



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Diplomarbeit

City Labs und digitale Planungstools im Kontext urbaner Klimaresilienz

**ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
einer Diplom-Ingenieurin**

unter der Leitung von

Senior Scientist Dipl.-Ing.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ **Katrin Hagen**

Fachbereich Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung E260/02

Institut für Städtebau, Landschaftsarchitektur und Entwerfen

und

Dipl.-Ing.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ **Tanja Tötzer**

Climate-Resilient Urban Pathways

Center for Energy

Austrian Institute of Technology

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Melanie Haider, BSc

01526802

Wien, am 22.05.2024



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Städte stehen vor einer Vielzahl an Herausforderungen. Neben dem Umgang mit der Komplexität städtischer Systeme sowie jener von Planungsprozessen, sind sie gefordert, ihre Resilienz gegenüber klimabedingten Risiken zu erhöhen. Digitale Planungstools, die städtische Daten visualisieren, modellieren und simulieren, können helfen, mit der zunehmenden Komplexität umzugehen und zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz beizutragen. Die Diskrepanz zwischen dem Angebot digitaler Planungstools und der tatsächlichen Anwendung in der Planungspraxis, schränkt dieses Potential jedoch ein.

Die Diplomarbeit befasst sich mit City Labs als Chance, diese Lücke zu schließen und in kollaborativen Planungs- und Entscheidungsprozessen urbane Klimaresilienz zu fördern. Ziel der Arbeit ist es, City Labs zu charakterisieren und erste Aussagen zu deren Beitrag zum Schließen der Lücke zwischen digitalen Tools und Planungspraxis sowie deren potentiellen Beitrag zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz zu treffen. Zu diesem Zweck wurden neben dem aktuellen Forschungsstand City Labs weltweit betrachtet und eine Fallstudie durchgeführt. Hierzu wurden drei Fallbeispiele mithilfe von Literatur- und Internetrecherche sowie auf Basis leitfadengestützter Expert:inneninterviews mit Mitarbeiter:innen dieser genauer betrachtet: City Intelligence Lab (CIL) in Wien, City Science Lab (CSL) in Hamburg, AvaLinn Smart City Planning Hub in Tallinn.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass City Labs Organisationseinheiten sind, die digitale Planungstools im physischen Raum nutzen, um so kollaborative Planungsprozesse zu unterstützen. Aufgrund ihrer spezifischen Herangehensweisen und Charakteristika, wie beispielsweise dem Prozessmanagement oder der Technologiebetreuung, können sie zur Implementierung digitaler Tools in der Planungspraxis beitragen. Durch die Darstellung und Simulation komplexer Zusammenhänge und die Förderung kollaborativen, disziplinübergreifenden Arbeitens bieten sie eine Grundlage für die Unterstützung der Vermittlung von Klimaresilienz sowie die Auswahl geeigneter Maßnahmen.

Abstract

Cities face a variety of challenges. In addition to dealing with the complexity of urban systems and planning processes, they are tasked with enhancing their resilience to climate-related risks. Digital planning tools that visualize, model and simulate urban data can help to deal with the increasing complexity and contribute to increasing urban climate resilience. However, the gap between the availability of digital planning tools and their actual application in planning practice limits this potential.

This thesis reports on "City Labs" as a potential solution to bridge this gap and promote urban climate resilience in collaborative planning and decision-making processes. The thesis seeks to characterize "City Labs" and offer initial statements about their impact on closing the gap between digital tools and planning practice, as well as their potential contribution to urban climate resilience. For this purpose, in addition to a review of the current state of research, "City Labs" worldwide were examined and a case study was conducted. Three labs were analyzed in more detail through literature and internet research as well as semi-structured expert interviews with employees: City Intelligence Lab (CIL) in Vienna, City Science Lab (CSL) in Hamburg, AvaLinn Smart City Planning Hub in Tallinn.

The findings of the study indicate that "City Labs" are organizational units that use digital planning tools in physical spaces to support collaborative planning processes. Due to their specific approaches and characteristics, such as process management or technology support, they can contribute to the implementation of digital tools in planning practice. By representing and simulating complex correlations and promoting collaborative, interdisciplinary work, they provide a basis for supporting the dissemination of the importance of climate resilience and the selection of suitable measures.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich beim Verfassen dieser Arbeit sowie des Studiums insgesamt begleitet und unterstützt haben.

Danke Mama und Papa dafür, dass ihr mir ein Studium ermöglicht habt und ihr immer an mich glaubt.

Danke Katrin Hagen und Tanja Tötzer für euren wertvollen Input, eurer Interesse, eure Geduld, und eure immer wieder motivierenden Worte.

Danke an meine Interviewpartner:innen für eure Begeisterung, eurer Wissen, euer Interesse und eure Inspiration.

Danke an meine Gesprächspartner:innen am AIT für euren Input und den Einblick in die Arbeit des AIT.

Danke an meine bessere Hälfte Thomas für die Unterstützung in allen Hoch und Tiefs. Danke, dass du immer für mich da bist.

Danke Lisa, für deine immerwährende Unterstützung. Ohne dich würde es diese Arbeit wohl nicht geben.

Danke Alex, Anna, Antonia, Denise, Elfi und Verena für eure Unterstützung und das genaue Korrekturlesen.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass die vorliegende Arbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen von mir selbstständig erstellt wurde. Alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, sind in dieser Arbeit genannt und aufgelistet. Die aus den Quellen wörtlich entnommenen Stellen sind als solche kenntlich gemacht.

Das Thema dieser Arbeit wurde von mir bisher weder im In- noch Ausland einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt. Diese Arbeit stimmt mit der von den Begutachterinnen/Begutachtern beurteilten Arbeit überein.

Wien, 22. Mai 2024

Melanie Haider



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Abkürzungsverzeichnis

AIT	Austrian Institute of Technology
CAL	City Analytics Lab
CIL	City Intelligence Lab
CoDeC	Cognitive Urban Design Computing
CoSI	Cockpit Social Infrastructure
CPSS	Communicative Planning Support Systems
CSL	City Science Lab
CUT	Connected Urban Twins
DL	Deep Learning
HCU	HafenCity Universität Hamburg
InFraReD	Intelligent Framework for Resilient Design
KPI	Key-Performance-Indicator (Leistungskennzahl)
MIT	Massachusetts Institute of Technology
ML	Machine Learning
PSS	Planning Support Systems
PSScience	Planning Support Science
TalTech	Tallinn University of Technology
UT	Urban Tempo
VGP	Virtual Green Planner



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	15
1.1	Problemhintergrund	15
1.2	Forschungsinteresse und Forschungsfragen	16
1.3	Forschungskonzept und methodisches Vorgehen	17
1.4	Abgrenzung	18
2	Theoretischer Rahmen	19
2.1	Urbane Klimaresilienz	19
2.2	Planungs- und Entscheidungsprozesse im Kontext von urbaner Klimaresilienz	26
2.2.1	Rahmenbedingungen und Herausforderungen	26
2.2.2	Konzeptioneller Rahmen	31
2.3	Digitale Planungstools im Kontext urbaner Klimaresilienz	34
2.4	Zwischenfazit	48
3	City Labs als Rahmen für den Einsatz digitaler Planungstools	49
3.1	City Labs im Überblick	49
3.2	City Labs im Vergleich	51
4	Fallstudie	57
4.1	Auswahl der Fallbeispiele	57
4.2	Datenerhebung und Analysemethodik	58
4.3	Analyse der Fallbeispiele	60
4.3.1	City Intelligence Lab	60
4.3.2	City Science Lab	72
4.3.3	AvaLinn Smart City Planning Hub	80
5	Diskussion der Ergebnisse	91
5.1	Einleitung	91
5.2	Erforderliche Rahmenbedingungen	92
5.3	Zentrale Charakteristika von City Labs	96
5.4	Beitrag zur Überwindung des PSS Implementation Gap	98
5.5	Potentielle Herausforderungen	101
5.6	Beitrag zu urbaner Klimaresilienz	104
5.7	Methodische Reflexion der Arbeit	110
6	Conclusio	111
7	Verzeichnisse	114
7.1	Abbildungsverzeichnis	114
7.2	Tabellenverzeichnis	115
7.3	Verzeichnis der Expert:inneninterviews	115
7.4	Literaturverzeichnis	116



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

1 Einleitung

1.1 Problemhintergrund

Die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels, von welchen urbane Räume aufgrund ihres hohen Versiegelungsgrades und ihrer Dichte besonders betroffen sind, stellen Städte vor die Herausforderung, ihre Resilienz gegenüber klimabedingten Risiken zu erhöhen. Planungsaufgaben in diesem Kontext sind von besonders hoher Komplexität geprägt. Dazu trägt nicht nur der langfristige Zeithorizont des Klimawandels und seiner Auswirkungen, sondern auch die Komplexität urbaner Systeme bei (Alberti et al., 2003; Hallegatte, 2009, S. 241 nach Albers & Deppisch, 2013, S. 1599). Als weitere herausfordernde Faktoren kommen eine zunehmende Anzahl an Politikfeldern, die in Planungsprozesse eingebunden werden müssen, die wachsende Anzahl an Personen, die in partizipativen Planungsprozessen oftmals in frühen Stadien eingebunden werden, sowie divergierende Wissensstände und Agenden der Beteiligten hinzu (Geertman, 2006, S. 863).

InfolgedieserwachsendenKomplexitätwerdentraditionellePlanungsansätze zunehmend durch evidenzbasierte Analysen städtischer Daten ersetzt (Zeng et al., 2018, S. 1). Die stetige Zunahme an Daten sowie die technologischen Möglichkeiten bieten hier große Potentiale. Digitale Planungstools oder Planning Support Systems (PSS) bieten die Möglichkeit der zunehmenden Komplexität zu begegnen und ermöglichen zusammen mit der wachsenden Verfügbarkeit und Vielfalt von Daten nachhaltigere und resilientere Szenarien zu erstellen (Pettit et al., 2018, S. 14; Vonk & Geertman, 2008, S. 155). Sie bieten somit die Chance, Planungs- und Entscheidungsprozesse hin zu einer erhöhten urbanen Resilienz zu unterstützen (Argyroudis et al., 2022, S. 4; Thaler et al., 2021, S. 224).

Obgleich digitale Planungstools großes Potential aufweisen, zeigt sich in der Planungspraxis eine Diskrepanz zwischen ihrem Angebot und ihrer tatsächlichen Nutzung. Diese Diskrepanz wird als PSS Implementation Gap bezeichnet. (Geertman, 2017, S. 70; ; Nummi et al., 2022, S. 2) Um die Potentiale digitaler Planungstools im Kontext urbaner Klimaresilienz voll auszuschöpfen, ist eine Betrachtung der Tools per se jedoch nicht ausreichend. Vielmehr muss auch deren tatsächliche Implementierung in Planungsprozesse in den Fokus gerückt werden.

Unter City Labs werden in dieser Arbeit Organisationsformen, die digitale Planungstools im physischen Raum nutzen sowie deren Nutzung in Planungsprozessen begleiten, verstanden. Eine Abgrenzung ist im darauf folgenden Kapitel zu finden.

1.2 Forschungsinteresse und Forschungsfragen

Ausgehend vom dargelegten Problemhintergrund ergibt sich das Forschungsinteresse an City Labs als Möglichkeit, die Diskrepanz zwischen dem Angebot digitaler Planungstools und ihrer tatsächlichen Anwendung in der Planungspraxis, dem sogenannten PSS Implementation Gap, zu schließen und so in kollaborativen Planungs- und Entscheidungsprozessen die Grundlage für die Schaffung klimaresilienter städtischer Strukturen zu schaffen.

Ziel der Arbeit ist es, aufzuzeigen, ob und wie City Labs zur Überwindung des PSS Implementation Gap sowie insbesondere zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz beitragen können.

Es ergeben sich mehrere Forschungsfragen, die dieser Arbeit zu Grunde liegen:

Forschungsfrage 1

Was sind wesentliche Charakteristika von City Labs?

Im Gegensatz zu Planning Support Systems (PSS) und dem PSS Implementation Gap sind City Labs deutlich weniger beforscht. Ziel ist es, durch eine systematische Analyse eine Charakterisierung von City Labs vorzunehmen.

Forschungsfrage 2

Worin liegen die Potentiale sowie die Herausforderungen von City Labs? Inwiefern tragen City Labs zur Überwindung des PSS Implementation Gap bei?

Um zur Überwindung des PSS Implementation Gap beitragen zu können, wird Wissen über Vorteile, Potentiale sowie potentielle Herausforderungen, aber auch die erforderlichen Rahmenbedingungen von City Labs benötigt. Ziel ist es, Aussagen über den potentiellen Beitrag von City Labs zur Überwindung des PSS Implementation Gap anhand von drei ausgewählten City Labs zu treffen.

Forschungsfrage 3

Inwiefern können City Labs und deren digitalen Planungstools einen Beitrag zur urbanen Klimaresilienz leisten?

Städte stehen vor der Herausforderung, mit der Komplexität urbaner Systeme umzugehen und ihre Resilienz gegenüber klimabedingten Risiken zu verbessern. Ziel ist es, erste Ansätze und Chancen in Bezug auf eine stärkere Betrachtung urbaner Klimaresilienz in Planungsprozessen durch die Nutzung digitaler Planungstools und deren Organisation in City Labs aufzuzeigen.

1.3 Forschungskonzept und methodisches Vorgehen

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden verschiedene Methoden angewandt. Zunächst erfolgten eine Literaturrecherche sowie eine Analyse dieser. Der aktuelle Forschungsstand wurde systematisch erfasst und aufbereitet. Dies erfolgte durch das Aufbereiten der Kernthemen „Urbane Klimaresilienz“, „Planungs- und Entscheidungsprozesse im Kontext von urbaner Klimaresilienz“ und „Digitale Planungstools am Weg zur urbanen Klimaresilienz“. Neben der Aufbereitung des aktuellen Forschungsstands standen insbesondere das Herausarbeiten der Herausforderungen im Zusammenhang mit digitalen Planungstools, dem sogenannten PSS Implementation Gap, sowie der Vorteile der Organisation digitaler Planungstools in City Labs an der Schnittstelle zur urbanen Resilienz im Fokus.

Der aktuelle Forschungsstand wird in Kapitel 2 aufbereitet.

Aufbauend auf der Literaturrecherche wurde eine systematische Suche nach bestehenden City Labs durchgeführt. Dies erfolgte durch eine Online-Recherche sowie mit Hilfe des Wissens von Expert:innen des Austrian Institute of Technology (AIT). Die City Labs wurden nach verschiedenen vorab definierten Kriterien analysiert. Hierzu wurden online verfügbare Informationen, wie die Webseiten der City Labs oder Nachrichtenbeiträge sowie wissenschaftliche Literatur herangezogen.

Um einen tieferen Einblick in die Arbeit von City Labs zu erhalten sowie insbesondere Wissen zur Nutzung von City Labs im Kontext von urbaner Klimaresilienz zu erlangen, wurde der Forschungsansatz der Fallstudie gewählt. Der Forschungsansatz des Fallstudiendesigns eignet sich insbesondere um Wissen über „praktische Zusammenhänge, Prozesse und Auswirkungen“ (Lamker, 2014, S. 1) sowie detailliertes und kontextabhängiges Wissen (Flyvbjerg, 2011, S. 303) zu generieren. Dieses Wissen lässt zwar kein direktes Übertragen auf andere Beispiele zu, ermöglicht es aber, praktisches Wissen für andere Kontexte zugänglich zu machen und ein Lernen daraus zu ermöglichen (Lamker, 2014, S. 7; Flyvbjerg, 2011, S. 305).

Es wurden drei der in Kapitel 4 vorgestellten City Labs ausgewählt und einer tiefergehenden Analyse unterzogen. Dazu erfolgte im ersten Schritt eine Recherche wissenschaftlicher Publikationen sowie Online-Ressourcen zu den ausgewählten City Labs. Um weitere fachspezifische Informationen zu den Fallbeispielen zu erhalten, wurden in einem zweiten Schritt qualitative leitfadengestützte Expert:inneninterviews geführt. Ziel war es, exklusives Praxis- und Erfahrungswissen theoriegeleitet und systematisch zu erfassen. (Gläser & Laudel, 2009, S. 12) Hierfür wurden Schlüsselpersonen der drei ausgewählten City Labs interviewt.

Eine genaue Charakterisierung von City Labs erfolgt in der Diskussion (Kapitel 5.3). Eine Definition von digitalen Planungstools erfolgt im theoretischen Rahmen (siehe Seite 2.3).

1.4 Abgrenzung

Im Rahmen dieser Arbeit werden unter dem Begriff „City Labs“ Organisationsformen, die digitale Planungstools im physischen Raum nutzen und Planungsprozesse mit diesen begleiten, verstanden. Digitale Planungstools und City Labs sind dabei immer im Kontext der Stadtplanung zu sehen. City Labs sind klar von den Begriffen „Reallabore“ und „Urbane Labore“ bzw. „Urban Living Labs“, die sich als Test- und Experimentierräume in der realen Welt verstehen (Anduschus et al., 2023, S. 4, 28) und nicht unbedingt den Einsatz digitaler Planungswerkzeuge erfordern, abzugrenzen.

Des Weiteren bietet die vorliegende Arbeit vor allem Erkenntnisse zu City Labs und nur in geringerem Ausmaß zu deren digitalen Planungstools und ihren Eigenschaften und Funktionen. Zum Verständnis werden digitale Planungstools beziehungsweise „Planning Support Systems“ in Kapitel 2.3 vorgestellt. Im weiteren Verlauf der Arbeit werden sie jedoch vor allem in Kombination mit ihrem Einsatz in City Labs betrachtet.

2 Theoretischer Rahmen

Im folgenden Kapitel werden der aktuelle Forschungsstand und die für die Arbeit wesentlichen Literaturstränge bearbeitet. Dies erfolgt anhand der folgenden drei Kapitel: „Urbane Klimaresilienz“, „Planungs- und Entscheidungsprozesse im Kontext von urbaner Klimaresilienz“ und „Digitale Planungstools am Weg zur urbanen Klimaresilienz“.

Diese drei Kapitel bauen aufeinander auf und sind stark miteinander verknüpft. Sie bilden nicht nur den theoretischen Rahmen dieser Arbeit, sondern leiten auch die Notwendigkeit der Betrachtung von City Labs im Kontext urbaner Resilienz her.

In der Marginalie sind Verweise auf andere Kapitel sowie ergänzende Erklärungen zu finden.

2.1 Urbane Klimaresilienz

Mit den zunehmend spürbaren Auswirkungen des Klimawandels hat auch das Interesse am Konzept der Resilienz zugenommen. Planer:innen und politische Entscheidungsträger:innen nutzen sie als Rahmenwerk. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit dem Stand der Resilienzforschung. Ziel ist es, urbane Klimaresilienz als nützliches Konzept für Planungsprozesse aufzuzeigen. Auf einen Abriss der Entwicklungen und Begriffsdefinitionen folgt eine Einordnung in die Planungspraxis.

Resilienz

Der Begriff Resilienz hat extrem an Popularität gewonnen und diese nimmt auch weiter zu (Meerow & Newell, 2019, S. 309; Davoudi, 2012, S. 304; Leichenko 2011, S. 164; Kapucu et al., 2021, S. 12; Ruan et al., 2024, S. 3). Er wird von einer Vielzahl an Disziplinen genutzt und weist dementsprechend eine Vielzahl an Definitionen auf (Mehryar et al., 2022, S. 2).

Die lateinische Bezeichnung *resilire* oder *resilio* steht für zurückspringen (Davoudi, 2012, S. 300; Klein et al., 2003, S. 35). Der Begriff wurde zunächst von Naturwissenschaften genutzt, um die Fähigkeit eines Materials, nach einer Belastung in die Ursprungsform zurückzukehren, zu beschreiben (Davoudi, 2012, S. 300). In der Psychologie steht wiederum die psychische Widerstandskraft einer Person im Fokus (Bonanno, 2004, S. 20). In diesen Verständnissen bilden Gegenstände oder Individuen das Subjekt. Die systemtheoretisch fundierte Resilienzforschung fokussiert hingegen komplexe Systeme und deren Fähigkeit, mit Krisen und Schocks umzugehen. (Giffinger et al., 2021, S. 4).

Dieser Strang der Resilienzforschung geht auf den Ökologen Crawford Stanley Holling zurück. Er hat den Begriff der Resilienz im Kontext von Umweltveränderungen geprägt. (Meerow & Newell, 2019, S. 311) Holling unterscheidet zwischen technischer und ökologischer Resilienz. Als technische Resilienz beschreibt Holling (1973, 1986 nach Davoudi, 2012, S. 300) die Fähigkeit eines Systems, nach einer Störung wieder in einen

Die Resilienz von Personen und Materialien sind nicht Teil dieser Arbeit. In dieser Arbeit wird die systemtheoretische Resilienzforschung betrachtet.

Gleichgewichtszustand zu gelangen. Unter Störungen sind dabei sowohl Naturkatastrophen (bspw. Überschwemmungen oder Erdbeben) als auch gesellschaftliche Umbrüche (bspw. Bankenkrisen oder Kriege) zu verstehen. Je schneller ein System in den Ursprungszustand zurückkehrt, desto resilienter ist es. Die ökologische Resilienz fokussiert hingegen auf das Ausmaß einer Störung, welches ein System aushält, ohne seine Struktur zu verändern (Holling, 1996, S. 33). Die Resilienz eines Systems hängt also davon ab, wie viel es an Störungen verkraftet, ohne dabei Schwellenwerte zu übertreten. Im Gegensatz zur technischen Resilienz erkennt die ökologische Resilienz an, dass es mehr als einen Gleichgewichtszustand geben kann. Gemein ist beiden das Streben nach einem Gleichgewichtszustand, egal ob dabei in einen alten Zustand zurückgekehrt wird (technisch) oder ein neuer stabiler Zustand (ökologisch) erreicht wird. (Davoudi, 2012, S. 300f.)

Neben der technischen und ökologischen Resilienz führt Davoudi (2012, S. 302) die evolutionäre Resilienz, die auch sozial-ökologische Resilienz genannt wird, als weiteres Verständnis von Resilienz an. Die evolutionäre Resilienz fokussiert die Veränderungs-, Anpassungs- und Transformationsfähigkeit von komplexen Systemen bei Belastungen und Stress (Carpenter et al., 2005 nach Davoudi, 2012, S. 302). Resilienz wird hier nicht als Zurückspringen in einen Gleichgewichtszustand gesehen. Die evolutionäre Resilienz geht davon aus, dass sich Systeme auch ohne externe Schocks verändern oder gar transformieren.

Zentral sind somit Systeme und deren Umgang mit Schocks und Veränderungen, seien sie extern oder intern. Dabei können Systeme nach Schocks in ihren Ursprungszustand zurückspringen, in ein neues Gleichgewicht fallen und sich auch ohne externe Einflüsse transformieren.

Aus dieser beschreibenden Sicht von Resilienz hat sich das Resilienzkonzept hin zu einem normativen Ansatz oder gar einer Denkweise entwickelt (Folke, 2006, S. 260 nach Meerow & Newell, 2019, S. 311). Resilienz bildet dabei einen Rahmen für das Nachdenken darüber, wie komplexe Systeme angesichts von Störungen, Ungewissheit und Veränderung bestehen können (Davoudi et al., 2012, S. 306; Matyas & Pelling, 2014 nach Meerow & Newell, 2019, S. 311). Andere Autoren beschreiben, dass das Resilienzkonzept die Fähigkeit hat als „boundary object“ (Brand & Jax, 2007 nach Meerow & Newell 2019, S. 309) oder „bridging concept“ (Beichler et al., 2014 nach Meerow & Newell, 2019, S. 309) zu fungieren. Resilienz ermöglicht die Verknüpfung mehrerer Wissensbereiche, wie beispielsweise jene der Klimawandelanpassung und der Gefahrenreduktion (ARUP, 2014, S. 11).

Auch Planer:innen und politische Entscheidungsträger:innen haben das Konzept der Resilienz für sich entdeckt. Mit der zunehmenden Urbanisierung sowie den Ungewissheiten und Herausforderungen, die mit dem Klimawandel einhergehen, hat das Interesse an der urbanen (Klima-) Resilienz als ganzheitlicher Rahmen für die Bewältigung von Belastungen und das Planen von Lösungen zugenommen (Leichenko, 2011, S. 164;

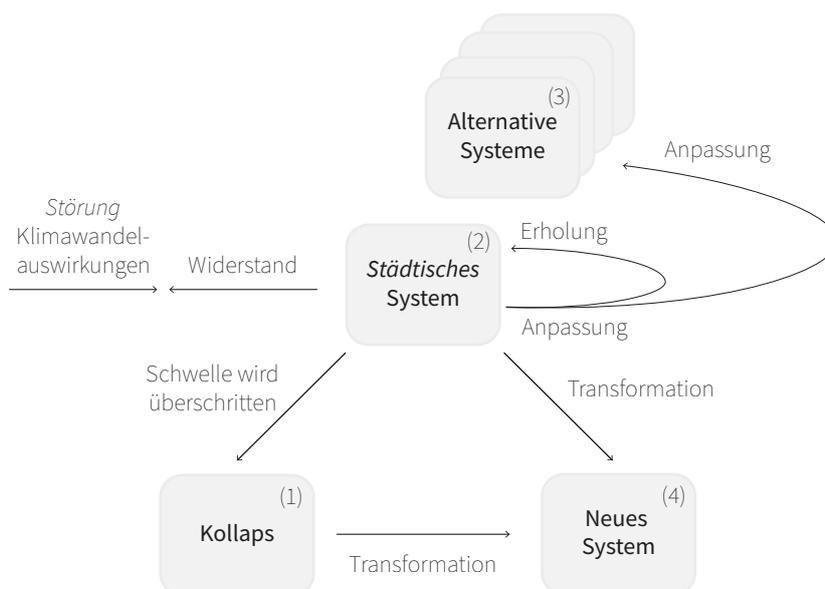
Marschütz et al., 2020, S. 1; Meerow et al., 2016, S. 39; Mehryar et al., 2022, S. 2; Greiving, 2018, S. 2070). Albers & Deppisch (2013, S. 1598) beschreiben, dass die erhöhte Aufmerksamkeit vor allem daher rührt, dass das Konzept der Resilienz sowohl die Komplexität von Städten als auch die Ungewissheiten durch den Klimawandel berücksichtigt. Die Popularität des Begriffs zeigt sich beispielsweise an der Vielzahl an Konzepten, Initiativen, Berichten und Plattformen, wie dem „City Resilience Profiling Tool“ des UN Habitat, dem „City Resilience Index“ von ARUP, dem „100 Resilient Cities“ Netzwerk der Rockefeller Foundation oder auch dem Ziel 11 „Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable“ (United Nations, o.J.) der Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen, die versuchen die Resilienz städtischer Gebiete zu erhöhen. Allgemein ist laut Salata & Yiannakou (2020, S. 1) das Ziel der Resilienzerhöhung zu einem wichtigen Ziel für Städte in einer Reihe an Politikbereichen, wie der Klimawandelanpassung oder der Mitigation des Klimawandels, geworden. Die Raumplanung spielt dabei eine essentielle Rolle. Tötzer et al. (2018, S. 203) argumentieren sogar, dass ein umfassender Ansatz zur klimaresilienten Planung ein unumgänglicher Faktor ist, um die nie dagewesenen, plötzlich auftretenden Veränderungen durch den Klimawandel zu bewältigen und gleichzeitig eine gut funktionierende Infrastruktur sowie eine hohe Lebensqualität bieten zu können.

Wie in Abbildung 1 ersichtlich ist, können urbane Systeme unterschiedlich auf die Auswirkungen des Klimawandels reagieren. Ist ein städtisches System nicht ausreichend resilient bzw. werden Schwellenwerte überschritten, droht ein Kollaps (1). Diesen versuchen Planer:innen und politische Entscheidungsträger:innen mit Hilfe resilienter Strukturen zu verhindern. Ist ein System ausreichend resilient bzw. widerstandsfähig, kann es entweder (2) Störungen absorbieren und im gleichen Zustand weiter funktionieren, (3) sich erholen und im Ausgangszustand oder einem alternativen Systemzustand funktionieren oder (4) sich transformieren und einen neuen Zustand bilden. Die Transformation in ein alternatives oder gar neues System ist in Anbetracht des Klimawandels und der damit einhergehenden Herausforderungen, dem Zurückkehren in einen Zustand vor dem Schock vorzuziehen. Der Ausgangszustand ist meist kein wünschenswerter und weist oft eine beschränkte Anpassungsfähigkeit auf. Die Anwendung des Konzepts der Resilienz kann daher helfen, vorsorglich die richtigen Maßnahmen zu ergreifen.

Eine häufig genutzte Definition von urbaner Resilienz, die in Einklang mit Abbildung 1 steht und auch dieser Arbeit zu Grunde gelegt wird, stammt von Meerow et al. (2016, S. 39):

„Urban resilience refers to the ability of an urban system-and all its constituent socio-ecological and socio-technical networks across temporal and spatial scales-to maintain or rapidly return to desired functions in the face of a disturbance, to adapt to change, and to quickly transform systems that limit current or future adaptive capacity.“

Abb. 1: Schematische Darstellung des Konzepts der Resilienz. Eigene Darstellung basierend auf Fuller & Quine (2015, S. 11) und Tötzer et al. (2018, S. 198).



Nach Meerow et al. (2016, S. 39) eignet sich diese Definition für eine Nutzung durch unterschiedliche Disziplinen und Stakeholder:innen sowie bietet sie verschiedene Pfade der Resilienz (Erhaltung, Übergang und Transformation). Dies sei notwendig, da komplexe Vorgänge einer Stadt die Expertise verschiedenster Disziplinen und Stakeholder:innen erfordern (ebd., S. 46). Meerow et al. (2016) haben, um zu der oben angeführten Definition zu kommen, bestehende Theorien zu Resilienz analysiert. Auch wenn sich die verschiedenen Definitionen in der Tiefe sowie im Verständnis des Erhalts von Systemen unterscheiden, ist ihnen gemein, dass Resilienz als ein positiver erstrebenswerter Zustand gesehen wird. Dabei ist jedoch unklar, wie der resiliente Zustand bzw. ein erstrebenswertes System aussieht, wer darüber entscheidet und wer von diesem „erstrebenswerten“ Zustand profitiert. Meerow & Newell (2019, S. 309) betonen daher die Wichtigkeit, die Politik der urbanen Resilienz kritisch zu betrachten und plädieren dafür, die erwünschte Zukunft gemeinsam auszuhandeln. Denn Resilienz sei eine normative Vision von Städten und werde durch jene Personen, die die erwünschte Zukunft definieren, gestaltet.

Eine genauere Betrachtung dieses Prozesses erfolgt in Kapitel 2.2

Gleichzeitig kritisieren Autoren, dass der Begriff der Resilienz Gefahr läuft sich hin zu einem „Buzzword“ zu entwickeln bzw. sich sogar bereits dahingehend entwickelt hat und dadurch seine Bedeutung für die Raumplanung verlieren kann bzw. verloren hat (Davoudi et al., 2012, S. 299; Meerow & Newell, 2019, S. 324; Chelleri, 2012, S. 287). Andere beschreiben wiederum, dass der Begriff Resilienz jene der Nachhaltigkeit und der Anpassung schrittweise ersetzt. Städte würden eher Resilienzstrategien als Anpassungsstrategien anwenden, um sich auf die Auswirkungen des Klimawandels vorzubereiten bzw. diesen zu begegnen (Woodruff et al., 2022, S. 73; Salata & Yiannakou, 2020, S. 1). Davoudi (2012, S. 306) unterstreicht, dass trotz der Unschärfe des Begriffs, Resilienz das Potential besitzt, zu einem Brückenkonzept zwischen Natur- und Sozialwissenschaften zu werden und interdisziplinäre Zusammenarbeit

und Kollaboration anzuregen.

Wie bei Meerow et al. (2016, S. 39) und Chelleri (2012, S. 287), wird in dieser Arbeit unter urbaner Resilienz nicht nur der Erhalt und die Anpassung von Systemen verstanden, sondern insbesondere die Transformation von Systemen. Transformation bezieht sich dabei auf das Schaffen eines besseren Systems, im Sinne der evolutionären Resilienz, auch ohne das Einwirken von Schocks. Die Relevanz transformativer Fähigkeiten von urbanen Systemen steigt aufgrund der vermehrten Anfälligkeiten und Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel. Die Auswirkungen des Klimawandels werden so extrem, dass neuartige und transformative Strategien mehr denn je benötigt werden (Kates et al., 2012; Wilson et al., 2020; Fedele et al., 2019 nach Mehryar et al., 2022, S. 4). Das Aufrechterhalten und Wiederherstellen von Systemen ist somit nicht ausreichend.

Des Weiteren ist Resilienz kein fester Zustand. Ein System kann je nach Bereich und Risiken unterschiedlich resilient sein. So kann ein städtisches System resilient gegenüber Starkregenereignissen sein, jedoch nicht gegenüber Hitzewellen. (Mehryar et al., 2022, S. 2)

Rolle der Raumplanung

Wie die vorangehenden Ausführungen bereits nahelegen, spielt die Raumplanung eine zentrale Rolle bei der Schaffung urbaner Resilienz (Bush & Doyon, 2019, S. 4; Albers & Deppisch, 2013, S. 1608). Sie kann sowohl die Resilienz erhöhen als auch Anfälligkeiten reduzieren (Salata & Yiannakou, 2020, S. 2). Dabei spielen unterschiedliche Aspekte eine Rolle. Die Stadtstruktur, die maßgeblich die Resilienz beeinflusst, lässt sich sowohl bei neuen Planungen als auch in der Bestandstadt beeinflussen. Dabei können sowohl technische Lösungen, wie z. B. Außenrollos, als auch der Ausbau blauer und grüner Infrastruktur die Resilienz beeinflussen (Salata & Yiannakou, 2020, S. 1; Meerow & Newell 2017, S. 319). Im Fokus dieser Arbeit stehen grüne und blaue Infrastruktur, die neben einer Resilienzerhöhung weitere Mehrwerte, wie gesundheitsfördernde Aspekte oder Schadstoffreduktionen erbringt (Bush & Doyon, 2019, S. 3; Elmqvist et al., 2015, S. 102).

Grüne und blaue Infrastruktur

Grüne Infrastruktur ist das Netzwerk natürlicher und naturnaher Elemente in ländlichen und städtischen Gebieten (Naumann et al., 2011, S. 14). In städtischen Räumen zählen neben Straßenbäumen, Fassadenbegrünungen, Dachbegrünungen und Parks auch Friedhöfe, brachliegende Flächen, Stadtwälder, private Gärten und Höfe, landwirtschaftliche Flächen sowie eine Vielzahl weiterer Elemente zur grünen Infrastruktur. Flüsse, Bäche, Teiche, Seen sowie Regenwasserrückhaltebecken und Überschwemmungsgebiete zählen zur blauen Infrastruktur. (Salata & Yiannakou, 2020, S. 2; Elmqvist et al., 2015, S. 101). Blaue Infrastruktur wird in vielen Arbeiten (Europäische Kommission, 2014, S. 9; Kearns et al., 2014, S. 52; Salata & Yiannakou, 2020,

In dieser Arbeit wird urbane Resilienz sowohl vor dem Hintergrund von Schocks, wie Starkregenereignisse oder Hitzewellen als auch langfristigen Entwicklungen durch den Klimawandel, wie die Erhöhung der Durchschnittstemperatur betrachtet.

S. 2) unter dem Begriff der grünen Infrastruktur subsumiert. Grüne und blaue Infrastruktur umschließt dabei alle Planungsebenen, alle Arten von Stadtnatur sowie öffentliches und privates Grün.

Mit einer multifunktionalen Palette an Leistungen trägt grüne und blaue Infrastruktur direkt zur Erhöhung der urbanen Resilienz gegenüber dem Klimawandel bei. Klimawandelauswirkungen, wie Hitzewellen oder Starkregenereignisse, aber auch die steigende mittlere Temperatur können abgefangen werden. (Van Oijstaeijen et al., 2020, S. 2; Pamukcu-Albers et al., 2021, S. 670) Neben kühlenden Wirkungen grüner und blauer Infrastruktur übernimmt diese auch wichtige Funktionen bei der Speicherung und Ableitung von Niederschlagswasser. Vegetation sowie unversiegelte Flächen nehmen eine wichtige Funktion bei der Bewältigung von Starkregenereignissen, durch die Reduktion des Oberflächenabflusses, sowie bei längeren sommerlichen Trockenperioden ein. Sie wirken dem städtischen Wärmeinseleffekt entgegen, erhöhen den thermischen Komfort, reduzieren den Bedarf an Gebäudekühlung, verringern durch natürliche Wasseraufnahme die Anfälligkeit für Stürme, reduzieren den Abfluss und den Überlauf von unbehandeltem Regenwasser in Gewässer und bieten sogar eine lokale Nahrungsquelle. (Rößler, 2014, S. 125; Meerow & Newell, 2019, S. 319f.; Pamukcu-Albers et al., 2021, S. 670)

Die beschriebenen Vorteile grüner und blauer Infrastruktur beziehen sich nicht nur auf die Erhöhung der Resilienz. Sie weisen eine große Bandbreite an Vorteilen auf, die sich folgendermaßen zusammenfassen lassen (Brzoska et al., 2022, S. 3; Elmqvist et al., 2015, S. 102; Europäische Kommission, 2014, S. 6; Lu & Lin, 2022; Kingsley & Ontario, 2019; Schiappacasse & Müller, 2015, S. 17; Rößler, 2014, S. 125f.; Van Oijstaeijen et al., 2020):

(Mikro-)Klimatische Aspekte

- » Reduktion der Temperatur/Hitze, Vermeidung von Hitzeinseln, Kühlung (durch Beschattung und Evaporation)
- » Verdunstungskühlung und Verschattungseffekte
- » Reduktion der Wärmespeicherung
- » Beeinflussung von Sonneneinstrahlung
- » Verringerung des Energieverbrauchs zum Heizen und Kühlen von Gebäuden
- » Rückhaltefunktion bei (Stark-)Regenereignissen, Minimierung des Überschwemmungsrisikos, Hochwasserschutz
- » Speicherung und Abscheidung von CO₂

Ökologische Aspekte

- » Aufrechterhalten und Schaffen von Lebensräumen
- » Vernetzung von Grünräumen
- » Erhalt und Förderung der Biodiversität

- » Wasserhaushalt: Speicherung und Verfügbarkeit von Oberflächenwasser

Soziale und gesundheitliche Aspekte

- » Natur(-erlebnis)
- » Steigerung der Aufenthalts-, Erholungs- und Lebensqualität
- » Verbesserung der Luftqualität bzw. Verringerung der Schadstoffbelastung
- » Verbesserung der psychischen Gesundheit (Stressreduktion, Gesundheitsförderung, Steigerung des Wohlbefindens)
- » Stiftung von Identität
- » Reduktion von Lärm
- » Einnehmen einer Orientierungsfunktion
- » Bieten einer lokalen Nahrungsquelle

Ökonomische Aspekte

- » Reduktion von Gesundheitskosten
- » Kostenreduktion durch Verhindern von potentiellen Schäden durch Extremwetterereignisse
- » Aufwertung von Stadtteilen
- » Positive Auswirkungen auf Grundstücke und Immobilien

Grüne und blaue Infrastruktur trägt somit direkt zur Resilienz bei und spielen damit eine zentrale Rolle bezogen auf den Erhalt und den Ausbau urbaner Resilienz (Bush & Doyon 2019, S. 1, 3; Van Oijstaeijen et al., 2020, S. 1; Meerow & Newell, 2019, S. 324; Schiappacasse & Müller, 2015, S. 20). Nach Reinwald et al. (2019, S. 2) ist grüne Infrastruktur sogar unverzichtbar, um urbane Resilienz zu erreichen. Durch ihren direkten Beitrag zur Steigerung der städtischen Resilienz ist sie für Stadtverwaltungen ein wichtiger Hebel (Kearns et al., 2014, S. 52; Meerow & Newell, 2017, S. 62).

An dieser Stelle sei, mit Blick auf Kapitel 2.3, erwähnt, dass grüne Infrastruktur im Gegensatz zur grauen Infrastruktur weniger stark in digitalen Modellen abgebildet ist. Ist städtisches Grün datentechnisch erfasst, dann meist nur durch statische Objekte. Dadurch wird die ständige Entwicklung des städtischen Grüns, beispielsweise über die Jahreszeiten hinweg, nicht abgebildet. (Münzinger et al., 2022, S. 1; Prilenska et al., 2023, S. 2) Des Weiteren wird die Planung von grüner Infrastruktur durch geringen Datenaustausch (Ruan et al., 2024, S. 7) sowie uneinheitliche Datenstandards (Feltynowski et al., 2018, S. 56) erschwert. Eine weitere Einschränkung ist laut Rößler (2014, S. 130) geringer werdende öffentliche Ressourcen für die Grünanlagen. Hier sei das Ersichtlich machen von Ökosystemdienstleistungen insbesondere relevant.

2.2 Planungs- und Entscheidungsprozesse im Kontext von urbaner Klimaresilienz

Planungs- und Entscheidungsprozesse über grüne und blaue Infrastruktur und damit einhergehend die Erhöhung von Resilienz sind keine einfachen Vorhaben. Einerseits sind eine Vielzahl an verschiedenen Akteur:innen eingebunden und andererseits erschweren begrenzte Ressourcen Entscheidungen über Art und Ort des Ausbaus grüner und blauer Infrastruktur (Meerow & Newell, 2019, S. 320). Der Prozess städtische Räume klimaresilient zu gestalten ist höchst komplex (Hagen et al., 2021, S. 402). Die Betrachtung der lokalen Gegebenheiten sowie die Beteiligung verschiedener Stakeholder:innen ist dementsprechend essentiell.

Daher folgen in diesem Kapitel einerseits Rahmenbedingungen und Herausforderungen bei Planungsaufgaben, zuerst im Allgemeinen und darauf folgend bezogen auf die klimaresiliente Gestaltung von Räumen, sowie andererseits die Vorstellung zweier Konzepte zur Entscheidungsfindung und Resilienz.

