

Visualisierung von Seilbahnen im urbanen Raum

Methods of Visualisation for Cable Cars in the Urban Context

Hanna Leidecker¹, Dennis Zimmer¹, Daniel Broschart¹, Peter Zeile^{1,2}

¹Fachgebiet Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden, TU Kaiserslautern

²Stadtquartiersplanung, Karlsruhe Institute of Technology · peter.zeile@kit.edu

Zusammenfassung: Hoher Siedlungsdruck, fehlende Flächenreserven und stark wachsenden Zahlen im motorisierten Straßenverkehr bei gleichzeitig gewachsenen Ansprüchen an Mobilität stellen Städte vor die Herausforderung alternative Verkehrskonzepte und -Infrastrukturen zu prüfen. Urbane Seilbahnen könnten hierfür eine Lösung darstellen. Allerdings sind realisierte Vorhaben als Best Practice in Europa nur wenige vorhanden. Für eine erfolgreiche Kommunikation zwischen Planern und Bürgern werden Visualisierungen zur besseren Abschätzung der Folgen für das Stadtbild benötigt. Nur durch transparente und frühzeitige Information sind zeitgemäße Partizipationsprozesse möglich. Der vorliegende Beitrag erörtert am Beispiel der Stadt Konstanz die Herangehensweise, wie aus kommunalen Geodaten in Verbindung mit Virtual Reality als auch Augmented-Reality-Technologien sowie unter Zuhilfenahme von unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS) die Vision eines „Urban Cable Car System“ im urbanen Raum zielgerichtet erstellt werden kann. Der Beitrag schließt mit der Diskussion, welche Technologien in Zukunft für eine noch bessere und schnellere Visualisierung benötigt werden.

Schlüsselwörter: Urbane Seilbahnen, Visualisierung, 3D-Modellierung, UAS, Partizipation, Stadtgestaltung

Abstract: *High urban pressure, a lack of land reserve, an increase of traffic and a simultaneous increasing demand on mobility force cities to think about alternatives in traffic concept and infrastructure. Urban cable cars (UCC) can be one solution. However, best-practice examples in Europe are rare. There is a need of visualisation for a successful communication between planners and citizens during the planning process for a better estimation of the visual impact. Contemporary participation processes are only possible through transparency and early information of facts. By the example of the city of Konstanz, this contributions demonstrates a workflow in which municipal geodata can be used and combined with Virtual Reality, Augmented Reality and Unmanned Aerial Vehicle Systems (UAS) to get a tailor-made visualisation of an urban cable car system. Even forthcoming technology for a future application is discussed for a workflow improvement.*

Keywords: *Urban cable cars, visualization, 3D-modelling, UAS, participation, urban design*

1 Urbane Seilbahnen – allgemeine Grundlagen

Städte sind lebendige Räume menschlichen Zusammenlebens, die die unterschiedlichsten Funktionen vereinen müssen. Konflikte durch konkurrierende Nutzung sind planerisch zu vermeiden, das Leitbild der Funktionstrennung versuchte dies seit des ersten CIAM-Kongresses (Le Corbusier, 1962) über strikte räumliche Zonierung zu regeln. Jedoch ist genau diese Trennung die Ursache für das heutige starke Verkehrsaufkommen. Demgegenüber steht das in den 1990ern formulierte Leitbild der kompakten, sozialen und durchmischten Stadt zur Vermeidung von Segregationstendenzen (Harlander, 2017). Trotzdem sind die Menschen durch die Anforderungen und Bedürfnisse der Arbeits- und Freizeitwelt auf ein Höchstmaß an Mobilität angewiesen. Je nach Dimensionierung des Verkehrsnetzes können nicht nur in Stoßzeiten Überlastungen von Straßen und Parkraum entstehen. In historisch gewachsenen

Städten sind die für Infrastrukturprojekte notwendigen Flächenreserven meist nicht vorhanden oder nur schwer mobilisierbar. Eine planerische Intervention auf die wachsende Verkehrsbelastung durch Veränderungen im Straßenraum ist somit oft ausgeschlossen bzw. ein langwieriger und finanziell sehr aufwendiger Prozess, wenn z. B. an eine unterirdische Lösung gedacht wird (siehe Karlsruher Kombilösung oder Stuttgart 21).

