



Institut für
sozial-ökologische
Forschung

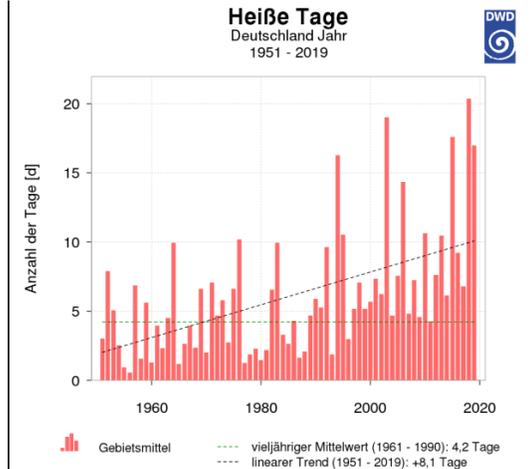
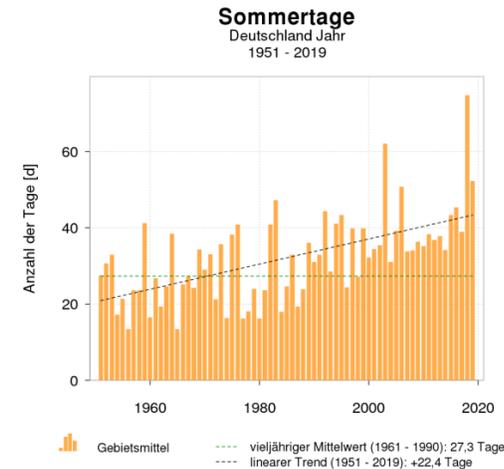
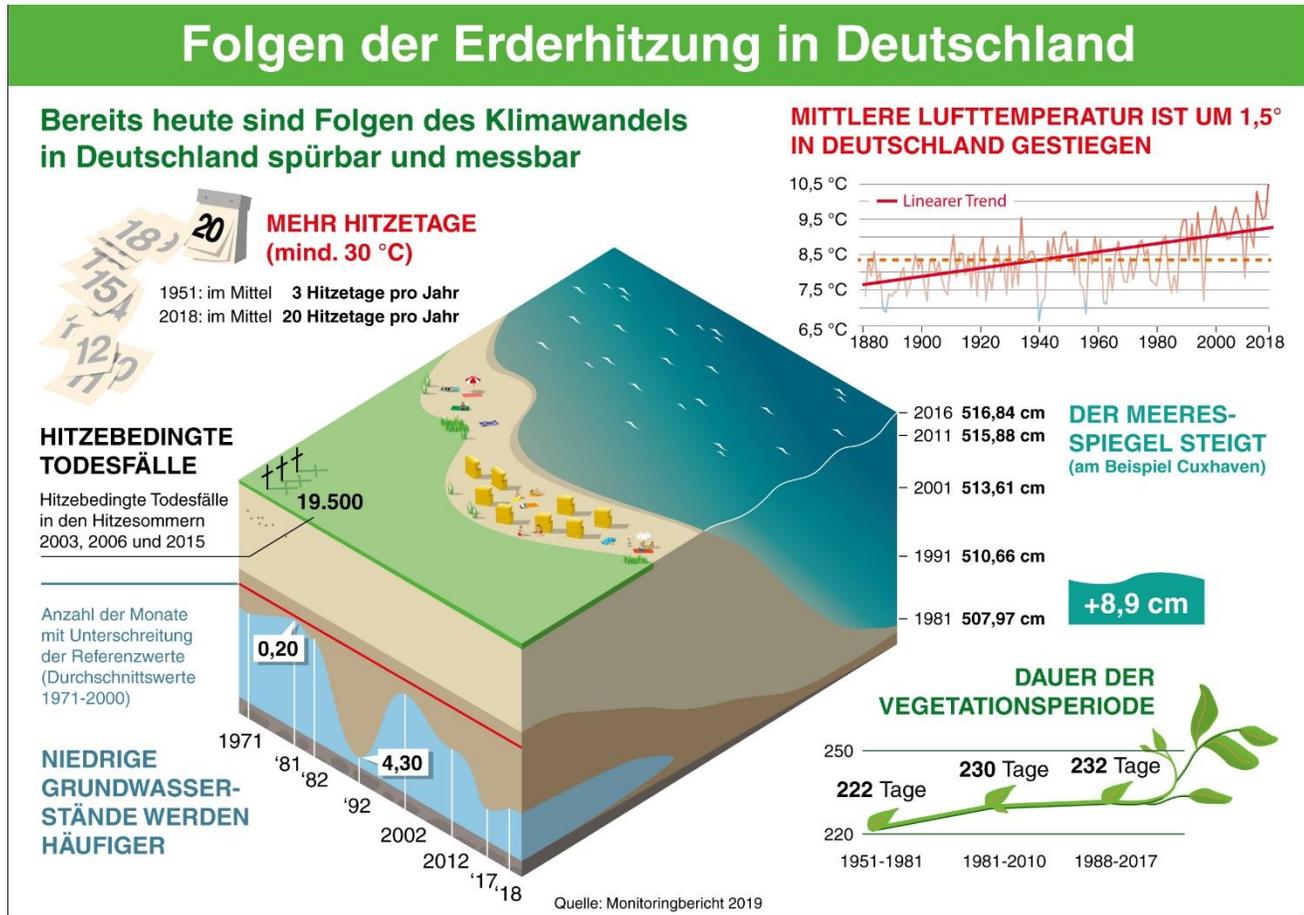


Modellierung der Entfaltung von Klimawirkungen im Quartier

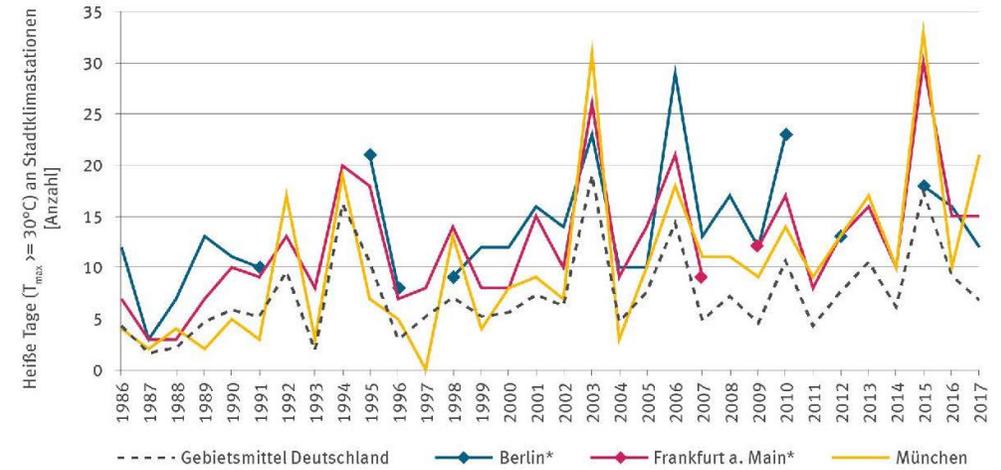
Dr. Stefan Liehr
ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung
Frankfurt am Main

11. Fachsymposium Stadtgrün: Wieviel Grün braucht die Stadt? Auf dem
Weg zur resilienten grünen Infrastruktur
10.-11. Nov. 2021, Berlin

