



Maja Richter, Nicole Schubbe, Pierre Gras

Urbane digitale Zwillinge für die Stadtplanung

Beispiele aus Hamburg

Mithilfe urbaner digitaler Zwillinge lassen sich Städte und Kommunen in vielfältiger Form digital abbilden. Das Zusammenspiel von verschiedenen Daten, Analysen und Softwareanwendungen innerhalb von Zwillingen ermöglicht es, vielfältige Fragestellungen zu untersuchen und zu beantworten. Beispielweise können urbane digitale Zwillinge in der Stadtplanung zur Analyse unterschiedlicher Planungsszenarien oder zur Prüfung von Bauvorhaben genutzt werden. Die unterschiedlichen fachspezifischen Zwillinge einer Kommune können auf einer gemeinsamen Grundlage, dem Geobasiszwillling, aufbauen und somit einfach vergleichbare Ergebnisse liefern.

Kennen Sie Computerspiele aus dem Bereich der Stadtplanung wie SimCity oder Cities: Skylines? Dort werden Städte unter Einbeziehung verschiedener Faktoren simuliert. Jede Entscheidung im Spiel hat Einfluss auf die fiktive Stadt. Anders als im realen Städtebau kann bei Fehlentscheidungen aber einfach und schnell neu begonnen werden. Mit urbanen digitalen Zwillingen werden solche wiederholbaren Simulationsszenarien möglich, und verschiedene Bebauungsvarianten können vor der Bautätigkeit realitätsnah beurteilt werden.

Die Idee kommt aus der Industrie, wo ein einzelnes Bauteil digital exakt nachgebildet wird und dann virtuell erprobt werden kann, wie dieses sich in verschiedenen Nutzungsszenarien verhält. Eine Stadt ist deutlich komplexer als ein einzelnes Bauteil, wie beispielsweise ein Motor. Die Fokussierung auf eine konkrete Fragestellung ist in einem urbanen digitalen Zwilling daher sinnvoll und auch notwendig. Somit wird nicht die Umsetzung eines urbanen digitalen Zwillings pro Stadt/Kommune angestrebt, sondern die Erstellung vieler urbaner digitaler Zwillinge, die sich jeweils auf bestimmte Aufgaben konzentrieren, aber untereinander Informationen austauschen können. Insbesondere in der Stadtplanung besteht die Hoffnung, durch den Einsatz von urbanen digitalen Zwillingen Genehmigungsverfahren vereinfachen zu können, Fehlplanung zu minimieren, Bürger früh und effektiv in Planungsprozesse einbeziehen zu können und somit viel Geld und Zeit zu sparen.

Urbane digitale Zwillinge für die Stadtplanung

Urbane digitale Zwillinge können Instrumente für die vereinfachte Bearbeitung verschiedenster stadtplanerischer Vorhaben sein. In der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) können mithilfe dieser Zwillinge beispielsweise sozialräumliche Auswirkungen unterschiedlicher Planungsszenarien betrachtet (vgl. Kapitel Cockpit Städtische

Infrastrukturen), das Planrecht abgebildet und gegen Bauvorhaben geprüft (vgl. Kapitel Zwilling der gebauten und geplanten Stadt) oder digitale Bürgerbeteiligung mit 3D-Visualisierung erlebbar gemacht werden.¹

Entsprechend der jeweiligen Fragestellung werden die urbanen digitalen Zwillinge aus unterschiedlichsten digitalen Ressourcen der Stadt zusammengestellt. Digitale Ressourcen umfassen hierbei verschiedenste Daten, Analysen und Softwareanwendungen. Auch Echtzeitdaten spielen eine wichtige Rolle, weil sie die gegenwärtige Realität abbilden.² Damit die vielfältigen urbanen digitalen Zwillinge miteinander funktionieren können, benötigen sie eine einheitliche Basis, die eine persistente, fachübergreifende Informationsverknüpfung ermöglicht und so einen einheitlichen Interpretationsraum bildet: den Geobasiszwillling (vgl. Kapitel Geobasiszwillling). Die Elemente des Geobasiszwillings können beliebig in fachspezifischen urbanen digitalen Zwillingen genutzt werden, wenn die Informationsbereitstellung auf standardisierten Schnittstellen einer Datenplattform nach DIN SPEC 91537 basiert und so eine herstellerunabhängige Nutzung sichergestellt wird.

