

Stadtgrün durch Digitalisierung resilient gestalten

Eine Kurzepertise von Franziska Hollweg, Dr. Gregor Langenbrinck, Hannah Scherreiks und Jens Gutsche

Digitization offers an opportunity to support decision-making, planning and management processes around urban green space. The impacts of climate change are ever-present. Challenges like more frequent periods of intense heat and rain, biodiversity loss, and increased pressure due to competing land-uses demand future-proof solutions from planners. Resilient planning allows for a transformation towards socio-ecological systems and a 'good life for all'. However, it requires complex agreements between actors and institutions at different levels of planning. In order to deal with this increased procedural complexity, an integrated and interdisciplinary planning approach is needed. Digitization has the potential to control this complexity.

This essay focuses on possibilities for using digital tools for implementing green-blue infrastructure, making their role in planning processes more tangible. Resilient planning can be achieved with the help of digital tools in the areas of data-based sectoral planning, regulation and maintenance as well as knowledge transfer and participation. Not only do models and visualizations enable the general public to understand complex relationships better,

Digitalisierung bietet die Möglichkeit, die Entscheidungs-, Planungs- und Managementprozesse für Stadtgrün zu unterstützen. Die Auswirkungen des Klimawandels sind allgegenwärtig. Zahlreiche Herausforderungen wie zunehmende Hitze- und Trockenperioden, Biodiversitätsverlust, Starkregenereignisse, Flächenkonkurrenz und gestiegener Flächennutzungsdruck erfordern von Planerinnen und Planern zukunftsfähige Lösungen. Eine resiliente Planung hat die Kapazität, sozial-ökologische Systeme und damit „das gute Leben für alle“ nachhaltig herzustellen, erfordert jedoch komplexe Abstimmungen unter verschiedenen Akteuren, Institutionen und Ebenen der Planung. Um der gesteigerten Komplexität der Planungsprozesse beizukommen, bedarf es neuer Wege der integrativen und interdisziplinären Planung. Die Digitalisierung bietet enormes Potenzial, um diese Komplexität einzufangen.

Die Kurzepertise fokussiert darauf, vielfältige Einsatzmöglichkeiten digitaler Tools für grün-blaue Infrastrukturen darzustellen und ihren Nutzen für komplexe Planungsprozesse greifbarer zu machen. Einsatzmöglichkeiten im Bereich der datenbasierten Fachplanung,

they also have the potential to speed up and simplify interdisciplinary planning processes. Further advantages result from new forms of digital interaction, for instance when it comes to data collection in citizen science projects and raising awareness around urban green.

However, the results show that these solution pathways are often only implemented as part of pilot projects. An important task is to transfer the new knowledge into common practice, be it in planning, maintenance or participation. Digital skillsets of individuals in planning institutions also have to be further reinforced. The German federal government plays a central role in this respect.

This essay advises to invest in the transfer of knowledge and initiate country-wide actor networks. For instance, a new institution for cooperation on the use of digital tools for green-blue infrastructure could be created, similar to an existing one for urban development. Overarching platforms that go beyond the city borders are essential to provide comparability between digital solutions. Future research could investigate the possibilities to translate quantitative data into qualitative targets in order to make green space regulations more effective and reliable.

der datengestützten Regulierung und Pflege sowie in der Teilhabe bieten neue Wege, resiliente Planung wirksam zu implementieren. Durch digital gestützte Visualisierungen und Modelle können komplexe Zusammenhänge nicht nur der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, sondern auch fachübergreifende Planungsprozesse erleichtert und beschleunigt werden. Andere Vorteile ergeben sich durch neue Formen der Interaktion, die durch digitale Plattformen gefördert werden, etwa um durch Citizen Science Daten zu sammeln und für Themen rund um das Stadtgrün zu sensibilisieren.

Die Recherche zeigt aber auch, dass diese Lösungsansätze oft nur im Rahmen von Modellprojekten eingesetzt werden. Eine wichtige Aufgabe ist es, Wege zu finden, die gewonnenen Erkenntnisse in die Breite der gängigen Planungs-, Pflege- und Mitgestaltungspraxis zu tragen. Digitale Kompetenzen müssen in bestehenden Strukturen der Planungspraxis aufgebaut und dauerhaft gefördert werden. Der Bund kann dabei eine zentrale Rolle einnehmen.

Die Kurzexpertise empfiehlt, stärker in die breite Vermittlung von Wissen zu investieren sowie eine bundesweite Vernetzung von Akteuren auf den Weg zu bringen. Denkbar wäre es, eine der Städtebauförderung verwandte bundesweite Transferstelle für digitale Tools zur Entwicklung grün-blauer Infrastruktur einzurichten. Wichtig sind zudem übergreifende Plattformen, die über die eher eng gezogenen Grenzen von Städten und Gemeinden hinausgehen und so eine Vergleichbarkeit herstellen. Zu untersuchen wäre, wie z. B. über Quantifizierungen qualitative Orientierungswerte ableitbar sind und so Richtlinien und Ansätze der Grünentwicklung belastbarer zu entwickeln.

1. Thematische Einführung & Fragestellung

In Art. 6 der EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur werden klare Ziele zu städtischen Ökosystemen formuliert (Europäische Union, 2022, S. 8). Die Bundesregierung hat sich verpflichtet, diese Punkte im Rahmen des im Entwurf im Juli 2023 beschlossenen Klimaanpassungsgesetzes (Bundesregierung, 2023) umzusetzen. Um Vorreiter in der Umsetzung dieser Ziele zu werden, sind transparente Entscheidungsgrundlagen für die Planung und effektivere Strukturen für das bestehende Management von grün-blauen Infrastrukturen Voraussetzung. In Anmerkung 13 der EU-Verordnung wird dabei indirekt auf die Rolle der Digitalisierung bei der Umsetzung der Ziele verwiesen. Dort heißt es: „Die städtische Grünfläche und die städtische Baumüberschirmung können anhand der im Rahmen des Copernicus-Landüberwachungsdienstes bereitgestellten Daten berechnet werden“ (Europäische Union, 2022, S. 14). Unabhängig davon, dass keinerlei Angaben gemacht werden, wie die so quantifizierten Daten ausgewertet werden sollen, kann darauf hingewiesen werden, dass für eine tatsächlich wirksame Umsetzung eine Qualifizierung entsprechender Datensätze erforderlich wäre, um ein konstruktives Arbeiten für Kommunen zu ermöglichen. Für Kommunen eröffnet die Digitalisierung Chancen, um eine wirksame Verbesserung der Grünentwicklung zu erreichen. Vor allem bieten digitale Tools ihnen Ansätze, um Komplexität für eine integrierte, nachhaltige und gemeinwohlorientierte Stadtentwicklung zu gestalten. Die digitale Transformation umfasst insbesondere Organisation, Kultur und Prozesse in Kommunen, die durch Digitalisierung transparenter und effizienter gestaltet werden können. Dies gilt nicht nur für die IT- und Dateninfrastruktur, sondern auch für Verwaltungsprozesse und Dienstleistungen in allen Aufgabenbereichen der Kommunen. Die Stadt im digitalen Raum ist eines von 18 Leuchtturmprojekten der Digitalstrategie der Bundesregierung.

1.1 Herausforderungen beim Stadtgrün durch Digitalisierung bewältigen

Die integrierte Planung für eine resiliente Stadt mit grün-blauer Infrastruktur muss für aktuelle Herausforderungen (Hitze- und Trockenperioden, Biodiversitätsverlust, Starkregenereignisse, Flächenkonkurrenz/Verdichtung sowie die damit verbundene Umweltgerechtigkeit) zukunftsfähige Lösungen finden. Viele dieser Herausforderungen sind durch komplexe Dynamiken, Strukturen und Wechselwirkungen miteinander und durch andere Felder der integrierten Stadtentwicklung geprägt. Eine ressortübergreifende Zusammenarbeit wird durch diese Darstellung greifbarer und kann Überschneidungen der Handlungsfelder einfacher aufzeigen. Ohne eine digitale Aufnahme und Aufarbeitung der Daten sind die komplexen Fragestellungen nicht mehr zu bewältigen. Mit ihrer Hilfe kann Bestandsgrün in seiner Entwicklung zielführender beobachtet und gepflegt werden. Neues Stadtgrün kann in einer komplexen Kontextbetrachtung durch Digitalisierung resilienter und damit klimawirksamer geplant, umgesetzt oder gesteuert werden.

Für diesen Prozess ermöglichen digitale Tools im Bereich der datenbasierten Fachplanung, der Regulierung und Pflege sowie in der Wissensvermittlung und Teilhabe neue Wege.

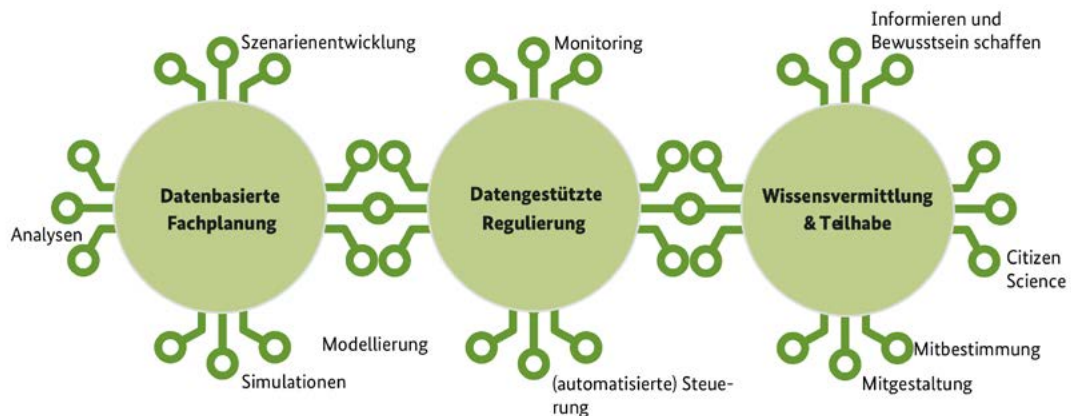


Abbildung 1: Themen der Digitalisierung im Kontext des Stadtgrüns (eigene Darstellung)

Mit Digitalisierung können durch Datenanalysen komplexe Fragestellungen besser bewältigt werden (Lahdelma et al., 2000). Sie hilft durch Simulationen und Szenarientwicklung dabei, kontraproduktive Wechselwirkungen frühzeitig zu erkennen. Potenziell negative Entwicklungen können durch geeignete Anwendungen proaktiv eingefangen werden. In dieser Expertise möchten wir die Potenziale einer datenbasierten Planung und datengestützten Regulierung von grün-blauer Infrastruktur darstellen, um daraus Handlungsempfehlungen für das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen abzuleiten.

In dieser Kurzepertise möchten wir die folgenden Fragen bearbeiten:

Was kann Digitalisierung zur Umsetzung einer resilienten grün-blauen Infrastruktur beitragen?

Welche Einsatzmöglichkeiten gibt es für die Umsetzung von grün-blauer Infrastruktur durch digitale Tools?

Welche Anwendungsbeispiele gibt es bereits?

Was ist erforderlich, um vom „Modellprojekt-Charakter“ einen Roll-out in die Breite zu erreichen?

Welche Vorteile ergeben sich durch die Nutzung digitaler Tools?

Welchen Risiken ergeben sich durch die Verwendung digitaler Tools?

Wie kann der Bund Städte und Gemeinden unterstützen, die Potenziale der Digitalisierung für eine resiliente Entwicklung von urbaner grün-blauer Infrastruktur zu nutzen, und welche Maßnahmen müssen dafür ergriffen werden?

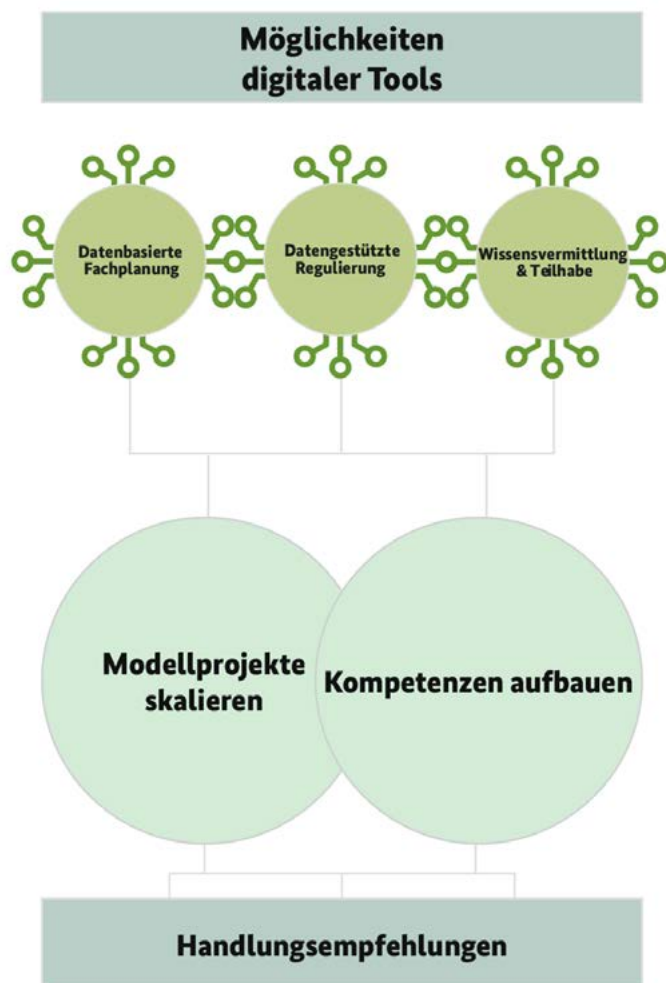


Abbildung 2: Fragestellungen und Aufbau der Kurzexpertise

1.2 Resilienz für Städte durch grün-blau Infrastruktur

Die Witterungsextreme durch Hitze, Trockenheit, Stürme und Starkregen nehmen weltweit zu. Auch in Deutschland häufen sich Hitze, Trockenperioden und Starkregen. Der verschärfte Klimawandel stellt höhere Anforderungen an die Widerstandsfähigkeit der gebauten und sozialen Infrastruktur von Städten.

Eine resiliente Planung hat die Kapazität, sozial-ökologische Systeme und damit „das gute Leben für alle“ nachhaltig (im Sinne von langfristig) zu erhalten. Resilienz integriert die Komplexität der sozial-ökologischen Systeme (Biggs et al., 2015).

Eine resiliente Planung testet die Robustheit des Systems in Zukunftsszenarien (z. B. durch Folgen des Klimawandels, durch einen sozial-ökonomischen Wandel, durch demografischen Wandel etc.). Das Stockholm Resilience Centre schlägt mit weiteren Partnern vor, einen neuen Planungsansatz zu etablieren. Dieser sieht von der Bewertung über die Planung bis hin zur Durchführung einen kollaborativen Prozess vor (Enfors-Kautsky et al., 2021). Die Qualität der Informationsgrundlage sowie die Qualität des Prozesses bilden die Basis, um „Stadt“

als resilientes System mit hoher Kapazität anzupassen beziehungsweise zu transformieren (Sellberg et al., 2021). Beide Komponenten (Information und Prozessqualität) lassen sich nur erreichen, wenn Anforderungen aus diversen Sektoren (Politik, Wissenschaft, Gesetzgebung, Wirtschaft etc.) und Interessengruppen (Stakeholdern, Bewohnerinnen und Bewohnern) verknüpft werden. Die Transformation muss von allen Akteuren gleichermaßen getragen und erlebt werden (Terkessidis, 2015). Resilienz stellt sich nicht dadurch ein, dass Analysen lediglich „genutzt“ werden, um Schritte der Planung besser zu verstehen, sondern sie wird erreicht, wenn diese als Grundlage genutzt werden, um ins kollaborative Handeln zu kommen.

Digitalisierung als Voraussetzung resilienter Planung

Für eine solche resiliente Planung ist Digitalisierung eine zentrale Voraussetzung. Sie macht diese komplexe Form der Vernetzung überhaupt erst möglich, weil umfangreiche Datensätze effektiv und effizient indikatorenbasiert aufgearbeitet werden können. Die Wissensaufbereitung ermöglicht komplexe Fragestellungen, ohne auf heuristische oder klischeebeladene Vereinfachungen einzugehen. Die digitale Wissensaufbereitung ermöglicht es auch, mehr Themen in komplexen Verfahren abzubilden, zu prüfen und aufzubereiten. So etwa Faktoren der Umweltgerechtigkeit, die in jeder Planung zu überprüfen wären. Allerdings setzt dies auch kommunale Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter voraus, die diese Daten verarbeiten und auswerten können.

Tools wie die Multi-Kriterien-Analyse, eine geobasierte Methode, um verschiedene soziale, ökonomische und ökologische Analysen zu überlagern und durch Kriterien eine datenbasierte Entscheidungsgrundlage zu erstellen, können beispielsweise im Aushandeln von Flächennutzungskonflikten helfen. Der Prozess wird durch die datenbasierte Abwägung vorbereitet. Der kollaborative Prozess bedarf jedoch eines Commitments, des Einsatzes von Ressourcen und fachlicher Kompetenzen (Sellberg et al., 2021).

Kriterien für eine resiliente grün-blaue Infrastrukturplanung sind:

- qualitativ hochwertige Informationen,
- die Entwicklung und Darstellung von Szenarien,
- die Planung für unterschiedliche Szenarien,
- das Einbringen vieler Perspektiven in die Planung, das heißt eine breite Beteiligung vieler Akteure (Alltagsexpertinnen und -experten),
- das Ausarbeiten einer entsprechend qualitativ hochwertigen Prozessgestaltung,
- ...

Wichtig ist es dabei, eine Balance zwischen den Kriterien zu schaffen, um umsetzungsfähige Methoden für eine integrative Planung durch datenbasierte Entscheidungsgrundlagen zu ermöglichen. Die Bewältigung dieser Aufgabe steht noch bevor.

Beispiel: Eine digital gestützte Umweltgerechtigkeitsanalyse (als zentrales Kriterium resilienter Stadtentwicklung) bringt nur etwas, wenn diese in jede Planung integriert wird. Um ebendies zu gewährleisten, wäre eine datengestützte Planungsmethodik erforderlich. Mit den konventionellen Ansätzen verwaltungsbasierter Genehmigungs- und Planungspraxen ist dies allein schon mit Blick auf die Kapazitäten nicht zu leisten. In dieser Expertise werden deshalb insbesondere Beispiele vorgestellt, deren Weg bis hin zu Umsetzung und Betrieb verfolgt werden kann.

2. Einsatzmöglichkeiten digitaler Tools

Durch Digitalisierung können nicht nur Planungsprozesse grün-blauer Infrastruktur qualifiziert werden, sondern es können auch neue Handlungsfelder für die Planung und Gestaltung erkannt und aufgedeckt werden.

In diesem Kapitel gehen wir den Potenzialen nach, die für die Umsetzung einer resilienten grün-blauen Infrastruktur erforderlich sind. Wir verfolgen diese auf vier Ebenen: 1. der Grundlage mit einem Monitoring und Datenmanagement, 2. der datenbasierten Fachplanung, 3. der datengestützten Regulierung sowie 4. der Information, Beteiligung, Partizipation und Teilhabe von Stakeholdern durch digitale Tools (vgl. Abbildung 1).

2.1 Grundlage: Daten sammeln und verwalten

Die Grundlage der Digitalisierung sind Daten. Das digital gestützte Monitoring bildet mit der Datenaufnahme die Basis. Digitale Datenbanken stellen im zweiten Schritt die gewonnenen Daten für den weiteren Prozess zur Verfügung.

Digital gestütztes Monitoring

Auf einen Blick	
Beispiele	Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none">• Prozessüberwachung (Qualität und Quantität von grüner Infrastruktur)• Waldmessungen• Sensorbäume• Nutzungsfrequenz durch Mobilfunkdaten• ...	<ul style="list-style-type: none">• Sensoren• Satellitenbilder• Fernerkundung• Drohnen-/Flugaufnahmen• Kartierung• LoRaWAN• Mobilfunkdaten• ...
<small>* Konkrete Praxisbeispiele zum Thema siehe Tabelle „Praxisbeispiele“ Kapitel 5</small>	

Durch ein digital gestütztes Monitoring können aktuelle Entwicklungen beobachtet und kontrolliert werden. Eine Grundlage stellt dafür die Datenermittlung etwa durch Sensorik dar. Sie liefert Informationen für die Datenanalyse, deren Ergebnisse Entscheidungsprozesse vereinfachen beziehungsweise entlasten können. Darüber hinaus stellt ein Monitoring die Grundlage für eine datengestützte Regulierung dar.

Als Ziel des Monitorings kann definiert werden, dass durch Prozessüberwachung „Informationen über die tatsächliche Entwicklung der prognostizierten Umweltauswirkungen“ (Hanusch, 2018) gesammelt werden. Zudem sollen ansonsten unvorhergesehene sowie potenziell negative Auswirkungen besser, vor allem aber früher erkannt werden. Ziel ist anstelle einer reaktiven eine proaktive Handlungsweise. Mögliche negative Auswirkungen können so verhindert werden (ebd.). Ein digitales Monitoring bildet demnach die

Grundlage für datengestützte Planungsprozesse oder die Einrichtung von Frühwarn- und Informationssystemen. Durch diese kann die Bevölkerung - so die Theorie - in kürzester Zeit über Witterungsextreme informiert und auf diese vorbereitet werden. Die Technologie LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) kann hier beispielsweise für die Übertragung von Daten als energiesparsames Tool mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung Anwendung finden. Dieses Tool wurde beispielsweise in einigen der Smart-City-Modellkommunen eingeführt (LoRaWAN – der Weg zur Smart City, o. J.).

Dabei ist es zentral, dass die Datengrundlage umfassend ist, da Aussagen sonst schnell verfälscht werden können oder nicht möglich sind. Nur eine umfassende Datengrundlage ermöglicht Datenanalysen, die Entscheidungsprozesse in der Planung tatsächlich unterstützen können. In vielen Bereichen ist dies in Deutschland noch Zukunftsmusik. Weiterhin sollte überlegt werden, wie Daten, die für andere Zwecke gewonnen wurden, mithilfe von Digitalisierung auch für Grün in der Stadt konstruktiv weiterverwendet werden können, beispielsweise Mobilfunkdaten. Mit diesen Daten ließ sich feststellen, wie sich die Nutzung von Grünflächen während der Coronapandemie verändert hat (Blätgen, Eichfuss & Dosch, 2023). Auch Daten von Social-Media-Anbietern (z. B. X, vormals Twitter) lassen sich weiterverwenden, beispielsweise um Aktivitäten auf Grünflächen in geolokalisierten Fotos zu identifizieren (Iranmanesh & Atun, 2018). Eine der zentralen Fragen ist es daher, wie ein planungsbezogenes Monitoring für die Unterstützung integrierter Stadtentwicklungsprozesse grün-blauer Infrastruktur konzipiert und aufgebaut werden kann.

Anwendungsbeispiele

Waldmonitor – Bunter Wald der Zukunft

Der Waldmonitor verbindet Fernerkundungs- und Messmethoden, die helfen, die Waldgesundheit zu überwachen und zu verbessern. Die Satelliten- und KI-basierte Kartierung und Darstellung des Waldes dient zur Risikoabschätzung und stellt anschaulich den Zustand und die Entwicklung der Wälder dar. Der Waldtyp, die Wasserbilanz, die Bilanz der Biomasse (Kohlenstoffspeicher) sowie die Entwicklung von Schadflächen können dargestellt werden.

Die Waldmonitoring-Plattform ist Teil des Smart-City-Projekts Arnsberg (MPSC). Dieses wurde in Kooperation mit der Naturwaldakademie und der Remote Sensing Solutions GmbH umgesetzt und betreut. Die Naturwaldakademie und die Remote Sensing Solutions GmbH stellen den deutschlandweiten Waldmonitor bereit. Hier werden zusätzlich zur Entwicklung des Waldzustandes und der Baumarten auch aktive Feuer zur Risikoabschätzung sowie bundeslandspezifische Statistiken dargestellt. Die Fortentwicklung des Waldmonitors wird durch eine Spendenaktion weiterfinanziert.

Weiterführende Links:

Smart City Strategie Arnsberg

Waldmonitor

Naturwaldakademie

Remote Sensing Solutions/Waldmonitor Deutschland

Monitoring-Methode zur Klimabeobachtung von Waldbestand – BAUM 4.0

An mehreren Standorten in unterschiedlichen Klimabereichen Bayerns wurden vier „Sensorbäume“, auch „Talking Trees“ genannt, installiert. Jeder Baum gibt Einblicke in den Wasserhaushalt und das Wachstumsverhalten bei unterschiedlichen Wetterlagen und Stresssituationen. Durch die Vernetzung der Daten aller Bäume ergibt sich ein bayernweites Zustandsbild der Stadtbäume.

Die Talking Trees sind Teilprojekt des an der TU München angesiedelten Projekts BAYSICS – einem Citizen-Science-Portal, das Bürgerinnen und Bürger, Schülerinnen und Schüler sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Altersgruppen zusammenbringt, um die Auswirkungen des Klimawandels auf Pflanzen und Tiere in Bayern zu beobachten, zu analysieren und auszuwerten. Das Portal ist wiederum Teil eines Verbundprojekts, an dem zahlreiche andere bayerische Hochschulen mitwirken.

Anders als viele andere Citizen-Science-Projekte stellt dieses Vorhaben nicht nur Aspekte der Umweltbildung in den Vordergrund, sondern auch die Generierung von klimawandelbezogenen Erkenntnissen, die sich unmittelbar in Planungsprozesse übersetzen lassen.

Weiterführende Links:

Baysics

Stadt Augsburg: Talking Tree

Baum 4.0: Der vernetzte Baum

Datenmanagement und Datenverwaltung

Auf einen Blick	
Beispiele	Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> • Kataster • „gläserne Akten“ • Geodatenbanken • ... <p><small>*Konkrete Praxisbeispiele zum Thema siehe Tabelle „Praxisbeispiele“ Kapitel 5</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Server • Portale • ...

Nur ein Bruchteil der gesammelten Daten wird weiterverwendet. Viele gewonnenen Daten werden isoliert gespeichert und nicht geteilt. Dies ist zum Teil aus Datenschutzgründen sinnvoll beziehungsweise erforderlich. In vielen Fällen entstehen dadurch jedoch vermeidbare Doppelstrukturen. Das Speichern von Daten bedeutet immer auch Energieverbrauch. Daher ist ein suffizienter Umgang mit Daten zentral für eine nachhaltige Digitalisierung. Hier ist eine Orientierung entlang der Leitprinzipien nach Lange und Santarius (2018) zu empfehlen (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Leitprinzipien der Digitalisierung (Angepasst nach Lange & Santarius, 2018)

Die Skalierung von Datenmanagementlösungen, die bisher meistens insular in einzelnen, vor allem großen Kommunen angewendet werden (z. B. Gründachkataster), haben gebündelt das Potenzial, auch in der Breite angewendet zu werden. Nicht nur große Städte, sondern auch kleine Gemeinden sowie Klein- und Mittelstädte können dadurch stark entlastet werden und von gebündelten Dateninfrastrukturen profitieren, um darauf aufbauend arbeiten zu können. Dies ist auf Bundesebene nach dem Beispiel der BaumCloud (Kataster der Stadtbäume für deutsche Städte) empfehlend umzusetzen.

Ein gutes Datenmanagement bündelt Daten aus unterschiedlichen Quellen (Satellitendaten, Crowd-Sourced-Daten, über Sensoren gewonnene Daten), kooperiert mit unterschiedlichen Disziplinen, stellt dadurch Zusammenhänge her (Daten aus den Bereichen Verkehrswesen, Sozialraum etc.) und stellt diese unter den gegebenen Datenschutzrichtlinien zentral zur Verfügung.

Anwendungsbeispiele:

BaumCloud – Eine Datenbank für Stadtbäume

Die Anwendung BaumCloud als Teil des „meinGrün“-Projekts sammelt bundesweit Daten von Stadtbäumen, um sie der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Viele Großstädte, Kommunen und Landkreise verfügen über eigene digitale Baumkataster zur Verwaltung des Baumbestandes. Ziel der BaumCloud ist es, diese verfügbaren, öffentlichen Daten zu bündeln und in ein einheitliches Format zu bringen. Bisher wurden in Deutschland über 1,5 Millionen Baumdaten freigegeben, unter anderem aus Berlin, Hamburg, Köln, Frankfurt, Bonn, Leipzig, Chemnitz, Gelsenkirchen, Rostock, Krefeld, Troisdorf und Wesel. Eine flächendeckende Sammlung der Baumdaten ist aber noch nicht entstanden.

Die Stadtbaumdaten der BaumCloud bündeln Informationen wie Standorte, botanische Namen und deutsche Übersetzung, das Pflanzjahr, die Baumhöhe und den Kronendurchmesser. Die genaue Verfügbarkeit der einzelnen Informationen hängt von den jeweiligen Datengrundlagen ab, auf Anfrage können auch weitere detaillierte Angaben bezogen werden. Ziel der Anwendung ist es, die verschiedenen Daten gebündelt und in der Breite für z. B. wissenschaftliche Auswertungen, Studien oder Webapplikationen bereitzustellen.

Weiterführende Links:

BaumCloud

BaumCloud Viewer (Webapplikation)

2.2 Datenbasierte Fachplanung durch Analysen, Simulationen & Szenarioentwicklung

Wie bereits adressiert, sind ohne eine digitale Aufnahme und Aufarbeitung von Daten komplexe Fragestellungen in der integrierten Stadtentwicklung beziehungsweise bei der Entwicklung grün-blauer Infrastruktur nicht mehr zu bewältigen. Die digitale Datenaufarbeitung unterstützt die Beantwortung stadtplanerischer Fragestellungen mithilfe digitaler Tools. Gut eingesetzt strukturiert sie den Planungsprozess ergebnisorientiert. Beginnend mit einem Monitoring (siehe 2.1) als Grundlage folgen darauf aufbauende Analysen, die Richtwerte und Trends aufzeigen und helfen, Simulationen und Szenarien – Zukünfte – (auch visuell) greifbarer zu machen (z. B. Simulation von Starkwetterereignissen). Sie können als so gezeichneter Prozessweg eine datenbasierte Entscheidungsgrundlage für eine Planung resilienter grün-blauer Städte bilden. Ziel ist es, proaktiv Potenzialorte für die Qualifizierung von grüner Infrastruktur im Stadtraum zu erkennen und frühzeitig zu verändern. Selbstredend ließe sich dadurch die „Resilienz von Stadt“ maßgeblich erhöhen.



Auf einen Blick	
Beispiele	Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> • Waldzustandserfassung • Umweltgerechtigkeitsanalyse (Berlin) • Grünflächenindex • Simulation von Hitzeinseln in der Stadt • Überschwemmungsprognosen • ... <p>* Konkrete Praxisbeispiele zum Thema siehe Tabelle „Praxisbeispiele“ Kapitel 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GIS-Analysen • Statistiktools • Indexe (Verzeichnisse) • KI-Analysen • Augmented Reality • Gamification • Digitaler Planungstisch • Digitaler Zwilling

Datenanalyse

Die Datenanalyse bereitet die durch das Monitoring kontinuierlich gewonnenen Daten auf, fasst sie zusammen und leitet daraus Grundinformationen ab. Diese werden an einem zentralen Ort gespeichert (Hub), der zugleich den Zugriff auf sie sichert. Werden die Daten kontinuierlich erfasst und im Hub abgelegt, kann allein das die Planung erleichtern (Maykus 2016). Zudem können durch eine (automatische) Fortschreibung der Datenbasis Zeitverluste verhindert werden, die ansonsten durch eine immer wieder neu aufgesetzte Datenanalyse entstehen würden. Die fortgeschriebenen Datensätze können in anschauliche Darstellungen, Statistiken und Indexe eingespeist werden und diese immer weiter präzisieren und so etwa Entwicklungsprozesse aufzeigen, die wiederum Entscheidungsprozesse qualifizieren können. Beispielsweise kann aus Satellitendaten eine GIS-Analyse der Entwicklung von Grünflächen durchgeführt werden. Dadurch können großflächig etwa Vegetation zusammengefasst und dann entsprechende Maßnahmen abgeleitet werden.

Anwendungsbeispiele:

KI-gestützte bienenfreundliche Stadtplanung – Ein Beispiel aus Braunschweig

Ein KI-gestütztes digitales und analoges Planungswerkzeug soll die wildbienengerechte Gestaltung und Pflege von unterschiedlich genutzten Freiflächen im städtischen Raum unterstützen. Das Tool soll Parameter der Flächennutzung (z. B. Sport, Erholung, Verkehr, Gärtnern) und des Standorts (z. B. geografische Lage, Boden, Besonnung, Strukturheterogenität) mit artspezifischen Ansprüchen von Wildbienen und für sie geeigneten Pflanzen verknüpfen. Im Forschungsmodellprojekt „Bienenstadt Braunschweig“ wurden von 2019 bis 2022 im gesamten Braunschweiger Stadtgebiet Maßnahmen zum Schutz und zur Förderung von Wildbienen umgesetzt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in dem bis 2026 geförderten Projekt „Bees Up“ verwendet, um das oben genannte Planungswerkzeug zu entwickeln. Darüber hinaus wird eine interaktive Wildbienenbestimmungsfunktion das Angebot ergänzen. Projektpartner sind die Stadt Braunschweig und das Julius Kühn-Institut (JKI). Zahlreiche Kooperationspartner – u. a. große Wohnungsbaugesellschaften, Kliniken, aber auch private Unternehmen – unterstützen das Vorhaben durch die Bereitstellung von Flächen und die aktive Untersetzung des Monitorings mit Daten. Das Projekt wird vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) begleitet und mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) unterstützt. Die Planungsverantwortlichen der Stadt erhalten Daten und Handlungsanleitungen zur Gestaltung urbaner Freiflächen, Fassaden und Dächer. Die Forschenden am JKI gewinnen Erkenntnisse zur Verbreitung von Wildbienen im städtischen Raum und können ihre artenbezogene Forschung detaillieren und intensivieren.

Weiterführende Links:

Bienenstadt Braunschweig

BeesUp

„Bienenstadt Braunschweig“ & „BeesUp“

Modelle, Simulationen & Szenarioentwicklung

Modelle können ein Abbild der realen Situation abgeben und ermöglichen eine anschauliche Diskussionsgrundlage für die Planenden. Simulationen basieren auf einem Modell, indem erwartbare Parameter verändert werden. Weiterhin kann durch Simulationen zu verschiedenen erwarteten Szenarien (z. B. zu den Auswirkungen von Starkregen und Hitze im Best-Case- oder Worst-Case-Szenario) eine Planung entstehen, die deutlich stabilere Voraussetzungen für eine resiliente (grün-blaue) Stadtstruktur aufweist. Die Planung selbst ist belastbarer, mithin auch die durch ihre Umsetzung erreichte Maßnahme. Der Grund ist einfach: Durch verschiedene Simulationen, die verschiedene Zukünfte zeigen, kann ein bestmögliches Szenario entwickelt und proaktiv auf Gegebenheiten eingegangen werden. Augmented Reality ist ein Werkzeug, mit dem Simulationen anschaulich dargestellt werden können. Studien zeigen, dass auf Tablets installierte 3D-Visualisierungen die Qualität partizipativer Prozesse maßgeblich verbessern, weil Entwicklungen „objektiver“ allen Partizipierenden vorgestellt werden und dann diskutiert werden können (Boos et al., 2023). Dies gilt auch für alle an der Planungsphase partizipierenden Fachbeteiligten. Auf einem digitalen Planungstisch können digitale Zwillinge mit verschiedenen Planungsszenarien vorgestellt werden, mithilfe von Augmented Reality können, etwa durch die Verwendung von VR-Brillen vor Ort, Planungen in

3D in den Realraum „eingestellt“ werden. Dies hilft, um mit Planungsakteuren verschiedener Fachbereiche Vorhaben greifbar zu machen, um diese dann besser diskutieren zu können (siehe Kap. 5 „Berliner Regenwasseragentur: Prototyp digitaler Planungstisch“). Vor allem Distanzen etwa zwischen Grünelementen und Verkehrsinfrastruktur, aber auch Dimensionen (Aufwuchs von Pflanzen, Schattenwurf) können dadurch besser eingeschätzt werden.

Es ist bei allen Modellen und Simulationen zu beachten, dass diese nicht die Gegenwart abbilden, sondern eine unter bestimmten Parametern mehr oder weniger wahrscheinliche Zukunft darstellen. Für die Kommunikation und Beteiligung ist unbedingt darauf zu achten, dass – immer wieder – darauf hingewiesen wird. Akteure, die auf der Basis von Modellen und Simulationen diskutieren, können von digitalen Technologien eingeschüchtert werden (Debnath et al., 2021). Und auch Akteure etwa in der planenden Verwaltung müssen sich in der Abwägung der Belange pro forma immer wieder selbst vergewissern, dass sie auf der Grundlage von Simulationen oder auch Szenarien arbeiten. Es klingt wie eine Binsenweisheit, aber man darf Simulationen und Szenarien nicht leichtfertig „auf den Leim gehen“. Durch Simulationen wird nicht die Zukunft dargestellt, sie sind Abbilder potenzieller Zukünfte, auf die proaktiv reagiert werden kann, um resiliente grün-blaue Infrastruktur besser planen und pflegen zu können, die aber nicht absolut zu setzen sind.

Anwendungsbeispiele:

Schlaues Wasser Darmstadt (Stadtmodell Starkregen)

Im Smart-City-Projekt „Schlaues Wasser“ soll in den kommenden sechs Jahren untersucht werden, wie die Stadt langfristig zu einer wassersensiblen Stadt umgestaltet werden kann. Dreidimensionale Modelle von Städten und Regionen können dabei neben zentralen Aufgabenstellungen wie der Architektur oder der Stadt- und Raumplanung Voraussagen über mögliche Veränderungen des Stadtklimas treffen.

In Darmstadt wurden in den letzten Jahren vermehrt Starkregenereignisse und damit verbundene Sach- und Personenschäden registriert. Durch die Erweiterung des bestehenden 3D-Stadtmodells soll ermittelt werden, welche Bereiche und Gebäude am ehesten von Hochwasser betroffen sein können. Neben Analysen zur Hochwassergefährdung können in den entstehenden 3D-Modellen weitere Aspekte wie Potenziale zur Anbringung von Photovoltaikanlagen oder Dachbegrünung dargestellt werden. Das Projekt leistet einen Beitrag zur Verbesserung der städtischen Datengrundlage und erweitert das Sichtfeld über die Kernstadt hinaus.

Die Erweiterung des 3D-Stadtmodells verbessert die Informations- und damit auch die Entscheidungsgrundlage für die Hochwasserprävention und weitere Anwendungsfälle. Die Informationen zu Hochwasserrisikogebieten sind gleichermaßen für die Bevölkerung, die Verwaltung und die Wirtschaft von großer Bedeutung. Die Umsetzung des Projekts ist im Vermessungsamt Darmstadt angesiedelt.

Weiterführende Links:

Schlaues Wasser Darmstadt

2.3 Datengestützte Regulierung von grün-blauer Infrastruktur



Darüber hinaus kann Digitalisierung zur automatischen sensorbasierten (Live-)Steuerung und Regulierung von Prozessen unter anderem in der Fassadenbegrünung oder, wie weiter oben im Beispiel vorgestellt, zum Monitoring von Straßenbäumen genutzt werden. Die Ergebnisse der Datenaufnahme und -analyse stellen somit auch die Datengrundlage für eine Automatisierung dar.

Durch die automatisierte und sensorbasierte Steuerung und Regulierung von Prozessen sind die Abläufe nach der Einrichtung vereinfacht und reduzieren somit den Arbeits- und Ressourcenaufwand.

Auf einen Blick	
Beispiele	Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Mischwasserkanalisation mit Temperatursensoren • Regulierung von Abwasserentsorgung durch die Kanalisation (z. B. bei Starkregenereignissen) • Regulierung von Wasserspeicherung und Wasserzuflüssen • Automatisierte Bewässerungsanlagen <p><small>* Konkrete Praxisbeispiele zum Thema siehe Tabelle „Praxisbeispiele“ Kapitel 5</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorik (siehe Monitoring) • Automatisierungsprogramme • Steuerungsanlagen • Roboter

Pflege

Durch smarte digitale Tools kann die Pflege von Elementen grün-blauer Infrastruktur erleichtert werden. Wenn beispielsweise eine Fassadenbegrünung und Dachbegrünung durch eine automatisierte Regulierung der Bewässerung erhebliche Wassermengen einspart, kann das auch die Akzeptanz solcher von der Stadtbevölkerung oft als zu aufwendig betrachteter Maßnahmen erhöhen. Um das zu gewährleisten, sind Hygienevorschriften zu beachten (Umweltbundesamt, 2005). Mithilfe von Sensoren können verschiedene Umweltparameter (Wasserqualität, Luftfeuchtigkeit, Bodenfeuchtigkeit etc.) erfasst werden. Automatisiert geben diese Meldung, das System reagiert und kann entweder selbstständig Einstellungen verändern oder Verantwortliche informieren. Automatisierte Grünfassaden wie der Green Wall Robot können eine aufwendige Pflege substituieren. In Amsterdam werden momentan 12.682 m² smarte grün-blaue Dächer umgesetzt. Diese speichern das Regenwasser, das bei Trockenheit automatisch durch ein Bewässerungssystem der Dachbegrünung zugeführt wird (Braaksma, o. J.).

Dennoch birgt die Automatisierung gewisse Risiken durch Wartung oder fehlerhafte Einstellungen. Sensoren können zu empfindlich eingestellt sein, sodass sie etwa die Bewässerung zu früh oder auch zu intensiv auslösen. Zudem muss darauf geachtet werden, die Algorithmen so zu programmieren, dass sie auch mit kurzfristigen Änderungen etwa der Witterung zurecht kommen.

Wassermanagement und datengestützte Regulierung

Grün-blaue Technologien (z. B. Rigolensysteme oder andere schwammstadtbezogene Ansätze zur Oberflächenversickerung von Regenwasser) werden zum Schutz etwa vor Überschwemmungen und anderen Auswirkungen des Klimawandels (Dürrestress der Stadtflora) in Städten zunehmend „installiert“. Sie kombinieren hydrologische Funktionen mit städtischer Natur, Landschaftsgestaltung und Stadtplanung. Durch ein digitales Wassermanagement und die gezielte Versickerung sowie Speicherung in Zisternen kann Regenwasser etwa bei Starkregenereignissen zurückgehalten oder in Teilen gezielt aufgefangen und dann in Dürreperioden für die Pflanzenpflege freigesetzt werden. Dadurch werden nicht nur Schäden an Personen, Pflanzen und Objekten reduziert, sondern gleichzeitig die Lebensqualität in Städten erhöht.

Anwendungsbeispiele:

Leipziger BlauGrün – Grünflächenmanagement und Wasserwirtschaft

Im Forschungsprojekt „Leipziger BlauGrün“ wurde zwischen 2019 und 2022 die Entwicklung eines abflusslosen und ressourceneffizienten Stadtquartiers erprobt. Seit 2023 befindet sich das Projekt in Phase 2, in der ein Leipziger Aktionsplan für den zukünftigen Einsatz „BlauGrüner“ Investitionsvorhaben entwickelt wird und die Erkenntnisse des Forschungsprojekts in der Verwaltungsstruktur verstetigt werden sollen. Ziel ist die Entwicklung neuer, übertragbarer grün-blauer Technologien und Planungstools sowie einer sensorbasierten, robusten Prozesssteuerung. Im Fokus des Projekts steht, einen neuen nachhaltigen und ressourceneffizienten Stadtteil durch die Kombination verschiedener blauer (Wasser) und grüner (Natur) Infrastrukturen zu schaffen. Ziele liegen in der deutlichen Entlastung des zentralen Abwassersystems durch digital gestützte Komponenten zur Verbesserung der Energieeffizienz und des Mikroklimas sowie der Steigerung der Resilienz durch Starkregenmanagement. Dabei sollen neue und übertragbare grün-blaue Technologien und Komponenten entwickelt werden wie z. B. dezentrale Abwassersysteme durch automatisierte Gründächer etc. Durch den Einsatz von Sensorik sollen verschiedene Elemente auf der Basis von Umwelt- und Wetterdaten gesteuert werden.

Die Arbeit im Projekt basiert auf einem Ko-Design-Prozess zwischen den kommunalen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Projektbeteiligten. Zentrale Akteure sind dabei die Stadt Leipzig, die kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH, die Stadtwerke Leipzig GmbH, die Leipzig 416 GmbH, das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, die HTWK Leipzig-IWS, die Universität Leipzig IIRM, das Fraunhofer IGB, das Umweltbundesamt, die DHI WASY GmbH, Tilia GmbH sowie die Optigrün international AG.

Weiterführende Links:

Forschungsprojekt „Leipziger BlauGrün“

2.4 Informieren und Teilhabe durch digitale Tools

Digitale Tools helfen bereits heute, Partizipation und Beteiligung von Anwohnerinnen und Anwohnern sowie verschiedenen Akteuren qualifiziert zu gestalten. Wie bereits im Kapitel 2.2 angedeutet kann Digitalisierung in der Planung ein wichtiges Werkzeug zur Wissensvermittlung und Mitbestimmung oder Mitgestaltung sein.



Auf einen Blick	
Beispiele	Werkzeuge
<ul style="list-style-type: none"> • Transparente Planung und Informationsdarstellung • Wissensvermittlung durch Visualisierung • Sichtbarmachung von Problemen (Szenarien abbilden) • Vernetzung von Akteuren • Bestandsaufnahme durch Citizen Science <p><small>* Konkrete Praxisbeispiele zum Thema siehe Tabelle „Praxisbeispiele“ Kapitel 5</small></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Beteiligungsplattformen • Augmented-Reality-Tools • Digitale Planungstische • Kosten/Nutzen-Gegenüberstellung • Vernetzung von neuen Modellen für Betreiberinnen und Betreiber • Gamification • Apps, z. B. zum Kartieren

Informieren und Bewusstsein schaffen

Voraussetzungen, um Maßnahmen zur Verbesserung urbaner grün-blauer Infrastruktur umzusetzen, sind unter anderem umfangreiches (datenbasiertes) Wissen und ein Bewusstsein der Akteure für die Notwendigkeit von Maßnahmen. Wenn es um das Bewusstsein für die Qualifizierung grün-blauer Infrastruktur geht, sind auch Eigentümerinnen und Eigentümer, Mieterinnen und Mieter oder beispielsweise Kleingartenvereine gemeint. Die privaten Gärten der Stadt machen einen hohen – vor allem auch qualitativen – Bestandteil des Stadtgrüns aus und sind von der Umsetzung bis in die Pflege zu managen. Dies passiert in der Regel individuell. Dennoch sind die vielen grün-blauen „Privatinseln“ Teil der urbanen grünen Infrastruktur. Sie stehen miteinander in Wechselwirkung und beeinflussen sich gegenseitig. Pflanzenauswahl, Standortbedingungen und eine artgerechte Pflege können die Qualität der grün-blauen Infrastruktur insgesamt stark erhöhen. Auf digitalem Weg kann hier eine gebündelte Wissensvermittlung zu relevanten Themen ein hohes Potenzial entfalten. So können beispielsweise Artenporträts zur Bestimmung von invasiven Neophyten aufklären (Bsp. Korina.info). Ein Onlineregister für Saatgutlisten, um standortgerecht für lange Blütezeiten zu sorgen, kann Lebensräume für Insekten schaffen (Bsp. Braunschweig). Oder es kann eine geeignete Bepflanzung von Baumscheiben vermittelt werden (Bsp. Nürnberg). Bewusstsein und Sensibilität können durch Apps wie „MeinGrün“ gesteigert werden. Letztere App zeigt die Distanz zu öffentlichen Grünflächen und plant die grünste Route zwischen Start- und Zielort (Riousset et al., 2019).

Mitbestimmung

Eine Grundlage für Entscheidungen etwa bei grün-blau-bezogenen Beteiligungsverfahren besteht darin, das Bewusstsein für den Mehrwert der Planungen zu vermitteln. Dabei können Szenarien (siehe 2.2) eine visuelle Wissensgrundlage z. B. für bestimmte Ökosystemdienstleistungen schaffen. Der Zugewinn oder der Verlust von Stadtgrün kann durch die Veränderung von Parametern in Simulationen von Szenarien anschaulich und dadurch besser diskutierbar gemacht werden (siehe Anwendungsbeispiel „Stadtgrün wertschätzen“). 3D-Visualisierungen, ob als Modell oder Simulation (z. B. durch Augmented Reality, auf digitalen Planungstischen oder in einer App), sind von hohem Wert, da Planungen im Gegensatz zu 2D-Plänen für die Bevölkerung zugänglicher gemacht werden. Wissens- und Kompetenzdifferenzen können zum Teil ausgeglichen werden (siehe 2.2) (Boos et al., 2023). Für die partizipative Gestaltung urbaner grün-blauer Infrastruktur kann diese Anwendung etwa zur Legitimation bei der Neugestaltung von Straßenräumen und Maßnahmen zur Qualifizierung von wohnungsnahem Stadtgrün verwendet werden. Nebenbei stellt die Technologie auch einen Anreiz dar, sich in einem Beteiligungs- oder Partizipationsprozess zu engagieren (Boos et al., 2023). Augmented-Reality-Anwendungen können beispielsweise junge Leute mit einem Gamification-Format abholen, wenn dies gezielt in der Stadtplanung angewendet wird (Muehlhaus et al., 2023) (Bsp. urbanistai.com).

Eine weitere Methode ist das digitale Mappen von Potenzialorten durch die Bewohnerinnen und Bewohner für eine Begrünung der Stadt. Dazu ist in Paris die App „Du Vert près de Chez Moi“ – „Etwas Grün in der Nähe meines Zuhauses“ – entstanden. Bewohnerinnen und Bewohner können Planungsverantwortliche auf bestimmte Flächen aufmerksam machen, die für Begrünung geeignet sind oder wo Begrünung gefährdet ist (De Biase et al., 2018).

Ein anderes Mittel ist die onlinebasierte Befragung, durch die die Nutzung von Grünflächen erfasst wird. Das Einbringen von Informationen durch die Nutzenden selbst kann im Nebeneffekt deren Bewusstsein für eine eventuelle „Übernutzung“ der jeweiligen Fläche steigern. Es können Maßnahmen vorgeschlagen werden, wie die Defizite behoben werden könnten, oder es können Wünsche für eine alternative Nutzungsweise genannt werden (Bsp. Bielefeld) (Riousset et al., 2019). Eine Herausforderung ist es, solche Lösungen zu bündeln und zielführend zu verbreiten. Die zentrale, häufig aufwendige Programmierung und das Wissen über die Existenz des Tools in der Praxis stehen häufig im Gegensatz zueinander. Im Falle von „Stadtgrün wertschätzen“ hieße dies, das Tool von der Bundesebene ausgehend gezielt in die kommunale Verwaltung hinein zu bewerben und es von dort aus bis zu Beteiligungsagenturen und zivilgesellschaftlichen Akteuren weiterzuleiten. Ohne eine öffentlichkeitswirksame Verbreitung können die gewünschten Effekte der digitalen Produkte nicht eingelöst werden. Dieser Faktor wird forschungsseitig oft unterschätzt.

Mitgestaltung

Nicht nur durch Gemeinschaftsgärten, Baumscheibenpflege oder „Guerilla Gardening“ hat sich in den letzten Jahren der Wunsch nach Teilhabe zahlreicher Akteurinnen und Akteure bei der Mitgestaltung und Pflege von urbanen Räumen deutlich erhöht. Erkennbar fördert das nicht nur den nachbarschaftlichen Zusammenhalt und verbessert das individuelle Sicherheitsgefühl im Wohnumfeld. Durch die hohe Aufmerksamkeit lindert es auch die Gefahr für Vandalismus (Lindemann-Matthies & Brieger, 2016). Entsprechend aufgesetzte digitale Plattformen können solche Formen von Interaktion und gegenseitiger Aufmerksamkeit der

Stadtbewohnerinnen und -bewohner noch erhöhen. Zudem sind ko-produktive Modelle (und Ko-Management) mit städtischen Institutionen möglich (De Biase et al., 2018). Solche Plattformen helfen, sich zu vernetzen, zu verabreden oder Bedarfe abzubilden und so die grün-blaue Infrastruktur zu erhalten oder sogar zu vergrößern und zu verbessern.

Da insbesondere in Städten der Druck auf die grün-blaue Infrastruktur durch klimabedingte Veränderungen besonders deutlich wächst, erhöht sich auch der Pflegebedarf. Ohne ein gesamtgesellschaftliches Bewusstsein für Mitwirkung wird es immer schwerer werden, das Ziel aufrechtzuerhalten, Stadtgrün zu qualifizieren, zu erweitern und zu pflegen. Im Sinne eines Ko-Managements mit kommunalen Behörden werden in verschiedenen Städten bereits Baumscheiben- oder Baumpatenschaften online durch ein Ausfüllen und Bewilligen eines Formulars vermittelt (verschiedene Beispiele dazu unter baumretter.de). Das Berliner Tool „Gieß den Kiez“ geht noch weiter: Die digitale Plattform zeigt für fast jeden öffentlichen Baum der Stadt einen Steckbrief, aus dem der aktuelle Wasserbedarf hervorgeht und auf dem der Weg zu einer nahe gelegenen Wasserpumpe eingetragen ist. Ein weiterer Ansatz, diesmal um die „privaten“ Grünflächen in der Stadt zu erreichen und sich in der Nachbarschaft zu vernetzen, lässt sich der Pariser Plattform „végétalisons Paris“ – „lasst uns Paris begrünen“ – entnehmen (De Biase et al., 2018). Auf der Plattform wird der private Bereich in einem gemeinschaftlichen Pool gemappt, die Stadtverwaltung nutzt das Mapping, um die privaten Grünflächen zu erfassen, und hat damit eine erweiterte Grundlage, um die Grünziele, die sich die Stadt gesetzt hat, zu erreichen. Indem die Partizipierenden sich mit anderen Bewohnerinnen und Bewohnern vernetzen und Flächen gemeinsam ko-managen, erweitern sie den eigenen privaten Grünraum.

Digitale Tools zur Unterstützung von Citizen Science – Wissensgrundlagen für die (Stadt-)Natur schaffen

Apps, die Fauna und Flora bestimmen können, sind ein gutes Beispiel, um Umweltbildung und Wissenschaft zu verknüpfen. So können die Apps iNaturalist oder Flora Incognita dazu beitragen, Pflanzen zu bestimmen, gleichzeitig werden dadurch Pflanzenbestände erfasst. Zudem kann auf das Wachstum oder das Verschwinden verschiedener Arten in der Planung direkt eingegangen werden. Die Stadt kann diese (zum Teil Open-Source-)Plattformen nutzen, um den eigenen Datenbestand zu erweitern. Besonders für kleinräumige Grünflächen (Pocket Parks) eignet sich diese Art der Datenaufnahme. Aber auch Grünflächen in privaten Gärten können in den kommunalen Datenbestand mit aufgenommen werden, um lokale Erfahrungen der Gartenbesitzenden zu teilen und Wissen für eine nachhaltige Gartengestaltung zu vermitteln. Untersuchungen einer solchen App in Braunschweig zeigen das Potenzial auf, eine solche App zu nutzen, um die kleinteiligen Entscheidungen in der (privaten) Gestaltung von Grünflächen zu bewältigen (Schneider et al., 2020) (Beispiele dazu: GartenApp Braunschweig, CitiDigiSpace Hochschule Geisenheim).

Anwendungsbeispiele:

Kosten/Nutzen-Gegenüberstellungen – Stadtgrün wertschätzen

Im Projekt „Stadtgrün wertschätzen“ wurde ein Online-Tool für Kommunen entwickelt, mit dem der Nutzen einzelner Ökosystemleistungen, aber auch der Gesamtnutzen von Stadtgrün monetär ausgedrückt werden kann. Das szenarienbasierte Online-Tool hilft der Stadtbevölkerung, den Gesamtnutzen von Stadtgrün zu veranschaulichen. Es soll Entscheidungen von Kommunen und beteiligten Akteuren in der Planung und Pflege von Stadtgrün erleichtern, indem der Verlust beziehungsweise Zugewinn von Stadtgrün in Bezug auf verschiedene Ökosystemleistungen monetär bewertet und dargestellt wird. Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) hat gemeinsam mit vier Partnerstädten das datenbankgestützte Bewertungstool entwickelt. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Ergänzend zur Plattform wurde gemeinsam mit der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz (GALK e. V.) ein Schulungsmodul erarbeitet. Dieses hilft Auszubildenden und Beschäftigten im Garten- und Landschaftsbau, sich über die Ökosystemleistungen und den gesellschaftlichen Wert von Stadtgrün zu informieren und fortzubilden.

Weiterführende Links:

Stadtgrün Bewertungstool

IÖW Stadtgrün wertschätzen II

meinGrün – Informationen und Navigation zu Grünflächen in Städten

Mit der „meinGrün“-Web-App können Nutzerinnen und Nutzer schnell und einfach Grünflächen finden, die zu ihren Bedürfnissen passen. Die App gibt angemessene Informationen über die Lage von Grünflächen innerhalb der Stadt, ihre Ausstattung und ihre Erreichbarkeit. Durch verschiedene Suchfunktionen (Schnellsuche, Aktivitätensuche, Kriteriensuche) können präzise Suchanfragen gestellt werden. Haben sich die Nutzerinnen und Nutzer für eine ihren spezifischen Anforderungen entsprechende Grünfläche entschieden, können sie sich mit der App zur Fläche navigieren lassen. Es besteht die Möglichkeit, zwischen Fuß- und Radweg zu unterscheiden sowie die drei Routenoptionen grüne, leise und schnelle Route zu wählen. Ziel ist es, auch den Weg zu einer Grünfläche möglichst umweltschonend zurückzulegen.

Die „meinGrün“-App wurde am 19. Juni 2020 offiziell veröffentlicht. Bisher ist sie nur für die Pilotstädte Dresden und Heidelberg verfügbar. Eine Nutzbarkeit in anderen Städten steht noch aus.

Weiterführende Links:

meinGrün WebApp

3. Modellprojekte skalieren – Kompetenzen aufbauen



Die oben genannten Anwendungsbeispiele zeigen: Die Verwendung und Entwicklung von digitalen Tools zur Unterstützung der Planung, Pflege und Partizipation von grün-blauer Infrastruktur sind bisher häufig innerhalb von Modellprojekten angewendet worden. In solchen „Reallaboren“ können Risiken erkannt und Bedenken gemildert sowie vereinfachte und dynamische Umsetzungsstrategien entwickelt werden. Häufig entstehen solche Reallabore an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis (Alexandrakis et al., 2021). Eine der zentralen Aufgaben, die im Rahmen des Forschungsprojekts Weißbuch-Umsetzung umrissen wurde, ist es, Verfahren zu entwickeln, wie das Wissen respektive die wertvollen Erfahrungen aus Testphasen von Modellvorhaben und Reallaboren in die Breite getragen werden können. Eine umfassende Gestaltung der grün-blauen Infrastruktur stellt sich erst ein, wenn ihre Anwendungsweisen, Maßnahmen und Verfahren zu einer gängigen Praxis werden. Dafür ist es notwendig, Wissen interorganisational zu transferieren (ebd.).

Es braucht daher Methoden, um gewonnene Ergebnisse in den Praxisalltag zu überführen, dies hat auch schon die Querauswertung des Weißbuchs ergeben (Felker et al., 2022). Im Sektor der grün-blauen Infrastruktur sind das die Verkehrsplanung, der Immobiliensektor, Grünflächenämter, Grünpflegefirmen, Landschaftsplanende etc. Das Wissen sollte auf verschiedenen Ebenen, etwa durch Weiterbildungsmaßnahmen, öffentliche Veranstaltungen und natürlich im akademischen, beruflichen und schulischen Kontext, weitergegeben werden (ebd.). Die bevorstehenden Transformationsprozesse (Digitalisierung, Klimaanpassung, Stärken der Biodiversität etc.) bedürfen neuer Kompetenzen. Im ersten Schritt sollte dazu der Qualifizierungsbedarf ermittelt werden, im zweiten sollten Bildungsangebote geschaffen und an die verschiedenen Akteurinnen und Akteure herangetragen werden, die in die Umsetzung involviert sind. Gute Beispiele lassen sich der Gestaltung der Energie- und Mobilitätswende entnehmen. Dazu zählen in Teilen übertragbare Erfahrungen in der kooperativen Entwicklung der Wissensvermittlung im transdisziplinären Verbund (siehe Anwendungsbeispiel „Mobility2Grid“). Anders als im Feld der Mobilitätswende sind im Themenkomplex urbaner grün-blauer Infrastruktur weniger wirtschaftliche Interessen (Lobbyismus) im Spiel. Das kann zunächst positiv bewertet werden, bedeutet aber im Umkehrschluss auch, dass weniger private Mittel (durch Unternehmen) für die Transformation bereitstehen, was eine Bundesförderung umso wichtiger macht. Bisher gibt es einige wenige lokale Transferstellen im Bereich blaue Infrastruktur wie z. B. die Berliner Regenwasseragentur, das Kompetenzzentrum Wasser Berlin oder die Digital Water City – ein EU-weites Verbundprojekt. Anzumerken ist dabei jedoch, dass die Entwicklung des urbanen Stadtgrüns im Tätigkeitsprofil dieser Institutionen (derzeit) nicht im Vordergrund steht.

Anwendungsbeispiele:

Mobility2Grid – Wissenstransfer von Reallaboren in die Öffentlichkeit

In einem transdisziplinären Verbund haben Akteurinnen und Akteure aus Wirtschaft und Wissenschaft eine Bedarfsermittlung zu Weiterbildungsangeboten im Bereich der Energie- und Mobilitätswende entwickelt und erprobt. Diese Weiterbildungsangebote zielten darauf ab, Wissen aus Reallaboren in die Praxis zu transferieren.

Auf akademischer Seite sind durch das Programm neue interdisziplinäre Studiengänge entstanden wie z. B. „Sustainable Mobility Management“. Für Betriebe und Institutionen im Mobilitätssektor ist ein zielgruppenorientiertes, modulares Weiterbildungsprogramm entstanden, das zeitlich flexibel nach Bedarf der Institutionen oder von Betrieben besucht werden kann. Es kann auch als nachhaltiges Dienstleistungsinnovationsprogramm zur Beschleunigung der Energie- und Mobilitätswende bezeichnet werden. Für die (Fach-) Öffentlichkeit wurden jährliche M2G-Symposien durchgeführt. Diese hatten neben einer informierenden auch eine partizipative Komponente. Die Teilnehmenden waren aufgerufen, ihre Expertise und Empfehlungen für eine weitere Entwicklung des Forschungscampus Mobility2Grid abzugeben und sich mit verschiedenen Akteurinnen und Akteuren zu vernetzen.

Der letzte Baustein war die E-School. Sie wendete sich an Schülerinnen und Schüler. Diese Komponente war vor allem für die Verbreitung von Forschungsergebnissen bei zivilgesellschaftlichen Einrichtungen von Bedeutung.

Der „Forschungscampus Mobility2Grid e. V.“ ist vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem „ForschungsCampus - öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen“ gefördert worden und wird mit zahlreichen Partnerinnen und Partnern aus Wissenschaft, Unternehmen und Kommunen umgesetzt (Alexandrakis et al., 2021).

Weiterführende Links:

Forschungscampus Mobility2Grid

4. Fazit und Handlungsempfehlungen

Die Rechercheergebnisse zeigen ein klares Bild: Digitale Tools im Bereich der urbanen grün-blauen Infrastruktur sind in der Wissenschaft etabliert. Sie bieten eine sinnvolle Grundlage beziehungsweise sind Voraussetzung, um eine resiliente Stadtentwicklung auf verschiedenen Planungsebenen zu fördern. Städte und Kommunen können von der übersichtlichen Darstellungsform komplexer Systeme profitieren und so besser zukunftsfähige Entscheidungen treffen.

In der umsetzungsbezogenen Praxis der Stadtentwicklung gibt es jedoch häufig nur Modellprojekte, die meist forschungsbegleitend entwickelt und untersucht werden (siehe Anwendungsbeispiele). Von einigen Ausnahmen abgesehen ist festzustellen, dass in vielen Fällen die Methoden digitaler Planung noch gar nicht oder nur ansatzweise in den Planungsalltag integriert werden.

Dies lässt vermuten, dass entsprechende Kompetenzen, aber auch digitale Strukturen in den dienstleistenden Planungsbüros und kommunalen Verwaltungen entweder noch nicht vorhanden sind oder erst aufgebaut werden müssen. Formate der Digitalisierung

sind (noch) kein selbstverständlicher Teil des Alltags von Planerinnen und Planern. Anders ausgedrückt: Der etablierte Planungsprozess gibt den Raum für eine Integration datenbasierter Entscheidungsgrundlagen nicht her. So gibt es in vielen Städten Baumkataster, Umweltgerechtigkeitsindexe etc. Gleichzeitig existieren zahlreiche Tools, um Simulationen durchzuführen (z. B. um festzustellen, wie stark sich das Mikroklima bei einer 10-prozentigen Entsiegelung verändert). An einem gebündelten strukturierten Aufbau fehlt es jedoch. Die Expertise zeigt zudem deutlich, dass noch Unklarheiten bestehen, wie diese Tools in die Planung integriert und dahin gehend Teil alltäglicher Entscheidungsprozesse werden können. Zusammenfassend hat diese Expertise folgende Fragen beantwortet:

Welche Vorteile ergeben sich durch die Nutzung digitaler Tools?

Komplexe Zusammenhänge durch Monitoring, Analysen, Modelle, Simulationen und Szenarien visualisieren und korrdinieren:

Digitale Tools ermöglichen es, Informationen zugänglicher zu machen. Dies gilt nicht nur für die Öffentlichkeit, sondern erleichtert auch fachübergreifende Entscheidungs-, Planungs- und Managementprozesse, insbesondere bezogen auf Flächen, die in die grün-blaue Infrastruktur integriert werden sollen. Digitale Tools können somit einen wesentlichen Beitrag leisten, sektorübergreifende Thematiken zu visualisieren (z. B. durch Karten), um die Schnittstellen in der Zusammenarbeit aufzuzeigen und Kommunikationsbarrieren zwischen den Disziplinen aufzubrechen.

Erleichterung der Pflege und des Managements von grün-blauer Infrastruktur durch Automatisierungsprozesse:

Mithilfe von Sensoren können verschiedene Umweltparameter (Wasserqualität, Luftfeuchtigkeit, Bodenfeuchtigkeit etc.) erfasst werden. Automatisiert geben diese eine Meldung, das System reagiert und kann entweder selbstständig Einstellungen verändern oder Verantwortliche (Menschen) informieren. Daraus ergeben sich neue, vielfältigere Raumnutzungen und Betriebsformen.

Möglichkeiten der Sensibilisierung, Mitgestaltung und Pflege durch digitale Plattformen:

Durch entsprechend aufgesetzte digitale Plattformen ergeben sich neue Formen der Interaktion. Automatisierte Prozesse ermöglichen zum einen eine „Interaktion“ zwischen Sensoren und Stadtgrün, aber auch zwischen verschiedenen Akteursgruppen (z. B. Verwaltungen sowie Bewohnerinnen und Bewohnern). Diese dienen dazu, die Aufmerksamkeit zu fördern, Absprachen zu ermöglichen und ko-produktive Modelle zu entwickeln. Sie erlauben ein Ko-Management von urbanem Grün-Blau. Darüber hinaus können digitale Anwendungen Citizen Science unterstützen, so zur Umweltbildung beitragen und gleichzeitig die gewonnenen Daten als Planungsgrundlage oder für die Wissenschaft sammeln.

Welche Risiken ergeben sich durch die Verwendung digitaler Tools?

Realitätsverzerrende Modelle und Simulationen:

Simulationen zeigen nicht die Zukunft, sondern sie sind virtuelle Abbilder extrapolierter Daten in mögliche Zukünfte. Es ist wichtig, dass Betrachtende dieses Wissen und die oft sehr realistisch anmutenden Modelle und Simulationen auch so einordnen. Digital produzierte Visualisierungen neigen dazu, einen Raum zu perfekt darzustellen. Insbesondere im Rahmen von Öffentlichkeitsbeteiligung ist es wichtig, sensibel damit umzugehen. Digitale Visualisierungen dürfen nicht manipulativ eingesetzt werden, um Stimmungen zu vermitteln, die vollständig unrealistisch sind und reale, nicht überbrückbare Sachverhalte überdecken. Eine Sensibilisierung ist aufseiten der Produzenten und der Konsumenten digitaler Simulationen und Modelle erforderlich.

Rebound-Effekte der Digitalisierung in Bezug auf den Klimawandel:

Ein Ziel der grün-blauen Infrastruktur ist es, Resilienz bezüglich des Klimawandels aufzubauen. Dazu gehören auch Maßnahmen, um die CO₂-Bilanz zu senken. Digitale Tools benötigen bekanntlich Energie und Ressourcen. Bei der Anwendung digitaler Tools ist es maßgeblich, den Suffizienzgedanken im Auge zu behalten, sodass keine Rebound-Effekte entstehen. Lebenszyklusanalysen der Produkte sollten hier von der Beschaffung bis zur Entsorgung (bestenfalls Wiederverwendung) mitgedacht werden (Randhahn et al., 2020). Dabei ist auf Datensparsamkeit, die Verfolgung des Materialkreislaufes und der Herstellungsbedingungen sowie den Energieverbrauch im Betrieb zu achten (ebd.). Zusätzlich gilt es zu bedenken, dass die Zugänglichkeit von Grünflächen durch digitale Tools lokal akkumuliert werden kann. Durch die Veröffentlichung der Lokalität bestimmter Standorte kann die Nutzung an diesem Ort gesteigert werden, was in einer Übernutzung z. B. als Tourismusattraktion resultieren kann.

Kommunikationssensibilität des Narrativs „Digitalisierung“:

Die Digitalisierung ist ein Mittel, um Prozesse zu vereinfachen. Im Diskurs sollte daher immer wieder betont werden, dass Digitalisierung genutzt wird, um Problemstellungen zu lösen. Ein Risiko besteht darin, die Digitalisierung als Ziel in den Vordergrund zu stellen. Angesichts des Paradigmenwechsels in Bezug auf Grün in der Stadt, wonach ein integratives Verständnis zwischen Mensch und Natur zu fördern ist, sollte dementsprechend nicht die Technologie an sich in den Vordergrund gestellt werden, sondern vielmehr die Frage, wie ein solcher Paradigmenwechsel vermittelt durch die Technologie konstruktiv unterstützt werden kann (siehe auch Abschnitt zu Szenarien weiter oben). Daher gilt es in der Kommunikation rund um Digitalisierung immer wieder zu erläutern, dass diese ein Prinzip darstellt, das Lösungsansätze, vor allem für hochkomplexe Problemstellungen, anbietet. Sie sollte aber nicht als ein Ziel an sich dargestellt werden.

Wie kann der Bund Städte und Kommunen unterstützen, die Potenziale der Digitalisierung für eine resiliente Entwicklung urbaner grün-blauer Infrastruktur zu nutzen, und welche Maßnahmen müssen dafür ergriffen werden?

Wissensvermittlung:

Die Wissensvermittlung zur Entwicklung und Anwendung digitaler Werkzeuge für die Gestaltung, den Betrieb und die Nutzung von grün-blauer Infrastruktur erfordert es, verschiedene Akteursebenen einzubinden. Hier sollte im ersten Schritt ermittelt werden, wo welche Qualifizierungsbedarfe bestehen. Dies könnte anhand einer Studie zu Bedarfen für das Erfassen von Wissensgrundlagen im Bereich des Einsatzes grün-blauer Infrastruktur erfolgen. Im zweiten Schritt könnten dann Bildungsangebote für die verschiedenen Akteursgruppen entwickelt werden. Hier kann etwa von den Erfahrungen aus dem Projekt Mobility2Grid gelernt werden. Einige der Methoden könnten genutzt werden etwa für die Etablierung von Ausbildungsformaten (z. B. neue Studiengänge/-fächer), Weiterbildungs- und Austauschprogrammen für Unternehmen sowie die Fachverwaltung oder zur Sensibilisierung der und Bildungsangeboten für die Öffentlichkeit (z. B. Citizen Science).

Möglichkeiten der Vernetzung schaffen - vergleichen, Probleme identifizieren, voneinander lernen:

Für die Verbreitung der digitalen Ressourcen auf Bundesebene sollten eine oder mehrere Anlaufstellen geschaffen werden (z. B. durch den Aufbau von Bundes- beziehungsweise Länder-Hubs für grün-blaue Infrastruktur). Besonders wichtig wäre es dabei, die Städte und Gemeinden gut zu informieren, sodass die Angebote bekannt werden. Mit solch einer digitalen Anlaufstelle könnte zukünftig gewährleistet werden, dass nicht jede Stadt, jede Gemeinde oder jeder Bezirk rechtliche Rahmenbedingungen etwa zur Mitgestaltung von Baumscheibenbepflanzungen entwickeln müsste, sondern sich an den vom Bund bereitgestellten Werten orientieren kann. Diese Vernetzung baut auf den oben genannten Punkten der Wissensvermittlung auf.

Eine Transferstelle für digitale Tools der grün-blauen Infrastruktur könnte dies zusätzlich unterstützen. Geprüft werden sollte, inwiefern diese Transferstelle dann mit bestehenden Formaten aus der Städtebauförderung oder innovativen Formaten wie der Kleinstadtakademie, den Modellprojekten Smart City (MPSC) und der Wissensvermittlung Mobility2Grid verknüpft werden kann.

Im Falle von Mobility2Grid ließe sich das sehr konkret bewerkstelligen. Das dort behandelte Thema „Energie- und Verkehrswende aktiv gestalten“ (siehe Kapitel 3) ließe sich zielgerichtet durch das Grün-Blau-Element erweitern. Gerade vor dem Hintergrund von Bestrebungen, eine dreifache Innenentwicklung zu etablieren, ließen sich Mobilität, Grün und, im erweiterten Sinne, Gebäude als Produktionsstandort für erneuerbare Energie miteinander verbinden. Sinnvoll wäre dabei eine ressortübergreifende Zusammenarbeit entsprechender Spiegelreferate auf Bundesebene (z. B. BBSR: RS 5 Digitale Stadt Risikvorsorge und Verkehr). In Abbildung 4 ist ein Vorschlag einer solchen Organisationsstruktur dargestellt.

Knotenpunkt für digitale grün-blaue Infrastruktur – gemeindeübergreifende Tools und Plattformen schaffen – Daten zusammenführen:

In einer Transferstelle zur Vernetzung (siehe oben) können Bedarfe identifiziert werden, die verschiedene Kommunen betreffen. Wenn rechtliche Fragestellungen oder Bedarfe mittels digitaler Tools erkannt werden, können diese für gemeinsame Projekten genutzt werden. Zentrale Plattformen als Knotenpunkt für digitale grün-blaue Infrastruktur, die Städten und Kommunen bereitgestellt werden, sollten bereits existierende und erprobte Plattformen verknüpfen. Diese Verbreitung von Lösungen, die bisher meist insular in einzelnen Kommunen angewendet werden, würde es den Städten und Kommunen ermöglichen, anhand der in anderen Städten aufgebauten Infrastrukturen zu lernen und von deren Erkenntnissen zu profitieren. Besonders für Gemeinden, Klein- und Mittelstädte ist es eine Herausforderung, eigene Plattformen aufzubauen. Der Bund könnte hier eine ermöglichende und vermittelnde Rolle spielen (z. B. durch die Bereitstellung der digitalen Infrastruktur und Wissenstransfer zwischen Kommunen).

Plattformen für grün-blaue Infrastruktur einrichten, zur bundesweiten Vergleichbarkeit von Orientierungswerten:

Plattformen, über die unterschiedliche Orientierungswerte gebündelt abrufbar sind, sparen nicht nur personelle Kapazitäten beim Aufbau, sondern haben das Potenzial, auch spezifisch für Einzelne nutzbar zu sein, um eine bundesweite Vergleichbarkeit quantitativer und qualitativer Orientierungswerte zu ermöglichen. Eine digitale Plattform des Bundes, auf der Daten zum Stadtgrün aus allen Städten und Gemeinden gebündelt werden, könnte kombiniert mit einem Analysetool (Algorithmus) vergleichend und gegebenenfalls in Bezug auf Wechselwirkungen ausgelesen werden.

Richtlinien und Ansätze für die Herstellung und Verwendung digitaler Tools:

Anreize und Orientierungswerte für suffiziente Anwendungen sowie die Herstellung und den Einsatz von ressourceneffizienten und langlebigen digitalen Produkten, die der grün-blauen Infrastruktur dienen, sollten eingeführt werden, ähnlich einem Umweltindex. Dafür sollten auf allen Ebenen Akteurinnen und Akteure der Planung, Gestaltung und Pflege sensibilisiert werden.

Multidimensionale und integrative (digitale) Planung fördern

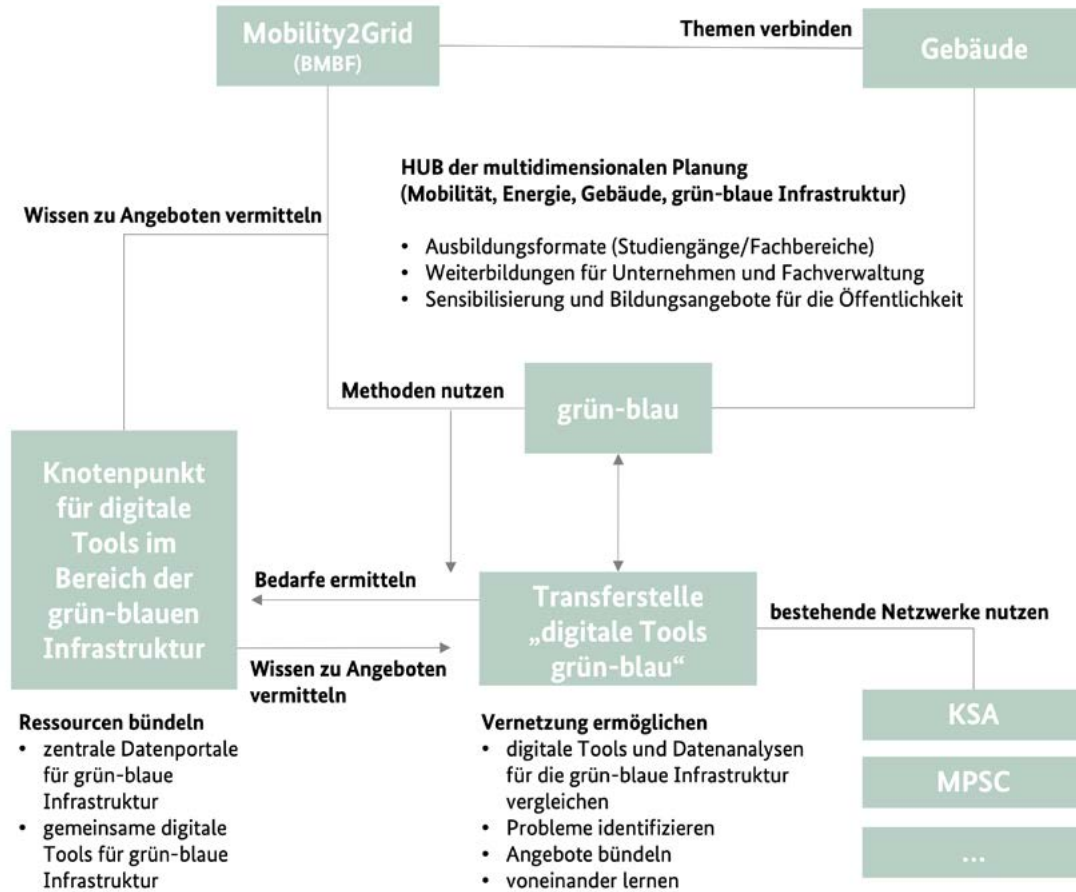


Abbildung 4: Zusammenfassung der Empfehlung einer Struktur für die Ausweitung digitaler Tools auf Bundesebene (eigene Darstellung)