Klimawandelfolgen für Städte: Temperatur



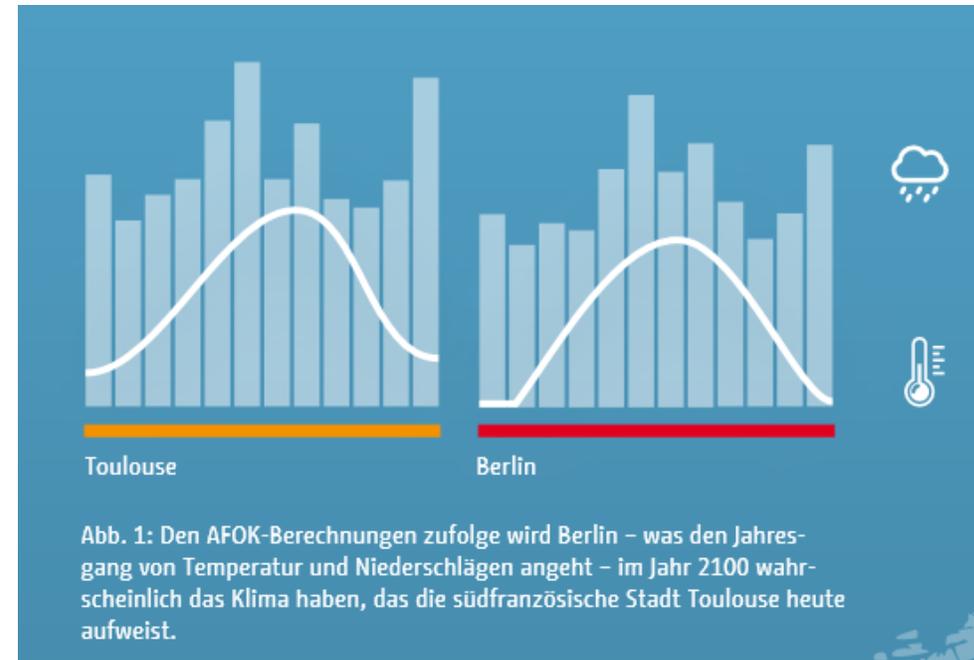
Kaspar/Friedrich (2020), DWD



* keine ausreichenden Daten für Berlin-Alexanderplatz in den Jahren 1992-1995, 1997, 2011, 2013, 2014; für Frankfurt a. Main im Jahr 2008.

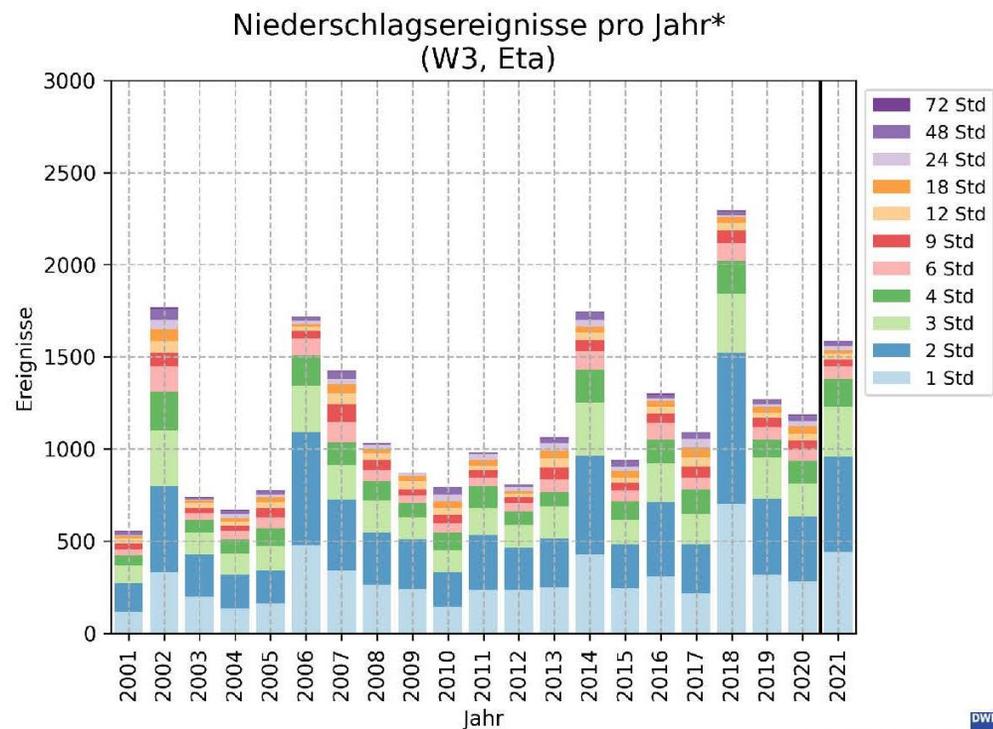
Datenquelle: DWD (Ausgewählte Klimamessstationen, Deutscher Klimaatlas)

Berlin bekommt Klima von Toulouse



Reusswig (2016)

Klimawandelfolgen für Städte: Niederschlag



* Daten (c) DWD, bis 19.07.2021 05:50 UTC



Abb. 5: Anzahl mittels Radar erfasster Starkregenereignisse pro Jahr seit 2001 aus klimatologisch aufbereiteten Radardaten. Als Schwellenwert wurden die Warnkriterien Level 3 (Unwetter) für Stark- bzw. Dauerregen genutzt. Für das Jahr 2021 wurden archivierte Echtzeit-Radardaten bis zum 19.07.2021 05:50 UTC (07:50 MESZ) berücksichtigt. Quelle: DWD, Hydrometeorologie.

Junghänel et al. (2021), DWD

Resilient networks: Beiträge von städtischen Versorgungssystemen zur Klimagerechtigkeit (netWORKS 4)



Projektpartner	ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) Kompetenzzentrum Wasser Berlin (KWB) Berliner Wasserbetriebe (BWB) Ramboll Studio Dreiseitl
Städtepartner	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Land Berlin Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, Land Berlin Stadt Norderstedt, Die Oberbürgermeisterin
Laufzeit	10/2016 – 09/2019
Förderung	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Fördermaßnahme „Transformation urbaner Räume“ des Förderschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“
Website	www.networks-group.de



Blau-grün-graue Infrastrukturen: Synergien durch Kopplung von zwei Infrastrukturen