Seilbahnen können eine Lösung für das dargelegte Problem darstellen, sie bieten mit dem Bau in die Höhe die Chance eines Ausweichens in eine neue dritte Ebene an. Die Nutzer einer Seilbahn im urbanen Raum sind nicht mehr auf die Straße angewiesen, umgehen den Stau und gelangen bei entsprechender Taktung wesentlich schneller und entspannter an ihr Ziel. Seilbahnsysteme besitzen eine Transportkapazität von bis zu 10.000 Menschen in einer Stunde, wofür ansonsten 100 Bus- oder 2.000 Autofahrten notwendig wären (Monheim, 2010). Die Potenziale von städtischen Seilbahnsystemen liegen in der Entlastung, der Erweiterung, dem Lückenschluss, der Verbindung und der Bildung neuer Mobilitätsnetzwerke (Kremer, 2015). Wie bei allen Infrastrukturprojekten ist im Vorfeld die Erforderlichkeit und Wirtschaftlichkeit aller Alternativen zu prüfen und abzuwägen. Dabei spielen die potenzielle Anzahl der Fahrgäste, die Auslastung des Verkehrsmittels, Kosten pro Fahrgast sowie auch aus Umweltschutzgründen die CO₂-Emissionen eine entscheidende Rolle (Monheim, 2010). Mit diesen Kennzahlen ist die Seilbahnen mit traditionellen Verkehrsmitteln vergleichbar. Je nach Literatur ist eine Wirtschaftlichkeit bei 20 % (Monheim, 2010) bis 50 % (ClimatePartner, 2009) gegeben. Als Vergleich ist hier noch die durchschnittliche Linienbusauslastung des Transport Immission Modells des Umweltbundesamtes in Deutschland mit 21 % zu nennen.

Allerdings hat der Bau einer Seilbahn auch Auswirkungen auf das Stadtbild. Eine frühzeitige Einbindung der Bürger in den Planungsprozess über das gesetzlich vorgeschriebene Maß hinaus – „3D-Modelle anstatt 2D-Ingenieurzeichnung“ (Mach & Petschek, 2006, p. 7) – in Verbindung mit einem von der Verwaltung gesteuerten, informellen Kommunikationsprozess sollte deshalb angestrebt werden. Da es wenige umgesetzte Beispiele in europäischen Städten gibt, wird die Vorstellungskraft eines jeden am Planungsprozess Beteiligten stark gefordert. 3D-Modellierungen und Visualisierungen unterstützen die Kommunikation erheblich (Petschek & Lange, 2004; Bishop, 2005).

Diese Arbeit untersucht verschiedene Visualisierungstechniken aus dem Bereich der Echtzeitvisualisierung (Batty et al., 2010; Streich, 2011, pp. 235 ff.), welche im Rahmen einer Kommunikationsstrategie beim Planungsprozess einer Seilbahn im urbanen Raum eingesetzt werden könnten. Grundlage hierfür war die Studie von Buschlinger et al. (2016). Es kommen dabei Techniken der 3D-Modellierung, UAS-Flugaufnahmen, Renderings, Bildbearbeitung sowie Videoschnitt zum Einsatz.

2 Das Beispiel Konstanz: die Seilbahn in der Stadt

Die Entwicklung der Stadt Konstanz ist aktuell von einem stetigen Bevölkerungswachstum und damit einhergehender Verkehrsbelastung, zusätzlich zum stark ansteigenden Grenzpendelverkehr, gekennzeichnet (Adolf et al., 2016). Zu Reduktion dieses Verkehrsaufkommens werden verschiedene Alternativen geprüft, unter anderem eine Straßenbahn- und eine Seilbahnvariante (Leidecker & Zimmer, 2017). Die im Beitrag vorgestellten Visualisierungsmethoden sind als Grundlage für ein geplantes Kommunikationskonzept bei einer positiven Entscheidung pro Seilbahn vorgesehen.

Die für die Visualisierung benötigten Elemente wie digitales Geländemodell, 3D-Stadtmodell oder die Objektmodelle werden im nachfolgenden Kapitel erläutert.

2.1 Digitales Geländemodell

Da es für Echtzeitanwendungen wichtig ist, möglichst einfache Geometriemodelle zu Verfügung zu haben, wird dies auch schon bei der Erstellung des Digitalen Geländemodells (DGM) berücksichtigt.

