

Kaltluft ist „neutral“ – Sie kann unbelastete Luftmassen genauso wie Schadstoffe und Gerüche aufnehmen und transportieren.



- Kaltluftschichtdicke
- < 1 m
 - 1 m - 10 m
 - 10 m - 15 m
 - 15 m - 20 m
 - 20 m - 25 m
 - 25 m - 30 m
 - 30 m - 35 m
 - 35 m - 40 m
 - 40 m - 45 m
 - 45 m - 50 m
 - 50 m - 60 m
 - 60 m - 70 m
 - 70 m - 81 m

- bodennahes Strömungsfeld
- < 0,01 m/s
 - 0,01 m/s - 0,05 m/s
 - 0,05 m/s - 0,1 m/s
 - 0,1 m/s - 0,25 m/s
 - 0,25 m/s - 0,5 m/s
 - > 0,5 m/s

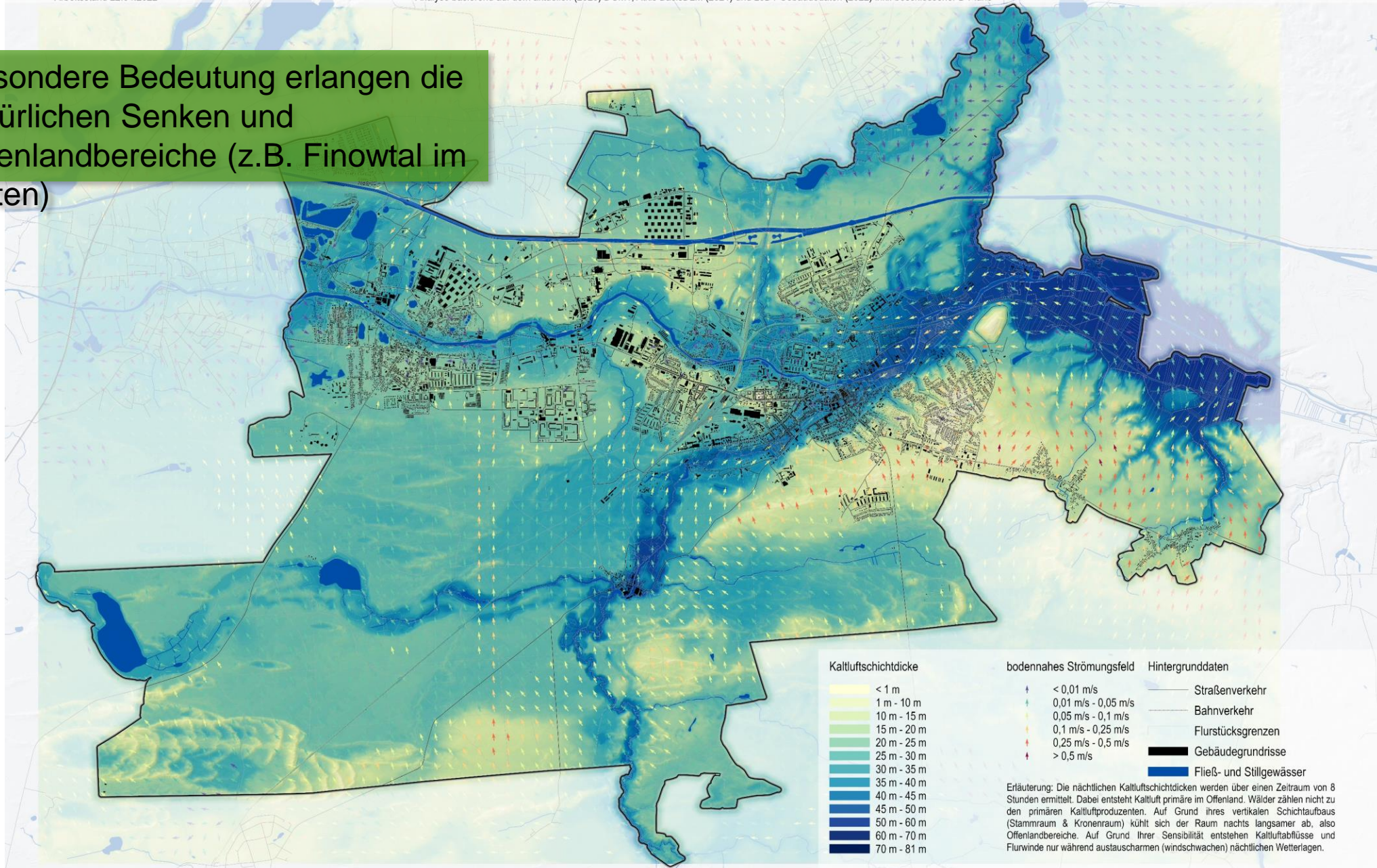
- Hintergrunddaten
- Straßenverkehr
 - Bahnverkehr
 - Flurstücksgrenzen
 - Gebäudegrundrisse
 - Fließ- und Stillgewässer

Erläuterung: Die nächtlichen Kaltluftschichtdicken werden über einen Zeitraum von 8 Stunden ermittelt. Dabei entsteht Kaltluft primäre im Offenland. Wälder zählen nicht zu den primären Kaltluftproduzenten. Auf Grund ihres vertikalen Schichtaufbaus (Stammraum & Kronenraum) kühlt sich der Raum nachts langsamer ab, also Offenlandbereiche. Auf Grund Ihrer Sensibilität entstehen Kaltluftabflüsse und Flurwinde nur während austauscharmen (windschwachen) nächtlichen Wetterlagen.