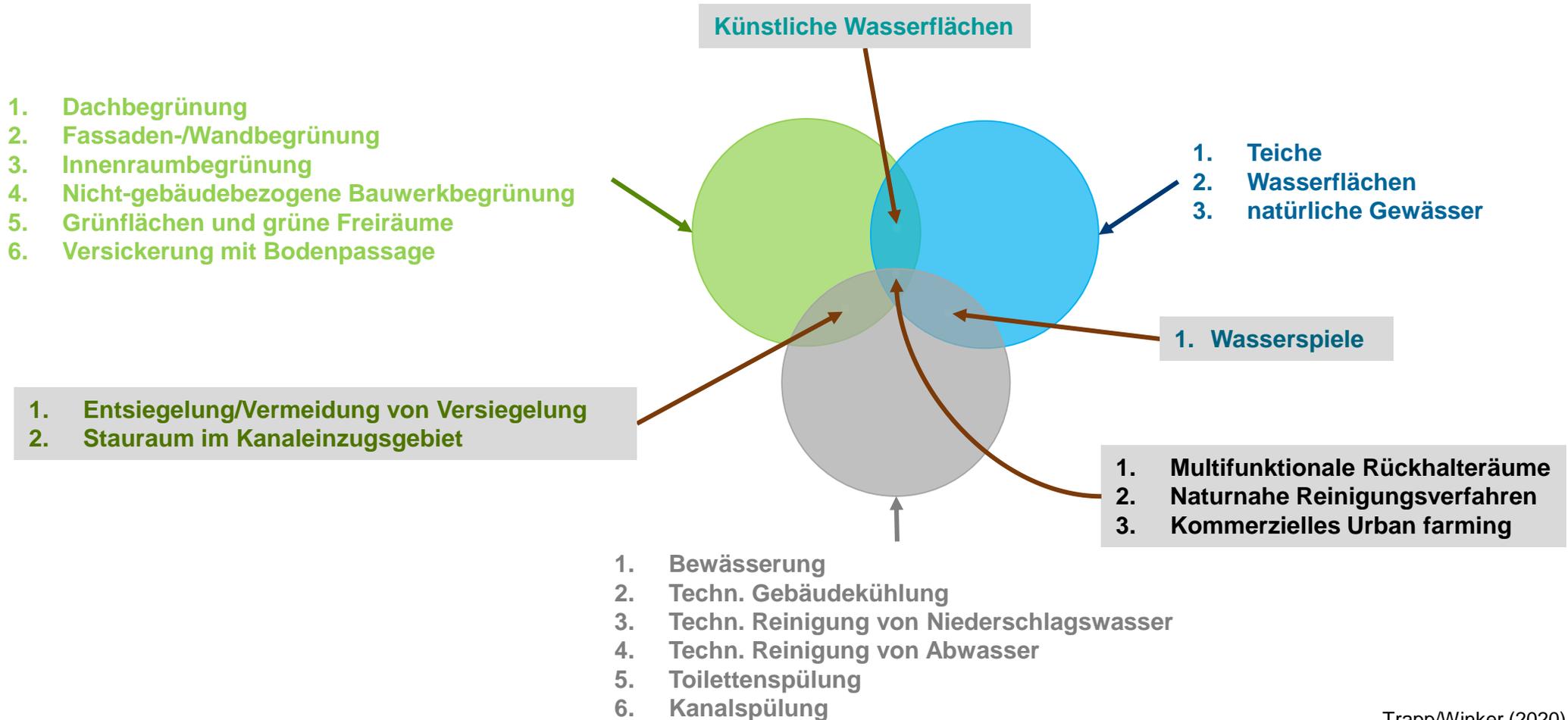
		Stärkung der ...en Infrastruktur		
Infrastruktur		Blau	Grün	Grau
Mit Hilfe der ...en Infrastruktur	Blau		Hitze und Trockenheit: durch die Bereitstellung von Bewässerungswasser aus alternativen Wasserquellen zur Reduktion von Wasserstress und zum Erhalt der Ökosystemleistungen grüner Infrastrukturen	Starkregen und Überflutung: Entlastung durch Rückhalt und Verdunstung von Wasser führt zu reduziertem Abfluss
	Grün	Gewässerbelastung und Überflutung: Rückhalt, Versickerung und Verdunstung von Wasser zur Verbesserung der Wasserqualität, da Störstoffe und Sedimente zurückgehalten werden		Gewässerbelastung und Überflutung: Rückhalt, Versickerung und Verdunstung von Wasser tragen zur Vermeidung/ Verminderung der hydraulischen Belastung in der Kanalisation bei
	Grau	Hitze und Trockenheit: Mindestabfluss und -wasserstände können durch alternative Wasserressourcen durchgehend gehalten werden	Hitze und Trockenheit: durch die Bereitstellung von Bewässerungswasser aus alternativen Wasserquellen zur Reduktion von Wasserstress und zum Erhalt der Ökosystemleistungen grüner Infrastrukturen	

Trapp/Winker (2020)



Reitig, 2020, INTERESS-1

Kopplung von blauen, grünen und grauen Infrastrukturen



Trapp/Winker (2020)

Übersetzung in Infokarten für partizipative Prozesse

Infokarten für die Planung blau-grün-grauer Infrastrukturen

netWORKS 4 – Resilient networks: Beiträge städtischer Versorgungssysteme zur Klimagerechtigkeit

IMPRESSUM

PROJEKTPARTNER

FÖRDERUNG

DANK

HERAUSGEBER

KONTAKT

BAUSTEIN Multifunktionale Rückhalteräume

MASSNAHMEN
Urbane Flächen/Straßen/Plätze
Auenstrukturen
Uferstrukturen

PLANERISCHE ZIELE

RÄUMLICHE SKALA
Grundstück, Quartier, Einzugsgebiet

BAUSTEIN Grünflächen und grüne Freiflächen

MASSNAHMEN
Gärten, begrünte Höfe
Urban gardening, Permakultur
Straßenbäume
Sportflächen
Parks, Stadtwald

PLANERISCHE ZIELE

RÄUMLICHE SKALA
Grundstück, Quartier

BAUSTEIN Kanalspülung

MASSNAHMEN
SCHWALLSPÜLUNG IN DER KANALISATION

PLANERISCHE ZIELE

RÄUMLICHE SKALA
Quartier, Einzugsgebiet

BAUSTEIN Wasserflächen

MASSNAHMEN
Teiche
Wasserführende Gräben
Erhalt bestehender Kleingewässer

PLANERISCHE ZIELE

RÄUMLICHE SKALA
Grundstück, Quartier, Einzugsgebiet

EINSETZBARE WASSERRESSOURCEN
Niederschlagswasser
Betriebswasser aus Grauwasser
Betriebswasser aus Niederschlagswasser

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Stand des Wissens: sehr gut

Koordinationsaufwand Planung/Umsetzung: eher gering

Koordinationsaufwand Betrieb: eher gering

Umweltbildung: möglich

TECHNISCHE RAHMENBEDINGUNGEN
Baustein steht in Zusammenhang mit:
• Wasserschutzgebiet

BEISPIEL FÜR WASSERFLÄCHEN

Architekten, Innenarchitekten (Quelle: Ramboll Studio Dreier)

Forschungsverbund netWORKS,
<https://networks-group.de/de/networks-4/infokarten.html>

Infokarten für die Planung blau-grün-grauer Infrastrukturen

BAUSTEIN
Naturnahe Reinigungsverfahren

MASSNAHMEN
Retentionsbodenfilter
Pflanzenkläranlagen

PLANERISCHE ZIELE

1 STADTELNA	2 AUFWERHALTS-QUALITÄT	3 GEWÄSSER-SCHUTZ	4 ÜBERLÜFTUNGS-VORSORGE
5 NATÜRLICHER WASSERHAUSHALT	6 WASSER VERSORGUNG	7 BIODIVERSITÄT	8 GESUNDHEITS-FÖRDERLICHKEIT

RÄUMLICHE SKALA
Grundstück, Quartier, Kanaleinzugsgebiet

1 Farbbalken (■ grün, ■ blau, ■ grau) zeigen die Infrastrukturtypen, die der Baustein vereint

2 Icon / Symbol für den Baustein (→ auf Chips)

3 Bezeichnung / Funktion des Bausteins

4 Typische Maßnahmen zur Umsetzung des Bausteins bzw. seiner Funktion

5 Planerische Ziele, die der Baustein unterstützt

Bedeutung anhand des Farbcodes:
 ■ Grün: hohe Wirkung im Sinne des Ziels
 ■ Gelb: vorhandenes Potenzial
 ■ Grau: neutrale Auswirkung
 ■ Rot: negative Auswirkung auf das Ziel

→ für Details siehe auch Kap. 3.2, S. 15ff.

