

Digitale Städte: 3D-Modelle als Basis für Prozesse, Partizipation und Planung

Digital cities: 3D models as the basis for processes, participation and planning

von Christoph Kany und Thomas Koblet

Schlagwörter / Keywords:

Digitaler Zwilling, 3D, Stadtmodell, BIM, Partizipation, Prozesse, GeoBIM

Digital twin, 3D, city model, BIM, participation, processes, GeoBIM

Zusammenfassung / Summary

3D-Stadtmodelle leisten bereits heute einen wesentlichen Beitrag für Planung, Partizipation und Prozesseinbindung. Durch die Visualisierung von Bauvorhaben im digitalen Umgebungsdatenbestand steigt die Akzeptanz und Validität von Planungen. Es entsteht die Basis zur Beantwortung verschiedenster Fragestellungen. Der Digitale Zwilling einer Stadt ist somit unverzichtbare Grundlage, um die Ziele einer Smart City zu erreichen.

3D city models already make a significant contribution to planning, participation and process integration. The visualization of construction projects in the digital environment database increases the acceptance and validity of planning. The basis for answering a wide range of questions is created. The digital twin of a city is therefore an indispensable basis for achieving the goals of a smart city.

1 Einleitung

Die Digitalisierung ist in voller Fahrt. Getrieben durch das Onlinezugangsgesetz (OZG) müssen Verwaltungsvorgänge auch in digitaler Form bereitstehen. Vorgänge, die bisher Wochen vom Antrag bis zum Bescheid in Anspruch genommen haben, werden zukünftig auf Minuten reduziert. Herausforderungen bestehen allgemein im Aufbrechen der Datensilos und dem Zusammenführen von Prozessen und Daten. In diesem Zusammenhang nimmt auch der Anspruch an ganzheitliche Planungen zu.

Für die ganzheitliche Betrachtung des Ist-Zustandes und der Planungsszenarien ist der Digitale Zwilling ein wichtiges Instrument. Denn zusätzlich zu dem detaillierten und realitätsnahen Abbild der Stadt im 3D-Modell integriert er auch die Versorgungsinfrastrukturen im Untergrund und zeigt Wechselwirkungen oder Abhängigkeiten auf. 3D-Stadtmodelle bieten für nahezu alle, die an Prozessen in einer Stadt beteiligt sind, die Möglichkeit, sich zu informieren und sich zu beteiligen. Themenfelder wie Stadtplanung, Tourismus, öffentliche Sicherheit und Nahverkehr sind nur einige Beispiele.

3D-Geodaten sind laut Deutschen Städtetag ein wesentlicher Faktor für eine qualitativ hochwertige kommunale Datenbasis. Sie bildet die Grundlage für die Entwicklung eines 3D-Stadtmodells. Die Entwicklung eines 3D-Stadtmodells kann mit unterschiedli-

chen Ansätzen verfolgt werden und basiert auf einem Mix von Daten und Verfahren. Ziel ist ein ganzheitliches Modell zu erzeugen, das Bestand und Planung zusammenbringt, und so zu einem digitalen Zwilling der Stadt wird.

2 Von den Daten zum 3D-Modell

Technologien zur Erfassung von 3D-Daten reichen von stationären bis hin zu mobilen Systemen, die am Boden, aus der Luft (Drohnen, Flugzeuge) oder aus dem Weltall (Satelliten) Daten erfassen. 3D-Objekte für großflächige Stadtgebiete können automatisiert auf Basis von LiDAR Daten und Gebäudeumrissen abgeleitet werden. In Abhängigkeit an den Anspruch und an die Verwendung, bietet sich aus wirtschaftlichen Gründen ein hybrider Ansatz an Verfahren an, um einerseits eine flächenhafte Abdeckung zu erhalten und andererseits einzelne Gebäude in höherer Detaillierungstiefe zu erhalten.

Einzelmodelle mit hoher Detaildichte lassen sich beispielsweise mit Autodesk Revit oder SketchUp erstellen und aufbauen. Prozedurale Modellierungsverfahren bieten weitere Möglichkeiten, um 3D-Objekte an Hand von Regeln oder Algorithmen abzuleiten. Dabei kann die Erstellung von Einzelobjekten oder eine flächenhafte Abdeckung erfolgen. Weitere 3D-Visualisierungsmöglichkeiten bieten Engines, die aus der Computerspiel-Industrie kommen. Diese stellen ein Framework dar, um in Computerspielen die räumliche Umgebung zu visualisieren.

Stellt man exemplarisch den Vergleich zwischen fotorealistischen Darstellungen und Oberflächenmodellen zu modellierten 3D-Objekten an, lassen sich zwei grundlegend unterschiedliche Ansätze und Ansprüche vereinfacht darstellen.