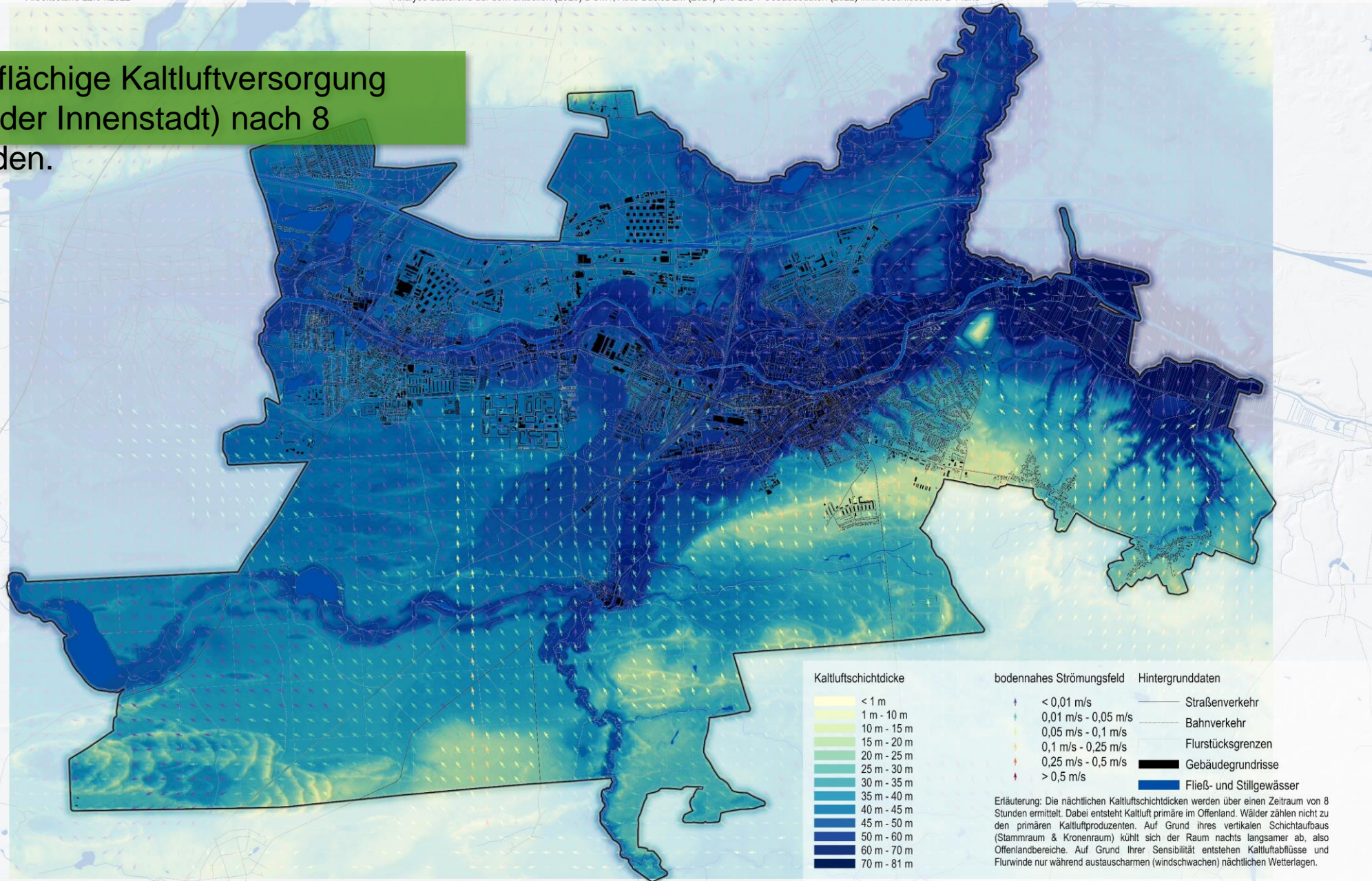
K
a
l
t
l
u
f
t

Besondere Bedeutung erlangen die natürlichen Senken und Offenlandbereiche (z.B. Finowtal im Osten)