6 Räumliche Reichweite, die diese Maßnahme entwickeln kann

→ für Details siehe auch Kap. 3.5, S. 23ff.f.

EINSETZBARE WASSERRESSOURCEN
Niederschlagswasser
Grauwasser

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Stand des Wissens	sehr gut
Koordinationsaufwand Planung/Umsetzung	eher gering
Koordinationsaufwand Betrieb	eher gering
Umweltbildung	möglich

TECHNISCHE RAHMENBEDINGUNGEN
Baustein steht in Zusammenhang mit:
 • Wasserqualität
 • Wasserschutzgebiet

BEISPIEL FÜR NATURNAHE REINIGUNGSVERFAHREN

Ökosiedlung Flintenbreite, Lübeck (Quelle: Claudia Wendland)

7 Wasserquellen, für die dieser Baustein zum Einsatz kommen kann – grüne Bausteine benötigen ggf. zusätzliche Bewässerung

→ für Details siehe auch Kap. 3.4, S. 21f.

8 Weitere Informationen, die für eine Auswahl von Bausteinen relevant werden können, evtl. auch einen Mehrwert bieten (Bildung)

→ für Details siehe auch Kap. 5.3, S. 47ff.

9 Hinweise auf andere technische Vorgaben (Normen, Richtlinien, etc.), die für den Baustein zu beachten sind

10 Beispielhafte Fotografie, um den Baustein zu veranschaulichen

Einsatzmöglichkeiten der Infokarten?

Drei Möglichkeiten:

- Zu Beginn der Objektvorplanung
- In partizipativen Planungsschritten mit Betroffenen/Bürger*innen
- In Planungsworkshops zur Maßnahmenverständigung auf Quartiersebene

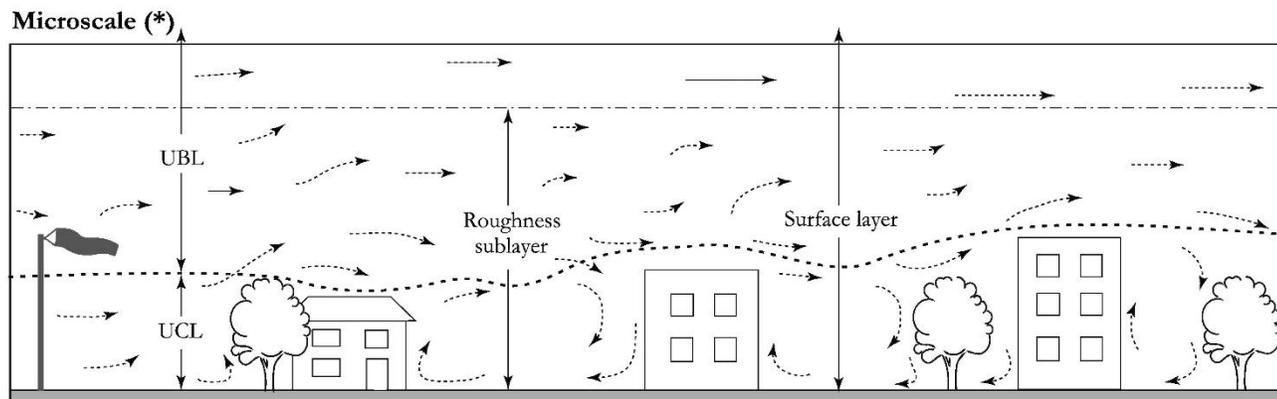
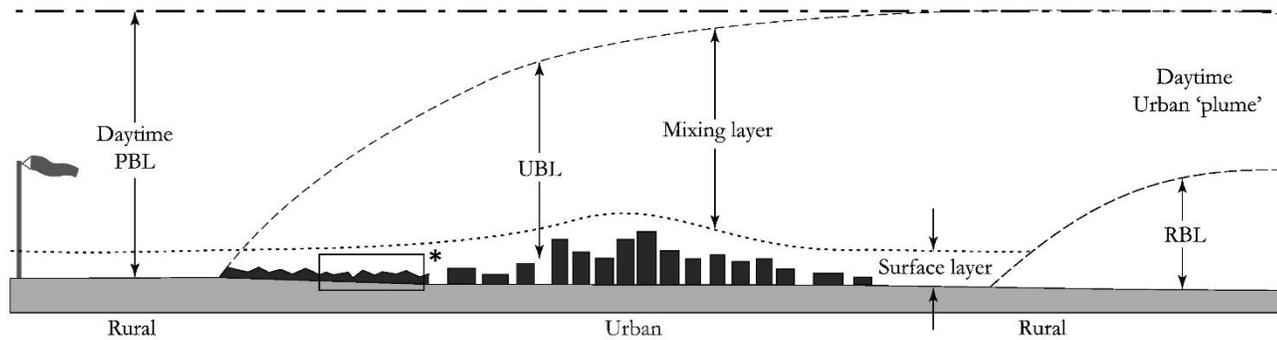


KWB (2018)



Ramboll Studio Dreiseitl

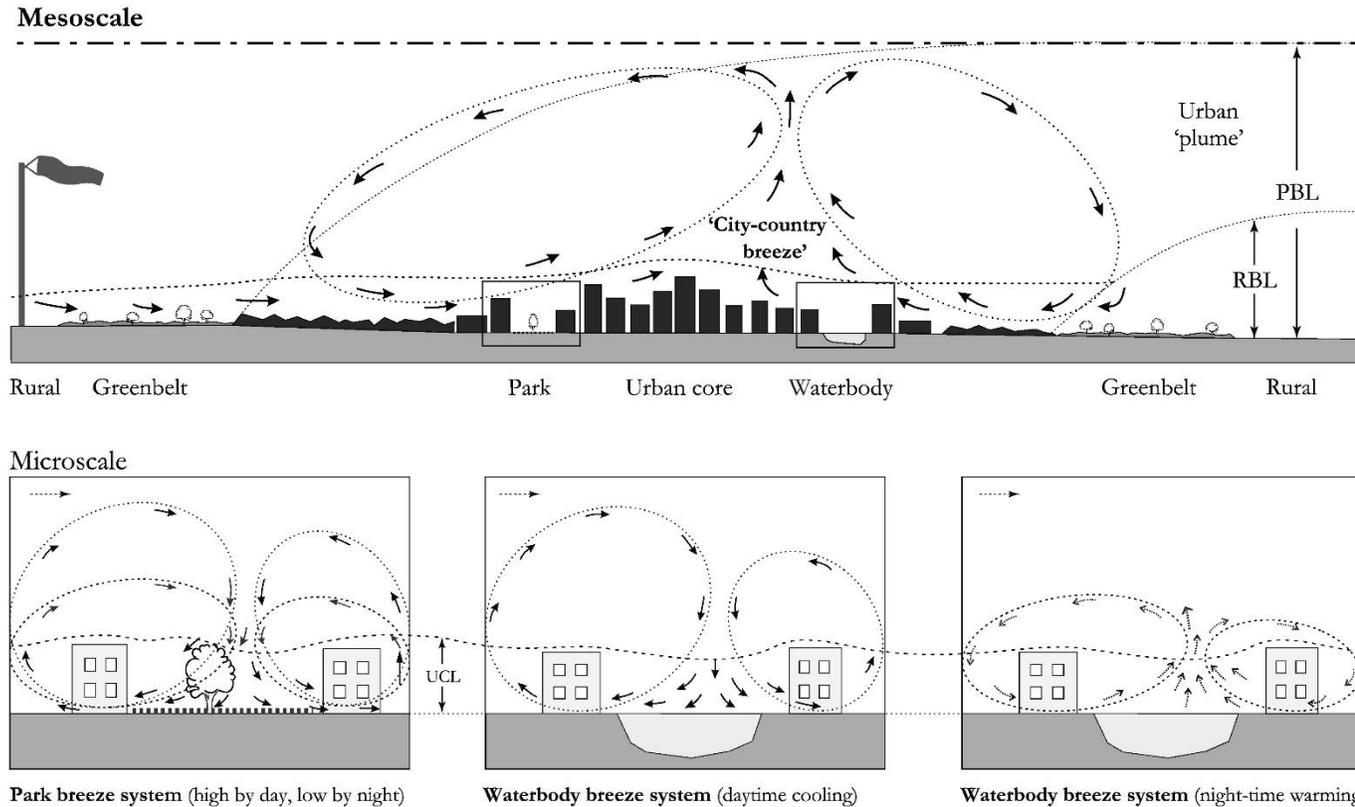
Rolle von blau-grün-graue Infrastrukturen im Stadtklima: Mikro-/Meso-/Makro-Skala