2.2.1 Rahmenbedingungen und Herausforderungen

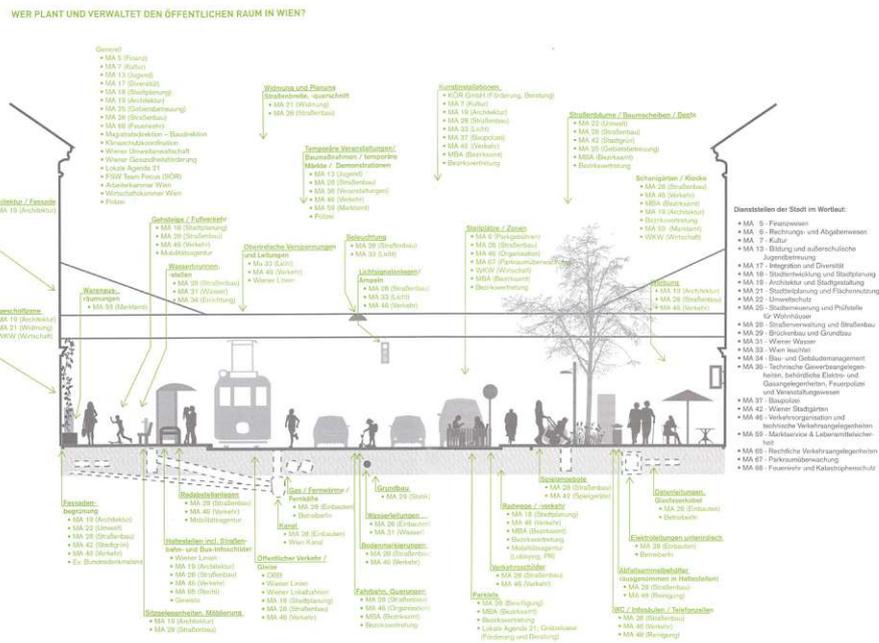
Eine Vielzahl an Autoren spricht von einer wachsenden Komplexität bei Planungsaufgaben (Potts, 2020, S. 272; Geertman & Stillwell, 2020, S. 1330; Koenig et al., 2020, S. 998) Diese ergibt sich aufgrund verschiedener Aspekte. Geertman (2006, S. 863) beschreibt zum Beispiel die zunehmende Anzahl an Politikfeldern, die mit eingebunden werden müssen, sowie die wachsende Anzahl an Personen, die in partizipative Planungsprozesse oftmals in frühen Stadien eingebunden werden. Alle diese Akteur:innen bringen unterschiedliche Interessen, Wissenstände und Agenden mit. Te Brömmelstroet & Schrijnen (2010, S. 4) heben hervor, dass sowohl der Planungsprozess, mit seiner Vielzahl an Akteur:innen, als auch der Inhalt planerischer Handlungen höchst komplex sind. Gleichzeitig sind städtische Systeme per se höchst komplex (Batty, 2008, S. 769).

Insbesondere beim Reagieren auf die Herausforderungen, die mit dem Klimawandel einhergehen, zeigt sich die hohe Komplexität von Planungsaufgaben. Die Herausforderungen zeichnen sich vor allem durch die hohe Unsicherheit, den langfristigen Zeithorizont des Klimawandels und seiner Auswirkungen sowie durch die Komplexität von urbanen Systemen aus (Alberti et al., 2003; Hallegatte, 2009, S. 241 nach Albers & Deppisch, 2013, S. 1599). Das Zusammenwirken von komplexen, miteinander verbundenen Teilsystemen sowie die sich gegenseitig beeinflussenden Klimawandelauswirkungen erhöhen die Komplexität zusätzlich (Argyroudis et al., 2022, S. 2). Donaghy (2007, S. IV nach Albers & Deppisch, 2013, S. 1599) charakterisiert die mit dem Klimawandel verbundenen Herausforderungen für die Raumplanung sogar als beispiellos in ihrem Umfang und ihrem Ausmaß.

Neben der Komplexität von Planungsproblemen sind Ungewissheit und systemübergreifende Auswirkungen, die sich laufend verändern, Inhalt planerischer Tätigkeit. Es wird von sogenannten „wicked problems“ gesprochen (Brown et al., 2010 nach Pettit et al., 2019, S. 1389). Lineare und sektorale Ansätze führen bei „wicked problems“ zu keiner Lösung (Hayek et al., 2016; Steiner & Shearer, 2016 nach Pettit et al., 2019, S. 1389). Mit dieser wachsenden Komplexität verschieben sich Planungs- und Entwurfsverfahren von traditionellen Ansätzen hin zu evidenzbasierten Analysen städtischer Daten (Zeng et al., 2018, S. 1). Traditionelle Planungsmethoden reichen nicht aus, um komplexe urbane Probleme zu bewältigen (Partanen, 2018 nach Potts, 2020, S. 280).

Stadtplanung legt oftmals durch langfristige Strategien und Pläne den Handlungsrahmen fest. In der Regel werden sie zunächst durch separate Behörden festgelegt und durch unterschiedliche Behörden, Planungsstrategien und Finanzierungsmechanismen umgesetzt. Die Pläne und Strategien sind im Optimalfall aufeinander abgestimmt, können sich aber in der Praxis auch widersprechen. Durch fragmentierte Planungsstrukturen und Unstimmigkeiten zwischen den zuständigen Stellen werden Planungsaufgaben oftmals noch komplexer. (Pettit et al., 2019, S. 1387, 1388) In Wien zum Beispiel erfolgt die Planung und Verwaltung des öffentlichen Raums, die auch die Schaffung grüner und blauer Infrastruktur umfasst, durch eine Vielzahl an Abteilungen der Verwaltung. In der Abbildung 2 sind die Zuständigkeiten für den öffentlichen Raum im Jahr 2018 dargestellt. Dabei ist diese Darstellung insofern vereinfacht, als dass sie die Zuständigkeiten der Bezirke, die für die Umsetzung zahlreicher Maßnahmen im öffentlichen Raum verantwortlich sind, nicht berücksichtigt. (MA 18, 2018) Die Vielzahl Stakeholder:innen, die verschiedene Ansichten und Interessen vertreten, erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen untereinander sowie mit den Bezirken (MA 18, 2018, S. 55). Eine behördenübergreifende Arbeit sowie die Überwindung von institutionellen Barrieren betonen auch Pettit et al. (2019, S. 1388).

Abb. 2: Wer plant und verwaltet in Wien den öffentlichen Raum? (MA 18, 2018, S. 56f.).



Die Zusammenarbeit beschränkt sich dabei nicht nur, wie in Abb. 2 dargestellt, auf die Gestaltung des öffentlichen Raums bzw. grüner und blauer Infrastruktur. Auf vorgelagerten Ebenen, wie strategischen Planungen, Masterplänen und städtebaulichen Leitbildern, spielen ebenfalls eine Vielzahl an Behörden mit. In Abbildung 3 sind die verschiedenen Planungs- und Projektierungsebenen zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Bekämpfung von Hitzeinseln abgebildet (MA 22, 2015, S. 21). Tötzer et al. (2018, S. 202) betonen, dass die erfolgreiche Implementierung von Maßnahmen gegen den Hitzeinseleffekt wesentlich von einer transdisziplinären und integrativen Gestaltung des Planungsprozesses und einer konsequenten Abwägung über alle Planungsebenen abhängt. Denn grüne und blaue Infrastruktur sowie städtische Strukturen beeinflussen das Stadtklima auf allen räumlichen Ebenen (Reinwald et al., 2019, S. 2). So hat zum Beispiel eine Fassadenbegrünung eines Gebäudes als Einzelmaßnahme (siehe Abb. 3, unterste Ebene) einen positiven, aber eingeschränkten Effekt auf das Mikroklima. Wird das Thema der Fassadenbegrünung hingegen auf höherer Ebene fokussiert und mehrere Gebäude eines Stadtviertels oder Bezirks begrünt, ist der Effekt auf das Mikroklima umso größer. Reinwald et al. (2019, S. 2) unterstreichen daher die Notwendigkeit nach ganzheitlichen Ansätzen, die die verschiedenen Maßstabebenen mit einbeziehen, um das Stadtklima positiv zu beeinflussen.

Über alle Planungsebenen und thematischen Fokussierungen kommen verschiedene Disziplinen und Akteur:innen zusammen. In diesem Zusammenhang sind die Begriffe Inter- und Transdisziplinarität relevant. Interdisziplinarität beschreibt die Zusammenarbeit unterschiedlicher wissenschaftlicher Disziplinen. Im Unterschied zur Interdisziplinarität ist die Transdisziplinarität neuer und „eng mit dem Aufkommen der Klimaforschung

verbunden“ (Weber & Ziemer, 2023, S. 39). Neben den verschiedenen Disziplinen inkludiert die Transdisziplinarität außerwissenschaftliche Akteur:innen, wie NGOs, Politik und Wirtschaft (ebd.).



- Strategische Planungen
- Masterpläne und städtebauliche Wettbewerbe
- Flächenwidmung und Bebauungsplanung
- Grün- und Freiraumplanung
- Gebäudeplanung und Bebauung

Abb. 3: Planungsebenen in der Stadt, die für die Reduzierung des UHI-Effekts relevant sind. (Damyanovic et al., 2016, S. 268). (Ebenen von oben nach unten: Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2014, STUDIOVLAY; Stadtentwicklung Wien; Büro tilia; Jürgen Preiss, MA 22).

Die Entwicklung hin zur inter- und transdisziplinären Zusammenarbeit ist dabei langsam entstanden. Bis in die 1970er/1980er war Raumplanung eine in erster Linie staatliche Tätigkeit, die von gut ausgebildeten Planer:innen durchgeführt wurde. Mit dem Anerkennen, dass Raumplanungsaufgaben von „wicked problems“ gekennzeichnet sind und somit höchst komplex sind (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1330), entwickelte sich die ursprünglich expert:innenorientierte Planung hin zu einer prozessorientierten, kollaborativen Planung. Es wird vom sogenannten „communicative turn“ in der Planung gesprochen (Healey, 1996). Begleitet wird dieser Prozess vom Anerkennen der Normativität von Planung. Durch die Entwicklung hin zu einer Planung, die eine große Vielfalt an Akteur:innen aus verschiedenen Bereichen mit unterschiedlichen Wissensständen mit einbezieht, gibt es nicht mehr nur eine absolute „Wahrheit“ einer:ines Expert:in. Wissen wird nun vielmehr als sozial konstruiert gesehen. Verschiedene Formen von Wissen treffen aufeinander und werden mit in den Prozess einbezogen: wissenschaftliches Wissen versus Erfahrungswissen, explizites versus implizites Wissen. (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1330) Dadurch ergibt sich die Herausforderung, mit all diesen unterschiedlichen Wissensformen umzugehen, diese zu testen sowie sie auch integrieren zu können (Rydin, 2007 nach Geertman & Stillwell, 2020, S. 1330).

Eng in Zusammenhang mit dem „communicative turn“ steht die kollaborative Planung. Sie ist ein Lösungsansatz im Umgang mit der wachsenden Komplexität, Ungewissheiten und mit der Vielzahl an Akteur:innen (Pettit et al., 2019, S. 1389). Die kollaborative Planung wird als interaktiver und interpretativer Prozess verstanden, der die Zusammenarbeit von verschiedenen Akteur:innen fördert (Healey, 1996, S. 221). Laut Flacke et al. (2020, S. 1) nimmt die kollaborative Planung einen vorrangigen Stellenwert

Digitale Tools werden im Kapitel 5.3 vorgestellt.

in der Raumplanungspraxis ein. Laut Pettit et al. (2019, S. 1287) ist die kollaborative Planung, einhergehend mit dem Einreißen von traditionellen Barrikaden und einer behördenübergreifenden Zusammenarbeit, essentiell, um eine nachhaltige urbane Zukunft zu schaffen. Insbesondere bei urbanen und umweltbezogenen Herausforderungen sei sie sehr geeignet (Healey, 2007 nach Pettit et al., 2019, S. 1391).

Ausgangspunkt für eine erfolgreiche kollaborative Planung sind die beteiligten Personen bzw. deren Zusammensetzung. Durch eine Zusammensetzung verschiedener Disziplinen und unterschiedlicher Akteur:innengruppen können verschiedene Wissensstände und Perspektiven aufeinander treffen und so Planungsprozesse erheblich verbessern. (Kunze et al., 2012, S. 281)

Sowohl in der Planungspraxis als auch in der Planungstheorie werden die Begriffe Partizipation (Beteiligung) und Kollaboration häufig herangezogen, um die Kommunikation und Interaktion zwischen mehreren Akteur:innen zu beschreiben. Gleichzeitig sind die Formen der Beteiligung und Kollaboration im stetigen Fluss. Mit der Verfügbarkeit von digitalen Tools, sind neue Arenen der Beteiligung entstanden (Staffans et al., 2020, S. 1) sowie ermöglicht die zunehmende Digitalisierung allgemein neue Arten der Beteiligung (Weber & Ziemer, 2023, S. 126).

Durch das Zusammenkommen verschiedener Personengruppen, wird Wissen aus unterschiedlichen Kontexten zusammengebracht und kombiniert, aber auch Bewusstsein geschaffen. Beteiligung sowie das voneinander Lernen seien zwei entscheidende Aspekte auf dem Weg zur Schaffung klimaresilienter Städte. Sie erhöhen die gesellschaftliche Akzeptanz und fördern den Wissenserwerb, die wiederum die Anpassungsfähigkeit erhöht (Tötzer et al., 2018, S. 201).

Allerdings ist das Vorhaben der Umsetzung grüner und blauer Infrastrukturmaßnahmen, die für das breitere Vorhaben der Resilienzerhöhung steht, mit Herausforderungen verknüpft (Meerow & Newell, 2017, S. 62). Der Ausbau grüner und blauer Infrastruktur betrifft nicht nur eine Vielzahl an Akteur:innen, sondern auch eine Vielzahl an städtischen Themen, wie Grün- und Freiflächen, Verkehrsinfrastruktur, Wasser- und Abwasserinfrastruktur, usw. (Tötzer et al., 2019, S. 2), die es auf verschiedenen räumlichen Ebenen zu betrachten gilt (siehe Seite 29). Durch diesen Umstand ergibt sich eine Vielzahl an Herausforderungen, die von administrativen, rechtlichen und technischen Barrieren, bis hin zu fehlendem Bewusstsein und fehlender Akzeptanz bei Anwohner:innen reichen (Hagen et al., 2021, S. 394).

Gleichzeitig erfordern die Steigerung der Resilienz im Allgemeinen sowie die Entwicklung multifunktionaler grüner und blauer Infrastruktur im Besonderen interdisziplinäres Wissen, das über disziplinäre Grenzen hinausgeht (Kearns et al., 2014, S. 54f.). Sussams et al. (2015 nach Meerow & Newell, 2019, S. 320) beschreiben, dass es eine Herausforderung sei,

getrennte Abteilungen und Behörden zur Zusammenarbeit zu bewegen. Zugleich verfügen lokale Behörden nur über begrenzte Ressourcen. Dies erschwert zeit- und kostenintensive Bewertungsprozesse (Van Oijstaeijen et al., 2020, S. 8).

Begrünungsmaßnahmen werden häufig wegen ihrer Multifunktionalität gefördert und dennoch erfolgt die Entscheidung für eine Maßnahme meist aufgrund eines spezifischen Nutzens. Die verschiedenen sozioökonomischen und ökologischen Vorteile, deren Synergien sowie deren Wirkung an unterschiedlichen Standorten werden oft vernachlässigt. (Meerow & Newell, 2017, S. 62)

Daher ist es wichtig, wie auch Brzoska et al. (2022, S. 3) betonen, die verschiedenen Charakteristika grüner und blauer Infrastruktur, die für das Abwägen sowie für die Auswahl geeigneter Maßnahmen notwendig sind, zu kennen. Dabei sind spezifische Fragestellungen, wie die ständige Veränderung der Vegetation, die Wirkungen der Maßnahmen auf die Umwelt sowie die Einflüsse durch die Umwelt auf die Maßnahme zu bewältigen (Nummi et al., 2022, S. 2). Da der Prozess des Abwägens von passenden Maßnahmen nicht nur von den Charakteristika selbst, sondern auch stark von den jeweiligen Problemen bzw. Gefahren sowie den räumlichen Gegebenheiten abhängt, ist die Auswahl kein einfacher Prozess.

Gleichzeitig sind die Ressourcen für grüne und blaue Infrastruktur und in weiterer Folge der Erhöhung der Resilienz begrenzt, was zu herausfordernden Entscheidungen darüber führt, an welchen Standorten sie ausgebaut werden soll (Meerow & Newell, 2019, S. 320). Gemäß Meerow & Newell (2019, S. 323) ist jede Entscheidung über Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz daher eine politische Entscheidung, die zwangsläufig Gewinner und Verlierer hervorbringt. Resilienz muss daher durch einen kollaborativen und integrativen Prozess, der die unterschiedlichen Interessen der Beteiligten berücksichtigt, operationalisiert werden (ebd.). Auch Tötzer et al. (2018, S. 202) heben hervor, dass für erfolgreiche Umsetzung klimaresilienter Maßnahmen, transdisziplinäre und integrative Ansätze über alle Planungsebenen notwendig sind.

Neben der Art des Prozesses, argumentieren Deal et al. (2017, S. 30), dass bestimmte Werkzeuge (siehe Kapitel 2.3) benötigt werden, die fähig sind Komplexität zu erfassen, Veränderungen zu erkennen, Größenordnungen zu verstehen, Optionen zu identifizieren und kritische Entscheidungen zu unterstützen.

2.2.2 Konzeptioneller Rahmen

Angelehnt an Mehryar et al. (2022, S. 3ff.) werden im Folgenden zwei Konzepte, die für die Bewertung von Entscheidungsprozessen bezogen auf urbane Klimaresilienz herangezogen werden können und somit für die weitere Arbeit von Bedeutung sind, vorgestellt:

Die verschiedenen multifunktionalen Dienstleistungen, die grüne und blaue Infrastruktur leistet, werden auf den Seiten 24 bis 25 beschrieben.

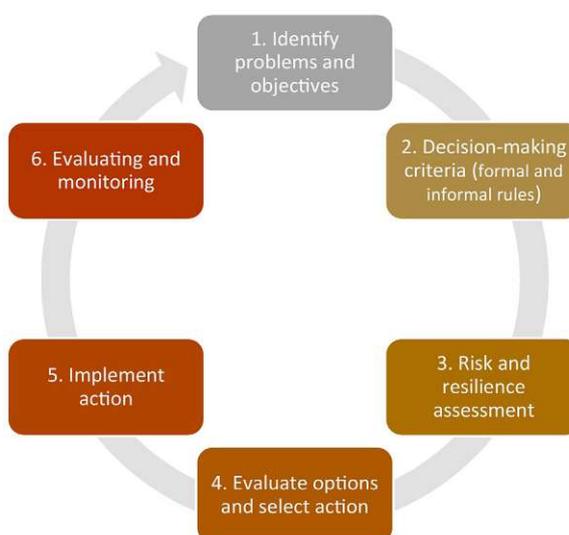
(1) Entscheidungszyklus

(2) Drei Elemente der Entscheidungsfindung, die urbane Klimaresilienz ermöglichen

(1) Entscheidungszyklus (Decision Cycle)

In der Literatur zur Entscheidungsfindung wird der Weg von der Problemerkennung bis zur Umsetzung von Maßnahmen als „Entscheidungszyklus“ dargestellt (siehe Abb. 4). Dieser umfasst die folgenden Phasen: 1) Ermitteln von Problemen und Zielen, 2) Kriterien für die Entscheidungsfindung (formelle und informelle Regeln), 3) Bewertung von Risiko und Resilienz, 4) Bewertung von Optionen und Auswahl von Maßnahmen, 5) Umsetzung von Maßnahmen, 6) Evaluierung und Monitoring. Diese laufen idealerweise nicht linear bzw. kreisförmig, sondern iterativ mit Rückkopplungsschleifen ab. (Mehryar et al., 2022, S. 3)

Abb. 4: Verschiedene Phasen des Entscheidungszyklus. (Mehryar et al., 2022, S. 3).



Die ersten drei Phasen umfassen, bezogen auf Entscheidungen im Bereich des Stadtklimas, das Agenda-Setting. Hier stehen die Wissensvermittlung, die Sensibilisierung und die Problemdefinition im Vordergrund. Die Phasen vier bis sechs fokussieren die Umsetzung von Lösungen. (Surminski & Leck, 2017 nach Mehryar et al., 2022, S. 3)

Laut Surminski & Leck (2017 nach Mehryar et al., 2022, S. 3) besteht zu den ersten drei Phasen einiges an Wissen, Methoden und Daten (insbesondere zu Wahrscheinlichkeit und Ausmaß künftiger Gefahren, zur Anfälligkeit sowie zur Exposition und Resilienz). Die Umsetzung sowie die Evaluierung von Maßnahmen, die auf die Sammlung und Analyse von Fakten folgen sollten, seien hingegen eine Herausforderung.

Dabei sei aber der Übergang vom Agenda-Setting zur Umsetzung das Kernstück des urbanen Resilienz-Diskurses (Mehryar et al., 2022, S. 3). Dieser

Übergang hin zur Implementierung von Maßnahmen erlebe wachsendes Interesse (McDermott & Surminski, 2018 nach Mehryar et al., 2022, S. 3).

(2) Drei Elemente der Entscheidungsfindung, die urbane Klimaresilienz ermöglichen

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel, sind insbesondere neuartige und transformative Maßnahmen notwendig (Kates et al., 2012; Wilson et al., 2020; Fedele et al., 2019 nach Mehryar et al., 2022, S. 4). Transformative Strategien fördern, im Gegensatz zu Bewältigungs- und inkrementellen Anpassungsstrategien, die das Zurückkehren in einen Ausgangszustand fokussieren, das Schaffen von neuen Systemen. Sie sind somit geeignet, um sich für zukünftige Klimawandelauswirkungen zu wappnen (Mehryar et al., 2022, S. 3). Daher sind im Kontext der Resilienz transformative Strategien gegenüber Strategien zur Bewältigung und Anpassung vorzuziehen (siehe Abb. 5). Folgende Aspekte führen laut Mehryar et al. (2022, S. 4) zu einer höheren Transformationskapazität und damit einhergehend zu einer Verbesserung der urbanen Klimaresilienz:

Die verschiedenen Strategien urbaner Systeme auf die Auswirkungen des Klimawandels zu reagieren, werden auf Seite 21f. dargelegt.

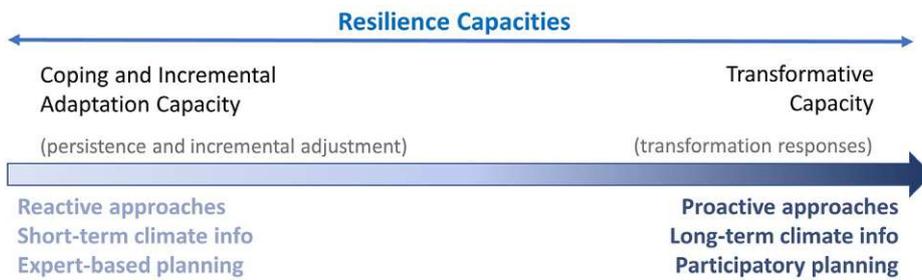


Abb. 5: Drei Elemente der Entscheidungsfindung, die urbane Klimaresilienz ermöglichen. (Mehryar et al., 2022, S. 5).

a) Proaktive Ansätze

Proaktive Strategien versuchen, im Gegensatz zu reaktiven Strategien, aktiv Klimawandelrisiken zu minimieren. Es wird nicht auf Schocks reagiert, sondern aktiv das System von innen heraus verändert, um so besser den Auswirkungen des Klimawandels entgegenwirken zu können oder diese in ihrer Stärke zu reduzieren. Wie bereits im Kapitel 2.1 beschrieben (siehe Seite 20), können sich Systeme auch ohne externe Einflüsse verändern oder transformieren und somit ihre Resilienz erhöhen.

b) Langfristige Klimainformationen

Ein weiterer grundlegender Aspekt bezieht sich auf den zeitlichen Horizont von Klimainformationen. Die Verfügbarkeit und Nutzung langfristiger Klimainformationen ermöglicht Einblicke in langfristige Klimaentwicklungen und zukünftige Risiken. Dies verbessert die Grundlage zur Entscheidung über transformative Maßnahmen. Kurzfristige Informationen, wie 1-14-tägige oder saisonale Wettervorhersagen tragen nicht zu einer Erhöhung der Transformationskapazitäten bei.

Eine Erklärung digitaler Planungstools folgt in Kapitel 2.3.

Beispiele zu digitalen Planungstools inkl. bildlicher Darstellungen sind auf Seite 36 zu finden.

c) Partizipative Planung

Im Kontext der Transformation, die ein systematisches Umdenken erfordert, nehmen partizipative Prozesse einen besonderen Stellenwert ein. Durch das Einbeziehen verschiedener Perspektiven wirken sie stark auf Lernprozesse ein und werden als wichtiger Baustein der Transformation betrachtet (Pelling et al., 2015; Broto et al., 2019 nach Mehryar et al., 2022, S. 4).

Neben diesen drei Aspekten (a-c), beeinflussen viele weitere Aspekte den Aufbau von Resilienz. Darunter fallen beispielsweise Organisationsstrukturen, Institutionen, Werte, Regeln oder auch das Mindset bzw. die Einstellungen der relevanten Akteur:innen. (Torabi et al., 2018; Wilson et al., 2020; Colloff et al., 2021 nach Mehryar et al., 2022, S. 4) Da diese Aspekte nicht durch die Nutzung digitaler Planungstools beeinflusst werden können, wird an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen. Die drei betrachteten Aspekte, die sich auf den Inhalt von Entscheidungen (proaktiver Ansatz), die Art der Entscheidung (partizipativer Ansatz) und Art des Wissens (langfristige Klimainformationen) beziehen, garantieren zwar nicht den Aufbau von urbaner Resilienz, jedoch behindern ihre Gegenpaare (reaktiver Ansatz, expert:innenbasierter Ansatz, kurzfristige Klimainformationen) diese in jedem Fall.

Digitale Planungstools (die im nächsten Kapitel beschrieben werden) können hierbei Abhilfe schaffen (Mehryar et al., 2022, S. 4). Auch Van Oijstaeijen et al. (2020, S. 1) beschreiben die Bedeutung der Bewertung von potentieller grüner Infrastruktur und führen Planungsunterstützungssysteme als Mittel dazu an. Zusätzlich dazu werden, bezogen auf die transdisziplinäre Kommunikation, die sich durch die Vielzahl an Akteur:innen ergibt, geeignete Dialoginstrumente benötigt (Billger et al., 2017, S. 1012). Es werden also neue Methoden und Werkzeuge benötigt, um mit der wachsenden Komplexität umzugehen.

2.3 Digitale Planungstools im Kontext urbaner Klimaresilienz

Aufbauend auf den Kapiteln 2.1 und 2.2 stellt sich die Frage, wie das normative Ziel der Resilienz erreicht werden kann. Digitale Planungstools, die Planungs- und Entscheidungsprozesse unterstützen, werden von einer Vielzahl an Autor:innen als wesentlicher Hebel hervorgehoben. Laut Thaler et al. (2021, S. 224) und Argyroudis et al. (2022, S. 4) ist die Nutzung von digitalen Technologien ein entscheidendes und gleichzeitig wenig betrachtetes Element, um urbane Resilienz zu erreichen. Sie können Planung, Kommunikation und Entscheidungsprozesse unterstützen, insbesondere hinsichtlich Klimawandelauswirkungen und der damit einhergehenden Komplexität. Dabei ist die effizientere, schnellere und zuverlässigere Evaluierung von Resilienz, die die Entscheidungsfindung unterstützen, ausschlaggebend. (Argyroudis et al., 2022, S. 4) Auch Rufenacht & Richthofen (2022, S. 228), Deal et al. (2017, S. 30) und Fink et al. (2022, S.

437) betonen die Vorteile digitaler Planungstools, nachhaltige und resiliente Räume zu schaffen.

Dieses Kapitel umfasst Erklärungen zu digitalen Planungstools und beleuchtet verschiedene Aspekte, die für ein Verständnis dieser Werkzeuge entscheidend sind. Neben einem zeitlichen Abriss, der die Entwicklung und den Fortschritt digitaler Planungstools über die Zeit beleuchtet, werden Einsatzfelder, Charakteristika sowie Vor- und Nachteile digitaler Werkzeuge erläutert. Ein weiteres Thema, das im Kapitel behandelt wird, ist der sogenannte „PSS Implementation Gap“, der die Diskrepanz zwischen dem wachsenden Angebot an Planning Support Systems (PSS) und der tatsächlichen Anwendung in der Planungspraxis beschreibt. Hier wird der Fokus auf die Herausforderungen bei der Umsetzung gesetzt.

Digitalisierung in der Raumplanung

Die Digitalisierung der Planung schreitet seit den 1960 voran (Batty, 2021, S. 594) und hat die Planungspraxis nachhaltig verändert. Potts (2020, S. 272, 279) stellt fest, dass digitale Technologien in praktisch jedem Planungsprozess vorzufinden sind und dass durch sie die Interaktion mit Planer:innen erleichtert wird. Digitale Technologien unterstützen nach Pettit et al. (2018, S. 13) dabei, mit der Komplexität urbaner Systeme umzugehen und bessere Planungsentscheidungen zu treffen. Geertman & Stillwell (2020, S. 1326) erwarten sogar, dass digitale Planungstools in naher Zukunft zu unverzichtbaren Werkzeugen in Planungsprozessen werden. Dies zeichne sich sowohl in der Forschung als auch in der Ausbildung und der Praxis ab.

Digitale Planungstools

Für den in dieser Arbeit verwendeten Begriff der digitalen Planungstools findet sich in der Literatur eine Vielzahl an Bezeichnungen. Billger et al. (2017, S. 1014) führen beispielsweise die Begrifflichkeiten *Planning Support Systems*, *Participatory Planning Systems*, *Spatial Decision Support Systems*, *Public Participation Geographic Information Systems* und *Visualization Tools for Urban Planning* an. Andere Bezeichnungen reichen von *data-driven tools* (datengestützte Planungstools) bis hin zu *digital tools* (digitale Planungswerkzeuge) (Noennig, 2022, S. 1462; Douay & Lamker, 2023, S. 177). Die weitere Arbeit konzentriert sich auf den in der Literatur genutzten Begriff der *Planning Support Systems* (PSS).

Planning Support Systems (PSS)

In der Literatur wird der Begriff der Planning Support Systems, zu Deutsch Planungsunterstützungssysteme, herangezogen. Laut Batty (2007, S. 2) und Nummi et al. (2022, S. 3) sind PSS ein Oberbegriff für digitale Werkzeuge der Stadt- und Regionalplanung. Eine einheitliche Definition von PSS existiert bislang nicht. In der Literatur werden PSS jedoch häufig als auf Geoinformationstechnologie basierende Werkzeuge beschrieben, die Planungsbeteiligte bei der Durchführung von Planungsaufgaben unterstützen (Geertman, 2006, 2013 nach Geertman, 2017, S. 70). Sie

PSS, digitale Planungstools und digitale Planungswerkzeuge werden als Synonyme verwendet.

Manche Autoren betrachten rein den urbanen Raum (z. B. Pettit et al., 2018) Auch in dieser Arbeit steht der städtische Raum im Fokus.

vereinen die Funktionalitäten von geografischen Informationssystemen (GIS), Modellen und Visualisierung und unterstützen den spezifischen Planungskontext, für welchen sie entwickelt wurden (Klosterman, 1997, S. 52; Geertman & Stillwell, 2003 nach Vonk et al., 2006, S. 264). Dabei kann sowohl eine gesamte Planungsaufgabe als auch lediglich ein Teil dieser unterstützt werden (Geertman, 2006, S. 864).

Im Vergleich zu geografischen Informationssystemen (GIS), die der Erfassung, Speicherung, Manipulation, Analyse und Darstellung raumbezogener Daten dienen, um verschiedene raumbezogene Probleme zu bearbeiten, sind PSS eine Kombination von planungsbezogenen Theorien, Methoden, Daten, Informationen, Wissen und Instrumenten, die in einem über eine grafische Benutzeroberfläche zugänglichen Rahmen kombiniert und integriert werden (Geertman & Stillwell, 2009, S. 2; Degkwitz et al., 2021, S. 105).

Beispiele für einige dieser Werkzeuge sowie die dahinter stehenden Modelle sind unterhalb abgebildet (siehe Abb. 6). Ein Beispiel für ein PSS-Werkzeug sind sogenannte „Maptables“ oder „Touch Tables“ (siehe Abb. 6 rechts oben). Sie werden in der Regel während eines Workshops zur Unterstützung kollaborativer Prozesse eingesetzt. Ein „Mappable“ ist ein großer berührungsempfindlicher Tisch, der eine Interaktion mit räumlichen Inhalten ermöglicht und spezifische Planungsaufgaben wie Entwurf, Szenarienbildung, Visionen und Bewertung ermöglicht. Da die dargestellten Inhalte am Mappable unabhängig von den IT-Kenntnissen und dem Wissensstand der Nutzer:innen leicht zu verstehen sind, wird der Kommunikations- und Diskussionsprozess erleichtert. (Pelzer et al., 2014, S. 19; Aguilar et al., 2020, S. 1) Auch Bildschirme, die interaktiv gesteuert werden können, 3D-Modelle, Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) sind Beispiele für Werkzeuge.

Abb. 6: Beispiele für digitale Planungstools.

links oben:

© Imanuel Schipper.

rechts oben:

© Stadtwerkstatt, Behörde für Wohnen und Stadtentwicklung, Hamburg.

links unten:

© APA Hinterramskogler.

rechts unten:

© Pilvi Nummi, FinEst Centre for Smart Cities.



Nummi et al. (2022, S. 3) betonen, dass das Konzept der PSS neben Berechnungs- und Analysefähigkeiten auch Aspekte der Beteiligung, Kollaboration und Visualisierung umfasst. Sie können sich auf jeden Schritt eines Planungsprozesses sowie jeden Planungsmaßstab beziehen (ebd.). Besonders ist, dass PSS darauf ausgelegt sind, die Erstellung und Bewertung von Planungsvarianten zu erleichtern und leichter besprechbar zu machen (Geertman & Stillwell, 2012; Pelzer, 2015 nach Nummi et al., 2022, S. 3; Pettit et al., 2018, S. 13) sowie allgemein die Komplexität von Planungsaufgaben zu reduzieren (Vonk et al., 2006, S. 263).

Gleichzeitig werden große Erwartungen in PSS gesteckt. Laut Douay & Lamker (2023, S. 177) werden „große Hoffnungen in die Möglichkeiten digitaler Werkzeuge für die Kommunikation und Visualisierung in Planungsprozessen, für die Analyse und Modellierung räumlicher Informationen und auch für die Verwaltung ganzer Städte und Regionen gesetzt“. Nach Pettit et al. (2018, S. 14) und Vonk & Geertman (2008, S. 155) können PSS Planer:innen helfen, der zunehmenden Komplexität zu begegnen und sie ermöglichen gemeinsam mit der wachsenden Verfügbarkeit und Vielfalt von Daten nachhaltigere und resilientere Szenarien zu erstellen. Laut Noennig (2022, S. 1463) hängt die Untersuchung der Komplexität und Nachhaltigkeit von Städten sogar von der Verfügbarkeit und Anwendung digitaler Werkzeuge ab.

Auch wenn PSS viele Erwartungen entgegengebracht werden, ersetzen sie keine Planungsprozesse. Sie helfen, komplexe Zusammenhänge zu verstehen und für nachhaltigere und resilientere Städte zu planen (Batty, 1995; Deal et al., 2017; Geertman & Stillwell, 2020; Klosterman, 1997 nach Yap et al., 2022, S. 1; Pettit et al., 2018, S. 14).

Exkurs Visualisierungen

Wie in Abb. 7 zu sehen ist, leisten Visualisierungen einen wesentlichen Beitrag zur Kommunikation. Gute visuelle Kommunikation kann zu einem gemeinsamen Verständnis des großen Ganzen und insbesondere zu einem sektorübergreifenden Verständnis verschiedener Stakeholdergruppen beitragen (Kunze et al., 2012, S. 280). Ein gemeinsames Verständnis des Problems, des Ziels und der möglichen Optionen ist insbesondere bei komplexen Planungsaufgaben essentiell. Visualisierungen können nicht nur das Verständnis von Sachverhalten unterstützen, sondern auch Entscheidungsprozesse unterstützen (Zeng et al., 2018, S. 1). Isenberg et al. (2011, S. 318) betonen, dass insbesondere kollaborative Visualisierungswerkzeuge die Möglichkeit bieten, Probleme aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten sowie verschiedene Maßnahmen zu testen. Visualisierungen spielen eine essentielle Rolle in der evidenzbasierten Stadtplanung (Zeng et al., 2018, S. 1), sind in einer Vielzahl an Planungsaufgaben und Planungsschritten, wie der Kommunikation, der Analyse oder der Ideenfindung, vertreten (Burkhard et al., 2007 nach Zeng et al., 2018, S. 1) und unterstützen die Schaffung nachhaltiger Städte erheblich (Kunze et al., 2012, S. 280).

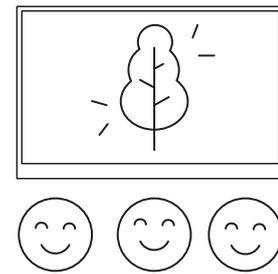
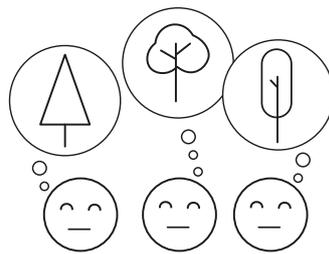
„Als Virtual Reality (VR) wird eine computergestützte, softwaregenerierte Simulation realitätsnaher oder fiktiver Umwelten verstanden, in die Nutzer über die Verwendung geeigneter Hardware eintauchen können. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Augmented Reality (AR) um eine computergenerierte Erweiterung der wahrnehmbaren Realität, wobei Zusatzinformationen, wie z. B. Texte, Bilder oder virtuelle Objekte, in das Sichtfeld der Nutzer eingeblendet werden.“
(Kind et al., 2019, S. 9)

Digitale Technologien werden in dieser Arbeit keineswegs als „Allheilmittel“ gesehen. Es ist immer zu prüfen, welchen Mehrwert digitale Technologien bieten sowie welche Herausforderungen oder gar Gefahren (Datenschutz, Überwachung, Kontrolle) damit einhergehen.

Abb. 7: Visualisierungen für eine bessere Kommunikation. © Lisa Steiner.

„Ich dachte wir pflanzen einen Baum.“

„Das ist der Baum den wir pflanzen.“



Einsatzfelder

Digitale Planungstools kommen in verschiedensten Kontexten zum Einsatz. Sie werden in der Verkehrsplanung, dem Immobilienmanagement, städtischer Klimaanalyse oder partizipativen Design eingesetzt (Noennig, 2022, S. 1463). Dabei können beispielsweise Hochwasserrisiken, Risiken des Klimawandels im Allgemeinen und gesundheitliche Folgen von Planungen bewertet werden. Auch eine Priorisierung von naturbasierten Lösungen kann vorgenommen werden. (Nummi et al., 2022, S. 3)

Entwicklung digitaler Tools

Planning Support Systems sind in den späten 1980ern entstanden. Bereits in den 1960ern wurden Daten- und Simulationssysteme in Form von kommunalen Informationssystemen, Flächennutzungs- und Verkehrsmodellen bis hin zu geografischen Informationssystemen (GIS) genutzt. 1990 war dieser Werkzeugkasten so groß, dass er die meisten technischen Planungsprozesse unterstützen konnte. (Batty, 2007, S. 2) Dieser Werkzeugkasten beinhaltet jedoch auch Top-Down- und Blackbox-Modelle, die aufgrund ihrer Intransparenz auf große Kritik stießen. Die Reaktion darauf bildeten PSS, die als transparente und Planungsprozess-unterstützende Instrumente gesehen wurden. (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1327f.) So wurden in den 1990ern zum Beispiel mit Hilfe von benutzerfreundlichen Oberflächen oder der Möglichkeit Parameter zu verändern, interaktivere und transparentere Tools entwickelt. Geertman (2017, S. 71) spricht mit der Jahrtausendwende sogar von einer PSS-Ära. Es hat sich eine große Bandbreite an PSS (Funktionalitäten, Inhalte, Ziele, usw.), eine Vielzahl an Anwendungsstudien, Lehrbücher über den Zusammenhang von PSS und Planungspraxis sowie eine allgemein breite wissenschaftliche Debatte entwickelt (ebd.). Allgemein haben die enormen Verbesserungen von Modellen, Software und Hardware den Einsatz in der Planungspraxis massiv erleichtert. Durch die erheblich kürzer gewordenen Rechenzeiten eröffnen sich viel mehr Möglichkeiten, insbesondere in der direkten Anwendung in Workshops. Auch durch Verbesserungen der Hardware, wie „Touch Tables“ (siehe Seite 36) oder „decision theatres“ (siehe Seite 50), ergeben sich neue Möglichkeiten. (Pelzer, 2015, S. 42)

PSS entspringen einer ursprünglich deterministischen Denkweise. Es wurde davon ausgegangen, dass umfassende wissenschaftliche Erkenntnisse automatisch zu verbesserten oder gar optimalen Planungen führen würden. Während die quantitativen Modelle leichter anwendbarer, integraler und interaktiver wurden, veränderte sich mit dem „communicative turn“ (Healey, 1992) die Planungspraxis. Die Planungspraxis wurde kommunikativer, kollaborativer und stellt nun verstärkt die Konsensfindung in den Vordergrund (Pelzer, 2015, S. 18).

Der „communicative turn“ in der Planungspraxis wird auf Seite 29 beschrieben.

Charakteristika digitaler Planungstools

Im Folgenden werden Charakteristika digitaler Planungstools vorgestellt. Noennig (2022, S. 1464) unterscheidet folgende vier Aspekte digitaler Tools, die im Folgenden genauer beschrieben werden (siehe Abb. 8):

- (a) Lösungsart (solutions type)
- (b) Anforderungen der Nutzer:innen (user requirements)
- (c) Stufe der Interaktion (interaction level)
- (d) Datenbereitstellung (data provision)

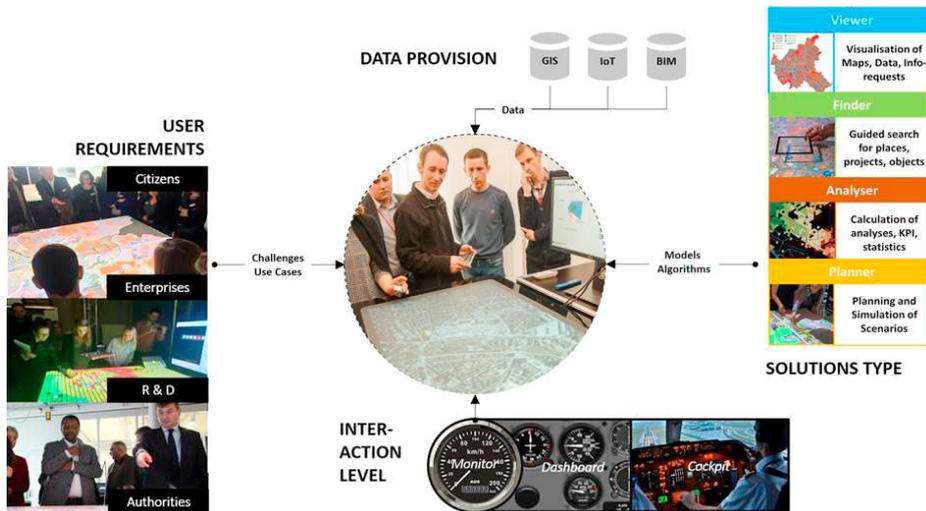


Abb. 8: Vier Aspekte digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1464).