Fotorealistische Darstellungen haben den Vorteil, dass sie eine hohe visuelle Informationsdichte bereitstellen. Mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) lassen sich aus Bild- oder Punktinformationen Objekte automatisiert erfassen. Für das Zusammenkommen von KI und dem digitalen Umgebungsdatenbestand in einem GIS, gibt es zahlreiche Ansätze und Einsatzmöglichkeiten (GeoAI).

3D-Modelle auf Basis von Objekten haben oft eine geringe Informationsdichte in Bezug auf Details der Oberfläche, sind dafür aber geschlossene 3D-Objekte und bieten daher die Möglichkeit, sie mit Geoinformationen und Sachdatenbanken zu verknüpfen.

3 Der digitale Zwilling in der Anwendung

In Kombination mit dem Technologiewandel erhalten Städte mit 3D-Stadtmodellen und dem Konzept des digitalen Zwillings neue Möglichkeiten zur Interaktion mit der Öffentlichkeit für neue Darstellungs- und Visualisierungsebenen (Deutscher Städtetag

2017). Insgesamt gibt es eine Vielzahl an Software-Produkten, die 3D-Objekte erzeugen können.

Während bei der Erstellung beliebige Komplexitätsgrade denkbar sind, gilt für die Verwendung der 3D-Stadtmodelle der Anspruch, so einfach wie möglich zu sein. Für die Bereitstellung bieten sich browser-basierte Anwendungen an, die geräteunabhängig einsetzbar sind. Zusätzlich kann mit Plug-Ins oder Apps auf die Modelle zugegriffen werden. Für ein virtuelles Erlebnis stehen verschiedene VR-Systeme (Virtual Reality) zur Verfügung. Mit Augmented Reality (AR) werden beispielsweise Planungen am künftigen Ort sicht- und erlebbar.

Über die Partizipationsebene und Zusammenarbeit hinaus ist der Digitale Zwilling die Basis für Geschäftsmodelle, die sich digital abbilden, simulieren und analysieren lassen (Hohmeier 2019).

Herausforderungen bestehen darin, 3D-Objekte und zugehörige Prozesse mit den jeweiligen DMS (Dokumentenmanagementsystem) und ERP (Enterprise-Resource-Planning) Systemen zu verknüpfen, unterschiedliche Nutzer zu beteiligen und den Datenaustausch und die Datenhaltung zu realisieren, sowie die IT-Sicherheit zu berücksichtigen.

Geschäftsprozesse zur Wartung und Pflege, Erstellung von Ausschreibungsgrundlagen, Grundlage für Genehmigungsverfahren, Förderanträge, Analysen mit der digitalen Umwelt und vieles mehr stehen dabei nur am Anfang. In der Bauwirtschaft ist die Einführung von BIM ein zentraler Motor der Digitalisierung und Arbeit mit 3D-Modellen.

3.1 Digitales Planen & Bauen

Für die Stadtentwicklung eignen sich 3D-Stadtmodelle besonders gut, vor allem für die Visualisierung, Partizipation und zur Erhöhung der Entscheidungsqualität (Deutscher Städtetag 2017). Mit der Einführung von BIM wird die Basis für die Erstellung von digitalen dreidimensionalen Bauwerksmodellen, die bei öffent-

lichen Planungsvorhaben verpflichtend sind, geschaffen (Przybylo 2015).

BIM beschreibt das Verfahren, um den kompletten Lebenszyklus von Bauwerken abzubilden. Zum Lebenszyklus gehören die Phasen Entwurf, Planung, Ausführung, Bewirtschaftung und Um- oder Rückbau. Motivation für die Einführung von BIM ist es, Planungsfehler zu vermeiden, zusätzliche Baukosten zu reduzieren, Betriebskosten zu optimieren und die Projektakzeptanz in der Bevölkerung zu erhöhen, sowie die Bauwirtschaft zukunftsfähig zu machen (BMVI 2015).

Räumliche Abhängigkeiten und Einflüsse von und auf ein Bauwerk werden erst im digitalen Umgebungsdatenbestand ganzheitlich sicht- und analysierbar. Durch das Zusammenwachsen von BIM und GIS wird dieser ganzheitliche Ansatz möglich, auch wenn BIM und GIS zwei unterschiedliche Methoden mit unterschiedlichen Zielstellungen darstellen sowie verschiedene Detaillierungsgrade und Maßstabsskalen enthalten (Kaden et al. 2019). Im Bereich der kommerziellen Software-Anbieter sind Autodesk und Esri Inc. Ende 2017 eine Kooperation eingegangen. Ergebnis dieser Kooperation ist, dass Softwareprodukte auf originäre Dateien und Formate aus der jeweils anderen „technischen Welt“ zugreifen können (Carstens 2019).