Mit dem Projekt Connected Urban Twins (www.connected-urbantwins.de) fördert das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) die Zusammenarbeit von Hamburg, Leipzig und München, mit dem Ziel, urbane digitale Zwillinge für die Stadtentwicklung der Zukunft zu entwickeln. Die drei Städte haben sich intensiv mit der Definition urbaner digitaler Zwillinge beschäftigt und die DIN SPEC 91607 „Urbane digitaler Zwilling für Städte und Kommunen“ initiiert (Schubbe et al. 2023). Insbesondere die DIN SPEC 91607 kann als Anleitung zur Umsetzung kompatibler urbaner digitaler Zwillinge in anderen Kommunen unter der Nutzung freier oder proprietärer Software

¹ Vgl. dazu den Beitrag von Claudius Lieven in diesem Heft

² Open-Source-Echtzeitdateninfrastruktur der FHH: <https://gitlab.opencode.de/lgvhh/udp/hh-udp-iot>



verstanden werden. Eine freie und quelloffene Softwarelösung, die als Nutzerinterface für urbane digitale Zwillinge implementiert werden kann, ist die Masterportal-Software (www.masterportal.org). Eine Adaption dieser Software für interdisziplinäre Planung der städtischen Infrastruktur ist das Cockpit Städtischer Infrastrukturen (CoSI).

Cockpit für Städtische Infrastrukturen (CoSI)

Das Cockpit für Städtische Infrastrukturen (CoSI) wurde vom Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (LGV) zusammen mit dem CityScienceLab der HafenCity Universität in der Freien und Hansestadt Hamburg zur einfachen interdisziplinären Planung städtischer Infrastrukturen entwickelt (Degkwitz et al. 2021). Es ist ein Werkzeug zur Vereinfachung der Arbeit von Expertinnen und Experten. Die Datengrundlage für CoSI wird über die Urban Data Platform Hamburg (www.urbandataplattform.hamburg) mit den herstellerunabhängigen und offenen Schnittstellen (<https://www.ogc.org/standards/wfs>, <https://www.ogc.org/standards/ogcapi-features>) einer Geodateninfrastruktur bereitgestellt. Die Daten beinhalten sozialstatistische Informationen sowie relevante Fachdaten verschiedener Disziplinen, wie beispielsweise ÖPNV-Stationen oder Standorte von Krankenhäusern und Bildungseinrichtungen. Mithilfe dieser Daten können über die CoSI-Oberfläche vielfältige Analysen und Auswertungen durchgeführt werden.

Die Einbindung von Dashboards in die Kartenoberfläche erlaubt einen Vergleich von Kennzahlen zwischen Gebieten und Jahren. Abbildung 1 zeigt beispielhaft einen Vergleich der Anzahl von Haushalten mit Kindern in den Jahren 2012–2020 für ausgewählte Gebiete in Hamburg. Der Inhalt des Dashboards lässt sich nicht nur, wie in Abbildung 1 gezeigt, als Balkendiagramm abbilden, es gibt auch die Möglichkeit, diesen als Linien- und Tortendiagramm darzustellen. Jede dieser Diagramme lässt sich für eine mögliche Weiterverwendung als Bild herunterladen und speichern.

