

STADTGRÜN

Mapping und Bewertung von Ökosystemleistungen

Referentin: Dr. Denise Böhnke

Black2GoGreen Tagung 25 | 03 | 2026

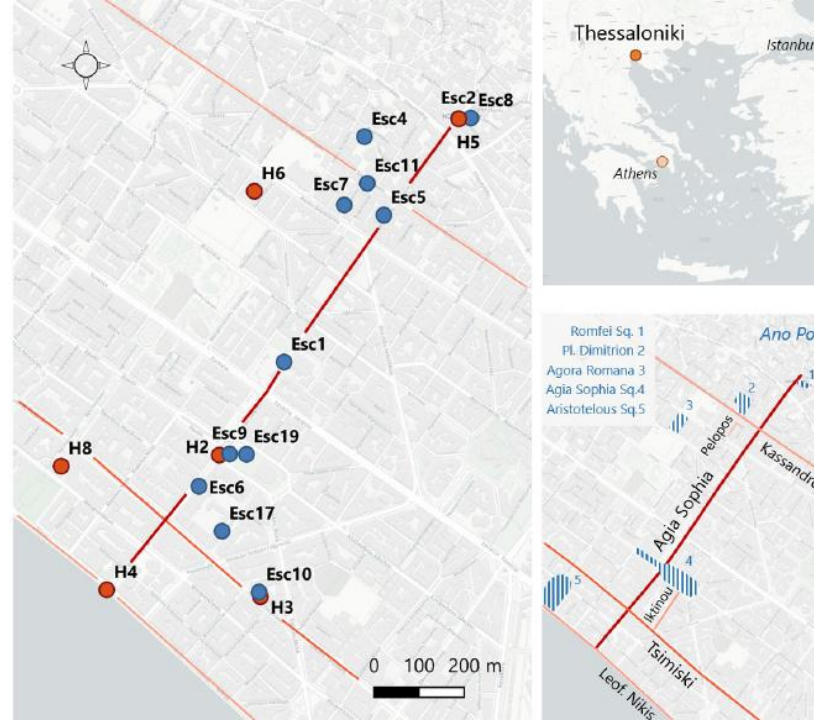


Kurz-Vita Forschung

STÄDTE IM KLIMAWANDEL – Klimaanpassung in Bestand und Neubau

Forschungsschwerpunkte:

- I. Kommunale Klimaanpassung
Barrieren
- II. Urbanes Mikroklima, UHI,
Hitzewellen
- III. Stadtgrün und urbane
Ökosystemleistungen



What hinders climate adaptation? Approaching barriers in municipal land use planning through participant observation

Denise Boehnke^{a,b,*}, Mathias Jehling^c, Joachim Vogt^a

^a Institute of Regional Science, Karlsruhe Institute of Technology, Reinhardt-Baumwälder-Platz 1, 76131 Karlsruhe, Germany

^b Division 4 - Natural and Built Environment, Karlsruhe Institute of Technology, Germany

^c Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (IOER), Weberplatz 1, 01217 Dresden, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:
Climate adaptation
Urban planning
Participant observation
Adaptation deficit

ABSTRACT

Climate change poses many risks and affects humans' daily life in particular at local and regional level. Thus, spatial planning is a key instrument for adapting man's environment to projected changes. It relies consequently on the competence of local governments to plan urban landscapes in a climate-adapted manner. However, despite the efforts undertaken, there are still significant barriers to appropriate implementation of climate adaptation measures in practice. This research documents barriers that occurred during a real planning process. The researchers worked within a German planning department over 1.5 years as climate adaptation managers to incorporate climate adaptation concerns into the planning of a new urban district and adjacent green area. Applying a participant observation approach, we focused on the reasons why planners would not or could not implement certain measures and what systemic conditions weaken climate adaptation in the planning process relative to other concerns. The study identifies three system-internal reasons underlying the individual barriers: Organizational-structural, procedural and legal reasons. Within each of the three groups, we describe how individual barriers are interrelated or build on each other. The findings provide a deeper insight into the problem's planners face in everyday planning. The weak position of climate adaptation in the weighting of planning objectives and the integration in optimised planning processes appeared as the main constraints. We expect these problems to be encountered in other cities with similar planning regulation and administrative structures.

1. Introduction

Worldwide, climate change confronts urban development with substantial challenges (Fastigi et al., 2021; Leck and Simon, 2013; Szpak

well as public urban space and infrastructure. Subsequently, municipal planning faces effectiveness and legitimacy issues, due to uncertainty of future conditions (Lundqvist, 2016). For new development, municipal and local planning "represents a particularly important pathway for

Verbindung zur Praxis:

- I. Weiterbildung zur
Klimaanpassungsmanagerin
- II. Teil des Expertengremiums
zur VDI 3787 Nr. 8
„Stadtentwicklung im
Klimawandel“, Sprecherin für
Teil 5 „Maßnahmen zur
Anpassung an den
Klimawandel“

Kommunales Klimaanpassungsmanagement



Kursinformationen 2026/27

Anmeldung: Das Anmeldeformular finden Sie **hier**.

begrenzte Anmeldezahl

Zeit: 27. November 2026
bis 06. Februar 2027

Termine: 5 Wochenendblöcke

Mischung aus Präsenz- und
Onlineterminen

VDI 3787 Blatt 8 - Projekt

Umweltmeteorologie; Stadtentwicklung im Klimawandel

Auf einen Blick

**Mögliches
Erscheinungsdatum**

2027-05

Englischer Titel

Environmental meteorology; Urban development
in view of climate change

Herausgeber

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft

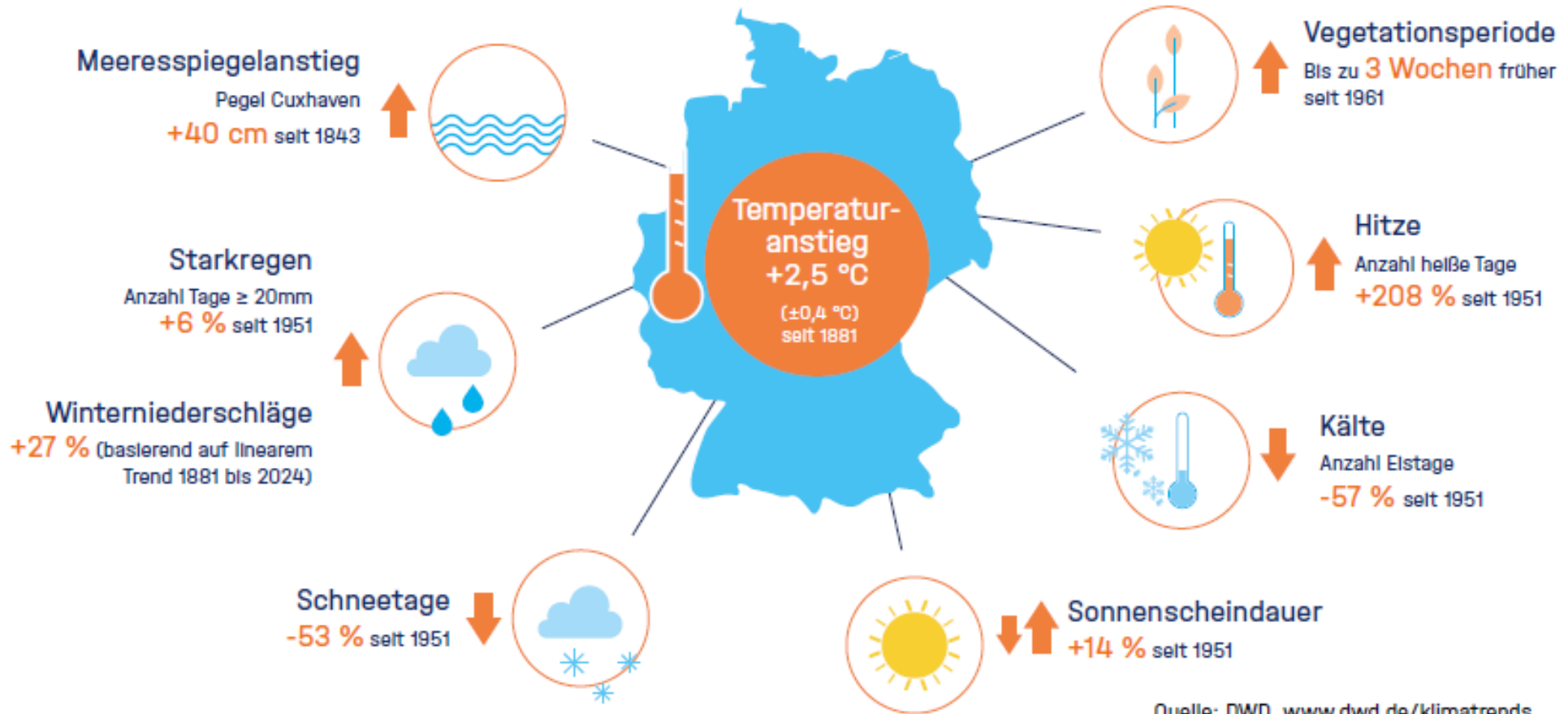
Autor

Umweltmeteorologie



Trends von Deutschlands Klimawandelfolgen

Klimawandel in Deutschland



Quelle: DWD, www.dwd.de/klimatrends

Europa ist der sich am schnellsten erwärmende Kontinent

Stand Juli 2025:

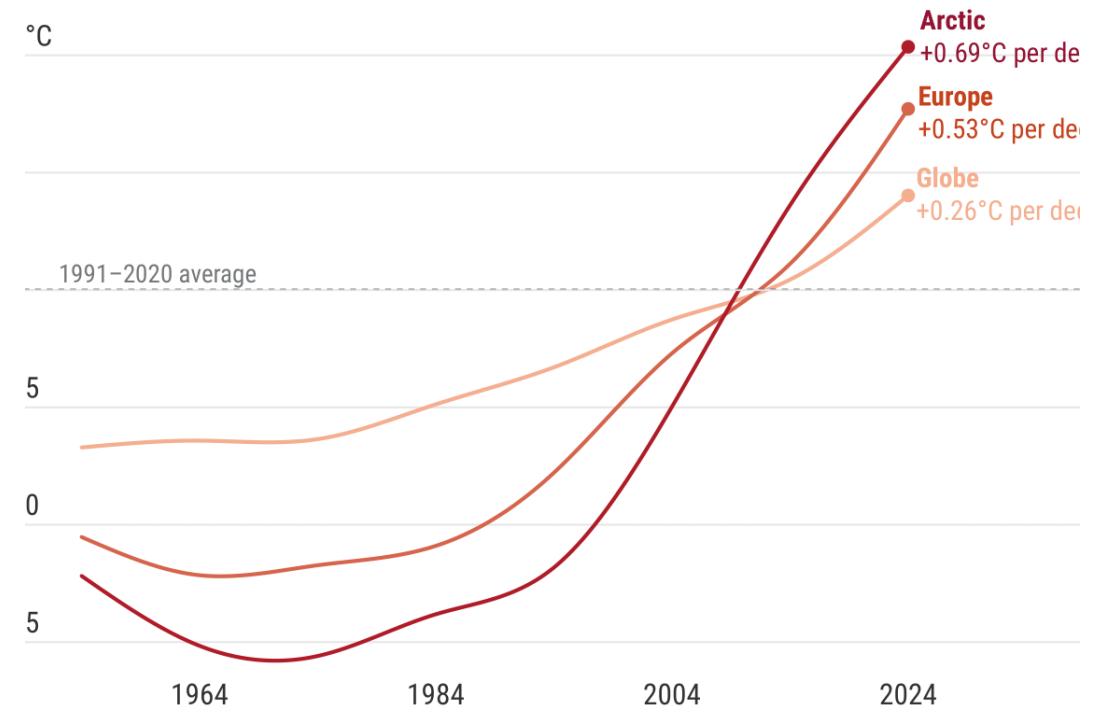
- Globale Mitteltemperatur ist um 1,3°C gestiegen seit 1850
- Bei bestehendem Erwärmungstrend der letzten 30 Jahre..
- Erreichen wir bis 2029
 - 1,5°C global
 - 2,4°C in Europa
 - 3.3 °C in der Arktis

Europa erwärmt sich stärker aufgrund

- Veränderter Atmosphärischer Zirkulation, die zu mehr und stärkeren Hitzewellen führt, mit steigender Zahl Heißer Tage
- Die seit den 1980ern stark reduzierte Luftverschmutzung führt zu weniger Wolkenbildung und mehr Strahlungsinput