Die Modelle der Bauvorhaben können bis zu einer maximalen Detaillierung ausgestattet werden, um beispielsweise Details wie Steckdosen, ihre Zuleitungen und alle relevanten Teile darzustellen. Der Detaillierungsgrad (Level of Development) in BIM Modellen bezieht sich auf die Detailtiefen innerhalb einer Leistungsphase. So reichen die Level of Development von der konzeptionellen Darstellung von Flächen über produktspezifische Darstellungen bis hin zu as-built-Modellen. Im Gegensatz dazu beschreiben die Level of Detail im GIS die Generalisierungsstufen der Gebäude, beginnend bei Grundkörpern, bis zu detaillierten Außen- und Innenflächen und Dachformen (Kaden et al. 2019).

Durch die Kombination eines geplanten Bauwerks in seinem digitalen Umgebungsdatenbestand sind Konfliktprüfungen frühzeitig erkennbar und vielfältige Analysen möglich. Für die BIM-GIS-Zusammenführung werden bestimmte Aufgaben in Beziehung mit den räumlichen Informationen gesetzt und die notwendigen Detailierungstiefen und Funktionen bestimmt (Carstens 2019). Diese können auch zeitdynamische Veränderung darstellen.

Die Abbildung 1 zeigt als einfaches Beispiel ein Brückenbauwerk im Gesamtkontext, wie verschiedene fachrelevante Informationen für eine spezifische Frage,



Abbildung 1: Bauwerk im Gesamtkontext

Quelle: Prof. Schaller UmweltConsult GmbH

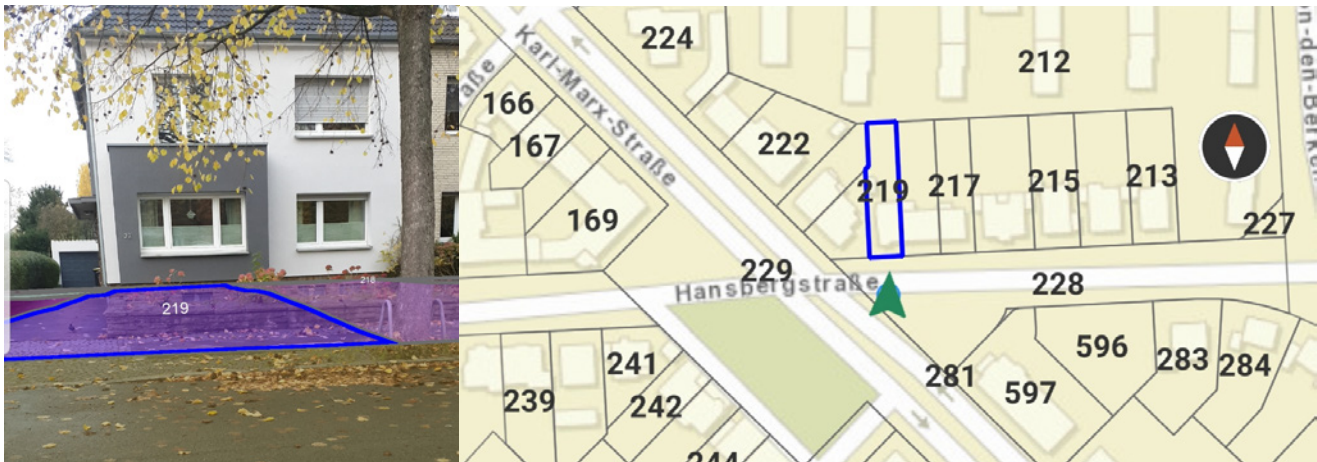


Abbildung 2: „FX Reality“ Anwendung zur AR Darstellung von Katasterinformationen

Quelle: frox GmbH

in diesem Fall einer Umweltverträglichkeitsprüfung, zusammenkommen (Schaller et al. 2019).

Die Kombination von 3D-Stadtmodellen mit GIS ermöglicht es, die Wechselbeziehungen zwischen dem Bauwerk und der Umgebung zu analysieren und zu visualisieren. Das betrifft zum Beispiel Sichtachsen, Verkehrsanbindungen oder die Auswirkungen auf die Luftqualität und das Mikroklima.

3D-Modelle bilden die Grundlage für VR- und AR-Anwendungen. Bei VR-Anwendungen sieht der Betrachter durch eine Datenbrille ausschließlich die am Computer erzeugte Umgebung. Bei AR-Anwendungen werden digitale Elemente auf reale Objekte in der tatsächlichen Umgebung projiziert (Ravin 2017). So werden auch 2D-Planungsinformationen und Katasterdaten wie Grenzverläufe von Projektgebieten, Grundrisse von künftigen Gebäuden oder Flurstücksgrenzen vor Ort mit AR z. B. auf dem Smartphone sichtbar gemacht (Abbildung 2).

VR- und AR-Anwendungen ermöglichen es, in eine virtuelle Umgebung einzutauchen. Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Kommunen, von Planungsbüros oder Bürger können mögliche Entwicklungsszenarien auf eine Weise betrachten, darüber diskutieren oder modifizieren, die bisher auf Basis von herkömmlichen Computerbildschirmen oder mit physischen Modellen in diesem Maße nicht möglich war. Abbildung 3 zeigt ein 3D-Stadtmodell im virtuellen Büro. Es bietet die Möglichkeit, in das Modell einzutauchen, zu skalieren, zu rotieren und verschiedene zukünftige Entwicklungsszenarien zu visualisieren (Arisona 2018).

3.2 3D im Untergrund

Bei der Entwicklung von Städten und Regionen spielt der Anschluss an die Infrastruktur eine zentrale Rolle. Es ist wichtig zu wissen, wo Rohre und Kabel für die Versorgung mit Wasser, Strom oder das Internet vorhanden sind, wo sich die Anschlüsse befinden, und wie der Baugrund beschaffen ist. Um ein ganzheitliches Bild zu erhalten, ist diese unterirdische Dimension ein Bestandteil eines Digitalen Zwillings.

Leitungskataster werden oftmals in CAD-basierten Systemen vorgehalten. Oft sind die Informationen nur in 2D Karten verfügbar. Daher ist es eine Herausforderung, die 2D Daten in 3D darzustellen und „unter die Erde“ zu bringen. Arbeitet man mit einem Standardwert (z. B. Gelände-Oberkante minus ein Meter), so passt eine Darstellung im Bereich von Straßen mit diesem Richtwert oft recht gut. Verläuft jedoch eine Leitung außerhalb des Straßenbereichs im Gelände, so entsteht schnell ein welliges Bild, das mit dem tatsächlichen Verlauf nicht übereinstimmen wird.

Die Kombination der Netz- und Leitungsinformationen in einer AR-Anwendung eignet sich besonders gut, um Mitarbeiter von Stadtwerken oder Netzbetreibern vor Ort bei Wartung oder Bauarbeiten zu unterstützen (Abbildung 4).



Abbildung 3: Der Digitale Zwilling im virtuellen Büro

Quelle: Esri Inc.

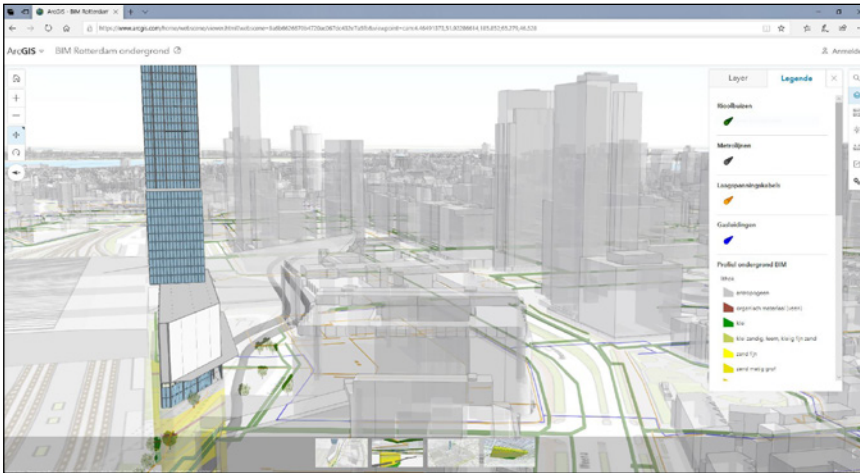


Abbildung 4: 3D-Stadtmodell mit BIM-Modellen und Infrastrukturen im Untergrund
 Quelle: <https://arcg.is/198HL1>

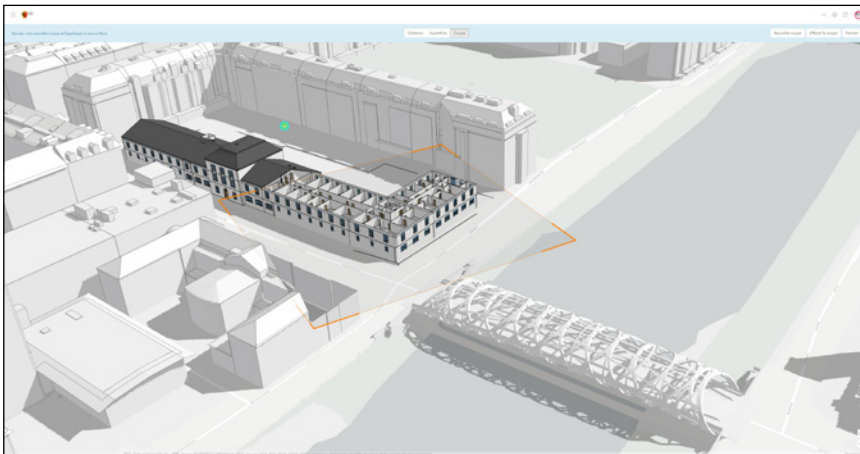


Abbildung 5: Detailliertes Modell einer Brücke und des alten Zeughauses der Stadt Genf
 Quelle: ArcGIS Urban, Esri Inc.

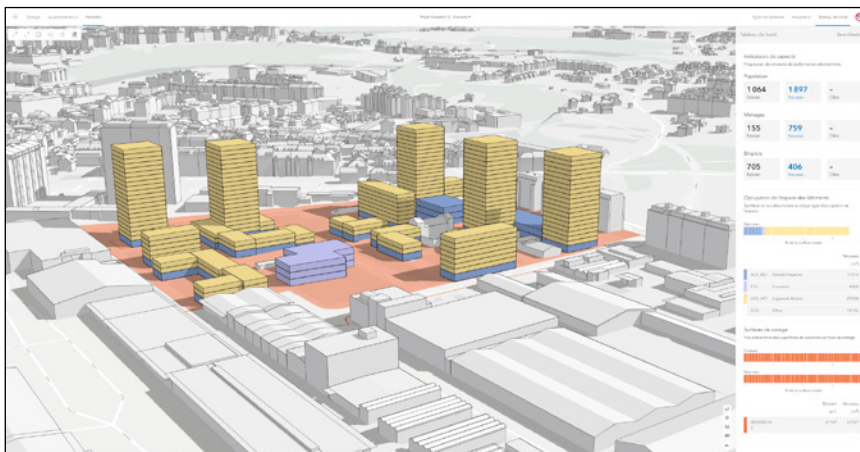


Abbildung 6: Entwurfsszenario des Projekts Grosselin mit möglichen Gebäuden und Kapazitätsindikatoren
 Quelle: ArcGIS Urban, Esri Inc.

3.3 Urban Planning und Citizen Engagement

Weltweit leben immer mehr Menschen in Städten. Obwohl die deutschen Städte nicht mit beispielsweise Singapur vergleichbar sind, zeigt der Trend der Bevölkerungsentwicklung auch hier in Richtung Verstädterung (Kaiser 2019). Diese bringt neue Bedürfnisse und Herausforderungen mit sich, wie eine erhöhte Nachfrage nach Wohnraum, ein höheres Verkehrsaufkommen und einen höheren Energieverbrauch. Die Städte müssen darauf vorbereitet sein, diese zu bewältigen. Neue Technologien tragen dazu bei, innovative Lösungen voranzubringen, die Städte zukunftsfähig machen (Pichler 2019).

Eine der großen Herausforderungen besteht darin, dass bei all diesen Fragestellungen verschiedene Stakeholder involviert sind und sie jeweils unterschiedliche Modelle und Herangehensweisen verwenden. Die Regierungen verwenden andere Instrumente als private Bauunternehmen. Architekten und Ingenieure arbeiten mit branchenspezifischen Planungstools, die wiederum den Bürgern, die ebenfalls am Entscheidungsprozess beteiligt sind, nicht zur Verfügung stehen (Fabricius 2019).

Der Digitale Zwilling, hier das dreidimensionale Abbild einer Stadt oder Region, verknüpft mit raumbezogenen Daten, bildet eine Plattform, um städtebauliche Entwicklungen unter Einbezug aller Stakeholder planen und kommunizieren zu können. Durch die Erstellung von digitalen Szenarien und die Simulation von Interaktionen mit der bebauten Umgebung können Planungsvorhaben visualisiert und in Entscheidungsgremien diskutiert werden (Schrotter und Hürzeler 2020).

3.4 Der Digitale Zwilling in der Stadtplanung

Ein Beispiel aus dem Kanton Genf in der Schweiz zeigt, wie die dreidimensionale Darstellung einer Stadt in der Praxis eingesetzt wird. Der Kanton Genf ist der Standort von mehr als zwanzig internationalen



Abbildung 7: 3D-Ansicht der Altstadt von Konstanz

Quelle: <https://bit.ly/3e1VwJC>

Organisationen und einer der führenden Finanzplätze der Welt. Die Stadt führt regelmäßig die Rangliste der lebenswertesten Orte der Welt an. Mit fast 200 000 Einwohnern und einer Bevölkerungsdichte von rund 12 600 Personen pro Quadratkilometer ist Genf auch die am dichtesten besiedelte Stadt der Schweiz. Die hohe Dichte und ein kontinuierliches Bevölkerungswachstum (rund 1,8 % pro Jahr) haben zu großen Umbauten in der über 2000 Jahre alten Stadt geführt.

Die Stadtplanungsabteilung des Kantons suchte jahrelang nach besseren Möglichkeiten, Gestaltungsszenarien für neu entwickelte Quartiere zu visualisieren und zu bewerten. Der Kanton verfügte bereits über viele hoch detaillierte 3D-Modelle bestehender Gebäude und anspruchsvolle 3D-Entwürfe für die zukünftigen Gebäude, die der Öffentlichkeit präsentiert werden (Stähli 2019). Moderne 3D-Web-Anwendungen erlauben es nun, die hochdetaillierten 3D-Modelle von geplanten Bauwerken in den Digitalen Zwilling zu integrieren und so die Bevölkerung und die betroffenen Stakeholder zu informieren (Harrower 2020). Abbildung 5 zeigt ein detailliertes Modell einer Brücke und das BIM-Modell des alten Zeughauses.

Die Planung kann ein zeitaufwändiger und teurer Prozess sein, der oft auf Veränderungen des lokalen Immobilienmarktes oder der Wirtschaft im Allgemeinen reagiert. Moderne Software-Systeme ermöglichen eine regelbasierte Planung, basierend auf den gesetzlichen Grundlagen (ArcNews 2019a). Abbildung 6 zeigt ein Planungsszenario des Projekts Grosselin in Genf. Für jede Zone ist bekannt, wie hoch gebaut werden darf, wie viele Stockwerke ein Gebäude haben darf, welche Nutzung erlaubt ist, wie viel Abstand ein Gebäude zur Flurstücksgrenze haben muss und wie die maximale Grundflächenzahl und Geschossflächenzahl ist. Basierend auf diesen Regeln wurden verschiedene Szenarien mit unterschiedlichen Gebäudetypen und Nutzungsarten berechnet.

Die Möglichkeit verschiedene Szenarien basierend auf gesetzlichen Vorgaben zu berechnen, zu visualisieren und die geplanten Veränderungen transparent zu kommunizieren, fördert eine ge-



Abbildung 8: Augustusplatz im 3D Stadtmodell Leipzig während des Weihnachtsmarktes 2019

Quelle: <https://bit.ly/2SBz6kE>

meinsame Sichtweise und ermöglicht es allen Stakeholdern, einen Beitrag für eine attraktive und nachhaltige Stadt zu leisten.

3.5 Bürgerinformation in 3D

3D-Web-Applikationen, basierend auf dem Digitalen Zwilling, werden immer häufiger verwendet, um Bürger und Bürgerinnen über neue Bauwerke oder über die Auswirkungen von Großveranstaltungen zu informieren. Ein geplantes Gebäude sieht von oben ganz anders aus, als aus Augenhöhe betrachtet. Durch eine dreidimensionale Betrachtung kann eine realistische Perspektive eingenommen werden (Treptow 2017). Abbildung 7 zeigt das digitale Abbild der Altstadt von Konstanz. Anwender haben die Möglichkeit, in dieser Web-Applikation frei zu navigieren.

Die Stadt Winterthur zeigt eine weitere Möglichkeit auf, wie der Digitale Zwilling in der Kommunikation mit der Bevölkerung eingesetzt werden kann. Basierend auf den Dachformen und der Dachausrichtung wird das Potenzial für Solarenergie für alle Dächer der Stadt berechnet und im städtischen 3D-Webauftritt zur Verfügung gestellt.

Die Stadt Leipzig zeigt mit der Web-Anwendung Augustusplatz, wie sie den Digitalen Zwilling in Wert setzt (Abbildung 8). Besucherinnen können durch eine Nachbildung des Leipziger Weihnachtsmarktes navigieren, die von den detaillierten Daten des 3D-Stadtmodells umrahmt werden. Die Marktstände sind farblich nach den angebotenen Waren sortiert dargestellt und jede Hütte verfügt über ein Pop-up mit weiteren Informationen zu den verkauften Produkten und den Händlern. Außerdem findet man wichtige Orte wie Toiletten oder den Sicherheitsdienst über Symboltafeln, die über dem Boden „schweben“.

3.6 Bürgerbeteiligung

Eine wichtige Komponente einer smarten Stadt oder Region ist Bürgerbeteiligung (Boni 2019). Werden digitale Angebote der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt, erhöht sich der Anteil der Bür-



Abbildung 9: Bürgerbeteiligung in Basel durch Anbringen von digitalen Post-its im 3D Stadtmodell

Quelle: eigene Darstellung

gerbeteiligung (BBSR 2017a). Bürger und Bürgerinnen reichen ihre Vorschläge und ihr Wissen online ein und können somit Einfluss auf die Handlungsempfehlungen nehmen. Um einen niedrighwelligen Zugang zu Informationen zur Stadtentwicklung zu erreichen, empfiehlt das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) webbasierte Methoden (BBSR 2017b). Dreidimensionale Ansichten erhöhen den realitätsnahen Eindruck einer Stadt, was auch bei Bürgerbeteiligungs-Applikationen Vorteile bringt, wie im Rahmen des Projekts Morgenstadt Köln (Schaller et al. 2015). Anwender und Anwenderinnen haben eine gekoppelte 2D/3D-Ansicht und können so ein Feedback zu einem geplanten Projekt nicht nur räumlich verorten, sondern auch im dreidimensionalen Raum beurteilen.

Abbildung 9 zeigt ein Beispiel aus Basel. Bürgerbeteiligung findet da direkt im Digitalen Zwilling statt. Die Bevölkerung kann entweder anonym oder über ein Bürgerkonto Feedback darüber geben, welcher Stadtteil entwickelt werden soll, oder was besonders gefällt oder stört (Smart Cities Team 2020).

3.7 Partizipation

Gerade bei Stadtentwicklungsprojekten versprechen Ansätze, die verschiedenen Stakeholder an der Planung beteiligen, großes Potential. Jack Dangermond (2009) Gründer von Esri, und Carl Steinitz (2012), Städteplaner an der Harvard University, beschreiben eine Methode im Detail und definieren den Namen: Geodesign. Sobald die Projektziele formuliert sind, begutachten und charakterisieren Fachleute die städtebaulichen Auswirkungen anhand des Digitalen Zwillings. Sie ermitteln notwendige Ressourcen und Möglichkeiten zur Unterstützung eines Projekts sowie mögliche Einschränkungen. GIS wird in dieser Phase häufig zur Durchführung von Eignungs- und Fä-

higkeitsanalysen verwendet. Anschließend werden Entwurfsalternativen im 3D-Modell skizziert, und weitere GIS-Analysen werden verwendet, um die verschiedenen Entwurfsalternativen zu bewerten, zu vergleichen und zu analysieren. Die Methode des Geodesigns erfordert die Zusammenarbeit der Projektteilnehmer. Der wichtigste Aspekt ist das Feedback und die Ideen, die von den Teilnehmern, einschließlich der lokalen Bürger und Bürgerinnen und der betroffenen Interessenvertreter, mitgeteilt werden. Bei den meisten Geodesign-Aktivitäten spielen Engagement und Rücksichtnahme auf andere Interessen eine wichtige Rolle. Eine GIS-Plattform bietet die Möglichkeit, einen solchen Partizipationsprozess digital zu

begleiten und erlaubt den verschiedenen Stakeholdern, sich zu beteiligen (Harder und Brown 2017).

Die Stadt Zwolle (Niederlande) hat einen solchen Partizipationsprozess umgesetzt und gibt der Bevölkerung die Möglichkeit, sich sowohl im virtuellen Raum als auch bei physischen Meetings mit dem Thema des Klimawandels in der Stadt zu beteiligen (ArcNews 2019b).

4 Ausblick:

3D-Stadtmodelle leisten bereits jetzt schon einen wesentlichen Beitrag für Planungen und Partizipation. Durch die Visualisierung von Bauvorhaben im digitalen Umgebungsdatenbestand steigt die Akzeptanz und Validität von Planungen. Es entsteht die Basis zur Beantwortung verschiedenster Fragestellungen. Der Digitale Zwilling einer Stadt ist die Grundlage, um Ziele einer Smart City zu erreichen. Auf Basis der digitalen Infrastruktur lassen sich Geschäftsprozesse aus unterschiedlichen Fachbereichen digitalisieren und automatisieren und so zu einer funktionierenden, bürgerorientierten Verwaltung beitragen. In diesem Kontext stehen noch weitere Aufgaben an, z. B. in Bezug auf Datenschutz und IT-Sicherheit.