Gunawardena et al. (2017)

- Ausbildung von Luftschichten mit unterschiedlichen Einflussregimen
- veränderte Oberflächeneigenschaften als Ursache für städtisches Mikroklima
 - Strahlungsabsorption
 - Konvektionskühlung
 - Verdunstung
 - Wärmespeicherung

Rolle von blau-grün-graue Infrastrukturen im Stadtklima: Mikro-/Meso-/Makro-Skala



Gunawardena et al. (2017)

- Beiträge von grün-blau-grauen Infrastrukturbausteinen zur Kühlung kann durch Modellierung abgeschätzt werden
- Wirkung von Infrastrukturen abhängig von Skala, Geometrie, Verteilung, Oberflächenrauheit, Struktur und Beschaffenheit des Kontext
- spezifische Tag-/Nachtcharakteristika von blauen und grünen Infrastrukturen
- Multiple kleine Bausteine zeigen stärkere Effekte auf Mesoebene als solitäre große Bausteine (in Netzwerken denken)
- Beispiel Parks: Klimawirkung bis mehrere 100 m in Bebauungsraum hinein

Bebauungstypen als Proxy für mikroklimatische Rahmenbedingungen

Blockrandbebauung



Bebauung
3-6 geschossig; Innenhöfe; teilw. Geschäfte im UG; mehrgeschossige geschlossene Bebauung; Höhe > 10 m

Straßen
Hauptgeschäftsstraße/Quartierstraße, 21,2 bis 33 m Breite; geringe Straßendichte

Klimatop: Stadt
Wärmeineleffekt; Luftaustausch eingeschränkt, da regionale und überregionale Windsysteme erheblich gebremst werden

Reihenbebauung geschlossen



Bebauung
1,5-3 geschossig; Reihenhausezeilen längs & quer aus 3-6 Häusern; Gärten; Grünflächen; Höhe <= 10 m

Straßen
örtliche Geschäftsstraße/ kleine Quartierstraße/ große Wohnstraße: 15,5 bis 25 m Breite

Klimatop: Stadtrand
nächtliche Abkühlung eingeschränkt; lokale Winde & Kaltluftströme werden behindert; Regionalwinde werden gebremst

Reihenbebauung offen

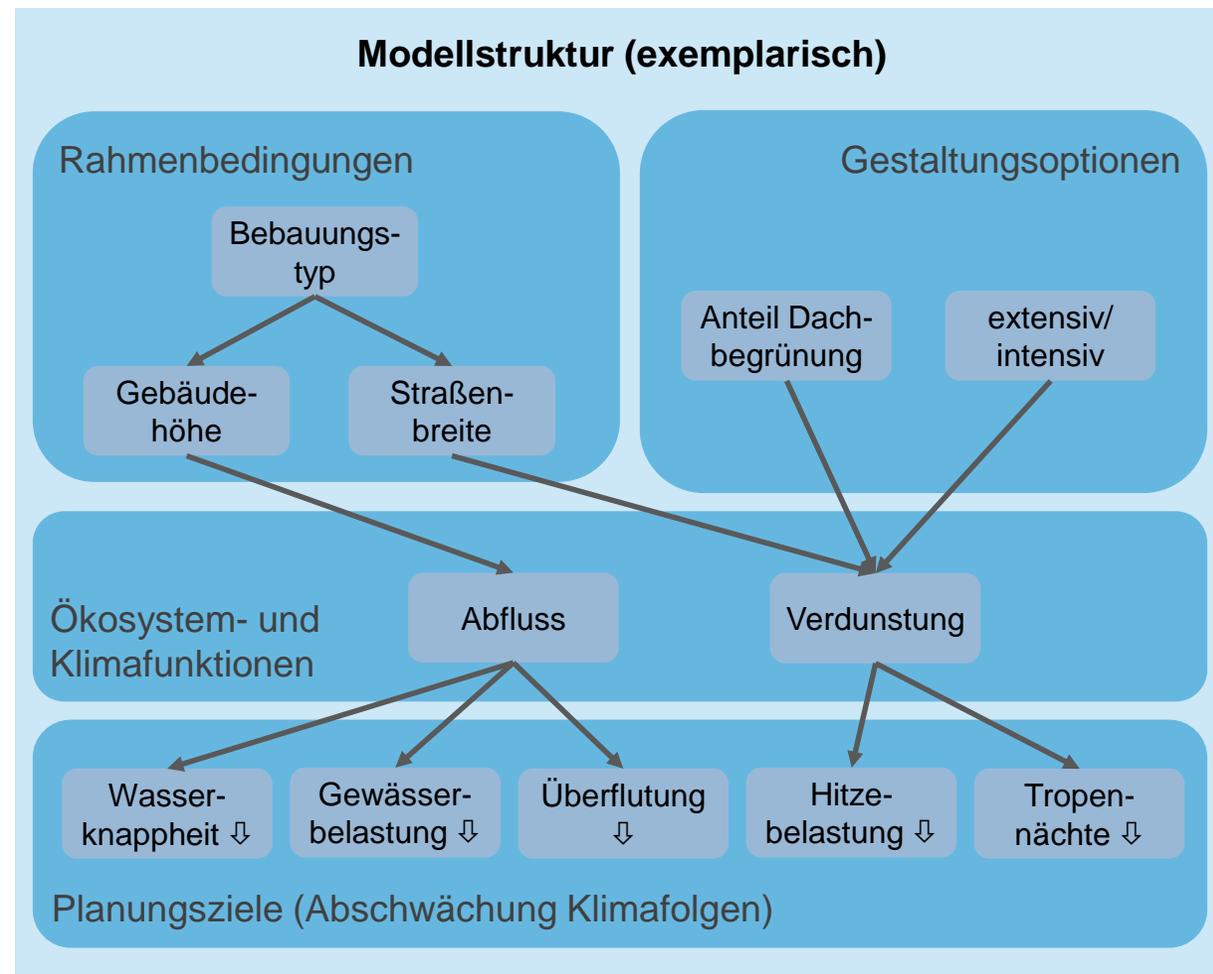
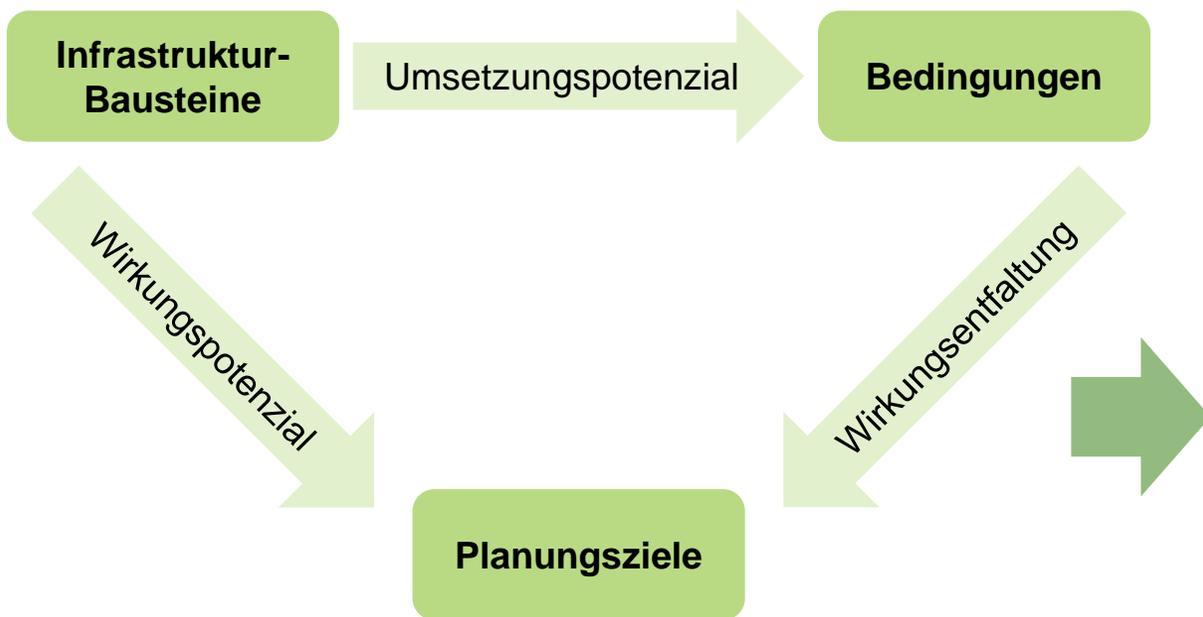