K
a
l
t
l
u
f
t

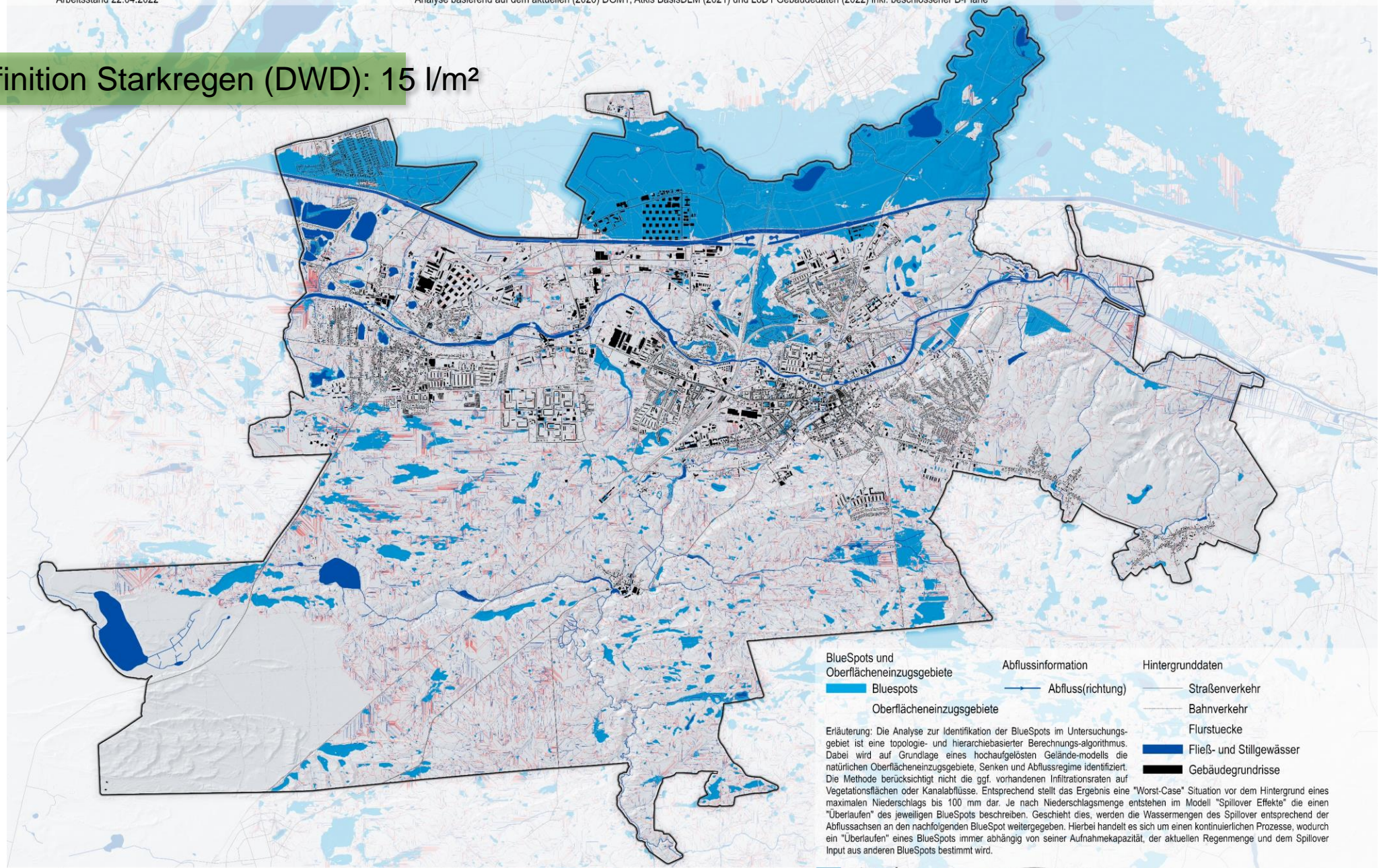
Großflächige Kaltluftversorgung
(z.B. der Innenstadt) nach 8
Stunden.



K
a
l
t
l
u
f
t



Definition Starkregen (DWD): 15 l/m²



BlueSpots und Oberflächeneinzugsgebiete

- BlueSpots
- Oberflächeneinzugsgebiete

Abflussinformation

- Abfluss(richtung)

Hintergrunddaten

- Straßenverkehr
- Bahnverkehr
- Flurstuecke
- Fließ- und Stillgewässer
- Gebäudegrundrisse