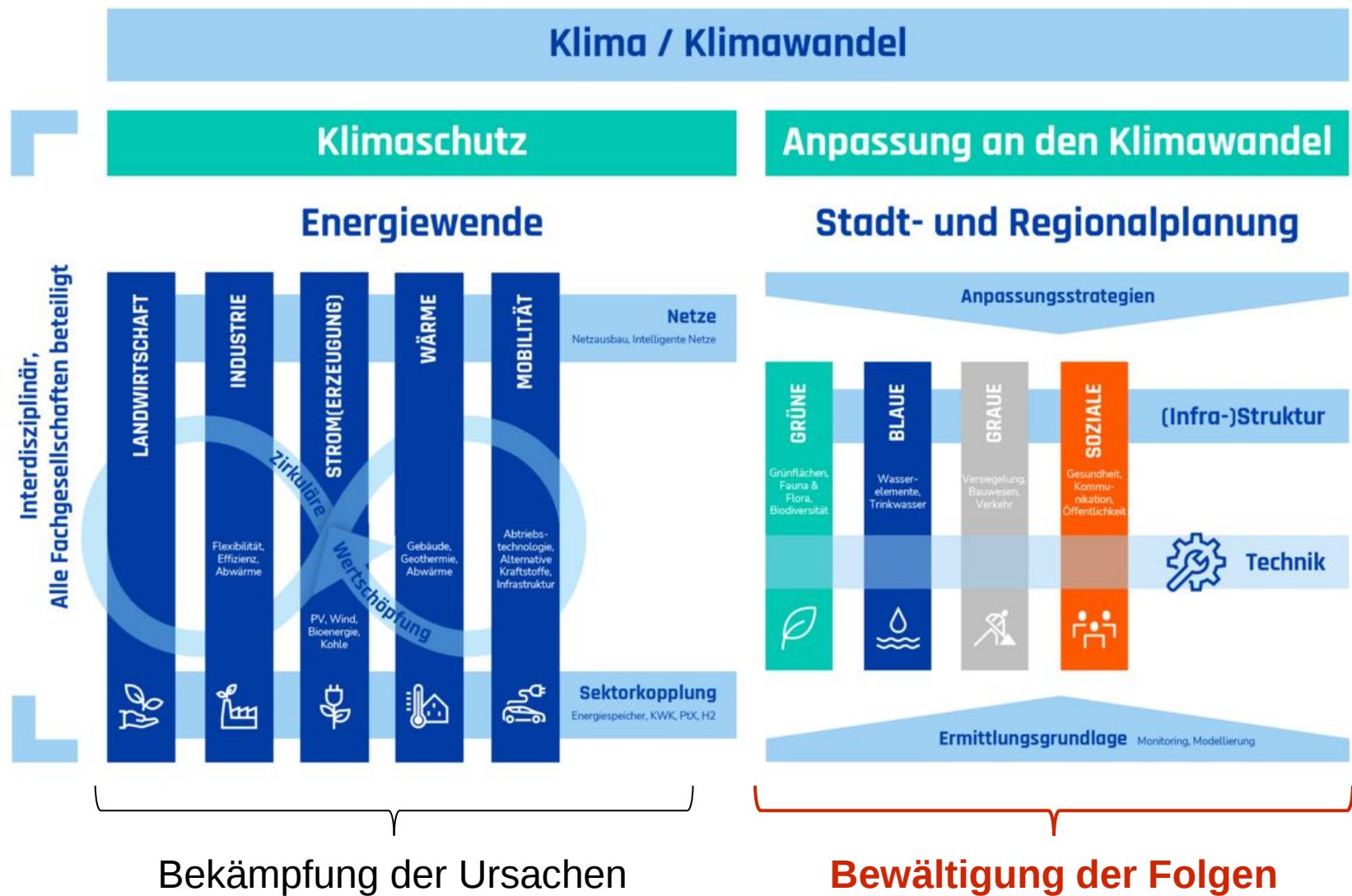
Europe and the Arctic are warming faster than the global average

Data: ERA5 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF

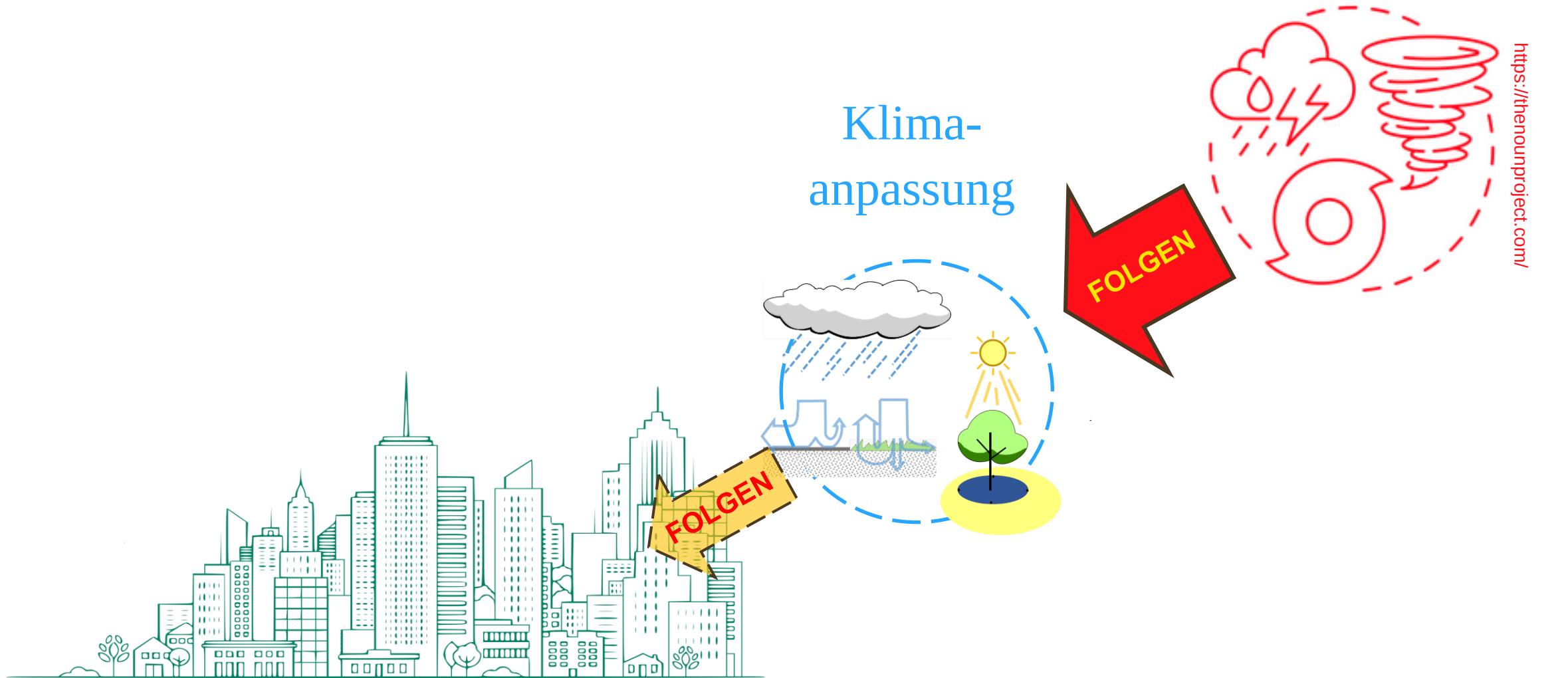


11-year average temperature anomalies. Values for Europe and the Arctic are over land only. Rates of increase per decade are estimates for the last 30 years from 1995 to 2024.

Klimawandel – was tun?



Prinzip der Klimaanpassung



Stadtgrün aus zwei Perspektiven

Ökosystemleistungen

„Urbane ÖSL“

Nature-based solutions

Funktions- und Nutzenorientiert



@Unsplash.com



Klimaanpassung

„Grüne Infrastruktur“

Planungs- und systemorientiert

Ökosystemleistungen von Stadtgrün im Review

GoogleScholar: „climate adaptation urban green“, REVIEW

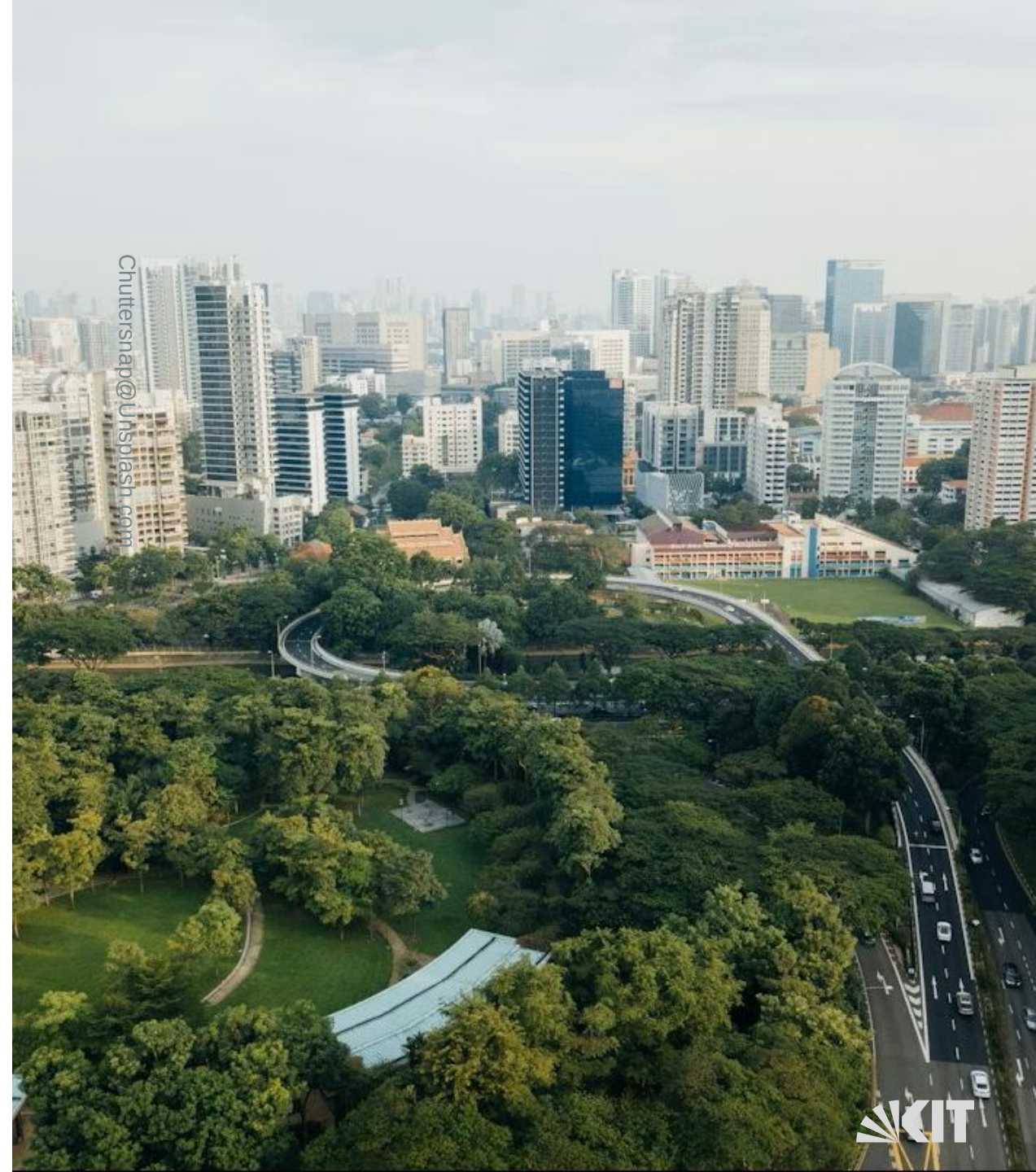
Alam et al. (2024) **Disaster Resilience** in Fiji Through Urban Green Infrastructure: A Review. *Springer Nature Singapore*.

Kumar et al. (2025) Urban greening for **climate resilient and sustainable cities**: grand challenges and opportunities. *Frontiers in Sustainable Cities*.

Nazish et al. (2024) **Health impact** of urban green spaces: a systematic review of heat-related morbidity and mortality. *BMJ open*

Petzold et al. (2023) Urban Greening as a **Response to Climate-Related Heat Risk**: A Social–Geographical Review. *Sustainability*

Quadros et al. (2023) Urban green infrastructures to **improve pedestrian thermal comfort**: A systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*.