Bebauung
1-3 geschossig; Einzel- & Doppelhäuser; kleinteilige Parzellierung; Gärten; Höhe < 10 m

Straßen
kleine Quartierstraße/ kleine Wohnstraße: 10 - 17,5 m Breite

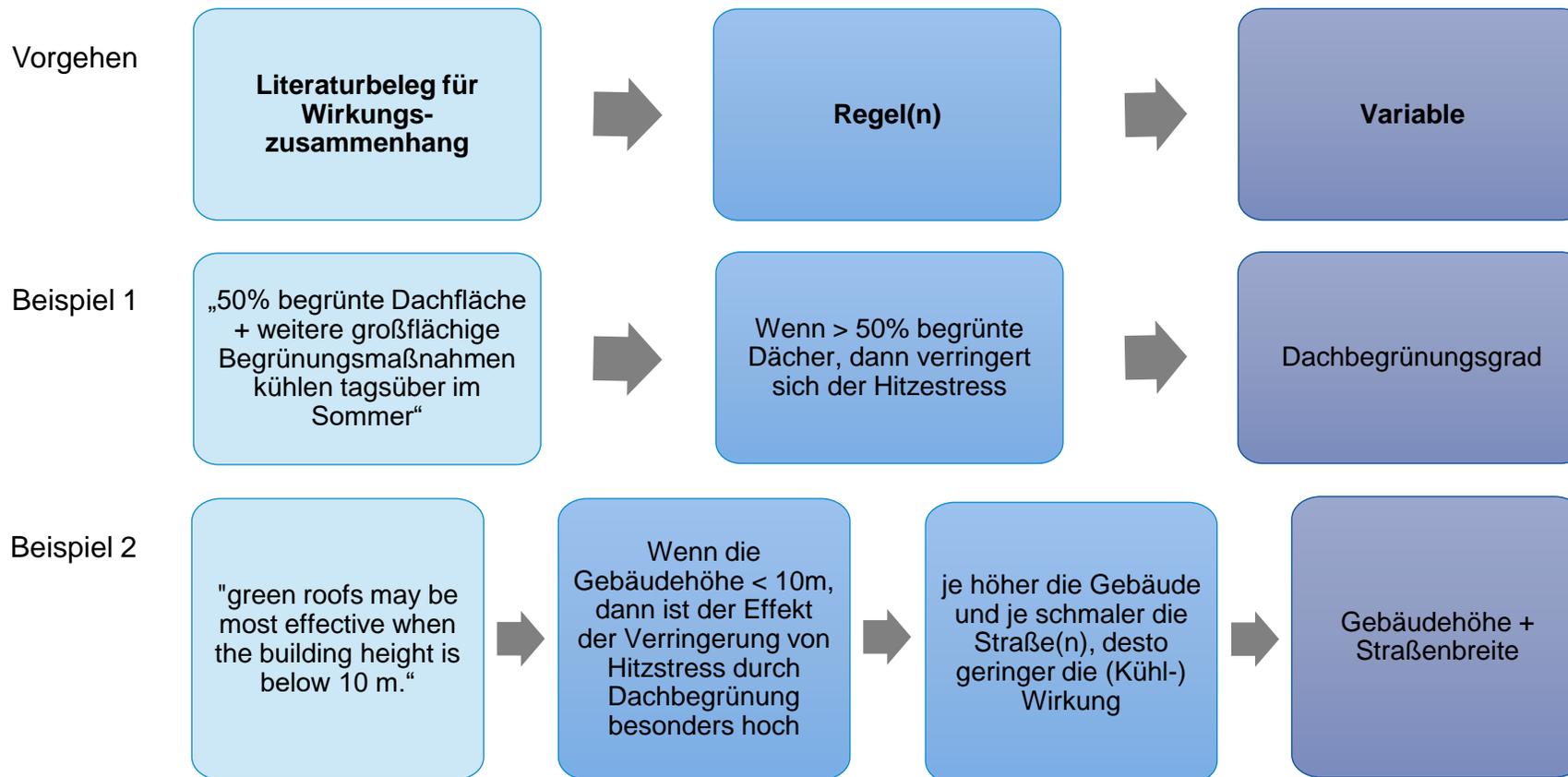
Klimatop: Gartenstadt
unwesentliche Bremsung von Regionalwinde

Modellierung der Entfaltung von Klimawirkungen: Modellstruktur



Frick/Liehr, Forschungsverbund netWORKS

Modellierung der Entfaltung von Klimawirkungen: Ableitung von Regeln und Variablen

