

Projektsteckbrief „Nachverdichtung im Kontext des Klimawandels“

Farzan Banihashemi¹, Sabrina Erlwein², Jakob Fellner³, Werner Lang¹, Juliane Meister²,
 Roland Reitberger¹, Stephan Pauleit², Frank Petzold³

¹ *Lehrstuhl für energieeffizientes und nachhaltiges Planen und Bauen*

² *Lehrstuhl für Strategie und Management in der Landschaftsentwicklung*

³ *Lehrstuhl für Architekturinformatik*

Laufzeit: Januar 2020 – Dezember 2022

Ausgangspunkt und Ziel

Der anhaltende Zuzug in bayerischen Städten geht mit einer gesteigerten Nachfrage nach Wohnraum und hohen Flächenkonkurrenzen einher. Parallel dazu steigt die Dringlichkeit von Klimaschutz und Klimaanpassung, wozu insbesondere die Sicherung und die Entwicklung von Grüner Infrastruktur wichtige Beiträge leisten kann. Dadurch entstehende Konflikte stellen eine Herausforderung für Kommunen und Eigentümer:innen dar, bieten jedoch auch Chancen zur Erzielung von Synergieeffekten. Dafür sind intensive Abstimmungen aller Projektbeteiligten (Kommunen, Planer:innen, Eigentümer:innen, Anwohner:innen) erforderlich, wodurch entsprechende Prozesse häufig lange Vorlaufzeiten in Anspruch nehmen. Das Projekt „Nachverdichtung im Kontext des Klimawandels“ strebt daher die Entwicklung und Erprobung eines kollaborativen Planungstools für ressourceneffiziente und klimaresiliente Lösungen in der Stadtplanung an. Ziel ist es, den Beteiligten bereits in frühen Projektphasen eine informierte Diskussion von Planungsalternativen zu ermöglichen und so zur Entscheidungsfindung beizutragen.

Im Rahmen des Projekts wurden dazu unter anderem die Einsatzmöglichkeiten solcher Tools untersucht. Daneben stellten die Entwicklung von Simulationsmethoden für die echtzeitnahe Unterstützung des Planungsprozesses sowie deren prototypische Implementierung wesentliche Inhalte des Vorhabens dar. Die Untersuchung von Nachverdichtungs- und Begrünungsszenarien mittels der entwickelten Methoden gab schließlich Aufschluss zu deren Anwendbarkeit und den künftigen Entwicklungspotentialen.

Forschungsdesign

Zunächst wurden die Anforderungen aus der kommunalen und planerischen Praxis erhoben und ausgewertet. Onlinebefragungen und Interviews mit bayerischen Kommunen mit über 30.000 Einwohner:innen bildeten hierfür die Grundlage. Die darauf aufbauende Entwicklung von Simulationsmethoden sowie deren prototypische Einbindung in eine bestehende Plattform zur kollaborativen Planung (Collaborative Design Platform, CDP), war der Ausgangspunkt für einen weiterführenden Praxistest. Die entwickelten Methoden wurden dabei mit Teilnehmer:innen aus kommunaler, planerischer und wirtschaftlicher Praxis erprobt und evaluiert, um weitere Entwicklungs- und Anwendungspotentiale aufzuzeigen.

Die enge Verzahnung der beteiligten Arbeitspakete gewährleistete dabei ein interdisziplinäres Forschungsumfeld. Dadurch konnten die gewonnenen Erkenntnisse laufend in die Konzeption und Umsetzung des Prototyps einfließen (sh. Abbildung 2).



