

DIGITALE PLANUNG BLAU-GRÜNER INFRASTRUKTUR

DER BGI-PLANER: EIN AGILES TOOL FÜR EINE KLIMA-RESILIENTE STADTENTWICKLUNG

Mit dem Projekt «SmartWater» entsteht derzeit ein digitales Stadtplanungstool: der Blau-Grüne Infrastrukturplaner, kurz BGI-Planer. Er soll Massnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung frühzeitig in Planungsprozesse integrieren und damit die Klimaresilienz urbaner Räume stärken. Erste Simulationen in Berliner Pilotgebieten zeigen, wie blau-grüne Infrastruktur Überflutungsrisiken mindern, urbane Hitze reduzieren und Gewässer entlasten kann.

*Franziska Knoche; Paul Schütz; Francesco Del Punta; Lisa Junghans; Andreas Matzinger, Kompetenzzentrum Wasser Berlin
Tabea Bröcker; Svenja Kriegebaum, Berliner Wasserbetriebe
Felix Knopf, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen
Hanna Meyer, Berliner Regenwasseragentur*

RÉSUMÉ

PLANIFICATION NUMÉRIQUE DES INFRASTRUCTURES BLEUES ET VERTES

Le projet «SmartWater» développe un outil numérique d'urbanisme, le planificateur d'infrastructures bleues et vertes (planificateur IBV), afin d'intégrer à un stade précoce des mesures de gestion décentralisée des eaux pluviales dans les processus de planification. L'objectif est de renforcer la résilience climatique des espaces urbains, de réduire les risques d'inondation, de diminuer la chaleur urbaine et de réduire la pollution des eaux berlinoises. Le planificateur IBV repose sur une structure modulaire et associe des géodonnées, des listes de contrôle et des simulations d'effets. Dans deux zones pilotes berlinoises, les effets des infrastructures bleues et vertes sont analysés à l'aide de modèles, en matière d'inondations, de pollution des cours d'eau, de climat urbain et de régime hydrique. Des outils de modélisation éprouvés, tels que *InfoWorks ICM*, *Gerris/Hydrax/QSim*, *ENVI-met* et *Abimo*, sont utilisés. Les premiers résultats de simulations confirment l'efficacité des mesures sélectionnées et constituent la base de modèles d'évaluation simplifiés dans l'outil. À l'avenir, le planificateur IBV sera utilisé comme outil numérique dans l'administration berlinoise afin de promouvoir un développement urbain durable et adapté au climat.

EINLEITUNG

Die Herausforderungen des Klimawandels, wie etwa Starkregen, Überflutungen, Hitze und Trockenperioden, nehmen kontinuierlich zu. Gleichzeitig verstärken die zunehmende Versiegelung urbaner Flächen und die Belastung der Gewässer, insbesondere durch Mischwasserüberläufe, die Notwendigkeit einer Anpassung des Regenwassermanagements, vor allem in Städten. Um die Resilienz urbaner Räume zu stärken und die Lebensqualität zu sichern, setzen viele Kommunen auf Strategien zur Klimaanpassung, die eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung durch grüne und blaue Infrastrukturen anstelle der herkömmlichen Ableitung in die Kanalisation fördern.

Im Rahmen des Projekts «SmartWater» wird ein digitales Tool zur Unterstützung der frühzeitigen Integration von blau-grüner Infrastruktur in die städtischen Planungsprozesse entwickelt: der BGI-Planer. Ziel ist es, urbane Hitzeinseln zu reduzieren, Überflutungsrisiken zu minimieren und die Gewässerbelastung durch nachhaltiges Regenwassermanagement zu verringern. Zudem wird der Einfluss geplanter Massnahmen auf den Wasserhaushalt analysiert, um eine ressourcenschonende und klimaangepasste Stadtentwicklung zu unterstützen.

Kontakt: F. Knoche, franziska.knoche@kompetenz-wasser.de

METHODIK

Insgesamt werden drei digitale Tools im Rahmen des «SmartWater»-Projekts entwickelt, die die Klimaresilienz Berlins fördern sollen:

- ein Online-Portal zur Information und Visualisierung von Starkregen- und Überflutungsgefahren
- ein Spiel zur Information und Sensibilisierung für blau-grüne Infrastruktur sowie zur Vermittlung der Effekte von blau-grünen Infrastrukturen sowie
- ein Tool zur frühzeitigen Integration von Klimaanpassungsmassnahmen in Stadtplanungsprozesse

In den folgenden Abschnitten wird das letztgenannte Tool, der BGI-Planer, mit besonderem Fokus auf die darin implementierte Effektbewertung vorgestellt.