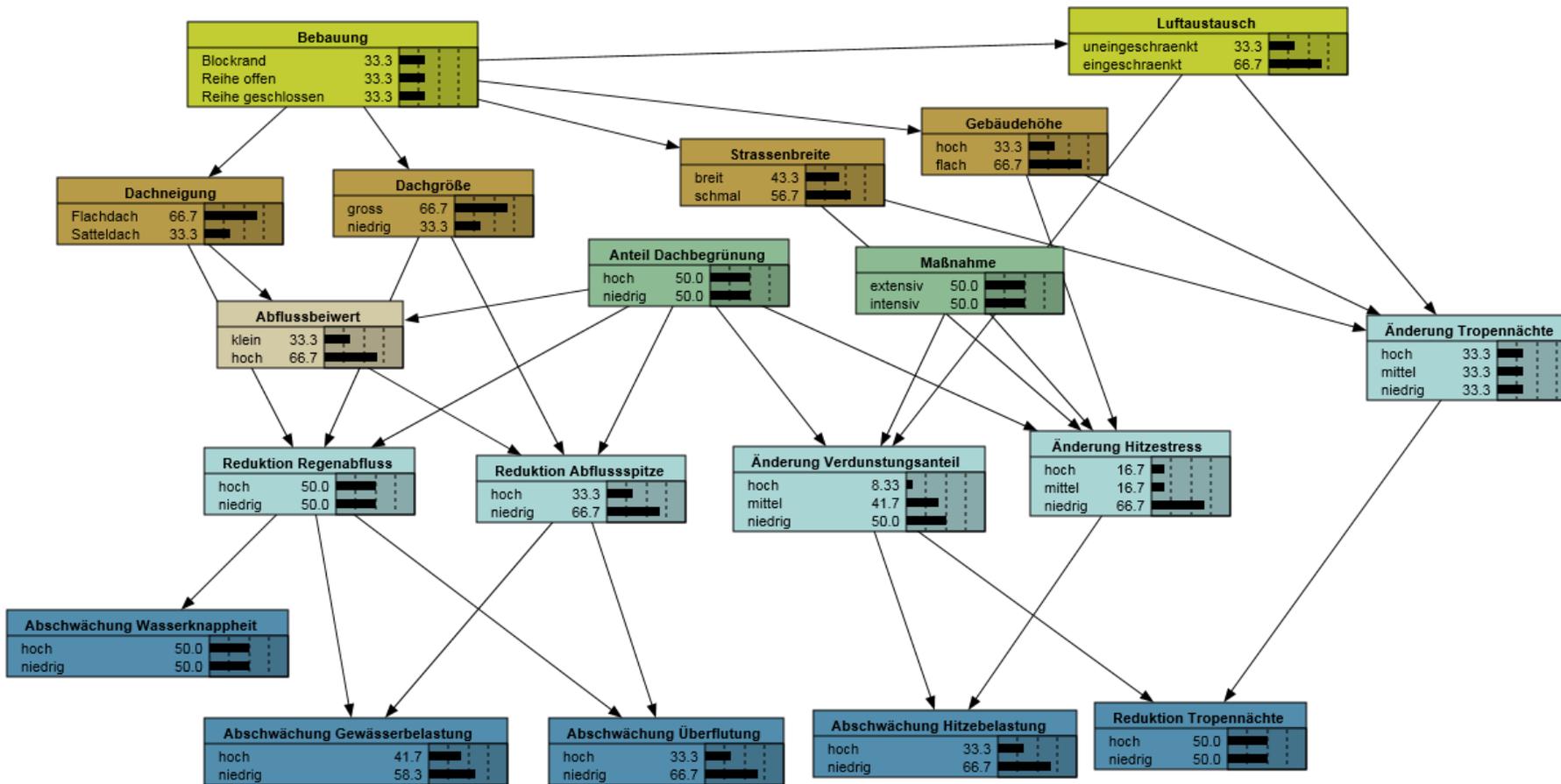


Exemplarische Umsetzung für die Bausteine

- Dachbegrünung
- Fassadenbegrünung
- Grün- und Freiflächen

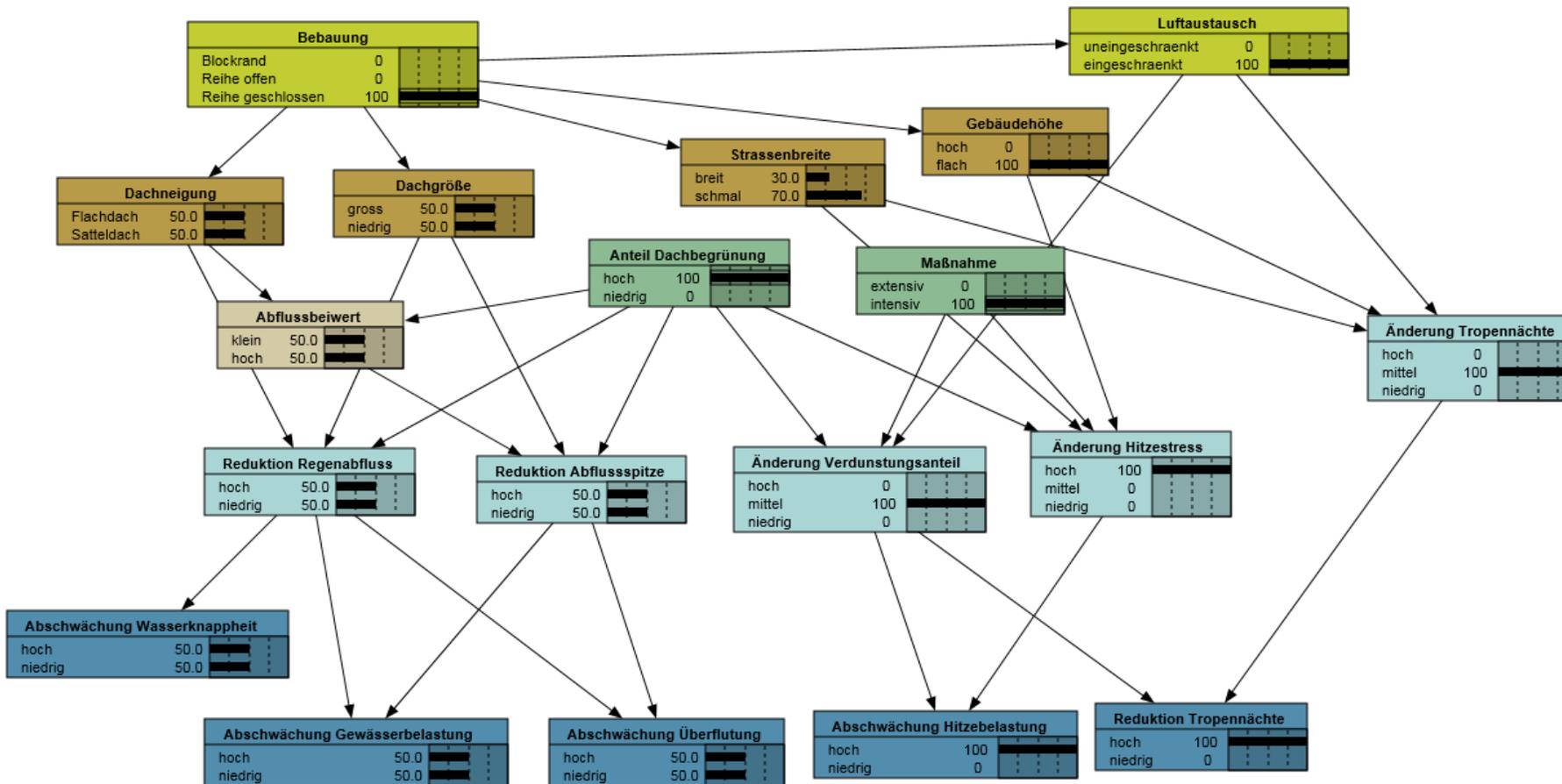
Tapp/Winker (2020), darin: Frick/Liehr

Modellierung der Entfaltung von Klimawirkungen: Bayes'sches Netz für Baustein „Dachbegrünung“



Tapp/Winker (2020), darin: Frick/Liehr

Modellierung der Entfaltung von Klimawirkungen: Bayes'sches Netz für Baustein „Dachbegrünung“



Fallbeispiel:

