



Daniel Broschart, Florian Siegert, Corinna Sinken

Der digitale Zwilling für Landsberg am Lech

Ein Smart-City-Ansatz für Klein- und Mittelstädte

Die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung in den Bereichen Stadt-, Verkehrs- und Klimaanpassungsplanung stellen Städte vor große Herausforderungen. Um Antworten auf die damit verbundenen Fragestellungen finden zu können, rücken urbane Daten zunehmend in den Fokus. Für den Begriff der „Smart City“ wurden schon mehrere Konzeptionsversuche unternommen. Die Frage, was eine Stadt zur smarten Stadt macht und wie smart dabei Bürger und Planung sein können und müssen, bleibt bei den aktuell vor allem durch Effizienzgedanken und kommerziellen Interessen geprägten Trends meist unbeleuchtet, sodass diese konzeptionellen Ansätze eher den Marketingabteilungen von Großkonzernen der Informations- und Kommunikationstechnologien entspringen (Exner 2013, S. 13). Eine abschließende und allgemeingültige Erläuterung, was eine Smart City ist, welche Kriterien diese erfüllen muss oder soll, gibt es bis heute noch nicht, und so bleibt Raum zur Entwicklung individueller und maßgeschneiderter Lösungsansätze, die den konkreten Anforderungen der jeweiligen Städte entsprechen.

Als Basis zur Umsetzung eines Smart-City-Ansatzes machen sich Städte zunehmend auf den Weg, einen sogenannten „digitalen Zwilling“ aufzubauen. Der digitale Zwilling soll dabei ein Abbild des städtischen Raums und der sich darin abspielenden Abläufe sein. Die Spannweite der zu erzielenden Mehrwerte reicht von Monitoring-Aufgaben über intelligente Steuerungen von Anlagen und Netzwerken bis hin zu Simulationen von Planungen vor deren Realisierung. Der digitale Zwilling ist als ein sogenanntes „Planning Support System“ (Batty 1995) zu verstehen und bietet eine Vielzahl potenzieller Anwendungsfälle, anhand derer deutlich wird, welche Nutzergruppen von einem digitalen Zwilling profitieren können: Stadtverwaltungen können schneller nachvollziehen, was sich in der Stadt abspielt und Handlungserfordernisse schneller erkennen. Politische Gremien können ihre Entscheidungen anhand fundierter und von den Fachstellen aufbereiteten Daten treffen. Bürgerinnen und Bürger profitieren von einer erhöhten Transparenz, die insbesondere durch einen gering gehaltenen Abstraktionsgrad erreicht wird. Somit dient ein digitaler Zwilling der Sammlung, der Ordnung, der Verarbeitung, der Aufbereitung und der Bereitstellung von Wissen, das die elementare Grundlage für planerische Aktivitäten darstellt (Streich 2011, S. 17 ff.) und unterstützt demokratische Entscheidungen, die innerhalb einer Stadt zur Entwicklung und Gestaltung des gemeinsam geteilten Raums zu treffen sind.

Aus den zur Verfügung stehenden Geodaten ein virtuelles 3D-Stadtmodell zu erstellen, ist meist arbeits- und in der Folge kostenintensiv. Von den Landesämtern für Digitalisierung, Breitband und Vermessung können Kommunen zwei- und vereinzelt dreidimensionale Geodaten beziehen. Meist handelt es sich dabei um Datensätze eines digitalen Geländemodells und 3D-Gebäudedaten als LoD1 (Block-

modell) oder LoD2 (Blockmodell mit Standarddachformen) (Kolbe 2008, S. 3). Der Abstraktionsgrad ist hierbei zunächst noch relativ hoch, das heißt, die sogenannten interessierten Laien haben Schwierigkeiten, wenn sie sich in dem generierbaren 3D-Stadtmodell orientieren sollen. Der Weg zu einem texturierten 3D-Stadtmodell ist anschließend noch lang. Die 3D-Geodaten müssen aufbereitet werden, Fassaden aufgenommen und zur Erstellung von Texturen freigestellt, entzerrt und überlagernde Fremdkörper retuschiert werden. Nicht jede Kommune kann oder möchte sich auf diesen Weg zur Erstellung eines texturierten 3D-Stadtmodells begeben. Deshalb stellt sich die Frage, ob es auch alternative Wege zur Erzeugung eines virtuellen 3D-Stadtmodells gibt, das als Grundlage für einen digitalen Zwilling dienen kann.

Ein digitaler Zwilling für Landsberg am Lech

Diese Frage haben sich auch die Stadt Landsberg am Lech und die drei Nachbargemeinden Apfeldorf, Unterdießen und Fuchstal gestellt und gemeinsam mit der 3D Reality-Maps GmbH aus München im Rahmen der mFUND-Innovationsinitiative des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) das dreijährige Förderprojekt „TwinCity3D – Entwicklung einer geodatenbasierten ‚TwinCity3D‘-Plattform und KI-Analysetools zur Unterstützung einer umweltfreundlichen Stadt- und Verkehrsplanung“ gestartet, das mit insgesamt knapp 1 Mio. Euro gefördert wird. Ziele sind die Entwicklung eines realitätsnahen, virtuellen 3D-Modells, das die Basis für einen digitalen Zwilling der Stadt bilden soll, die Entwicklung von Analysetools und die Entwicklung und Erprobung exemplarischer Anwendungsszenarien. Zum Einsatz kommt dabei eine neue Technologie von 3D RealityMaps (TwinCity3D 2022). Ohne den direkten Anspruch, sich zu einer „Smart City“ entwickeln zu wollen,



Abb. 1: Während eines Einzelflugs parallel erhobene Thermal-, RGB- und Multispektralluftbilddaten (3D RealityMaps 2022)

wird mit der zu entwickelnden „TwinCity3D“-Plattform das Ziel verfolgt, Landsberg am Lech durch den gezielten Einsatz digitaler Lösungen als nachhaltiges und zukunftsfähiges Mittelzentrum zu platzieren, bei dem der Mensch und die für ihn zu erzielenden Mehrwerte stets im Fokus stehen (Bleicher 2020, S. 85).

ThermCity3D

Das aktuelle Projekt „TwinCity3D“ baut auf dem ebenfalls über die mFUND-Innovationsinitiative durchgeführten Projekt „ThermCity3D“ auf. Im Rahmen von ThermCity3D wurden neue Technologien zur Aufnahme und Analyse von Luftbild- und Wärmebildern mit KI entwickelt. Zum Einsatz kommt dabei das von der Elektra Solar GmbH entwickelte Ultraleichtflugzeug „Elektra One Solar“, das ein umweltfreundliches und nahezu geräuschloses Fliegen ermöglicht (Elektra Solar 2022). Aufgrund des verbauten Elektromotors werden die Vibrationen sehr gering gehalten und die eingesetzten Kamerasysteme so wenig wie möglich beeinflusst. Die Ausstattung mit vier schräg angebrachten RGB-Kameras, einer senkrecht angebrachten NADIR-RGB-Kamera, einer Thermalkamera sowie einer Multispektralkamera ermöglicht die parallele Aufnahme mehrerer Datensätze bei einer einzigen Befliegung (ThermCity3D 2021).

Realitätsnahes und virtuelles 3D-Modell

Während in ThermCity3D der Fokus auf der Entwicklung des Aufnahmesystems und der experimentellen Prozessierung der erhobenen Datensätze lag, geht die Entwicklung im aktuellen Forschungsvorhaben TwinCity3D konkret in den Anwendungsbereich: Ziele des Projekts sind die kostengünstige Erhebung ultrahoch aufgelöster Multisensorluftbilddaten, ihrer raum-zeitlichen und KI-basierten Analyse sowie die Entwicklung eines realitätsnahen, virtuellen 3D-Modells, das wiederum als Grundlage zum Aufbau eines digitalen Zwi-

lings fungieren soll. Neben den klassischen Produkten von zweidimensionalen RGB-, Thermal- und NADIR-Luftbildern stellt das mit 5-cm-Auflösung erzeugte, fotorealistische 3D-Stadtmodell die Basis dar, auf der im weiteren Projektverlauf aufgebaut wird.

Der georeferenzierte Datensatz wird mit kommunalen Geobasis- und Geofachdaten angereichert und verschnitten. Auf diese Weise soll eine „TwinCity3D“-Plattform entwickelt werden, die Planungsprozesse im städtischen und ländlichen Raum wesentlich verbessern soll. Die neuen Anwendungsfelder können aus den Geodaten abgeleitet werden, die gleichzeitig während eines Bild-

flugs erhoben werden. Eines der Ziele des Projekts stellt die Analyse des oberirdisch ruhenden Verkehrs dar. Auch wenn es sich bei einem Luftbilddatensatz um eine statische Aufnahme zu einem Zeitpunkt handelt, soll ein Algorithmus entwickelt werden, mithilfe dessen Einsatzes die Flächeninanspruchnahme des ruhenden Verkehrs berechnet werden kann. Von dem Ergebnis verspricht sich das Projektteam eine zusätzliche Argumentationshilfe für das Aufgabenfeld der Verkehrsplanung, dem sparsamen Umgang mit nicht-vermehrten Flächen und dem Wandel in der Mobilität. Öffentliche Stadträume sollen im Sinne des Wohls der Allgemeinheit stärker den Stadtbewohnern zugute kommen und nicht in erster Priorität durch individuellen ruhenden Verkehr von einigen wenigen blockiert werden.



Abb. 2: Das virtuelle 3D-Stadtmodell, das aus den RGB-Luftbildern erzeugt wurde (3D RealityMaps 2022)

Neben dem Anwendungsfall, der sich aus der Auswertung der Luftbilddaten für die Verkehrs- und Stadtplanung ergibt, soll die TwinCity3D-Plattform auch eine Anbindung von Near-Realtime-Daten ermöglichen. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass sich urbane Daten nur dann er-

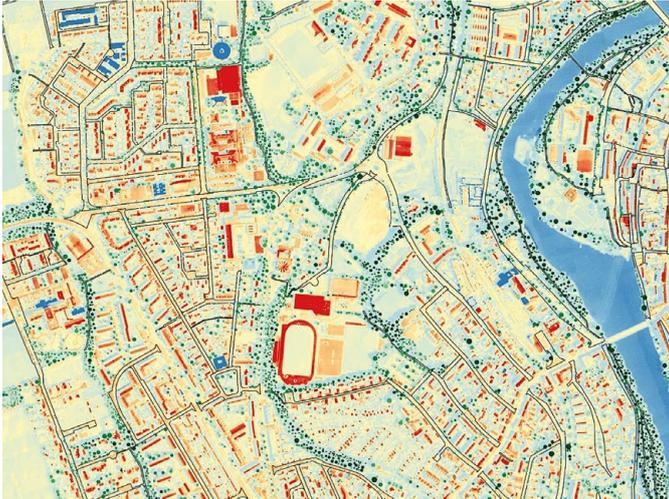


Abb. 3: Analyse der Thermalaufnahmen, Klassifizierung von Wärmesignaturen (D RealityMaps 2022)

schließen, wenn eine Vielzahl von Klickvorgängen und Mausmeter über mehrere verteilte Portale bewältigt werden. Die Erhebungsdaten von Zählstellen, zum Beispiel für den Radverkehr, sollen im virtuellen 3D-Modell an der Stelle visualisiert werden, an der sich die Messsensorik in der gebauten Realität befindet und so für Nutzer der Plattform einen möglichst einfachen Zugang generieren.

Die Multispektralbilder werden dagegen dahingehend ausgewertet, um Rückschlüsse auf den Baumbestand und den Vegetationsbestand ziehen zu können. Durch den Einsatz des entwickelten KI-Algorithmus können Wissenslücken geschlossen werden. Während die Kartierungsarbeiten im städtischen Baumkataster rund 7500 Bäume auf öffentlichen Flächen umfasst, wurden durch Anwendung der KI knapp 42.000 Bäume im Stadtgebiet automatisiert erkannt. Anhand einer einzigen Befliegung mit dem Multisensoraufnahmesystem konnte das gesamte Inventar an Bäumen und Sträuchern auf öffentlichem und privatem Grund digitalisiert werden. Die dreidimensionale Information bietet zudem die Möglichkeit zur Klassifizierung von Baumwuchshöhen, der Berechnung des Grünvolumens und des gespeicherten Kohlenstoffs im Stadtgebiet. Die Multispektralaufnahmen liefern wertvolle Informationen zur Klassifizierung der Baumarten. All diese Informationen stellen wichtige Planungsgrundlagen für die Stadtentwicklung in Zeiten des Klimawandels dar.

Die Analyse des Thermalbilds lässt tiefere Rückschlüsse auf die stadtklimatischen Bedingungen zu. In ThermCity3D konnten bereits Hitzeinseln im Stadtgebiet aus dem Datensatz einer Sommerbefliegung identifiziert werden. Die durchgeführte Winterbefliegung lässt dagegen Vermutungen über etwaige Wärmeverluste von Dachflächen während der Heizperiode zu. Im Rahmen von TwinCity3D wird der Ansatz durch die Durchführung einer multitemporalen Befliegung zu einem Monitoring-System weiterentwickelt werden. Die zu verschiedenen Zeitpunkten (aber vergleichbaren Parametern der jeweiligen Außenfaktoren)

erhobenen Luftbilddaten werden miteinander verglichen und ermittelt, ob sich Veränderungen identifizieren lassen.

Für das Stadtgrünmanagement und das städtische Forstamt wird so ein entscheidender Mehrwert erzielt. Anhand des mit KI erstellten digitalen Baumkatasters und in Kombination mit den Thermaldaten kann der kühlende Effekt der Vegetation auf die Umgebung flächendeckend quantifiziert werden. Die Multisensorluftbilddatenauswertung ermöglicht die Bewertung, an welchen Stellen die Anpflanzung von Bäumen und Baumgruppen zu einer Verbesserung des Mikroklimas führt, wie sich der kühlende Effekt durch Stadtgrün auf die Umgebung auswirkt, an welchen Stellen durch gezielte Anpflanzungen weitere Verbesserungen erzielt werden können, und die multitemporale Durchführung dient als Monitoring im Sinne einer Erfolgskontrolle.

Darüber hinaus soll der im Projekt entwickelte digitale Zwilling aber noch weitere ambitionierte Einsatzmöglichkeiten mit sich bringen. Das Forschungsvorhaben hat sich zum Ziel gesetzt, dass Planungsszenarien und -alternativen als 3D-Modell in das virtuelle Umgebungsmodell integriert werden können. Das realitätsnahe virtuelle Grundmodell hat hierbei einen entscheidenden Vorteil, wenn es um die Einbindung von Bürgern und Politikern geht: Durch den niedrigen Abstraktionsgrad ist die Transferleistung für den sogenannten interessierten Laien keine so große Herausforderung mehr wie bisher bei der Verwendung von gerenderten Einzelperspektiven oder zweidimensionalen Planwerken. Durch die Option einer Diskussion von Planungsalternativen und einer freien Standortwahl im virtuellen Raum wird der Idee einer „Echtzeitplanung“ (Zeile 2010) nachgekommen, bei der ein geplantes Bauvorhaben hinsichtlich seiner räumlichen Dimension und Wirkung auf sein Umfeld besser beurteilt werden kann und zu einer besseren Kommunikation mit den an Planung und späterer Ausführung beteiligten Akteuren führt (Streich 1996).

Datenschutz, Nutzergruppen und unterschiedliche Rechte

Datenschutzrechtliche Aspekte werden bereits früh im Projekt berücksichtigt. An einem Demonstrator wird zunächst verdeutlicht, dass bei einer Auflösung von 5 cm weder Personen, noch Nummernschilder identifiziert werden können. Für die im Laufe des Forschungsprojekts zu entwickelnde „TwinCity3D“-Plattform wird im ersten Projektjahr definiert, welche Nutzergruppen die Datenplattform des digitalen Zwillings später nutzen werden. Daraus wird abgeleitet, welche unterschiedlichen Ansprüche die späteren Nutzergruppen an die Plattform haben. Weil der Stadtverwaltung die Aufgabe der Datenaktualisierung, der Auswertung der eingehenden Informationen und die Aufbereitung der Daten für politische Gremien oder öffentlichen Veranstaltungen, wie Bürgerbeteiligungsverfahren, obliegt, wird für diesen



Ansatz eine „Vollversion“ des digitalen Zwillings vorgesehen. Datensätze, die unbedenklich öffentlich freigeschaltet werden können, werden in einer sogenannten „freien Version“ ohne Passwortschutz bereitgestellt. Für Anwendungsfälle, die zwischen diesen beiden Extremen liegen, ist vorgesehen, dass eine auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittene Auswahl detaillierterer Datensätze bereitgestellt werden kann. Dieser Fall könnte zum Beispiel dann zum Tragen kommen, wenn Varianten eines Bauvorhabens als virtuelle 3D-Modelle bereitgestellt werden und im Rahmen von Bürgerbeteiligungsverfahren beurteilt werden sollen.

Fazit

Das vorgestellte Forschungsvorhaben „TwinCity3D“ hat es sich zum Ziel gesetzt, eine kostengünstige Alternative zur Erzeugung einer Digitalen-Zwilling-Plattform zu entwickeln und somit auch kleineren Städten oder ländlichen Gemeinden einen Zugang zu „Smart-City“-Themen zu ermöglichen. Mit den zu entwickelnden KI-Analysetools und den Integrationsmöglichkeiten von Sach- und Fachdaten werden die Themengebiete Verkehrs-, Klimaanpassungs- und Stadtplanung konkret angesprochen. Mehrwerte können für die Bereiche Stadtverwaltung, politische Gremien und Bürger geschaffen werden. Durch den Einsatz soll Wissen generiert, aufbereitet und geteilt werden. Die Bereitstellung von für die Öffentlichkeit bedeutsamen Daten führt zu einer zusätzlichen Transparenz bei demokratischen Entscheidungen. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass diese Entwicklungen Bürgerbeteiligungen unterstützen, jedoch nicht ersetzen können. Digitale Lösungen müssen stets auf die jeweiligen Bedürfnisse ausgewählt und mit dem Fokus auf den Menschen und des für ihn zu erzielenden Mehrwertes eingesetzt werden.



Dr. Daniel Broschart

Große Kreisstadt Landsberg am Lech



Dr. Florian Siegert

CEO, 3D RealityMaps GmbH, München



Corinna Sinken

Verwaltungsgemeinschaft Fuchstal

Danksagung

Der vorliegende Beitrag entstand im Zuge des darin vorgestellten Forschungsvorhabens „TwinCity3D“, das im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND des BMDV gefördert wird. Die Autoren bedanken sich beim mFUND und beim BMDV für die Förderung und beim TÜV Rheinland für die inhaltliche und organisatorische Unterstützung.

Über den mFUND des BMDV: Im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND fördert das BMDV seit 2016 datenbasierte Forschungs- und Entwicklungsprojekte für die digitale und vernetzte Mobilität 4.0. Die Projektförderung wird ergänzt durch eine aktive fachliche Vernetzung zwischen Akteuren aus Politik, Wirtschaft, Verwaltung und Forschung und durch die Bereitstellung von offenen Daten auf dem Portal mCLOUD. Weitere Informationen finden Sie unter www.mFUND.de.

Quellen:

- Batty, Michael (1995): Planning Support Systems and the New Logic of Computation. In: Regional Development Dialogue 16/1995.
- Bleicher, Ann-Kathrin (2020): Eine bayerische Kleinstadt smart in die Zukunft? Das Beispiel Landsberg am Lech. Masterarbeit am Lehrstuhl Humangeographie und Transformationsforschung, Uni Augsburg.
- Elektra Solar (2022): <https://www.elektra-solar.com> (Abruf 30.12.2022).
- Exner, Jan-Philipp (2013): Smarte Planung – Ansätze zur Qualifizierung eines neuen Instrumenten- und Methodenrepertoires im Rahmen von Geoweb, Raumsensorik und Monitoring für die räumliche Planung. Dissertation im Fachbereich Raum- und Umweltplanung, TU Kaiserslautern.
- Kolbe, Thomas H. (2008): CityGML, KML und das Open Geospatial Consortium, in: Schilcher, Matthäus: Tagungsband zum 13. Münchner Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme, TU München, Band 13, München.
- Streich, Bernd (1996): Town Planning in Change: Form follows Digital Function & Media Experimental Design Work in Architecture and Urban Planning, Kongressbeitrag 19. Internationaler Kongress der Union of Architects (UIA), Barcelona.
- Streich, Bernd (2011): Stadtplanung in der Wissensgesellschaft: Ein Handbuch, 2. Auflage, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- ThermCity3D (2021): <https://www.realitymaps.de/forschung-thermcity-3d/> (Abruf: 22.12.2022).
- TwinCity3D (2022): <https://www.realitymaps.de/forschung-twincity3d/> (Abruf: 22.12.2022).
- Zeile, Peter (2010): Echtzeitplanung – die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungsmethoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung, Dissertation im Fachbereich Architektur, Raum- und Umweltplanung, Bauingenieurwesen (ARuBi), TU Kaiserslautern.