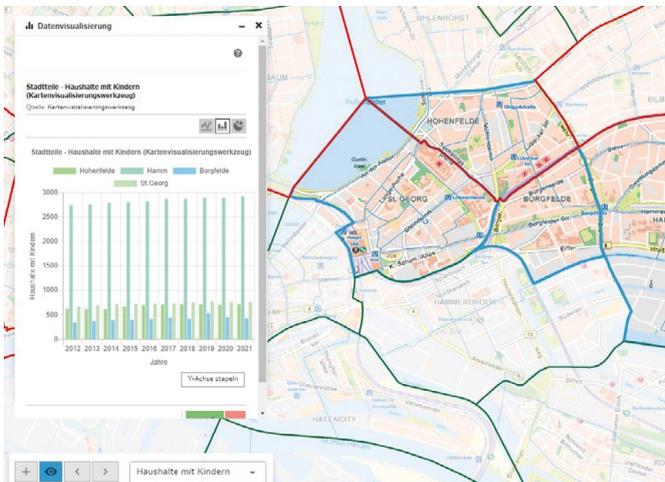


Abb. 1: Vergleich von Kennzahlen in CoSI (Anzahl Haushalte mit Kindern 2012–2020)

Zudem ermöglicht CoSI den Anwenderinnen und Anwendern, Erreichbarkeitsanalysen durchzuführen. Diese Analysen können mithilfe verschiedener Parameter (Verkehrsmittel des Individualverkehrs, Maßeinheit der Entfernung, Entfernung) auf die individuellen Ansprüche der Planerinnen und Planer angepasst werden. So lässt sich beispielsweise abbilden, wie groß die Reichweite einer Person im Rollstuhl innerhalb von 15 Minuten ist (siehe Abb. 2). Zudem kann für die Erreichbarkeit neuer Standorte beispielsweise eine neu zu planende Bushaltestelle simuliert werden.

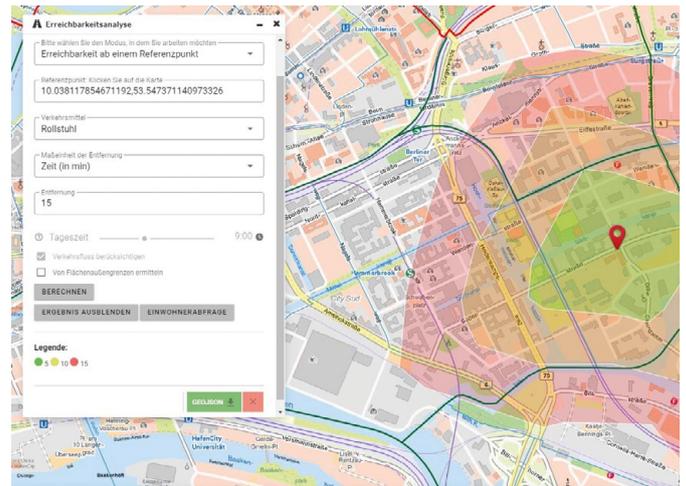


Abb. 2: Erreichbarkeitsanalyse in CoSI (Rollstuhl, 15 Minuten)

Auch parametrische Simulationen – etwa von neuen Wohnquartieren – können mit CoSI umgesetzt werden. Anhand von Parametern, wie Anzahl der Wohneinheiten, durchschnittlicher Haushaltsgröße und Ähnliches, können verschiedene Szenarien getestet werden (siehe Abb. 3). Auf dieses neue Planungsszenario können die oben genannten Analysen, wie die Erreichbarkeitsanalyse, erneut angewandt werden.

CoSI stellt außerdem die Möglichkeit bereit, thematische Vorlagen zu laden. Es können zu ausgewählten Themen thematische Basiskonfigurationen für fachspezifische Analysen eingeladen und direkt verwendet werden. Dies vereinfacht die Nutzung bei sich wiederholenden Planungsprozessen erheblich. Die Besonderheit von CoSI ist die gemeinsame Entwicklung durch eine Vielzahl von städtischen Bedarfsträgern sowie die Initiierung des Projekts durch die Stadtplaner selbst. So konnte ein Produkt entwickelt werden, das die verschiedenen Akteure in der Stadt benötigen, um optimal miteinander zu arbeiten und wiederkehrende Fragestellungen effizient zu lösen. Rückblickend ist CoSI einer der ersten urbanen digitalen Zwillinge Hamburgs, der bereits vor der Prägung des Begriffs entwickelt wurde.