BGI-PLANER – STADTPLANUNGSTOOL FÜR BLAU-GRÜNE INFRASTRUKTUR

Der Blau-Grüne Infrastruktur-Planer (BGI-Planer) wird als kartenbasierte Webanwendung entwickelt, um die Berliner Verwaltung dabei zu unterstützen, blau-grüne Infrastrukturmassnahmen in Planungsprozesse zu integrieren. Das Ziel besteht darin, die Klimaresilienz Berlins zu stärken durch die Förderung dezentraler Regenwasserbewirtschaftung, insbesondere im Hinblick auf Starkregen, Hitze, den Wasserhaushalt sowie den Schutz der Berliner Gewässer. Das Tool soll strategische Entscheidungen in

frühen Planungsphasen erleichtern und in späteren Phasen die Umsetzung konkreter Massnahmen unterstützen. Zu diesem Zweck wurde ein modularer Aufbau entwickelt (vgl. Fig. 1), der einen Einstieg an verschiedenen Stellen ermöglicht – je nach Planungsverfahren, Planungsphase und Vorkenntnissen zum Projektgebiet. Relevante Daten werden frühzeitig bereitgestellt durch die Verknüpfung zu aktuellen Umwelt- und Geodaten aus dem Umweltatlas sowie dem Geoportal Berlins [1, 2]. Auf Basis von Geodaten und Checklisten werden Handlungsbedarfe abgeleitet und Machbarkeiten analysiert. So werden z.B. Informationen zu Starkregenrisiken, Versiegelungsgraden, Hitzeinseln bzw. Abkopplungspotenzialen oder Dachbegrünungspotenzialen anschaulich dargestellt.

Figur 1 zeigt den modularen Aufbau des BGI-Planers und verdeutlicht die zugrunde liegende Struktur. Der Planungsprozess beginnt mit der Anlage eines Projekts, in dem grundlegende Informationen wie Projektname, Projektbeschreibung, Gebietsauswahl und Anwendungsfall festgelegt werden. Anschliessend unterstützen vier aufeinander abgestimmte Module die Nutzerinnen und Nutzer dabei, geeignete Massnahmen zu identifizieren, zu bewerten und zu dokumentieren:

Modul «Handlungsbedarfe analysieren»

Im Modul werden auf Basis von Karten und einer Checkliste relevante Problem-

lagen wie Hitze- oder Überflutungsrisiken identifiziert.

Modul «Machbarkeiten von Massnahmen prüfen»

Das Modul analysiert mithilfe derselben Datenquellen, in welchen Bereichen des Projektgebiets Massnahmen überhaupt umsetzbar sind, und zeigt entsprechende Handlungsräume auf.

Modul «Massnahmen planen»

In diesem Modul können geeignete Massnahmen aus einem vorhandenen Massnahmenpool ausgewählt und zu konkreten Szenarien und Varianten zusammengestellt werden.

Modul «Effekte von Massnahmen bewerten»

Die geplanten Massnahmen fliessen schliesslich in das Modul «Effekte von Massnahmen bewerten» ein, in dem die Auswirkungen auf verschiedene Umweltaspekte – wie Stadtklima, Überflutung, Wasserhaushalt oder Gewässerschutz – analysiert und in Form von Kennwerten und Grafiken aufbereitet werden. Diese Effektbewertung erfolgt mithilfe verschiedener Modelle und Modellketten, die in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben werden.

Alle Bearbeitungsschritte werden kontinuierlich in einer Log-Datei bzw. einem Verlaufsprotokoll dokumentiert. Abschliessend können die Ergebnisse projektbezogen in einem Bericht zusammen-