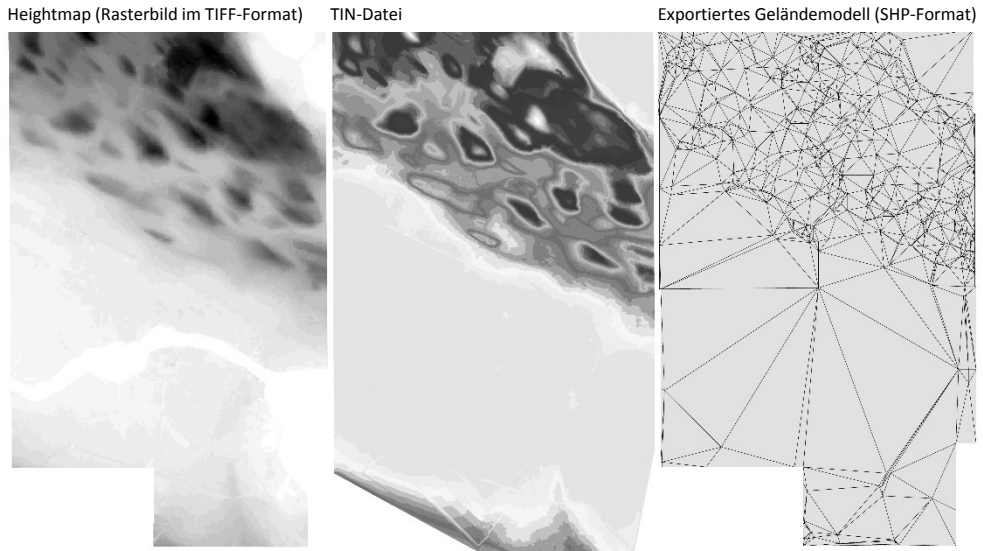


Abb. 1: Erstellung des Geländemodells in ArcMap

Die Grundlage bildet eine DGM5-Datei als ASCII-Punktwolke, die anschließend zur Geometriereduktion in eine Heightmap im TIFF-Format konvertiert wird. Mithilfe einer 3D-Verschiebung und anschließender Triangulation der Punkte (Mach & Petschek, 2006, p. 58) entsteht aus dem Graustufen-Rasterbild eine TIN-Datei (Triangulated Irregular Network). Abschließend wird diese Datei im Shape-Format exportiert. So kann diese für weitere Zwecke wie die 3D-Echtzeitanwendungen besser genutzt werden (vgl. Abb. 1).

2.2 3D-Stadtmodell

Grundlage für die Erstellung des 3D-Stadtmodells war eine Shapedatei aller Gebäudegrundrisse der Stadt Konstanz, die neben raumbezogenen Attributen auch die Höhe der Gebäude über Normal Null sowie die individuelle Höhe der Gebäude selbst enthält.

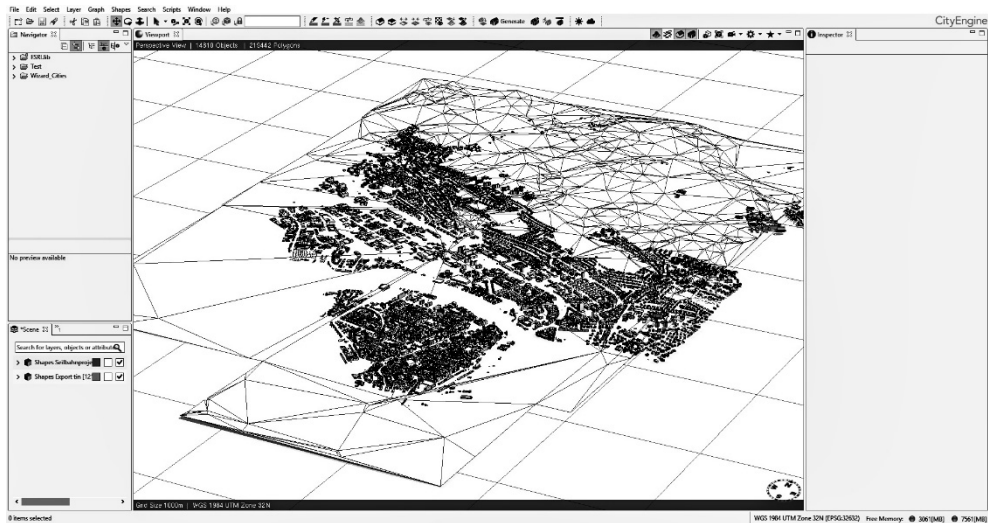


Abb. 2: 3D-Stadtmodell von Konstanz mit trianguliertem Geländemodell in CityEngine