Zwilling der gebauten und geplanten Stadt

Ein weiteres Themengebiet, das durch urbane digitale Zwillinge bearbeitet werden kann, ist die Stadtentwicklung. Aufgrund der Komplexität der Stadtentwicklung ist es nicht



möglich, diese in einem einzigen Zwilling zu subsummieren. Dennoch gibt es die Möglichkeit, bestimmte städtebauliche Konzepte, sozioökonomische Prognosen und planungsrechtliche Leitlinien in Zwillingen abzubilden. Urbane digitale Zwillinge zur Stadtentwicklung können beispielsweise Beteiligungs-, Prüf- oder Genehmigungsverfahren digitalisieren und so weiter vereinfachen (Tegtmeyer et al. 2022).

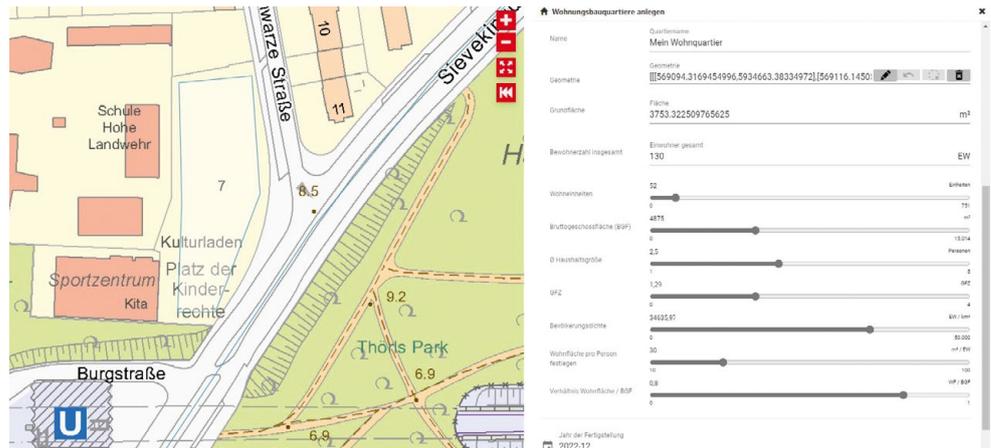


Abb. 3: Parametrische Simulation von neuen Wohnquartieren

Der Kern dieser Zwillinge ist es, die Geobasisinformationen, die die Planwerke der verbindlichen Bauleitplanung verwenden, mit den städtebaulichen Konzepten, die oftmals, wie in der BIM-Methode, in lokalen Koordinatensystemen vorliegen, zu vereinheitlichen sowie ihre Datenmodelle aufzubereiten und zu transformieren. Der hauptsächliche Nutzen solcher Zwillinge liegt in der Visualisierung von planungsrechtlichen Bestimmungen und darin, diese in verschiedenen Datenformaten in der Urban Data Platform bereitzustellen oder Genehmigungsprozesse zu unterstützen. Abbildung 4 zeigt die Verschneidung des 3D-Stadtmodells der FHH mit den 3D-Daten des Planungsrechts auf Basis von XPlanung. Dieser Zwilling kann beispielsweise genutzt werden, um Baupotenziale aufzuzeigen.

In digitalen Beteiligungsverfahren der Stadtgesellschaft, Träger öffentlicher Belange oder weiteren Behörden kommen urbane digitale Zwillinge bereits zum Einsatz.³ Hier steht insbesondere die Visualisierung städtebaulicher Entwurfsideen im Kontext des 3D-Stadtmodells im Fokus, um die Eignung von städtebaulichen Vorhaben im städtischen Umfeld abzubilden. Zudem können innerhalb eines digitalen Modells Auswirkungen eines Entwurfs auf die Umwelt

(Niederschlagsabfluss, Verschattung etc.) digital simuliert und beurteilt werden.

Ein Fokus im Bereich der Stadtplanung liegt auf dem Einsatz von urbanen digitalen Zwillingen im Planungsprozess. Insbesondere Baugenehmigungsverfahren lassen sich mithilfe eines Zwillinges einfacher automatisieren. Hierfür werden Kubaturen und städtebauliche Kennzahlen städtebaulicher Entwürfe gegen strukturierte, auf XPlanung basierende Bauleitpläne (<https://gitlab.opencode.de/diplanung/ozgplanung>) automatisiert geprüft (Tegtmeyer et al. 2022).