(a) Lösungsart

Hier beschreibt Noennig (2022, S. 1466) das Paket an Software-„Modulen“ oder Toolboxen, die für ein Tool genutzt bzw. kombiniert werden. Dabei differenziert er, nach ihrer technischen Komplexität, vier Gruppen: Visualisierer, Finder, Analysierer, Planner (siehe Abb. 9).

„Visualisierer“-Tools weisen die geringste Komplexität auf. Ziel ist es, numerische Daten in leicht zugängliche, visuelle und verständliche Formate wie Diagramme, Karten oder Dashboards zu übersetzen. Sie eignen sich besonders bei partizipativen Prozessen, da Fachinformationen verständlich und niederschwellig kommuniziert werden können. (ebd.)

„Finder“-Tools weisen eine etwas höhere Komplexität auf. Sie geben auf

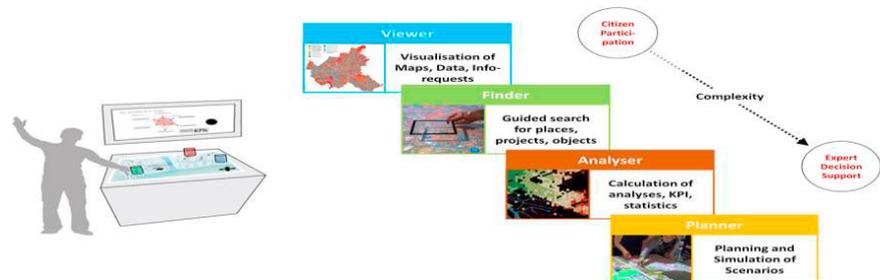
konkrete Fragen Antworten und sind sozusagen „Antwortmaschinen“. Ein Beispiel sind Routingsysteme, die die schnellste Route von A nach B angeben. Auch wenn die dahinter liegenden Prozesse bereits sehr komplex sein können, sind sie aufgrund der einfachen Bedienbarkeit ebenfalls gut in partizipativen Prozessen einsetzbar. (ebd.)

„Analysierer“ weisen eine nochmals höhere Komplexität auf. Sie betrachten Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen städtischen Strukturen, wie beispielsweise mikroklimatische Verhältnisse. Im Vergleich zu „Finder“-Tools bieten sie meist keine klaren Antworten, sondern decken vielmehr städtische Prozesse auf und bieten die Möglichkeit, Herausforderungen zu identifizieren. (ebd.)

„Planner“- Tools sind Prognosewerkzeuge und weisen den höchsten Komplexitätsgrad auf. Mit ihnen lassen sich „Was-wäre-wenn-Szenarien“ schaffen, die Aussagen über mögliche zukünftige Gegebenheiten treffen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass hochkomplexe Systeme wie jene Subsysteme der Stadt besser abzubilden sind, je enger zeitliche und räumliche Grenzen gesetzt werden. (ebd.)

Noennig (2022, S. 1466) beschreibt auch, dass Tools mit höherer Komplexität im Vergleich zu einfachen Werkzeugen grundsätzlich Wissen von höherem Wert generieren können. Des Weiteren wird betont, dass diese Tools nicht neu entwickelt werden müssen, sondern eine breite Palette an Software-Lösungen vorhanden ist, die ausgewählt und angepasst werden müssen.

Abb. 9: Aspekt Lösungsart digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1467).



(b) Anforderungen der Nutzer:innen

Ausgangsbasis für die Auswahl eines geeigneten Tools sind die Anforderungen der Nutzer:innen. Diese Anforderungen sowie auch die Erwartungen an Planungstools können sehr vielfältig sein und sich je Nutzer:innengruppe (Bevölkerung, Unternehmen, Forschung und Entwicklung sowie Politik und Verwaltung) unterscheiden. Auch die Nutzungskontexte, die ebenfalls essentiell für die Konzeption von Planungstools sind, können sehr divers sein. Diese bewegen sich zwischen den zwei „Extremen“: Ermöglichen von Bürger:innenbeteiligung und Unterstützung von Expert:innenentscheidungen (siehe Abb. 10). Erstere zielt auf die möglichst breite Beteiligung verschiedener Nutzer:innen und Interessengruppen ab. Zentral ist die niederschwellige und inklusive Bereitstellung von Informationen, Austausch sowie Interaktion. Zweitere fokussieren Entscheidungsträger:innen in Politik, Verwaltung und

Unternehmen. Hier liegt der klare Fokus auf der Informationsweitergabe in kurzer Zeit, um eine verlässliche Entscheidungsbasis zu erlangen. Zwischen diesen zwei Extremen gibt es eine Bandbreite an Anwendungskontexten. (Noennig, 2022, S. 1465)

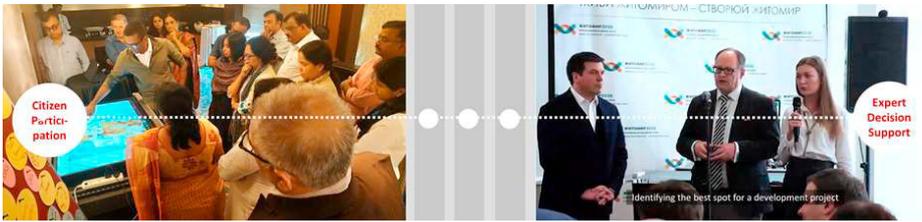


Abb. 10: Aspekt Anwendungskontexte digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1465).

(c) Stufe der Interaktion

Des Weiteren unterscheidet Noennig (2022, S. 1467f.) die Vielfalt der Interaktionen, die ein:e Nutzer:in bei der Anwendung des geplanten Tools durchführt oder erlebt. Unterschieden wird zwischen drei Stufen der Interaktionsintensität: Monitor, Dashboard und Cockpit (siehe Abb. 11).

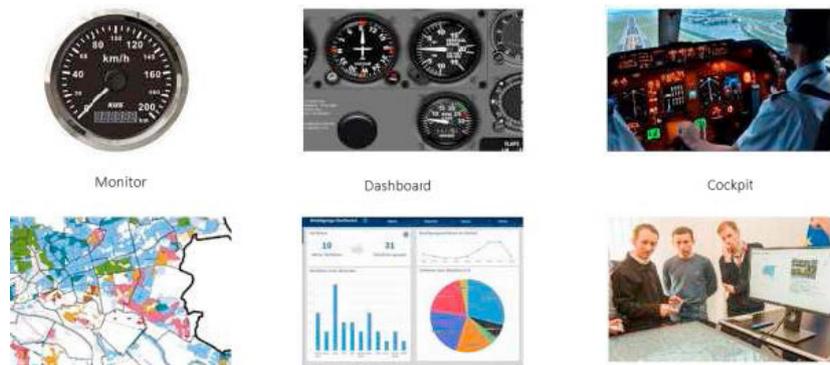
Unter Monitor wird die Visualisierung eines bestimmten Indikators, beispielsweise mit Hilfe einer Karte, gesehen. Die visuelle Darstellung ermöglicht ein einfaches Betrachten sowie ein leichteres Nachvollziehen.

Werden mehrere Monitore nebeneinander angeordnet, spricht Noennig (2022, S. 1468) von Dashboards. Hier wird nicht nur ein Indikator, sondern ein Set an Indikatoren dargestellt, was einen umfassenden Überblick, insbesondere bei komplexen Sachverhalten, sowie Schlussfolgerungen und Rückschlüsse ermöglicht.

Anordnungen von Monitoren oder Dashboards, die nicht nur eine visuelle Betrachtung ermöglichen, sondern bestimmte Aktionen erfordern, werden als Cockpits bezeichnet. Konkrete Anleitungen und Schrittfolgen für die Nutzung können insbesondere komplexe Prozesse und die Entscheidungsfindung unterstützen.

Auch Vonk et al. (2006 nach Geertman & Stillwell, 2020, S. 1328) unterscheiden PSS nach dem Grad ihrer Interaktion bzw. ihrer Anwendungsorientierung. Eine der drei Kategorien inkludiert die Informationsbereitstellung. Die Interaktion ist somit einseitig. Hierunter fallen beispielsweise Tools, wie Webseiten. Die zweite Kategorie fokussiert die Unterstützung von Kommunikationsprozessen, wie kartengestützte „Touch Tables“ (siehe Abb. 6 rechts oben), die beispielsweise die direkte Kommunikation zwischen Bürger:innen und Stadtverwaltung unterstützen (zweiseitige Interaktion). Die dritte Kategorie umfasst PSS zur Erfüllung von Analysefunktionen.

Abb. 11: Aspekt Interaktionsstufen digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1468).



(d) Datenbereitstellung

Dabei kann die Existenz von Daten sehr unterschiedlich ausfallen. So sind beispielsweise grüne und blaue Infrastruktur, im Vergleich zu grauer Infrastruktur oftmals wesentlich schlechter erhoben und in Modellen abgebildet. (siehe Seite 25)

Laut Noennig (2022, S. 1468) ist die Verfügbarkeit von Daten Voraussetzung für die vorangegangenen Aspekte sowie für digitale Planungstools im Allgemeinen. Ohne verfügbare Daten ist kein Tool hilfreich. Dabei sind nicht nur Existenz, Verfügbarkeit und Zugänglichkeit, sondern auch Wissen über Datenformate, Eigentumsverhältnisse, Quantität und Qualität relevant. Auch das Aufbauen von Datenbankstrukturen und einer geeigneten Systemarchitektur fallen unter diesen Punkt. Nicht betrachtet werden Tools, die rein der Unterstützung eines Kommunikationsprozesses oder des Erhebens von Daten dienen. Hierbei ist die Datenbereitstellung weniger von Relevanz.

Planning Support Science (PSScience)

Geertman & Stillwell (2020, S. 1326) beschreiben einen Paradigmenwechsel, bei dem sich der Bereich der Planning Support Systems (PSS) mit dem Fokus auf Planungstools hin zur „Planning Support Science“ (PSScience) entwickelt. Es wird laut Geertman & Stillwell (ebd.) ein breiteres Verständnis von PSS benötigt, bei dem nicht nur die Tools, sondern auch deren Einbettung betrachtet werden. Dem widmet sich die PSScience. Bei ihr werden nicht nur die Tools selbst, sondern auch der Anwendungsbereich und die Governance-Strukturen betrachtet. Geertman & Stillwell (2020, S. 1329f.) sprechen von drei Dimensionen und deren (dynamischen) räumlichen, zeitlichen, ökologischen und sozio-politischen Kontext (siehe Abb. 12.):

Anwendungsdimension: (Application): Hierunter fallen laut Geertman & Stillwell (2020, S. 1329) das Streben nach einer nachhaltigen und resilienten urbanen Zukunft und die damit einhergehenden jeweiligen Subziele. Einerseits ist es Ziel, ein nachhaltiges Gleichgewicht herzustellen und andererseits fähig zu sein, mit Veränderungen umzugehen und sich weiterzuentwickeln.

Prozessorientierung (Governance): Hier stehen die Governance-Strukturen im Vordergrund. Insbesondere die Vielfalt der Akteur:innen hat sich mit dem „communicative turn“ in der Planung, welcher in Kapitel 2.2

Governance: „Traditionelle Formen des Regierens (Government) reichen heute nicht mehr aus, um die Vielfalt der Informationen, aber auch die Kreativität in der Gesellschaft gut zu nutzen. Daher öffnet sich die Verwaltung und ergänzt hierarchische Formen der Steuerung durch Kooperationen mit weiteren Akteurinnen-gruppen der Gesellschaft, wie z. B. Bürgerinnen, der Wirtschaft oder anderen Gebietskörperschaften.“ (MA18, 2018, S. 93)

bereits beschrieben wird, wesentlich verändert. Mit dem Übergang von einer expert:innenorientierten Planung hin zu einer prozessorientierten, kollaborativen Planung (Healey, 1996) nimmt eine Vielzahl unterschiedlicher Akteur:innen an Planungsprozessen teil. Auch die Normativität von Planung wird anerkannt. Verschiedene Akteur:innen bringen unterschiedliches Wissen und verschiedene Erfahrungen ein, was mit der Herausforderung, all diese miteinzubeziehen, einhergeht.

Instrumentarium (Instrumentation): Dieser Aspekt umfasst PSS sowie Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) im Allgemeinen. Positive Veränderungen, wie ein verbessertes Fachwissen von Praktiker:innen, haben unsere Einstellung zu und die Nutzung von IKT im Allgemeinen und PSS im Besonderen verändert.

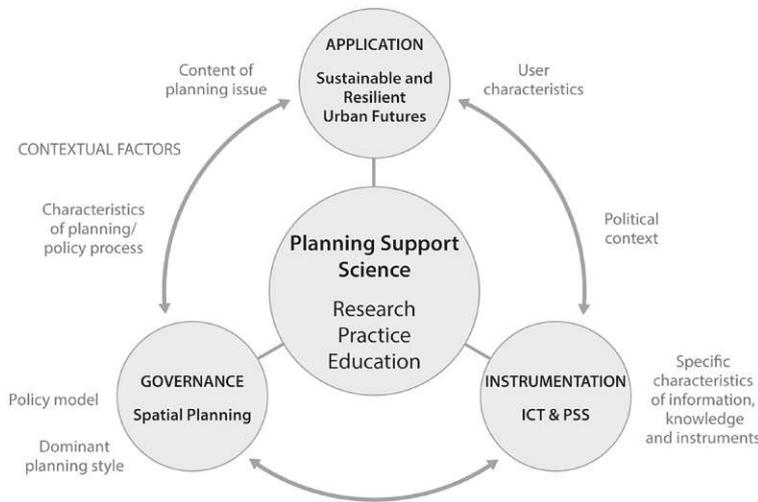


Abb. 12: PSScience: Dimensionen und Kontext. (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1329).

Die drei Dimensionen sind dabei stark miteinander vernetzt. So weist ein bestimmtes Subthema des Ziels der „nachhaltigen und resilienten urbanen Zukunft“, wie beispielsweise die Grünraumerweiterung, ein bestimmtes Governance-Setting auf. In diesem können verschiedene Akteur:innen mit unterschiedlichen Tools miteinbezogen werden. Diese Tools müssen dabei so eingesetzt werden, dass sie den Anforderungen der Nutzer:innen gerecht werden sowie im Prozess eine unterstützende Funktion einnehmen. Des Weiteren ist die PSScience immer kontextspezifisch. Dies wird durch die in Abb. 12 umgebenden Kontextfaktoren, wie Merkmale des Prozesses (z.B. Zeitdruck) oder Anwender:innencharakteristika (z.B. Technologieaffinität), abgebildet. Ein Planungstool (PSS) kann somit nicht ohne Anpassung in einem anderen Kontext genutzt werden.

Vorteile, Stärken, Chancen und Potentiale

In der Literatur wird eine Vielzahl an Stärken von PSS hervorgehoben. So heben beispielsweise Pelzer et al. (2015, S. 647) und Pettit et al. (2018, S. 13) hervor, dass PSS zu besser informierten Planungsentscheidungen sowie offeneren Planungsprozessen führen können. Geertman (2017, S. 71) betont

Auf die Komplexität urbaner Systeme sowie jener von Planungsprozessen wird auf den Seiten 26f. eingegangen.

die Stärke von PSS, vielschichtigen Herausforderungen im urbanen Kontext, wie ökologischen, wirtschaftlichen und nachhaltigkeitsbezogenen Fragen, begegnen zu können.

Im Zentrum steht die Stärke, verschiedene Stakeholder mit unterschiedlichen fachlichen Hintergründen in kollaborativen Umgebungen zusammenzubringen und in ihrer Entscheidungsfindung zu unterstützen. Pettit et al. (2018, S. 15) hebt hervor, dass PSS Bottom-up- und Top-down-Planungsprozesse verschmelzen, indem sie Akteur:innen, wie Planer:innen, Expert:innen, Bürger:innen und politische Entscheidungsträger:innen, in Diskussionen über Szenarien zusammenbringen. PSS können die Planung für alle Bürger:innen öffnen und demokratische und inklusive Planungsentscheidungen fördern (Lock et al., 2021; Pelzer, 2015 nach Nummi et al., 2022, S. 2; Douay & Lamker, 2023, S. 19). PSS können die Komplexität reduzieren, Daten vereinfachen und intuitiv darstellen. Sie vereinfachen so die Kommunikation zwischen Entscheidungsträgerinnen und Bürger:innen. (Deckert et al., 2020, S. 165) Dabei wird nicht nur die Kommunikation von Akteur:innen mit unterschiedlichem Hintergrund erleichtert, sondern auch das Zusammenbringen von systematisiertem Wissen und Erfahrungswissen ermöglicht. (Pelzer et al., 2015, S. 646)

Kunze et al. (2012, S. 286) und Nummi et al. (2022, S. 4) betonen des Weiteren das Potential digitaler Planungstools der gemeinsamen Visionsbildung. Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Aspekt ist die Kosten- und Zeitersparnis (Kunze et al., 2012, S. 286). Der Einsatz digitaler Tools fördert die Erhöhung der Effizienz und Vielfalt der Planung (Fink & Koenig, 2019, S. 321) und kann dazu beitragen benötigte Arbeitskraft und Zeit, die auf kommunaler Ebene meist begrenzt vorhanden sind, zu reduzieren (Brzoska et al., 2022, S. 21; Yap et al., 2022, S. 1).

Laut Noennig (2022, S. 1463) leiten digitale Werkzeuge, durch die Zusammenarbeit verschiedener Akteur:innen und ihre Reichweite sogar neue Paradigmen der Co-Creation und des Co-Designs ein.

PSS Implementation Gap

Auch wenn PSS sehr positive Aspekte sowie große Hoffnungen zugeschrieben werden, wird auch Kritik geübt. Vor allem in der Anfangszeit wurde die starke Technologieorientierung sowie Angebotsorientierung kritisiert (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1328; Pelzer et al., 2015, S. 647), die sich negativ auf die tatsächliche Nutzung von Planning Support Systems in der Planungspraxis auswirken. Pelzer et al. (2014, S. 16) stellen fest, dass die Mehrwerte von PSS in der Planungspraxis unzureichend Aufmerksamkeit erhalten. In der Literatur wird vom sogenannten PSS Implementation Gap gesprochen (te Brömmelstroet & Schrijnen, 2010, S. 4f.; Geertman, 2017, S. 70). Der PSS Implementation Gap beschreibt die Diskrepanz zwischen dem wachsenden Angebot an PSS und der gleichzeitigen mangelnden Nachfrage nach bzw. tatsächlichen Anwendung von PSS in der Planungspraxis (Geertman, 2017, S. 75). Dieser wurde bereits vor Jahren erkannt (te Brömmelstroet & Schrijnen,

2010, S. 4f.; Vonk et al., 2006, S. 264f.) ist aber auch heute noch relevant (Nummi et al., 2022, S. 2).

Dies ist auf eine Vielzahl an Gründen zurückzuführen. Im Folgenden wird daher auf die Herausforderungen eingegangen. In der Literatur lassen sich verschiedene Kategorisierungen der Herausforderungen bezogen auf den PSS Implementation Gap finden.

Yap et al. (2022, S. 2) identifizieren drei Hauptfaktoren für den PSS Implementation Gap. Erstens sei die Tool-Entwicklung aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit von Planungsaufgaben stark erschwert. Zweitens schränke mangelndes, benutzerorientiertes Design die Nutzung ein. Drittens sei mangelndes Wissen über Funktionalitäten und mögliche Anwendungsfälle eine Barriere für die Benutzung von PSS.

Vonk et al. (2006, S. 264f.) definieren drei Ansätze, die den PSS Implementation Gap erklären: den Instrumenten-Ansatz, den Nutzer:innen-Ansatz und den Transfer-Ansatz (siehe Abb. 13). Sie betrachten dasselbe Problem aus verschiedenen Blickwinkeln. Der Instrumenten-Ansatz bezieht sich auf die Gebrauchstauglichkeit und Benutzer:innenfreundlichkeit von PSS. Der Nutzer:innen-Ansatz fokussiert die Nutzer:innen-Akzeptanz. Der Transfer-Ansatz betrachtet die Verbreitung sowie den Fluss an Erfahrungen mit PSS. Als wichtigste Erkenntnis fassen Vonk et al. (2006, S. 263) zusammen, dass der PSS Implementation Gap vor allem auf die fehlende Akzeptanz und instrumentelle Qualitätsprobleme zurückzuführen ist. Die fehlende Akzeptanz ergibt sich durch verschiedene Aspekte: fehlendes Wissen über die Existenz von PSS und deren Einsatzfelder, mangelnde Erfahrung mit PSS und damit einhergehend fehlendes Wissen über den Nutzen sowie eine geringe Bereitschaft, PSS einzusetzen. Daraus ergibt sich wiederum, dass der Verbesserungsprozess von PSS durch das Lernen aus der Praxis nur langsam vorankommt und PSS somit eine geringere Chance haben, sich in der Planungspraxis zu beweisen. (ebd., S. 270)

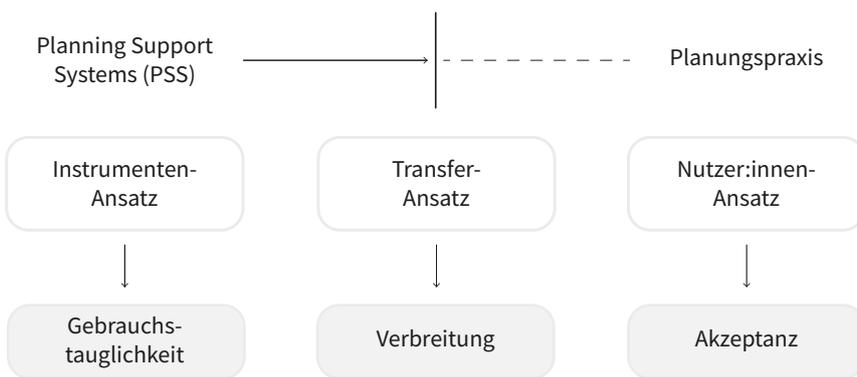


Abb. 13: Drei Ansätze zur Erklärung der Nutzung von PSS. Eigene Darstellung nach Vonk et al. (2006, S. 267).

Auch Geertman (2017, S. 73f.) nimmt eine Gruppierung in drei Kategorien vor. Erstens sei die Komplexität bzw. Nicht-Komplexität ausschlaggebend. Nutzer:innen würden sich im Allgemeinen einfache, leicht zu bedienende

Wie auf Seite 40 beschrieben, ist die Beachtung der Anforderungen der Nutzer:innen digitaler Planungstools die Grundvoraussetzung für deren Eignung und Nutzung.

Tools wünschen. Die Anbieter:innen von PSS liefern hingegen komplexere Instrumente. Geertman (ebd.) erkennt, wie Yap et al. (2022, S. 2) und Nummi et al. (2022, S. 5) dabei die Widersprüchlichkeit dessen an. PSS sind einerseits komplex, da sie eine Vielzahl an Komponenten, wie Verkehr, wirtschaftliche Entwicklung, ökologische Nachhaltigkeit, Verteilungswirkungen, sowie gleichzeitig deren verflochtenen Wirkungszusammenhänge beachten müssen und andererseits dem Anspruch nach Einfachheit nachkommen müssen. Zweitens sei eine nicht ausreichende Kommunikation und Kooperation von Planer:innen und PSS-Expert:innen ausschlaggebend für den PSS Implementation Gap. Drittens seien technische Herausforderungen sowie der initiale zeitliche Aufwand, welcher aufgewendet werden muss, um ein Tool produktiv nutzen zu können, eine Barriere. (Geertman, 2017, S. 73) Des Weiteren stellte Pelzer (2015 nach Geertman, 2017, S. 73f.) fest, dass aufgrund von fehlenden finanziellen Mitteln, veränderter politischer Interessen oder dem Ausscheiden von Schlüsselpersonen, ursprünglich beabsichtigte Nutzungen von PSS nicht realisiert wurden.

Nummi et al. (2022, S. 16) ergänzen, dass neben der Komplexität von Planungsaufgaben, die Vielfalt an Nutzer:innengruppen bei gleichzeitig begrenzten Ressourcen für die Nutzer:innenforschung eine Herausforderung darstellen. Des Weiteren ergänzt Nummi et al. (2022, S. 5), dass alleine die Konzentration auf die Nutzer:innenperspektive, die in den vorhergehenden Ausführungen bereits erläutert wurde, nicht ausreichend ist. Auch müsse laufend aus den Herausforderungen bei der Nutzung gelernt werden, um diese stetig zu verbessern.

Neben den Gründen für den PSS Implementation Gap, führen verschiedene Autoren weitere Gefahren und Herausforderungen an. Billger et al. (2017, S. 1023) führen neben der Gefahr der Fehlinterpretation von Visualisierungen durch die Nutzer:innen, jene des „Wow-Effektes“, die das Urteilsvermögen der Nutzer:innen stark beeinflussen kann, an. Die Herausforderung liege darin, das Verständnis zu maximieren, die Komplexität möglichst gering zu halten und gleichzeitig das Risiko von Fehlinterpretationen zu minimieren. Auch führen Billger et al. (2017, S. 1023) die Herausforderungen bezüglich Eigentum, Betreuung und Zugänglichkeit der Tools an.

Eine Herausforderung auf dem Weg zur erfolgreichen Nutzung digitaler Tools ist die Entwicklung passender Dialogprozesse sowie deren Evaluierung (Bailey et al., 2011; Brown & Kytä, 2014; Horelli & Wallin, 2010; Senbel & Church, 2011; te Brömmelstroet, 2012; te Brömmelstroet & Schrijnen, 2010 nach Billger et al., 2017, S. 1023). Isenberg et al. (2011, S. 321) ergänzen dies um die Schwierigkeit der gleichzeitigen Nutzung bzw. Interaktion, die sowohl technische als auch soziale Aspekte betreffen.

Wie bereits beschrieben, spielen Datenverfügbarkeit und Datenqualität eine maßgebliche Rolle. Die Aussagekraft digitaler Tools ist umso höher, je mehr Daten verfügbar sind und je höher ihre Qualität ist. (Weber & Ziemer, 2023, S. 55). Nicht nur die Menge sowie die Qualität spielen eine Rolle,

sondern auch die Ausgewogenheit der Daten. Werden Daten ohne kritische Bewertung herangezogen, besteht die Gefahr, nur Interessen einzelner Bevölkerungsteile zu vertreten (Pettit et al., 2018, S. 22). Auch Themen wie Datenschutz und die Validierung von Daten stellen eine potentielle Barriere dar (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1335).

Überwinden des PSS Implementation Gap

Der Erforschung des PSS Implementation Gap wurde viel Aufmerksamkeit geschenkt und ist laut Punt et al. (2020, S. 2) sogar an einem Sättigungspunkt angelangt. Geertman (2017, S. 75) betont, dass eine weitere Betrachtung des PSS Implementation Gap keineswegs zielführend ist. Vielmehr sollte der Fokus auf erfolgreiche PSS gelegt werden. Nur so kann der PSS Implementation Gap überwunden werden.

Geertman & Stillwell (2020, S. 1328) heben hervor, dass Aspekte, die über das Instrument hinausgehen, viel stärker betrachtet werden müssen. Die Planungsprozesse, in die sie eingebettet sind, müssen stärker in den Fokus genommen werden. Denn nur so können PSS tatsächlich in der Praxis ankommen. Nicht nur technische Aspekte, sondern vor allem die Zusammenarbeit von Akteur:innen, deren Wissen sowie deren Rolle im Planungsprozess sollte betrachtet werden (Nummi et al., 2022, S. 2). Auch Punt et al. (2020, S. 11) betonen, dass, um den PSS Implementation Gap zu schließen, der Fokus weg von der reinen Betrachtung von PSS-Tools hin zur Untersuchung von Kollaboration und Co-Design Prozessen, in welchen digitale Tools genutzt werden, gesetzt werden muss. Denn Technologien sind, egal wie technisch innovativ diese sind, nur erfolgreich, wenn sie von Personen genutzt werden und diese Nutzung neue Formen von Kollaboration ermöglicht (Schwegmann et al., 2021, S. 8).

Gleichzeitig werden PSS trotz des Implementation Gap große Erwartungen entgegengebracht. Laut Geertman (2017, S. 75) wird alleine der große Bedarf der Raumplanung nach PSS, die sich durch die hohe Komplexität (durch den Klimawandel, nachhaltiges Wachstum, Partizipation, uvm.) von Planungsaufgaben ergibt, dazu beitragen, dass der PSS Implementation Gap überwunden wird. Geertman & Stillwell (2020, S. 1337) schlussfolgern sogar, dass der PSS Implementation Gap sich unweigerlich schließen wird, um transparentere und faktengestütztere Entscheidungen und somit bessere Planungsentscheidungen treffen zu können. Bezogen auf urbane Resilienz argumentieren Deal et al. (2017, S. 30), dass PSS, die Komplexität erfassen, Veränderungen erkennen, unterschiedliche Maßstäbe verstehen, Varianten unterscheiden und kritische Entscheidungen unterstützen können, wesentlich zur Erhöhung dieser beitragen können. Das Erreichen bzw. Erhöhen urbaner Resilienz erfordert eine Art von Planung, (1) die die stetige Überwachung sowohl des aktuellen als auch des möglichen zukünftigen Zustands von Systemen ermöglicht, (2) die flexibel auf Systemveränderungen reagiert und (3) die die Steuerung dieser Systeme in inklusiver Weise ermöglicht (Norberg & Cumming, 2008 nach Deal et al., 2017, S. 30).

2.4 Zwischenfazit

Bei der Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen, die mit dem Klimawandel einhergehen, spielen digitale Planungstools eine maßgebliche Rolle. Nicht nur urbane Räume klimaresilient zu gestalten ist höchst komplex, auch die Vielzahl an beteiligten Akteur:innen erhöht die Komplexität von Planungsprozessen. Digitale Planungswerkzeuge sind ein entscheidendes und gleichzeitig wenig betrachtetes Element, um urbane Klimaresilienz zu erreichen.

Um die Potentiale der PSS in Bezug auf die Erhöhung der urbanen Resilienz zu nutzen, muss jedoch der PSS Implementation Gap, die Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage, überwunden werden. Der PSS Implementation Gap ergibt sich aus einer Vielzahl an Problemen, wie beispielsweise einem zu geringen Austausch zwischen PSS-Expert:innen und Planer:innen, einem hohen zeitlichen Aufwand sowie technischen Herausforderungen ein Tool produktiv zu nutzen (Geertman, 2017, S. 73f.), begrenzten Ressourcen für die Nutzer:innenforschung sowie ein nur langsam voran schreitendes Lernen (Nummi et al., 2022, S. 5) und Herausforderungen hinsichtlich Eigentum, Betreuung und Zugänglichkeit der Tools (Billger et al. 2017, S. 1023).

Um den PSS Implementation Gap zu schließen, sollten erfolgreiche Beispiele (Geertman, 2017, S. 75) sowie nicht nur die Tools selbst, sondern deren Einbettung in Planungsprozessen (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1328) betrachtet werden. Um tatsächlich in der Praxis anzukommen, müssen neben den Tools auch technische, organisatorische und menschliche Faktoren in den Fokus genommen werden.

3 City Labs als Rahmen für den Einsatz digitaler Planungstools

Um die Potentiale von PSS in Bezug auf die Erhöhung der urbanen Klimaresilienz zu nutzen, muss der PSS Implementation Gap geschlossen werden. Wie aus Kapitel 2.3 hervorgeht, reicht es nicht, die digitalen Planungstools abgegrenzt zu betrachten. Vielmehr muss die Einbettung von digitalen Planungstools in Planungsprozesse betrachtet werden. Auch die Organisationsform, die Betreuung sowie das Wissensmanagement müssen mehr in den Fokus genommen werden, um den PSS Implementation Gap zu überwinden.

Eine Möglichkeit, um diesen Herausforderungen zu begegnen, bieten Organisationen, die digitale Planungstools vor Ort nutzen sowie prozessbegleitend tätig sind. Die in dieser Arbeit als City Labs bezeichneten Organisationen fungieren als Schnittstelle und Prozessgestalter:in.

3.1 City Labs im Überblick

Einige Wissenschaftler:innen haben sich mit der Integration von digitalen Tools in physischen Räumen auseinandergesetzt. Punt et al. (2020, S. 1) betrachten das City Analytics Lab (CAL), ein Planning Support Theatre sowie dessen Beitrag zur Überwindung des PSS Implementation Gap. Sie fanden heraus, dass ein Raum für Kollaboration mit Tools zur Unterstützung der Zusammenarbeit, die viele wichtige Akteur:innen unterstützen können, positiv wahrgenommen wird und Barrieren bei der Technologieanwendung reduziert werden können (ebd.). Staffans et al. (2020, S. 17) betonen im Zusammenhang mit PSS, dass zukünftig spezielle Räume und Methoden, wie das „Big Room-Working“ benötigt werden.

Das City Analytics Lab (CAL) wird auf Seite 54 beschrieben.

Jedoch ist die aktuelle Fachliteratur zu City Labs, also physischen Räumen, die mit digitalen Technologien ausgestattet sind, begrenzt. Einzelne Konzepte bieten einen Startpunkt. Im Folgenden werden die Konzepte Decision Theatre, Planning Support Theatre, Big Room-Working und Communicative Planning Support Systems (CPSS) vorgestellt.

Planning Support Theatre

Punt et al. (2020) nutzen den Begriff des „Planning Support Theatres“. Dabei wird der Begriff von Punt et al. (2020) nicht definiert. Als Beispiel werden das City Analytics Lab (CAL), das ASU Decision Theater, das City Scope des MIT und das Aalto Built Environment Laboratory (ABE) angeführt. Es lassen sich komplexe städtische Zusammenhänge darstellen sowie digitale, immersive und kollaborative Erfahrungen schaffen. Sie können nicht nur helfen, die Barrieren für die Technologieanwendung bei PSS zu überbrücken, sondern bieten insbesondere Raum für Interaktion und für das Generieren neuer Ideen. Die Interaktion bezieht sich dabei nicht nur auf jene zwischen den

Die hier angeführten City Labs werden auf Seite 53f. vorgestellt.

Akteur:innen, sondern auch der Mensch-Technologie Interaktion. (ebd., S. 1, 5) Punt et al. (2020, S. 11) betonen, dass es noch nicht ausreichend Forschung gibt, um planning support theatres zu vergleichen.

Decision Theatres

Decision Theatres sind Besprechungsräume, die mit spezifischer Technologie ausgestattet sind, die es einer Gruppe von Personen ermöglicht, miteinander und mit Daten zu interagieren. Sie helfen, Entscheidungssituationen zu kontextualisieren, die Auswirkungen von Entscheidungen zu bewerten und gemeinsame Lösungen zu finden. (Boukherroub et al., 2016, S. 3)

Big Room-Working

Die Methode „Big Room-Working“ beschreibt das Zusammenkommen und Zusammenarbeiten von verschiedenen Akteur:innen in einem physischen Raum, welcher mit fortschrittlicher Informationstechnologie ausgestattet ist. Die Methode ist in der Stadtplanung noch nicht weit verbreitet, zunehmendes Interesse ist aber zu beobachten. „Big Room-Working“ hat das Potential, die Arbeit mit PSS zu unterstützen. Die Vorteile von PSS, wie jene des Informierens, Kommunizierens, Analysierens und Entwerfens, können mit der Methode „Big Room-Working“ besser genutzt werden. (Staffans et al., 2020, S. 7) Jedoch steht die Methode in Bezug auf Kommunikation, Kollaboration und Interpretation vor einer Vielzahl an Herausforderungen (Eräranta & Kauppi, 2017 nach Staffans et al., 2020, S. 7)

Communicative Planning Support Systems (CPSS)

Nummi et al. (2022, S. 3f.) schlagen ein neues Konzept, welches jenes der PSS erweitert, vor. Communicative Planning Support Systems (CPSS) unterstützen nicht nur datengestützte und wissensbasierte Planungsentscheidungen, sondern fördern vor allem die Kommunikation und Kollaboration zwischen den im Planungsprozess involvierten Personen. Dabei werden nicht nur die digitalen Tools selbst, sondern auch die dahinterstehenden Prozesse und physischen Räume, in welchen die Tools genutzt werden, betrachtet. Auch handelt es sich bei CPSS nicht um ein großes System, sondern um ein Set an vielen kleineren Tools. (Nummi et al., 2022, S. 3f.) Wie in Abbildung 14 (Elemente eines CPSS) zu sehen ist, umfasst das Support System sowohl (1) die digitalen Tools als auch die (2) dahinter stehenden Daten und (3) den physischen Raum. Die Anwendung dieses Support Systems stützt sich dabei auf drei Säulen: Inhaltsmanagement, Kommunikationsmanagement und Prozessmanagement (siehe ebenfalls Abb. 14) CPSS fördert die Kommunikation in Planungsprozessen, ermöglicht Co-Creation und unterstützt die Koordination komplexer Stadtprozesse. Nummi et al. (2022) verwirklichen das Konzept der CPSS im Rahmen des Projektes GreenTwins, in welchem auch das AvaLinn Smart City Planning Hub, eines der betrachteten Fallbeispiele, entstanden ist.

Das AvaLinn Smart City Planning Hub wird auf den Seiten 80 bis 90 vorgestellt.

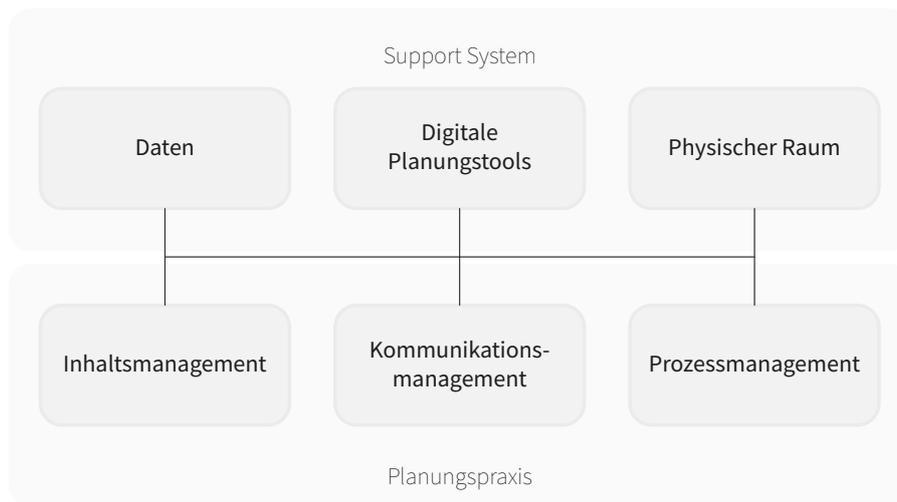


Abb. 14: Elemente eines Communicative Planning Support Systems (CPSS). Eigene Darstellung basierend auf Nummi et al. (2022, S. 4).

3.2 City Labs im Vergleich

In diesem Kapitel werden City Labs weltweit vorgestellt und gegenübergestellt. Die nachfolgende Zusammenstellung basiert auf einer systematischen Online-Recherche, den Auflistungen der in Kapitel 3.1 genannten Autor:innen sowie dem Wissen von Expert:innen des Austrian Institute of Technology (AIT).

Im Zentrum der Suche standen Organisationen, die digitale Planungstools in physischen Räumen in kollaborativen und kommunikativen Prozessen einsetzen sowie einen Fokus auf urbane Räume aufweisen. Thematische Einschränkungen wurden nicht vorgenommen, jedoch muss ein stadtplanerischer Bezug vorhanden sein.

In der Tabelle 1 (siehe darauffolgende Seite) werden 13 Labs gelistet und Informationen zu den folgenden Aspekten dargelegt: Name des City Labs, Abkürzung, Standort, Betreiber/Entwickler, Fokus, aktiv seit, noch aktiv und Quellen. In der Spalte des Fokus, wird zwischen reinem Bezug auf Stadtplanungsthemen (*) und der Betrachtung einer Vielzahl an Themen unterschieden (#). Die Quellen enthalten wissenschaftliche Publikationen sowie die Webseiten der Labs. Der Informationsstand fällt unterschiedlich stark aus. Sind keine Informationen vorhanden, sind die Zellen mit einem Schrägstrich markiert.

Es werden verschiedene Bezeichnungen genutzt. Diese reichen von Lab, City Lab, Laboratory bis hin zu Hub.