5. Projektbeispielliste

Projekt	datenbasierte Fachplanung	Wissensvermittlung/partizipative Teilhabe	datengestützte Regulierung
JKI-Forschungsprojekt „Maximierung der Kohlenstoffsequestrierung in Stadtbäumen (CliMax)“	X		
MetaVer (Metadaten-Verbund verschiedener Bundesländer)	X	X	

Projekt	datenbasierte Fachplanung	Wissensvermittlung/ partizipative Teilhabe	datengestützte Regulierung
Stadtgrün ist Mehrwert - Ein Tool zur Bewertung von urbanem Grün	X	X	
Hamburg: Online-Baumkataster		X	
BaumCloud (Kataster der Stadtbäume für deutsche Städte)	X		
Gründachpotenzialkataster (u.a. Regionalverbund Ruhr)	X		
Smart Water Survey	X		
Hessen: KLIMPRAX Stadtgrün Online-Tool		X	
iResilience - Klimafittes Deutz (Köln)		X	X
GoingVis (Digitale Plattform für den Austausch des Umgangs mit Hitze)		X	
Green Wall Robot (automatisierte Fassadenbegrünung)			X
Leipziger BlauGrün	X		X
Schlaues Wasser Darmstadt	X		
Wengen- und Dichterviertel - Smartes Grün			X
Klima Kiez Brunnenviertel (Beteiligung, Mitgestaltung)		X	
Berliner Regenwasseragentur: Prototyp digitaler Planungstisch	X	X	
Urban Data Platform Hamburg	(X)	X	
KI-basierter Hochwasserschutz	X	X	
FloReSt	X	X	
Urban Green Eye	X		
Gieß den Kiez		X	

Projekt	datenbasierte Fachplanung	Wissensvermittlung/ partizipative Teilhabe	datengestützte Regulierung
CitiDigiSpace (für die nachhaltige Gestaltung von Privatgärten)	X	X	
Baumretter: Plattform verschiedener Beispiele Baum- und Gießpatenschaften		X	
Sprechende Bäume - Baum 4.0		X	
GreenCycle cloud (Berechnung der Lebenszykluskosten von Freianlagen)	X		
AI-Visualisierung für grüne Stadtgestaltung	X	X	
Végétalisations Paris		X	
Monitoring des Indikators „Grünversorgung“ und Fortschreibung des nationalen Ökosystemleistungsindikators „Erreichbarkeit öffentlicher Grünflächen“ in Städten	X	X	
Braunschweiger Hummel- und Wildbienenmischung		X	
KORINA Artenporträts und Citizen Science	X	X	
Mein Grün Zugänglichkeit		X	
Baumpaten-Fibel Stadt Nürnberg		X	
Resilio Smart Green Roofs Amsterdam			X
QTrees	X	X	
Care4Green		X	
KLIPS	X		

6. Bestandsanalyse - Bestehende Literatur & Expertisen zum Thema

Fernerkundung zum Grünmonitoring:

https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/exwost/Studien/2015/stadtgruen/01_Start.html?pos=2

Bestand und Entwicklung im digitalen Grünflächenmanagement:

<https://stadtundgruen.de/artikel/bestand-und-entwicklung-im-digitalen-gruenflaechenmanagement-5373.html?L=&cHash=9e0f07f40de259346306dba050e0ecaa>

Partizipation in der Grünflächenplanung:

https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2019/Leitfaden_Partizipation_in_der_Gr%C3%BCnfl%C3%A4chenplanung.pdf

https://www.ioew.de/publikation/partizipation_in_der_gruenflaechenplanung/

Forschungsprojekt für die digitale Wasserstadt – europaweite Modellprojekte:

<https://www.digital-water.city/>

Forschungsprojekte Resilienz:

Smartilience

Smart City Dialog: Verbesserung der urbanen Resilienz

UBA: Naturbasierte Lösungen für klimaresiliente europäische Städte

Handlungsleitfaden Daten und Informationsmanagement Klimafolgen und -anpassung:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse/2-verwundbarkeit/23-wie-koennen-sie-verwundbarkeiten-priorisieren>

Literaturverzeichnis

Alexandrakis, J.; Weber, H.; Karohs, K.; Diemel, H.-L.; Böhm, B., 2021: Reallabor und dann? Wissenstransfer in die Öffentlichkeit. In: Göhlich, D.; Raab, A. F. (Hrsg.): *Mobility2Grid -Sektorenübergreifende Energie- und Verkehrswende*. Berlin, Heidelberg: 233–256. Zugriff: https://doi.org/10.1007/978-3-662-62629-0_8 [abgerufen am 11.09.2023].

Biggs, R.; Schlüter, M.; Schoon, M., 2015: *Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems*. Cambridge. Zugriff: <https://doi.org/10.1017/CBO9781316014240> [abgerufen am 11.09.2023].

Boos, U. C.; Reichenbacher, T.; Kiefer, P.; Sailer, C., 2023: An augmented reality study for public participation in urban planning. *Journal of Location Based Services*, 17. Jg. (1): 48–77. Zugriff: <https://doi.org/10.1080/17489725.2022.2086309> [abgerufen am 12.09.2023].

BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, o. J.: *LoRaWAN – der Weg zur Smart City*. Zugriff: <https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Stadt.Land.Digital/Beitraege/WettbewerbStadtLandDigital/lorawan-der-weg-zur-smart-city.html> [abgerufen am 10.08.2023].

Braaksma, E., o. J.: *RESILIO - Het slimme daken project in Amsterdam*. RESILIO. Zugriff: <https://resilio.amsterdam/en/> [abgerufen am 20.07.2023].

Brunzel, M.; Ostrau, S.; Schulze-Vorberg, M.; Selle, M., 2022: *Kommunen als Erfolgsfaktor der digitalen Transformation*. Zugriff: <https://kopo.de/blog/2022/10/04/kommunen-als-erfolgsfaktor-der-digitalen-transformation/> [abgerufen am 17.11.2023]

Bundesregierung, 2023: *Vorsorgende Klimaanpassung erforderlich – Bundes-Klimaanpassungsgesetz beschlossen*. Zugriff: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/gesetzesvorhaben/bundes-klimaanpassungsgesetz-2202086> [abgerufen am 17.11.2023]

Bundesregierung, o.J.: *Digitalisierung leben – Chancen und Möglichkeiten im Alltag*. Zugriff: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitalisierung/digitalisierung-leben-2073000> [abgerufen am 17.11.2023]

De Biase, A.; Marelli, C. M.; Zaza, O., 2018: *Urban Nature in the Digital Age From Collective Urban Gardens to Individual Micro-Landscapes*. *Built Environment*, 44 Jg. (3): 354–373. Zugriff: <https://doi.org/10.2148/benv.44.3.354> [abgerufen am 12.09.2023].

Enfors-Kautsky, E.; Järnberg, L.; Quinlan, A.; Ryan, P., 2021: *Wayfinder: A new generation of resilience practice*. *Ecology and Society*, 26. Jg. (2): 39. Zugriff: <https://doi.org/10.5751/ES-12176-260239> [abgerufen am 12.09.2023].

Europäische Union, 2022: EU-Verordnung über die Wiederherstellung der Natur: Festlegung verbindlicher Ziele für gesunde Ökosysteme/Think Tank/Europäisches Parlament. Zugriff: [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/de/document/EPRS_BRI\(2022\)738183](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/de/document/EPRS_BRI(2022)738183) [abgerufen am 11.09.2023].

Hanusch, M., 2018: Monitoring. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung. Hannover: 1563–1575.

Felker, J.; Flamm, L.; Lind, F.; Langenbrinck, G.; Becker, C. W., 2022: Das Weißbuch Stadtgrün in der Umsetzung: Querauswertung der Forschungen und strategischer Ausblick. Zugriff: https://www.urbanizers.de/wp-content/uploads/2022/04/Querauswertung_vorla%CC%88ufig.pdf [abgerufen am 15.09.2023].

Iranmanesh, A.; Atun, R. A., 2018: Exploring the spatial distribution of geo-tagged Twitter feeds via street-centrality measures. *URBAN DESIGN International*, 23. Jg. (4): 293–306. Zugriff: <https://doi.org/10.1057/s41289-018-0073-0> [abgerufen am 12.09.2023].

Lahdelma, R.; Salminen, P.; Hokkanen, J., 2000: Using Multicriteria Methods in Environmental Planning and Management. *Environmental Management*, 26. Jg. (6): 595–605. Zugriff: <https://doi.org/10.1007/s002670010118> [abgerufen am 11.09.2023].

Lange, S.; Santarius, T., 2018: *Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*. München.

Lindemann-Matthies, P.; Brieger, H., 2016: Does urban gardening increase aesthetic quality of urban areas? A case study from Germany. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17. Jg.: 33–41. Zugriff: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.010> [abgerufen am 11.09.2023].

Maykus, S., 2016: Zusammenführung von Planungsdaten als Managementaufgabe – Strategien einer Datenbasierung kommunalen Bildungsmanagements. In: Bienek, M.; Holmgaard, M. (Hrsg.): *Bildungsmonitoring und kommunales Datenmanagement: Die Verschränkung von Datenbeständen als Grundlage für kommunales Bildungsmanagement*. Münster: 9–19.

Muehlhaus, S. L.; Eghtebas, C.; Seifert, N.; Schubert, G.; Petzold, F.; Klinker, G., 2023: Game.UP: Gamified Urban Planning Participation Enhancing Exploration, Motivation, and Interactions. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39. Jg. (2): 331–347. Zugriff: <https://doi.org/10.1080/10447318.2021.2012379> [abgerufen am 10.08.2023].

Randhahn, A.; Kerbusch, J.; Gaaß, M.; Richter, D., 2020: Digitalisierung – Segen oder Fluch für den Klimaschutz? In: Wittpahl, V. (Hrsg.): *Klima*. Berlin, Heidelberg: 180–194.

Riousset, P.; Schulz, L.; Mohaupt, F., 2019: Partizipation in der Grünflächenplanung. Zugriff: https://www.ioew.de/publikation/partizipation_in_der_gruenflaechenplanung [abgerufen am 10.08.2023].

Schneider, A.-K.; Strohbach, M. W.; App, M.; Schröder, B., 2020: The 'GartenApp': Assessing and Communicating the Ecological Potential of Private Gardens. *Sustainability*, 12. Jg. (1): 95. Zugriff: <https://doi.org/10.3390/su12010095> [abgerufen am 11.09.2023].

Sellberg, M.; Quinlan, A.; Preiser, R.; Malmborg, K.; Peterson, G., 2021: Engaging with complexity in resilience practice. *Ecology and Society*, 26. Jg. (3): 8. Zugriff: <https://doi.org/10.5751/ES-12311-260308> [abgerufen am 10.08.2023].

Terkessidis, M., 2015: *Kollaboration*. Berlin.