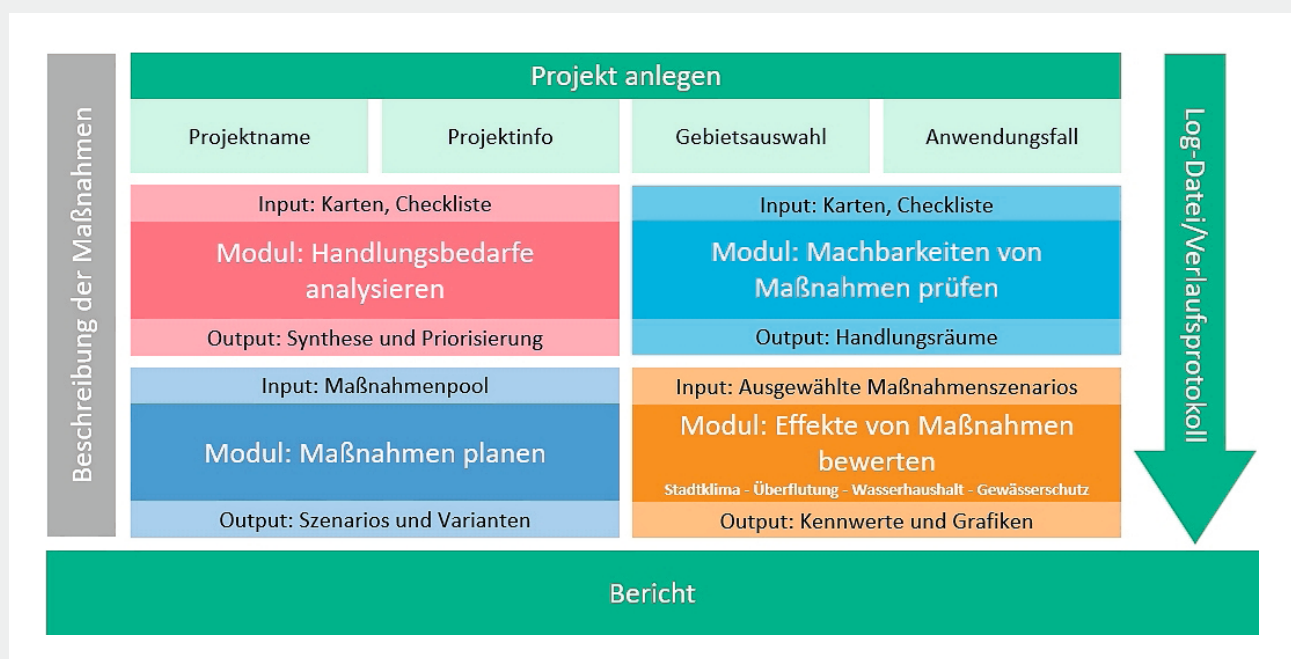


Fig. 1 Modularer Aufbau des BGI-Planers.

mengeführt und für weitere planerische Prozesse oder die Kommunikation mit Beteiligten genutzt werden.

MODELLIERUNG DER EFFEKTE VON BGI UND ERSTE ERGEBNISSE

Das Modul zur Effektbewertung im BGI-Planer dient der quantitativen Abschätzung der Auswirkungen geplanter Massnahmen auf zentrale Umweltziele wie Überflutungsschutz, Gewässerqualität, Stadtklima und Wasserhaushalt. Hierzu werden modellbasierte Simulationsansätze genutzt. Die Modelle ermöglichen es, unterschiedliche Umsetzungsszena-

rien zu analysieren und vergleichend zu bewerten. Die Wirkung der Massnahmen wird exemplarisch in zwei Berliner Pilotquartieren untersucht – einem Neubaugebiet und einem verdichteten Bestandsgebiet –, um unterschiedliche städtebauliche Kontexte abzubilden.

PILOTGEBIETE

Die Modellierungen zur Bewertung der Effekte blau-grüner Infrastruktur werden in zwei Berliner Pilotquartieren angewendet: im Neubaugebiet «Alte Schäferei» in Pankow und im Bestandsgebiet «Ostkreuzkiez» in Friedrichshain-Kreuzberg. Diese Quartiere unterscheiden sich stark

in ihrer baulichen Struktur, Nutzung und planerischen Ausgangslage und erlauben dadurch eine praxisnahe Validierung der Modellansätze unter realitätsnahen Bedingungen.

Die «Alte Schäferei» in Französisch Buchholz soll als nachhaltiges Stadtquartier entwickelt werden. Neben Wohnraum sind öffentliche Grünflächen und Bildungseinrichtungen vorgesehen. Eine autoarme Verkehrsführung sowie ein nachhaltiges Regenwassermanagement sollen die Flächenversiegelung minimieren, Regenwasser vor Ort zurückhalten und durch Verdunstung sowie Begrünung zur Hitzereduktion beitragen.

Der «Ostkreuzkiez» in Friedrichshain ist ein dicht bebautes Gründerzeitviertel mit begrenzten Grünflächen und hoher Hitzebelastung im Sommer. Trotz lokaler Begrünungsinitiativen ist hier für eine klimafreundliche Umgestaltung eine umfassende, ressortübergreifende Planung erforderlich.

ÜBERFLUTUNG

Für die Überflutungsmodellierung des Pilotquartiers «Ostkreuzkiez» wurde ein 2D-Oberflächenabflussmodell mit dem Softwareprodukt *InfoWorks ICM* entwickelt und mit einem 1D-Kanalnetzmodell gekoppelt. In diesem Zusammenhang dienen Strassenabläufe und Schachtdeckel als Zufluss der 2D-Oberfläche in das Kanalnetz bzw. bei Überstau als Auslass vom Kanalnetz auf die 2D-Oberfläche.