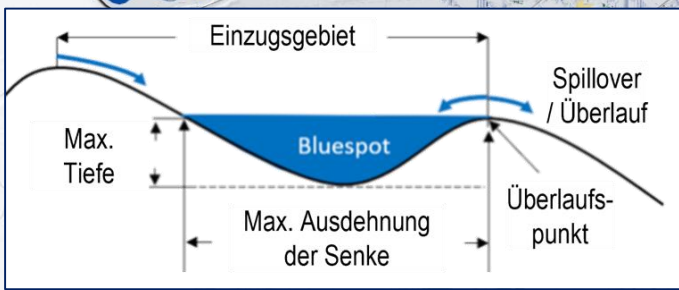
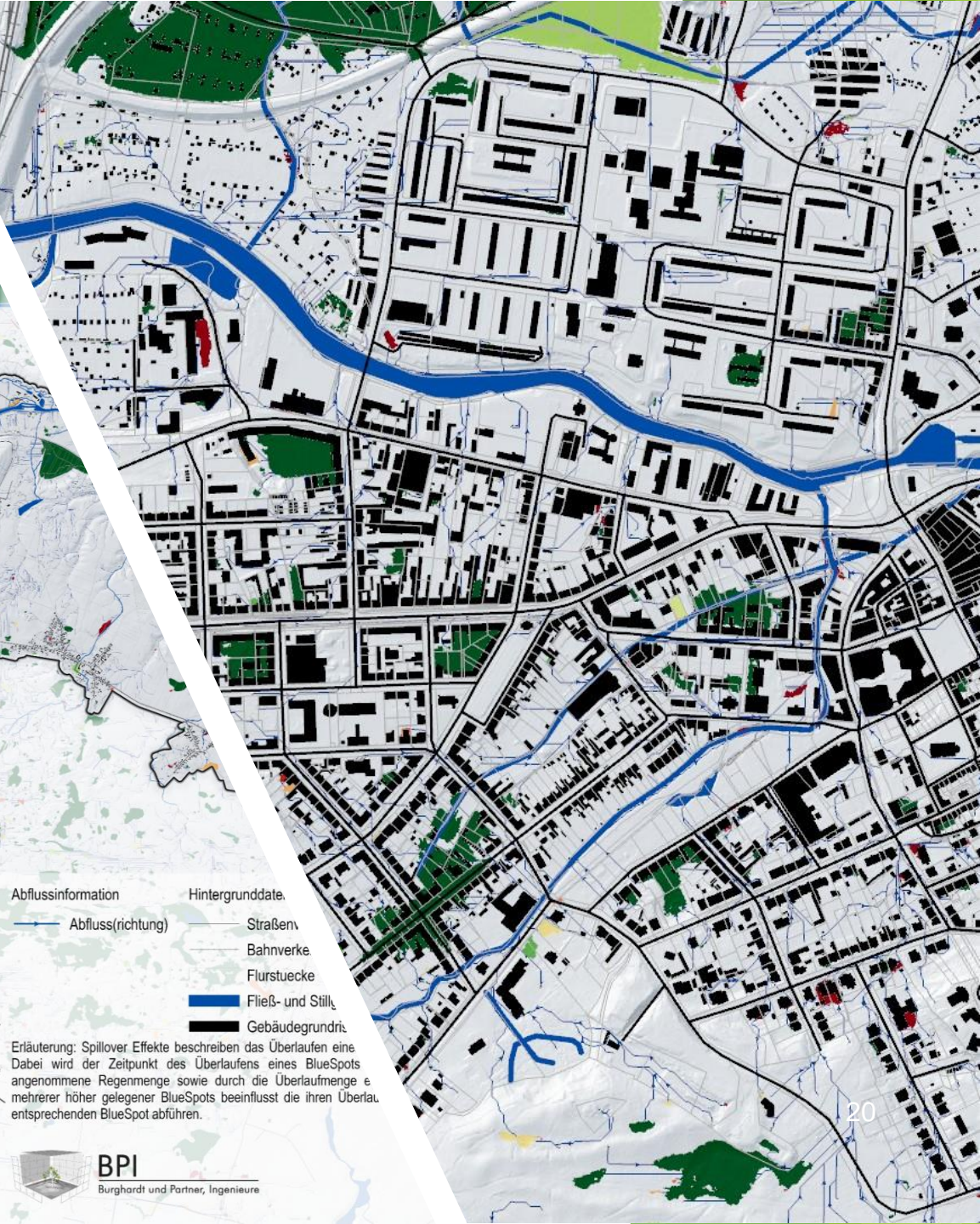
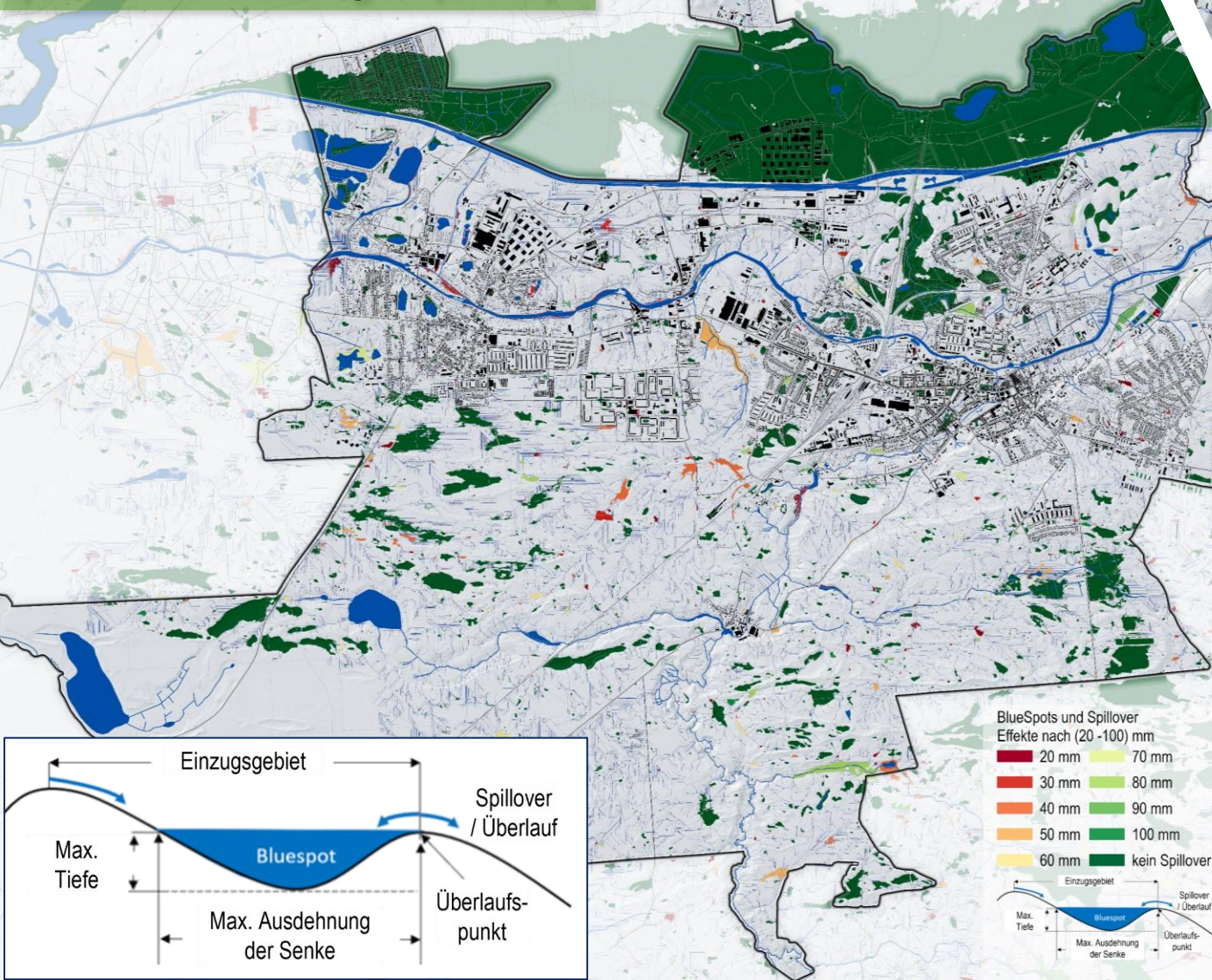
Erläuterung: Die Analyse zur Identifikation der BlueSpots im Untersuchungsgebiet ist eine topologie- und hierarchiebasierter Berechnungsalgorithmus. Dabei wird auf Grundlage eines hochaufgelösten Gelände-modells die natürlichen Oberflächeneinzugsgebiete, Senken und Abflussregime identifiziert. Die Methode berücksichtigt nicht die ggf. vorhandenen Infiltrationsraten auf Vegetationsflächen oder Kanalabflüsse. Entsprechend stellt das Ergebnis eine "Worst-Case" Situation vor dem Hintergrund eines maximalen Niederschlags bis 100 mm dar. Je nach Niederschlagsmenge entstehen im Modell "Spillover Effekte" die einen "Überlaufen" des jeweiligen BlueSpots beschreiben. Geschieht dies, werden die Wassermengen des Spillover entsprechend der Abflussachsen an den nachfolgenden BlueSpot weitergegeben. Hierbei handelt es sich um einen kontinuierlichen Prozesse, wodurch ein "Überlaufen" eines BlueSpots immer abhängig von seiner Aufnahmekapazität, der aktuellen Regenmenge und dem Spillover Input aus anderen BlueSpots bestimmt wird.