Die Erstellung eines dreidimensionalen Modells aus einem „zweidimensionalen“ Shapefile erfolgt mithilfe der „CityEngine“ der Firma Esri anhand von CGA-Rulefiles. Diese enthalten „Verhaltensregeln“, die den Shapefiles zugeordnet werden können. Für den vorliegenden Anwendungsfall wurde auf das Rulefile „Building from Footprint“ zurückgegriffen, das anhand des Gebäudeumrisses und den zugeordneten Attributen angepasste dreidimensionale Kubaturen in Level of Detail 2 (Häuser mit parametrisierter Dachform) generiert. Bei der parametrisierten Erstellung von Dachformen mit CityEngine ist anzumerken, dass die „Gebäudemauer“ den realen Abmessungen der Grundkarte entspricht, die Dachformen aber anhand von vorgefertigten Regeln konstruiert werden, bei der die Darstellung dem Original nicht immer entspricht. Dieses Stadtmodell kann dann mit dem zuvor in „ArcMap“ erstellten digitalen Geländemodell zu einem Gesamtstadtmodell kombiniert und für weitere Bearbeitungsschritte genutzt werden (Abb. 2).

2.3 3D-Modell Seilbahn und Integration

Das 3D-Modell der Seilbahn setzt sich aus einzelnen 3D-Objekten wie den Stationsgebäuden, Stützen, Gondeln oder auch den Seilen zusammen. Dabei wurden die Gondeln als auch die Stützen vom österreichischen Seilbahnhersteller Doppelmayr im 3DS-Dateiformat zur Verfügung gestellt. Da der Einsatz von Seilbahnen bislang überwiegend in Skigebieten stattgefunden hat, stellt bei einer urbanen Umgebung die Integration der Stützen in das Stadtbild eine besondere Herausforderung dar, die durch eine individuelle Gestaltung angegangen werden kann.

Der Entwurf neuer Seilbahnelemente erfolgte in einer Kombination aus der CAD-Software „Vectorworks“ und der 3D-Modellierungssoftware „SketchUp“. SketchUp eignet sich aufgrund des zugrunde liegenden Sweep-Modells mit Push- und Pull-Funktionalität vor allem zur Modellierung maßgeschneiderter Elemente, wie Stahlträger und -rohre. Unter Verwendung der Push- und Pull-Funktionen werden die 3D-Objekte aus den zuvor importierten

zweidimensionalen CAD-Zeichnungen extrudiert. Die oberen Führungsträger werden aus den Originaldateien der bereits vorhandenen Stütze übernommen und an die neuen Stütze angepasst (Abb. 3). In „SketchUp“ importiert können mithilfe der Online-Bibliothek weitere 3D-Objekte, z. B. zur Ausstattung der Gondeln, eingefügt werden. Ebenso erfolgt dort eine grobe Zuweisung der Farben und Materialien, für den späteren Rendervorgang. Für die Seilbahnstationen lagen keine vorgefertigten Modelle, sondern lediglich die geforderten Mindestgrundsmaße von 25×40 Metern, vor. Diese Fläche wird zur problemlosen Ein- und Ausfahrt der Gondeln benötigt. Die Höhe solcher Stationen ist nicht festgelegt und kann theoretisch auch auf mehreren Etagen geplant werden. Analog zur Vorgehensweise bei der Erstellung der Stützen werden Stationen zur Visualisierung ihres Bauvolumens und Einfügens im Stadtmodell entworfen. Die Seile zur Verbindung der Stationen und den jeweiligen Stützen wurden aus der „SketchUp“ Bibliothek importiert und nach Bedarf verlängert.

Das fertige Seilbahnmodell wurde dann in das Gesamtstadtmodell entsprechend der Planung eingefügt, zusammen exportiert und anschließend in die Visualisierungssoftware „Lumion 3D“ importiert. Einzige Einschränkung ist, dass das Modell mit dem Faktor 0,1 skaliert werden musste, da Lumion nur Geometrien mit max. 4×4 km darstellen kann. Trotzdem können dann dort Materialien final angepasst und aus einer eigenständigen Bibliothek Personen, Autos, Bäume oder Pflanzen eingesetzt werden. Neben der Integration und Editierung des Modells sind hier auch Umgebungsvariablen wie Wetterbedingungen, Sonnenstände oder Lichteffekte definierbar, bevor das Rendering durchgeführt wird (Abb. 4). Dabei bietet Lumion 3D die Möglichkeit, einzelne Ansichten oder Filme zu rendern. Die Fahrt der Kamera kann mithilfe von Punkten als Pfad festgelegt werden. Dabei sind sowohl eine Ego-Perspektive als auch ein Kameraflug (Vogelperspektive) möglich.

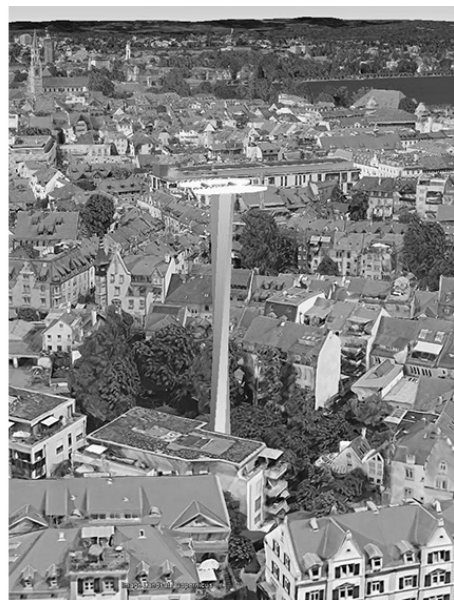
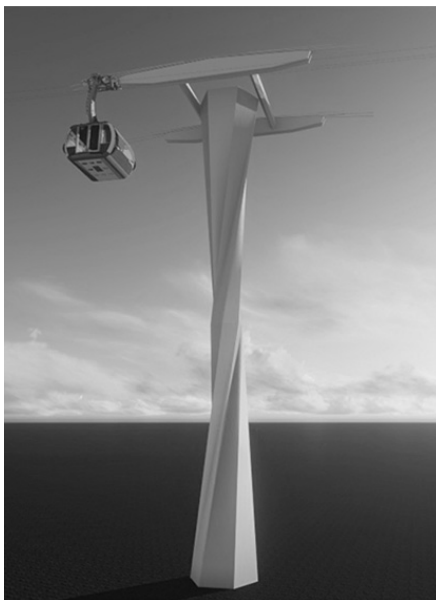


Abb. 3: 3D-Objekt einer erstellten Stütze und Integration in das 3D-Stadtmodell von Konstanz (nach Buschlinger et al., 2016).

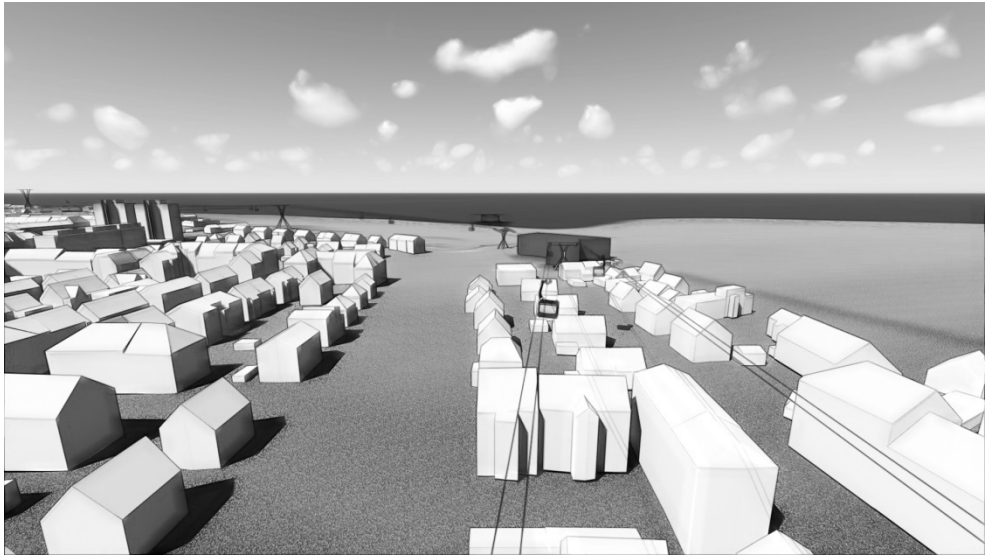


Abb. 4: 3D-Ausschnitt aus dem Gesamtstadtmodell mit den geplanten Seilbahnstationen in Lumion3D (Buschlinger et al., 2016)

Die gerenderten Bilder und Filme dienen dazu, die Trasse der Seilbahn dreidimensional und somit auch die städtebauliche Einordnung aus verschiedenen Sichtbeziehungen darzustellen. Mithilfe der angesprochenen Einstellung von Sonnenstand und Lichtverhältnissen ist auch eine Schattensimulation der Seilbahn möglich.