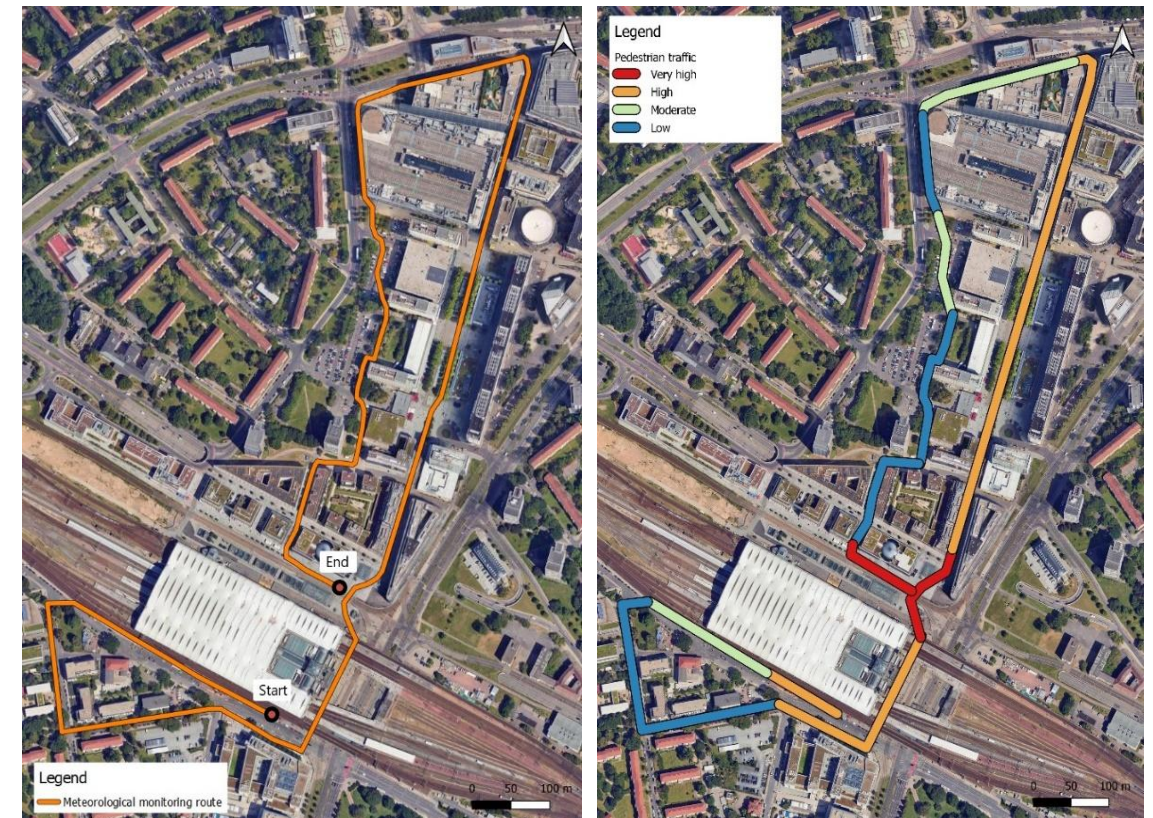




Mapping und Bewertung von Ökosystemleistungen

Kartierung des thermischen Komfort von Fußgängern

- ♣ Untersuchung der thermischen Belastung in Dresden
- ♣ Gebiet: Hauptbahnhof, Fußgängerzone, Randzonen
- ♣ Methode: Mobile Messung mit Klimarucksack
(Geräteentwicklung: C. Gallacher)



Gallacher, Claire; Boehnke, Denise (2025):

Pedestrian thermal comfort mapping for evidence-based urban planning; an interdisciplinary and user-friendly mobile approach for the case study of Dresden, Germany. In: *International journal of biometeorology* 69 (11), S. 2895–2912. DOI: 10.1007/s00484-024-02830-2.

Ergebnisse thermischer Komfort von Fußgängern

- ♣ **Ökosystemleistung = Baumschatten**
reduziert mittlere Strahlungstemperatur +
gefühlte Temperatur erheblich
- ♣ **Planung:** Identifikation von Orten mit
besonderem Handlungsbedarf
 - Hotspots – Maßnahmen zur Hitzereduktion
 - Coldspots – Erhalt der kühlenden Strukturen

Universal hotspots

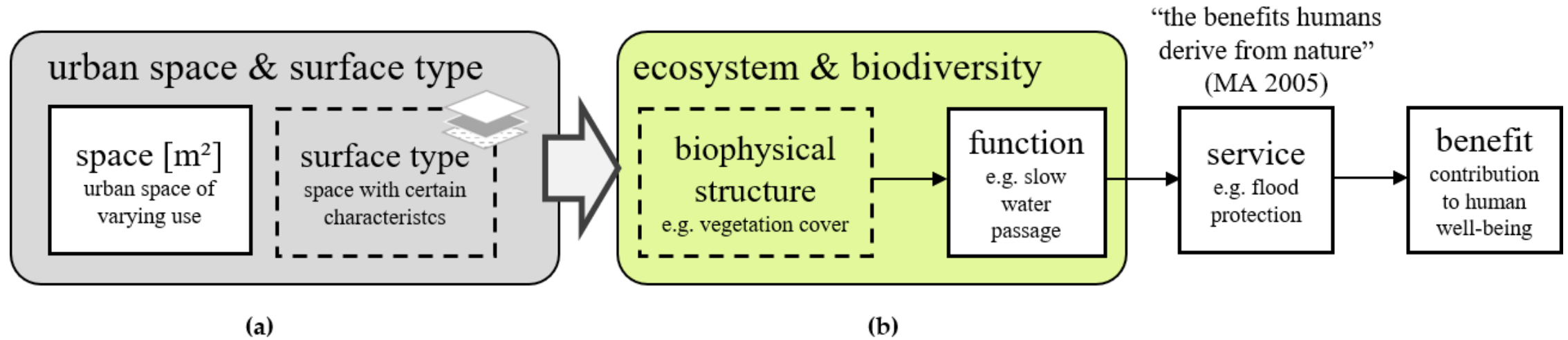


Universal coldspots



Gallacher, Claire; Boehnke, Denise (2025):

Pedestrian thermal comfort mapping for evidence-based urban planning; an interdisciplinary and user-friendly mobile approach for the case study of Dresden, Germany. In: *International journal of biometeorology* 69 (11), S. 2895–2912. DOI: 10.1007/s00484-024-02830-2.



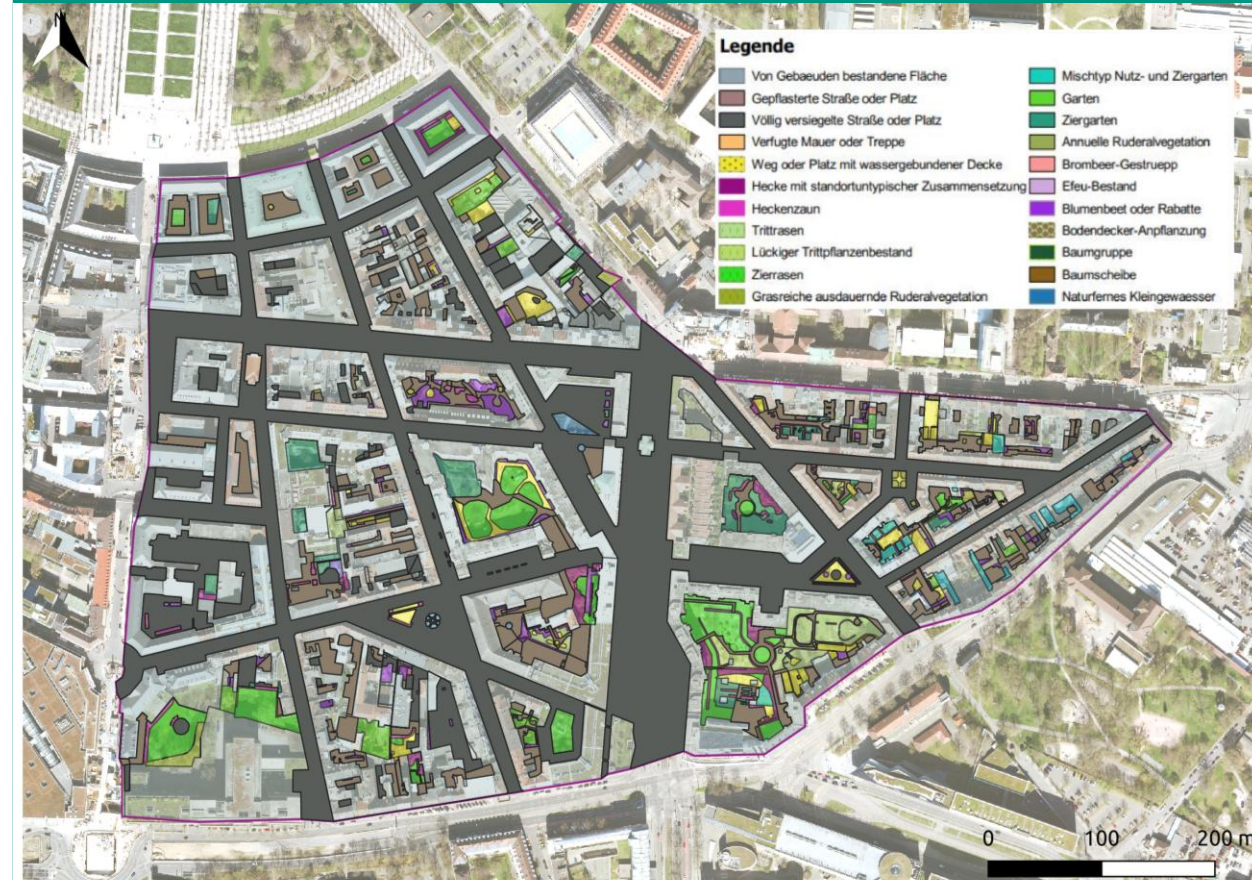
Kartierung und Bewertung von Ökosystemleistungen eines Stadtquartiers

Boehnke, Denise; et al. (2022):

Mapping Urban Green and Its Ecosystem Services at Microscale— A Methodological Approach for Climate Adaptation and Biodiversity. In: Sustainability 14 (15), S. 9029. DOI: [10.3390/su14159029](https://doi.org/10.3390/su14159029).

Besonderheiten der Methodik

- ♣ Aufwändige Kartierarbeiten wurden im Rahmen des Stadtökologie-Praktikums durchgeführt und in GIS digitalisiert
- ♣ Fokus lag auf
 - ♣ hoher Nutzbarkeit für die lokale Verwaltung
 - ♣ Pragmatische und effiziente Methodik
- ♣ Art der Baum- und Biotopkartierung wurde an die offizielle Kartieranleitung für Biotopkartierungen in Baden-Württemberg angepasst
- ♣ GIS-Daten wurden an das Grünamt der Stadt Karlsruhe übermittelt
- ♣ Geplant war eine langfristige Kooperation, zur vollständigen Kartierung der Biotoptypen + Baumbestände



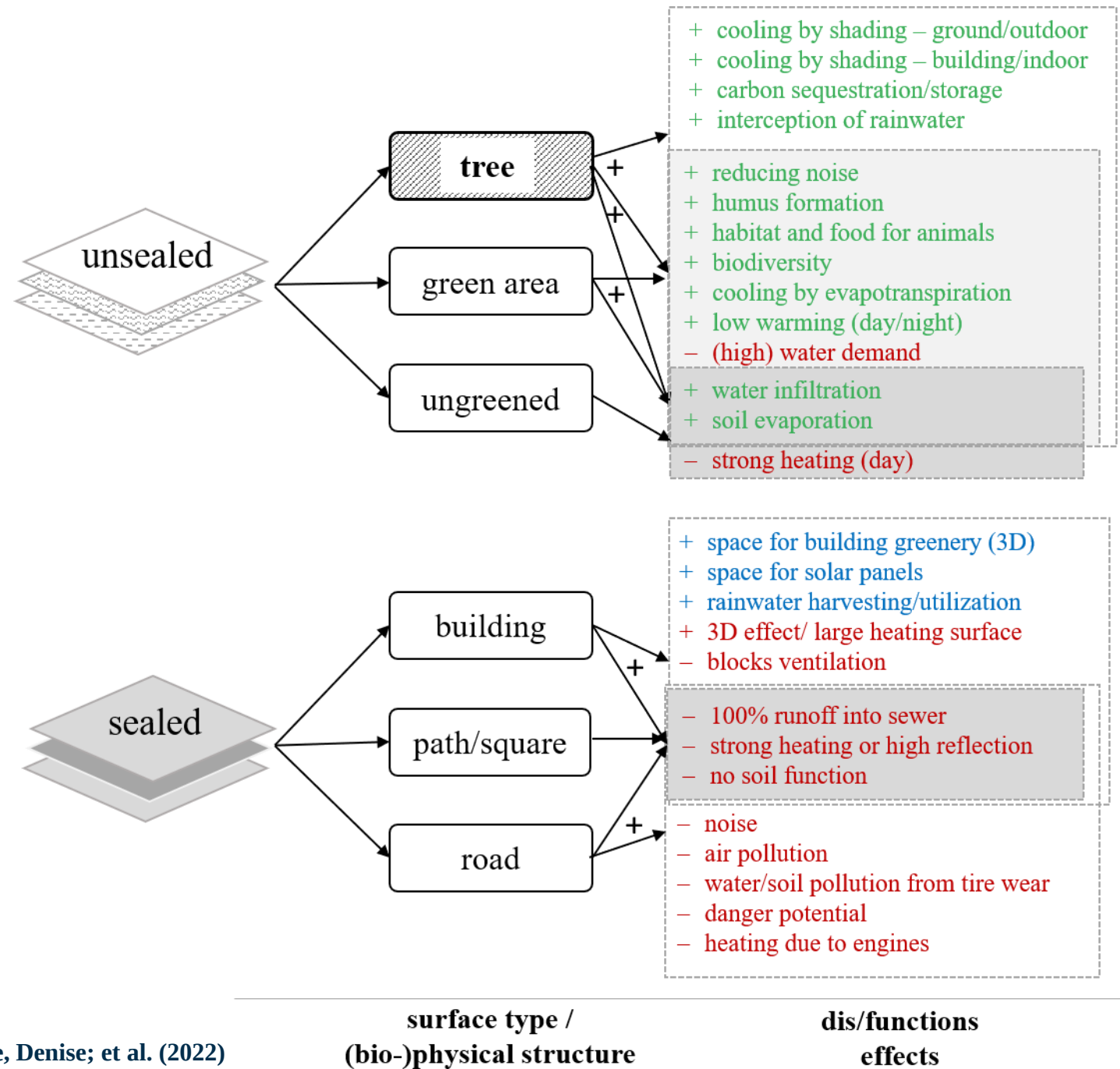
Biotopkartierung aus dem Stadtökologie Praktikum, SoSe 2020, Karte erstellt von Alice Krehl

Von der Fläche zu ÖSL

Versiegelt vs. Unversiegelt

↳ Oberflächentyp oder Struktur

↳ Ökosystemleistung oder Disservices

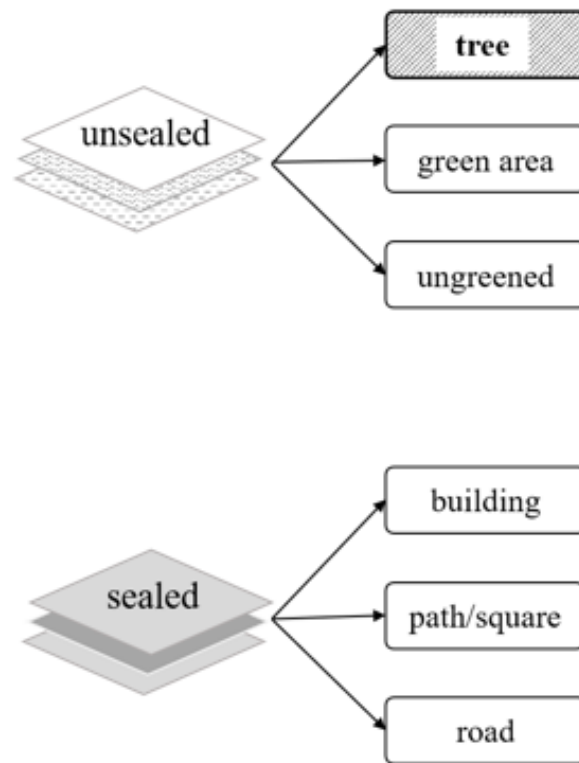


Untersuchungsgebiet: Stadtquartier KA Innenstadt-Ost

- **Innenstadt-Ost – „Karlsruher Stadtteil mit Altstadt-Flair“**
- Ehemalige Arbeitersiedlung
- Etwa 6.800 Einwohner
- Gebäude aus Gründerjahren
- ausschl. Blockrandbebauungen (28), z.T. stark nachverdichtet



Mapping: Basierend auf lokalen Standards



6. Blototypen der Siedlungs- und Infrastrukturflächen

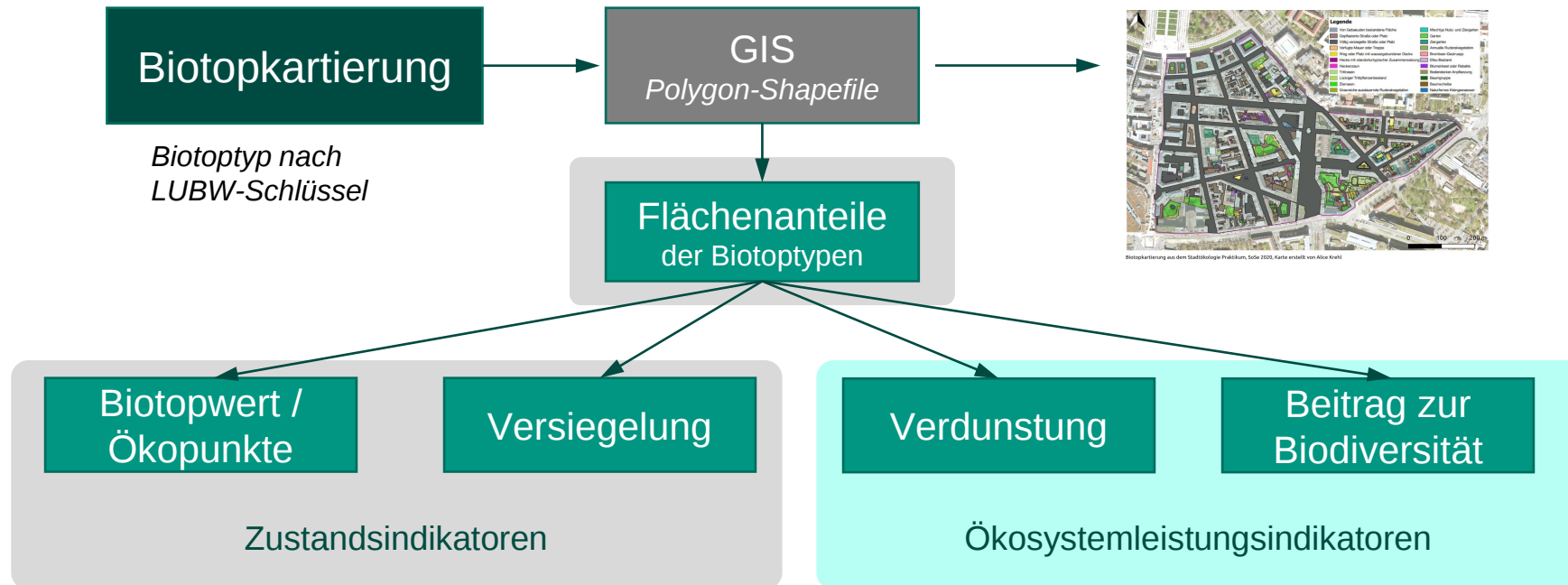
60.10	00	- Von Bauwerken bestandene Fläche
60.20	00	- Straße, Weg oder Platz
60.21	00	- Völlig versiegelte Straße oder Platz
60.22	00	- Gepflasterte Straße oder Platz
60.23	00	- Weg oder Platz mit wassergebundener Decke, Kies oder Schotter
60.24	00	- Unbefestigter Weg oder Platz
60.25	00	- Grasweg
60.30	00	- Gleisbereich
60.40	00	- Fläche mit Ver- oder Entsorgungsanlage
60.41	00	- Lagerplatz
60.42	00	- Müllplatz
60.43	00	- Spülfläche oder Absetzbecken (trockenliegend)
60.50	00	- Kleine Grünfläche
60.51	00	- Blumenbeet oder Rabatte
60.52	00	- Baumscheibe
60.53	00	- Bodendecker-Anpflanzung
60.54	00	- Dachgarten
60.55	00	- Bewachsenes Dach oder bewachsene Mauerkrone
60.56	00	- Grabpflanzung
60.60	00	- Garten
60.61	00	- Nutzgarten
60.62	00	- Ziergarten
60.63	00	- Mischtyp von Nutz- und Ziergarten

S. 128/129

Bewertungsschema

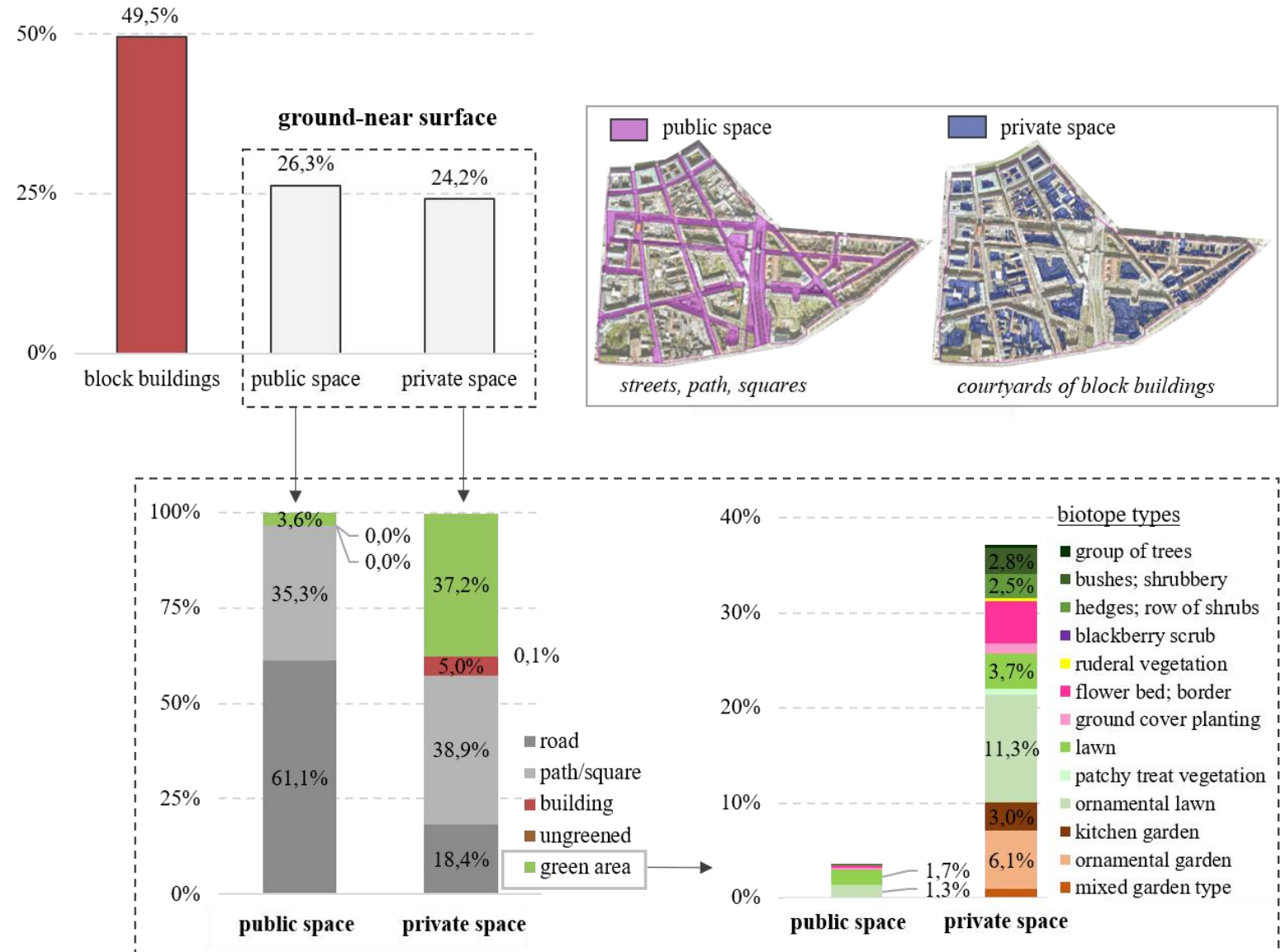
Biotop-Nr.	Biotopbeschreibung (entspr. Schlüssel)	Grundwert/Bewertung nach Ausprägung	Versiegelungsgrad	ÖSL - Verdunstung / Kleinklima	ÖSL - Biodiversität
13.92	Naturfernes Kleingewässer (Brunnen oder Teich)	1 oder 4	versiegelt	hoch	gering (Brunnen) bis sehr gut (Teich)
23.51	Verfugte Mauer oder Treppe / Natursteinmauer	1 oder 8	versiegelt	keine	gering bis sehr gut (Natursteinmauer)
33.71	Trittrasen	4	unversiegelt	mittel	mittel
33.72	Lückiger Trittpflanzenbestand	4	unversiegelt	gering	mittel
33.8	Zierrasen	4 oder 6	unversiegelt	mittel	gering
35.61	Annuelle Ruderalvegetation	1	unversiegelt	gering	gut
35.64	Grasreiche ausdauernde Ruderalvegetation	9	unversiegelt	mittel	gut
43.11	Brombeer-Gestruepp	9	unversiegelt	mittel	mittel
44.22	Hecke mit standortuntypischer Zusammensetzung	6	unversiegelt	mittel	gut (blühend/fruktifizierend)
44.3	Heckenzaun	4 bis 6	unversiegelt	mittel	mittel (nicht blühend/fruktifizierend)
60.21	Voellig versiegelte Strasse oder Platz	1	versiegelt	keine	keine
60.22	Gepflasterte Strasse oder Platz	1 oder 2 (Fugenbewuchs)	versiegelt	keine	keine
60.23	Weg oder Platz mit wasserg. Decke, Kies oder Schotter	2 bis 4 (Bewuchs)	teilversiegelt	keine oder gering	mittel
60.24	Unbefestigter Weg oder Platz	3	teilversiegelt	keine oder gering	mittel
60.51	Blumenbeet oder Rabatte	4 bis 7	unversiegelt	mittel	sehr gut
60.53	Bodendecker-Anpflanzung	4 oder 7	unversiegelt	mittel	mittel bis gut (blühend)
60.61	Nutzgarten	6	teilversiegelt	mittel	schlecht (stark genutzt, Spritzmitteleinsatz) bis sehr gut (artenreiche Mischkultur)
60.62	Ziergarten	6	teilversiegelt	mittel	schlecht (Steingarten) bis sehr gut (artenreich, blühend)
60.63	Mischtyp von Nutz- und Ziergarten	6	teilversiegelt	mittel	schlecht bis sehr gut
unbest.	unbestimmt	1	-	-	-

Vorgehen Biotope / Flächendaten

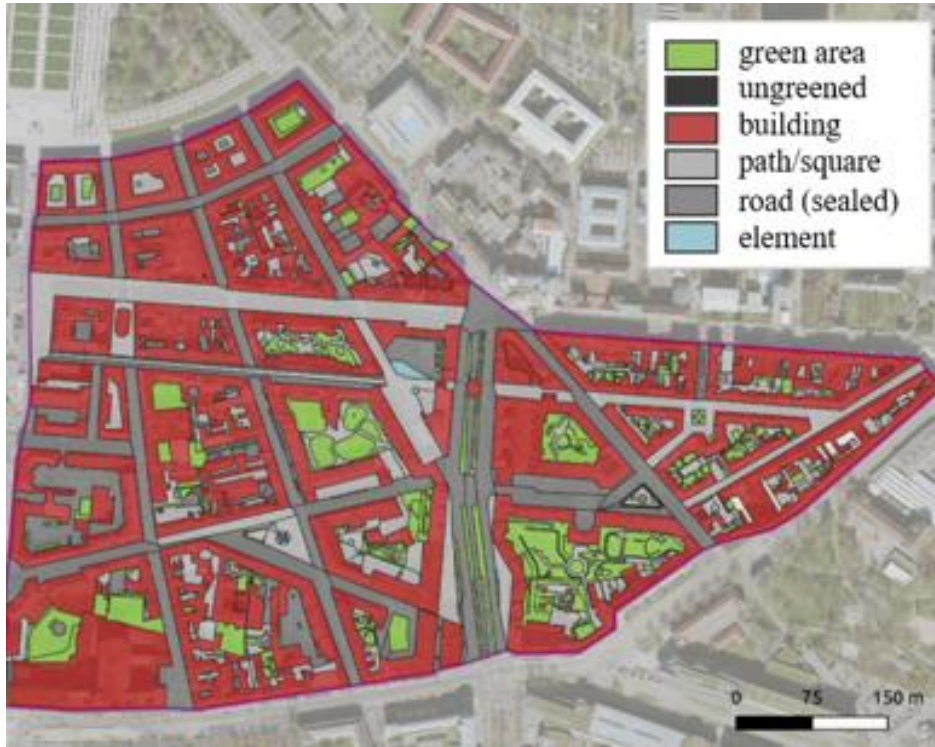


Ergebnis: Flächenanteile Biotoptypen

- Biotoptyp „Gebäude“ wurde nicht in Berechnung einbezogen
- Flächenverhältnis
 - Privatfläche (Hinterhöfe) zu öffentlicher Fläche (Straßen, Wege, Plätze) ~ 1:1
 - → hohe Vergleichbarkeit

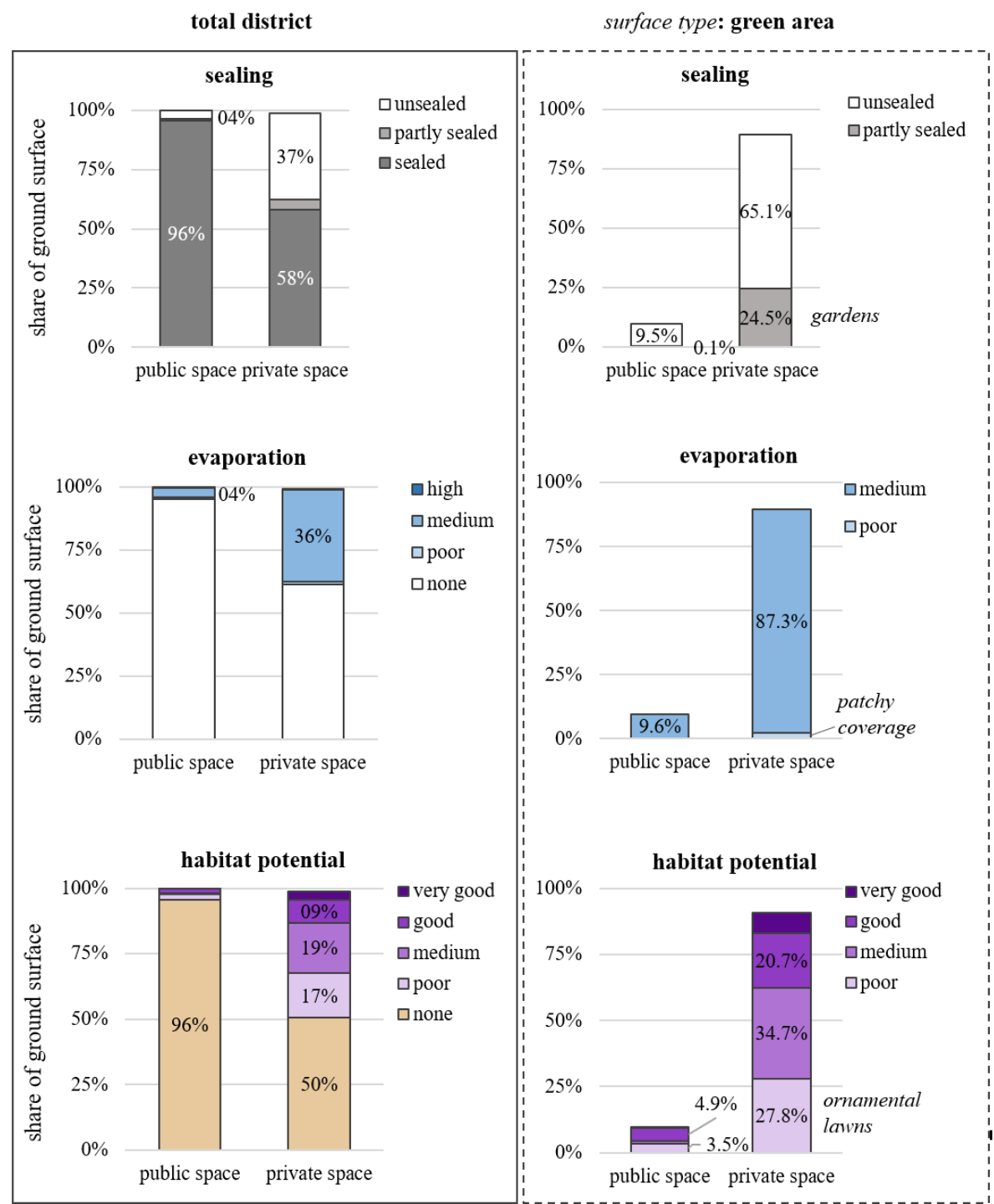


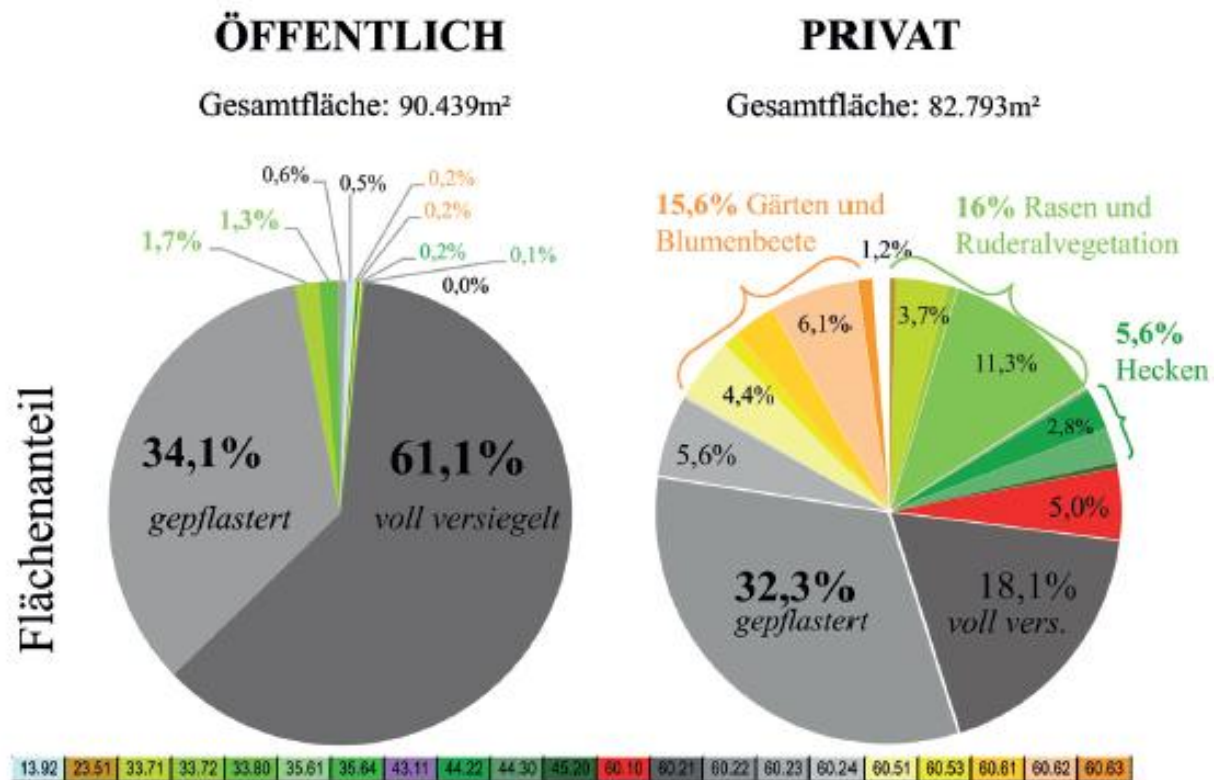
Boehnke, Denise; et al. (2022)



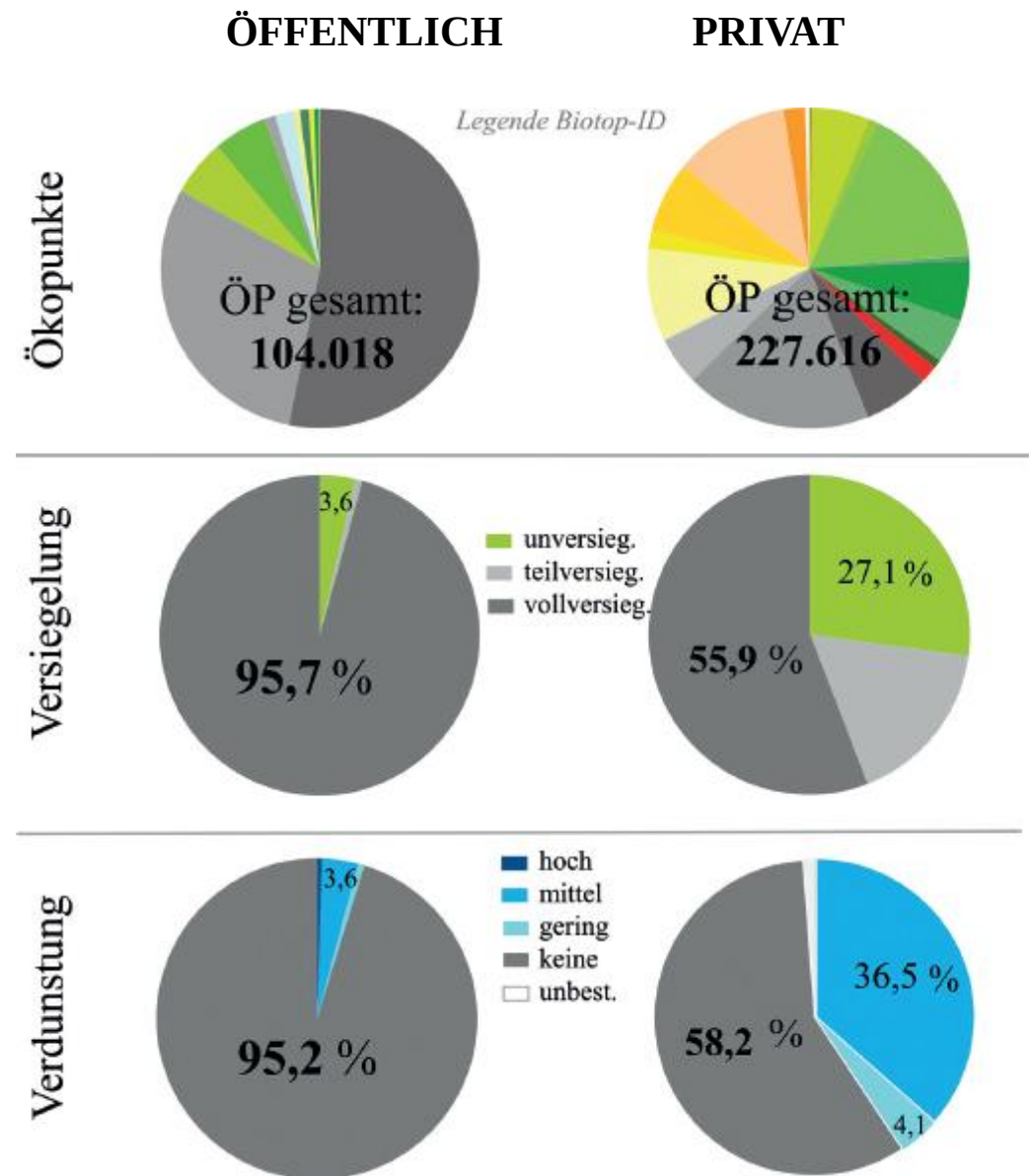
Boehnke, Denise; et al. (2022)

Ergebnis: Wertung ÖSL Gesamt. vs. Grünflächen

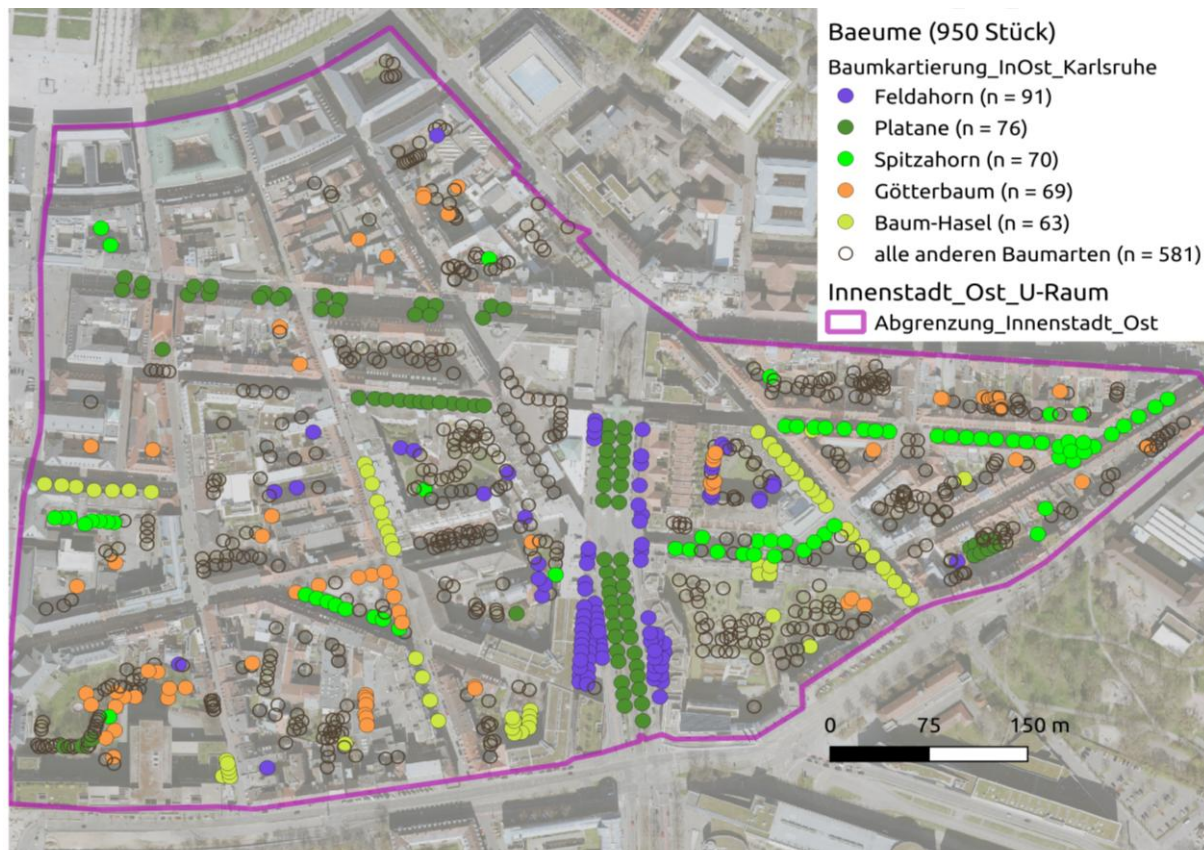




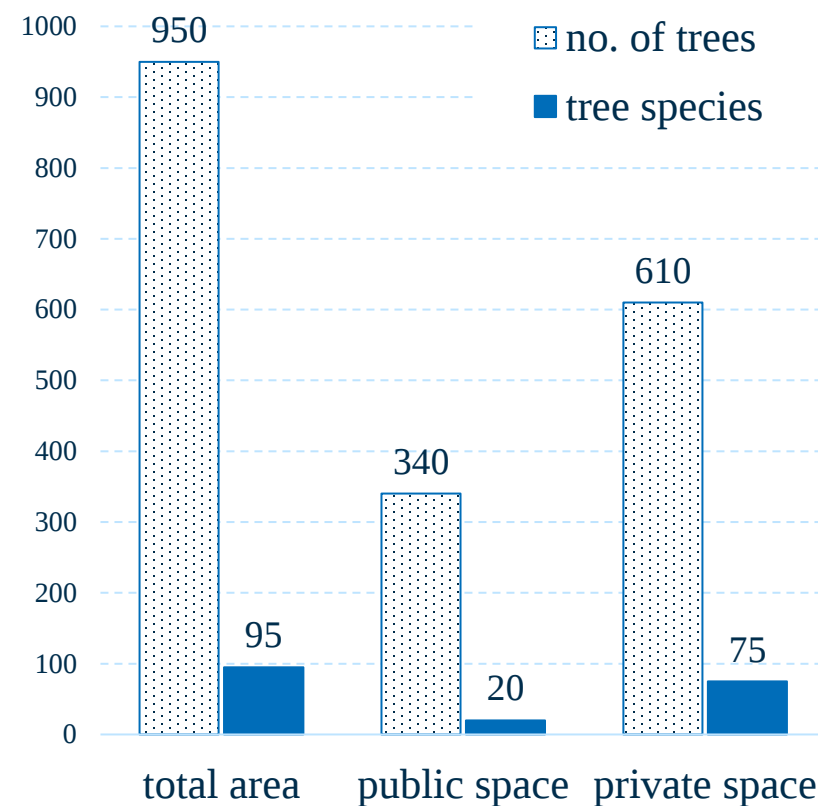
Ergebnis: Biotoptypen & Indikatoren



Ergebnis Baumkartierung: Anzahl & Arten gesamt



@Stadt Karlsruhe Luftbild 2017
Karte erstellt von Alice Krehl, 15.03.2022



Ergebnis Baumkartierung: Artenverteilung (Biodiversität)

Table 2. Characteristics of tree species distribution in the public and private area.

Tree Stock	Public Area	Private Area
number of species	20	75
species with 1 individual only	7 (35%)	20 (27%)
no. of 6 most abundant species	289 (88%)	243 (40%)
rank 1	<i>Platanus spec.</i> (n = 76)	<i>Ailanthus altissima</i> (n = 60)
rank 2	<i>Acer campestre</i> (n = 64)	<i>Taxus spec.</i> (n = 48)
rank 3	<i>Acer platanoides</i> (n = 51)	<i>Prunus serrulata</i> (n = 45)
rank 4	<i>Corylus colurna</i> (n = 49)	<i>Carpinus betulus</i> (n = 41)
rank 5	<i>Robinia pseudoacacia</i> (n = 31)	<i>Acer campestre</i> (n = 27)
rank 6	<i>Castanea sativa</i> (n = 27)	<i>Aesculus rubicunda</i> (n = 22)

Boehnke, Denise; et al. (2022)

Ergebnis Baumkartierung: CO₂-Speicherung

LWF-Schätztabelle	Baum-anzahl	geschätzte CO ₂ -Speicher-kapazität [kg]
1 - Buche	135	85.745
2 - Eiche	256	335.280
3 - Kiefer	57	38.350
4 - Fichte	10	4.070
Summe		463.445

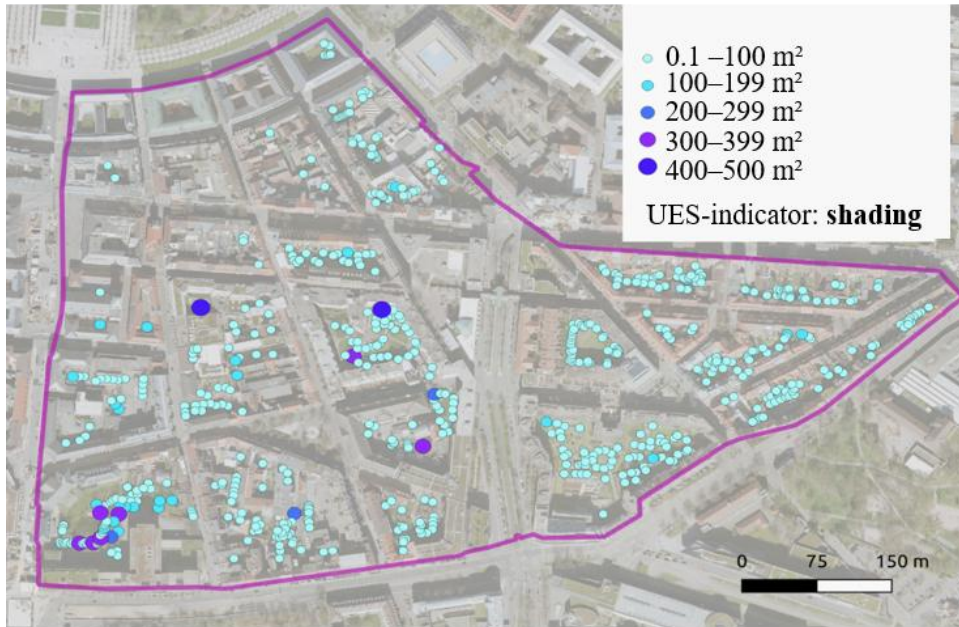
Die Stadtbäume der privaten Hinterhöfe des Stadtquartiers I-Ost speichern etwa **465.000 kg CO₂**.

- 4.000.000 km mit einem PKW (5l/100km)
- ~ 5x zum Mond und zurück



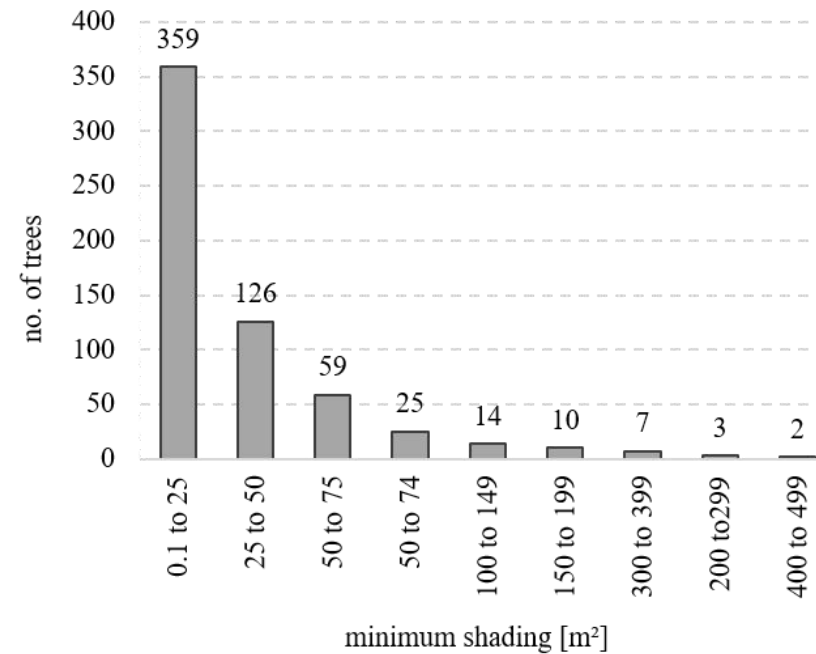
- Ergebnis des Stadtökologie Praktikums 2021
IfGG; © Alice Krehl

Ergebnis Baumkartierung: Beschattung



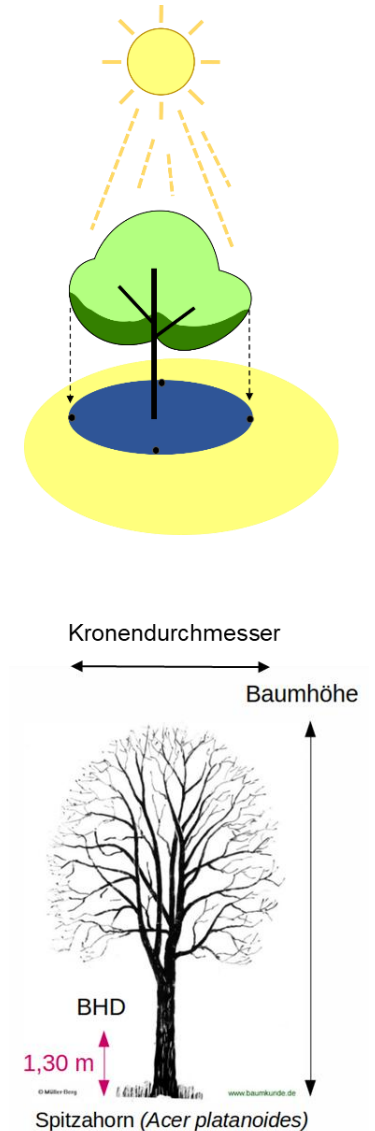
Gesamtfläche Hinterhöfe: 82.793 m²
Gesamtfläche verschattet: 20.788 m²

→ **25% der Hinterhof-Flächen** werden durch
Bäume verschattet (Min!)



Boehnke, Denise; et al. (2022)

Vereinfachte Abschätzung
der MINIMALEN Verschattung
Annahme: Sonne im Zenit



Beispiel Zürich



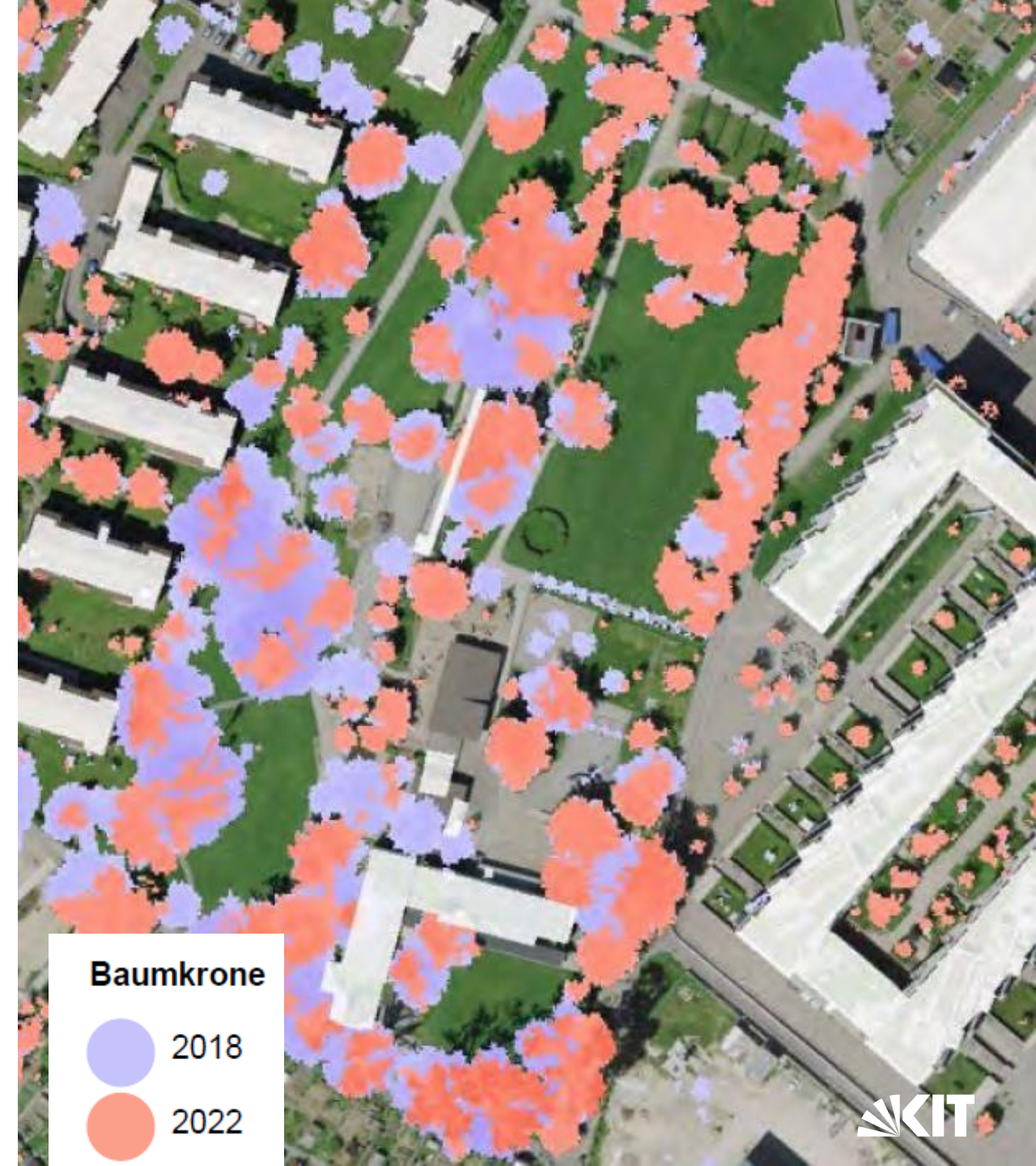
Stadt Zürich
Grün Stadt Zürich

Indikator: **Baumkronenfläche im Stadtgebiet**

Methode: 4-jährliche Laser-Scan (Lidar)

Ziel: **25% Baumkronenfläche bis 2050**

<https://www.stadt-zuerich.ch/de/aktuell/medienmitteilungen/2023/10/231005b.html>



Entwicklung der Kronenfläche 2014 bis 2022

Kronenfläche nimmt in der ganzen Stadt ab



Kronenfläche

2014	9.40 km ²
2018	9.04 km ²
2022	8.38 km ²

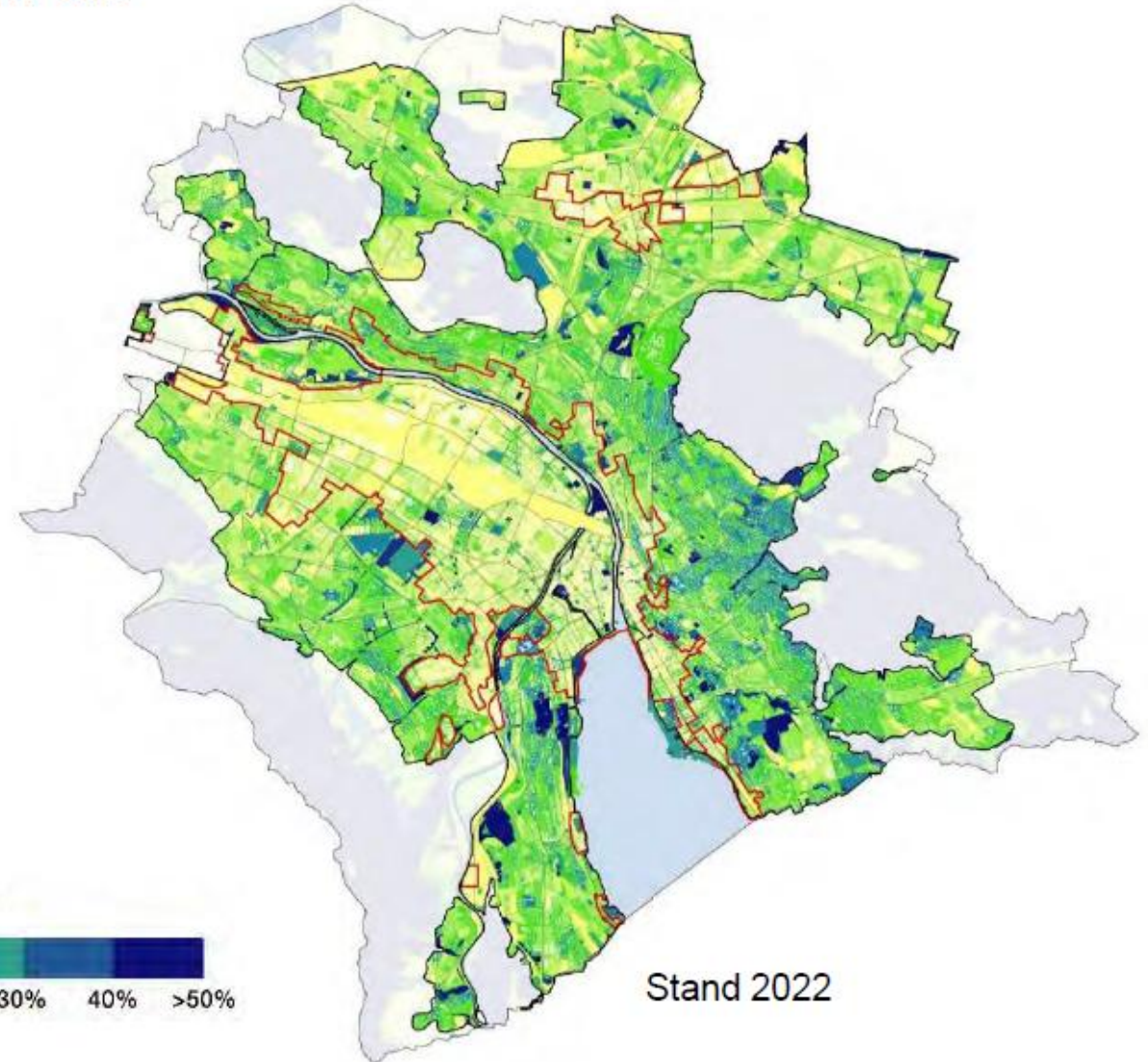
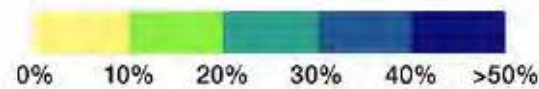


Bedeckungsgrad

2014	17.5 %
2018	16.8 %
2022	15.4 %

Siedlungsgebiet: 53.8 km²

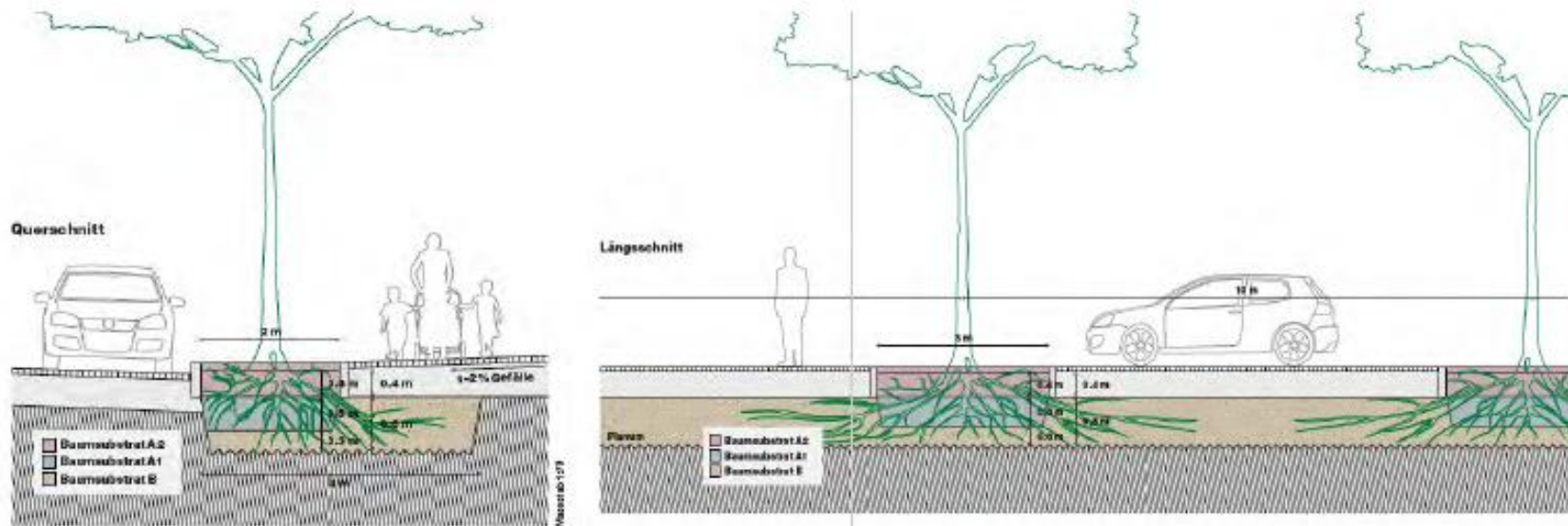
Kronenfläche (%)



Unterstützung der Bäume im Klimawandel

Neues Baumsubstrat

Systematische Wurzelraumerweiterungen in städtischen Projekten



Stadt Zürich
Grün Stadt Zürich

Jahresmedienkonferenz 2023
Grün Stadt Zürich

04.10.2023
Seite 19

Abschließende Gedanken

Ökopunkte sind bei üblicher Wert-Annahme kein geeignetes Instrument, um den tatsächlichen Wert der ÖSL von Stadtgrün abzubilden

Nachverdichtung ist problematisch – durch den Verlust zT wertvoller, wilder Grünbestände, durch die zusätzliche Wärmebelastung

Private (Innenhof-)Flächen haben das Potential deutlich mehr Stadtgrün, wertvolle Altbäume und eine höhere Biodiversität aufzuweisen wie öffentliche Flächen – wie **schützen** wir diese Bestände nachhaltig?

Private (Innenhof-)Flächen scheinen deutlich mehr Potential zu Entsiegelung und Begrünung zu haben aufgrund **geringerer Nutzungskonflikte** (Leitungen, Wege usw.)



Mapping und Bewertung von Ökosystemleistungen

Vielen Dank für Ihre Teilnahme und Ihr Interesse!

**Ich freue mich über einen Austausch in der
Kaffeepause oder über:**

Dr. Denise Böhnke

Center for Disaster Management and Risk Reduction
Technology (CEDIM)

denise.boehnke@kit.edu

Webseite: https://www.cedim.kit.edu/15_3495.php

@ LinkedIn

@ ResearchGate



Weitere Veröffentlichungen

Böhnke, D. et al.: (2021): **Grünbestände in privaten Innenhöfen und deren Ökosystemleistungen im Stadtquartier.** Rhombos-Verlag, Berlin. 149-157.

Böhnke, D.; Norra, S. (2021): **Stadtquartiere im Wandel, Kommunales Niederschlagsmanagement in Bestand und Neubau – Erkenntnisse praxisnaher Forschung.** . In: *Transforming cities* (3), S. 34–39.

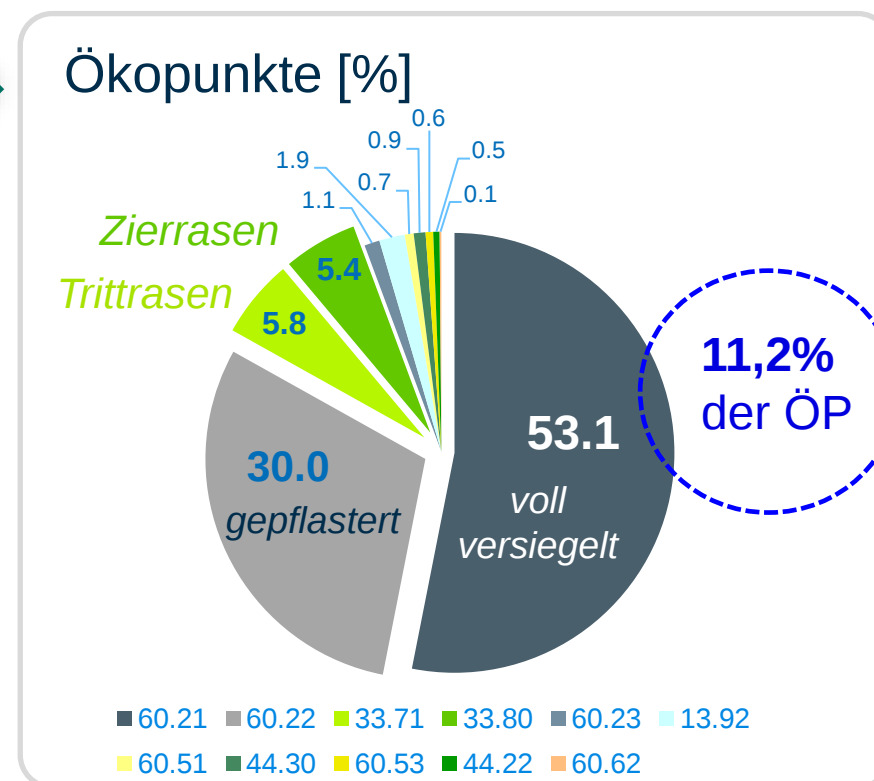
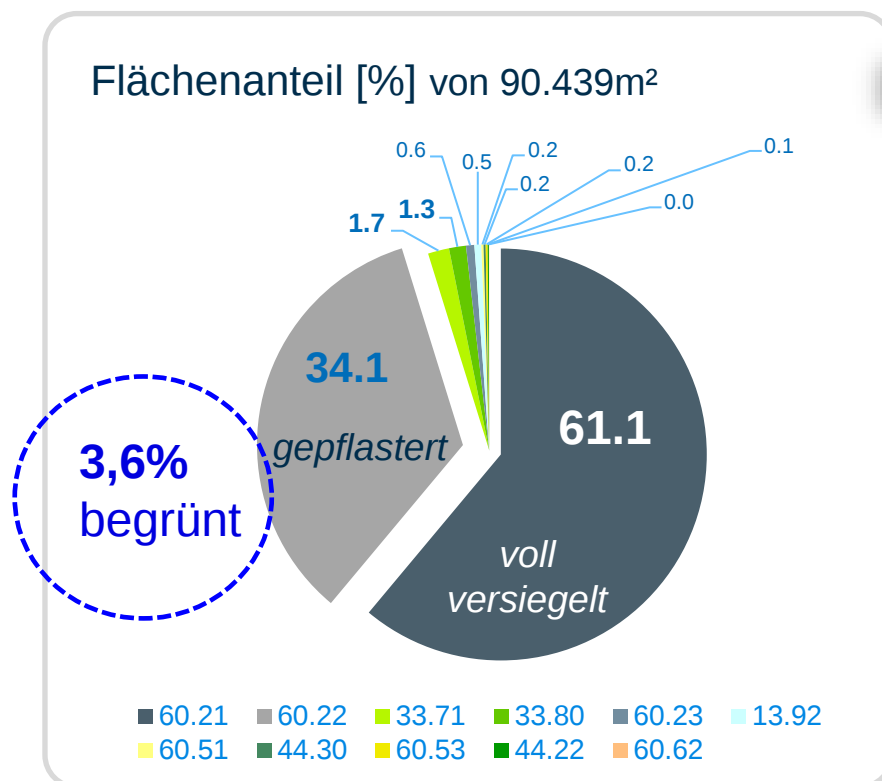
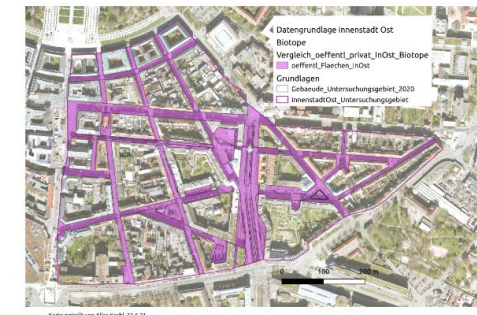
Böhnke, D.; Jerutka, K. (2020): **Stadtplätze: Zur Bewertung der Aufenthaltsqualität von urbanen Räumen.** In: *Stadt und Raum* (6), S. 330–335.

Vogt, J.; Boehnke, D.; Norra, S. (2018): **KomKlim: Umsetzung der kommunalen Klimaanpassung in die Bauleitplanung im Pilotprojekt der Entwicklung des Geländes der Spinelli Barracks / Grünzug Nordost in Mannheim.** Hg. v. Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW). Karlsruhe (KLIMOPASS-reports, 4500493328/23)

Boehnke, D.; Jehling, M.; Vogt, J. (2023): **What hinders climate adaptation? Approaching barriers in municipal land use planning through participant observation.** In: *Land Use Policy* 132, S. 106786. DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106786.o, (3), S. 34–39.

Boehnke, D (2025): **Municipal planning challenges in adapting to heat and the role of practical guidelines.** In: *npj Climate Action, Springer Nature*, 4:101. <https://doi.org/10.1038/s44168-025-00285-8>

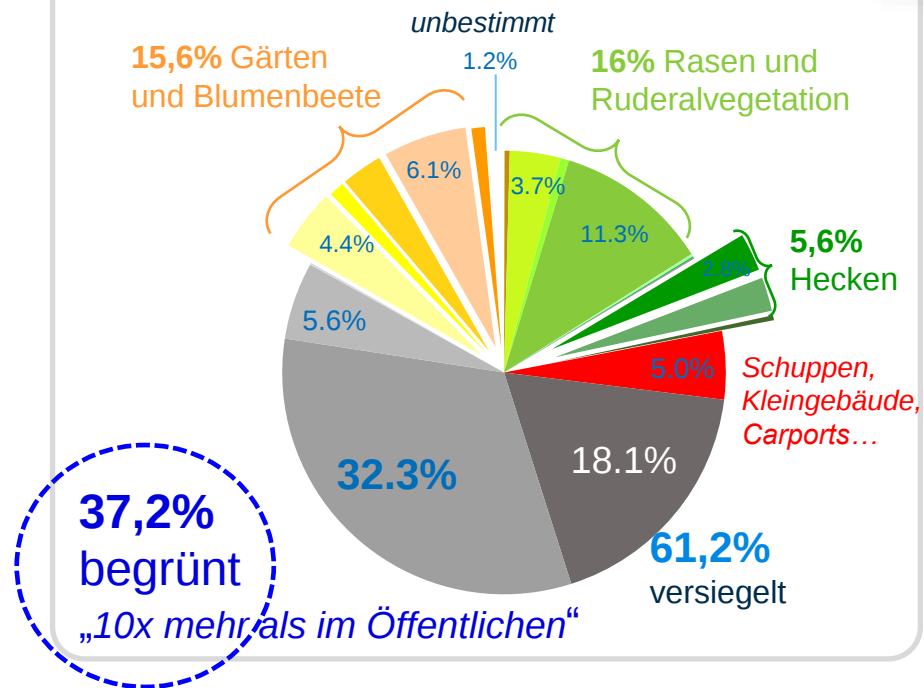
ÖFFENTLICH - Flächenanteile und Ökopunkte



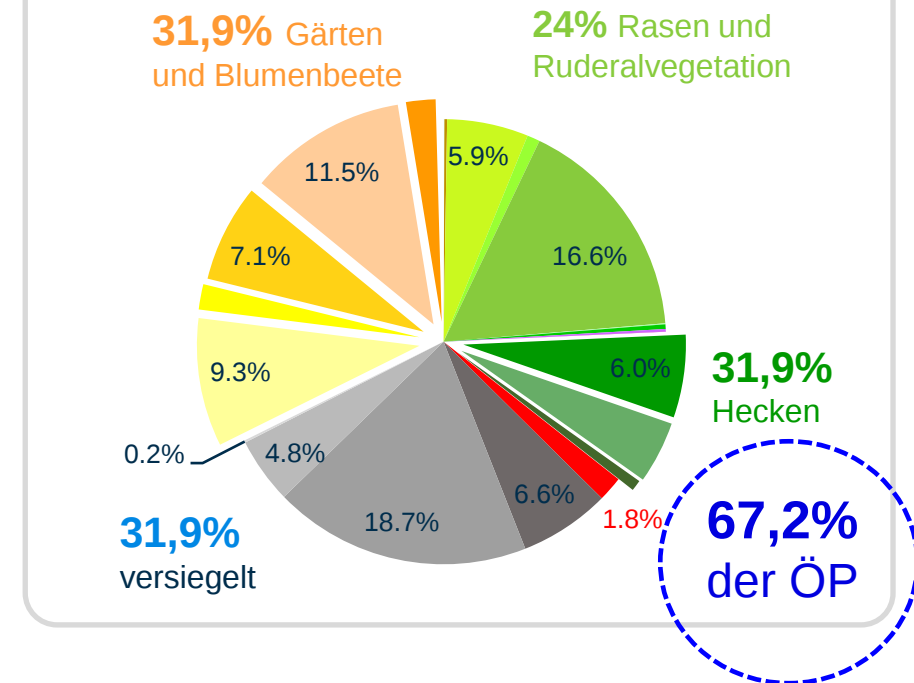
PRIVAT - Flächenanteile und Ökopunkte



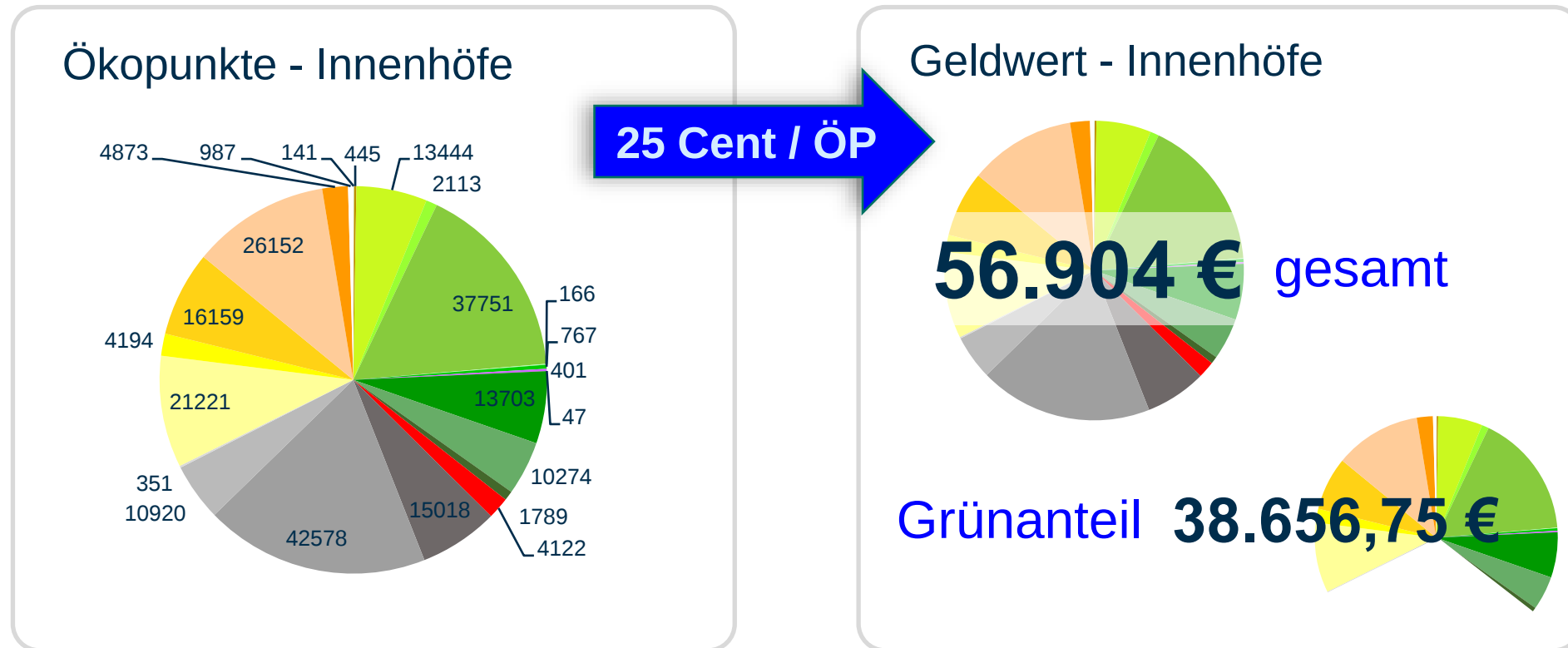
Flächenanteil von 82.793m²



Ökopunkte



Steuerungsinstrument Ökopunkte - ?



Der Wert aller Biotope in einem Stadtquartier = der Gegenwert einer Garage ...