Hintergrundkarten | © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0, (Daten geändert)

S
t
a
r
k
r
e
g
e
n

Definition Starkregen (DWD): 15 l/m²!



BlueSpots und Spillover
Effekte nach (20 - 100) mm

20 mm	70 mm
30 mm	80 mm
40 mm	90 mm
50 mm	100 mm
60 mm	kein Spillover

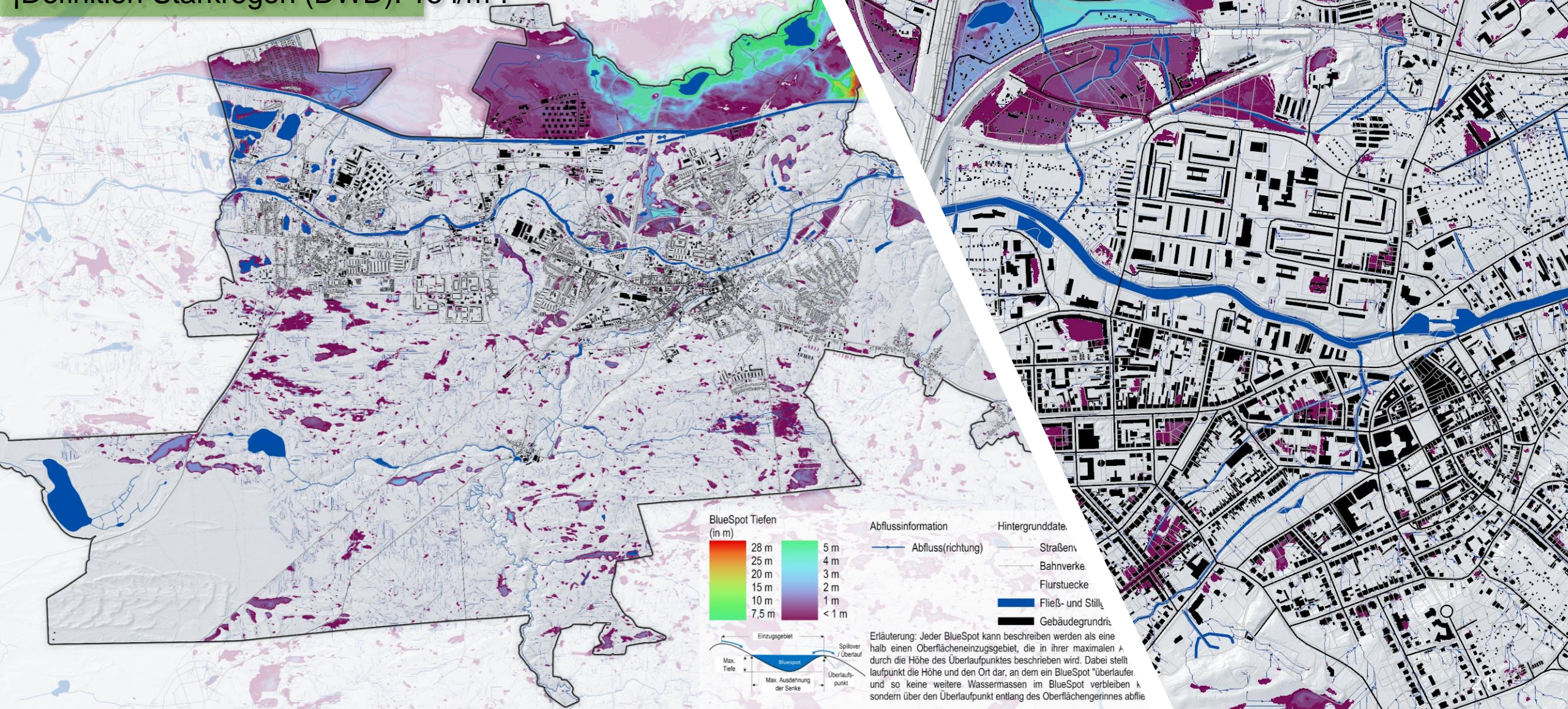
Abflussinformation
Abfluss(richtung)