Geobasiszwillig

Obgleich die urbanen digitalen Zwillinge einer Stadt verschiedene fachliche Ausprägungen besitzen und auf verschiedenste Fachdaten, Anwendungen und Analysen zurückgreifen, haben sie eine Gemeinsamkeit: Jeder urbane digitale Zwilling benötigt einen Raumbezug sowie eine verbindliche Grundlage, auf der die verwendeten Fachinformationen einheitlich dargestellt werden können: einen einheitlichen Interpretationsraum. Diese Aufgaben werden von einer speziellen Zwillingeninstanz, dem Geobasiszwillig, übernommen. Der Geobasiszwillig ermöglicht die intelligente Vernetzung von gebietsbezogenen Geobasis- und Fachinformationen und bietet die Basis für Simulationen und Analysen. Er ist eine besondere Instanz urbaner digitaler Zwillinge und kann auf verschiedenen organisatorischen Ebenen und in unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung und Auflösung existieren.

3 Vgl. dazu den Beitrag von Claudius Lieven in diesem Heft

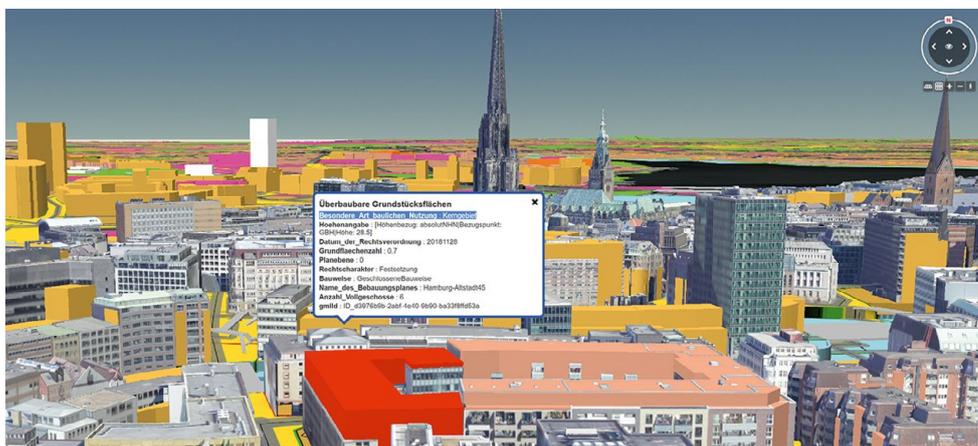


Abb. 4: Verschneidung der bebauten und der geplanten Stadt Hamburg

Fachinformationen und bietet die Basis für Simulationen und Analysen. Er ist eine besondere Instanz urbaner digitaler Zwillinge und kann auf verschiedenen organisatorischen Ebenen und in unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung und Auflösung existieren.

In der Freien und Hansestadt Hamburg umfasst der Geobasiszwillig die Geobasisdaten des Landes (§10 Abs. 1 HmbVermG 2005), wie beispielsweise die



Daten des Liegenschaftskatasters und amtliche Luftbilder sowie ausgewählte Fachdaten von übergreifender Bedeutung, wie der Gebäudebestand in einem 3D-Stadtmodell. Diese Daten bilden in einer ersten Version eine gute Grundlage für den Geobasiszwilling in Hamburg. Dennoch zeigen aktuelle Entwicklungen in Hamburg und anderen Kommunen, dass darüber hinaus weitere Datensätze, wie ein 3D-Stadtmodell und georeferenzierte Panoramabilder und Laserpunktwolken, aus Befahrungen oder anderen Vermessungsprojekten von großer Wichtigkeit sind und in einen Geobasiszwilling der Stadt inkludiert werden sollten (Tegtmeyer et al. 2022). Eine weitere wesentliche Funktionalität des Geobasiszwillings ist eine intelligente Verknüpfung dieser Daten und somit die Schaffung einer verknüpften Einheit. Dies ist im Rahmen des Vermessungsgesetzes noch nicht erfolgt und soll mit dem Geobasiszwilling ermöglicht werden.