Bebauungsstruktur

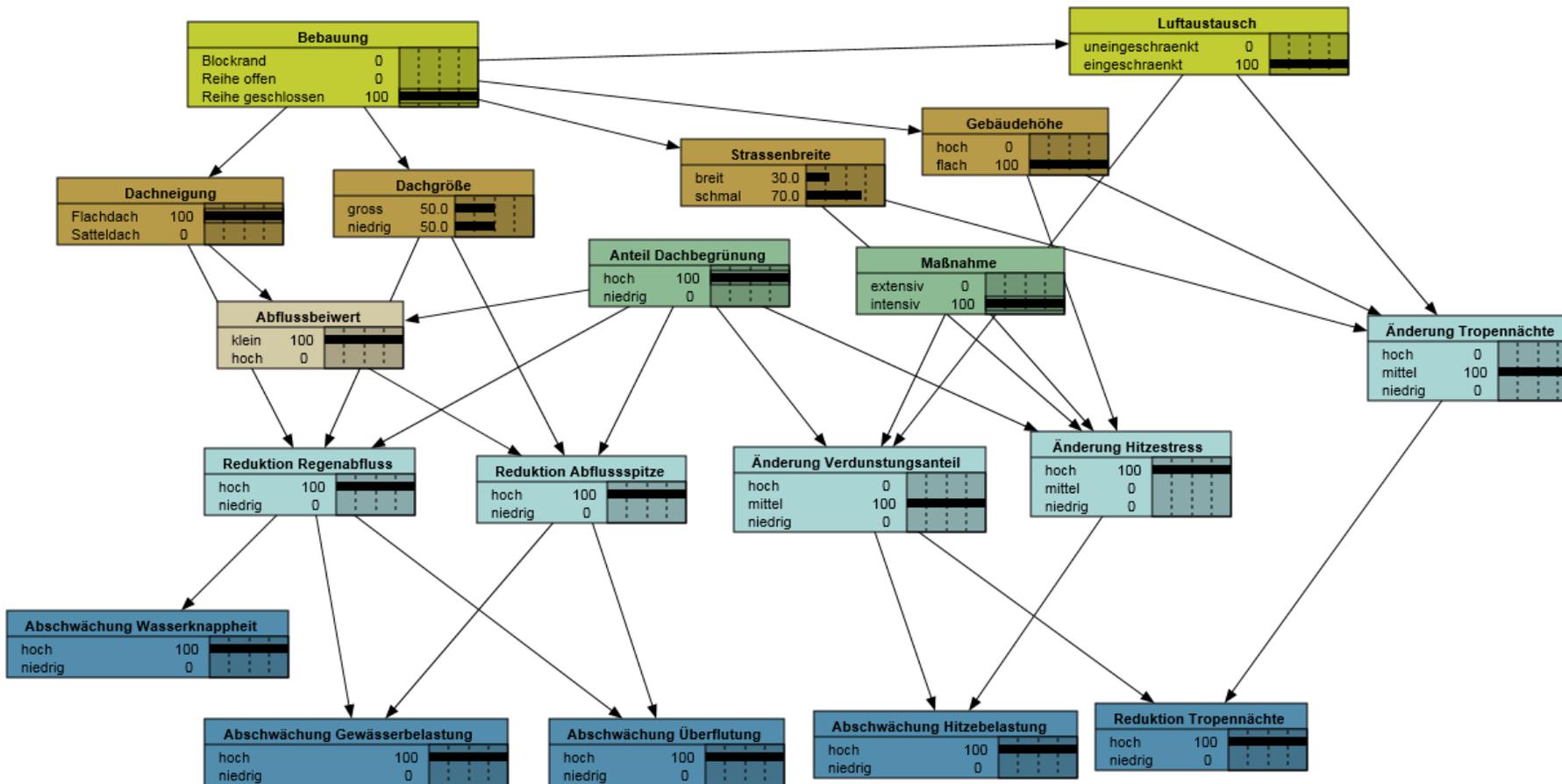
- ‚Reihe, geschlossen‘

Bausteinausgestaltung

- ‚Anteil an Dachbegrünung hoch‘
- ‚Art der Dachbegrünung (Maßnahme) intensiv‘

Tapp/Winker (2020), darin: Frick/Liehr

Modellierung der Entfaltung von Klimawirkungen: Bayes'sches Netz für Baustein „Dachbegrünung“



Fallbeispiel:

Bebauungsstruktur

- ‚Reihe, geschlossen‘

Bausteinausgestaltung

- ‚Anteil an Dachbegrünung hoch‘
- ‚Art der Dachbegrünung (Maßnahme) intensiv‘

Dachneigung

- ‚Flachdach‘

Tapp/Winker (2020), darin: Frick/Liehr

Fazit

- Wirkungsentfaltung von Infrastrukturbausteinen ist komplex: Vielfältige Abhängigkeiten von Rahmenbedingungen, Umsetzung/Gestaltung und Wechselwirkungen zwischen Bausteinen
- Modellierung von städtebaulichen Rahmenbedingungen zeigt Zielkonflikte und Synergien im Einsatz von Bausteinen zur Abschwächung von Klimafolgen im Quartier
- Manche Rahmenbedingungen zur Wirkungsentfaltung sind schwer modellierbar (z.B. öffentliche Wahrnehmung und Akzeptanz, Machtverhältnisse, institutionelle Kapazitäten)
- Abschätzung für Klimagerechtigkeit möglich, wenn sozio-demografische Daten zu Verwundbarkeit verfügbar (wer genießt wie von der Wirkungsentfaltung?)
- Kombinationen von blau-grün-grauen Infrastrukturen schaffen Synergien und erhöhen Resilienz gegenüber unterschiedlichen Klimafolgen



Rettig (2020)

Kontakt:
Stefan Liehr
liehr@isoe.de

Referenzen

- Forschungsverbund netWORKS: Infokarten für die Planung blau-grün-grauer Infrastrukturen und Maßnahmenkarten, <https://networks-group.de/de/networks-4/infokarten.html>
- Gunawardena/Wells/Kershaw (2017) Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. Science of The Total Environment 584-585:1040-1055. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158>
- Junghänel/Bissolli/Daßler/Fleckenstein/Imbery/Janssen/Kaspar/Lengfeld/Leppelt/Rauthe/Rauthe-Schöch/Rocek/Walawender/Weigl (2021) Hydro-klimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021. DWD Report. https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/niederschlag/20210721_bericht_starkniederschlaege_tief_bernd.html
- Kaspar/Friedrich (2020) Rückblick auf die Temperatur in Deutschland im Jahr 2019 und die langfristige Entwicklung. DWD Report. https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/200103/temperatur_d_2019_langfristig.html
- Reusswig/Becker/Lass/Haag/Hirschfeld/Knorr/Lüdeke/Neuhaus/Pankoke/Rupp/Walther/Walz/Weyer/Wiesemann (2016): Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin (AFOK). Klimaschutz Teilkonzept. Hauptbericht. Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Sonderreferat Klimaschutz und Energie (SRKE). Potsdam, Berlin. <https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/anpassung-an-den-klimawandel/programm-zur-anpassung-an-die-folgen-des-klimawandels>
- Trapp/Winker (Hg.) (2020) Blau-grün-graue Infrastrukturen vernetzt planen und umsetzen. Ein Beitrag zur Klimaanpassung in Kommunen. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik Difu. https://repository.difu.de/jspui/bitstream/difu/281578/1/20200507_Sonderveroeffentlichung%20netWORKS4.pdf
- UBA (2019) Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf
- UBA (2019) Folgen der Erderhitzung in Deutschland. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/dokumente/folgen_der_erderhitzung_in_deutschland_monitoringbericht_2019_stand_2019_12_13.zip