Hintergrunddate.
Straßen
Bahnverke
Flurstuecke
Fließ- und Still
Gebäudegrundris

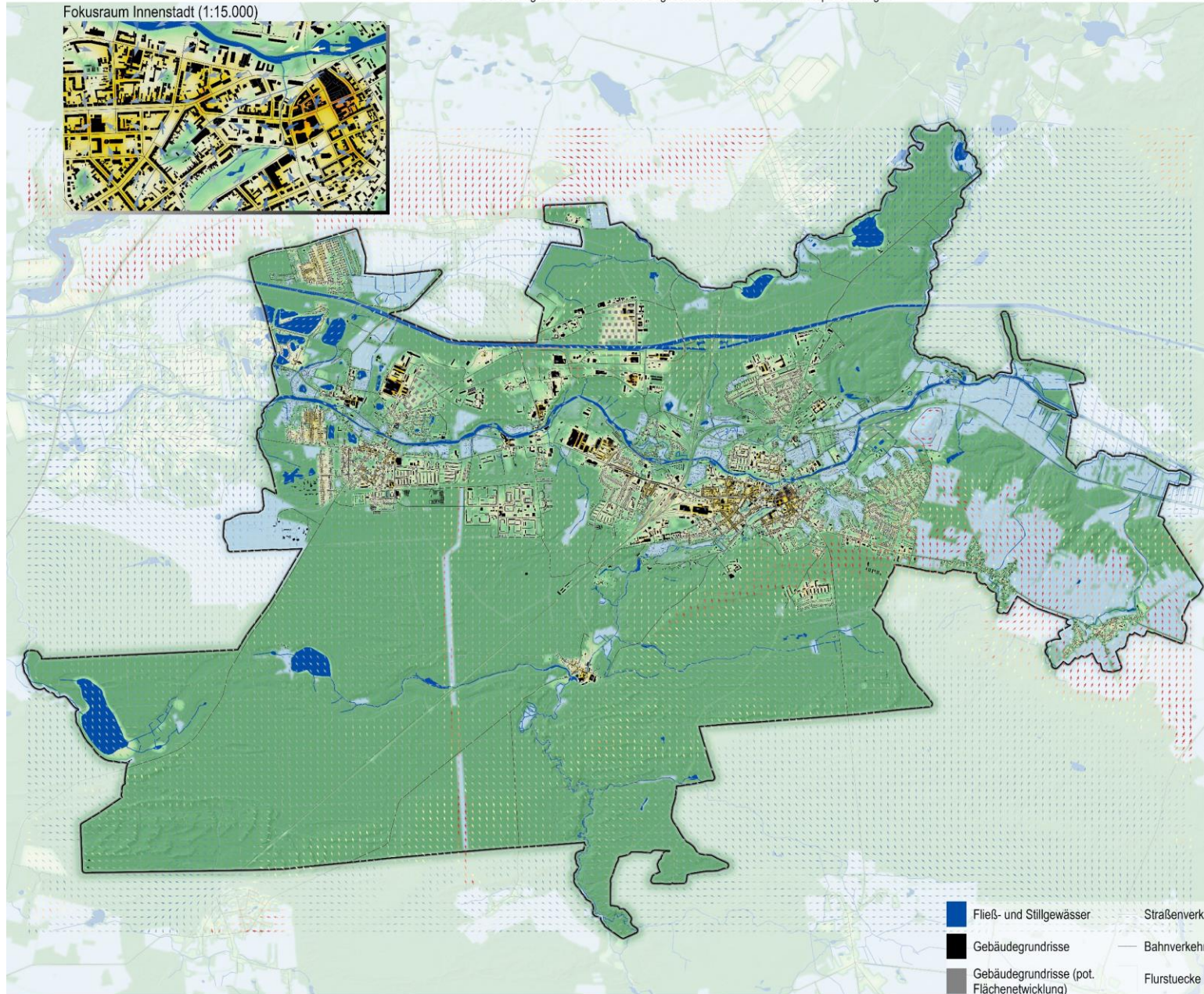
Erläuterung: Spillover Effekte beschreiben das Überlaufen eine. Dabei wird der Zeitpunkt des Überlaufens eines BlueSpots angenommene Regenmenge sowie durch die Überlaufmenge e mehrerer höher gelegener BlueSpots beeinflusst die ihren Überlauf entsprechenden BlueSpot abführen.



Definition Starkregen (DWD): 15 l/m²!



Fokusraum Innenstadt (1:15.000)



Klimafunktion des Raums

- **Freilandklima (Kaltluftentstehung)**
Hoch aktive, vor allem kaltluftproduzierende Flächen im Außenbereich. Sie sind meist durch niedrigen Bewuchs geprägt, womit eine geringe Oberflächenrauigkeit gegeben ist. Diese Flächen zählen zu den Gunstklimate mit einer hohen nächtlichen Abkühlungsrate, vornehmlich auf Grünland und landwirtschaftlichen Flächen oder Brachen.
- **Waldklima (Frischlufentstehung)**
Flächen ohne / nahezu ohne Emissionsquellen. Hauptsächlich mit dichtem Baumbestand und hoher (Luftschadstoff) Filterwirkung.
Vegetationsgeprägte Gebiete ausreichender Größe um ein lokales klimatisches Ausgleichspotential zu generieren. Diese Flächen besitzen eine hohe klimaökologische Wertigkeit als Puffer- und Ausgleichsflächen in Nachbarschaft zu klimatisch belasteten Gebieten. Auf diesen Flächen findet eine ausreichende lokale Belüftung und Evapotranspiration statt, wodurch sie insbesondere in den Sommermonaten eine wichtige klimatisch regulierende Funktion übernehmen.
- **Misch- und Übergangsklimate**
Baulich geprägte Gebiete mit versiegelten Flächen, aber mit viel Vegetation in den Freiräumen und moderatem nächtlichen Abkühlungspotential. Belüftung kann durch Bebauung eingeschränkt sein.
- **Vorstadtklima**
Verdichtete Gebiete mit großen Baumassen. Freiräume meist vegetationsfrei / stark versiegelt. Überwärmungsrisiko erhöht.
- **Stadtklima**
Stark verdichtete Gebiete, geprägt durch fehlende Vegetation und geringer Retentionseigenschaften. Teils stark eingeschränkte Belüftung. In Kombinationen mit großen Baumassen entsteht ein hohes Überwärmungsrisiko.
- **Innenstadtklima**
Das bodennahe (2 m über Grund) nächtliche Strömungsfeld stellt die Situationen während einer austauschen Strahlungsnacht dar. Dabei entsteht ein orographie- und druckinduziertes Strömungsfeld, welches maßgeblich für den Transport nächtlicher Kaltluftströme verantwortlich ist. Die Intensität dieser bodennahen Strömungsschicht liegt zwischen 0,0 m/s und 3,91 m/s).
- ▲ **Bodennahes nächtliches Strömungsfeld**