2.4 Augmented Reality (AR)

Bei AR-Methoden wird die reale Umgebung mit digitalen Objekten informativ unterstützt. Daher kann der Begriff solcher Verfahren mit „erweiterter oder angereicherter Realität“ übersetzt werden, bei der eine „Echtzeit-Überlagerung menschlicher Sinneswahrnehmungen mit Computermodellen“ (Höhl, 2008, p. 10) erfolgt.

In nachstehender Abbildung wurde zur Nutzung von Augmented Reality die App „Augment“ verwendet. Die dafür genutzten 3D-Objekte müssen zunächst im Collada DAE-Format exportiert werden. In „Augment“ können für die einzelnen Objekte verschiedene Einstellungen vorgenommen werden, wie beispielsweise eine feste Skalierung oder Position. Eine spätere Anpassung dieser Parameter innerhalb der Applikation ist ebenfalls möglich.

Zur Darstellung des gewünschten 3D-Objekts in der realen Umgebung bietet ‘Augment’ zwei Möglichkeiten: Zum einen können jedem Modell separate Marker über das Programm zugeordnet werden, die dann mit der Applikation eingescannt werden, um das Objekt sichtbar zu machen. Diese werden dann direkt senkrecht über dem Marker platziert und einer festen Position zugeordnet. Da sich die Verortung per Marker nur auf kurze Distanzen bzw. zur Darstellung im Innenraum eignet, bietet die App noch eine weitere Möglichkeit: Die zuvor importierten Objekte können direkt aus der programminternen Bibliothek ausgewählt und über dem Kamerabild des Smartphones eingeblendet werden. Dabei ist auch eine Anpassung des Objektes durch Verschieben und Drehen problemlos durchführbar.



Abb. 5: Nutzung der AR-App „Augment“ mit einem Tablet

Beide Varianten ermöglichen es, eine Planung innerhalb des Stadtraumes direkt erlebbar zu machen (Abb. 5). Dies funktioniert aber nur in denjenigen Fällen, in denen der Blick auf das eingeblendete Bauwerk nicht durch bereits vorhandene Realobjekte verdeckt wird. Eine Visualisierung mittel AR-App lässt sich demnach nur dann praktikabel durchführen, wenn der Fokus der Betrachtung beispielsweise auf der Darstellung von Einzelobjekten wie einer Stütze oder einer Seilbahnkabine in direkter Sichtbeziehung liegt. Der Einsatz an gewünschter Stelle erfolgt mithilfe der bereits angesprochenen Applikation auf einem mobilen Endgerät (Smartphone oder Tablet). Werden die benötigten Objekte den Bürgern zur Verfügung gestellt, kann die Planung ohne größeren Aufwand von jedem Nutzer selbst dargestellt und eine eigene Meinung dazu gebildet werden.

2.5 UAS-Aufnahmen zur Erstellung von 360°-VR-Panoramen

Unbemannte Luftfahrtsysteme (kurz: UAS für „Unmanned Aerial System“) werden in der räumlichen Planung insbesondere bei Bestandsaufnahmen unter Voraussetzung der Einhaltung der vorgeschriebenen Start- und Betriebsbedingungen vermehrt eingesetzt (Broschart, 2016). Bei der Planung einer Seilbahn kann ein solches UAS ein besonderes Potenzial ausspielen: Mithilfe der verbauten Ortungstechnik kann das UAS auf die exakte Position gebracht werden, an der sich, nach deren Baufertigstellung und Inbetriebnahme, zukünftig die Seilbahnkabine befinden wird.



Abb. 6: Ausschnitt aus der 360°-Simulation des Ausblicks aus einer Seilbahnkabine

An dieser Position kann die integrierte Kamera dazu verwendet werden, den Ausblick aus der Kabine vorab zu simulieren. Auf diese Weise bietet der UAS-Einsatz die Analysemöglichkeiten der potenziellen Sichtbeziehungen. Aber auch der umgekehrte Fall, d. h. die Frage, was aufgrund der Äußerung von Bedenken nicht ersichtlich sein darf – hierbei wären z. B. Einblicke in den Lebensraum Privater zu nennen – kann durch beschriebene Darstellung herausgefunden und anschließend auf diese Erkenntnisse planerisch reagiert werden. Dazu wird die UAS-Darstellung so bearbeitet, z. B. durch den Einsatz von undurchsichtigem Glas, um eine realitätsgetreue Analyse zu ermöglichen (Leidecker & Zimmer, 2017, p. 137).

In den vorigen Kapiteln wurde bereits auf die Möglichkeiten der 3D-Modellierung von Seilbahnen eingegangen. Um den Immersionsgrad zu erhöhen, kann die während des UAS-Flugs erstellte 360°-Aufnahme zusätzlich mit einem 360°-Innenraumrendering der Seilbahn überlagert werden. Die Montage eines virtuellen Raumes über einer 360-Grad-Videoaufnahme lässt ein „Umsehen“ aus der Kabine auf der geplanten Strecke zu (Abb. 6). Eine Augmentierung eines UAS-Flugvideos, das auf die Reisegeschwindigkeit der zukünftigen Seilbahn eingestellt ist, ermöglicht eine Simulation der Fahrt in der Seilbahnkabine.

3 Ergebnis – von den Techniken zur Methode

Kommunikationsprozesse in der Planung zeichnen sich durch ihre Vielschichtigkeit aus: Um den unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden, reicht ein alleinstehendes Visualisierungsprodukt nicht aus, um all diejenigen Informationen zu liefern, die von den Betrachtern benötigt werden. Um die Aussagen zu den unterschiedlichen Themen transportieren zu können, bedarf es daher eines vielseitig einsetzbaren, strukturierten Visualisierungs- und Kommunikationskonzeptes, das auf traditionelles Planwerk aufbaut und dieses ergänzt.

Das Geländemodell stellt die Basis dar und lässt Aussagen zu Höhen, die es bei der Planung einer Seilbahn zu überwinden gilt, zu. Das generierte 3D-Stadtmodell ermöglicht ein genaueres Einschätzen des Trassenverlaufes, den davon betroffenen Gebäuden, die Auswirkungen auf das Stadtbild als Ganzes (z. B. Veränderung der Skyline) sowie hinsichtlich von Dimensionierung und Integration zukünftiger Bauwerke in bestehende bauliche Strukturen. Ein-

zelne Stationen, Stützen und Kabinen lassen sich anhand individuell gefertigter 3D-Modelle beurteilen. Insbesondere wenn es darum geht, deren punktuelle Erscheinung in der jeweiligen Situation einzuschätzen, kann hierfür ein hoher Detaillierungsgrad bis hin zu fotorealistischen Renderings notwendig werden. Augmented-Reality-Techniken bieten dagegen das Potenzial, dass zukünftige Gebäude und Objekte in die real existierende Bestandssituation eingesetzt und überlagert werden können. So wird ein direkter Vergleich der Ist- mit der Planungssituation möglich.

Die beschriebene Überlagerung einer UAS-Videoaufnahme mit einem Innenraumrendering einer Seilbahnkabine stellt eine Variante dieser Technik dar: Auch hier werden Realsituation und Planungssituation übereinandergelegt dargestellt. Dieser Vorgang passiert jedoch nicht in Echtzeit, sondern wird zunächst an einem Rechner prozessiert bevor er als Video abgespielt, bzw. mit einer VR-Brille erlebt werden kann. Da die Kommunikationsprozesse und somit die Einsatzgebiete der Visualisierungsmethoden sehr komplex sind, müssen vielseitig Techniken eingesetzt werden, die die Komplexität des Projektes im Kommunikationsprozess veranschaulichen. Für den Planer geht es in seiner Funktion als „Anwalt der betroffenen Bürger“ (Streich, 2014) aber darum, dass er aus diesem Portfolio an Techniken die geeigneten auswählt, geschickt miteinander zu Methoden kombiniert und zum Einsatz bringt. So entsteht ein, auf das jeweilige Planungsprojekt individuell zugeschnittener Workflow aus Inputdaten, ausgewählten Techniken zu deren Prozessierung und Visualisierungsprodukten als Ergebnis-Output.

4 Fazit

Die im vorherigen Kapitel präsentierten Ergebnisse verdeutlichen, wie mit dem hier angewandten Workflow maßgeschneiderte Visualisierungen für bestimmte Planungerfordernisse erstellt werden können. „Ein Kennzeichen von Planungsprozessen ist, dass es meist nicht „den einen Weg“ oder die Blaupause für die immer perfekte Visualisierung gibt. Oftmals müssen zusätzlich neue Techniken für neue Planungsanlässe ausprobiert werden“ (Zeile, 2017). Durch die direkte Abstimmung mit den Verantwortlichen vor Ort waren während des Projektes immer wieder Adaptionen nötig. Der offene Workflow und die die Benutzung von Datenaustauschformaten, die eine immer wieder neuer Kombination von Daten und Software zulassen (Mash-up-Gedanke) offenen Schnittstellen sind deshalb von großer Bedeutung.