Abbildung 1: Schematische Darstellung des kollaborativen Werkzeugs

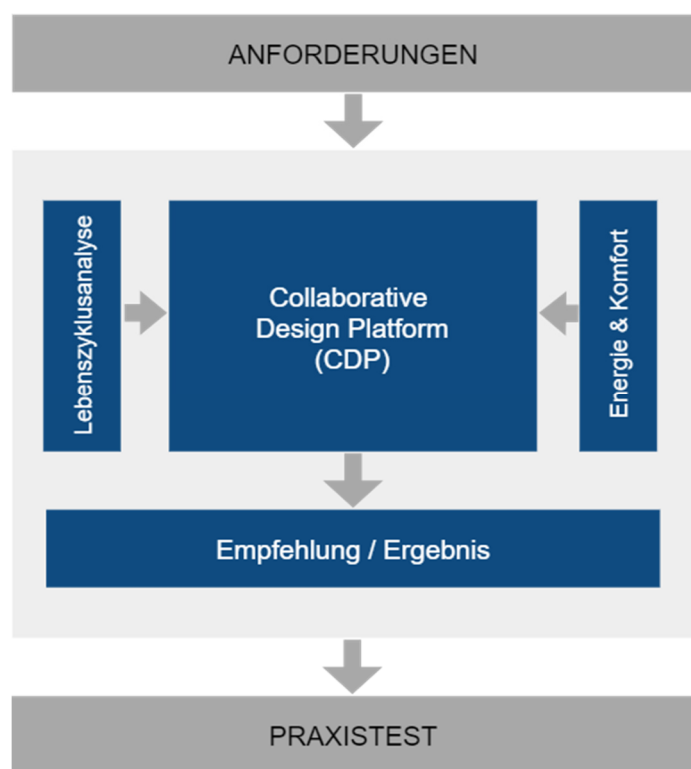


Abbildung 2: Zusammenwirken der Arbeitspakete im Projekt

Anforderungen und prototypische Umsetzung

Onlinebefragungen und Interviews haben die große Nachfrage nach einem Entscheidungsunterstützungstool für Planer:innen bestätigt und die wesentlichen Anwendungsbereiche aufgezeigt. Diese umfassen:

- Überlagerung vorhandener Informationen
- Quantitative Entwurfsauswertung
- Räumliche Visualisierung der Ergebnisse
- Vergleich von Szenarien

Aufbauend auf den festgestellten Bedarfen wurden Simulationsbausteine konzipiert. Dabei sollte insbesondere der Aspekt des Echtzeitfeedbacks Berücksichtigung finden, was die Verwendung bestehender Tools und Methoden stark einschränkte. Im Rahmen des Projekts konnten jedoch Verfahren zur Energiesimulation, Außenraumsimulation und Ökobilanzierung konzipiert werden, die dieses Kriterium erfüllen.

Abbildung 3 zeigt das Zusammenwirken der entwickelten Bausteine. Eine zentrale Datenbank wurde als Schnittstelle eingesetzt. Dabei konnte insbesondere die Interaktion von Innen- und Außenraum durch die Entwicklung einer neuen Methode zur Verschattungssimulation (Voxel-Methode) berücksichtigt werden. Mithilfe dieser können vorberechnete Schattenwürfe im dreidimensionalen Raum überlagert und dadurch Rückschlüsse auf die Verschattung der Fassaden und somit die solaren Gewinne gezogen werden.

Das auf Methoden der künstlichen Intelligenz aufgebaute Energiemodell ermöglicht unter Einbezug dieser Verschattungswerte eine sekundenschnelle Bewertung von Energiebedarfen im Quartier. Dadurch kann beispielsweise die Reduktion von Kühlenergiebedarfen durch die Platzierung von Bäumen oder Nachbargebäuden sichtbar gemacht und in der Ökobilanzierung berücksichtigt werden. Durch den Rückfluss in die zentrale Datenbank werden Ergebnisse sowohl auf der Planungsplattform, als auch auf einem zugeschalteten Dashboard visualisiert.

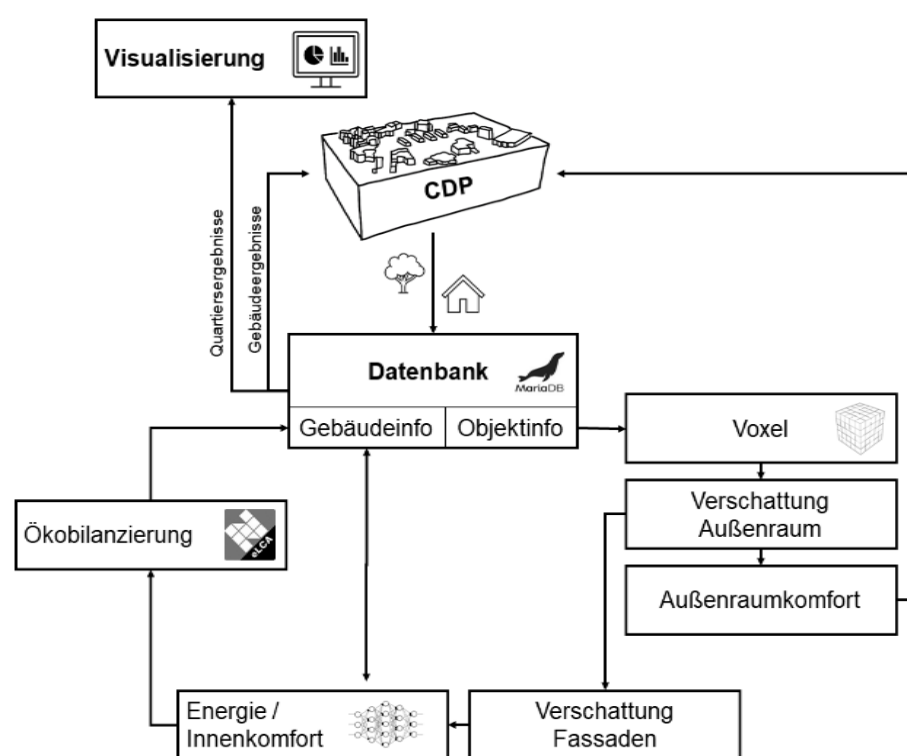


Abbildung 3: Systembild zum Informationsaustausch der entwickelten Methoden

Die darauf aufbauende, prototypische Einbindung in eine bestehende Plattform zur kollaborativen Planung (Collaborative Design Platform, CDP), bildete den Ausgangspunkt für einen weiterführenden Praxistest. Der Fokus lag dabei insbesondere auf der Frage des notwendigen Teilnehmer:innenkreises sowie dem Aspekt des Echtzeitfeedbacks, um den Beteiligten eine interaktive und informierte Diskussion zu ermöglichen. Die entwickelten Methoden wurden anschließend mit Workshopteilnehmer:innen aus Kommunen, Planungsbüros und Immobilienunternehmen erprobt und diskutiert, um Funktionen zu evaluieren und weitere Entwicklungs- sowie Anwendungspotentiale aufzuzeigen (sh. Abbildung 4).

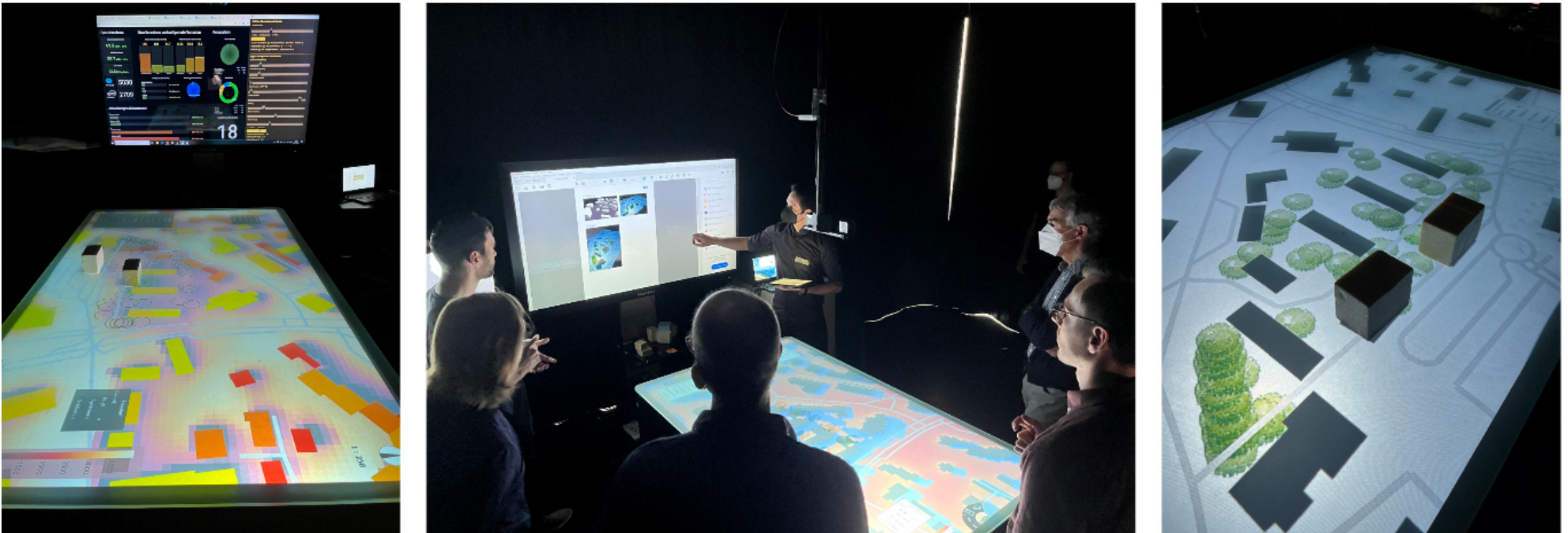


Abbildung 4: Zusammenschnitt aus praktischen Anwendungen des prototypischen Planungswerkzeugs (links: Im Vordergrund Überlagerung von Tageslichtsituation und Energiebedarfen, im Hintergrund das zugehörige Dashboard mit Zusatzinformationen; mittig: Informierte Diskussion während der Anwendung im Workshop; rechts: Planerische Eingriffe durch zusätzliche Gebäudeplatzierung und Ergänzung von Bäumen)

Beispielhafte Ergebnisse und Nutzen

Mittels der CDP können Veränderungen der aktuellen Bebauungssituation vorgenommen und Nachverdichtungsvorhaben sowie Sanierungen des Gebäudebestandes simuliert werden. Die Ergebnisse ermöglichen eine praxisrelevante Abschätzung der Auswirkungen für das Quartier bereits in sehr frühen Planungsstadien. Folgende Informationen und Ergebnisse sind bei der Anwendung der CDP zugänglich:

- Abstandsflächen
- Jahressimulation von Sonnenstunden
- Thermischer Außenraumkomfort
- Potentieller Kühlbedarf / Innenraumkomfort
- Heizwärmebedarf
- Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus
- Auswirkung des Klimawandels auf Energiebedarfe

Eine vergleichende Untersuchung von Nachverdichtungsszenarien an einem Fallbeispiel mit hohem Nachverdichtungspotential (Zeilenbebauung der 50er Jahre) diente zur Validierung sowie zur Bewertung verschiedener Maßnahmen (Aufstockung, Zeilenschluss, Zusatzgrün). Dabei zeigte sich eine, für frühe Planungsstadien sehr gute Ergebnisqualität im Vergleich zu vorhandenen Simulationsmethoden. Demnach ist insbesondere der Nutzen für Kommunen im Zuge von Bauleitplanungsverfahren mit nur sehr geringem

Informationsgehalt gegeben. Aus den Szenarien konnte die Gebäudeaufstockung als vorteilhaft hinsichtlich Energiebedarfen und Treibhausgasemissionen identifiziert werden. Durch die Kombination mit Grün im Außenraum besteht zudem die Möglichkeit, Hitzehotspots gezielt abzuschwächen. Beispielhafte Ergebnisse sind in Abbildung 5 und Abbildung 6 dargestellt.

Praxistransfer

Das im Projekt prototypisch umgesetzte Modellierungs- und Visualisierungswerkzeug konnte als gewinnbringend für Kommunen und Planende nachgewiesen werden. Durch die Erfassung von Szenarien und deren Echtzeitsimulation über die kollaborative Plattform wird eine informierte Diskussion der Beteiligten unterstützt und dadurch die Entscheidungsfindung bei Nachverdichtungsvorhaben erleichtert. Dies fördert die Integration von Klimaschutz (Energiebedarf, Treibhausgasemissionen) und Klimaanpassung (Mikroklima, thermischer Komfort im Außenraum), etwa in der Bebauungsplanung und Freiraumgestaltung.

Die im Zuge des Projekts entwickelten Simulationsmethoden (Energie, thermischer Außenraumkomfort) wurden zudem veröffentlicht und können dadurch in der Praxis genutzt und weiterentwickelt werden. Zu den Zielgruppen zählen insbesondere Kommunen, Stadtverwaltungen, Planungsbüros, politische Entscheidungsträger:innen sowie Eigentümer:innen großer Immobilienbestände.

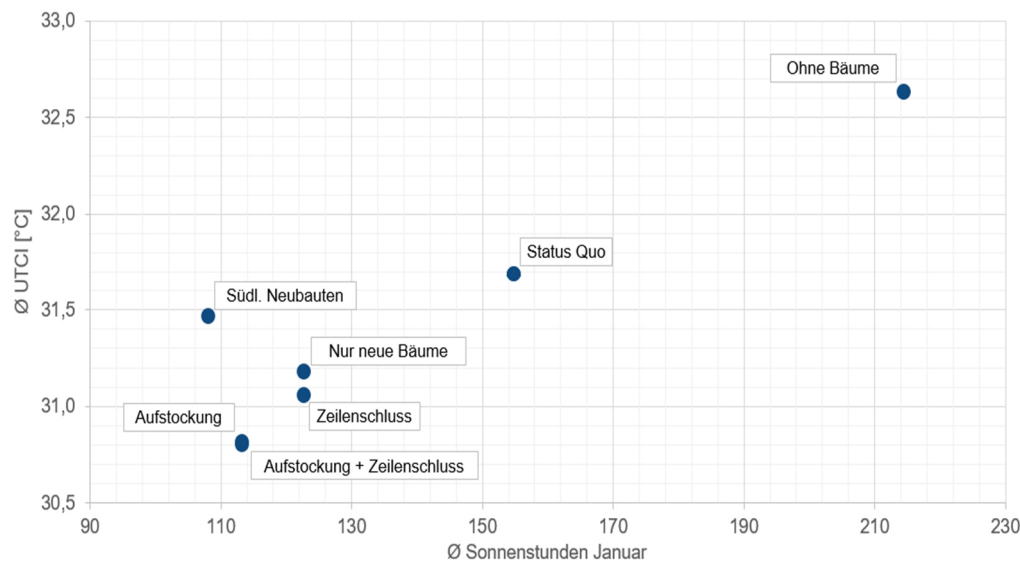


Abbildung 5: Visualisierung des Konflikts zwischen thermischen Außenraumkomfort (Universal Thermal Climate Index, UTCI) und Tageslichtversorgung im Januar.

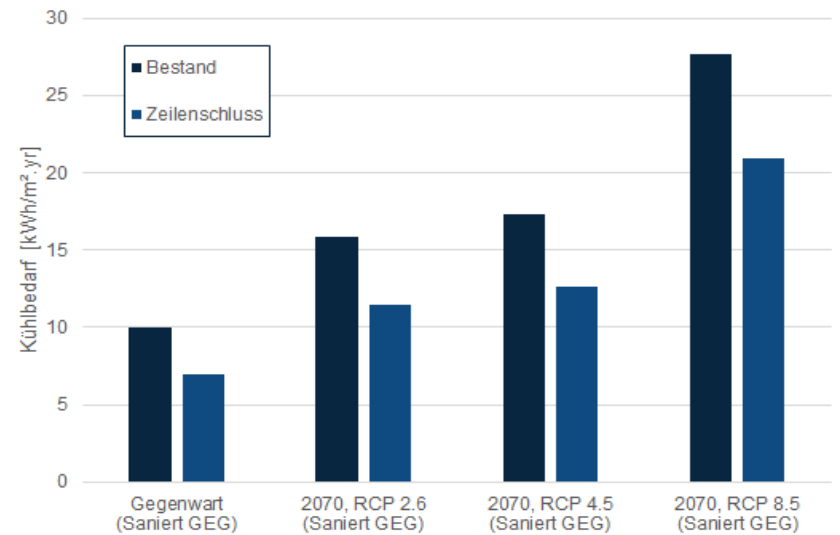


Abbildung 6: Auswirkung verschiedener Klimawandelszenarien auf den Kühlenergiebedarf eines sanierten Zeilenbaus (Bestand) sowie des Szenarios „Zeilenschluss“.

Schlussfolgerungen

Mangelnde finanzielle und personelle Ressourcen, Informationsdefizite und unzureichende Kommunikation stellen Hürden für eine kontrollierte und klimaresiliente Nachverdichtung dar. Entwicklungs- und Gestaltungssatzungen schaffen Rahmenbedingungen außerhalb von Bebauungsplänen, während die Entwicklung von städtischen Leitbildern eine Verständigung innerhalb der Stadtgesellschaft anstößt und Ziele transparent nach außen kommuniziert. Die frühzeitige Bereitstellung von klimarelevanten Informationen trägt entscheidend dazu bei, mögliche Synergien und Potentiale für eine klimaresiliente Nachverdichtung zu erkennen.

Das Entscheidungsunterstützungstool für Kommunen und Planer:innen ermöglicht die Bereitstellung und Verknüpfung von Informationen, die Analyse von Planungsentwürfen sowie die Simulation und Visualisierung von Planungsalternativen. Um einen maximalen Nutzen durch derartige Tools zu erzielen sollte der Einsatz in frühen Planungsphasen erfolgen.

Die Fallstudie hat zahlreiche Zielkonflikte aufgezeigt. Kommunen und Eigentümer sollten daher im Vorfeld ein quartiersspezifisches Bewertungsschema erarbeiten, nach welchem die relevanten Aspekte priorisiert werden sollen. Dadurch können Lösungen identifiziert werden, die den besten Kompromiss aus Optimierung und Anforderungserfüllung bieten.

Ausblick

Die Ergebnisse der generierten Szenarien, können in einem separaten Schritt weiteren Beteiligten zur Verfügung gestellt werden. So könnten kollaborative Tools auch in Beteiligungsverfahren eingesetzt werden. Entscheidend ist dabei jedoch eine gute Vermittlung der Ergebnisse und eine professionelle Einbindung in Kommunikationsprozesse mit der Zivilgesellschaft. Somit können Missverständnisse vermieden, Potentiale aufgezeigt und mehr Transparenz der Entscheidungsprozesse erzeugt werden.

Neben einer weitergehenden Validierung stellt insbesondere die Anwendung der entwickelten Simulationsmethoden (Voxelmethode, Energiemodell) im Zusammenspiel mit automatisierten Optimierungsalgorithmen eine potentielle Weiterentwicklung dar. Derartige Verfahren erfordern eine hohe Iterationszahl und sind daher auf wenig rechenintensive Modelle mit kurzen Laufzeiten angewiesen.

Bei den durchgeführten Analysen wurden die vorherrschenden Wechselwirkungen zwischen Gebäuden und Außenraum deutlich. Dabei ist neben der detaillierten Analyse einzelner Aspekte ein systematisches Verständnis der gebauten Umwelt notwendig. Dies ermöglicht es, nicht unmittelbar erkennbare Zusammenhänge aufzuzeigen und dadurch synergetische Effekte zu erzielen. Die laufende Weiterentwicklung von Tools und Methoden erlaubt hierzu eine immer umfassendere Integration von Aspekten (z.B. Mobilität, Blaue Infrastruktur, ...) welche es zusammenzuführen gilt.