Der Geobasiszwilling Hamburg wird innerhalb des Projekts Connected Urban Twins (CUT) entwickelt. Hierfür wird ein Konzept erstellt, um die verschiedenen Komponenten des Geobasiszwillings der Stadt Hamburg zu identifizieren, diese sowohl geometrisch als auch semantisch zu synchronisieren sowie automatisiert und möglichst aktuell mit verschiedenen domänenspezifischen Zwillingsinstanzen zu vernetzen (Schubbe et al. 2023). Die derzeit veröffentlichte Version des Hamburger Geobasiszwillings (<https://metaver.de/trefferanzeige?docuuid=39EB111A-C01B-48CF-8F8C-0771BE1F4FC0>) stellt den aktuellen Stand der Entwicklung dar.

Fazit und Ausblick

Urbane digitale Zwillinge werden in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen. Insbesondere in der Stadtplanung bieten sie vielfältige Möglichkeiten, die Arbeit für Planer und Planerinnen zu vereinfachen. Die Verknüpfung verschiedenster Daten, Analysen und Softwareanwendungen in digitalen Zwillingen ermöglichen es, eine Vielzahl an Fragestellungen zu beantworten. Der Ansatz der vielfältigen, themenspezifischen Zwillinge einer Stadt oder Kommune macht die Umsetzung handbarer und erlaubt zudem einen Fokus in der Verwendung dieser Zwillinge. Ein weiterer großer Vorteil dieses Ansatzes ist es, dass bestehende und etablierte IT-Strukturen, wie zum Beispiel urbane Datenplattformen oder Geodateninfrastrukturen, genutzt und ausgebaut werden, anstatt neue monolithische IT-Systeme aufzubauen. Folglich sind neue Softwareanwendungen für urbane digitale Zwillinge weltweit skalierbar, weil zur Kommunikation international etablierte Schnittstellen genutzt und Datensilos verbunden werden. Es handelt sich also um eine optimale Ergänzung oder Weiterentwicklungen von urbanen Datenplattformen. Weil diese urbanen digitalen Zwillinge auf etablierten Geodateninfrastrukturen aufset-

zen können, brauchen keine neuen IT-Systeme aufgebaut und betrieben zu werden. Dieses Vorgehen beschleunigt die Umsetzung vieler Smart-City-Projekte immens, fördert die Nachnutzbarkeit in anderen Kommunen und reduziert Betriebs- wie Schulungskosten deutlich.



Maja Richter

Mitarbeiterin im Teilprojekt Urbane Datenplattformen und Urbane Digitale Zwillinge im Projekt Connected Urban Twins, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg



Dr. Nicole Schubbe

Teilprojektverantwortliche Urbane Datenplattformen und Urbane Digitale Zwillinge im Projekt Connected Urban Twins, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg



Dr. Pierre Gras

Fachbereichsleitung Urban Data Hub, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung Hamburg

Quellen:

Degkwitz, T./Schulz, D./Noennig, J. (2021): Cockpit Social Infrastructure: A Case for Planning Support Infrastructure. In: International Journal of E-Planning Research (IJEPR), 10.4, S. 104–120.

Tegtmeyer, S./Schubbe, N./Gras, P./Krause, K. (2022): Digitale Zwillinge und Datenplattformen – Vernetzung in alle Richtungen am Beispiel der Stadt Hamburg. In: Flächenmanagement und Bodenordnung, 06/2022, S. 267–275.

Schubbe, N./Boedecker, M./Moshrefzadeh, M./Dietrich, J./Mohl, M./Brink, M./Reinicke, N./Tegtmeyer, S./Gras, P. (2023): Urbane Digitale Zwillinge als Baukastensystem: Ein Konzept aus dem Projekt Connected Urban Twins (CUT). In: zfv, 01/2023, 148. Jg.