In einem ersten Schritt wurden Überflutungsschwerpunkte für ausgewählte Starkregenereignisse im Bestandsgebiet ermittelt. Die Ergebnisse dieser Modellierung sollen perspektivisch auch für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten für Berlin genutzt werden. Darauf aufbauend werden die Effekte verschiedener blau-grüner Infrastrukturmassnahmen auf die Überflutungsgefährdung verglichen und ausgewertet. Für das Pilotquartier «Alte Schäferei» wurde bislang noch kein Kanalnetz angelegt. Aus diesem Grund ist für die Modellierung des Neubaugebiets ein vereinfachtes 2D-Oberflächenabflussmodell ohne Kanalnetz auf Grundlage der aktuellen Planungen vorgesehen.

In den Figuren 2 und 3 sind beispielhaft erste Simulationsergebnisse für ein Teilgebiet des «Ostkreuzkiezes» dargestellt [3]. Sie zeigen Wasserstände sowie die Überflutungsflächen während eines 30-jährlichen Regens (*Euler-Typ II*, 60 Minuten, Simulationszeit 120 Minuten)

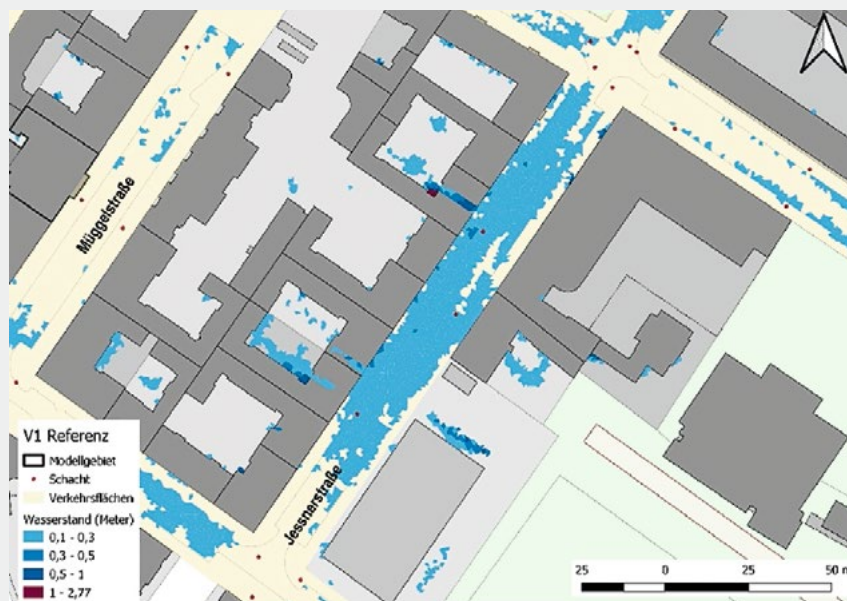


Fig. 2 Wasserstände im Ist-Zustand bei einem 30-jährlichen Regen (*Euler-Typ II*) in einem Teilgebiet des «Ostkreuzkiezes».

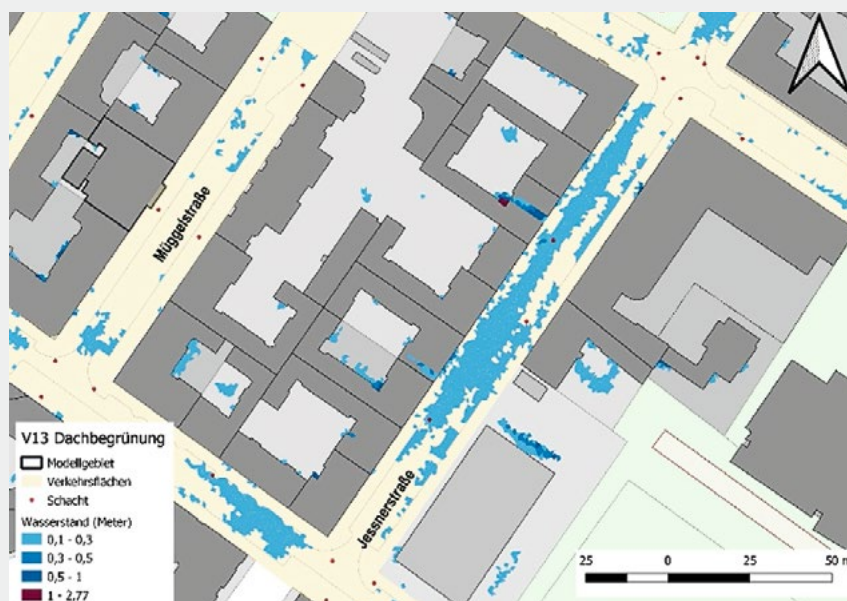


Fig. 3 Wasserstände im Szenario mit 25% Dachbegrünung bei einem 30-jährlichen Regen (*Euler-Typ II*) in einem Teilgebiet des «Ostkreuzkiezes».

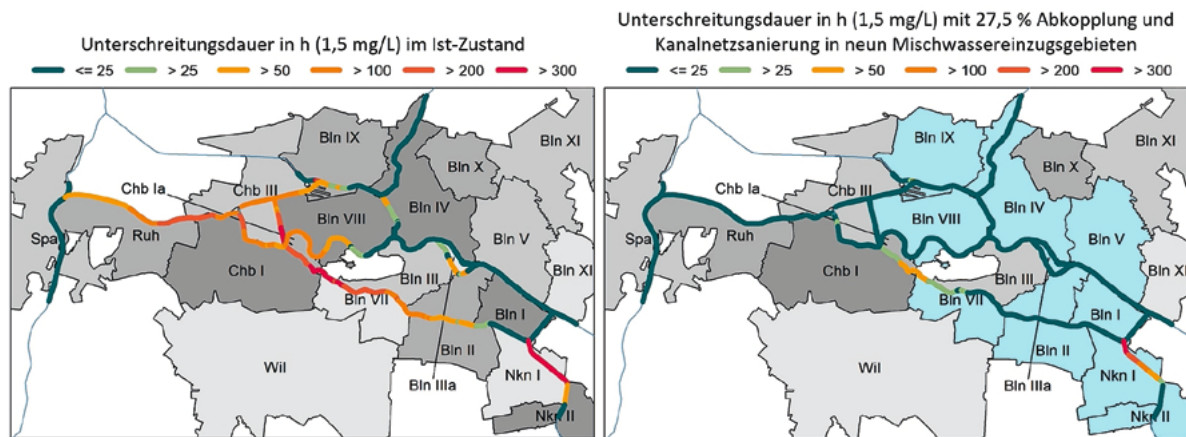


Fig. 4 Links: Ist-Zustand; Unterschreitungsdauer in Stunden für 14 reale Niederschlagsereignisse mit Mischwasserüberläufen in die Berliner Fließgewässer; grau markiert: Mischwassereinzugsgebiete.

Rechts: Unterschreitungsdauer in Stunden für 14 reale Niederschlagsereignisse mit Mischwasserüberläufen in die Berliner Fließgewässer im Szenario mit einer Oberflächenabkopplung von 27,5%; hellblau markiert: sanierte Mischwassereinzugsgebiete.

in einem Teilgebiet des Kiezes im Ist-Zustand sowie im Szenario mit 25-prozentiger extensiver Dachbegrünung.

GEWÄSSERBELASTUNG

Zur Bewertung der positiven Effekte blau-grüner Infrastruktur auf die Reduktion von Mischwasserüberläufen und die Gewässerbelastung Berliner Fließgewässer liegt bereits eine Modellkette mit verschiedenen Abkopplungsszenarien vor [4]. Das Bewertungstool basiert auf einer Modellkette aus dem Kanalnetzmodell der Berliner Mischkanalisation in der Software *InfoWorks ICM* und dem Gewässergütemodell in der Software *Gerris/Hydrax/QSim*. Diese decken das gesamte Berliner Mischsystem und alle aufnehmenden Fließgewässer ab, einschliesslich 18 Mischwassereinzugsgebieten, 17 Hauptpumpwerken und 176 Mischwasserauslässen. *Figur 4* zeigt das Simulationsergebnis für ein Beispielszenario. Dargestellt sind die Dauer der kritischen O₂-Ereignisse in den Berliner Oberflächengewässern für 14 reale Niederschlagsereignisse in Form von georeferenzierten Isolinien. Zudem ist ein Vergleich zwischen dem Ist-Zustand (*links*) und einem Beispielszenario (*rechts*) zu sehen, bei dem die angeschlossene, undurchlässige Fläche um 27,5% abgekoppelt und das Kanalnetz in neun Mischwassereinzugsgebieten saniert wurde (*hellblau markiert*).

Auf Grundlage der vorliegenden Abkopplungsszenarien soll ein vereinfachtes,

datenbasiertes Modell entwickelt werden, das eine Echtzeit-Simulation im Rahmen der Tool-Anwendung ermöglicht.

STADTKLIMA

Die Stadtklimamodellierung erfolgt mit der Software *ENVI-met* (2D/3D). Typische Berliner Stadtstrukturtypen aus dem Geoportal Berlin (*SenStadt*, 2025a), wie Gründerzeitbauten und Stadtplätze, werden für drei verschiedene Klimaszenarien (Sommertag, Hitzetag, Tropennacht) simuliert. Dies erfolgt sowohl für den Ist-Zustand als auch für verschiedene Ausbauszenarien von blau-grünen Infrastrukturmassnahmen. Durch eine lokale Monitoringkampagne werden die Simulationsergebnisse kalibriert und validiert. Anschliessend werden die Ergebnisse im

BGI-Planer hinterlegt und miteinander kombiniert, sodass neue Szenarien durch Interpolation bestehender Simulationen erstellt werden können.

Für die Modellerstellung wurden die öffentlichen Daten aus dem Berliner Geoportal verwendet. Durch Oberflächen-, Gebäude-, Baum-, Gewässer- und Grünflächendaten, wird der Ist-Zustand des Planungsgebietes in 3D dargestellt (*vgl. Fig. 5*). Die Eingangsdaten für die verschiedenen Simulationen werden über eine *Barani MeteoHelix*-Wetterstation im Planungsgebiet ermittelt. Die Modellergebnisse werden über 30 *LoRaWAN*-Temperatursensoren, die an unterschiedlichen Standorten (Gründächer, Strassenraum etc.) im Pilotgebiet «Ostkreuzkiez» ausgebracht sind, kalibriert und validiert. Nachfolgend ist

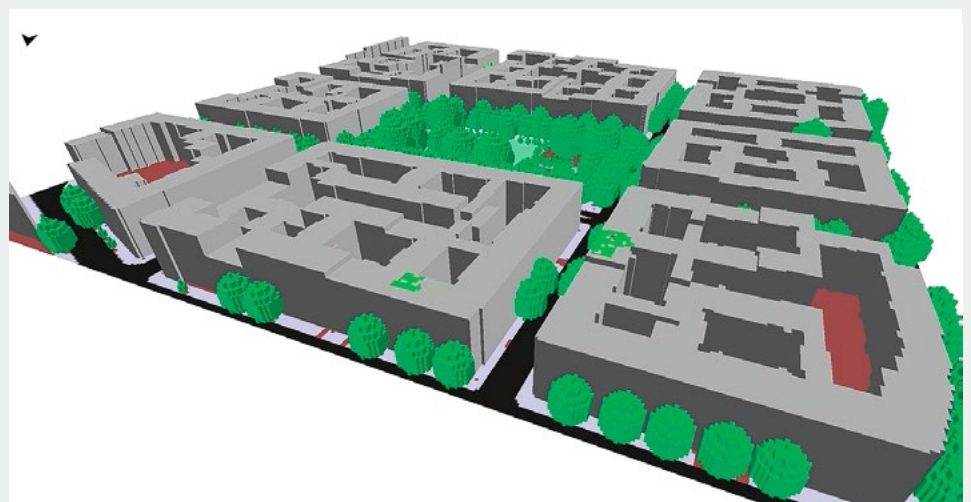


Fig. 5 Teile des Planungsgebiets als 3D-Darstellung.

ein beispielhaftes Stadtklimaszenario dargestellt. In *Figur 6 links* sind der reale Ist-Zustand in Berlin, der Ist-Zustand im Modell und das Begrünungsszenario im Modell abgebildet. Für das Begrünungsszenario wurden vorhandene Parkplätze entsiegelt sowie Fassaden und Dächer begrünt.

Figur 6 rechts zeigt die Temperaturdifferenz der beiden Szenarien als 2D-Schnitt in einer Höhe von 1,5 Metern – also etwas unter Kopfhöhe einer stehenden Person. In Bereichen mit verstärkter Begrünung ergab die Simulation im Modell deutlich niedrigere Temperaturen mit einer Abkühlung von bis zu 1,8 °C.

Für den BGI-Planer ist geplant, die gängigsten Stadtstrukturtypen innerhalb des Pilotgebiets «Ostkreuzkiez» abzubilden und mit unterschiedlichen BGI-Szenarien zu modellieren.

WASSERHAUSHALT

Zur Abschätzung der Auswirkungen blau-grüner Infrastruktur auf den urbanen Wasserhaushalt wird eine weiterentwickelte Version der Software *Abimo* [5, 6] verwendet. *Abimo* modelliert die Komponenten Oberflächenabfluss, Verdunstung und Versickerung des langfristigen Wasserhaushalts in Gesamt-Berlin auf Basis von Klimadaten, Landnutzungsdaten und relevanten naturräumlichen Parametern. Die Gesamtabweichung des urbanen Wasserhaushalts vom natürlichen Zustand wird durch den Parameter ΔW in Prozent ermittelt, indem Evapotranspiration, Infiltration und Oberflächenabfluss mit ihren natürlichen Referenzwerten verglichen werden.

Die im Berliner Umweltatlas [2] verfügbaren Daten zum Dachbegrünungspotenzial wurden genutzt, um drei Umsetzungs-

szenarien für den «Ostkreuzkiez» zu entwickeln: Begrünung aller Dächer mit einer Neigung von null bis fünf Grad ohne Denkmalschutz (entspricht 19% der Dachflächen im «Ostkreuzkiez»), Begrünung aller Dächer mit bis zu 15 Grad Neigung einschliesslich denkmalgeschützter Gebäude (entspricht 44%) sowie vollständige Begrünung aller Dächer unabhängig von Neigung oder Schutzstatus (vgl. *Fig. 7*). Diese Begrünungsvarianten wurden in *Abimo* als extensive Dachbegrünung modelliert und der Parameter ΔW wurde entsprechend für jedes Szenario neu berechnet.

AUSBLICK

Der BGI-Planer wird in einem agilen Prozess in enger Zusammenarbeit mit Planer:innen entwickelt, um seine Integ-

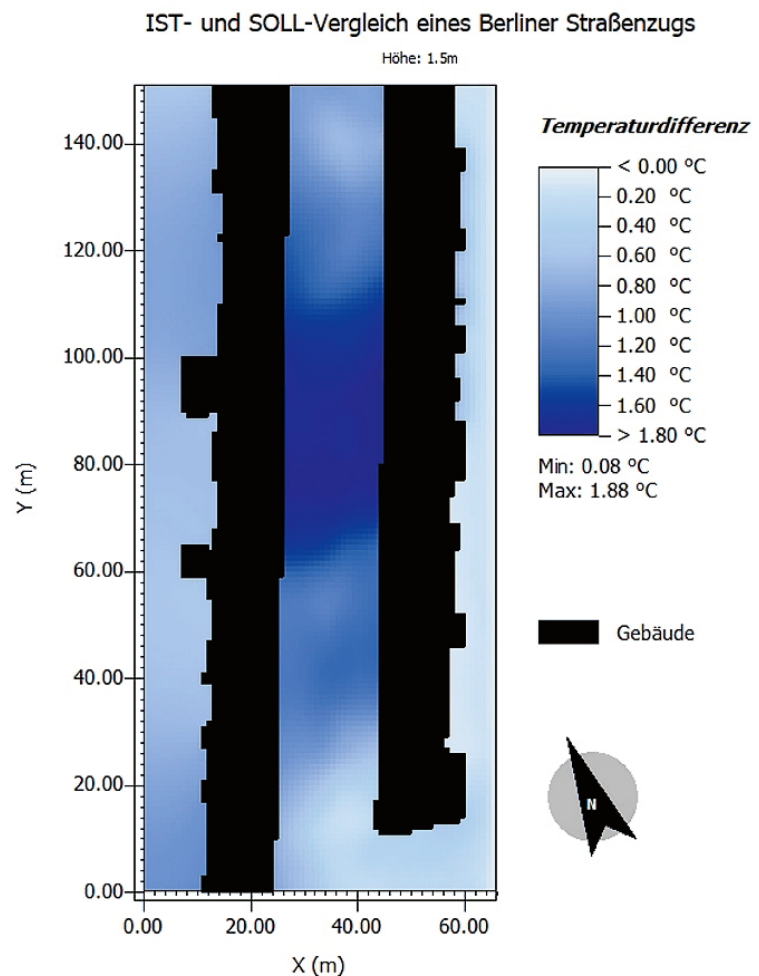


Fig. 6 Links von oben: Modellerstellung Ist-Realität, Ist-Modell, Szenario-Modell. Rechts: Differenz der Temperatur zwischen Ist- und BGI-Szenario.

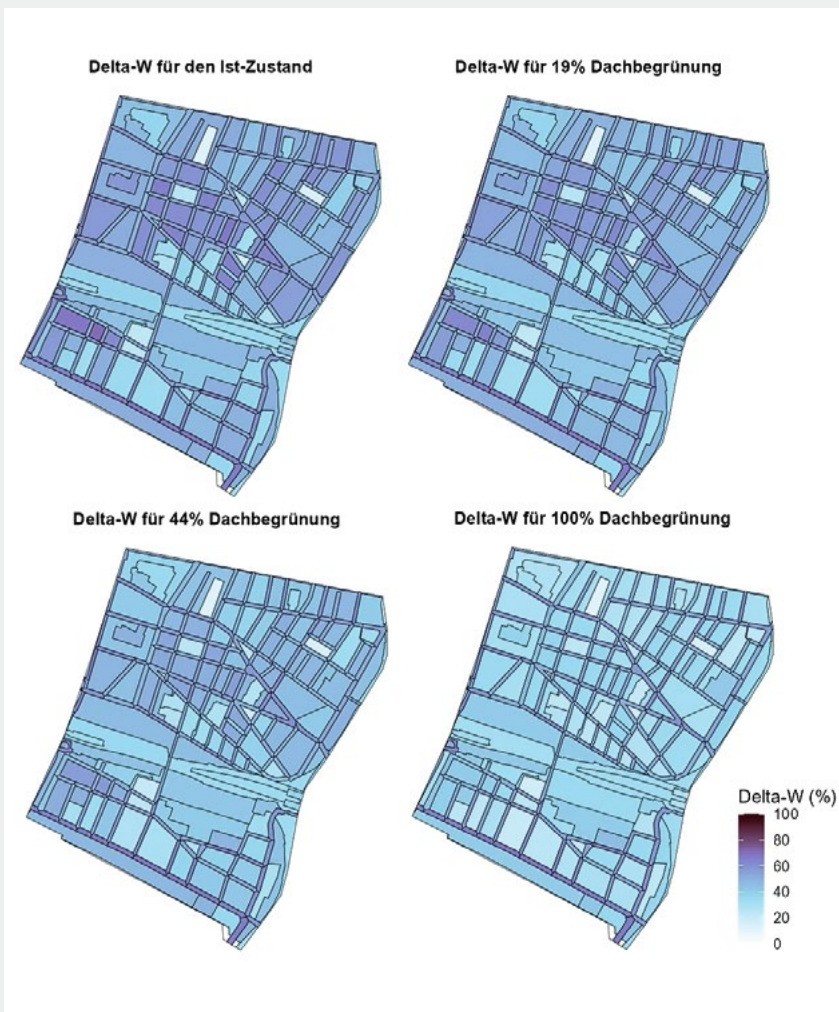


Fig. 7 Erste Simulationsergebnisse; Delta W in Prozent für den Ist-Zustand und für 19%, 44% sowie 100% extensiver Dachbegrünung im Pilotgebiet «Ostkreuzkiez».

ration als zentrales Werkzeug in der Berliner Verwaltung sicherzustellen. Geplant ist die Erstellung eines *Click-Dummys* der Anwendungsoberfläche, der regelmässig getestet und optimiert wird. Die Programmierung des Prototyps beginnt im Herbst 2025.

Die Erstellung der Modelle zur Effektbewertung ist bereits teilweise abgeschlossen. Erste Simulationen zeigen den

nicht-linearen Zusammenhang zwischen Ausprägung der blau-grünen Infrastruktur und der Reduktion der Überflutungshöhe. Zudem belegen Simulationen verschiedener Abkopplungsszenarien, dass eine Oberflächenabkopplung von 20 bis 40% in allen Mischwassereinzugsgebieten erforderlich ist, um eine deutliche Verbesserung der Gewässerqualität zu erzielen. Die zurzeit laufende Untersuchung der

Relation zwischen klimabedingten Risiken und urbanem Wasserhaushalt kann die Erstellung vereinfachter Modelle für den BGI-Planer ermöglichen. Darüber hinaus wird derzeit auch eine Auswahl an Massnahmen der blau-grünen Infrastruktur für die Szenarienrechnung und den BGI-Planer erstellt.

Mit diesen Ergebnissen wird der BGI-Planer schliesslich als digitales Verwaltungstool dazu beitragen, eine effizientere, nachhaltigere und reaktionsfähigere Gestaltung urbaner Räume zu ermöglichen und somit die klimaresiliente Stadtentwicklung zu fördern.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SenStadt (2025a): Geoportal Berlin. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, 2025. <https://www.berlin.de/sen/sbw/stadtdaten/geoportal/>
- [2] SenStadt (2025b): Umweltatlas Berlin. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen Berlin, 2025. <https://www.berlin.de/umwelt-atlas/>
- [3] Reinhart, L. (2024): Blau-grüne Infrastruktur: Eine Analyse dezentraler Rückhaltepotenziale für Regenwasser anhand von Überflutungssimulationen. Bachelorarbeit, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
- [4] Knoche, F. et al. (2024): Perspektiven für den urbanen Gewässerschutz durch dezentrales Regenwassermanagement. Konferenzbeitrag, Aqua Urbanica 2024, Scientific Board der Aqua Urbanica, Graz
- [5] Rachimow, C.; Rachimow, M. (2009): Abimo3.2 – Abflussbildungsmodell. Algorithmus zum Bagrov-Glugla-Verfahren für die Berechnung langjähriger Mittelwerte des Wasserhaushalts (Version 3.2), Beschreibung des Verfahrens zur Behandlung grundstücksbezogener Daten
- [6] Del Punta, F. et al. (2024): Adaptation and Transfer of the Urban Water Balance Model Abimo, Konferenzbeitrag, 16th International Conference on Urban Drainage, Delft