Die Öffentliche Sicherheit ist ein weiteres Feld, das von 3D-Stadtmodellen und dem Digitalen Zwilling profitiert: Einsatzpläne und Fluchtpläne können sehr realitätsnah erstellt und überprüft werden. Wartungs- und Servicearbeiten werden ein weiteres Einsatzfeld für AR-Anwendungen ausmachen (Weinzierl 2019). 3D-Stadtmodelle werden in Teilbereichen oder durch die Integration von Infrastrukturen und Anlagendetails einen wesentlichen Beitrag hieran haben. Konsequenterweise weitergedacht können 3D-Stadtmodelle die Möglichkeit bieten, Verfahren, die im Zusammenhang mit der Umset-

zung aus dem Onlinezugangsgesetz stehen, räumlich und in 3D abzubilden oder zu ergänzen. Das OZG weist ca. 600 Vorgänge mit 14 Themenfeldern zu Bauen und Wohnen, Familie und Kind, Umwelt und weitere auf.

Eine der zentralen Herausforderungen wird es sein, Aufgabenstellungen unterschiedlichster Komplexität, Workflows und Datenhaltungen in 3D-Stadtmodellen sichtbar und nutzbar zu machen.

Literaturverzeichnis

- ArcNews** (2019a): ArcGIS Urban Transforms City Planning (letzter Zugriff 20.04.2020).
- ArcNews** (2019b): Using ArcGIS Hub, Local Government Works with Residents to Study Climate Change (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Stefan Arisona** (2018): The CityEngine VR Experience for Unreal Engine: A Virtual Reality Experience for Urban Planning Applications (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Anna Lisa Boni** (2019): Smart city citizen engagement the key to future development (letzter Zugriff 20.04.2020).
- BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung)** (2017a): Die Weisheit der Vielen – Bürgerbeteiligung im digitalen Zeitalter (letzter Zugriff 20.04.2020).
- BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung)** (2017b): Webbasierte Medien in der Stadtentwicklung: Bürgerbeteiligung und Bürgerengagement in der digitalen Gesellschaft (letzter Zugriff 20.04.2020).
- BMVI** (2015): Stufenplan Digitales Planen und Bauen.
- Andreas Carstens** (2019): Kooperation auf der Basis von BIM- und GIS-Anwendungen, S. 173–175, Leitfaden Geodäsie und BIM Version 2.0, 01. September 2019, DVW-Merkblatt 11-2019.
- Jack Dangermond** (2009): GIS: Designing Our Future (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Taisha Fabricius** (2019): CityEngine and ArcGIS Urban: One Love (letzter Zugriff 20.04.2020).
- GeoAI - Geospatial Artificial Intelligence:** <https://medium.com/geoai> (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Christian Harder und Clint Brown** (2017): 10 Big Ideas about Applying the Science of Where (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Mark Harrower** (2020): To 3D or not to 3D (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Christin Hohmeier** (2019): Digitale Zwillingstädte (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Robert Kaden, Robert Seuß und Thomas H. Kolbe** (2019): Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu CAD und GIS, S. 49–57, Leitfaden Geodäsie und BIM Version 2.0, 01. September 2019, DVW-Merkblatt 11-2019.
- Tobias Kaiser** (2019): Deutschland wird zu einer einzigen großen Stadt (letzter Zugriff 20.04.2020).
- OZG:** <https://www.onlinezugangsgesetz.de> (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Silvia Pichler** (2019): Smart Cities – Challenges and Opportunities (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Jakob Przybylo** (2015): Strategisch denken, schrittweise umsetzen; Building Information Modeling in Deutschland (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Dimitri Ravin** (2017): Mixed Reality und Stadtplanung (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Jörg Schaller, Cristina de Oliveira Mattos und Özgür Ertac** (2015): Die Stadt von Morgen (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Jörg Schaller, Leon Reith, Sebastian Freller und Johannes Gnädiger** (2019): Planungsoptimierung von Ingenieur- und Umweltplanung durch Integration von BIM und GIS, S. 176–178, Leitfaden Geodäsie und BIM Version 2.0, 01. September 2019, DVW-Merkblatt 11-2019.
- Gerhard Schrotter und Christian Hürzeler** (2020): The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Smart Cities Team** (2020): Create Smart Cities and Communities with ArcGIS Urban (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Deutscher Städtetag** (2017): Handreichung „3-D Geodaten in der integrierten Stadtentwicklung“.
- Lisa Stähli** (2019): Spatio-temporal Urban Design in Geneva mit ArcGIS Urban (letzter Zugriff 20.04.2020).
- Carl Steinitz** (2012): A framework for Geodesign – changing geography by design.
- Stefan Weinzierl** (2019): Augmented Reality in Service und Instandhaltung (letzter Zugriff 20.04.2020).

Anschrift der Verfasser

Christoph Kany

Esri Deutschland GmbH

Konrad-Adenauer-Ufer 41-45 – 50668 Köln

c.kany@esri.de – esri.de

Thomas Koblet

Esri Schweiz AG

Josefstrasse 218 – CH-8005 Zürich

t.koblet@esri.ch – esri.ch