- Fließ- und Stillgewässer
- Gebäudegrundrisse
- Gebäudegrundrisse (pot. Flächenentwicklung)
- Straßenverkehr
- Bahnverkehr
- Flurstuecke

Erläuterung: Die Klimafunktionskarte unterteilt den Raum in unterschiedliche Klimatope, von dem jedes eine eigene besondere klimatische Charakteristik aufweist. Dabei kann die Klimafunktionskarte als eine klimatische Zusammenführung der unterschiedlichen Themenkarten verstanden werden. Ergänzt werden die Klimatope durch die Darstellung des bodennahen nächtlichen Windfeldes.



Klimatope

Anwendung in der Planung

Die Planhinweiskarte schließt die Stadtklimauntersuchung inhaltlich ab, und gibt planerische Empfehlungen (auf Maßstabebene der Stadtklimaanalyse) für eine klimaangepasste Planung.

Dazu zählt unter anderem die Identifikation von:

- Kaltluftentstehungsgebiete mit besondere Planungsrelevanz
- Planungsrelevante Luftleit- und Durchlüftungsbahnen
- Räume erhöhter baulicher Dichte
- Räume mit defizitäre Vegetationsausstattung
- ...

Zu jedem dieser Räume werden Planungshinweise formuliert, die im Kontext einer zukünftigen Siedlungsentwicklung klimatisch von Belang sind.

Wozu dient die Stadtklimaanalyse?

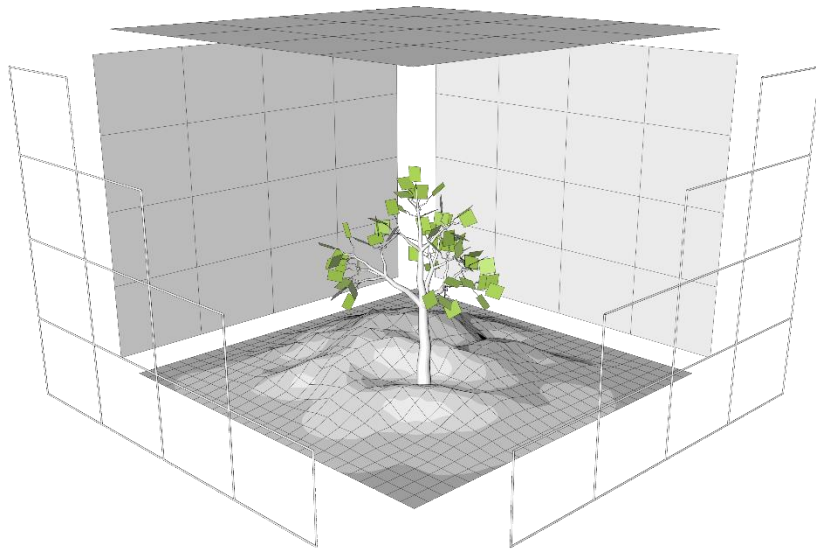
Die Stadtklimaanalyse stellt eine planungsrelevante Grundlage für eine zukunftsgerechte Klimawandelfolgenanpassung und dient Planung, Verwaltung und Politik als „klimatischer Steckbrief“ der Stadt und als Entscheidungsgrundlage.

Das bedeutet: Auf Grundlage einer flächendeckenden Erfassung stadttypischer Charakteristika (Bebauung, Vegetation, Klima, etc.) können bei zukünftigen Überlegungen zu Stadtentwicklungsvorhaben „mindestens“ eine klimatische Ersteinschätzung erfolgen. Z.B.

- Klimatischer Status Quo – Was zeichnet die Fläche aus?
- Ableitung von Vorgaben für städtebauliche Wettbewerbe
- Klimatische Stellungnahmen für Planvorhaben (z.B. B-Plan)
- Rückschlüsse / Einschätzung ob weitere klimatische Untersuchungen notwendig sind.

Des Weiteren bieten die unterschiedlichen Themenkarten Anwendungen über rein klimatische Fragestellungen hinaus.

Mit Hilfe der Stadtklimaanalyse können Maßnahmen und Strategien des Klimaanpassungskonzeptes räumlich und funktional verortet werden.



Burghardt und Partner, Ingenieure

Am Sonnenhang 4
D – 34128 Kassel

Tel.: +49 561 76678963

info@lp-kassel.de

www.lp-kassel.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit