

Smart and Urban Tree: Built Climate Change Mitigation for dense urban areas Gebaute Klimawandelsanpassung für dichte verbaute Innenstädte

Ulrich PONT^a, Peter SCHOBER^b, Magdalena WÖLZL^a, Sigrun SWOBODA^a, Peter BAUER^a, Vera STIEGLE^b, Rupert WOLFFHARDT^b, Isabell AUER^c

^a TU Wien, Institut für Architekturwissenschaften / Institute of Architectural Sciences, Austria

^b Holzforschung Austria / Austrian Forest Products Research Society, Austria

^c Weatherpark GmbH, Vienna, Austria

Introduction / Einführung

Weltweit sind Städte nicht nur dem Klimawandel, sondern auch dem die Effekte des Klimawandels verstärkenden Phänomen des "Urbanen Hitzeinseleffektes" (UHI) ausgesetzt. Obwohl bereits seit rund 40 Jahren in der Literatur zu finden (vgl. Landsberg 1981), hat der UHI in den vergangenen 20 Jahren verstärkt Eingang in Forschung und Publikationen gefunden, durchaus auch von prominenten ForscherInnen (wie z.B. Crutzen 2004). Roth beschreibt UHIs als "a phenomenon whereby urban regions experience warmer temperatures than their rural, undeveloped surroundings. The UHI is the most obvious atmospheric modification attributable to urbanization, the most studied of climate effects of cities and an iconic phenomenon of urban climate". In Wien wurde bereits in den vergangenen Jahren versucht, proaktiv dem Phänomen zu begegnen, beispielsweise mit dem UHI-Strategieplan (MA 22, 2018). Darin werden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen um die Stadt stetig hin zu "klimasensibleren" Planungs- und Bauprozessen zu bewegen. Unter anderem wird vorgeschlagen, Frischluftschneisen und Freiraum-Reserven und Netzwerke zu erhalten und zu schützen, Planungsansätze strikt nach Klimaschutz auszurichten und Baustile anzupassen, die Oberflächenversiegelung zu reduzieren, sowie die bestehenden Bäume, Begrünungen und sonstige blau-grüne Infrastruktur zu erhalten und zu erweitern. Die "Urban Heat Vulnerability Map" (Hitzekarte 2019) zeigt jene Stadtdistrikte auf, die besonders empfindlich hinsichtlich sommerlicher Überwärmung sind. Das sind gerade jene innerstädtischen Gebiete, die sich durch einen geringen Flächenanteil an blau-grüner Infrastruktur und dicht verbautes Gebiet (= große Masse an mineralischen thermischen Speichern in Form von Gebäuden und Straßen) charakterisieren. Gleichwohl das Pflanzen von Bäumen (bzw. Begrünungen) auch von namhaften europäischen Klimaforschern als potentielle Mitigationsmaßnahme angesehen wird (vgl. Interview mit H.J. Schellnhuber im Standard aus dem September 2023, DerStandard 2023) ist gerade in den genannten innerstädtischen Gebieten zumeist gerade das nicht oder nicht einfach möglich. Das hat zum Einen mit der hohen Konkurrenz bei der Flächennutzung zu tun, zum anderen damit, dass es dort wo es viele Einbauten im Untergrund gibt, oft nicht trivial möglich ist ausreichend Substratraum zur Verfügung zu stellen. Abbildung 1 zeigt die erforderlichen Substratvolumina für große (und damit effektiv kühlende) Baumkronen, sowie die Vielzahl an Einbauten, die in typischen (Wiener) Straßen zu finden sind. Um auch für solche komplexen Situationen Möglichkeiten urbaner Verschattung und Kühlung zu bieten, haben die AutorInnen das Projekt Smart and Urban Tree ("SUT") gestartet, in welcher großformatige Strukturen zwecks Verschattung, Kühlung und als urbaner Funktionsträger entwickelt wurden. Eine wichtige Aussage an dieser Stelle: **Wir – die AutorInnen – verstehen unsere Smart and Urban Trees nicht als "Ersatz" für Bäume und andere grün-blaue Infrastrukturen, sondern als Ergänzung des Portfolios für Klimawandelsanpassungsmaßnahmen, wo andere Maßnahmen nicht oder nur unter unwirtschaftlichem Aufwand realisiert werden können.**

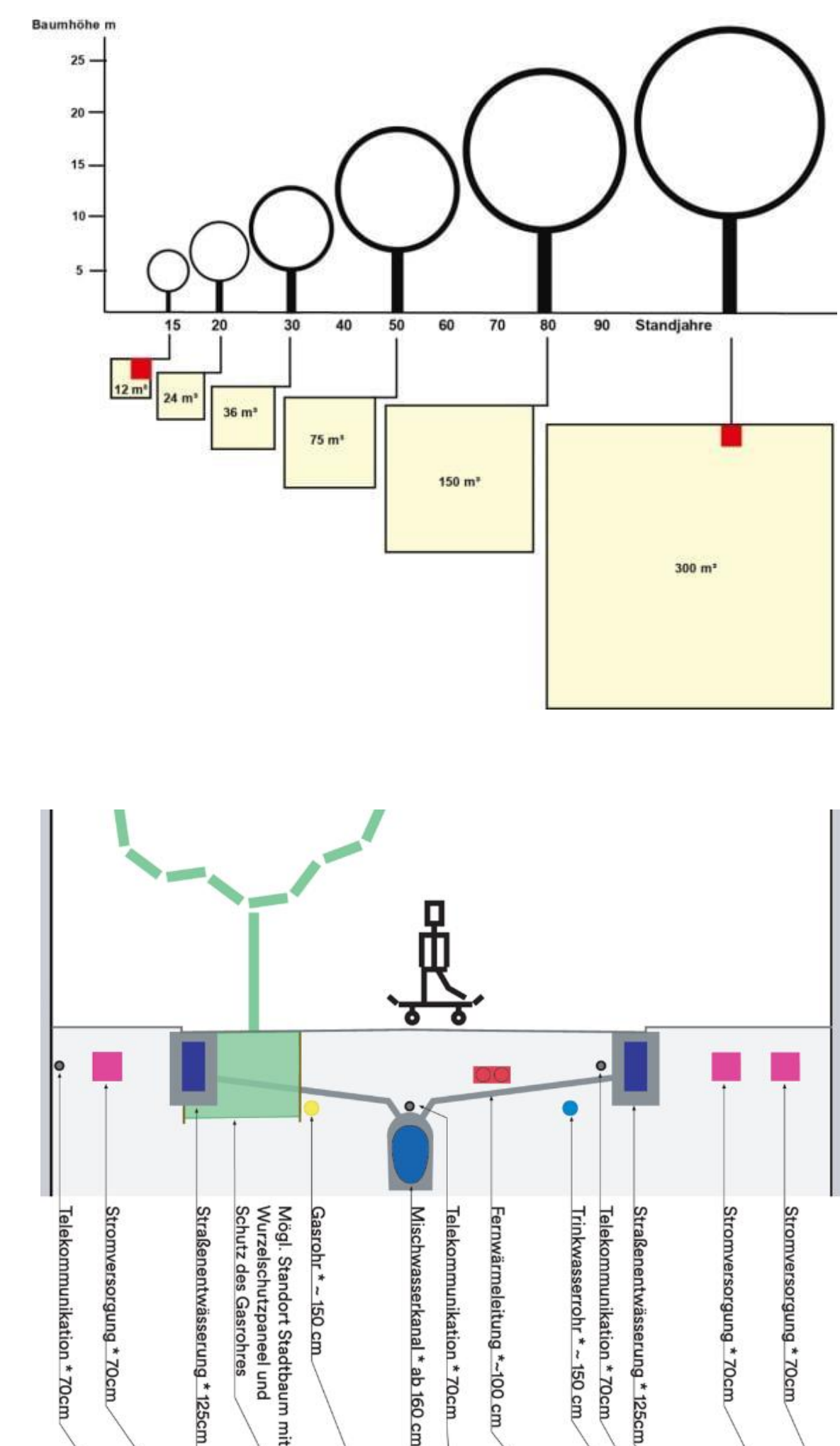


Abbildung 1: Baumkronen und Substratvolumen-Korrelation (o.; Futurezone 2021); Typische Einbauten in (Wiener) Straßen (u.; kommaus 2019)

Vorgangsweise, Fallstudie & Gegenüberstellung von SUTs und Bäume

Aspect	Natural Tree	Smart & Urban Tree	No intervention
Greenery (Integration of greenery)	+	+	-
Shadow casting	+	+	-
Seasonal shading	+	+	-
cooling effect by shading and evaporation/mist (Daylight/Daylight control)	+	+	-
Inhibition of free air movement	-	-	+
„Rain protection“ / roofing effect	-	-	+
Additional functions can be integrated (light, spray, E-charge, ...)	-	+	-
Active electricity/Energy production (PV)	-	+	-
(Neighbor/Occupant) Acceptance	-	+	-
Improvement of the street space	-	+	-
Seasonal uses/uses of the street space	-	+	-
Implementation is simple and proven	-	-	n.a.
Can be implemented quickly and immediately	-	-	n.a.
Root space / foundation freely configurable	-	-	n.a.
Water not required for "maintenance"	-	-	n.a.
Costs (construction and maintenance)	-	-	n.a.
Care / maintenance	-	-	n.a.
Pollution of the soil	-	-	n.a.
Pollution of the construction (e.g. birds)	-	-	n.a.
Not-affected / affected building regulations	-	-	n.a.
Fire brigade access	-	-	n.a.
Parking lot displacement	-	-	n.a.
Unsealing	-	-	n.a.
CO ₂ binding with a metal construction SUT	-	-	n.a.
CO ₂ binding with a wooden construction SUT	-	-	n.a.
O ₂ generation	-	-	n.a.
Noise cancellation	-	-	n.a.
Door binding	-	-	n.a.
"Residue-free" / simple dismantling	-	-	n.a.
Impact on cultural heritage	-	-	n.a.

Abbildung 3: (generische) Wirkungsgegenüberstellung von Bäumen, SUTs, und keinen Maßnahmen (AutorInnen)

Abbildung 2 zeigt die Aufteilung in Arbeitspakete sowie die Matrix der Vorgangsweise, die gewählt wurde. Während uns Anforderungen an solche künstlichen Strukturen als wesentliche Argumentation erschienen, waren auch (bau-)konstruktive Grundlagen zu erarbeiten. Basierend auf diesen Grundlagen konnten dann die involvierten Disziplinen Konstruktion/Statik und Bauphysik/Wirkungsweise mit Hilfe unterschiedlicher Simulationswerkzeuge entsprechend vorstellbare Randbedingungen definieren. Unter Einbeziehung von Architekturstudierenden wurde dann an einer konkreten Fallstudie – nämlich der Kirchengasse im 7. Wiener Gemeindebezirk virtuell gearbeitet, in anderen Worten Entwürfe und Wirkungsstudien für solche urbanen Verschattungs- und Kühlungseinrichtungen durchexerziert. Die Kirchengasse wurde gewählt, weil im Zuge der Erweiterung des Wiener U-Bahnsystems aktuell dort eine große Baustelle existiert, die nach Abschluss eine neue / veränderte Oberflächengestaltung erfordert bzw. ermöglicht. Abbildung 3 zeigt eine Gegenüberstellung der (generischen) Wirkung von Bäumen, SUTs und keinen Maßnahmen.

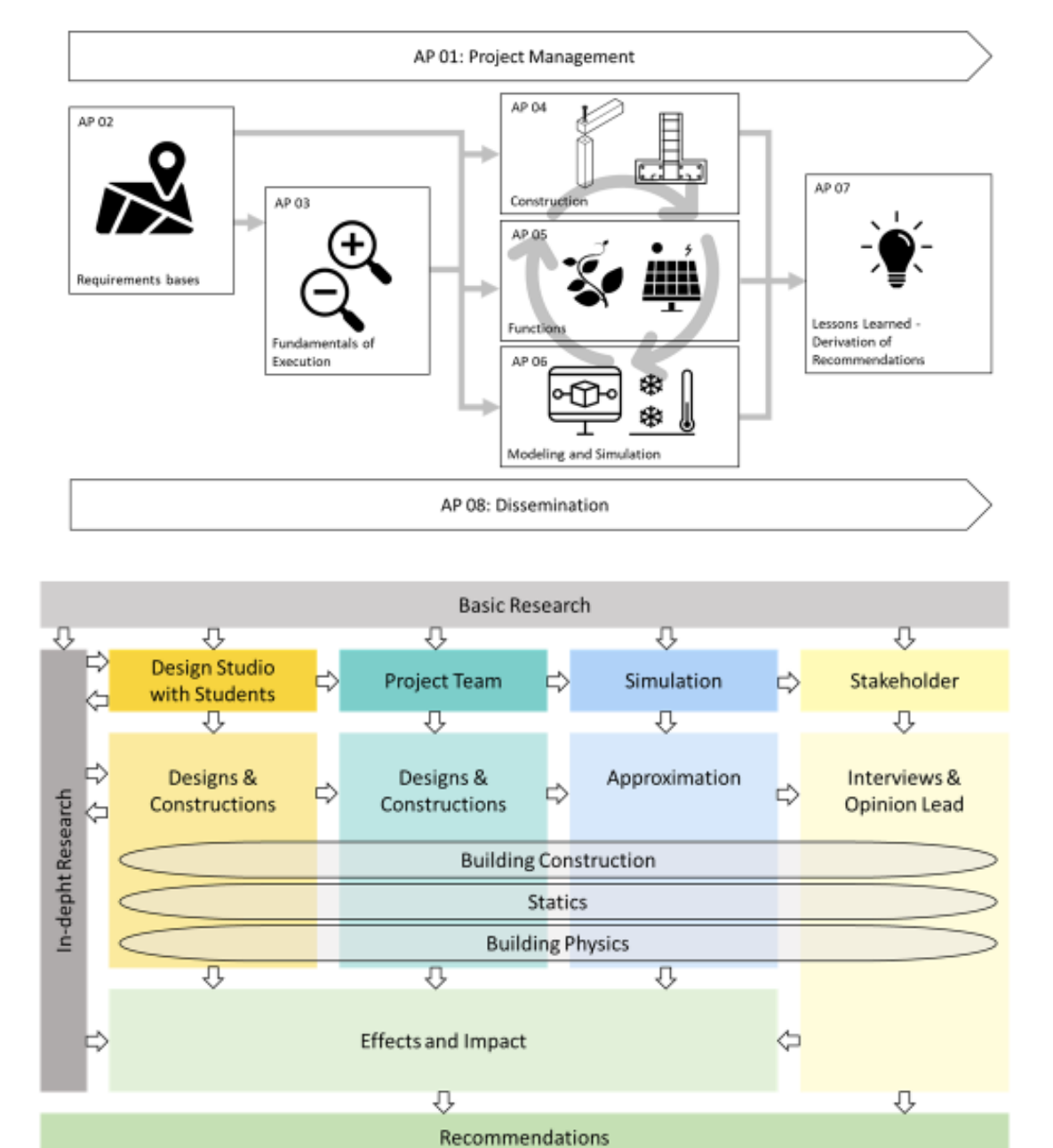


Abbildung 2: Arbeitspakete des Forschungsprojektes (o.) und Matrix der Vorgangsweise (u.) (AutorInnen)

Ergebnisse, Wirkungsanalyse & Stakeholderfeedback

Im Zuge des Projektes wurden unterschiedliche Designs für solche urbanen Verschattungs- und Kühlungsstrukturen entwickelt. Allen Entwürfen ist gemein, dass Sie „von allein“ stehen müssen, sich also nicht an die bestehende Verbauung statisch „anlehnen“ dürfen. Grundsätzlich kann zwischen „Solitären und hybriden Konstruktionen“ und „Kompositkonstruktionen“ unterschieden werden (Abbildung 4).

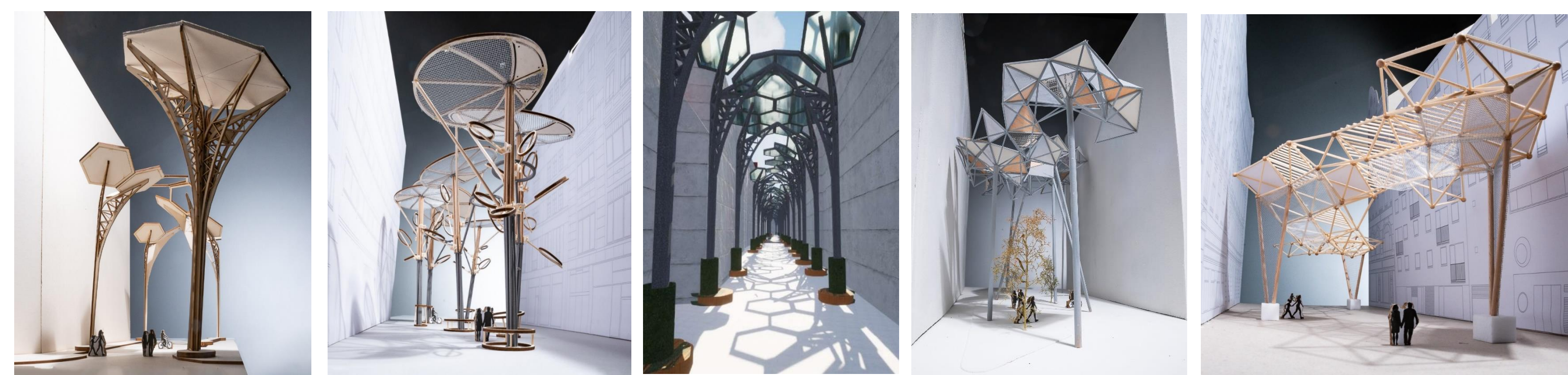


Abbildung 4: Verschiedene Entwürfe (1-3 von links: Solitärkonstruktionen, 4-5 von links: Verbundkonstruktionen) (Abbildung: AutorInnen)

Parallel dazu wurden Wirkungsanalysen durchgeführt, die sich sowohl auf die Wirkung im Straßenraum und in den benachbarten Bauwerken bezogen. Bauphysikalisch und humanökologisch relevant erschienen hierbei die thermo-hygrische (Innenraum: Operative Temperatur, Außenraum: PET – physiologisch-äquivalente Temperatur) sowie die lichttechnische Domäne (Verschattung/Reduktion von Tagestlichteinfall in Innenräumen und Straßenräumen).

Mittels thermo-energetischer Gebäudesimulation (Designbuilder/Energyplus) wurde die Wirkung auf Innenräume mittels vereinfachter Modelle der Verschattungssysteme durchgeführt (Abb. 5 zeigt Simulationsmodelle). Dabei wurde klar, dass solche urbanen Verschattungsstrukturen nach Möglichkeit etwa auf Traufenhöhe oder darüber wirken müssen, um eine Wirkung auf verschiedene Räumlichkeiten unterschiedlicher Geschosse in den benachbarten Bauwerken zu haben. Grundsätzlich wird nur durch eine entsprechende passive Verschattung des Straßenraums und die Wirkung auf die Nachbargebäude eine Wirkung (Temperaturreduktion) von 0,3 – 0,6 Kelvin im Durchschnitt und 1 – 2 Kelvin bei den Maximalwerten (Spitzentemperaturen in den Innenräumen) erzielt (Hinweis: die Kirchengasse ist eine Nord/Süd-Verbindungsstraße, demzufolge wurden Bauwerke mit West- und Ostfassade zur Straße nachmodelliert/simuliert). Im Straßenraum konnte gezeigt werden, dass die Verschattungssysteme im Stande sind eine ähnliche Wirkung auf die PET zu haben, wie Bäume nur durch Verschattung erreichen können. Die Wirkung betreffend evaporativem Kühlen wurde aus den Betrachtungen ausgeklammert – hier ist der Baum im Vorteil, weil Wasservernebelungsanlagen nur mit einem großen konstruktiven Aufwand in ganzjährig stehende Strukturen integriert werden können.

Parallel zu den Entwurfs-, Konstruktions- und Simulations/Wirkungs-Studien wurde mit relevanten Stakeholdern aus Verwaltung, Wissenschaft, Handwerk & Konstruktion, sowie Wirtschaft gesprochen und deren Einschätzung abgefragt. Hier kam heraus, dass entsprechende Strukturen grundsätzlich willkommen sind, die rechtlichen Rahmenbedingungen eine Frage des (sich einstellenden thermischen) Leidensdrucks sind und dass die meisten Stakeholder ganz spezifische Anforderungen an die Strukturen stellen: Die Feuerwehr beispielsweise möchte den zweiten Fluchtweg aus Nachbargebäuden mittels Anleitern nicht einbüßen, während die Wirtschaftstreibenden in der Regel eine ikonische und kundenanziehende Wirkung durch die Strukturen (vgl. mit dem Metropol Parasol in Sevilla/Spanien) anstreben würden.

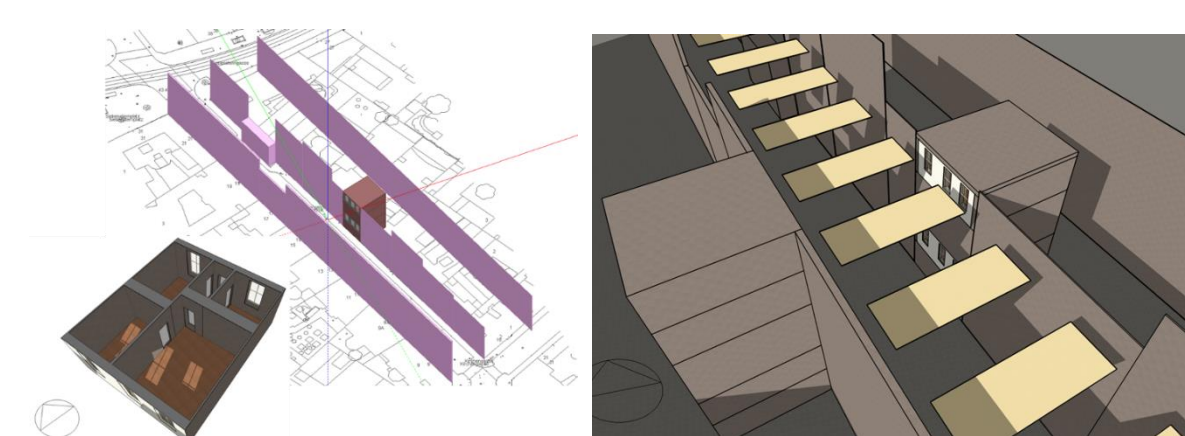


Abbildung 5: Simulationsmodelle für die Wirkung auf die Innenräume der benachbarten Gebäude (Abb.: AutorInnen)

Contact & Funding

Senior Scientist Dipl.Ing. Dr.techn. Ulrich Pont
TU Wien / Building Physics and Building Ecology 259.3
Karlsplatz 13 / 4, 1040 Wien
Ulrich.pont@tuwien.ac.at
Tel: +43 1 58801 27033



Gefördert im Rahmen des Stadt-der-Zukunft-Programms der FFG (Proj.Nr.: 886959)

References

- Crutzen, P.J. 2004. New Directions: The growing urban heat and pollution "island" effect – impact on chemistry and climate. Atmospheric Environment 38 (2004) 3539–3540
- DerStandard. 2023. Stöbl. G. Klimaforscher: 100 Milliarden Bäume pflanzen gegen den Treibhauseffekt. Published on 30th September 2023, available via: <https://www.derstandard.at/story/3000000189195/milliarden-b228ume-gegen-den-treibhauseffekt> (accessed Feb 2024).
- Hitzekarte. 2019. Urban Heat Vulnerability Map of Vienna, Austria, edited by Ecoten-urban comfort, available via: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/pdf/hitzekarte.pdf> (accessed Feb. 2024).
- Landsberg, H.E. 1981. The Urban Climate. New York, Academic Press.
- MA22 (ed.). 2018. Urban Heat Island Strategy. Available via <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/download/pdf/3559581?originalFilename=true> (accessed Feb 2024)