Zukünftig ist es auch vorstellbar, den Immersionsgrad der 3D-Stadtmodelle zu steigern. Der Einsatz von Virtual Reality Brillen ist in diesem Workflow ohne Probleme zu bewerkstelligen. Die 3D-Modelle sind z. B. mit den Softwaresystemen Lumion oder Unity3D direkt auf einer Oculus Rift Brille darstellbar. Der Einsatz einer überlagerten UAS-Aufnahme ermöglicht eine Beurteilung, was zukünftig aus einer Seilbahnkabine zu sehen ist und was dagegen nicht gesehen werden soll. In der beschriebenen Studie wurde diese Thematik lediglich genannt und bietet weiteres Forschungspotenzial. Neuartige Kamerasysteme mit 360 Grad VR Aufnahmemodi erleichtern die Bestandsaufnahme. Im Idealfall muss hier nicht einmal mehr das 3D-Stadtmodell erstellt werden, eine „augmentierte Retusche“ innerhalb des 360°-Videos könnte diesen Arbeitsgang ersetzen.

Literatur

- Adolf, H., Braun, F., Fetten, L., Jung, A., Müller, N., & Theis, J. (2016). *URBAN CABLE CARS. Potenziale innovativer Seilbahnsysteme am Praxisbeispiel Konstanz*. Kaiserslautern.
- Batty, M., Crooks, A. T., Hudson-Smith, A., Milton, R., Anand, S., Jackson, M., & Morley, J. (2010). Data mash-ups and the future of mapping. In: *Technology & Standards Watch (TechWatch)*, 1–46.
- Bishop, I. D. (Ed.) (2005). *Visualization in landscape and environmental planning. Technology and applications*. London et al.: Taylor & Francis.
- Broschart, D. (2016). Potenziale des Drohneneinsatzes bei der räumlichen Bestandsaufnahme. *AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik*, (2) 2016, 518–527.
- Buschlinger, S., Henn, M., Leidecker, H., Wahrhusen, N., & Zimmer, D. (2016). *Urban Cable Cars. Kommunikation und Visualisierungen im Planungsprozess urbaner Seilbahnen am Beispiel der Stadt Konstanz*. Projektbericht TU Kaiserslautern | CPE. <http://zeile.net/wp-content/uploads/2016/11/UrbanCableCars.pdf>.
- ClimatePartner (2009). *Studie über Seilbahnen*.
- Harlander, T. (2017). „Bezahlbares Wohnen“ uns Städtebau. *Planerin*, (1), 5–7.
- Höhl, W. (2008). *Interaktive Ambiente mit Open-Source-Software. 3D-Walk-Throughs und Augmented Reality für Architekten mit Blender 2.43, DART 3.0 und ARToolKit 2.72*. Wien: Springer.
- Kremer, F. (2015). *Innovation Seilbahn*. TU Berlin: Universitätsverlag.
- Le Corbusier (1962). *An die Studenten. La charte d'Athenes*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Leidecker, H., & Zimmer, D. (2017). *Urban Cable Cars. Die Fortentwicklung von Visualisierungstechniken zu Kommunikationsmethoden bei der Planung urbaner Seilbahnen am Beispiel des Stadtbildes von Konstanz*. Kaiserslautern.
- Mach, R., & Petschek, P. (2006). *Visualisierung digitaler Gelände- und Landschaftsdaten*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Monheim, H. (2010). *Urbane Seilbahnen. „moderne Seilbahnsysteme eröffnen neue Wege für die Mobilität in unseren Städten“*. Köln: KSV.
- Petschek, P., & Lange, E. (2004). Planung des öffentlichen Raumes – der Einsatz von neuen Medien und 3D-Visualisierungen am Beispiel des Entwicklungsgebietes Zürich-Leutschenbach. In: M. Schrenk (Ed.), *REAL CORP 2004* (pp. 569–572). Wien.
- Streich, B. (2011). *Stadtplanung in der Wissensgesellschaft. Ein Handbuch*. Wiesbaden: Springer VS.
- Streich, B. (2014). *Subversive Stadtplanung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Zeile, P. (2017). Echtzeitplanung – Dynamische Systeme in der Stadtplanung. In: T. H. Kolbe, R. Bill, & A. Donaubauer (Eds.), *Geoinformationssysteme 2017. Beiträge zur 4. Münchner GI-Runde* (pp. 78–89). Berlin/Offenbach: Wichmann.