Auffallend ist, dass alle der aufgelisteten City Labs von Forschungseinrichtungen entwickelt und großteils betrieben werden. Lediglich das AvaLinn Smart City Planning Hub wird von der Stadt Tallinn betrieben. Es wurde zwar im Zuge eines Forschungsprojektes von der Technischen Universität Tallinn (TalTech) und der Aalto-Universität in Helsinki entwickelt,

Name	Abk.	Standort	Betreiber/ Entwickler	Fokus	aktiv seit	noch aktiv	Quellen
Aalto Built Environment Laboratory (Aalto Living+ Hub)	ABE Lab	Otaniemi (FI)	Aalto University	*	2012	Ja	Aalto University, o.J.; Eräntä & Staffans, 2015; Mäntyselä et al., 2016; Staffans et al., 2020; Staffans, 2023
ASU Decision Theater	ASU DT	Tempe, Arizona (US)	Arizona State University (ASU)	#	2005	Ja	Aleksandrov et al., 2022; ASU Decision Theater, 2019; Boukherroub et al., 2016
AvaLinn Smart City Planning Hub	AvaLinn	Tallinn (EE)	Stadt Tallinn (Betreiber), Tallinn University of Technology - TalTech, Aalto University (Entwickler)	*	2023	Ja	FinEst Centre for Smart Cities, o.J.; Nummi et al., 2022; Prilenska et al., 2023
City Analytics Lab	CAL	Sydney (AU)	University of South Wales (UNSW Sydney)	*	2018	/	Aleksandrov et al., 2022; Punt et al., 2020; UNSW, o.J.
City Intelligence Lab	CIL	Wien (AT)	Austrian Institute of Technology (AIT)	*	2019	Ja	AIT, 2022; AIT, 2023a; AIT, 2023b; Düring et al., 2022; Galanos & Chronis, 2022; Hyde & Filippidis, 2021
City Science Lab	CSL	Hamburg (DE)	HafenCity University Hamburg (HCU)	*	2015	Ja	CSL, o.J.; Degewitz et al., 2021; Lieven, 2017; Weber & Ziemer, 2023
Conscious City Laboratory	CCL	Berlin (DE)	Technische Universität Berlin	*	2014	Nein	Köring, 2019
Environmental Performance and Design Lab	EPDL	Haifa (IL)	Technion – Israel Institute of Technology	*	2023	Ja	Natanian, 2023; Technion, o.J.a; Technion, o.J.b
ETH Value Lab		Zürich (CH)	ETH Zürich	#	2008	/	Anwar et al., 2015; Burkhard & Schmitt, 2015; Halatsch et al., 2009; Kunze et al, 2012
Future Cities Laboratory (Value Lab Asia)	FCL	Singapur (SG)	Singapore-ETH Center	*	2012	Ja	Anwar et al., 2015; Zeng et al., 2018
High-Performance Computing Center Stuttgart (CAVE)	HLRS	Stuttgart (DE)	Universität Stuttgart	#	2012	Ja	Dembski et al., 2019; Dembski, 2023; HLRS, o.J.
MIT Media Lab City Scope		Cambridge, MA (US)	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	*	Anfang 2000	Ja	Alonso et al., 2018; MIT Media Lab, o.J.; Noyman et al. 2017
Spatial Simulation Lab	Simlab	Wien (AT)	TU Wien	*	/	Ja	Dembski et al., 2016; TU Wien, o.J.

Tab. 1: Übersicht über City Labs weltweit.
Eigene Darstellung.

* reiner Bezug auf Stadtplanungsthemen
Betrachtung einer Vielzahl an Themen

wird nun aber von der Stadt Tallinn betrieben sowie die Prozesse kuratiert (Nummi et al., 2022, S. 4f.; FinEst Centre for Smart Cities, o.J.).

Der überwiegende Teil der angeführten City Labs (10 von 13) setzt sich rein mit Themen der Stadtplanung auseinander. Drei der betrachteten Labs beschäftigen sich auch mit anderen Themen. Das ASU Decision Theater beschäftigt sich beispielsweise neben planerischen Themen auch mit Lieferketten, Handelsabkommen oder humanitären Maßnahmen (ASU Decision Theater, 2019).

Es folgt eine Kurzvorstellung der City Labs, welche in Tabelle 1 aufgelistet werden. Die Beschreibungen stammen dabei überwiegend aus den Online-Auftritten.

Aalto Built Environment Laboratory (ABE Lab)

ABE, auch Aalto Living+ Hub genannt, bietet einen physischen Raum sowie die Technologie für eine interaktive, auf den Menschen ausgerichtete Mitgestaltung. Mit Hilfe digitaler Werkzeuge und modernster Methoden wird die Gestaltung und Untersuchung der gebauten Umwelt unterstützt. Neben dem Präsentieren von Visionen und Plänen, werden immersive Modellierungs- und Simulationstechnologien zur Entscheidungsfindung eingesetzt. ABE fokussiert dabei multidisziplinäres Arbeiten. (Aalto University, o.J.)

ASU Decision Theater (ASU DT)

Das ASU DT ist eine Einrichtung für Zusammenkünfte und Kollaboration. Es werden Szenarien für komplexe Probleme entworfen, um so die Entscheidungsfindung zu unterstützen. Das DT entwickelt technologische Tools durch Kollaboration mit Forscher:innen, Fachleuten und Bürger:innen, um ein gemeinsames Verständnis für gemeinsame Probleme zu schaffen und nachhaltige „Was-wäre-wenn-Szenarien“ zu entwerfen. Es kommen Entscheidungsträger:innen aus dem akademischen Bereich, der Regierung und der Industrie zusammen, um Berechnungsmodelle zu erstellen. (ASU Decision Theater, 2019)

AvaLinn Smart City Planning Hub (AvaLinn)

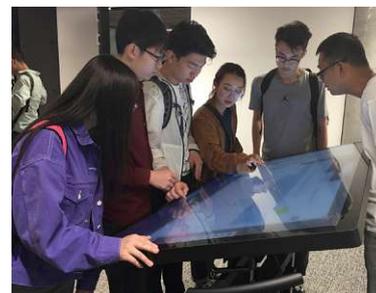
AvaLinn ist ein benutzerfreundlicher physischer Raum ausgestattet mit digitalen Tools, welcher es ermöglicht, verschiedene Stakeholder:innen, unabhängig von ihren, auch digitalen, Kenntnissen, in Planungs- und Entscheidungsprozesse miteinzubeziehen. (Nummi et al., 2022, S. 4f.; FinEst Centre for Smart Cities, o.J.) Ein besonderer Fokus liegt auf der Unterstützung von interdisziplinärer Kollaboration und Partizipation (Nummi et al., 2022, S. 4).

AvaLinn ist eines der betrachteten Fallbeispiele. Das Hub wird in Kapitel 4 ab Seite 80 genauer analysiert. Fotos des Hubs sind in diesem Kapitel zu finden.

City Analytics Lab (CAL)

Das CAL versteht sich als „Planning Support Theatre“. Es ist ein Raum, der die Kollaboration bei Planungsprozessen sowie ein nutzer:innenzentriertes Design unterstützt. Ziel ist es, Planung und Design mit Hilfe von digitalen Planungswerkzeugen (siehe Abb. 15) gemeinsam mit Analysen, Modellen, Visualisierungen und Dashboards zu unterstützen. Aktuelle städtische Gegebenheiten und Zukunftsszenarien lassen sich formulieren und erkunden. (Punt et al., 2020, S. 3, 11)

Abb. 15: Multi-touch tables des City Analytics Lab (links) (Punt et al., 2020, S. 4). Workshop im City Analytics Lab (rechts). (Punt et al., 2020, S. 9).



City Intelligence Lab (CIL)

Das CIL ist eines der betrachteten Fallbeispiele. Das Lab wird in Kapitel 4 ab Seite 60 genauer analysiert. Fotos des Hubs sind in diesem Kapitel zu finden.

Das CIL versteht sich als eine „interaktive digitale Plattform zur Erforschung neuer Formen und Techniken für die Stadtentwicklungspraxis der Zukunft“ (AIT, 2023a). Mit einer Vielzahl an Tools, die die Bewertung von Szenarien in Echtzeit, eine automatisierte Planerstellung, Datenanalyse und Visualisierung ermöglichen, soll das CIL zur Gestaltung einer resilienten und performativen Zukunft von Städten beitragen (AIT, 2022).

City Science Lab (CSL)

Das CSL ist eines der betrachteten Fallbeispiele. Das Lab wird in Kapitel 4 ab Seite 72 genauer analysiert. Fotos des Hubs sind in diesem Kapitel zu finden.

Das CSL entwickelt gemeinsam mit unterschiedlichen Partner:innen digitale Werkzeuge, die sowohl im urbanen als auch virtuellen Raum angewendet und erforscht werden. Dabei werden komplexe Vorgänge und Zusammenhänge erfasst und gleichzeitig für verschiedene Zielgruppen verständlich gemacht. (CSL, o.J.) Die entwickelten Tools sollen „die Entscheidungsfindung nicht nur erleichtern, sondern vor allem auch nachvollziehbar machen“ (Weber & Ziemer, 2023, S. 31).

Conscious City Laboratory (CCL)

Das CCL, früher BrainBox, ist ein Raum, in dem Personen in partizipative Prozesse im Kontext von Stadtplanung und Daten eingebunden werden können. Das Lab optimiert Prozesse mit Hilfe von Modellierungen in Echtzeit und bietet eine Möglichkeit für eine neuartige Herangehensweise in der Stadtplanung. Das CCL bietet mit seinen Planungswerkzeugen die Möglichkeit, dass alle in einem Planungsprozess Beteiligten zusammenkommen, Szenarien Prozesse verstehen und in Echtzeit kommunizieren, diskutieren und Ideen austauschen können. (Köring, 2019)

Environmental Performance and Design Lab (EPDL)

Das EPDL arbeitet an der Schnittstelle von Datenerfassung, computergestützte Analyse und Umweltdesign. Ziel ist es, durch die Interaktion von Stakeholder:innen und Expert:innen effektive, resiliente und robuste Lösungen für zukünftige nachhaltige Gebäude und Städte zu erreichen. (Technion, o.J.a; Technion, o.J.b) Die physische Komponente des Labs besteht erst seit Sommer 2023 und ist seit dem im Aufbau. Zwar ist das kollaborative Arbeiten im physischen Raum möglich, jedoch liegt der Fokus des Labs auf der technologischen Entwicklung. (Natanian, 2023)

ETH Value Lab

Das ETH Value Lab ist eine Kollaborationsplattform zur Visualisierung und Bewertung von Planungsszenarien. Es besteht aus einem physischen Raum mit hochmodernen Hardware- und Softwarekomponenten sowie intuitiven Tools. Es lassen sich potenzielle Veränderungen auf die städtische Umwelt visualisieren sowie die Auswirkungen unterschiedlicher Parameter auf städtische Systeme testen. (Halatsch et al., 2009; Kunze et al, 2012, S.285)

Future Cities Laboratory (FCL) (Value Lab Asia)

Das Value Lab Asia, des Future Cities Laboratory, ist als eine kollaborative, digital erweiterte Umgebung konzipiert (siehe Abb. 16), die für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet ist. Das FCL soll Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen zusammenbringen und sie bei der Gestaltung zukünftiger Städte unterstützen. Das Lab erleichtert die interdisziplinäre Kollaboration und schafft neue Möglichkeiten für partizipative Prozesse in der Stadtplanung. Das Lab ist eine „Tochter“ des ETH Value Lab. (Anwar et al., 2015; Zeng et al., 2018, S. 2f.)



Abb. 16: Value Lab Asia
© 2015 IEEE (Anwar et al, 2015, S. 348).

High-Performance Computing Center Stuttgart (HLRS)

Das HLRS verfügt unter anderem über ein sogenanntes „Cave Automatic Virtual Environment“ (CAVE), welches ein Lab darstellt (Dembski, 2023; HLRS, o.J.). Dieses CAVE, eine immersive 3D-Einrichtung, bietet leistungsstarke Tools zur Visualisierung und Interaktion mit großen, komplexen Datensätzen in virtueller und erweiterter Realität (HLRS, o.J.). In diesem können verschiedene Teilnehmer:innen mit unterschiedlichen Hintergründen gemeinsam interagieren. Die Diskussionen können verbessert und ein gemeinsamer Konsens für Lösungen angestrebt werden. (Dembski et al., 2019)

MIT Media Lab | City Scope

Ein CityScope ist eine datengestützte Plattform, die die Auswirkungen von möglichen Maßnahmen auf städtische Ökosysteme simuliert (siehe Abb. 17). Die Beteiligten interagieren gemeinsam mit der Plattform und können die Auswirkungen der vorgeschlagenen Maßnahmen in Echtzeit verstehen. Konsensbildung und Entscheidungsfindung können so unterstützt werden. Bürger:innen, Behörden und Planungsexpert:innen wird so ermöglicht, Herausforderungen zu verstehen, Alternativen zu erkunden und Echtzeit-Feedback zu Maßnahmen zu erhalten. (Alonso et al., 2018, S. 253f.)

Abb. 17: MIT Media Lab, City Scope.
links: © Ariel Noyman.
rechts: © Benno Tobler.



Spatial Simulation Lab (Simlab)

Das Simlab versteht sich als interdisziplinäres Forschungslabor mit einem Fokus auf die Integration von digitalen Werkzeugen in die Stadt- bzw. Raumplanung. Es ist mit digitalen Tools zur Planungsunterstützung und Entscheidungsfindung ausgestattet. Das Simlab befasst sich unter anderem mit Themen der Energieraumplanung, der Resilienz von Raumstrukturen und Infrastrukturen sowie der nachhaltigen Gestaltung urbaner Räume. Das Leitprinzip lautet „Visualise to understand“. (TU Wien, o.J.)

4 Fallstudie

Um einen tieferen Einblick in die Arbeit von City Labs zu erhalten und insbesondere Wissen zur Nutzung von City Labs im Kontext von urbaner Klimaresilienz zu erlangen, werden drei der in Kapitel 3.2 vorgestellten City Labs genauer betrachtet.

Vorab werden der Auswahlprozess und die Auswahlkriterien beschrieben (Kapitel 4.1), gefolgt von der Erläuterung der Datenerhebung und Analysemethodik (Kapitel 4.2). In Kapitel 4.3 erfolgt dann die Analyse der Fallbeispiele.

4.1 Auswahl der Fallbeispiele

Die in Kapitel 3.2 vorgestellte Tabelle (siehe Tab. 1 auf Seite 52) aller City Labs und das gesammelte Wissen zu diesen bildet die Basis für die Auswahl der Fallbeispiele. Diese wurden schrittweise eingegrenzt und auf ihre Passgenauigkeit geprüft. Dies erfolgte anhand mehrerer Aspekte. Der erste Filterungsschritt bzw. eine Voraussetzung bestand darin, dass es sich um ein aktives City Lab handelt. Des Weiteren stellt die thematische Fokussierung ein Kriterium dar. Nicht nur der Fokus auf urbane Räume und Themen der Raumplanung, sondern auch ein Schwerpunkt auf die Themen Klimaresilienz, Klima sowie grüne und blaue Infrastruktur waren Voraussetzung. Ebenfalls ein Kriterium war die Fokussierung auf Kollaboration und Kommunikation. Um möglichst ähnliche Rahmenbedingungen zu schaffen, wurden nur City Labs mit Standort in Europa ausgewählt. Durch die Fokussierung auf den europäischen Raum bestehen nicht nur ähnlichere Gegebenheiten in Bezug auf die Planungskultur, sondern auch die Thematik der grünen Infrastruktur spielt im Vergleich zu Nordamerika und Asien eine größere Rolle (Ruan et al., 2024, S. 5). Zusätzlich war die Informationsverfügbarkeit sowohl durch wissenschaftliche Quellen als auch durch Online-Ressourcen ein Entscheidungskriterium.

Es wurden folgende drei City Labs ausgewählt, die alle Auswahlkriterien erfüllen:

- » City Intelligence Lab (CIL)
- » City Science Lab (CSL)
- » AvaLinn Smart City Planning Hub

4.2 Datenerhebung und Analysemethodik

In Kapitel 1.3 wird das Forschungskonzept sowie das methodische Vorgehen beschrieben.

Für die Fallstudien wurden qualitative leitfadengestützte Expert:inneninterviews geführt sowie auf weitere Informationsquellen wie wissenschaftliche Publikationen, Projektwebseiten und Informationen aus Berichterstattungen und sonstigen Quellen zurückgegriffen.

Die Expert:inneninterviews wurden per Videotelefonie bzw. vor Ort, auf Englisch bzw. auf Deutsch geführt. Eine Übersicht der interviewten Expert:innen mit Informationen zu den geführten Interviews ist in Tabelle 2 zu finden.

City Lab	Person	Position	Institution	Datum	Ort	Sprache
City Intelligence Lab (CIL)	Angelos Chronis	Leiter des CIL	AIT Austrian Institute of Technology	26.06.23	Giefing-gasse 6, 1210 Wien	en
	Theresa Fink	Stellvertretende Leiterin des CIL	AIT Austrian Institute of Technology	24.07.23	MS Teams	de
AvaLinn Smart City Planning Hub	Fabian Dembski	Projektleitung GreenTwins	Tallinn University of Technology - TalTech	03.07.23	Zoom	de
	Aija Staffans	Projektmitarbeiterin	Aalto University	04.07.23	MS Teams	en
City Science Lab (CSL)	Expert:in 5	Wissenschaftliche:r Mitarbeiter:in des CSL	HafenCity Universität Hamburg	07.07.23	MS Teams	de

Tab. 2: Übersicht über die interviewten Expert:innen und Informationen zu den Interviews. Eigene Darstellung.

Die:Der Expert:in des City Science Lab der HafenCity Universität Hamburg bat um eine Anonymisierung und wird daher als „Expert:in 5“ angeführt.

Für die Durchführung der Interviews wurde ein Leitfaden, welcher der Gesprächsstrukturierung dient, sowie eine gewisse Vergleichbarkeit der erhobenen Inhalte gewährleistet (Scholl, 2018, S. 68) entwickelt.

Die geführten Expert:inneninterviews, die im Schnitt eine Stunde umfassten, wurden transkribiert. Die Analyse der transkribierten Interviews erfolgt mit einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz & Rädiker (2022, S. 129). Sie kann als „Kernmethode der qualitativen inhaltsanalytischen Verfahren betrachtet werden“ (ebd., S. 104). Das Material, in diesem Fall die transkribierten Interviews, wird in mehreren Durchläufen mit deduktiv und induktiv gebildeten Kategorien codiert (ebd.).

Die Codierung erfolgte in sieben Phasen (siehe Abb. 18) nach Kuckartz & Rädiker (2022, S. 132-156): 1) Den Anfang bildete eine „Warming Up“-Phase. Die Transkripte der Interviews wurden durchgearbeitet und Notizen verfasst. 2) Darauf folgte die Entwicklung der Hauptkategorien. Diese wurden deduktiv aus dem Interviewleitfaden abgeleitet. 3) Mit diesen Hauptkategorien wurden die Interviews codiert (1. Codierprozess). Textstellen wurden dabei teilweise auch mehreren Codes zugeordnet. Gleichzeitig wurden mit Vorausschau auf

den nächsten Schritt Aspekte und mögliche Subcodes notiert. 4) Darauf folgte die induktive Bildung von Subkategorien. Dies erfolgte Schritt für Schritt in jeder Hauptkategorie. 5) Mit diesen Subkategorien wurden die Interviews wiederum codiert (2. Codierprozess). Um eine vollständige Codierung zu gewährleisten, wurde das gesamte Material an dieser Stelle nochmals mit allen Haupt- und Subkategorien durchgearbeitet. Die Codierung wurde erneut geprüft und gegebenenfalls verändert. 6) Die codierten Daten wurden analysiert sowie 7) die Ergebnisse verschriftlicht. Die Aussagen wurden je Kategorie zusammengefasst und schriftlich möglichst deskriptiv wiedergegeben.

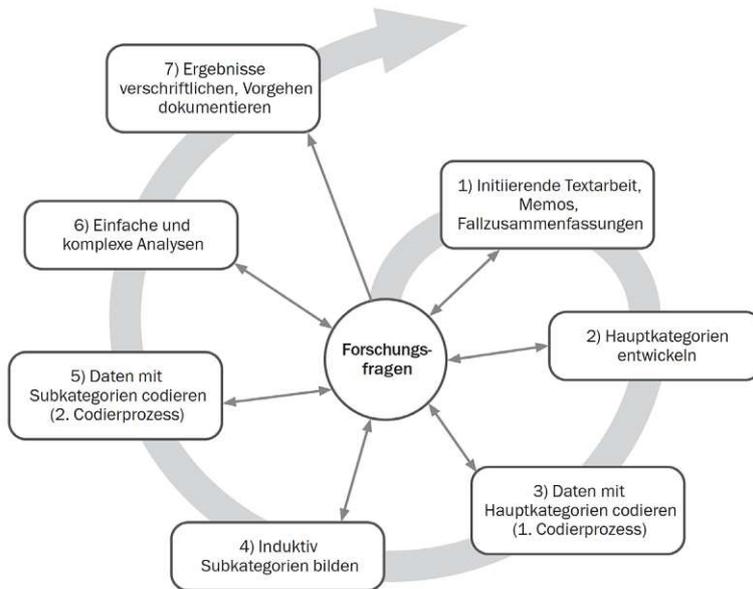


Abb. 18: Ablauf einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse in sieben Phasen. (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 132).

Die Auswertung der Expert:inneninterviews erfolgte mit Hilfe der Software MAXQDA. Sie diente als Hilfsmittel, um die oben beschriebenen Schritte der Codierung durchzuführen. Die Software ermöglicht es, die Transkripte der Interviews zu importieren und dann systematisch, wie oben beschrieben, zu codieren.

4.3 Analyse der Fallbeispiele

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Literaturrecherche sowie der Expert:inneninterviews erläutert. Die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse werden je Kategorie zusammengefasst und deskriptiv wiedergegeben. Neben der Beschreibung der City Labs beinhalten die Kategorien auch allgemeine Erkenntnisse der Expert:innen zur Arbeit in City Labs. Am Ende jedes Kapitels erfolgt eine Zusammenfassung der wesentlichen Kernaussagen.

4.3.1 City Intelligence Lab

Steckbrief

Stadt	Wien
Standort	AIT Giefinggasse 6, 1210 Wien, Österreich
Betreiber:in	AIT Austrian Institute of Technology
Entwickler:in	AIT Austrian Institute of Technology

Das City Intelligence Lab (CIL) ist Teil der Competence Unit „Digital Resilient Cities“ im „Center for Energy“ des Austrian Institute of Technology (AIT). Das CIL versteht sich als eine „interaktive digitale Plattform zur Erforschung neuer Formen und Techniken für die Stadtentwicklungspraxis der Zukunft“ (AIT, 2023a). Mit einer Vielzahl an Tools, die die Bewertung von Szenarien in Echtzeit, eine automatisierte Planerstellung, Datenanalyse und Visualisierung ermöglichen, soll das CIL zur Gestaltung einer resilienten und performativen Zukunft von Städten beitragen (AIT, 2022). Betrachtet werden dabei die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen in unterschiedlichen Bereichen, wie Mobilität, Energie oder Klima. Insbesondere komplexe Zusammenhänge des Klimawandels und der Urbanisierung werden zeitnah und je nach Zielgruppe dargestellt. (AIT, 2023b) Ziel ist es, Planungsprozesse und Entscheidungsfindungen durch eine kollaborative Planungsumgebung sowie ein KI-gesteuertes Stadtplanungs-Framework zu unterstützen und Schlüsselakteur:innen und Entscheidungsträger:innen im Bereich der Stadtentwicklung zusammen zu bringen (AIT, 2023a) Das CIL wird ist ein internationales Vorzeigelabor für den Einsatz digitaler Stadtplanungsmethoden. Es soll mit Hilfe digitaler Werkzeuge, traditionelle Planungsprozesse in allen Phasen der Planung begleiten. (AIT, 2023b)

Die Schwerpunkte des CIL, die auf der Webseite des CILs festgeschrieben sind, liegen dabei auf den folgenden Aspekten (AIT, 2022):

- » Datengestützte Stadtplanung:
Entwicklung von umfassend integrierten digitalen Stadtmodellen, die mit Simulationsmodellen für Folgenabschätzungen verbunden sind
- » KI-gestützte Folgenabschätzung:
Folgenabschätzungen und Entscheidungsunterstützung mit Hilfe von KI in Echtzeit (von Mikroklimasimulationen, Windkomfort, Über-

schwemmungen und Solarpotential bis hin zu Lärm-, Erreichbarkeits-, Transit- und Kostenschätzungen)

- » Optimieren, Analysieren, Entscheiden:
Durch die Iteration verschiedener Szenarien lassen sich datengestützte Entscheidungsfindungen unterstützen
- » Co-Creation und Kommunikation:
Entwicklung von maßgeschneiderten Lösungen zur Visualisierung und Kommunikation von Szenarien durch verschiedene Tools, die das Engagement der Stakeholder:innen fördern

Das CIL beschäftigt sich unter anderem mit Themen wie der Mikroklimasimulation, multimodalen Mobilität, Temperatur, Erreichbarkeiten, Windverhältnissen, Fußgänger:innenströme, Überschwemmungen sowie die integrale Evaluierung all dieser Aspekte, beispielsweise über die Betrachtung verschiedener KPIs (AIT, 2022; Hyde & Filippidis, 2021, S. 85; AIT, 2023b).

KPI steht für Key-Performance-Indicator, zu Deutsch Leistungskennzahl.

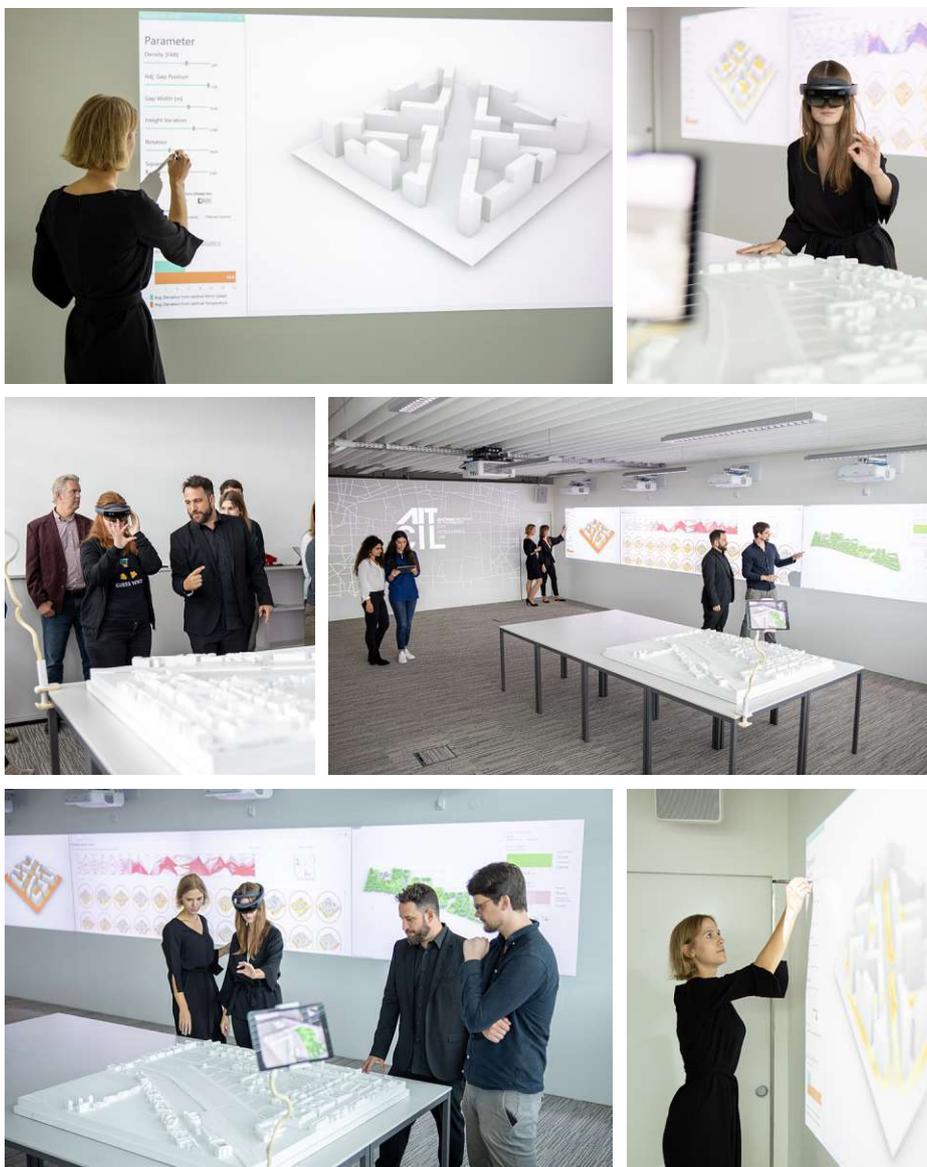


Abb. 19: City Intelligence Lab (CIL) des AIT. © APA Hinterramskogler.

Eine Erklärung des FCL ist auf Seite 55 zu finden. Das Team „Applied R+D (Applied Research + Development)“ des Architekturbüros Foster + Partners beschäftigt sich mit komplexen Designaufgaben. Es befasst sich mit neuen Technologien wie Augmented Reality, maschinellem Lernen und Echtzeitsimulationen. (Foster + Partners, o.J.)

Die Lange Nacht der Forschung ist eine österreichweite Initiative, die es ermöglicht direkt in Kontakt mit Forscher:innen zu treten, die neuesten Erkenntnisse aus verschiedenen Forschungsgebieten zu erfahren und sich selbst als Wissenschaftler:in zu versuchen (BMK, 2022)

Entstehungsgeschichte

Das CIL ist im Rahmen des fünfjährigen Forschungsprogramms „Cognitive Urban Design Computing“ (CoDeC), geleitet von Principal Scientist Reinhard König und später von Angelos Chronis, entstanden (AIT, 2023b; Chronis, 2023). Start des Projekts CoDeC war im Jahr 2017 (Fink, 2023). Ziel war es eine „intelligente digitale Planungsmethode, zu entwickeln, die es ermöglicht, Daten in Informationen und Wissen umzuwandeln, so dass Städte intelligenter geplant werden können, um sie lebenswerter, nachhaltiger und widerstandsfähiger zu machen“ (AIT, 2023b). Zu Beginn, im Jahr 2017, standen vor allem die Visions- und Konzeptbildung sowie Entscheidungen über die Hardware, die installiert werden sollte, im Vordergrund. Das Forschungsthema wurde laufend angepasst und verbessert. (Fink, 2023). Das CIL wurde schließlich 2019 als „internationales KI-gestütztes Vorzeigelabor“ eröffnet. Seitdem wurde es unter dem Aspekt des gemeinsamen Erschaffens von Wissen weiterentwickelt. (AIT, 2023b) Aufgrund der Covid-Krise war das CIL jedoch nur gut ein halbes Jahr zugänglich und die Vor-Ort-Nutzung ist erst seit etwa Mitte 2022 wieder möglich (Fink 2023).

Chronis (2023), der die Leitung des CIL 2019 übernahm, betonte im Zuge des Experteninterviews, dass Reinhard König, der ehemalige Leiter des CILs, bereits Erfahrung beim Aufbau von City Labs, unter anderem aus der Entwicklung des Future Cities Lab (FCL), hatte und auch er selbst bereits Knowhow diesbezüglich bei „Foster + Partners“, einem weltweit bekannten Architekturbüro, gesammelt hatte.

Standort

Das CIL befindet sich in der Giefinggasse 6 (1210, Wien) in den Räumlichkeiten des AIT. Der interaktive Besprechungsraum ist dabei in den Räumlichkeiten des Center „Energy“ zu finden. Das CIL kann nur mit Voranmeldung besichtigt und genutzt werden.

Ausstattung

Zur Einrichtung des CIL gehören interaktive Projektionswände, Tische mit Modellen sowie tragbare Geräte (z.B. Tablets), physische Augmented Reality (AR)-Modelle und Virtual Reality (VR)-Brillen (AIT, 2023a; Hyde & Filippidis, 2021, S. 82) (siehe Abb. 19). Die fünf Meter lange interaktive Projektionswand könne mit Hilfe von Stiften bedient werden (Chronis, 2023). Mit Hilfe von Mixed-Reality-Brillen können Auswertungen direkt auf dem physischen Modell betrachtet werden (Fink, 2023).

Einige dieser Tools können auch mobil eingesetzt werden. Eine Version eines physischen 3D-Modells ist zerlegbar und kann in einen Koffer gepackt werden. Das Modell inklusive notwendiger Computer-Infrastruktur und Augmented Reality Equipment wurden bereits bei Workshops in Dubai oder Abu Dhabi sowie der Langen Nacht der Forschung (siehe Erklärung in Marginalie) genutzt (siehe Abb. 20). Des Weiteren sind auch die Tablets reisetauglich. Die interaktiven Wände sind nicht transportfähig, jedoch

können an den jeweiligen Orten Screens mit Touch-Funktion organisiert und genutzt werden. (Fink, 2023)



Abb. 20: City Intelligence Lab bei der Langen Nacht der Forschung 2022. © Cynthia Fischer.

Solange die technische Ausstattung vorhanden ist, kann das CIL theoretisch ortsunabhängig aufgebaut werden. Von Bedeutung ist somit das dahinterstehende „Powerhouse“ (Chronis, 2023), das sogenannte InFraReD (Intelligent Framework for Resilient Design). Es bildet die Basis der interaktiven Werkzeuge. (Hyde & Filippidis, 2021, S. 82) InFraReD bietet die Möglichkeit, verschiedene städtische Daten in Echtzeit zu verarbeiten und Varianten in kurzer Zeit zu simulieren (Galanos & Chronis, 2022, S. 111). InFraReD nutzt dazu „machine learning“ (ML) sowie „deep learning“ (DL) Modelle. Diese Modelle wurden mit großen Datensätzen, beispielsweise zu Sonneneinstrahlung, Sonnenstunden oder Strömungssimulationen trainiert. So können mehrere sehr rechenintensive städtische Kennzahlen, wie z.B. Windströmung und Windkomfort, nahezu in Echtzeit simuliert werden. (Hyde & Filippidis, 2021, S. 80; Düring et al., 2022, S. 446) Eingriffe, wie die Neupositionierung eines Gebäudes, die Veränderung des Straßennetzes oder die Errichtung einer Haltestelle, und deren Auswirkungen können damit ohne lange Rechenzeiten dargestellt und bewertet werden (Düring et al., 2022, S. 449). Laut Hyde & Filippidis (2021, S. 79) sind die Mikroklimasimulationen, die mit InFraReD möglich werden, ein wichtiger erster Schritt, um einen Planungsrahmen hin zu resilienten Designmethoden in früher Phasen zu entwickeln.

Mit Hilfe dieser Modelle wird der Zeitbedarf für die Berechnung von Simulationen um ein Wesentliches verkürzt.

Aus Sicht von Chronis (2023) verändere und verbessere sich die Technologie stetig. City Labs, wie das CIL, müssen sich daher ständig weiterentwickeln, um mithalten zu können. Hierfür sei die Finanzierung ausschlaggebend.

Finanzierung

Finanzielle Mittel für das CIL wurden durch das Principal Scientist Projekt CoDeC (siehe Entstehungsgeschichte), einem fünfjährigen Forschungsprogramm aus zentralen Mitteln des AIT, bereitgestellt. Mit Hilfe dessen wurden die Infrastruktur sowie die technologische Entwicklung des CILs finanziert. In den Expert:inneninterviews wurde erläutert, dass das Principal Scientist Projekt ein wichtiges Instrument sei, um neue Forschung voranzutreiben. Gleichzeitig sei aber auch eine Integration in Projekte sowie eine Finanzierung durch diese notwendig, beispielsweise über Auftragsforschungsprojekte oder kofinanzierte Förderprojekte auf nationaler und europäischer Ebene. Allerdings sei eine reine Finanzierung von City Labs durch Projekte nicht zielführend. Es sei eine Finanzierung durch separate Mittel notwendig, um das City Lab weiterzuentwickeln und so Projekte unterstützen zu können. (Chronis, 2023; Fink, 2023)

Beschreibung des City Labs durch interviewte Expert:innen

Für Chronis (2023) ist das CIL ein Ort, an dem verschiedene Forschungsansätze zusammenkommen, um in den Planungsprozess integriert zu werden. Dabei gehe es sowohl um die Integration von Methoden als auch von Technologien. Das CIL ermögliche Menschen mit Daten, Werkzeugen und Methoden interagieren zu können, um so Planung informierter zu gestalten. Das CIL bestehe dabei einerseits aus Nutzer:innen-Schnittstellen, also der bereits beschriebenen technischen Ausstattung wie Bildschirmen und Tablets, und andererseits aus einem „Powerhouse“ analytischer Methoden (ebd.). Chronis (2023) betonte auch die Wichtigkeit des CILs als einen Ort des Zusammenkommens, um Ideen auszutauschen und gemeinsam in einem interaktiven und immersiven Raum Projekte zu entwickeln.

„The CIL has always been, at least for me, a place where different research comes together to be integrated in the planning process. So it’s an integrator.“ (Chronis, 2023)

Auch Fink (2023) betonte das Verknüpfen und Vernetzen verschiedener Disziplinen. Des Weiteren hebt sie den Vorteil des CIL als hybriden Raum mit digitalen und analogen Tools hervor, welcher es ermögliche, Planungsansätze intelligenter zu lösen. Ebenso betont sie, dass das CIL nicht als „Stand Alone“ funktioniere. Es werde immer die Kommunikation zwischen den Akteur:innen sowie eine Prozessbegleitung benötigt.

Zielgruppen und Nutzer:innen

Nach Chronis (2023) seien die Zielgruppen des CIL insbesondere Stadtverwaltungen, Architekt:innen, Entwickler:innen oder Planer:innen. Jede:r, die:der in einen Planungsprozess involviert ist, solle das CIL nutzen können. Um verschiedene Zielgruppen anzusprechen, seien verschiedene Level an Abstraktion von Informationen notwendig.

Fink (2023) nimmt eine detaillierte Aufteilung der Zielgruppen in drei Bereichen

vor (Fink, 2023): (1) Die Städte, also Gebietskörperschaften beziehungsweise Magistrate; (2) Die Planer:innen selbst, also Landschaftsarchitekt:innen, Stadtplaner:innen und Architekt:innen; (3) Die Immobilienentwickler:innen.

Auf der Website des CIL werden ebenfalls Bürger:innen, Stadtverwaltungen, Immobilienentwickler:innen und allgemein städtische Praktiker:innen als Nutzer:innen genannt (AIT, 2022).

Chronis (2023) ergänzt, dass es eine gewisse Diskrepanz zwischen den Zielgruppen und den tatsächlichen Nutzer:innen gäbe. Derzeit nützten vor allem Expert:innen das City Lab. Ziel sei es, mehr Zielgruppen anzusprechen.

Fink (2023) beschreibt die Ausrichtung des CIL eher hin zu einer partizipativen Nutzung und betont den Vorteil des City Labs, Informationen durch eine interaktive und zeitgleiche Nutzung an die Nutzer:innen zu bringen.

Chronis (2023) unterstreicht, dass im CIL sowohl partizipative als auch expert:innenbasierte Nutzungen möglich seien und auch stattfinden würden. In der aktuellen Arbeit sei die Nutzung durch Laien jedoch weniger häufig. Dies hat laut Chronis (2023) jedoch nichts mit dem City Lab an sich zu tun. Dieses biete die Rahmenbedingungen für Nutzungen verschiedenster Art. Oftmals führt das Fortführen traditioneller Arbeitsweisen, insbesondere der ausschließliche Einsatz bislang genutzter Software, sowie das Fehlen des notwendigen Wissens über neue Forschungsmethoden dazu, dass lediglich die Ergebnisse im City Lab präsentiert oder demonstriert werden (ebd.). Auf diese Herausforderung wird auf der folgenden Seite genauer eingegangen.

Potentiale

Fink (2023) betont, dass das CIL als hybrider Raum nicht nur die Interaktion mit digitalen und analogen Tools ermögliche, sondern es könne auch Prozesse begleiten und das Vernetzen verschiedener Disziplinen ermöglichen.

Laut Fink (2023) sei eine wesentliche Eigenschaft des CIL, dass verschiedenste Inhalte visualisiert und kommuniziert werden können. Die:Der Nutzer:in erhalte nicht einfach eine Tabelle, sondern ein Chart, ein Diagramm oder eine Simulation, teils auch mithilfe von 3D-Modellen. Insbesondere bei Workshops mit der Bevölkerung sei das ein großer Vorteil, da Maßnahmen leichter vorstellbar werden.

„[...] dass die Ergebnisse so aufbereitet werden, dass man sie auch wirklich versteht“ (Fink, 2023)

Fink (2023) beschreibt, dass das CIL damit einen informationsbasierten Planungsprozess ermögliche, welcher wiederum eine bessere Entscheidungsbasis bietet. Insbesondere in den frühen Phasen eines Planungsprozesses spiele das CIL seine Stärke aus. Hier sei der Vergleich von Szenarien sehr wichtig.

In diesem Zusammenhang beschreibt Chronis (2023), dass eine große

Was Chronis unter einem „Integrator“ versteht, ist auf Seite 64 zu lesen.

Stärke des CIL darin bestehe, als interaktiver und immersiver Treffpunkt zu fungieren. Dabei stehe nicht nur die Interaktion von Menschen, sondern auch Methoden und Technologien im Vordergrund. Als „Integrator“ ermögliche das CIL nicht nur disziplinübergreifend, sondern maßstabs- und projektübergreifend zu arbeiten.

Herausforderungen

Chronis (2023) merkt kritisch an, dass die „hands on“-Arbeit, also das Ausprobieren und Verschieben, eher unter Mitarbeiter:innen des CIL als außerhalb stattfinde. Es sei eine große Herausforderung, andere dazu zu bringen, die Tools in einfacher Weise zu verwenden und dies ist dementsprechend etwas, das stärker betrachtet werden müsse.

Nach Chronis (2023) bestehe eine potentielle Gefahr darin, dass das CIL rein als „Demonstrator“ bzw. „Showcase“ genutzt wird. Das CIL werde in diesem Fall nur genutzt, um Kund:innen die eigene Arbeit zu zeigen, nicht um Projekte im City Lab zu gestalten. Die Arbeit erfolge extern und die Präsentation im CIL. Das CIL werde so zu einer reinen Visualisierungsplattform. Chronis (2023) beschreibt in diesem Zusammenhang auch den „Wow-Effekt“. Dieser Effekt ist dafür verantwortlich, dass das City Lab eher als „acquisition vehicle“ und nicht als Forschungslabor genutzt wird. Die Problematik der Nutzung als „Demonstrator“ sei auch bei anderen City Labs, die Chronis entwickelt hat, aufgetreten. Projektleiter:innen und Forschungs koordinator:innen würden oft nicht den tatsächlichen Wert der Nutzung eines City Labs in einem Projekt verstehen.

Als weitere Herausforderung empfindet Chronis (2023) die Problematik fehlender Datenstandards. City Labs weltweit nutzen unterschiedlichste Datenformate, wie CityJSON, GeoJSON oder CityGML, die unterschiedliche Semantiken aufweisen. (Chronis, 2023)

In einem weiteren Schritt betont Chronis (2023) die Schwierigkeit, den Wert eines City Labs zu quantifizieren. Die Wertschöpfung, die fortschrittliche Forschung und innovative digitale Tools bieten, seien nicht messbar. Die Kosten für das Testen einer neuen Batterie innerhalb eines Labors sowie der Nutzen, den diese bringe, seien beispielsweise quantifizierbar. In der Architektur und Planung hingegen sei es „unmöglich, die Welt von dem Wert zu überzeugen, den sie schaffen“. Auch wenn das CIL oder ein anderes City Lab einen ganzen Stadtteil wesentlich energieeffizienter macht, sei die genaue Energieeinsparung nicht messbar. (Chronis, 2023)

„This value addition is lost in architecture and planning. That’s the main problem of architecture and planning in general, the inability to quantify the value that advanced research and cutting edge digital tools are providing.“ (Chronis, 2023)

Fink (2023) sieht die Gefahr, dass ein Entwurf zu schnell gewählt werde und somit andere Varianten nicht mehr miteinbezogen werden. Das CIL werde

erst bei der Auswertung von Wettbewerben und nicht bei dem Aufsetzen von Wettbewerbs-Guidelines herangezogen. Laut Fink (2023) sei ein zu spätes Einsetzen ein Nachteil, da das Ergebnisspektrum eingeschränkt wird.

Fink (2023) sieht zukünftige Herausforderungen des CILs unter anderem bei der Mobilität der Tools und der Kompatibilität mit anderen Setups. Relevant sei derzeit zudem, wie das CIL für unterschiedliche Standorte verfügbar und für unterschiedliche Planungsaufgaben aufgerüstet oder erweitert werden kann.

Nach Fink (2023) bilde die hybride Zusammenarbeit einen weiteren Aspekt. Hier seien Fragen nach dem Setup und der Art der Zusammenarbeit, wenn ein Teil der Beteiligten nur teilweise vor Ort ist, zu beantworten. Auch solle der Fokus stärker auf der zyklischen Zusammenarbeit eines Projektteams liegen.

Fink (2023) betont die Notwendigkeit angepasster „Interfaces“. Thematiken des User Interface (UI) und User Experience (UX) Design sollen stärker in den Fokus des CIL geraten. Je nach Zielgruppe und Format, wie einer Bürger:innenparticipations-Werkstatt oder einem Expert:innenworkshop, würden unterschiedliche Interfaces sowie verschiedene Detaillevel der Informationen benötigt. Auch Chronis (2023) betont die Notwendigkeit verschiedener Abstraktionslevel von Informationen, um das City Lab verschiedenen am Planungsprozess beteiligten Personen zugänglich zu machen.

Fink (2023) betont, dass ebenso Herausforderungen rund um den Zusammenhang der Interfaces und der Interaktivität bestehen. Auch wenn Interaktivität beispielsweise durch Silder oder durch die Möglichkeit des Verschiebens von Objekten gegeben sei, muss die:der Nutzer:in über ein bestimmtes Wissen verfügen, um die Ergebnisse interpretieren zu können. Ist ein Tool leicht in der Bedienung, sei meist auch der Komplexitätslevel niedriger, somit der Informationsgehalt geringer und die Ergebnisse anders zu interpretieren. Wichtig sei daher, die Tools entweder in moderierten Prozessen zu nutzen oder die Ergebnisse so aufzubereiten, dass sie leicht verständlich sind.

Urbane Klimaresilienz

Chronis (2023) betont, dass urbane Resilienz ein sehr komplexes Thema und somit schwer verständlich sei, auch für Planer:innen und Architekt:innen. Es würden einfach nutzbare Tools und Leistungskennzahlen (KPIs) benötigt, um Resilienz verständlich zu machen. Resilienz müsse auf eine sehr einfache Art und Weise vermittelt werden können, ohne dass die Stakeholder:innen Expert:innen für thermischen Komfort, Vegetation oder andere Themen werden müssen. Denn Planung passiere nicht durch Klimaexpert:innen, sondern durch Architekt:innen und Planer:innen. Daher sei es wichtig, dass sie die Wirkungen ihrer Entscheidungen verstehen. Je besser sie die Wirkungen auf die Resilienz verstehen, desto fundiertere Entscheidungen

können sie treffen.

„I actually believe that only the use of digital tools and the widespread use of digital tools can make a huge difference in the way we understand resilience.“ (Chronis, 2023)

Fink (2023) hebt hervor, dass das Thema Resilienz, vor dem Hintergrund der aktuellen Hitzewellen [zum Zeitpunkt des Interviews im Juli 2023] vermehrt an Präsenz und vor allem in der urbanen Nachverdichtung und im Neubau extrem an Bedeutung gewinne. Aber auch im Stadtbestand würden Simulation benötigt, um Maßnahmen gezielt auswählen und einsetzen zu können. Budgets können so besser genutzt werden und Verbesserungen können so gewählt werden, dass sie für verschiedene Aspekte, wie beispielsweise Umwelt und Aufenthaltsqualität, von Vorteil sind. Im Kontext von Klimaresilienz und thermischen Komfort in Kombination mit Themen des Wassermanagements und der Landschaft betont Fink (2023), dass die Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit in den letzten Jahren stark gewachsen sei.

Fink (2023) betont, wie Chronis (2023), ebenso den großen Beitrag des CIL zu einer klimaresilienten Stadtplanung. Verschiedene Thematiken, wie beispielsweise die Sonneneinstrahlung oder der thermische Komfort (die gefühlte Temperatur), lassen sich in kürzester Zeit visuell darstellen. Sie betont, dass der Algorithmus zur Simulation des Windkomforts weltweit einzigartig sei. Als Beispiel führt sie eine Hochhausplanung in Frankfurt an. Neben Aspekten wie der Platzierung würden Konfigurationen, wie die Drehung, die Form und die Höhe von Gebäuden leichter besprechbar. Auf Simulationsergebnisse müsse nicht lange gewartet werden, sondern die Ergebnisse lassen sich in kürzester Zeit darstellen. Die zeitnahe Simulation, die das CIL ermöglicht, sei laut Fink (2023) eine der größten Mehrwerte bezogen auf klimaresiliente Stadtplanung.

Chronis (2023) betont, an dieser Stelle, dass das CIL mit vielen Aspekten zu einer klimaresilienten Stadt beitrage. Ein wichtiges Beispiel sei InFraReD. Neben dem Schaffen von Tools, dem Lehren von Inhalten, sind die Mitarbeiter:innen des CILs in vielen Foren weltweit vertreten, um zu zeigen, wie moderne, klimaresiliente Planung aussieht. Es gehe nicht nur um die Entwicklung von Methoden und Tools, sondern auch um die Verbreitung dieser. InFraReD mache klimaresiliente Planung für verschiedenste Gruppen wesentlich zugänglicher. (Chronis, 2023) Bei verschiedenen Projekten, wie dem Forschungsprojekt GreenDeal4Real oder einem Projekt zur Klima-DNA Entwicklung für ein Stadtentwicklungsgebiet einer deutschen Landeshauptstadt, habe das CIL einen direkten Beitrag zur Klimaresilienz geleistet. (Fink, 2023)

Fink (2023) unterstreicht den Vorteil der Möglichkeit des direkten Darstellens von Simulationsergebnissen. Chronis (2023) betont das Verstehen der Auswirkungen von Entscheidungen auf die Resilienz. Einerseits könne

Eine Erklärung zu InFraReD ist auf Seite 63 zu finden.

Resilienz besser vermittelt und verständlich gemacht werden und andererseits können Entscheidungen fundierter getroffen werden.

Herausforderungen im Kontext urbaner Resilienz

Fink (2023) hebt hervor, dass bei Großprojekten eher die Sensibilisierung wichtiger sei und bei kleineren Projekten die Maßnahmenbewertung. Auf höheren Ebenen sei die Darstellung von Klimaresilienz und thermischen Komfort aufgrund der großen Varianz schwieriger. Auch betont sie, dass aufgrund kultureller, bautechnologischer, ökologischer und klimatologischer Veränderungen, die Frage im Raum stehe, wie komplex Modelle werden müssen und wie gleichzeitig weiterhin Transparenz für die Zielgruppe geschaffen werden könne.

Ein weiterer Aspekt seien die Vielzahl an potentiellen Planungsparametern, wie Energie, Klima, Mobilität und soziale Aspekte und deren Relevanz für Entscheidungen. Die Abwägung, welche Varianten ein gutes Ergebnis liefern, sei dabei ein planerischer und weniger ein technologischer Diskurs. Auch betont Fink (2023), dass nicht nur Aspekte, wie Energiekennzahlen beachtet, sondern auch Aufenthaltsqualität und tägliche Prozesse und der Funktions-Mix mit einbezogen werden müssen.

„Ich glaube, die Herausforderungen sind die Veränderungen, die sowohl in kultureller, bautechnologischer, ökologischer als auch klimatologischer Sicht auf uns zukommen. Welche neuen Herausforderungen kommen noch dazu? Wie komplex müssen die Modelle werden und wie schafft man es, weiterhin Transparenz aus den Ergebnissen für die richtige Zielgruppe zu kommunizieren?“ (Fink, 2023)

Eine weitere große Herausforderung sieht Chronis (2023) darin, Expert:innen aus ihren „fachlichen Silos“ herauszuholen und zum Austausch und zur Nutzung von digitalen Tools zu bewegen. Expert:innen aus verschiedenen Bereichen haben unterschiedliche Betrachtungsweisen und können starkes Silodenken aufweisen. Das stelle den größten Engpass bei der Klimaanpassung dar.

„Number one challenge is to get the experts out of their freaking silos and understand that they're useless unless they can talk to people and effect change.“ (Chronis, 2023)

Chronis (2023) betont die Wichtigkeit, dass Klimaanpassung und Resilienz mit monetären Werten verknüpft werden müssen. Es gilt zu vermitteln, dass es City Labs, wie dem CIL, nicht nur darum gehe, die Welt zu einem „besseren Ort“ zu machen (Orig.: „to make the world a better place“), sondern darum, tatsächlich Veränderungen voranzutreiben, die sich auf das zukünftige Vermögen auswirken werden.

Bezogen auf Datenschutz-Aspekte sei ebenso ein Umdenken notwendig. Daten sind höchst relevant in der Forschung, insbesondere bei Thematiken

Die Unterscheidung zwischen Agenda-Setting und Maßnahmenwahl bezieht sich auf die Ausführungen im theoretischen Rahmen auf Seite 32.

wie Klima und Resilienz. Um die Forschung nicht zu behindern, müsse hier umgedacht werden. (Chronis, 2023)

„I would love every researcher to understand how I feel at every point in the city in terms of resilience and my thermal comfort, for example. Because I think that’s relevant to the stakeholders that make the city a better place.“
(Chronis, 2023)

Eine weitere Herausforderung stelle nach Ansicht Chronis (2023) der Zugang zu bestimmten Daten dar. Viele Informationen, wie Klimadaten, seien leicht zugänglich. Aspekte, wie das subjektive Wohlbefinden, würden jedoch nicht umfassend erhoben. Hier sei die freiwillige Bereitstellung von Daten wichtig. Das CIL versuche mehr soziale Daten heranzuziehen, um die Sichtweise von Menschen auf die Umwelt verstehen zu können. (ebd.)

Agenda-Setting vs. Maßnahmenwahl

Chronis (2023) merkt an, dass die Evaluierung und Maßnahmenauswahl im CIL im Vordergrund stünden. Vor allem frühe Planungsphasen, in denen am meisten erreicht werden kann, stünden dabei im Fokus. Es gehe im Wesentlichen um die Entwicklung von Szenarien in einem frühen Stadium, um so die größtmögliche Wirkung erzielen zu können. Also in gewisser Weise Agenda-Setting und nicht unbedingt nur um Bewusstseinsbildung und Wissenstransfer.

Fink (2023) betont, dass sowohl Agenda-Setting als auch Maßnahmensetzung im CIL fokussiert würden. Dies hänge vom jeweiligen Projekt und der Zielgruppe ab. Sensibilisierung und Kommunikation sei vor allem bei der Bevölkerung von Bedeutung. Fink (2023) sieht eine Tendenz, dass bei Großprojekten die Sensibilisierung wohl wichtiger sei und bei kleineren Projekten eher die Maßnahmenbewertung. Bei kleineren Projekten lassen sich Ergebnisse besser darstellen und unterschiedliche Szenarien können verglichen werden. Das treffe, wie bereits beschrieben, insbesondere auf die Themen Klimaresilienz und thermischer Komfort zu. Auf höheren Planungsebenen würden sich diese Themen aufgrund der hohen Varianz schlechter betrachten lassen.

Kernaussagen

- » Das CIL legt einen dezidierten Fokus auf urbane Resilienz. Das „Powerhouse“ InFraReD (Intelligent Framework for Resilient Design) ermöglicht unter anderem Mikroklimasimulationen, die die Planung klimaresilienterer Räume unterstützt.
- » Auffallend ist auch der starke technologische Fokus. ML- und DL-Modelle ermöglichen nahezu Echtzeitsimulation.
- » Neben der Finanzierung des City Labs durch Forschungsprojekte, sei eine Finanzierung durch separate Mittel notwendig, um das City Lab weiterzuentwickeln und so Projekte gut unterstützen zu können.
- » Das CIL kann theoretisch ortsunabhängig aufgebaut werden, da die

dahinterstehende Software ortsunabhängig bei Vorhandensein der notwendigen Infrastruktur genutzt werden kann.

- » Die Visualisierung von Daten sowie die Möglichkeit der Simulation ermöglichen eine informationsbasierte Entscheidungsbasis sowie disziplinübergreifendes und maßstabs- und projektübergreifendes Arbeiten.
- » Obwohl das CIL auf partizipative und expertenbasierte Nutzungen ausgelegt ist, könnten traditionelle Arbeitsweisen sowie fehlendes Wissen über neue Forschungsmethoden dazu führen, dass lediglich die Ergebnisse im City Lab präsentiert oder demonstriert werden. So findet keine Kollaboration statt und es besteht die Gefahr, dass das City Lab als reine Visualisierungs-Plattform oder „Demonstrator“ fungiert.
- » Eine Herausforderung bildet, dass die Wertschöpfung, die im City Lab mit Hilfe digitaler Tools generiert wird, nicht messbar ist und somit das Vermitteln der Wertschöpfung sehr schwierig ist.
- » Insbesondere die urbane Klimaresilienz ist ein komplexes Thema. Je besser Planer:innen und Architekt:innen die Wirkungen von Maßnahmen verstehen, desto fundiertere Entscheidungen können sie zu Gunsten einer klimaresilienten Stadtplanung beitragen.
- » In diesem Zusammenhang ist das Aufbrechen des Silodenken von Expert:innen, um Klimaresilienz voranzutreiben, essentiell.

4.3.2 City Science Lab

Steckbrief

Stadt Hamburg
Standort HCU | Hongkongstraße 8, 20457 Hamburg, Deutschland
Betreiber:in Hafencity Universität Hamburg (HCU)
Entwickler:in Hafencity Universität Hamburg (HCU)

Das City Science Lab, kurz CSL, ist eine Kooperation der Hafencity Universität Hamburg (HCU) mit der Forschungsgruppe City Science des MIT Media Lab in Cambridge/USA (Weber & Ziemer, 2023, S. 31).

Ein regelmäßig aktualisiertes, online verfügbares Manifest des CSL beschreibt die Schwerpunkte und Ziele der Arbeit des City Labs (CSL, o.J.a; Expert:in 5, 2023). Zentral ist ein transformativer Forschungsansatz zum Thema der digitalen Stadt. Neben der Analyse der aktuellen, breit gefächerten Herausforderungen urbaner Räume werden „zukunftsweisende Lösungen“ konzipiert sowie eine „nachhaltige Transformation urbaner Lebensräume“ unterstützt. Gemeinsam mit unterschiedlichsten Partner:innen werden digitale Werkzeuge entwickelt, die sowohl im urbanen als auch virtuellen Raum angewendet und erforscht werden. Dabei werden komplexe Vorgänge und Zusammenhänge erfasst und gleichzeitig für verschiedene Zielgruppen verständlich gemacht. (CSL, o.J.a) Die entwickelten Tools sollen „die Entscheidungsfindung nicht nur erleichtern, sondern vor allem auch nachvollziehbar machen“ (Weber & Ziemer, 2023, S. 31). Das CSL entwickelt neben sogenannten City Scopes auch Beteiligungsplattformen, Digital Twins, Datenökosysteme und Urban Data Hubs (Weber & Ziemer, 2023, S. 32). Dabei werden die digitalen Werkzeuge nicht nur geschaffen, sondern auch die Prozesse, in die sie eingebettet sind, organisiert. (ebd., S. 25).

Eine Erklärung zu City Scopes folgt auf Seite 74.

Die Arbeit des CSL wird zusätzlich zum Manifest durch folgende Werte und Konzepte online festgeschrieben (CSL, o.J.a):

- » „Wir nutzen datenbasierte Technologien, um die Resilienz urbaner Räume zu stärken“
Ziel ist es, mit Hilfe von innovativen Werkzeugen, mit welchen urbane Systeme verständlicher, modellierbar und kollaborativ steuerbar werden, dazu beizutragen, dass „Städte anpassungsfähiger, klimaneutral und lebenswerter“ werden.
- » „Wir arbeiten multiperspektivisch und setzen uns fürs Gemeinwohl ein“
Neben dem Kooperieren mit verschiedenen Akteur:innen aus „Zivilgesellschaft, Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft“ werden Machtstrukturen kritisch betrachtet und insbesondere marginalisierte Gruppen miteinbezogen. Gemeinwohlorientiertes Handeln spielt in allen Projekten eine maßgebliche Rolle.
- » „Wir erachten Bürger:innen als souveräne Projektpartner:innen“
Digitale politische Entscheidungsprozesse stärken die Beteiligung

und die Medienkompetenz von Bürger:innen. Bürger:innen sollen immer als souveräne Partner:innen einbezogen werden.

- » „Wir agieren transparent und fördern die Datensouveränität“
Das Team des CSL tritt für das Zugänglichmachen urbaner Daten, bei gleichzeitiger Wahrung personenbezogener Daten, ein.
- » „Wir integrieren künstlerische Praktiken“
Im CSL entstehen „Mixed Realities“ und es werden sowohl physische als auch virtuelle Räume gestaltet. Dabei wird besonders Wert auf Design und Ästhetik gelegt, „um die Beteiligten zum Handeln anzuregen, Handlungswissen zu generieren und eine große Reichweite zu erzielen“.



Abb. 21: City Science Lab (CSL) der HafenCity Hamburg.

erste Reihe:

© Walter Schießwohl.

zweite Reihe:

© Ariel Noyman.

dritte Reihe:

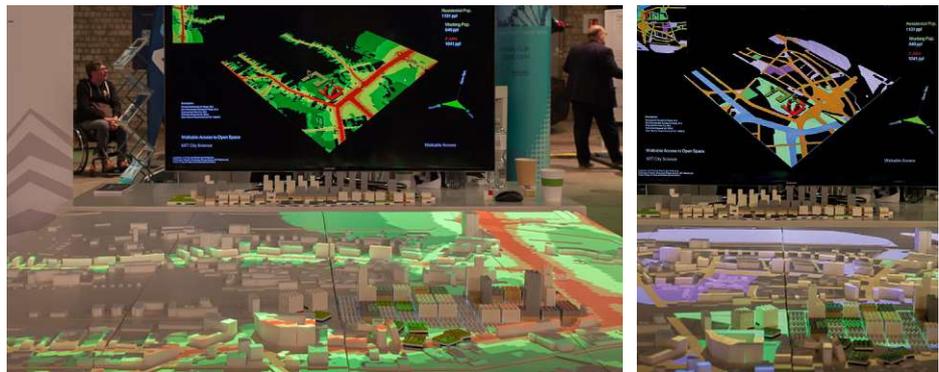
© Mert Yilmaz.

Im City Science Lab sind circa 30 Forscher:innen aus verschiedenen Disziplinen wie „Stadtplanung, Architektur, Urban Design, (Geo-)Informatik, Kunst und den Kultur- oder Sozialwissenschaften“ tätig (Weber & Ziemer, 2023, S. 31).

Jedes Projekt des CSL baut auf folgenden drei Aspekten auf: „Multistakeholder-Kollaboration, Daten und Modellierungen, Data Story Telling und Datenvisualisierungen“ (Weber & Ziemer, 2023, S. 31).

Abb. 22:

links: CityScope des MIT Media Lab, City Science.
© Benno Tobler.
rechts: City Scope Hamburg-Rothenburgsort.
© Benno Tobler.



Thematisch reichen die Projekte des CSL von der partizipativen Flächensuche von Flüchtlingsunterkünften in Hamburg (CSL, o.J.a), über ein digitales Partizipationssystem, das die Mitgestaltung von Entwicklungsprojekten ermöglicht (Lieven, 2017, S. 2473), bis hin zur Entwicklung innovativer Simulations- und Analysewerkzeuge für komplexe urbane Systeme (Degewitz et al., 2021, S. 116). Dabei werden Themen wie Lärmemissionen, Abfluss von Niederschlagswasser, Mobilität, Grünanlagen oder „Walkability“ behandelt (Baeza et al., 2021, S. 6; Weber & Ziemer, 2023, S. 133).

Exkurs City Scope

City Scopes sind laut Weber & Ziemer (2023, S. 31f.) „interaktive, datenbasierte Stadtmodelle“, an denen urbane Zukunftsszenarien visualisiert, modelliert und simuliert werden. Beispiele für City Scopes sind in Abb. 22 zu sehen. City Scopes bestehen aus einem physischen Stadtmodell, einer Recheneinheit zur Analyse sowie einem Feedback-Modul. Das Modell besteht aus verschiedenen Bausteinen (z.B. Lego-Steinen). Die Veränderung der Bausteine wird beispielsweise mit Sensoren oder Kameras erfasst. Das Feedback-Modul, welches die Analysen darstellt, besteht aus Bildschirmen, Projektoren und gelegentlich aus anderen Darstellungswerkzeugen (AR, VR oder Touch-Feedback). City Scopes bieten die Möglichkeit, komplexe städtische Fragen für unterschiedliche Zielgruppen zugänglich und greifbar zu machen (Noyman et al., 2017, S. 2465) und somit eine neue Methode

zur Kollaboration und Interaktion (Punt et al., 2020, S. 4f.). Sie können die Auswirkungen von Maßnahmen auf das städtische System simulieren und dadurch nicht nur genauere Vorhersagen vornehmen, sondern auch ein besseres Verständnis der Nutzer:innen ermöglichen (ebd.). Alonso et al. (2018, S. 253) heben ebenfalls den kollaborativen Aspekt hervor und betonen, dass durch das gemeinsame Interagieren durch die Plattform sowohl Konsensbildung als auch Zieloptimierung erreicht werden können.

Entstehungsgeschichte

Das CSL wurde 2015 gemeinsam mit der Stadt Hamburg und in Kooperation mit dem Media Lab des Massachusetts Institute of Technology (MIT) gegründet. (CSL, o.J.a) Die Kooperation mit dem MIT wurde vom damaligen Bürgermeister Olaf Scholz stark vorangetrieben. Laut Expert:in trug dies zu einer guten Verankerung und Vernetzung innerhalb der höheren Stadtverwaltung bei. (Expert:in 5, 2023)

Das Projekt FindingPlaces, bei welchem in einem breit angelegten partizipativen Prozess und mit Hilfe eines eigens entwickelten Tools Flächen für Flüchtlingsunterkünfte in Hamburg gesucht wurden, bildete den Auftakt für viele weitere Projekte (CSL, o.J.a).

Standort

Das CSL befindet sich in den Elbarkaden in der Hongkongstraße 8 in der HafenCity Hamburg (CSL, o.J.a). Das CSL liegt somit in direkter Nachbarschaft zur HCU. Die Räumlichkeiten befinden sich im Erdgeschoss. Die:der Expert:in weist darauf hin, wie wichtig es sei, dass die Räumlichkeiten von außen gut einsehbar sind und sich das City Lab nicht in der Universität in einem höheren Stockwerk „verschließt“. Es solle ersichtlich sein, dass die Räumlichkeiten genutzt werden und auf Transparenz Wert gelegt wird. Gleichzeitig profitiere das CSL von seiner direkten Lage in der HafenCity. Das junge Stadtentwicklungsgebiet biete eine direkte Nähe zu Anwendungsfällen. (Expert:in 5, 2023)

Ausstattung

Das CSL verfügt über einen großen Arbeits- und Showroom. In diesem befindet sich verschiedene technische Ausstattung (siehe Abb. 21). Hier ist das CSL nach sieben bis acht Jahren Bestehen mittlerweile sehr gut aufgestellt. Zentral sind „Touch Tables“ in mehreren Größen. Die Mitarbeiter:innen des CSL nutzen sie selbst sowie werden die „Touch Tables“ in Workshops verwendet. Einige sind auch mobil einsetzbar und können direkt in den Stadtteilen genutzt werden. Die oben bereits beschriebenen City Scopes (siehe Abb. 22) werden derzeit nicht aktiv eingesetzt, da sie mittlerweile in die Jahre gekommen sind. Die „Touch Tables“ können auch mit Objekterkennung und AR- und VR-Brillen verwendet werden, wodurch wesentlich bessere Ergebnisse erzielt werden können. (Expert:in 5, 2023)

Im Zuge des Expert:inneninterviews wurde angesprochen, dass neben der Hardware die Fläche selbst von Bedeutung sei. Die Größe des Raums ermögliche ein Zusammenkommen, um den transformativen und transdisziplinären Ansprüchen gerecht werden zu können. (ebd.)

Des Weiteren regen Mitarbeiter:innen des CSL bei den Bezirksverwaltungen an, selbst Hardware zu beschaffen. Das vereinfache laut Expert:in die Nutzung, da die Anwendung vor Ort nur noch aufgespielt werden muss. (ebd.)

Finanzierung

Die Projekte des CSL sind alle drittmittelfinanziert. Das City Lab selbst erhält eine sehr geringe Grundfinanzierung durch die Stadt Hamburg. Diese decke laut Ausführung der:des interviewten Expert:in jedoch nur in etwa ein bis zwei Stellen, also zum Teil die Overhead-Kosten, ab. Das CSL habe sich bezogen auf bestimmte Themenbereiche ein gutes Standing bei der Stadt Hamburg sowie ein gutes Netzwerk aufgebaut. Daher trete die Stadt Hamburg oftmals mit Ideen an das CSL heran. Das CSL sei aber auch an größeren Projekten beteiligt, wie beispielsweise dem Smart Cities Modellprojekt „Connected Urban Twins“ (CUT), das durch ein Förderprogramm der deutschen Bundesregierung finanziert wird. (Expert:in 5, 2023)

Beschreibung des City Labs durch interviewte:n Expert:in

Die Entstehungsgeschichte des CSL ist auf Seite 75 beschrieben, das Manifest auf Seite 72.

Die:Der Interviewte beschreibt das City Science Lab vor allem aus struktureller Sicht. Das CSL sei keine Organisation, also kein Lehrstuhl oder Institut, sondern ein großes Projekt der HCU, welches bereits seit 2015 läuft und transformativ forscht. Es habe sich zu einer Art „ThinkTank“, der vor allem innerhalb der Stadt Hamburg gut vernetzt sei, entwickelt. Bezüglich der inhaltlichen Ausrichtung wird auf das Manifest, das ständig aktualisiert und online einsehbar ist, verwiesen. (Expert:in 5, 2023)

Nutzer:innen

Weber & Ziemer (2023, S. 31) beschreiben das CSL als Multistakeholder-Lab und betonen die enge Zusammenarbeit mit Akteur:innen der Stadtentwicklung und -politik. Diese Einschätzung wird durch Aussagen der:der Expertin bestätigt:

Die:der interviewte Expert:in 5 (2023) betont, dass es keine bestimmten Nutzer:innen und somit keine vorab definierte Zielgruppe des City Labs gäbe. Die Zielgruppe sei vom jeweiligen Projekt abhängig. Denn auch die digitalen Tools spreche unterschiedliche Personengruppen an bzw. würden diese je nach Zielgruppe unterschiedlich entwickelt werden. Das Projekt Cockpit Städtische Infrastruktur (CoSi) richte sich beispielsweise rein an die Stadtverwaltung. CoSi sei in einem agilen Prozess gemeinsam mit Fachanwender:innen aus verschiedenen Behörden entwickelt worden. Andere Tools seien wiederum klar auf die Nutzung durch die Zivilgesellschaft ausgerichtet. Es würden vor allem die Themen Datenerhebung,

Datenvisualisierung und Daten-Storytelling im Fokus stehen. Auch wenn es keine bestimmte Zielgruppe gäbe, sei die Stadt der Hauptnutzer:in des CSL. Die:der Expert:in beschreibt in diesem Zusammenhang das Anbahnen eines Prozesses am Beispiel von Windkraftanlagen und Flüchtlingsunterkünften. Die Stadt Hamburg tritt mit einer formulierten Problemstellung, in diesem Fall der Standortfrage von Windkraftanlagen oder der Standortsuche für Notunterkünfte an das CSL heran (gegebenenfalls unter Zeitdruck). Auch in diesem Kontext hebt die:der interviewte Expert:in die starke Verankerung bzw. Vernetzung zur Stadt, insbesondere zu den höheren Stadtverwaltungen, hervor. Dies sei einerseits auf die Entstehungsgeschichte des CSL und die Grundfinanzierung durch die Stadt sowie andererseits auf die gute Positionierung des City Labs durch Gesa Ziemer, die Leiterin des CSL, die bestens vernetzt sei, zurückzuführen. Sie präsentiere das CSL als die „Lösung für Systeme“. Aufgrund des transformativen Anspruchs des CSL werde versucht, möglichst alle Tools für zivilgesellschaftliche Anwender:innen zugänglich zu machen. (Expert:in 5, 2023)

Vorteile

Aus dem Interview geht hervor, dass neben dem Erheben von Daten die Datenvisualisierung die zentrale Aufgabe des CSL sei. Denn erst durch die Visualisierung würden sich Muster erkennen und die Daten leichter besprechbar werden. Im CSL werde vom Kuratieren von Daten, also dem Betreuen und Aufbereiten von Daten, gesprochen. (Expert:in 5, 2023) Die:Der Expert:in ist von der Bedeutung von Visualisierungen überzeugt:

„Erst durch die Visualisierung haben Daten überhaupt einen partizipatorischen Effekt.“ (Expert:in 5, 2023)

Nach Meinung der:des Expert:in liege ein großer Vorteil des CSL im Spielraum, mit dem es ausgestattet ist. Die Stadt Hamburg könne für die Entwicklung eines digitalen Tools auch direkt an eine Entwicklungsagentur herantreten. Hier müssten die Anforderungen klar formuliert sein. An das CSL könne die Stadt auch mit weniger konkreten Vorstellungen, beispielsweise einer Problemstellung oder einer Vision, herantreten. Das ermögliche der Stadt die Einbeziehung verschiedener Perspektiven, die sie sonst nicht in Betracht gezogen hätte. Der Spielraum zum Experimentieren und der Aspekt, dass mit kleinen Summen Prototypen entwickelt werden können, seien für die Innovationsfähigkeit einer Stadt bzw. für Innovation im digitalen Umfeld von größter Bedeutung. Projekte, wie jenes der Connected Urban Twins (CUT), die sich stark mit der Replikation in anderen Städten auseinandersetzen, kämen ebenfalls zu dem Schluss, dass Städte Forschungspartner wie das CSL benötigen. (Expert:in 5, 2023)

Beispielsweise wäre ohne diese Freiheiten das Projekt DIPAS, welches eine lange Evaluierungsphase und Testphase benötigt hat, nicht zu Stande gekommen (Expert:in 5, 2023).

Im Zuge des Expert:in-Interviews kam zur Sprache, dass das CSL selbst Datengrundlagen beschafft und auch Tools zur Datenerhebung entwickelt. In einem Projekt zur Care-Arbeit wurde nicht nur das Wissen verschiedener Disziplinen, sondern auch jenes der Praxisakteur:innen, die als Expert:innen ihrer Lebenswelten gesehen werden, erhoben und eingebunden. Neben

der Interdisziplinarität spielt somit auch die Transdisziplinarität eine große Rolle. (ebd., 2023)

Herausforderungen

Wie die:der interviewte Expert:in ausführt, ist die tatsächliche Nutzung und Etablierung der gestalteten Tools eine Herausforderung. Es sei wichtig, die Rahmenbedingungen zu erfassen und die Ausgestaltung der Tools auf eine einfache Nutzung auszurichten. Dies spiele auch für die Übertragung auf andere Kontexte eine wichtige Rolle. (Expert:in 5, 2023)

Bezogen auf die langfristige Etablierung eines Tools ist aus Sicht der:des Expert:in auch die technische Komponente sehr relevant. Die Tools müssten so ausgestaltet sein, dass eine möglichst einfache Weiterführung und Integration des Tools in bestehende Systeme, beispielsweise in Hinblick auf die bereits genutzte Code-Sprache, möglich sind. Eine unkomplizierte technische Integration könne zwar eine Einschränkung des Funktionsumfangs nach sich ziehen, erhöhe aber die Wahrscheinlichkeit der tatsächlichen Nutzung. (ebd.)

Des Weiteren stelle die reine Vor-Ort-Nutzung eine Herausforderung dar. Um verschiedene Personengruppen mit unterschiedlichen Zeitressourcen anzusprechen, würden niederschwellige Angebote benötigt. Neben „Vor Ort“-Veranstaltungen müssten Online-Varianten angeboten werden, um eine Beteiligung auch bei geringen Zeitressourcen zu ermöglichen. (ebd.)

Kernaussagen

- » Das City Science Lab profitiert von seiner zentralen Lage in der Hafencity Hamburg sowie der direkten Nähe zu Stadtentwicklungsgebieten.
- » Neben den Aspekten der Datenvisualisierung und Datenmodellierung werden der Datenerhebung sowie dem Kuratieren von Daten eine wichtige Rolle eingeräumt.
- » Auch der dezidierte Anspruch, das in Projekten generierte Wissen innerhalb der Verwaltung multiplizierbar zu machen und einen Wissenstransfer für andere Projekte bereitzustellen, zeichnet das City Science Lab aus.
- » Das Ziel, die Resilienz urbaner Räume mit Hilfe digitaler datenbasierter Tools zu stärken, wird zwar explizit im Manifest festgeschrieben (CSL, o.J.a), jedoch können diesbezüglich aufgrund fehlender Informationen keine weiteren Aussagen getroffen werden.
- » Auch wenn das Betreiben des City Labs eindeutig der Hafencity Universität Hamburg obliegt, ist die starke Vernetzung zur Stadt Hamburg auffallend.
- » Projekte werden teils nach Bedarf der Stadt, aber auch als reine Expert:innennutzungen durchgeführt. Diese Kooperationen sind sehr etabliert und ermöglichen das Testen und Ausprobieren von Unternehmungen, die sonst nicht möglich wären.

- » Projekte und digitale Tools werden gemeinsam mit der jeweiligen Zielgruppe entwickelt und auf diese abgestimmt. Ziel ist es, möglichst alle Tools für zivilgesellschaftliche Akteur:innen zugänglich zu machen.
- » Neben der reinen Vor-Ort-Nutzung werden auch Online-Möglichkeiten zur Beteiligung benötigt, um auch Personen mit wenig Zeitressourcen zu erreichen.

4.3.3 AvaLinn Smart City Planning Hub

Steckbrief

Stadt Tallinn

Standort Kaarli pst 1, 10119 Tallinn, Estland

Betreiber:in Stadt Tallinn

Entwickler:in Technische Universität Tallinn (TalTech), Aalto-Universität

Das AvaLinn Smart City Planning Hub (kurz AvaLinn Hub oder AvaLinn) ist eine Kooperation zwischen der technischen Universität Tallinn (TalTech), der Aalto-Universität in Helsinki und der Stadt Tallinn und ist im Rahmen des GreenTwins Forschungsprojektes, ein Projekt des „FinEst Piloting Programms“, entstanden. Ziel des Hubs ist die Schaffung eines benutzerfreundlichen physischen Raums, welcher digital unterstützte Kollaboration sowie Partizipation ermöglicht. Gleichzeitig soll die grüne Infrastruktur dynamisch für die digitalen Zwillinge der Städte Helsinki und Tallinn eingebunden werden. Das AvaLinn Smart City Planning Hub ermöglicht es, verschiedene Stakeholder:innen, unabhängig von ihren, auch digitalen, Kenntnissen, in Planungs- und Entscheidungsprozesse miteinzubeziehen. (Nummi et al., 2022, S. 4f.; FinEst Centre for Smart Cities, o.J.) Ein besonderer Fokus liegt auf der Unterstützung von interdisziplinärer Kollaboration und Partizipation (Nummi et al., 2022, S. 4).

Die Bezeichnung AvaLinn stammt von einer mobilen Anwendung der Stadt Tallinn, welche das Ziel hat, Ko-Kreation zu fördern und beispielsweise die Möglichkeit bietet einfach Feedback zu verschiedenen Entwicklungsplänen zu geben (Baltic Urban Lab, o.J.).

Eine Erklärung des CPSS-Konzeptes ist auf Seite 50 zu finden. Das Konzept wurde etwa drei bis vier Jahre vor Beginn des Green Twin Projektes entwickelt (Staffans, 2023).

AvaLinn steht für „open city“, zu Deutsch offene Stadt. „Ava“ steht für offen und „Linn“ ist die estnische Bezeichnung für die Stadt (Prilenska et al., 2023, S. 8). Das AvaLinn Smart City Planning Hub wird auch als AvaLinn Space bezeichnet.

Das AvaLinn Smart City Planning Hub ist ein Beispiel für die Umsetzung des „Communicative Planning Support Systems“ (CPSS) Konzeptes. Die bereits auf Seite 50 beschriebenen Elemente eines CPSS (Daten, Tool, Software und Raum) sind alle im AvaLinn Smart City Planning Hub enthalten und verknüpft. Die verschiedenen Elemente und ihre Kombination unterstützen die Planung und Erhaltung städtischen Grüns (Prilenska et al., 2023, S. 1; Staffans, 2023).

Eine Besonderheit ist die Entstehung im Rahmen des Green Twins Projekts. Neben der Schaffung des AvaLinn Smart City Planning Hub wurde ein digitaler Zwilling der grünen Infrastruktur erstellt. Mit ihm lässt sich die grüne Infrastruktur inklusive ihrer zeitlichen und saisonalen Veränderungen für die Städte Helsinki und Tallinn darstellen bzw. simulieren. Sie ermöglicht es, das visuelle Erscheinungsbild und die Ökosystemleistungen der grünen Infrastruktur im Laufe der Zeit und je nach Jahreszeit zu betrachten. Es entstanden zwei digitale Planungswerkzeuge, die den digitalen Zwilling der grünen Infrastruktur, den „Green Twin“, nutzen: Virtual Green Planner (VGP) und Urban Tempo (UT). Der VGP ist eine 3D-Anwendung, mit der sich städtische Visionen entwerfen und diskutieren lassen. Mit UT, einer 3D Augmented Reality Anwendung für realistische Visualisierungen, lassen sich

die zeitlichen und saisonalen Veränderungen in der städtischen Vegetation betrachten. (FinEst Centre for Smart Cities, o.J.) Prilenska et al. (2023, S. 9) beschreiben die Tools in Kombination mit dem AvaLinn Smart City Planning Hub als neuartige digitale Werkzeuge zur Unterstützung der kommunikativen Planung von Grün, mit welchen der PSS Implementation Gap überwunden werden kann.



Abb. 23: AvaLinn Smart City Planning Hub.
links oben:
© Pilvi Nummi, FinEst Centre for Smart Cities
rechts oben:
FinEst Centre for Smart Cities (2022)
unten:
BOB & DOKO, & Andreson, 2023.

Entstehungsgeschichte

Wie bereits beschrieben ist das AvaLinn Smart City Planning Hub im Zuge des Forschungsprojekts GreenTwins, welches von Jänner 2020 bis Mai 2023 lief, entstanden. Dieses Projekt stellt sich zwei maßgeblichen Herausforderungen im Kontext des Schaffens grüner Infrastruktur. Einerseits dem Bedürfnis nach der Abbildung von urbanem Grün in digitalen Umgebungen und andererseits dem Mangel an Möglichkeiten der Kommunikation, Partizipation und Kollaboration (Prilenska et al., 2023, S. 2; FinEst Centre for Smart Cities, o.J.). Neben diesen Herausforderungen bildete das Bedürfnis der Stadt Tallinn, partizipative und kollaborative Prozesse zu verbessern, einen Grund für das Projekt (Prilenska et al., 2023, S. 3f.).

Das AvaLinn Hub wurde in einem kollaborativen Prozess mit Planer:innen, Forscher:innen und städtischen Akteur:innen im Jahr 2021 entwickelt. (Prilenska et al., 2023, S. 8) Es wurde vom Green Twins-Projektteam ein „User Research“ zu den digitalen Planungstools und zur Ausgestaltung des City Labs durchgeführt. Neben der Standortwahl und dem räumlichen Konzept wurden auch das Nutzungskonzept sowie das Nutzer:innen-Konzept erarbeitet. (Dembski, 2023) Im Jahr 2022 wurde ein Innenarchitekturbüro beauftragt, die Gestaltung zu übernehmen, die dann im Frühjahr 2023 abgeschlossen wurde. Seit der Eröffnung wird das AvaLinn Hub von der Stadt Tallinn betrieben und weiterentwickelt. Im Herbst 2022 stellte die Stadt Tallinn

Das Forschungsprojekts GreenTwins wird auf Seite 80 beschrieben.

Die Notwendigkeit der Abbildung von urbanem Grün wird auch auf Seite 25 beschrieben.

Auch werden Kontakte mit anderen City Labs, wie dem CSL oder dem CIL, gepflegt sowie besteht Interesse an dem Aufbau eines Netzwerks zum regelmäßigen Austausch. (Staffans, 2023)

Erklärungen zu ABE, HLRS und Simlab sind auf den Seiten 53 bis 56 zu finden.

bereits eine Person ein, die das AvaLinn Hub und die dort stattfindenden Aktionen kuratiert. (Prilenska et al., 2023, S. 4, 8). Die Initiierung und Entwicklung erfolgte durch Forscher:innen, in enger Zusammenarbeit mit der Stadt Tallinn. Das Betreiben des Hubs liegt nun jedoch alleine in der Verantwortung der Stadt. (Staffans, 2023) Weitere gemeinsame Projekte der Stadt Tallinn mit universitären Einrichtungen seien geplant. Zu Beginn wurde das City Lab vor allem von der Stadt für interne Prozesse genutzt, mit der Fertigstellung der Räumlichkeiten und der Installation der Technologien folgten dann partizipative Nutzungen. Der Fokus liege auf Planungs- und Stadtentwicklungsprojekten sowie auf größeren Architekturwettbewerben, z.B. ein Zubau zur Oper oder ein Bahnhof für die Rail Baltic. (Dembski, 2023) Aufgrund des jungen Bestehens des Hubs, seien die genauen Schwerpunkte und Tätigkeitsfelder noch in Entwicklung (Staffans, 2023).

An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass beteiligte Wissenschaftler:innen des GreenTwins Projektes Knowhow aus der vorhergehenden Arbeit mit anderen City Labs mitgebracht haben. Projektmitarbeiter:innen der Aalto-Universität konnten bereits auf Erfahrungen aus dem Aalto Built Environment Lab (ABE) zurückgreifen. Fabian Dembski brachte Wissen aus seiner Tätigkeit am High-Performance Computing Center Stuttgart (HLRS) und dem Spatial Simulation Lab (Simlab) der TU Wien ein. (Dembski, 2023; Staffans, 2023)

Standort

Das AvaLinn Smart City Planning Hub befindet sich im Stadtzentrum von Tallinn in der Kaarli pst 1 (FinEst Centre for Smart Cities, o.J.). AvaLinn Hub liegt direkt an einem zentralen Verkehrsknotenpunkt und befindet sich im Erdgeschoss eines Gebäudes der Stadtplanungsbehörde. Der Standort wurde aufgrund der guten Erreichbarkeit, der Sichtbarkeit und der Zugänglichkeit für Bürger:innen gewählt. Auch sollten Planer:innen motiviert werden AvaLinn täglich zu nutzen. (Prilenska et al., 2023, S. 8; Staffans, 2023)

Ausstattung

Das AvaLinn Smart City Planning Hub ist ein physischer Raum, welcher mit modernster Visualisierungstechnologie ausgestattet ist. (Prilenska et al., 2023, S. 3) Der große Raum kann durch Trennvorhänge in kleine Räume unterteilt werden (siehe Abb. 23, links unten). Dies ermöglicht verschiedene Arten der Zusammenarbeit sowie das parallele Arbeiten in verschiedenen Sessions. Um den Raum in verschiedenen Settings nutzen zu können, sind die Möbel leicht und beweglich. (Dembski, 2023; Prilenska et al., 2023, S. 9)

Der Raum ist mit sogenannten „active shutter glasses“, einer Projektionswand, Workstations sowie mit Pinnwänden und Tafeln ausgestattet. Das „Active-Shutter-System“ wurde gewählt, da es im Gegensatz zu Virtual-Reality-Systemen ein gemeinsames Arbeiten ermöglicht. (Prilenska et al., 2023, S. 9) Sie wird auch als kollaborative Virtual Reality bezeichnet (Dembski, 2023). Es ist als Gruppe von Personen möglich dieselben Bilder zu sehen, wodurch ein gemeinsames Verständnis gefördert wird. (Prilenska

et al., 2023, S. 9) Ein Projektor projiziert ein stereoskopisches Bild, welches mit Hilfe der Brillen in 3D immersiv erlebbar wird. Gleichzeitig wird mit Infrarotkameras getrackt. Da live gerendert wird, kann sich die:der Nutzer:in frei durch den Raum, beispielsweise einen Grünraum oder einen Straßenzug bewegen. Dabei können unterschiedliche Perspektiven gewählt werden. Es ist sowohl möglich, eine Stadt zu überfliegen, eine Straßen-Level Ansicht einzunehmen als auch die tatsächliche Perspektive zu wählen. Dabei können unterschiedliche Szenarien betrachtet werden. Auch eine Kombination mit beispielsweise Klimasimulationen oder Verkehrssimulationen ist möglich. Im Gegensatz zu klassischen Virtual-Reality-Systemen können beim gewählten „Active-Shutter-System“ 15 bis zu 20 Personen gleichzeitig teilnehmen und untereinander kommunizieren. (Dembski, 2023) Bei der Erstellung der gesamten Konfiguration des Hubs sei die Förderung der Kommunikation zwischen den Akteur:innen im Fokus gestanden (Staffans, 2023). An sogenannten „Workstations“ könne in kleineren Gruppen gearbeitet werden. Weniger rechenintensive Anwendungen, wie der Virtual Green Planner, lassen sich auf diesen Monitoren nutzen. Mit dem Virtual Green Planner könnten schnell verschiedene Szenarien entwickelt werden. Auch andere Anwendungen, wie beispielsweise urbanistAI, können auf den Workstations genutzt werden. Mit urbanistAI würden sich nicht nur Straßenräume schnell entwickeln lassen, sondern auch Anmerkungen in Beteiligungsprozessen dokumentieren. Alle diese Tools seien intuitiv und interaktiv nutzbar. Pinnwände und Tafeln würden das Angebot um nicht-digitale Werkzeuge ergänzen. (Prilenska et al., 2023, S. 9; Dembski, 2023) Des Weiteren verfüge AvaLinn Space über eine mobile Wand sowie einen relativ schweren mobilen Projektor mit einem Gewicht von 30 kg. Ziel sei es, eine leicht zu transportierende mobile Einheit anzuschaffen. (Dembski, 2023)

Ergänzend zu der bereits vorhandenen Ausstattung, bestehe der Bedarf nach einem interaktiven „Touch Table“. Dieser würde noch stärker einen spielerischen Zugang schaffen und ermögliche, dass physische Modelle integriert werden könnten. (Dembski, 2023)

Finanzierung

AvaLinn Space ist, wie bereits beschrieben, im Rahmen des GreenTwins Projektes entstanden. Das GreenTwins-Budget (1,3 Mio. €) wurde zwischen der Technischen Universität Tallinn (75 %) und der Stadt Tallinn (25 %) aufgeteilt (Prilenska et al., 2023, S. 10; FinEst Centre for Smart Cities, o.J.). Der Betrieb und die Weiterentwicklung von AvaLinn wurden in der Folge von der Stadt Tallinn übernommen (Prilenska et al., 2023, S. 4).

Aufgrund der besonders hohen Inflation in den baltischen Staaten kam es zu finanziellen Einschränkungen bei der Umsetzung des AvaLinn Space. Der ursprüngliche Entwurf des Hubs konnte nur reduziert umgesetzt werden. (Dembski, 2023) Es musste ein Gleichgewicht zwischen den Forschungsideen, den Interessen der Stadt und der Finanzierung gefunden werden (Staffans, 2023).

Mit Hilfe des Green Twins, dem digitalen Zwilling der grünen Infrastruktur, ist es beispielsweise möglich, einen neu angelegten Park in 30 Jahren zu betrachten (Dembski, 2023).

Eine Erklärung zu „Touch Table“ ist auf Seite Seite 36 zu finden.

Beschreibung des City Labs durch interviewte Expert:innen

Für Dembski (2023) stehe, im Gegensatz zu reinen mobilen Applikationen, der Fokus des Arbeitens im Raum mit verschiedenen Tools und deren Funktionen und Möglichkeiten. Wichtig sei, dass AvaLinn ein Co-Creation- und ein Co-Thinking Space ist. Es sollen Kollaboration sowie Koalitionen ermöglicht werden. Planungsprozesse sollen unterstützt oder gar verändert werden, mit der Prämisse, diese offener, demokratischer und transparenter zu gestalten. Auch betont Dembski (2023) die Notwendigkeit eines niederschweligen Zugangs.

Auch Staffans (2023) betont die Unterstützung von kollaborativer und kommunikativer Planung. Sie betrachtet AvaLinn vor allem vor dem Hintergrund, die Stadt Tallinn auf dem Weg hin zu solch einer Planung zu unterstützen. Für sie sei die wesentliche Frage, wie die Aktivitäten AvaLinn mit den Planungsprozessen der Stadt Tallinn verknüpft werden können. Auch betont Staffans (2023) den Vorteil von AvaLinn Daten, die wie sie sagt unsichtbar seien, zu visualisieren und verständlich zu machen. Des Weiteren betont sie den Vorteil, Auswirkungen von potentiellen Entscheidungen mit Hilfe von digitalen Tools greifbar zu machen.

Nutzer:innen

Aufgrund des relativ jungen Bestehens AvaLinn werde von Zielgruppen gesprochen. Dembski (2023) betont, dass es viele Zielgruppen gäbe und derzeit das Kennenlernen des City Labs im Vordergrund steht. Als Zielgruppen definiert er dabei die verschiedenen Departments der Stadt, die Bürger:innen sowie andere Stakeholder, wie Architekt:innen, Planer:innen oder Projektentwickler:innen. Im Laufe des Entstehungsprozesses von AvaLinn seien bereits bei den ersten Tests Bürger:innen, Planer:innen, Architekt:innen sowie allgemein Expert:innen verschiedener Disziplinen miteinbezogen worden. (ebd.)

Staffans (2023) hebt als Hauptzielgruppe die Planer:innen und Bewohner:innen hervor. Als Zielvorstellung skizziert sie ein Bild, bei dem Planer:innen die Projekte, an denen sie arbeiten, ins City Lab mitbringen und mit verschiedenen Stakeholder:innen diskutieren. Sowohl partizipative Prozesse als auch Stadtplanungsausschüsse sollen im Hub stattfinden können. AvaLinn komme dem Bedarf nach disziplinübergreifender Arbeit, in welcher ein großes Potential liegt, entgegen. Es sei wichtig, verschiedenes Wissen zu schwierigen Fragen der Stadtplanung, wie jenes der klimatischen Veränderungen, der biologischen Vielfalt, des Wohlbefindens und vielen mehr zusammenzubringen. (ebd.)

Staffans (2023) sieht eine klare Tendenz von AvaLinn hin zur Unterstützung partizipativer Prozesse und weniger die Unterstützung von expert:innenbasierten Entscheidungen. Sie begründet dies damit, dass AvaLinn ein von der Stadt gesteuertes Projekt sei. An City Labs, wie beispielsweise jenem City Lab des ASU oder dem CIL, ist eine Ausrichtung

Die Notwendigkeit der Integration verschiedener Wissensformen wird auch im theoretischen Rahmen auf Seite 29 beschrieben.

auf Expert:innen besser möglich.

Dembski (2023) betont, dass die gesamte Partizipationsleiter von Arnstein abgedeckt werden sollte und dass dies auch von politischer Seite unterstützt werde. Bürger:innen sollten sich möglichst früh in Planungsprozessen einbringen und bestenfalls mitentscheiden können. Zwar komme es vor, dass es rein stadtinterne Abstimmungen gibt, jedoch soll AvaLinn jederzeit zugänglich sein. Es herrsche eine „Open Doors Policy“. AvaLinn hätte keine verschlossenen Türen und sei offen für jede:n.

Vorteile

Dembski (2023) hebt hervor, dass das AvaLinn durch den zentralen Standort sowie die Lage im Erdgeschoss sehr leicht zugänglich sei. Auch die Einsehbarkeit trage zur Reduzierung von Barrieren bei. Der Zugang zum Hub wurde möglichst niederschwellig gestaltet. Es gäbe keine Hürden, wie beispielsweise die Notwendigkeit einer Terminvereinbarung. Auch die zentrale Lage sei bewusst gewählt worden. Staffans (2023) sieht einen weiteren Vorteil, der Synergien ermöglicht, darin, dass sich die Räumlichkeiten von AvaLinn im selben Gebäude, wie die Stadtplanungsbehörde befinden.

Staffans (2023) betont, dass City Labs, wie AvaLinn abstrakte Informationen und Stadtplanung im Allgemeinen visualisieren würden und somit greifbar machen. Zukünftig würden Planungsentscheidungen stärker auf Informationsmodellen basieren. Die Informationen dieser abstrakten Modelle gelte es in verständliche Formate zu übersetzen und so Stadtplanung vor Ort, den Hubs, für jede:n verständlich zu gestalten. Ein Tool, das dies ermögliche, sei der „Virtual Green Planner“.

Nach Ansicht Staffans (2023) sei zentral, dass City Labs, wie AvaLinn, es ermöglichen, die Auswirkungen von Entscheidungen nachzuvollziehen. Dies sei für Entscheidungsträger:innen, wie beispielsweise Stadträte, sehr wichtig, da diese oftmals die genauen Auswirkungen ihrer Entscheidungen nicht kennen würden. Des Weiteren ermögliche das Hub, multidisziplinäre Wissensintegration. Informationen würden greifbar, Daten visualisiert und Zusammenhänge verständlich gemacht werden.

Dembski (2023) beschreibt, dass das AvaLinn Hub mit seinen digitalen Tools Personen mit unterschiedlichsten Hintergründen zusammenbringe und es ermögliche ein gemeinsames Verständnis zu generieren. Selbst Akteur:innen aus verwandten Disziplinen, wie Verkehrsplaner:innen, Landschaftsplaner:innen und Architekt:innen, würden eine eigene Fachsprache verwenden. Kommen andere Disziplinen und Laien hinzu, sei die Kommunikation noch komplexer. AvaLinn ermögliche es den Akteur:innen trotz dessen, eine gemeinsame Sprache zu finden. Es würden Thematiken digital visualisiert werden können, die ansonsten schwer verständlich wären. Szenarien können diskutiert werden und verschiedene Personen, auch jene ohne Expert:innenwissen, können sich leichter einbringen.

Auch bei der Betrachtung von City Labs weltweit fällt auf, dass diese überwiegend von Forschungseinrichtungen entwickelt werden (siehe Seite 52).

Nach Dembski (2023) biete beispielsweise Virtual Reality die Möglichkeit, Personen unabhängig vom Alter, dem Bildungshintergrund oder kulturellem Hintergrund leicht Räume zu erleben und zu verstehen. Auch sei es so möglich, Personengruppen, wie Gehörlose, die oftmals nicht beteiligt werden, mit einzubinden. Auch sprachliche Barrieren könnten mit Hilfe von Visualisierungen leichter überwunden werden. In Estland gibt es beispielsweise eine große russische Minderheit, die so leichter angesprochen wird.

Nach Staffans (2023) ermöglichen die Werkzeuge des Hubs nicht nur die Visualisierung von Daten und Prozessen, sondern auch die Modellierung möglicher zukünftiger Alternativen. Der Vergleich von Szenarien und die Interaktion mit diesen ermögliche die Diskussion über diese.

Staffans (2023) betont die Verwobenheit von AvaLinn mit der Stadt Tallinn als großen Vorteil. Diese wäre bereits in der Entwicklungsphase stark miteinbezogen worden und nun sei der gesamte Betrieb in ihrer Verantwortung. Das sei ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu anderen City Labs, wie beispielsweise dem CSL oder dem CIL. Diese würden von Forschungseinheiten betrieben und vorangetrieben. AvaLinn ist eines der ersten City Lab, welches im Eigentum einer Stadt liegt. Unter Eigentum fällt auch das geistige Eigentum. Mit dieser Gegebenheit gehen aber auch Herausforderungen einher (siehe Seite 57).

Mit den Aktivitäten, die im Hub stattfinden, solle eine Transformation hin zu einer kommunikativen und kollaborativen Art der Stadtentwicklung und Stadtplanung der Stadt Tallinn vorangetrieben werden. Dembski (2023) betont, dass die Stadt Tallinn bereits in der Initiierungs- und Planungsphase Bereitschaft zur Veränderung ihrer Prozesse zeigte. Es wurden in diesem Zusammenhang Planungsprozesse sowie die demokratischen Zugänge dazu überdacht.

Herausforderungen

Als eine zentrale Herausforderung bezeichnet Staffans (2023) die Frage, wie die laufenden Planungsprozesse der Stadt mit der Arbeit im Hub verknüpft werden können. Gelingt dies nicht, laufe AvaLinn Gefahr, zu einem „Showroom“ zu werden. „Showroom“ bezeichnet in diesem Kontext das reine Präsentieren von vorab produziertem Material. Kommunikation oder gar Co-Creation finden hier nicht statt.

„But still there is the question how to really link it, how to embed the work in the in Hub to those ongoing city planning processes. I think that’s the hardest question. Otherwise, if it doesn’t succeed in this integration, it becomes a showroom.“ (Staffans, 2023)

Nach Staffans (2023) seien das Verständnis von Planung, die gewählten Methoden und deren Einsatz zentral. Wenn Kollaboration und die Diskussion von Szenarien im Fokus stehen sollten, müsse sich dies auch in den Methoden

und Prozessen widerspiegeln. Es komme darauf an, was die Akteur:innen von Planung erwarten.

„The key question will be: How to link their activities in that Hub to those ongoing processes of Urban Development. And that will be a really big challenge.“ (Staffans, 2023)

Staffans (2023) beschreibt, dass es offen sei, wie der bereits beschriebene Anspruch hin zu einer kommunikativeren und kollaborativeren Stadtplanung zukünftig weitergeführt werde. Es werde eine große Herausforderung sein, die Aktivitäten des Hubs mit den laufenden Prozessen der Stadtentwicklung zu verknüpfen.

Dembski (2023) bezeichnet das Finden von Personen, die solche City Labs betreiben und nutzen als eine weitere Herausforderung. Technologie alleine reiche nicht aus, es ist die Leidenschaft und Bereitschaft der Menschen erforderlich. Häufig werde vergessen, dass Technologie nur ein Werkzeug sei und nur durch die Interaktion mit den Werkzeugen zu Lösungen führe. Auch das Schaffen von Szenarien sei nicht automatisiert möglich, sondern es werden immer Personen benötigt, die diese übersetzen und abstimmen. Viel wichtiger als die Technologie seien die Personen, die involviert sind. Auch werden engagierte Personen benötigt, um Probleme überhaupt zu erkennen, um dann Lösungen zu finden.

„Dieser Irrglaube, dass man mit Technologie Lösungen finden könnte, verursacht oft Probleme, nämlich dass vergessen wird, dass nur Menschen diese Tools nutzen können, um Lösungen zu finden. Es sind halt auch nur Werkzeuge.“ (Dembski, 2023)

Laut Staffans (2023) bestehe die Schwierigkeit, die Prozesse hinter Modellierungen und Simulationen, insbesondere vor dem Hintergrund künstlicher Intelligenz, verständlich zu halten. Die möglichen Antworten, die sie geben, können auch falsch sein.

Ein weiteres Risiko bilde nach Ansicht Dembskis (2023) der politische Wille bzw. die Einstellung zur Beteiligung. Sollte beispielsweise eine andere Stadtregierung gewählt werden, die eine konträre Einstellung hat, könne dies starke Auswirkungen auf das AvaLinn Smart City Planning Hub haben. Ein weiterer Aspekt sei die Notwendigkeit der laufenden Anpassung der Technologie, um aktuellen Stand zu bleiben.

Neben all diesen Aspekten spiele laut Staffans (2023) die Datensicherheit, die eng mit verschiedenen Planungsfragen verwoben sei, eine wichtige Rolle. Diese beziehen sich nicht nur auf die Rechte des Einzelnen, sondern auch auf die Sicherheit, die bei kritischer Infrastruktur geleistet werden muss.

Digitalisierung ist dabei „keine allgemeine Lösung“, sondern „ein Mittel zum Zweck“ (Dembski, 2023).

Urbane Klimaresilienz

Um klimaresilient zu werden und den Auswirkungen des Klimawandels begegnen zu können, sei die Möglichkeit komplexe Prozesse zu simulieren essentiell. Simulation und interdisziplinäres Denken und Arbeiten werden benötigt, um auf zukünftige Herausforderungen reagieren zu können. Klassische planerische Instrumente würden nicht mehr ausreichen, um auf die immer schneller werdenden Innovationszyklen sowie die Auswirkungen des Klimawandels zu reagieren. Hier werden digitale Werkzeuge sowie die Integration verschiedener Disziplinen und Akteur:innen benötigt. (Dembski, 2023)

„Das heißt, die Digitalisierung ist in diesem Fall ganz wesentlich, um überhaupt noch irgendwie mit den Problemen zurechtzukommen.“ (Dembski, 2023)

AvaLinn bildet mit seinen digitalen Tools die Schnittstelle zum digitalen Zwilling Tallinns. Neben der Visualisierung des Informations des digitalen Zwillings, solle AvaLinn zukünftig, wie Dembski (2023) beschreibt, eine interaktive Schnittstelle sein, bei der Bürger:innen Informationen beitragen können. Ziel sei es, mithilfe von Citizen Science Projekten Informationen an den digitalen Zwilling zu liefern. Dabei sollen sowohl messbare Aspekte als auch subjektives Empfinden in den digitalen Zwilling einfließen. (Dembski, 2023)

An dieser Stelle betont Dembski (2023), dass Klima-Aspekte sowie „Nature Based Solutions“ dabei Schwerpunkte bilden. Durch den „Green Twin“ werde die grüne Infrastruktur einerseits überhaupt im digitalen Zwilling Tallinns integriert und andererseits bestehe die Möglichkeit, das Pflanzenwachstum zu visualisieren und sich beispielsweise anzusehen, wie ein Park in 20 Jahren aussehen werde oder auch wann welche Pflege notwendig sein wird. Zukünftig liege auch ein stärkerer Fokus auf „Nature Based and Digital Solutions“. Digitale Lösungen sollen die Umsetzung von „Nature Based Solutions“, beispielsweise durch Simulationen, unterstützen. Ein Beispiel sei die Echtzeitsimulation von Überflutungen mit Hilfe von Sensornetzwerken.

Hubs, wie AvaLinn, ermöglichen es, wie Dembski (2023) beschreibt, Menschen auf lokaler Ebene zu beteiligen und komplexe Aspekte des Klimawandels greifbar zu gestalten. Das Involvieren verschiedener Akteur:innen auf der lokalen Ebene war auch die ausschlaggebende Motivation AvaLinn zu schaffen. AvaLinn ermöglicht es, Szenarien zu erfahren, an Lösungen mitzuarbeiten sowie gemeinsame Ziele zu definieren.

Staffans (2023) definiert Resilienz nicht nur vor dem Hintergrund klimatischer Veränderungen, sondern erweitert den Begriff um den sozialen Aspekt.

Staffans (2023) beschreibt, dass digitale Planungstools, die auf Informationsmodellen mit den notwendigen Informationen basieren, die Bewertung von Klimaresilienz sowie die Folgenabschätzung ermöglichen. Die Modellierungsmöglichkeiten würden dabei von der Datenverfügbarkeit abhängen. Effekte, die bei Maßnahmen, wie stärkerer Begrünung, stärkerer baulicher Verdichtung oder Änderungen des Verkehrsflusses, auftreten,

hängen vom Vorhandensein der notwendigen Daten ab. Daher wurde im Green Twins Projekt der grüne Layer des digitalen Zwillinges geschaffen.

Die Abbildung von Grün im digitalen Zwilling Tallinns sei nach Staffans (2023) ein großer Benefit und Output des Green Twins Projektes. Denn in vielen derzeit bestehenden Informationsmodellen ist die gebaute Umwelt sehr gut abgebildet, bei der Abbildung von Grün hinken diese jedoch oftmals hinterher. Durch die Abbildung des Grüns im digitalen Zwilling Tallinns inklusive dessen zeitliche und saisonale Veränderung sowie die Möglichkeit der Visualisierung und Modellierung im Hub besteht die Hoffnung, dass Begrünungsmaßnahmen stärker in Planungsentscheidungen mit einbezogen werden. (ebd.)

Dieser Aspekt wird auch in theoretischen Rahmen auf Seite 25 beschrieben.

Kernaussagen

- » Die zentrale Lage, gute Einsehbarkeit sowie eine „open doors policy“ ermöglichen einen niederschweligen Zugang. Die direkte Nähe zur Planungsbehörde soll die Integration dieser stark vereinfachen.
- » Eine Besonderheit im Vergleich zu anderen City Labs ist, dass die Initiierung und Entwicklung des City Labs zwar durch Forschungseinrichtungen erfolgt ist, die Verantwortung des Betriebs und der Kuratation nun aber in städtischer Hand liegen.
- » Ein besonderer Fokus, auf welchen bereits in der Entwicklung im Zuge einer starken Zusammenarbeit Wert gelegt wurde, spielt die Verknüpfung der Tätigkeiten im Hub mit den Planungsprozessen der Stadt Tallinn. Es soll ein langfristiges, nachhaltiges Verändern von Planungsprozessen hin zu partizipativeren und kollaborativeren vorangetrieben werden.
- » Die Integration des Hubs in laufende Planungsprozesse ist gleichzeitig eine große Herausforderung. Gelingt die Verknüpfung nicht, besteht die Gefahr, dass das City Lab rein als „Showroom“ genutzt wird.
- » Neben dem Visualisieren komplexer Thematiken ermöglicht es Avalinn Expert:innen verschiedener Disziplinen sowie Laien, trotz unterschiedlicher (Fach-)Sprachen zusammenzubringen sowie eine gemeinsame Sprache zu finden. Auch besteht die Möglichkeit, schwer einzubindende Personengruppen, wie Gehörlose, sowie Personen, die unterschiedliche Sprachen sprechen, leichter zu beteiligen.
- » Die an der Entwicklung des Hubs beteiligten Akteur:innen brachten bereits Fach- sowie Erfahrungswissen aus Arbeit in anderen City Labs mit. Gleichzeitig besteht aber die Herausforderung geeignete Personen zu finden, die das Hub betreiben und nutzen. Technologie alleine reicht nicht aus, es ist die Leidenschaft und Bereitschaft der Menschen erforderlich.
- » Um auf die zukünftigen Herausforderungen reagieren zu können und urbane Räume klimaresilient zu gestalten, werden digitale Werkzeuge, die komplexe Prozesse visualisieren können, sowie eine interdisziplinäre Zusammenarbeit benötigt.

- » Durch den grünen Layer des digitalen Zwillings und die entwickelten digitalen Tools (VGP und UT) wird ein wichtiger Beitrag zur Planung und Erhaltung städtischen Grüns und somit der urbanen Klimaresilienz beigetragen.

5 Diskussion der Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zu City Labs zusammengefasst, in Beziehung gesetzt und diskutiert. Die Ergebnisse der Fallstudie (Kapitel 4) sowie die Betrachtung der City Labs weltweit (Kapitel 3.2) werden mit den Inhalten des theoretischen Rahmens (Kapitel 2) verschnitten. Es erfolgt eine kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen und den daraus gewonnenen Erkenntnissen.

5.1 Einleitung

Die Vorteile und Potentiale digitaler Tools im Umgang mit Komplexität sind stark beforscht und wurden im theoretischen Rahmen bereits dargelegt. Digitale Planungstools sind im Umgang mit der wachsenden Komplexität sowie bei der Integration verschiedener Wissensbereiche von großem Vorteil. Mit ihnen lassen sich nicht nur besser informierte Planungsentscheidungen treffen, sondern auch offenere Planungsprozesse erzielen (Pelzer et al., 2015, S. 647; Pettit et al., 2018, S. 13). Insbesondere zur Erreichung urbaner Klimaresilienz leisten digitale Planungstools, die Planungs- und Entscheidungsprozesse unterstützen, einen wesentlichen Beitrag. Jedoch werden diese Potentiale vom PSS Implementation Gap, der die Diskrepanz zwischen dem Angebot von PSS und der tatsächlichen Anwendung in der Planungspraxis beschreibt, behindert. Um vor allem die Potentiale bezogen auf die Erhöhung urbaner Klimaresilienz zu nutzen, muss dieser überwunden werden. Dies ist durch die Betrachtung erfolgreicher Beispiele, dem Lernen daraus sowie einem Fokus auf die Einbettung von PSS in Planungsprozesse möglich. (Geertman, 2017, S. 75; Geertman & Stillwell, 2020, S. 1328)

Wie diese Organisationsformen (in dieser Arbeit als City Labs bezeichnet) aussehen und wie sie sich charakterisieren lassen, wo die Vorteile und Potentiale dieser liegen, welche Rahmenbedingungen notwendig sind sowie wo potentielle Herausforderungen liegen, wird in diesem Kapitel basierend auf den Ergebnissen der Fallstudie, der Betrachtung von City Labs weltweit sowie des theoretischen Rahmens dargelegt.

Das Kapitel gliedert sich in die folgenden Bereiche:

- » Erforderliche Rahmenbedingungen (Kap 5.2)
- » Zentrale Charakteristika von City Labs (Kap 5.3)
- » Beitrag zur Überwindung des PSS Implementation Gap (Kap 5.4)
- » Potentielle Herausforderungen (Kap 5.5)
- » Urbane Klimaresilienz (Kap 5.6)

Abschließend folgt eine Reflexion der Methodik (Kap 5.7).

Potentiale und Vorteile digitaler Planungstools werden im theoretischen Rahmen in Kapitel 2.3 beschrieben.

Die Faktoren für den PSS Implementation Gap werden auf den Seiten 24ff. beschrieben.

5.2 Erforderliche Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den erforderlichen Rahmenbedingungen für City Labs verschnitten und diskutiert. Die Erkenntnisse stützen sich vor allem auf die Fallstudien bzw. die Expert:inneninterviews sowie vereinzelt auf die Betrachtung der City Labs weltweit.

Folgende Rahmenbedingungen werden als wesentlich erachtet und daher näher betrachtet:

- » Zugänglichkeit
- » Eigentum
- » Finanzierung
- » Ausstattung
- » Software
- » Personen

Zugänglichkeit

Der Standort bzw. die Lage in der Stadt spielen eine wichtige Rolle. Neben einer leichten Erreichbarkeit für die verschiedenen Nutzer:innen des City Labs und einer zentralen Lage, ist auch die Einsehbarkeit von Relevanz. Das City Science Lab profitiert von seiner zentralen Lage in der Hafencity Hamburg, der Erdgeschosslage sowie der direkten Nähe zu Stadtentwicklungsgebieten. Für das AvaLinn Smart City Planning Hub wurde bewusst eine sehr zentrale Lage gewählt. Eine gute Einsehbarkeit sowie eine „open doors policy“ ermöglichen einen niederschweligen Zugang. Auch die direkte Nähe des AvaLinn Hubs zur Planungsbehörde soll die Integration städtischer Akteur:innen stark vereinfachen.

Die Interviewpartner:innen des CIL und AvaLinns betonen, die Notwendigkeit des niederschweligen Zugangs. Beim CIL wird dieser Aspekt ausgeklammert, wohl da sich das City Lab in weniger zentraler Lage in einem Forschungsgebäude des AIT befindet. Jedoch wird der zukünftige Einsatz mobiler Tools betont, der dabei unterstützen kann, das City Lab zu den Nutzer:innen zu bringen. Denn auch der Einsatz mobiler digitaler Tools, welcher das City Lab direkt zu den Nutzer:innen bringt, kann die Zugänglichkeit erhöhen. Die Notwendigkeit, nicht nur vor Ort an einem Standort zu arbeiten, sondern auch mobile Tools einzusetzen, wird von allen Interviewpartner:innen betont.

Der leichte Zugang zu einem City Lab ist somit zentral, um verschiedene Akteur:innen zu erreichen, jedoch spielt der Einsatz mobiler Tools ebenfalls eine wesentliche Rolle.

Auf die Notwendigkeit des Einsatzes mobiler Tools, wird auf Seite 104 eingegangen.

Eigentum

Das Eigentum ist im engeren Sinn keine Rahmenbedingung, jedoch ist sie ausschlaggebend für die Finanzierung. Wie aus der City Lab Analyse in Kapitel 3.2 hervorgeht und auch Staffans (2023) betont, werden City Labs oftmals von Forschungseinrichtung entwickelt und betrieben. Auch die gewählten Fallbeispiele wurden von Forschungseinrichtungen entwickelt. Lediglich das AvaLinn Hub bildet eine Besonderheit im Vergleich zu anderen City Labs. Die Initiierung und Entwicklung des City Labs ist zwar durch Forschungseinrichtungen erfolgt, die Verantwortung des Betriebs und der Kuration liegt jedoch seit der Eröffnung in städtischer Hand. Die Stadt Tallinn war in den gesamten Entwicklungsprozess miteinbezogen. Das Einbeziehen der städtischen Akteur:innen veränderte laut Staffans (2023) und Dembski (2023) die städtischen Planungsprozesse hin zu partizipativeren und kollaborativeren. Ob diese Veränderung nachhaltig ist und weiter vorangetrieben wird, sei dabei jedoch offen.

Auf den Aspekt der Integration in Planungsprozesse wird auf den Seiten 101f. genauer eingegangen. Zur tatsächlichen Implementierung besteht weiterer Forschungsbedarf (siehe Seite 113).

Dass City Labs überwiegend von Forschungseinrichtungen entwickelt und betrieben werden, hängt vermutlich mit der von Chronis (2023) beschriebenen Problematik zusammen, den Wert der Arbeit eines City Labs zu messen und in weiterer Folge einen monetären Wert zuzuschreiben. Aspekte, wie beispielsweise Energieeinsparungen bei der Planung eines Stadtquartiers oder die finanziellen Einsparungen durch die Minimierung des Überschwemmungsrisikos durch grüne Infrastruktur, sind nur schwer oder gar nicht messbar. Die fehlende monetäre Bemessung trägt dazu bei, dass die Entwicklung von City Labs außerhalb von Forschungseinrichtungen nicht stattfindet.

Finanzierung

Das CIL, als von einer Forschungseinrichtung entwickeltes und betriebenes City Lab, profitierte von der Finanzierung durch Mittel aus einem Forschungsprogramm des AIT. Mit Ablauf des Programms finanziert sich das City Lab durch Auftragsforschungsprojekte und kofinanzierte Förderprojekte. Es werden jedoch separate Mittel benötigt, um das City Lab laufend weiterzuentwickeln und weiterhin Projekte unterstützen zu können (Chronis, 2023).

Das CSL wird durch eine Grundfinanzierung durch die Stadt Hamburg, die jedoch nur einen Teil der Overhead-Kosten deckt (Expert:in 5, 2023), gesichert. Die starke Vernetzung mit der Stadt Hamburg bietet zusätzlich eine gewisse Sicherheit hinsichtlich der Finanzierung. Das CSL ist neben Projekten mit der Stadt Hamburg und stadtnahen Institutionen, auch an großen Forschungsprojekten mit einer Vielzahl an anderen Forschungspartner:innen beteiligt.

Auch bei AvaLinn wurde die Entwicklung durch ein wissenschaftliches Forschungsprojekt getragen. Nun liegt die Finanzierung bei der Stadt Tallinn. Zukünftig soll es weiterhin Kooperationen mit Forschungseinrichtungen

geben. Um detaillierte Informationen durch diese Art des Betriebes sowie der Finanzierung zu erhalten, sind weitere Forschungsvorhaben von Interesse.

Allen drei betrachteten City Labs ist es nicht möglich, sich rein aus Projekten zu finanzieren. Es wird eine Grundfinanzierung benötigt, um die Basiskosten zu decken und eine Weiterentwicklung des City Labs zu ermöglichen. Alle der betrachteten Fallbeispiele wurden durch Forschungseinrichtungen im Rahmen von Forschungsprogrammen und teilweise einer Kooperation mit einer Stadt entwickelt. Auch fällt die starke Vernetzung mit städtischen Akteur:innen auf. Insbesondere beim CSL und AvaLinn fällt eine enge Zusammenarbeit mit diesen in gemeinsamen Projekten auf.

Ausstattung

Den Fallbeispielen ist gemein, dass sie über einen großen Raum verfügen, in welchem Platz für Prozesse mit Stakeholder:innen ist. Die Ausstattung unterscheidet sich leicht. Das City Intelligence Lab nutzt die größte Bandbreite an Tools. Diese reichen von interaktiven Projektionswänden, Tischen mit Modellen sowie Tablets, physische Augmented Reality (AR)-Modelle und Virtual Reality (VR)-Brillen. Die Ausstattung des CIL kann theoretisch ortsunabhängig, bei Vorhandensein der notwendigen Ausstattung, aufgebaut werden. Die dahinterstehende Software ist ausschlaggebend.

Im City Science Lab wird ein starker Fokus auf „Touch Tables“ gelegt. Diese werden auch vor Ort in den Stadtteilen genutzt. Neben dem Arbeiten im physischen Raum arbeitet das CSL auch an Online-Beteiligungsplattformen, Digital Twins, Datenökosystemen und Urban Data Hubs.

Zentrales Element des AvaLinn Smart City Planning Hub bildet ein „Active-Shutter-System“, bei dem 15 bis 20 Personen gleichzeitig interagieren können. Neben diesen ist das Hub mit Workstations ausgestattet. Besonders ist, dass bewusst auf das Vorhandensein analoger Tools, wie Pinnwänden und Tafeln, gesetzt wird. Auch bei AvaLinn wird betont, zukünftig das mobile Arbeiten zu fokussieren.

Ein zentrales Element von City Labs ist das gemeinsame Arbeiten im physischen Raum mit Unterstützung digitaler Planungstools. Dies muss sich nicht ausschließlich auf einen Ort beschränken. Die Möglichkeiten, mobile Ausstattung zu nutzen sowie Infrastruktur anderer zu nutzen, stehen immer mehr im Fokus. Sobald die technische Ausstattung vorhanden ist, ist die dahinterstehende Software der ausschlaggebende Faktor.

Software

Um die digitalen Tools auch betreiben zu können, sind die Modellierungs- und Simulationskapazitäten ausschlaggebend. Insbesondere durch kurze Rechenzeiten ergibt sich die Möglichkeit, digitale Werkzeuge direkt vor Ort anzuwenden und als Planungs- und Entscheidungsbasis zu nutzen.

Das CIL weist mit InFraReD einen sehr starken technologischen Fokus

auf. „Machine Learning“- und „Deep Learning“-Modelle ermöglichen es, verschiedene städtische Daten zu verarbeiten und Planungsvarianten in kurzer Zeit zu simulieren (Galanos & Chronis, 2022, S. 111). Die bearbeiteten Themen reichen dabei von solare Einstrahlung, Windkomfort, Überschwemmungen und Solarpotential bis hin zu Lärm-, Erreichbarkeits-, Transit- und Kostenschätzungen (AIT, 2022). Diese verschiedenen rechenintensiven städtischen Kennzahlen können nahezu in Echtzeit simuliert werden. (Hyde & Filippidis, 2021, S. 80; Düring et al., 2022, S. 446) Zusätzlich sei der Algorithmus zur Simulation des Windkomforts weltweit einzigartig (Fink, 2023).

Beim CSL können, aufgrund fehlender Aussagen der:des Expert:in weniger detaillierte Aussagen getroffen werden. Jedoch wird das Entwickeln von digitalen Planungstools mit den jeweiligen Zielgruppen gemeinsam abgestimmt. Auch auf die Übertragbarkeit und Weiterführung von Tools, beispielsweise durch das Nutzen bereits genutzter Code-Sprachen, wird geachtet. Dies deckt sich auch mit den Erkenntnissen zum PSS Implementation Gap. Dieser beruhe unter anderem auf einer ausreichenden Kommunikation von Nutzer:innen und PSS-Expert:innen (Geertman, 2017, S. 73), instrumentelle Qualitätsproblemen (Vonk et al., 2006, S. 263) und begrenzten Ressourcen für die Nutzer:innenforschung (Nummi et al., 2022, S. 16)

Beim AvaLinn Hub beschränkt sich die Toolentwicklung derzeit aufgrund des jungen Bestehens auf digitale Planungswerkzeuge: Virtual Green Planner (VGP) und Urban Tempo (UT). Sie basieren beide auf dem digitalen Zwilling der grünen Infrastruktur der Stadt Tallinn und ermöglichen es, die zeitlichen und saisonalen Veränderungen in der städtischen Vegetation abzubilden sowie Szenarien zu simulieren (FinEst Centre for Smart Cities, o.J.).

Die gebotenen technologischen Kapazitäten sind die Grundvoraussetzung für die Unterstützung von Planungs- und Entscheidungsprozessen. Fortschrittliche Technologien sowie insbesondere kurze Rechenzeiten sind essentiell, um die Tools für Prozesse im City Lab zugänglich zu machen. Auffallend ist, dass das CIL im Gegensatz zu den anderen Fallbeispielen wesentlich stärker technologieorientiert arbeitet. Das CSL setzt neben der Entwicklung datenbasierter Technologien auch auf die Datenkuration sowie die Integration künstlerische Praktiken (CSL, o.J.a).

Personen

Doch das Vorhandensein von Technologie, Ausstattung und Finanzierung reicht nicht aus. Es werden Personen benötigt, die die City Labs nutzen, sowie auch jene, die sie betreiben. Dembski (2023) beschreibt, dass die Leidenschaft und Bereitschaft der Nutzer:innen sowie auch Betreiber:innen erforderlich sei. Alleine mit Technologie können keine Lösungen gefunden werden. Es werden immer Menschen, die digitale Planungstools nutzen, gebraucht. Dieser Aspekt geht stark einher mit der tatsächlichen Implementierung der Nutzung digitaler Werkzeuge bzw. City Labs in der Planungspraxis, auf

Dieses Fach- sowie Erfahrungswissen stammt z.B. aus der Arbeit am Simlab, dem High-Performance Computing Center Stuttgart (HLRS) sowie einer Kooperation mit diesem, dem Aalto Built Environment Laboratory (ABE) oder auch einer Kooperation mit dem CSL Hamburg (Dembski, 2023; Staffans, 2023). Auch bei der Entwicklung des CIL wurde auf Wissen aus der Arbeit am Future Cities Lab (FCL) oder der Arbeit bei „Foster + Partners“ zurückgegriffen (Chronis, 2023). Das CSL verfügt neben einem starken wissenschaftlichen Austausch durch das „City Science Network“, über ein Netzwerk zum öffentlichen und privaten Sektor (CSL, o.J.b).

welche auf Seite 66 genauer eingegangen wird. Dies deckt sich auch mit den Erkenntnissen aus der Literatur. Schwegmann et al. (2021, S. 8) beschreiben, dass selbst höchst innovative Werkzeuge nur dann erfolgreich sind, wenn sie auch tatsächlich von Personen genutzt werden und die Nutzung neue Formen von Kollaboration ermöglicht.

Neben dem Nutzen spielt auch das Finden von Personen, die ein City Lab betreiben, eine wesentliche Rolle. Denn um den PSS Implementation Gap zu überwinden, wird eine große Menge an Wissen und Erfahrungen benötigt. Auch wird ein laufendes Lernen sowie Verbessern benötigt, um den PSS Implementation Gap zu überwinden (Nummi et al., 2022, S. 5). Dieses laufende Lernen und Verbessern können City Labs bieten (siehe Seite 100f.). Bei Betrachtung der Fallbeispiele fällt auf, dass die City Labs bzw. die beteiligten Akteur:innen stark vernetzt sind. Neben gemeinsamen Projekten und regelmäßigen Austausch verbringen beispielsweise Doktorand:innen der Technischen Universität Tallinn Forschungsaufenthalte an der HafenCity Universität Hamburg (Staffans, 2023). Das CSL greift auf ein Netzwerk mit Akteur:innen aus dem öffentlichen, akademischen und privaten Sektor zurück und arbeitet mit verschiedenen Netzwerken zusammen (CSL, o.J.b). Auch bei AvaLinn und dem CIL ist die starke Vernetzung der Akteur:innen zu sehen. Die an der Entwicklung des Hubs beteiligten Akteur:innen brachten bereits Fach- sowie Erfahrungswissen aus Arbeit in anderen City Labs mit. In der Auswertung der Labs ist stark aufgefallen, dass die Teams der City Labs stark interdisziplinär aufgestellt sind.

Die im City Lab tätigen Personen bringen so nicht nur ihr Wissen und ihre Erfahrungen mit, sondern sorgen für einen ständigen Wissenstransfer.

5.3 Zentrale Charakteristika von City Labs

Wie aus dem Kapitel 3.1 hervorgeht, ist die Literatur zu physischen Räumen, die mit digitalen Planungstools ausgestattet sind, begrenzt. Es gibt keine einheitliche übergreifende Definition, die diese Organisationsform beschreiben. Lediglich einzelne Konzepte beschreiben Ansätze der Vorteile der Organisation digitaler Planungstools in physischen Räumen.

„Planning Support Theatres“ und „Decision Theatres“ sind zwar Oberbegriffe, werden jedoch nicht genau definiert und abgegrenzt. Gemein ist ihnen, dass sie mit Technologie ausgestattete Räume sind, die komplexe Prozesse darstellbar machen und so Entscheidungen unterstützen. (Punt et al., 2020, S. 1, 5) Auch Staffans et al. (2020, S. 7) beschreiben mit dem „Big Room-Working“ das Phänomen des gemeinsamen Arbeitens in einem physischen Raum ausgestattet mit digitalen Werkzeugen. Diese Methode ist in der Stadtplanung noch nicht stark verbreitet, stößt jedoch auf zunehmendes Interesse (ebd.).

Das Konzept der „Communicative Planning Support Systems“ (CPSS) ist etwas ausgereifter und erweitert das Konzept der Planning Support Systems.

Ausgangspunkt ist die Notwendigkeit, neben digitalen Tools auch den physischen Raum sowie die benötigten Datengrundlagen zu betrachten. Des Weiteren stützt sich ein CPSS auf die folgenden 3 Säulen: Inhaltsmanagement, Kommunikationsmanagement und Prozessmanagement. (Nummi et al., 2022)

Für die in dieser Arbeit als City Labs bezeichneten Organisationsformen werden unterschiedliche englische Begrifflichkeiten genutzt. Diese reichen von Lab, City Lab, Hub bis hin zu Laboratory.

Aus der Analyse der City Labs weltweit sowie die Untersuchung der Fallbeispiele lassen sich folgende gemeinsame Charakteristika ableiten:

- » Vorhandensein eines physischen Raums bzw. Treffpunktes
- » Nutzung digitaler Planungstools bzw. Planning Support Systems (PSS) im physischen Raum
- » Visualisieren, Modellieren und Simulieren von Planungsinformationen
- » Unterstützung von Planungsprozessen und Entscheidungsfindung
- » Fokus auf den urbanen Raum
- » Fokus auf kollaboratives Arbeiten
- » Fokus auf inter- und transdisziplinäres Arbeiten
- » Beitrag zur Überwindung des PSS Implementation Gap

City Labs lassen sich nach Analyse der bestehenden Literatur und genauen Betrachtung der Fallbeispiele wie folgt darstellen. Sie sind in erster Linie Organisationseinheiten, die digitale Planungstools im physischen Raum nutzen. Sie ermöglichen die Organisation von Planning Support Systems und können so zur Überwindung des PSS Implementation Gap beitragen. Als physischer Treffpunkt fungieren sie als Schnittstelle sowie nehmen City Labs die Rolle von Prozessgestalter:innen und Prozessbegleiter:innen ein. Dabei können City Labs nicht nur einen Standort aufweisen. Aus den Analysen der Fallbeispiele geht hervor, dass verstärkt auch auf den Einsatz mobiler Tools gesetzt wird. Der Einsatz von digitalen Planungstools in physischen Räumen bringt nicht nur verschiedene Akteur:innen an einen Tisch, sondern erleichtert auch die Kollaboration dieser. Die Nutzung digitaler Planungstools wird durch den technischen Support vor Ort erleichtert. Gleichzeitig fließt der laufende Wissens- und Erfahrungsgewinn in die tägliche Arbeit ein. Die verschiedenen City Labs unterscheiden sich hinsichtlich ihrer genauen Themensetzung sowie der Projektpartner:innen. Gemein ist ihnen jedoch, dass sie bei Vorhandensein bestimmter Merkmale bzw. Schwerpunkte (auf welche im folgenden Kapitel eingegangen wird) die Möglichkeit zur Überwindung des PSS Implementation Gap bieten.

5.4 Beitrag zur Überwindung des PSS Implementation Gap

Um den PSS Implementation Gap zu überwinden und der heutigen Planungspraxis gerecht zu werden, muss der jeweilige Kontext mitbetrachtet werden. Die reine Betrachtung und Weiterentwicklung digitaler Planungstools reicht nicht aus. Aus der Analyse der City Labs geht hervor, dass neben den digitalen Werkzeugen auch der Prozess, die Daten sowie die technische Unterstützung betrachtet werden müssen.

Diese Aspekte können durch die Organisation digitaler Tools in City Labs geboten werden. Basierend auf den Analysen dieser Arbeit sowie dem Konzept der Communicative Planning Support Systems (CPSS), lassen sich drei Schwerpunkte, die zur Überwindung des PSS Implementation Gap beitragen, ableiten:

- a) Prozessmanagement
- b) Betreuung und Technologieentwicklung
- c) Daten- und Wissensmanagement

a) Prozessmanagement

Die Analysen der Arbeit ergeben, dass ein wichtiger Aspekt von City Labs jener des Prozessmanagements ist. Die dahinterstehenden Organisationen bieten nicht nur die Planungsunterstützungssysteme an, sondern integrieren diese in Prozesse und übernehmen die Betreuung dieser.

Durch die Möglichkeit des physischen Austauschs vor Ort, in Kombination mit der Nutzung digitaler Planungstools, werden verschiedene Stakeholder:innen zusammengebracht. Die Visualisierung von Daten sowie die Möglichkeit der Simulation ermöglichen nicht nur eine informationsbasierte Entscheidungsgrundlage, sondern auch die Kooperation und Diskussion vor Ort. Sowohl im CIL als auch bei AvaLinn und dem CSL wird die Möglichkeit zum inter- und transdisziplinären Arbeiten betont. Nicht nur ein disziplinübergreifendes Verständnis, sondern auch das Finden einer gemeinsamen Sprache über verschiedene Stakeholder:innengruppen (Zivilgesellschaft, NGOs, Politik, Wirtschaft) hinweg kann gefördert werden. Es können auch schwer einzubindende Gruppen, wie beispielsweise Gehörlose, durch die Nutzung digitaler Tools vor Ort beteiligt, sowie Sprachbarrieren überwunden werden. (Dembski, 2023) Die Ergebnisse aus den Fallbeispielen decken sich auch mit den Ausführungen im theoretischen Rahmen. Das Finden einer gemeinsamen Sprache bzw. das Unterstützen eines gemeinsamen Verständnisses von Sachverhalten wird durch das Zeichnen eines gemeinsamen Bildes bzw. durch Visualisierung geschaffen. Visualisierungen, insbesondere von komplexen Sachverhalten, können nicht nur zu einem gemeinsamen Verständnis beitragen, sondern auch Entscheidungsprozesse unterstützen (Kunze et al., 2012, S. 280; Zeng et al., 2018, S. 1).

Eine Erklärung zu Inter- und Transdisziplinarität ist auf Seite 28f. zu finden.

Siehe auch Seite 37 im theoretischen Rahmen.

In allen Fallbeispielen wird auf kollaborative Prozesse Wert gelegt. Es wird eine kollaborative Umgebung bereitgestellt sowie Multistakeholder-Kollaboration unterstützt. Dies spiegelt sich auch im „communicative turn“ in der Planung wider. Dieser beschreibt den Übergang von einer expert:innenorientierten Planung hin zu einer prozessorientierten, kollaborativen Planung (Healey, 1996), welcher einen Ansatz bietet mit der wachsenden Komplexität, Ungewissheiten und mit der Vielzahl an Akteur:innen uzugehen (Pettit et al., 2019, S. 1389). PSS entspringen einer ursprünglich deterministischen Denkweise. Um mit dem Wandel in der Planungspraxis einherzugehen, muss der Fokus auf kollaborative Prozesse gelegt werden. Die Analysen haben ergeben, dass City Labs hier eine wichtige Rolle einnehmen.

City Labs können einen direkten Einfluss auf die städtische Planung nehmen. Bei AvaLinn ist dies beispielsweise der Fall. Die enge Kooperation während der Entwicklung des Hubs führte zu einer Entwicklung hin zu partizipativen und kollaborativen Planungsprozessen. Auch das CIL fokussiert die Schaffung von kollaborativen Planungsumgebungen sowie KI-gesteuerten Stadtplanungs-Frameworks (AIT, 2023a).

b) Betreuung und Technologieentwicklung

Einen weiteren Aspekt bilden die laufende Betreuung der digitalen Planungswerkzeuge und die damit einhergehende Reduzierung von technologischen Barrieren. Die im theoretischen Rahmen beschriebenen Gründe für den PSS Implementation Gap, wie das aufwändige Einarbeiten in die Bedienung von Tools (Geertman, 2017, S. 73f.), fallen durch die Betreuung vor Ort weg. Im AvaLinn Hub wird durch die technische Unterstützung vor Ort die Nutzung der digitalen Planungswerkzeuge, unabhängig von den digitalen Kenntnissen der Nutzer:innen, ermöglicht. Verschiedene Akteur:innen können so in Planungs- und Entscheidungsprozesse miteinbezogen werden. (Nummi et al., 2022, S. 4f.) Die interviewten Expert:innen sprechen diesen Aspekt jedoch nur indirekt an. Die digitalen Tools des AvaLinn Hubs seien intuitiv und interaktiv nutzbar (Dembski, 2023). Auch betont Dembski (2023), dass Personen mit unterschiedlichen Wissensständen einbezogen werden können und insbesondere die Möglichkeit bestehe, schwer zu beteiligende Gruppen, wie beispielsweise Gehörlose, zu beteiligen. Auch Chronis (2023) hebt hervor, dass Personen im CIL leicht mit Werkzeugen und Methoden interagieren können. Auch Fink (2023) hebt die Notwendigkeit hervor, Tools nur in moderierten Prozessen zu nutzen oder die Ergebnisse so aufzubereiten, dass sie leicht verständlich sind.

Neben dem technischen Support kann auch die Gefahr des Entwickelns von Tools, die an den Bedürfnissen der Nutzer:innen vorbeigehen, reduziert werden. An den betrachteten Fallbeispielen AvaLinn Hub und dem City Science Lab ist dies zu erkennen. Diese Tools werden einerseits in enger Zusammenarbeit mit den Nutzer:innen entwickelt und andererseits laufend verbessert oder an andere Kontexte angepasst. Es ist davon auszugehen, dass auch andere City Labs so vorgehen.

Eine detaillierte Erklärung hierzu ist auf Seite 42 zu finden.

Wissen bündeln

Durch die technische Betreuung sowie die technologische Weiterentwicklung können somit Barrieren in der tatsächlichen Anwendung von PSS reduziert werden. Hierzu ist ein großes Expert:innenwissen, auf welches im nächsten Punkt (Daten- und Wissensmanagement) eingegangen wird, notwendig.

Auch die laufende Anpassung der genutzten Technologie und der Software ermöglichen es, auf dem neuesten Stand zu bleiben sowie Entwicklung voranzutreiben. Auch Vorhaben, wie eine mobile Ausstattung und die Betreuung von Technologie und Prozessen vor Ort, können durch Expert:innen der City Labs vorangetrieben werden.

c) Daten- und Wissensmanagement

Ohne zugängliche Daten ist kein Tool hilfreich (Noennig, 2022, S. 1468). Daten sind somit Voraussetzung für die Entwicklung digitaler Planungstools und daher essentiell für die Unterstützung von Planungs- und Entscheidungsprozessen. Die Analysen der Arbeit haben ergeben, dass City Labs hierbei einen großen Beitrag leisten. Sie treten nicht nur als Bereitsteller:in und Entwickler:in von Tools, sondern auch als Datenerheber:in und Datenkurator:in auf. Das City Science Lab räumt neben den Aspekten der Datenvisualisierung und Datenmodellierung, der Datenerhebung sowie dem Kuratieren von Daten eine wichtige Rolle ein. Auch AvaLinn setzt auf das Erheben von Daten zu grüner Infrastruktur.

Erst durch die passenden Daten, wie Informationen zum grünen Layer der Stadt, lassen sich Tools entwickeln und somit Entscheidungsgrundlagen, beispielsweise zur Auswahl klimaresilienter Maßnahmen, treffen. So leisten sie einen Beitrag zur Entscheidungsunterstützung in verschiedensten Kontexten, spielen aber auch eine wichtige Rolle bezogen auf die Erhebung von Daten, insbesondere zu bisher weniger abgedeckten Daten, wie grüner und blauer Infrastruktur (Münzinger et al., 2022, S. 1; Prilenska et al., 2023, S. 2). Diese sind nicht nur relevant für die Arbeit in City Labs, sondern auch für einen höheren Detaillierungsgrad von Informationssystemen sowie allgemein der Bereitstellung von Daten für verschiedenste Anwender:innen.

Neben dem Management von Daten spielen City Labs eine wichtige Rolle bezogen auf das Wissensmanagement. Durch die Organisationsform, die langfristig angelegt ist, kann Wissen leichter gebündelt, generiert und transferiert werden.

Nicht nur die Daten selbst, sondern auch das Wissen der Betreiber:innen über diese ist von Relevanz. Neben der Existenz, Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Daten, ist Wissen über Datenformate, Eigentumsverhältnisse, Quantität und Qualität (Noennig, 2022, S. 1468) notwendig. City Labs bieten die Möglichkeit zur Koordination des benötigten Wissens. Dieses umfasst nicht nur Wissen über die Daten selbst, sondern auch über die Technologie und Planungsprozesse. Es werden sowohl Kenntnisse über die Entwicklung und den Betrieb digitaler Werkzeuge als auch über die Gestaltung der Prozesse selbst benötigt. Das Wissen basiert dabei nicht nur auf Erfahrungen und

Erkenntnissen aus Projekten, sondern auch auf dem eingebrachten Wissen der beteiligten Stakeholder:innen sowie dem Austausch mit anderen City Labs. Netzwerke zu anderen City Labs bestehen bei allen drei Fallbeispielen.

City Labs, die oftmals von Forschungseinrichtungen betrieben werden, erheben nicht nur Daten, sondern tragen auch zur Produktion von Wissen und wissenschaftlichen Erkenntnissen, beispielsweise zu Tools, Software, Modellierungen oder Simulationen bei oder sind möglicherweise auch Innovationsgenerator. Eine solche Innovation ist beispielsweise der weltweit einzigartige Algorithmus zu Windsimulationen, welcher im CIL entwickelt wurde.

Wissen generieren

Wie schon Geertman (2017, S. 75) beschreibt, ist es essentiell, positive Beispiele von PSS zu betrachten, um den PSS Implementation Gap zu überwinden. Der Wissens- und Erfahrungsgewinn eines City Labs fließt in die zukünftige Arbeit ein und so können Tools sowie Prozesse laufend verbessert werden.

Neben dem Bündeln und Generieren von Wissen können City Labs die Aufgabe des Wissenstransfers übernehmen. Sie können nicht nur Wissen zugänglich machen, z.B. durch wissenschaftliche Publikationen und Kooperationen mit anderen City Labs, sondern auch die Multiplizierbarkeit von Wissen unterstützen. Feedback zu Tools und Prozessen sowie Erfahrungen in Forschungsprojekten können gesammelt und eine laufende Weiterentwicklung vorangetrieben werden. Das City Science Lab legt beispielsweise einen Fokus darauf, dass das in Projekten generierte Wissen in der Verwaltung auch an anderen Stellen sowie auch in anderen Projekten nutzbar ist (Expert:in 5, 2023).

Wissen transferieren

5.5 Potentielle Herausforderungen

In der aktuellen Forschung werden vor allem digitale Planungstools, deren Vor- und Nachteile sowie der PSS Implementation Gap betrachtet. Die Herausforderungen bei der Organisation digitaler Tools in City Labs sind jedoch kaum erforscht. Neben den erforderlichen Rahmenbedingungen ist auch das Wissen über mögliche Herausforderungen von entscheidender Bedeutung, damit das Potential von City Labs voll ausgeschöpft werden kann. Mögliche kritische Aspekte werden im Folgenden näher betrachtet. Die Erkenntnisse basieren auf den Ergebnissen der Fallbeispiele.

Integration in Planungsprozesse

Einen wesentlichen Aspekt bildet die tatsächliche Integration in Planungsprozesse. Diese soll nicht nur einmalig, sondern langfristig angestoßen werden. Denn nur wenn sie auch genutzt werden, können digitale Technologien ihr volles Potential entfalten und zu neuen Formen der Kollaboration beitragen (Schwegmann et al., 2021, S. 8). Der Wille der relevanten Stakeholder:innen bzw. Entscheidungsträger:innen

Das generierte Wissen aus den Expert:innen-interviews ist zwar kontextabhängig (Flyvbjerg, 2011, S. 303), ermöglicht aber dieses für andere Kontexte zugänglich zu machen sowie aus diesem zu lernen (Lamker, 2014, S. 7; Flyvbjerg, 2011, S. 305).

Aufgrund des jungen Bestehens AvaLinns, lassen sich noch keine Aussagen zur tatsächlichen Veränderung der Planungsprozesse treffen. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf (siehe Seite 113).

Die Vorteile der Prozess- und Technologiebetreuung werden in Kapitel 5.4 dargelegt.

Planungsprozesse zu überdenken, sich von alten Arbeits- und Denkweisen zu lösen und anders an Prozesse heranzugehen, ist dabei essentiell.

Staffans (2023) hebt diesen Aspekt als wesentliche Herausforderung hervor. Es sei die Frage, wie die laufenden Planungsprozesse der Stadt Tallinn mit der Arbeit im Hub verknüpft werden. Obgleich während der Entwicklung des AvaLinn Hubs eine langfristige, nachhaltige Veränderung von Planungsprozessen in Richtung einer verstärkten Partizipation und Kooperation fokussiert wurde, sei jedoch noch offen, ob dies auch weiterhin verfolgt wird. Es komme immer auf die Akteur:innen und deren Einstellung zu Planungsprozessen an. Auch Dembski (2023) führt diesen Aspekt an. Die Einstellung zu Planungsprozessen und Beteiligung, die sich mit einer neuen Stadtregierung ändern können, haben starke Auswirkungen auf das Hub.

Die:Der Expert:in 5 (2023) des CSL beschreibt in diesem Kontext die Notwendigkeit, das Wissen aus Forschungsprojekten und die entwickelten Tools auch für zivilgesellschaftliche Anwender:innen und andere Kontexte zugänglich zu machen.

Showroom-Problematik

Gelingt die Integration in Planungsprozesse nicht, besteht die Gefahr, dass City Labs rein als „Showroom“ oder „Demonstrator“ fungieren. Diese mögliche Gefahr beschreiben sowohl Chronis (2023) als auch Staffans (2023). Chronis (2023) erklärt, dass in diesem Fall das City Lab und seine Tools als reine Visualisierungs-Plattform genutzt werden würden. Es fände keine Kollaboration vor Ort statt. Diese Gefahr habe Chronis (2023) bereits in der Arbeit mit anderen City Labs gesehen. Als mögliche Gründe für das Scheitern macht er unter anderem das Planungsverständnis der Nutzer:innen, welches sich durch die Nutzung traditioneller Herangehensweisen auszeichnet, sowie das fehlende Wissen zu neuen Forschungsmethoden aus. (ebd.) Auch Staffans (2023) beschreibt, dass bei einer fehlenden Verknüpfung des City Labs mit Planungsprozessen das Risiko bestehe, dass AvaLinn zu einem „Showroom“ wird. Auch sie versteht darunter das reine Präsentieren von vorab produziertem Material. Co-Creation sowie kollaborative Prozesse finden so nicht statt.

Daher ist es essentiell, ein Umdenken bezüglich der Herangehensweise an Planung zu fördern und die Tools und Methoden des City Labs in Planungsprozesse zu integrieren, um dieser Herausforderung zu begegnen. Die Vorteile von City Labs, wie die Prozess- und Technologiebetreuung sowie das kollaborative Arbeiten, müssen den Stakeholder:innen stärker vermittelt werden. Eine einfache Bedienung sowie eine zielgruppenorientierte Darstellung sind essentiell, um eine kollaborative Nutzung erst zu ermöglichen.

Technologie

Damit einher geht auch die Gefahr, dass Technologie an sich als Lösung

betrachtet wird. Laut Dembski (2023) wird oft vergessen, dass Technologie nur ein Werkzeug sei und erst durch die Interaktion mit den digitalen Werkzeugen Lösungen gefunden werden können. Dafür würden sowohl Personen, die City Labs betreiben, als auch solche, die diese nutzen, benötigt werden. Dies hängt wiederum stark mit der Bereitschaft, Planungsprozesse zu verändern, zusammen.

Mit der Ansicht, dass Technologie als Lösung aller Probleme gesehen wird, geht auch die Gefahr einher, dass Erwartungen der Nutzer:innen nicht erfüllt werden können. Die Visualisierungs-, Modellierungs- und Simulationsmöglichkeiten digitaler Werkzeuge hängen immer vom jeweiligen Kontext ab. Neben den technologischen Möglichkeiten und den verfügbaren Software-Lösungen, sind verfügbare Daten dafür ausschlaggebend, welche planerischen Problemstellungen überhaupt in City Labs bearbeitet werden können.

Zielgruppenerreichung

Einen weiteren kritischen Aspekt bildet die tatsächliche Erreichung der Zielgruppen. Chronis (2023) beschreibt beispielsweise, dass die Nutzung durch Laien aktuell weniger häufig sei. In diesem Zusammenhang wird von mehreren Expert:innen (Fink, 2023; Chronis, 2023; Expert:in 5, 2023) die Herausforderung der zielgruppenspezifischen Entwicklung der digitalen Tools hervorgehoben. Eine einfache Nutzung, die an die jeweiligen Stakeholder:innen angepasst ist, sei notwendig. Je nach Zielgruppe seien verschiedene Abstraktionslevel und Interfaces erforderlich.

Zur tatsächlichen Erreichung der Zielgruppen ist weiterer Forschungsbedarf notwendig.

Finanzierung

Wie auf Seite 93 beschrieben, finanzieren sich das CIL und das CSL überwiegend über Forschungsprojekte. Die Entwicklung des AvaLinn Hub erfolgte über finanzielle Mittel eines Forschungsprojektes, der laufende Betrieb wird von der Stadt Tallinn finanziert. Gleichzeitig besteht die Herausforderung, das City Lab stetig weiterzuentwickeln, um den technologischen Entwicklungen Rechnung zu tragen, was entsprechende finanzielle Mittel erfordert. Staffans (2023) und Dembski (2023) merkten an, dass AvaLinn aufgrund finanzieller Herausforderungen nicht im ursprünglich vorgesehenen Umfang umgesetzt werden konnte. Dies verdeutlicht den Bedarf von City Labs nach einer abgesicherten Finanzierung.

Dies ist insofern eine Herausforderung, da die Wertschöpfung, die City Labs mit ihren digitalen Tools schaffen, nur schwer bis gar nicht mess- und quantifizierbar und damit schwer kommunizierbar sei. Wenn ein ganzer Stadtteil durch die Arbeit im City Lab wesentlich energieeffizienter wird, sei die genaue Energieeinsparung jedoch nicht messbar (Chronis, 2023). Somit spielt die Vermittlung der Vorteile eines City Labs eine wesentliche Rolle bei der Überzeugung von Projektpartner:innen. Insbesondere bezogen auf Themen der Resilienz und des Klimawandels, sei es wichtig, den Anspruch des CILs, die Veränderung voranzutreiben, zu vermitteln (Chronis, 2023).

Auf den Aspekt der urbanen Klimaresilienz wird auf der folgenden Seite genauer eingegangen.

Unter „hybrid“ ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass ein Teil der Stakeholder:innen vor Ort ist und ein Teil online teilnimmt.

Eine Gefahr, die jedoch nicht beeinflussbar ist, stellt der (fehlende) politische Wille bzw. die Einstellung zur Nutzung von City Labs und kollaborativen Prozessen dar. Sollte beispielsweise eine andere Stadtregierung gewählt werden, die eine konträre Einstellung vertritt, könnte das starke Auswirkungen auf das AvaLinn Smart City Planning Hub haben (Dembski, 2023). Diese Aussage lässt sich auch auf andere City Labs, wie das CSL, das in enger Kooperation mit der Stadt Hamburg steht, umlegen.

Die Tatsache, dass City Labs überwiegend von wissenschaftlichen Institutionen betrieben werden, legt die Vermutung nahe, dass diese tendenziell eher die Möglichkeiten für die kontinuierliche Weiterentwicklung aufbringen können. Diese Annahme bedarf weiterer Untersuchungen.

Mobile Ausstattung

Eine weitere Herausforderung, der sich City Labs gegenüberstehen, ist die Frage, wie sie stärker mobil einsetzbar sein können. Fink (2023) betont, dass eine zukünftige Herausforderung die Mobilität von Tools sei. Es müsse ein stärkerer Fokus auf die Verfügbarkeit für unterschiedliche Standorte sowie auf die hybride Zusammenarbeit gelegt werden.

Das CSL arbeitet bereits mit mobilen Tools, regt bei Projektpartner:innen, wie etwa Stadtteilverwaltungen an, selbst Infrastruktur, wie etwa „Touch Tables“ anzuschaffen (Expert:in 5, 2023). Auch das AvaLinn Hub will künftig stärker auf den Einsatz mobiler Tools setzen (Dembski, 2023).

Trotzdem ist die reine Vor-Ort-Nutzung eine Herausforderung, da nicht alle Personengruppen angesprochen werden. Neben Vor-Ort-Nutzungen müssen auch Varianten, die keine Präsenz erfordern, angeboten werden. So kann auch Personen mit geringem Zeitbudget die Möglichkeit zur Beteiligung geboten werden. (Expert:in 5, 2023)

5.6 Beitrag zu urbaner Klimaresilienz

Kann der PSS Implementation Gap überwunden werden, stellt sich die Frage, inwiefern City Labs und digitale Planungstools zur Schaffung klimaresilienter städtischer Strukturen beitragen können. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Fallbeispielanalyse mit jenen des theoretischen Rahmens verschnitten, um so erste Aussagen dazu treffen zu können.

Vorangestellt sei, dass zum Fallbeispiel City Science Lab (CSL) nur begrenzt Aussagen getroffen werden konnten, da die:der interviewte Expert:in, aufgrund eingeschränkter Fachexpertise, die Fragen des Themenblocks zur urbanen Resilienz, nicht beantwortet hat.

In der aktuellen Literatur wird betont, dass nicht nur städtische Systeme hoch komplex sind (Batty, 2008, S. 769), sondern auch Planungsprozesse mit ihrer Vielzahl an Akteur:innen und dem Inhalt planerischer Handlungen (Te Brömmelstroet & Schrijnen, 2010, S. 4). Die wachsende Komplexität bei

Planungsaufgaben (Potts, 2020, S. 272; Geertman & Stillwell 2020, S. 1330; Koenig et al., 2020, S. 998) ist unter anderem auf die zunehmende Anzahl an Politikfeldern, die in Planungsprozesse eingebunden werden müssen, die wachsende Anzahl an Personen, die in partizipativen Planungsprozessen oftmals in frühen Stadien eingebunden werden, sowie die divergierenden Wissensstände und Agenden der Beteiligten zurückzuführen (Geertman, 2006, S. 863). Gleichzeitig sind insbesondere die Prozesse, hin zu einer klimaresilienten Gestaltung städtischer Räume von einer hohen Komplexität geprägt (Hagen et al., 2021, S. 402). Die sich gegenseitig beeinflussenden Klimawandelauswirkungen sowie das Zusammenwirken komplexer, miteinander verbundener Teilsysteme erhöhen die Komplexität zusätzlich (Argyroudis et al., 2022, S. 2).

Donaghy (2007, S. IV nach Albers & Deppisch, 2013, S. 1599) charakterisiert die mit dem Klimawandel verbundenen Herausforderungen für die Raumplanung sogar als beispiellos in ihrem Umfang und ihrem Ausmaß.

Um auf diese Gegebenheiten reagieren zu können und eine Grundlage für die Planung klimaresilienter städtischer Strukturen zu schaffen, stellen City Labs geeignete Ansätze und Chancen bereit.

Kollaboratives Arbeiten

Ein wesentlicher Aspekt zur Erhöhung urbaner Resilienz ist die Etablierung kollaborativer Planungs- und Entscheidungsprozesse. Laut Meerow & Newell (2019, S. 323) muss Resilienz durch einen kollaborativen und integrativen Prozess, der die unterschiedlichen Interessen der Stakeholder:innen berücksichtigt, operationalisiert werden. Für die erfolgreiche Umsetzung von klimaresilienten Maßnahmen sind transdisziplinäre und integrative Ansätze über alle Planungsebenen hinweg notwendig (Tötzer et al., 2018, S. 202).

Die kollaborative Planung stellt einen Lösungsansatz im Umgang mit der wachsenden Komplexität, Ungewissheiten sowie mit der Vielzahl an Akteur:innen dar (Pettit et al., 2019, S. 1389). Sie ist ein interaktiver und interpretativer Prozess, der die Zusammenarbeit von verschiedenen Akteur:innen fördert (Healey, 1996, S. 221). Ihre Ursprünge liegen im „communicative turn“ (Healey, 1996). Um eine nachhaltige urbane Zukunft zu schaffen, sind kollaborative Planung sowie das Überwinden von Barrieren und einer behördenübergreifenden Zusammenarbeit essentiell (Pettit et al., 2019, S. 1287). Wichtig ist, dass unterschiedliche Disziplinen und Gruppen aufeinander treffen (Kunze et al., 2012, S. 281).

Wie in Kapitel 5.4 dargestellt, haben die Analysen der Arbeit ergeben, dass City Labs Raum für kollaborative Planungsprozesse bieten, diese unterstützen und somit kollaborative Planungs- und Entscheidungsprozesse ermöglichen. Das CIL möchte durch eine kollaborative Planungsumgebung Planungsprozesse und Entscheidungsfindungen unterstützen (AIT, 2023a). Die Zusammenarbeit über Disziplingrenzen hinweg sowie partizipative Nutzungen werden forciert (Fink, 2023).

Auch das CSL setzt auf kollaboratives Arbeiten (Weber & Ziemer, 2023, S. 31) sowie die Kooperation mit verschiedenen Akteur:innen aus Zivilgesellschaft,

Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft. Dabei werden Bürger:innen explizit als Projektpartner:innen beschrieben (CSL, o.J.a). Weber & Ziemer (2023, S.31) beschreiben das CSL als Multistakeholder-Lab. Auch wenn Tools rein auf die Nutzung von Expert:innen ausgelegt wurden, hat das CSL den Anspruch, möglichst alle Tools für zivilgesellschaftliche Anwender:innen zugänglich zu machen (Expert:in 5, 2023).

Ebenso liegt bei AvaLinn ein besonderer Fokus auf der Unterstützung interdisziplinärer Kollaboration und Partizipation (Nummi et al., 2022, S. 4). Auch der Name des Hubs, der für „offene Stadt“ steht, verweist auf den offenen Ansatz des Hubs, für verschiedene Gruppen zugänglich zu sein. Besonders ist auch der explizite Anspruch, die Planungsprozesse der Stadt Tallinn in eine kommunikative und kollaborative Richtung zu verändern (Staffans, 2023) sowie diese offener, demokratischer und transparenter zu gestalten (Dembski, 2023). Laut Dembski (2023) sei interdisziplinäres Denken und Arbeiten sowie die Nutzung digitaler Tools notwendig, um den zukünftigen Herausforderungen des Klimawandels begegnen zu können.

Laut Chronis (2023) stelle Silodenken den größten Engpass bei der Klimawandelanpassung dar. Das Aufbrechen dieser fachlichen Silos ist daher unerlässlich. Auch Dembski (2023) betont den Vorteil des Findens eines gemeinsamen Verständnisses. Hier können City Labs ebenfalls einen Beitrag leisten. Auch in der Literatur wird diese Tatsache beschrieben: Für die Entwicklung multifunktionaler grüner und blauer Infrastruktur und somit die Resilienzerhöhung ist interdisziplinäres Wissen, das über disziplinäre Grenzen hinausgeht (Kearns et al., 2014, S. 54f.) essentiell.

Die Erhöhung, bzw. der Erhalt urbaner Resilienz benötigt kollaborative Planungsprozesse sowie Trans- und Interdisziplinarität. Die Ergebnisse der Untersuchung haben ergeben, dass City Labs nicht nur durch den physischen Raum einen Treffpunkt für verschiedene Stakeholder:innen bieten und mit ihren digitalen Tools das gemeinsame Arbeiten unterstützen, sondern, dass sie auch die Veränderung von Planungsprozessen hin zu kollaborativeren Prozessen forcieren. Dabei weisen alle drei betrachteten City Labs den Anspruch auf inter- und transdisziplinäre Prozesse zu fördern.

Technologie

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, sind sowohl Planungsprozesse zur Förderung urbaner Resilienz sowie die Zusammenhänge des Klimawandels und städtischer Systeme hoch komplex. Planungsprozesse haben sich von traditionellen Ansätzen hin zu evidenzbasierten Analysen städtischer Daten entwickelt (Zeng et al., 2018, S. 1). Hier spielen digitale Tools eine wesentliche Rolle. Sie sind ein entscheidendes, gleichzeitig aber wenig betrachtetes Element zur Erhöhung urbaner Resilienz (Thaler et al., 2021, S. 224; Argyroudou et al., 2022, S. 4). Auch Pettit et al. (2018, S. 14) und Vonk & Geertman (2008, S. 155) beschreiben, dass Planning Support Systems dabei unterstützen der zunehmenden Komplexität zu begegnen sowie nachhaltigere und resilientere Szenarien zu erstellen. Die Implementierung

neuer Technologien eröffnet die Möglichkeit, die Evaluierung von Resilienz effizienter, schneller und zuverlässiger zu gestalten, wodurch letztlich eine Optimierung der Entscheidungsfindung erzielt werden kann (Argyroudis et al., 2022, S. 4).

Die Potentiale digitaler Planungstools, wie Visualisierung, Modellierung und Simulation, können, wie dargestellt, durch die Organisation in City Labs effektiv genutzt werden. Hochkomplexe Zusammenhänge können visualisiert oder gar simuliert werden. Dadurch werden die komplexen Prozesse verständlich sowie die Auswirkungen bestimmter Maßnahmen nachvollziehbar. Planungsvarianten können gegenübergestellt werden und werden so vergleichbar und diskutierbar. Insbesondere in frühen Planungsphasen kann, wie aus den Interviews hervorgeht, die größte Wirkung bezogen auf die Erhöhung urbaner Klimaresilienz erzielt werden (Fink, 2023; Chronis, 2023).

Das CIL verfolgt genau diesen Anspruch. Mit digitalen Tools, die die Bewertung von Szenarien, eine automatisierte Planerstellung, Datenanalyse und Visualisierung ermöglichen, soll ein Beitrag zur Schaffung einer resilienten Zukunft geleistet werden (AIT, 2022). Die bereits in Kapitel 5.2 (siehe Seite 94f.) hervorgeht, verfügt das CIL mit InFraReD (Intelligent Framework for Resilient Design) über einen starken technologischen Hintergrund. InFraReD ermöglicht unter anderem Mikroklimasimulationen sowie die zeitnahe Visualisierung der Sonneneinstrahlung oder der gefühlten Temperatur (Fink, 2023). Insbesondere der Algorithmus zu Windsimulationen sei weltweit einzigartig (ebd.). Laut Fink (2023) sei einer der größten Mehrwerte bezogen auf klimaresiliente Planung die zeitnahe Visualisierung und Simulation verschiedener Gegebenheiten. InFraReD mache laut Chronis (2023) klimaresiliente Planung für verschiedene Gruppen wesentlich zugänglicher. Das CIL unterstützt damit die Planung klimaresilienter urbaner Räume, denn es ermöglicht die Erfassung von Komplexität sowie das Erkennen von Veränderungen, das Verständnis unterschiedlicher Maßstäbe und die Differenzierung unterschiedlicher Varianten und unterstützt dadurch Entscheidungsfindungen (Deal et al., 2017, S. 30). Insbesondere in frühen Planungsphasen kann InFraReD dazu beitragen, resiliente Designmethoden zu entwickeln (Hyde & Filippidis, 2021, S. 79). City Labs bieten somit die Möglichkeit, Resilienz besser zu vermitteln und verständlich zu machen, wodurch Entscheidungen fundierter getroffen werden können.

Urbane Resilienz muss für verschiedene Planer:innen und Architekt:innen verständlich vermittelt werden, ohne dass sie zu Expert:innen für spezifische Aspekte wie thermischen Komfort oder Vegetation werden müssen. Denn das Verstehen der Wirkungen von Maßnahmen auf urbane Resilienz ist die Grundlage für fundiertere Entscheidungen (Chronis, 2023). Fink (2023) ergänzt zum Aspekt der erleichterten Auswahl von Maßnahmen den Aspekt, dass ein gezielterer Einsatz finanzieller Mittel möglich wird. Dies spiegelt sich auch in der Literatur wider. Lokale Behörden verfügen nur über begrenzte Ressourcen (Van Oijstaeijen et al., 2020, S. 8). Daher sind zeitnahe und

Die Notwendigkeit des Übergangs hin zur Maßnahmenumsetzung wird auf den Seiten 32f. erläutert.

kostengünstige Bewertungsprozesse essentiell. Durch die Möglichkeit des Vergleichs von Maßnahmen trägt das CIL zum Übergang von Agenda-Setting (Wissensvermittlung, Sensibilisierung und Problemdefinition) zur Auswahl und Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung von urbaner Resilienz bei. Dieser Übergang ist laut Mehryar et al. (2022, S. 3) das Kernstück des urbanen Resilienz-Diskurses.

Wie bereits ausgeführt, ist jedes noch so fortgeschrittene Tool ohne die notwendigen Daten nicht brauchbar. Dies trifft insbesondere auf die Themenfelder der urbanen Resilienz sowie grüne und blaue Infrastruktur zu. Chronis (2023) beschreibt, dass zwar Klimadaten leicht verfügbar sind, Aspekte, wie das subjektive Wohlbefinden jedoch nicht umfassend erhoben werden. Auch das CSL erhebt insbesondere das Wissen und die Erfahrungen von Praxisakteur:innen, als Expert:innen ihrer Lebenswelten.

Aus der aktuellen Literatur geht hervor, dass insbesondere grüne Infrastruktur, die wesentlich zur Erhöhung von urbaner Resilienz beiträgt, datentechnisch schlecht erfasst sei. Ist sie erfasst, dann meist nur als statische Objekte ohne die Möglichkeit, Entwicklungen darzustellen. (Münzinger et al., 2022, S. 1; Prilenska et al., 2023, S. 2) Dieser Lücke widmet sich Avalinn bzw. das GreenTwins Projekt. Im Rahmen des Forschungsprojektes GreenTwins wurde die grüne Infrastruktur, inklusive der Möglichkeit zur Visualisierung der zeitlichen und saisonalen Veränderungen, im digitalen Zwilling Tallinns abgebildet. Um die Klimaresilienz überhaupt erst bewerten sowie Folgenabschätzungen simulieren zu können, müssen die notwendigen Daten vorhanden sein. Durch die Möglichkeit der dynamischen, sich über die Zeit verändernden Visualisierung und Modellierung des städtischen Grüns im Hub besteht laut Staffans (2023) die Möglichkeit, Begrünungsmaßnahmen stärker in Planungsentscheidungen einzubeziehen. Um Charakteristika blauer und grüner Infrastruktur abwägen zu können, ist neben den Auswirkungen einer Begrünungsmaßnahme auch die ständige Veränderung der Vegetation relevant (Nummi et al., 2022, S. 2). Daten zur grünen Infrastruktur spielen somit eine zentrale Rolle für den Erhalt und den Ausbau urbaner Resilienz.

Aufbauend auf dem digitalen Zwilling, welcher die grüne Infrastruktur erhält, leisten die entwickelten digitalen Tools (VGP und UT) einen wichtigen Beitrag zur Planung und Erhaltung städtischen Grüns und tragen somit zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz bei.

Vermittlung urbaner Klimaresilienz

Neben der Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen zur Klimaresilienzerhöhung und dem Ermöglichen kollaborativer Prozesse und des inter- und transdisziplinären Arbeiten, können City Labs einen Beitrag zur Kommunikation und Vermittlung von urbaner Klimaresilienz sowie der Auswirkungen des Klimawandels leisten. Das CIL legt in der Themensetzung und der Außenkommunikation einen starken Fokus auf urbane Resilienz. Mit der Arbeit im CIL, und insbesondere InFraReD, wird laut Chronis (2023) und Fink (2023) die Vermittlung und Erhöhung städtischer Resilienz unterstützt.

Auch das CSL legt in ihrem Manifest (siehe Seite 72) das Ziel, die Resilienz urbaner Räume mit Hilfe digitaler, datenbasierter Tools zu stärken fest (CSL, o.J.a). Aussagen darüber, ob und inwiefern man diesem Ziel gerecht wird, können jedoch aufgrund fehlender Informationen aus dem Expert:inneninterview, nicht getroffen werden.

Bei AvaLinn spielt Resilienz in der Themensetzung und in der Außenkommunikation zwar keine dezidierte Rolle, die Interviewpartner:innen betonen jedoch die Notwendigkeit der Betrachtung von Resilienz. Um auf die zukünftigen Herausforderungen reagieren zu können und urbane Räume klimaresilient zu gestalten, werden digitale Werkzeuge die komplexe Prozesse visualisieren können, sowie eine interdisziplinäre Zusammenarbeit benötigt.

Ein weiterer Aspekt, der die Kommunikation von urbaner Klimaresilienz betrifft, ist die Vermittlung der Wertschöpfung, die mit der Erhöhung der Resilienz einhergeht. Klimaanpassung und Resilienz müssten laut Chronis (2023) mit monetären Werten verknüpft werden.

5.7 Methodische Reflexion der Arbeit

Im Folgenden werden die methodischen Grenzen der Arbeit dargelegt. Sie geben einen Überblick zu den Erkenntnislücken sowie Optimierungsmöglichkeiten bei weiteren Forschungsvorhaben.

Aufgrund begrenzter zeitlicher und finanzieller Ressourcen war ein Besuch aller Fallbeispiele nicht möglich. Die Autorin konnte lediglich im Rahmen einer Kooperation mit dem AIT Einblicke in die Arbeit des City Intelligence Lab gewinnen. Eine direkte Einsicht in die Arbeit verschiedener City Labs würde einen nochmals detaillierteren Einblick ermöglichen.

Aufgrund der Schwierigkeit des Findens von Interviewpartner:innen des City Science Labs, wurde hier lediglich eine Person interviewt. Hinzu kommt, dass diese Person anonym bleiben möchte. Dadurch ergab sich eine geringere Informationstiefe gegenüber der anderen Fallbeispiele.

Alle fünf Expert:innen sind Mitarbeiter:innen von Forschungseinrichtungen. Erst im Laufe des Arbeitsablaufs stellte sich heraus, dass das AvaLinn Smart City Planning Hub seit der Eröffnung im Eigentum und der Verantwortung der Stadt Tallinn liegt. Interviews mit beteiligten städtischen Akteur:innen oder beispielsweise der Kuratorin des Hubs hätten die Erkenntnisse dieser Arbeit nochmals differenzieren können und sind daher für zukünftige Forschungen sehr interessant.

Die unterschiedliche Informationstiefe durch wissenschaftliche Publikationen und Online-Ressourcen zu den City Labs konnte zwar durch die Expert:inneninterviews größtenteils ausgeglichen werden, aufgrund des jungen Bestehens des AvaLinn Hubs liegt bei diesem Fallbeispiel der Fokus jedoch stärker auf der Entwicklung des Hubs.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich durch die fehlenden Aussagen der:des Expert:in des CSL zu urbaner Klimaresilienz. Diese wurden von der:dem Expert:in 5 (2023), aufgrund der fehlenden fachlichen Kompetenz auf dem Themengebiet, nicht beantwortet.

6 Conclusio

In diesem Kapitel erfolgt die Zusammenfassung der Erkenntnisse der Diskussion, die Beantwortung der Forschungsfragen sowie ein Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf.

Die Erkenntnisse der Arbeit werden anhand der Forschungsfragen zusammengefasst.

Forschungsfrage 1

Was sind wesentliche Charakteristika von City Labs?

In der Masterarbeit konnten verschiedene Charakteristika von City Labs identifiziert werden. Sie sind Organisationseinheiten, die digitale Planungstools im physischen Raum nutzen. Digitale Planungstools werden im Rahmen von City Labs zur Visualisierung, Modellierung und Simulation städtischer Planungsinformationen genutzt. Ziel von City Labs ist es, Planungsprozesse und Entscheidungsfindungen bereits in einer frühen Phase zu unterstützen. Neben ihrem Fokus auf urbane Räume ist ein weiteres Charakteristikum von City Labs ihre Spezialisierung auf kollaboratives sowie inter- und transdisziplinäres Arbeiten. Dies wird durch einfach zu bedienende Tools sowie anschauliche Visualisierungen ermöglicht. Als physische Treffpunkte und indem sie die Rolle von Prozessgestalter:innen und Prozessbegleiter:innen einnehmen, fungieren City Labs als Schnittstelle zwischen digitalen Planungstools und Stakeholder:innen. Der Einsatz digitaler Planungstools in physischen Räumen bringt verschiedene Akteur:innen zusammen und fördert den Austausch zwischen ihnen. Dies führt zu einer Verbesserung der Zusammenarbeit. Zudem wird die Nutzung digitaler Planungstools durch den technischen Support vor Ort erleichtert.

Forschungsfrage 2

Worin liegen die Potentiale sowie die Herausforderungen von City Labs? Inwiefern tragen City Labs zur Überwindung des PSS Implementation Gap bei?

City Labs können, unter der Voraussetzung des Vorhandenseins bestimmter Merkmale, einen Beitrag zur Überwindung des PSS Implementation Gap leisten. Die Untersuchungen haben deutlich gemacht, dass City Labs aufgrund ihrer spezifischen Herangehensweise sowie ihrer Charakteristika dazu beitragen können, dass digitale Planungstools tatsächlich in der Planungspraxis implementiert werden. Allen voran unterstützen City Labs die Einbettung von digitalen Planungswerkzeugen in Planungsprozesse. Dies erfolgt durch die Fokussierung auf kollaborative Planung sowie das Unterstützen von inter- und transdisziplinären Arbeiten, die sich auch im „communicative turn“ in der Planung widerspiegeln. Des Weiteren tragen City Labs durch die Technologiebetreuung vor Ort dazu bei, bisherige Barrieren in der Anwendung abzubauen und so digitale Planungstools für verschiedene Stakeholder:innen, unabhängig von deren jeweiligen

digitalen Kenntnissen, zugänglich zu machen. Darüber hinaus übernehmen City Labs, durch eine kontinuierliche Implementierung von Wissens- und Erfahrungsgewinnen die Funktion der Datenkuration und des Wissensmanagements.

Um die Potentiale von City Labs zur Überwindung des PSS Implementation Gap nutzen zu können, ist es essentiell, die Herausforderungen, die mit der Organisation von digitalen Planungstools in City Labs einhergehen, zu kennen. Eine Gefahr, die auch die Überwindung des PSS Implementation Gap erschweren kann, ist die fehlende Integration in Planungsprozesse. Hierbei werden City Labs als reiner Showroom, in dem keine Kollaboration vor Ort stattfindet, genutzt.

Digitale Planungstools dürfen nicht als Lösung aller Probleme gesehen werden. Eine Optimierung von Planungsprozessen kann nur durch eine Interaktion mit den entsprechenden Werkzeugen sowie eine Modifikation der zugrunde liegenden Prozesse erreicht werden. Eine weitere Herausforderung bildet die Sicherstellung der Finanzierung zur laufenden Weiterentwicklung von City Labs.

Forschungsfrage 3

Inwiefern können City Labs und deren digitalen Planungstools einen Beitrag zur urbanen Klimaresilienz leisten?

City Labs besitzen, durch ihren Beitrag zum Schließen des PSS Implementation Gap, das Potential, urbane Klimaresilienz voranzutreiben. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Beitrag von City Labs zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz vielfältig ist und von der Kommunikation dieser über die Verdeutlichung der Auswirkungen des Klimawandels bis hin zu den Modellierungs- und Simulationsmöglichkeiten digitaler Planungstools reicht. Letztere ermöglichen es, komplexe Zusammenhänge zu visualisieren und die Auswirkungen von Maßnahmen auf die Klimaresilienz eines städtischen Systems nachvollziehbar zu gestalten. Des Weiteren haben die Analysen ergeben, dass City Labs durch die Förderung kollaborativen Arbeitens, disziplinübergreifender Zusammenarbeit und partizipativer Planungsprozesse, die entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung von klimaresilienten Maßnahmen sind, die Grundlage zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz bieten. Zudem können City Labs einen Beitrag zur Datenerhebung leisten. Neben Daten, wie dem subjektiven Wohlbefinden, können beispielsweise Daten zu grüner und blauer Infrastruktur, die wesentlich zur Erhöhung von urbaner Resilienz beitragen, erhoben werden. Diese Daten ermöglichen es, digitale Planungstools zu entwickeln, die einen Beitrag zur Planung und Erhaltung städtischen Grüns und somit zur Erhöhung urbaner Klimaresilienz leisten können.

Weiterer Forschungsbedarf

Planning Support Systems (PSS) sowie der PSS Implementation Gap sind bereits stark beforscht. Die vorliegende Arbeit bildet die Grundlage für ein tiefergehendes Verständnis von City Labs. Dennoch besteht, aufgrund des Umfangs des Themas, weiterer Forschungsbedarf. Die nachhaltige Implementierung der Nutzung digitaler Tools in wiederkehrende Planungsprozesse stellt einen wichtigen Aspekt in Bezug auf die tatsächliche Anwendung dieser Tools dar. Eine Betrachtung aus der Perspektive der Nutzer:innen von City Labs könnte hierzu Aufschlüsse bieten. Auch könnte erforscht werden, inwiefern die Erwartungen der beteiligten Stakeholder:innen an City Labs erfüllt werden.

Ein weiterer Aspekt, der Gegenstand zukünftiger Forschung sein könnte, ist die detaillierte Betrachtung von City Labs, deren Betrieb nicht durch wissenschaftliche Einrichtungen erfolgt. Das AvaLinn Smart City Planning Hub, welches durch die Stadt Tallinn betrieben wird, könnte in dieser Hinsicht genauer untersucht werden. Bei diesem City Lab bestehen auch Potentiale zur Erforschung der oben genannten langfristigen Verknüpfung des City Labs mit städtischen Planungsprozessen.

Aus den Expert:inneninterviews ergibt sich die Relevanz des Einsatzes von mobilen Tools, um Prozesse vor Ort bzw. außerhalb des Standorts betreuen zu können. Weitere Forschung kann ein entsprechendes Aufsetzen und die Nutzung von mobilen Tools unterstützen.

Ausblick

Die Verfügbarkeit an Daten wird nicht nur steigen, sondern auch deren Modellierungs- und Simulationsmöglichkeiten werden sich erweitern, wodurch sich neue Potentiale für die Unterstützung von Planungsprozessen eröffnen. Diese Potentiale werden insbesondere im Kontext der Notwendigkeit einer erhöhten urbanen Klimaresilienz an Relevanz gewinnen. City Labs werden in diesem Zusammenhang wohl an Interesse gewinnen, da sie zur Nutzung und Implementierung digitaler Planungstools in der Planungspraxis beitragen. Sie bieten die Möglichkeit, die wachsende Menge an Daten zu nutzen sowie mit der Komplexität urbaner Systeme sowie Planungsprozesse adäquat umzugehen.

7 Verzeichnisse

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematische Darstellung des Konzepts der Resilienz. Eigene Darstellung basierend auf Fuller & Quine (2015, S. 11) und Tötzer et al. (2018, S. 198).

Abb. 2: Wer plant und verwaltet in Wien den öffentlichen Raum? (MA 18, 2018, S. 56f.).

Abb. 3: Planungsebenen in der Stadt, die für die Reduzierung des UHI-Effekts relevant sind. (Damyanovic et al., 2016, S. 268). (Ebenen von oben nach unten: Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung, 2014, STUDIOVLAY; Stadtentwicklung Wien; Bürotilia; Jürgen Preiss, MA 22).

Abb. 4: Verschiedene Phasen des Entscheidungszyklus. (Mehryar et al., 2022, S. 3).

Abb. 5: Drei Elemente der Entscheidungsfindung, die urbane Klimaresilienz ermöglichen. (Mehryar et al., 2022, S. 5).

Abb. 6: Beispiele für digitale Planungstools. links oben: © Imanuel Schipper. rechts oben: © Stadtwerkstatt, Behörde für Wohnen und Stadtentwicklung, Hamburg. Mit Genehmigung genutzt. links unten: © APA Hintermuskogler. Mit Genehmigung genutzt. rechts unten: © Pilvi Nummi, FinEst Centre for Smart Cities. Mit Genehmigung genutzt.

Abb. 7: Visualisierungen für eine bessere Kommunikation. © Lisa Steiner. Mit Genehmigung genutzt.

Abb. 8: Vier Aspekte digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1464).

Abb. 9: Aspekt Lösungsart digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1467).

Abb. 10: Aspekt Anwendungskontexte digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1465).

Abb. 11: Aspekt Interaktionsstufen digitaler Planungstools. (Noennig, 2022, S. 1468).

Abb. 12: PSScience: Dimensionen und Kontext. (Geertman & Stillwell, 2020, S. 1329).

Abb. 13: Drei Ansätze zur Erklärung der Nutzung von PSS. Eigene Darstellung nach Vonk et al. (2006, S. 267).

Abb. 14: Elemente eines Communicative Planning Support Systems (CPSS). Eigene Darstellung basierend auf Nummi et al. (2022, S. 4).

Abb. 15: Multi-touch tables des City Analytics Lab (links) (Punt et al., 2020, S. 4). Workshop im City Analytics Lab (rechts). (Punt et al., 2020, S. 9).

Abb. 16: Value Lab Asia © 2015 IEEE (Anwar et al, 2015, S. 348).

Abb. 17: MIT Media Lab, City Scope. links: © Ariel Noyman. rechts: © Benno Tobler. Mit Genehmigung genutzt.

Abb. 18: Ablauf einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse in sieben Phasen. (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 132).

Abb. 19: City Intelligence Lab (CIL) des AIT. © APA Hinterramskogler. Mit Genehmigung genutzt.

Abb. 20: City Intelligence Lab bei der Langen Nacht der Forschung 2022. © Cynthia Fischer. Mit Genehmigung genutzt.

Abb. 21: City Science Lab (CSL) der HafenCity Hamburg. erste Reihe: © Walter Schießwohl. Mit Genehmigung genutzt. zweite Reihe: © Ariel Noyman. dritte Reihe: © Mert Yilmaz. Mit Genehmigung genutzt.

Abb. 22: links: CityScope des MIT Media Lab, City Science. © Benno Tobler. rechts: City Scope Hamburg-Rothenburgsort. © Benno Tobler.

Abb. 23: AvaLinn Smart City Planning Hub. links oben: © Pilvi Nummi, FinEst Centre for Smart Cities. Mit Genehmigung genutzt. rechts oben: FinEst Centre for Smart Cities (2022). unten: BOB & DOKO, & Andresson, 2023.

7.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht über City Labs weltweit. Eigene Darstellung.

Tab. 2: Übersicht über die interviewten Expert:innen und Informationen zu den Interviews. Eigene Darstellung.

7.3 Verzeichnis der Expert:inneninterviews

Chronis, Angelos (2023). Expert:inneninterview zu digitalen Planungstools und deren Einsatz in City Labs im Kontext der klimaresilienten Stadt. Leiter des City Intelligence Lab (CIL), Wien, 26.06.2023.

Dembski, Fabian (2023). Expert:inneninterview zu digitalen Planungstools und deren Einsatz in City Labs im Kontext der klimaresilienten Stadt. Projektleitung des Forschungsprojekts „GreenTwins“ an der Tallinn University of Technology - TalTech, Zoom, 03.07.2023.

Expert:in 5 (2023). Expert:inneninterview zu digitalen Planungstools und deren Einsatz in City Labs im Kontext der klimaresilienten Stadt. Wissenschaftliche:r Mitarbeiter:in des City Science Lab (CSL), MS Teams, 07.07.2023.

Fink, Theresa (2023). Expert:inneninterview zu digitalen Planungstools und deren Einsatz in City Labs im Kontext der klimaresilienten Stadt. Stellvertretende Leiterin des City Intelligence Lab (CIL), MS Teams, 24.07.2023.

Staffans, Aija (2023). Expert:inneninterview zu digitalen Planungstools und deren Einsatz in City Labs im Kontext der klimaresilienten Stadt. Projektmitarbeiterin des Forschungsprojekts „GreenTwins“ an der Aalto University, MS Teams, 04.07.2023.

7.4 Literaturverzeichnis

A

Aalto University. (o.J.). Aalto Built Environment Laboratory. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://www.aalto.fi/en/aalto-built-environment-laboratory>

Aguilar, R., Flacke, J., & Pfeffer, K. (2020). Towards Supporting Collaborative Spatial Planning: Conceptualization of a Mappable Tool through User Stories. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(1), 29. <https://doi.org/10.3390/ijgi9010029>

AIT: Austrian Institute of Technology GmbH. (2022). City Intelligence Lab. Abgerufen am 25.06.2023 von <https://cities.ait.ac.at/site/>

AIT: Austrian Institute of Technology GmbH. (2023a). City Intelligence Lab. Abgerufen am 25.06.2023 von <https://www.ait.ac.at/loesungen/digital-resilient-cities-and-regions/city-intelligence-lab>

AIT: Austrian Institute of Technology GmbH. (2023b). AIT CoDeC-Symposium: KI-gestützte Planung von Städten bringt vielfältige Planungsszenarien und neue Lösungswege. Abgerufen am 25.06.2023 von https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20230331_OTS0069/ait-codec-symposium-ki-gestuetzte-planung-von-staedten-bringt-vielfaeltige-planungsszenarien-und-neue-loesungswege-bild

Albers, M., & Deppisch, S. (2013). Resilience in the Light of Climate Change: Useful Approach or Empty Phrase for Spatial Planning? *European Planning Studies*, 21(10), 1598-1610. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.722961>

Aleksandrov, M., Barton, J., Pettit, C., Soundararaj, B., & Zlatanova, S. (2022). Towards a Virtual Planning Support Theatre for City Planning and Design. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 10, 5-12.

Alonso, L., Zhang, Y. R., Grignard, A., Noyman, A., Sakai, Y., ElKatsha, M., Doorley, R., & Larson, K. (2018). CityScope: A Data-Driven Interactive Simulation Tool for Urban Design. Use Case Volpe. In *Unifying Themes in Complex Systems IX* (S. 253-261). https://doi.org/10.1007/978-3-319-96661-8_27

Anduschus, P.-O., Bienzeisler, B., & Prochazka, V. (2023). Innovationsmethode Reallabor. Fraunhofer IAO. <https://doi.org/10.24406/publica-1113>

Anwar, A., Klein, B., Berger, M., & Arisona, S. M. (2015). Value lab Asia: A space for physical and virtual interdisciplinary research and collaboration. In *2015 19th International Conference on Information Visualisation* (S. 348-353). IEEE.

Argyroudis, S. A., Mitoulis, S. A., Chatzi, E., Baker, J. W., Brilakis, I., Gkoumas, K., Vousdoukas, M., Hynes, W., Carluccio, S., & Keou, O. (2022). Digital technologies can enhance climate resilience of critical infrastructure. *Climate Risk Management*, 35, 100387. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100387>

ARUP. (2014). City resilience index: City resilience framework. London: Ove Arup & Partners International Limited.

ASU Decision Theater. (2019). Decision Theater. Collaborative Research Methodology. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://dt.asu.edu/sites/default/files/2020-07/Collaborative%20Research%20Methodology.pdf>

B

Baeza, J. L., Sievert, J. L., Landwehr, A., Luft, J., Preuner, P., Bruns-Bentelg, J., Noyman, A., & Noennig, J. R. (2021). CityScope Platform for Real-Time Analysis and Decision-Support in Urban Design Competitions. *International Journal of E-Planning Research (IJEPR)*, 10(4), 121-137. <https://doi.org/10.4018/IJEPR.20211001.0a8>

Baltic Urban Lab. (o.J.). Stakeholder involvement app AvaLinn utilised in Tallinn. Abgerufen am 25.06.2023 von <https://www.balticurbanlab.eu/good-practices/stakeholder-involvement-app-avalinn-utilised-tallinn>

Batty, M. (2007). Planning support systems: progress, predictions, and speculations on the shape of things to come. (CASA Working Paper Series 122). Centre for Advanced Spatial Analysis: London.

Batty, M. (2008). The Size, Scale, and Shape of Cities. *Science* (New York, N.Y.), 319, 769-771. <https://doi.org/10.1126/science.1151419>

Batty, M. (2021). The digital transformation of planning. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(4), 593-597. <https://doi.org/10.1177/23998083211016122>

Batty, M., & Longley, P. (2016). *Fractal Cities*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1867.2724>

Billger, M., Thuvander, L., & Wästberg, B. S. (2017). In search of visualization challenges: The development and implementation of visualization tools for supporting dialogue in urban planning processes. *Environment and Planning B, Urban analytics and city science*, 44(ISSN: 2399-8083), 1035. <https://doi.org/10.1177/0265813516657341>

BMK: Bundesministerium für Klimaschutz, U., Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. (2022). Das war die Lange Nacht der Forschung. Abgerufen am 13.05.2024 von https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/2022/20220520_LNF.html

BOB & DOKO, & Andresson, M. (2023). AvaLinn Smart City Planning Hub Design and Brand Identity. TalTech Data Repository. <https://doi.org/10.48726/b9drp-8rk45>

Bonanno, G. A. (2004). Loss, trauma, and human resilience: have we underestimated the human capacity to thrive after extremely aversive events? *American psychologist*, 59(1), 20. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.1.20>

Boukherroub, T., D'Amours, S., & Rönnqvist, M. (2016). Toward decision theater design for community forest management & planning: The case of Québec. In 11th International Conference on Modeling, Optimization and Simulation (MOSIM'2016), Montréal, Québec, Canada.

Brzoska, P., Fügener, T., Moderow, U., Ziemann, A., Schünemann, C., Westermann, J., Grunewald, K., & Maul, L. (2022). Towards a web tool for assessing the impact of climate change adaptation measures on heat stress at urban site level. *One Ecosystem*, 7, e85559. <https://doi.org/10.3897/onee->

co.7.e85559

Burkhard, R., & Schmitt, G. (2015). Visualizing Future Cities in the Value Lab. New methods for education and learning.

Bush, J., & Doyon, A. (2019). Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? *Cities*, 95. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102483>

C

Chelleri, L. (2012). From the «Resilient City» to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 58, 287-306. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.175>

CSL: CityScienceLab. (o.J.a). CityScienceLab, eine Kooperation mit dem MIT Media Lab. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://www.hcu-hamburg.de/research/csl>

CSL: CityScienceLab. (o.J.b). Netzwerk. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://www.hcu-hamburg.de/research/csl/netzwerk-1>

D

Davoudi, S. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? *Planning theory & practice*, 13(2), 299-333. <https://doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>

Damyanovic, D., Reinwald, F., Brandenburg, C., Alex, B., Gantner, B., Morawetz, U., & Preiss, J. (2016). Pilot Action City of Vienna – UHI-STRAT Vienna. In F. Musco (Hrsg.), *Counteracting Urban Heat Island Effects in a Global Climate Change Scenario* (S. 257-280). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10425-6_9

Deal, B., Pan, H., Pallathucheril, V., & Fulton, G. (2017). Urban resilience and planning support systems: The need for sentience. *Journal of Urban Technology*, 24(1), 29-45. <https://doi.org/10.1080/10630732.2017.1285018>

Deckert, A., Dembski, F., Ulmer, F., Ruddat, M., & Wössner, U. (2020). Chapter 9 - Digital tools in stakeholder participation for the German Energy Transition. Can digital tools improve participation and its outcome? In O. Renn, F. Ulmer, & A. Deckert (Hrsg.), *The Role of Public Participation in Energy Transitions* (S. 161-177). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819515-4.00009-X>

Degkwitz, T., Schulz, D., & Noennig, J. R. (2021). Cockpit Social Infrastructure. *International Journal of E-Planning Research*, 10(4), 104-120. <https://doi.org/10.4018/ijep.20211001.0a7>

Dembski, F., Voigt, A., & Yamu, C. (Hrsg.) (2016). *Departure to New Worlds*. TU Wien.

Dembski, F., Yamu, C., & Wössner, U. (2019). Digital Twin, Virtual Reality and Space Syntax: Civic engagement and decision support for smart, sustainable cities. In *Proceedings of the 12th International Space Syntax Symposium* (S. 316.1–316.13).

Douay, N., & Lamker, C. W. (2023). Neue Technologien, neue Werkzeuge, neue Organisation der Stadt: Auf dem Weg zu einer neuen digitalen Planung? In Städte und Metropolen in Frankreich und Deutschland (S. 176-197). Academy for Territorial Development in the Leibniz Association.

Düring, S., Koenig, R., Khean, N., Elshani, D., Galanos, T., & Chronis, A. (2022). Machine Learning, Artificial Intelligence, and Urban Assemblages. In Machine Learning and the City (S. 445-452). <https://doi.org/10.1002/9781119815075.ch32>

E

Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S. N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J. N., Gómez-Baggethun, E., Nowak, D. J., Kronenberg, J., & de Groot, R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. Current opinion in environmental sustainability, 14, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001>

Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt. (2014). Eine grüne Infrastruktur für Europa, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/26307>

Eräranta, S., & Staffans, A. (2015). From Situation Awareness to Smart City Planning and Decision Making.

F

Feltynowski, M., Kronenberg, J., Bergier, T., Kabisch, N., Łaskiewicz, E., & Strohbach, M. W. (2018). Challenges of urban green space management in the face of using inadequate data. Urban Forestry & Urban Greening, 31, 56-66. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.12.003>

FinEst Centre for Smart Cities (2022). AvaLinn Smart City Planning Hub. Virtual Green Planner. [Fotografie]. Abgerufen von <https://www.eurekalert.org/multimedia/999764>

FinEst Centre for Smart Cities. (o.J.). Tallinn-Helsinki Dynamic Green Information Model. Abgerufen am 25.06.2023 von <https://www.finestcentre.eu/greentwins>

Fink, T. R., Jung, M., Matyus, T., Tophof, T., & Khean, N. (2022). Integrated Simulation-based Framework for Parametric Open Space Design with Focus on Sustainable Mobility and Climate Resilience. In M. Schrenk, V. V. Popovich, P. Zeile, P. Elisei, C. Beyer, & J. Ryser (Hrsg.), Proceedings Real CORP 2022 (S. 437-443)

Fink, T., & Koenig, R. (2019). Integrated Parametric Urban Design in Grasshopper / Rhinoceros 3D Demonstrated on a Master Plan in Vienna. https://doi.org/10.5151/proceedings-ecaadesigradi2019_398

Flacke, J., Shrestha, R., & Aguilar, R. (2020). Strengthening Participation Using Interactive Planning Support Systems: A Systematic Review. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9(1), 49. <https://doi.org/10.3390/ijgi9010049>

Flyvbjerg, B. (2011). Case study. The Sage handbook of qualitative research, 4, 301-316.

Foster + Partners. (o.J.). Applied R + D. Abgerufen am 21.05.2024 von <https://www.fosterandpartners.com/people/teams/applied-rplust>

Fuller, L., & Quine, C. P. (2015). Resilience and tree health: a basis for implementation in sustainable forest management. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 89(1), 7-19. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpv046>

G

Galanos, T., & Chronis, A. (2022). Time for Change – The InFraRed Revolution: How AI-driven Tools can Reinvent Design for Everyone. *Architectural Design*, 92(3), 108-115. <https://doi.org/10.1002/ad.2821>

Geertman, S. (2006). Potentials for planning support: a planning-conceptual approach. *Environment and planning B: Planning and Design*, 33(6), 863-880. <https://doi.org/10.1068/b31129>

Geertman, S. (2017). PSS: Beyond the implementation gap. *Transportation research. Part A, Policy and practice*, 104, 76. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.10.016>

Geertman, S., & Stillwell, J. (2009). Planning Support Systems: Content, Issues and Trends. In S. Geertman & J. Stillwell (Hrsg.), *Planning Support Systems Best Practice and New Methods* (S. 1-26). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8952-7_1

Geertman, S., & Stillwell, J. (2020). Planning support science: Developments and challenges. *Environment and planning. B, Urban analytics and city science*, 47, 1342. <https://doi.org/10.1177/2399808320936277>

Giffinger, R., Bogadi, A., Suitner, J., Authried, A., Gerlich, W., & Brossmann, J. (2021). Resilienz in Stadtregionen: Anforderungen und Forschungsbedarf zu kritischen Infrastrukturen.

Gläser, J., & Laudel, G. (2009). Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen (3. Auflage). VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Greiving, S. (2018). Resilienz/Robustheit. In *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung* (S. 2063-2072). Hannover: ARL-Akademie für Raumforschung und Landesplanung.

H

Hagen, K., Tötzer, T., Meinharter, E., Millinger, D., Ratheiser, M., & Formanek, S. (2021). How to Make Existing Urban Structures Climate-Resilient? CITIES 20.50–Creating Habitats for the 3rd Millennium: Smart–Sustainable–Climate Neutral. *Proceedings of REAL CORP 2021, 26th International Conference on Urban Development, Regional Planning and Information Society*.

Halatsch, J., Kunze, A., & Schmitt, G. (2009). Value Lab: A collaborative environment for the planning of Future Cities. In *Proceedings of the 27th eCAADe Conference* (S. 507-514).

Healey, P. (1992). Planning through Debate: The Communicative Turn in Planning Theory. *town planning review*, 62, 143-162. <https://doi.org/10.3828/tpr.63.2.422x602303814821>

Healey, P. (1996). The communicative turn in planning theory and its implications for spatial strategy formation. *Environment and planning B: Planning and Design*, 23(2), 217-234. <https://doi.org/10.1068/b230217>

HLRS: High-Performance Computing Center Stuttgart. (o.J.). Solutions. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://www.hlrs.de/solutions>

Holling, C. S. (1996). Engineering Resilience versus Ecological Resilience. In National Academy of Engineering (Hrsg.), *Engineering within ecological constraints* (S. 31-44). The National Academies Press.

Hyde, R., & Filippidis, F. (2021). PROFILE: An Intelligent Framework for Resilient Design (InFraReD): Austrian Institute of Technology (AIT) City Intelligence Lab (CIL). In *Intelligent Control: Disruptive Technologies* (S. 79-86). RIBA Publishing.

I

Isenberg, P., Elmqvist, N., Scholtz, J., Cernea, D., Ma, K.-L., & Hagen, H. (2011). Collaborative visualization: Definition, challenges, and research agenda. *Information Visualization*, 10(4), 310-326. <https://doi.org/10.1177/1473871611412817>

K

Kapucu, N., Ge, Y. G., Martín, Y., & Williamson, Z. (2021). Urban resilience for building a sustainable and safe environment. *Urban Governance*, 1(1), 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.ugj.2021.09.001>

Kearns, A., Seward, R., Houlston, A., & Rayner, J. (2014). Building urban resilience through green infrastructure pathways. In *Resilient Sustainable Cities* (S. 64-77). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203593066>

Kind, S., Ferdinand, J.-P., Jetzke, T., Richter, S., & Weide, S. (2019). Virtual und Augmented Reality : Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen. TA-Vorstudie. <http://dx.doi.org/10.5445/IR/1000131346>

Kingsley, M., & Ontario, E. (2019). Commentary Climate change, health and green space co-benefits. *Health promotion and chronic disease prevention in Canada: research, policy and practice*, 39(4), 131. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.04>

Klein, R. J. T., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 5(1), 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.02.001>

Klosterman, R. E. (1997). Planning Support Systems: A New Perspective on Computer-Aided Planning. *Journal of Planning Education and Research*, 17(1), 45-54. <https://doi.org/10.1177/0739456X9701700105>

Koenig, R., Miao, Y., Aichinger, A., Knecht, K., & Konieva, K. (2020). Integrating urban analysis, generative design, and evolutionary optimization for solving urban design problems. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 47(6), 997-1013. <https://doi.org/10.1177/2399808319894986>

Köring, D. (2019). *Conscious City Laboratory - explorations in the history of computation, cybernetics, and architecture; foresight for artificial intelligence and human participation within cities.* <https://doi.org/10.14279/depositonce-8466>

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden (5. Auflage).* Grundlagentexte Methoden. Beltz Juventa. Weinheim Basel.

Kunze, A., Burkhard, R., Gebhardt, S., & Tuncer, B. (2012). Visualization and decision support tools in urban planning. In S. Müller Arisona, G. Aschwanden, J. Halatsch, & P. Wonka (Hrsg.), *Digital Urban Modeling and Simulation* (S. 279-298). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-29758-8-15>

L

Lamker, C. (2014). Fallstudien. Materialien „Studium und Projektarbeit“, Nr. 11. Fakultät Raumplanung, TU Dortmund. Abgerufen am 25.06.2023 von https://raumplanung.tu-dortmund.de/storages/raumplanung/r/Downloads/Gelbe_Reihe/GR11_Fallstudien.pdf

Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience. *Current opinion in environmental sustainability*, 3(3), 164-168. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.014>

Lieven, C. (2017). DIPAS – Towards an integrated GIS-based system for civic participation. *Procedia Computer Science*, 112, 2473-2485. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.182>

Lock, O., Bain, M., & Pettit, C. (2021). Towards the collaborative development of machine learning techniques in planning support systems—a Sydney example. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 48(3), 484-502. <https://doi.org/10.1177/2399808320939974>

M

MA 18: Magistratsabteilung 18 - Stadtentwicklung und Stadtplanung. (2018). *Fachkonzept Öffentlicher Raum.*

MA 22: Wiener Umweltschutzabteilung - Magistratsabteilung 22. (2015). *Urban Heat Islands. Strategieplan Wien.*

Mäntysalo, R., Leino, H., Wallin, J., Hulkkonen, J., Laine, M., Santaoja, M., ... & Syrman, S. (2016). *Orchestrating sustainable urban development: Final report of the SASUI project.*

Marschütz, B., Bremer, S., Runhaar, H., Hegger, D., Mees, H., Vervoort, J., & Wardekker, A. (2020). Local narratives of change as an entry point for building urban climate resilience. *Climate Risk Management*, 28, 100223. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100223>

Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62-75. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.005>

Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why? *Urban Geography*, 40(3), 309-329. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395>

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>

Mehryar, S., Sasson, I., & Surminski, S. (2022). Supporting urban adaptation to climate change: What role can resilience measurement tools play? *Urban Climate*, 41, 101047. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101047>

MIT Media Lab. (o.J.). Looking beyond smart cities. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://www.media.mit.edu/groups/city-science/overview/>

Münzinger, M., Prechtel, N., & Behnisch, M. (2022). Mapping the urban forest in detail: From LiDAR point clouds to 3D tree models. *Urban Forestry & Urban Greening*, 74, 127637. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127637>

N

Naumann, S., Davis, M., Kaphengst, T., Pieterse, M., & Rayment, M. (2011). Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report, European Commission, Brussels, 138.

Natanian, J. (2023). Expert:inneninterview zu digitalen Planungstools und deren Einsatz in City Labs im Kontext der klimaresilienten Stadt. Leitung des Environmental Performance and Design Lab (EPDL), MS Teams, 12.07.2023.

Noennig, J. R. (2022). The Science of Tooling – Design Framework for Digital Tools in Support of Socio-Spatial City Analysis. *Procedia Computer Science*, 207, 1462-1471. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.203>

Noyman, A., Holtz, T., Kröger, J., Noennig, J. R., & Larson, K. (2017). Finding Places: HCI Platform for Public Participation in Refugees' Accommodation Process. *Procedia Computer Science*, 112, 2463-2472. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.180>

Nummi, P., Prilenska, V., Grisakov, K., Fabritius, H., Ilves, L., Kangasalo, P., Staffans, A., & Tan, X. (2022). Narrowing the Implementation Gap: User-Centered Design of New E-Planning Tools. *International Journal of E-Planning Research (IJEPR)*, 11(1), 1-22. <https://doi.org/10.4018/IJEPR.315804>

P

Pamukcu-Albers, P., Ugolini, F., La Rosa, D., Grădinaru, S. R., Azevedo, J. C., & Wu, J. (2021). Building green infrastructure to enhance urban resilience to climate change and pandemics. *Landscape Ecology*, 36(3), 665-673. <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01212-y>

Pelzer, P. (2015). Usefulness of Planning Support Systems: Conceptual perspectives and practitioners' experiences [Doctoral dissertation, Utrecht University]. PhD Series InPlanning. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.06.019>

Pelzer, P., Geertman, S., van der Heijden, R., & Rouwette, E. (2014).

The added value of Planning Support Systems: A practitioner's perspective. *Computers, Environment and Urban Systems*, 48, 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2014.05.002>

Pelzer, P., Geertman, S., & van der Heijden, R. (2015). Knowledge in communicative planning practice: a different perspective for planning support systems. *Environment and planning B: Planning and Design*, 42(4), 638-651. <https://doi.org/10.1068/b130040p>

Pettit, C., Bakelmun, A., Lieske, S. N., Glackin, S., Hargroves, K. C., Thomson, G., Shearer, H., Dia, H., & Newman, P. (2018). Planning support systems for smart cities. *City, Culture and Society*, 12, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.10.002>

Pettit, C. J., Hawken, S., Ticzon, C., Leao, S. Z., Afrooz, A. E., Lieske, S. N., Canfield, T., Ballal, H., & Steinitz, C. (2019). Breaking down the silos through geodesign – Envisioning Sydney's urban future. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 46(8), 1387-1404. <https://doi.org/10.1177/2399808318812887>

Potts, R. (2020). Is a New 'Planning 3.0' Paradigm Emerging? Exploring the Relationship between Digital Technologies and Planning Theory and Practice. *Planning theory & practice*, 21(2), 272-289. <https://doi.org/10.1080/14649357.2020.1748699>

Prilenska, V., Nummi, P., Tan, X., Mrosla, L., Zarrinkafsh, H., & Fabritius, H. (2023). GreenTwins as a Communicative Planning Support System (CPSS) The 18th International Conference on Computational Urban Planning and Urban Management, Montreal, Canada. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/6YR5V>

Punt, E. P., Geertman, S. C. M., Afrooz, A. E., Witte, P. A., & Pettit, C. J. (2020). Life is a scene and we are the actors: Assessing the usefulness of planning support theatres for smart city planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 82, 101485. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2020.101485>

R

Reinwald, F., Ring, Z., Kraus, F., Kainz, A., Tötzer, T., & Damyanovic, D. (2019). Green Resilient City - A framework to integrate the Green and Open Space Factor and climate simulations into everyday planning to support a green and climate-sensitive landscape and urban development. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323(1), 012082. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012082>

Rößler, S. (2014). Klimawandelgerechte Stadtentwicklung durch grüne Infrastruktur. *Raumforschung und Raumordnung*, 73, 123-132. <https://doi.org/10.1007/s13147-014-0310-y>

Ruan, T., Paavola, J., Chan, F. K. S., Xu, Y., Baldacchini, C., & Calfapietra, C. (2024). A lack of focus on data sharing, stakeholders, and economic benefits in current global green infrastructure planning. *Journal of Environmental Management*, 351, 119849. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119849>

Ruefenacht, L. A., & Richthofen, A. (2022). Action 09: Mitigate Urban Heat. In *Future Cities Laboratory: Indicia 03* (S. 20-21, 227-229). Lars Müller Publishers. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000567368>

S

Salata, K.-D., & Yiannakou, A. (2020). The Quest for Adaptation through Spatial Planning and Ecosystem-Based Tools in Resilience Strategies. *Sustainability*, 12(14), 5548. <http://doi.org/10.3390/su12145548>

Schiappacasse, P., & Müller, B. (2015). Planning Green Infrastructure as a Source of Urban and Regional Resilience – Towards Institutional Challenges. *Urbani Izziv*, 26, S13-S24. <http://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-001>

Scholl, A. (2018). *Die Befragung* (4. Auflage). UTB Sozialwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften. Konstanz: Utb.

Schwegmann, R., Ziemer, G., & Noennig, J. R. (2021). *Digital City Science. Researching New Technologies in Urban Environments*. JOVIS Verlag GmbH.

Staffans, A., Kahila-Tani, M., Geertman, S., Sillanpää, P., & Horelli, L. (2020). Communication-Oriented and Process-Sensitive Planning Support. *International Journal of E-Planning Research (IJEPR)*, 9(2), 1-20. <https://doi.org/10.4018/IJEPR.2020040101>

T

te Brömmelstroet, M., & Schrijnen, P. M. (2010). From Planning Support Systems to Mediated Planning Support: A Structured Dialogue to Overcome the Implementation Gap. *Environment and planning B: Planning and Design*, 37(1), 3-20. <https://doi.org/10.1068/b35019>

Technion - Israel Institute of Technology. (o.J.a). Environmental Performance and Design Lab (EPDL). Abgerufen am 18.02.2024 von <https://architecture.technion.ac.il/research/labs/environmental-performance-design-lab-epdl/>

Technion - Israel Institute of Technology. (o.J.b). Environmental Performance and Design Lab (EPDL). Abgerufen am 18.02.2024 von <https://epdl.net.technion.ac.il/home2/manifest/>

Thaler, T., Witte, P. A., Hartmann, T., & Geertman, S. C. M. (2021). Smart Urban Governance for Climate Change Adaptation. *Urban Planning*, 6(3), 223-226. <https://doi.org/10.17645/up.v6i3.4613>

Tötzer, T., Hagen, K., Meinharter, E., Millinger, D., Ratheiser, M., Formanek, S., Gasienica-Wawrytko, B., Brossmann, J., Matejka, V., & Gepp, W. (2019). Fostering the implementation of green solutions through a Living Lab approach – experiences from the LiLa4Green project. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323(1), 012079. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012079>

Tötzer, T., Loibl, W., Neubert, N., & Preiss, J. (2018). Towards climate resilient planning in Vienna-from models to climate services. *ISOCARP Review*, 14.

TU Wien. (o.J.). Welcome to the Spatial Simulation Lab. Abgerufen am 11.05.2024 von <https://www.tuwien.at/ar/simlab/>

U

United Nations. (o.J.). Goals. 11 Make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable. Abgerufen am 13.05.2024 von <https://sdgs.un.org/goals/goal11>

UNSW. (o.J.). City Analytics Lab. Abgerufen am 18.02.2024 von <https://www.unsw.edu.au/arts-design-architecture/our-schools/built-environment/our-research/clusters-groups/city-analytics-lab>

V

Van Oijstaeijen, W., Van Passel, S., & Cools, J. (2020). Urban green infrastructure: A review on valuation toolkits from an urban planning perspective. *Journal of Environmental Management*, 267, 110603. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110603>

Vonk, G., & Geertman, S. (2008). Improving the Adoption and Use of Planning Support Systems in Practice. *Applied spatial analysis and policy*, 1(3), 153-173. <https://doi.org/10.1007/s12061-008-9011-7>

Vonk, G., Geertman, S., & Schot, P. (2006). Usage of planning support systems. *Innovations in design & decision support systems in architecture and urban planning*, 263-274. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5060-2_17

W

Weber, V., & Ziemer, G. (2023). Die Digitale Stadt: Kuratierte Daten für urbane Kollaborationen. transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839464748>

Woodruff, S. C., Meerow, S., Stults, M., & Wilkins, C. (2022). Adaptation to Resilience Planning: Alternative Pathways to Prepare for Climate Change. *Journal of Planning Education and Research*, 42(1), 64-75. <https://doi.org/10.1177/0739456x18801057>

Y

Yap, W., Janssen, P., & Biljecki, F. (2022). Free and open source urbanism: Software for urban planning practice. *Computers, Environment and Urban Systems*, 96, 101825. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2022.101825>

Z

Zeng, W., Perhac, J., Asada, S., Schubiger, S., Müller Arisona, S., & Burkhard, R. (2018). Singapore Views: A Collaborative Interactive Visualisation and Analysis Framework for Urban Planning and Design.