REGIO BASILIENSIS 62/1 2021 S. 3-12

# Das Stadtmodell im Kanton Basel-Stadt – von den Planveduten zum digitalen 3D-Stadtmodell

P. Froidevaux, A. Kettner, S. Wakaluk

*Zusammenfassung*
*Plastische Stadtansichten bzw. "3D"-Stadtmodelle stossen seit jeher auf grosses Interesse. Früher in Form von Planveduten (perspektivische Schrägansicht, Vogelschauplan) oder als physisch ausgestellte 3D-Modelle. Mit der zunehmenden Digitalisierung sind heute neue Möglichkeiten dazugekommen, eine Stadt darzustellen und zu begreifen. Zuerst entstanden einfache digitale 3D-Stadtmodelle. Aktuell werden diese immer mehr mit weiteren Informationen angereichert, und es kommen weitere technische Möglichkeiten wie Laserscanning, Bildmatching oder Augmented Reality dazu, um 3D-Daten zu erfassen und zu visualisieren. Dadurch entwickeln sich digitale Stadtmodelle immer mehr zu digitalen Zwillingen der real existierenden Stadt.*

## 1 Einleitung

Eine möglichst realistische Abbildung unserer Umwelt einerseits zur Orientierung, wo man sich gerade aufhält, andererseits auch zur Planung der weiteren Entwicklung wird gerade auch im dicht bebauten städtischen Umfeld schon lange verwendet. So sind ab dem späten Mittelalter Stadtansichten – gezeichnete Schrägansichten – durch die Verwendung des Buchdrucks weit verbreitet worden. Eine richtige dreidimensionale Abbildung ermöglichen Reliefs des Geländes bzw. Modelle der Gebäude, die je nach Massstab gross- oder kleinräumige Zwecke erfüllen. Von der Digitalisierung sind auch die Stadtmodelle erfasst worden: digitale Stadtmodelle liegen als elektronische Datensätze vor. Durch die immer leistungsfähigeren Rechner können diese Modelle am Bildschirm oder mittels virtueller Realität erlebt werden.

Der Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt hat im Jahr 2018 die Strategie "Smart City Basel" verabschiedet (*Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt* 2018). Diese betrifft das digitale Basler Stadtmodell in zweifacher Hinsicht: Einerseits stehen die Daten frei für jegliche Nutzung zur Verfügung, andererseits bilden sie die Grundlage für den digitalen Zwilling der Stadt.

Adresse der Autoren: Pascal Froidevaux, Andreas Kettner, Sascha Wakaluk, Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, Grundbuch- und Vermessungsamt, Dufourstrasse 40/50, Postfach, CH-4001 Basel; E-Mail: pascal.froidevaux@bs.ch, andreas.kettner@bs.ch, sascha.wakaluk@bs.ch

## 2 Entwicklung der Basler Stadtansichten

Die ersten Stadtansichten verbreiteten sich mit dem Buchdruck ab dem 15. Jahrhundert in Europa. Zuerst waren es eher schematische Darstellungen, mit dem Aufkommen der ersten Vermessungs-Methoden ab dem 16. Jahrhundert folgten immer genauere perspektivische Stadtansichten. Eine erste "einfache" Ansicht von Basel wurde in der Schedelschen Weltchronik abgedruckt. Diese Chronik wurde 1493 in lateinischer Sprache in Nürnberg gedruckt und dann auch ins Deutsche übersetzt. Das Gesamtwerk ist eine universalhistorische und illustrierte Darstellung der Weltgeschichte und enthält eine chronologische Abfolge der historischen Ereignisse. Daneben werden aber auch geographische Informationen zu vielen europäischen Städten wiedergegeben. Basel wird darin auf einer Doppelseite beschrieben, und die dazugehörige Illustration zeigt die Stadt von Norden her, wobei der Fokus auf die Kirchen und Stadtmauertürme gelegt wurde.

Rund 40 Jahre später wird Basel erstmals vermessen und als "3D-Ansicht" gedruckt. Sebastian Münster, Universalgelehrter, kommt um 1530 definitiv nach Basel und erhält eine Professur für hebräische Sprache. Daneben ist er u. a. Kosmograph und entwickelt seine eigene Methode zur Vermessung. Von Türmen misst er Azimute auf weitere sichtbare Punkte und schätzt die Strecken. 1538 lässt er eine erste Stadtansicht drucken, welche alle Strassen und Häuser von Basel zeigt.

Die Vermessungsmethoden werden in den folgenden Jahrzehnten verbessert. Eine erste exakte "Grundlegung" der Stadt Basel erfolgt 1588 von Hans Bock. Auf dieser Grundlage zeichnet Matthäus Merian 1615 seine berühmte Ansicht von Basel. Zuerst als Zeichnung, später dann als Radierung auf vier Kupferplatten. Die Perspektive wird dabei etwas verzerrt, d. h. die schmalen Strassen und Gässlein werden verbreitert dargestellt, so dass jedes Haus "dreidimensional" sichtbar wird.

Eine ähnliche Darstellung wie die von Merian wurde nochmals von Johann Friedrich Mähly gezeichnet. Am 14. Mai 1845 wird der Plan im Protokoll des kleinen Stadtrats folgendermassen erwähnt. "*Herr Friedrich Mähly, Maler und Kunsthändler meldet: Nach mehrjähriger mühsamer Arbeit sey es ihm gelungen, einen neuen Plan der Stadt Basel in Vogelansicht zugleich auch als Bild soweit zu vollenden*". Das Originalbild wird dem Stadtrat angeboten, und zusätzlich plant Mähly einen Stahlstich in halber Grösse zu erstellen (vollendet 1847). Das Bauamt prüft den Plan und kommt zum Schluss, "*dass er sowohl in topographischer als technischer Hinsicht, dem Zwecke welcher sich bei einer solchen Arbeit voraussetzen sollte, gerade nicht besonders entspricht indem wir zu unserem Bedauern neben mancherley Unrichtigkeiten, hauptsächlich ein störendes Missverhältnis in den Längen und Breiten der Strassen bemerkten, welches sehr auffallend und überhaupt dem Ganzen sehr nachtheilig ist*." (*Meier* 1969*)*

Zu dieser Kritik des Bauamtes ist Folgendes anzumerken: Gleichzeitig alle Gebäudefassaden in einem Plan zu zeigen und eine korrekte Geometrie der Strassen abzubilden, ist mit der Technik einer Planvedute gerade im Bereich von schmalen Strassen und Gassen nicht möglich.

Eine bessere Vermessungsgenauigkeit würde zu Lasten der Lesbarkeit des Bildes gehen. Wenn man die Strassen zusammenschiebt, bleibt nur noch eine unübersichtliche "Dachlandschaft" übrig (Abb. 1).

In den 1950er Jahren erschien dann nochmals ein "3-dimensionaler" Stadtplan von Basel. Im Gegensatz zu Merian und Mähly diesmal auf Grundlage des offiziellen Stadtplans und entsprechend nach Norden orientiert. Künstler dieses Planes war Peter Schiegg.

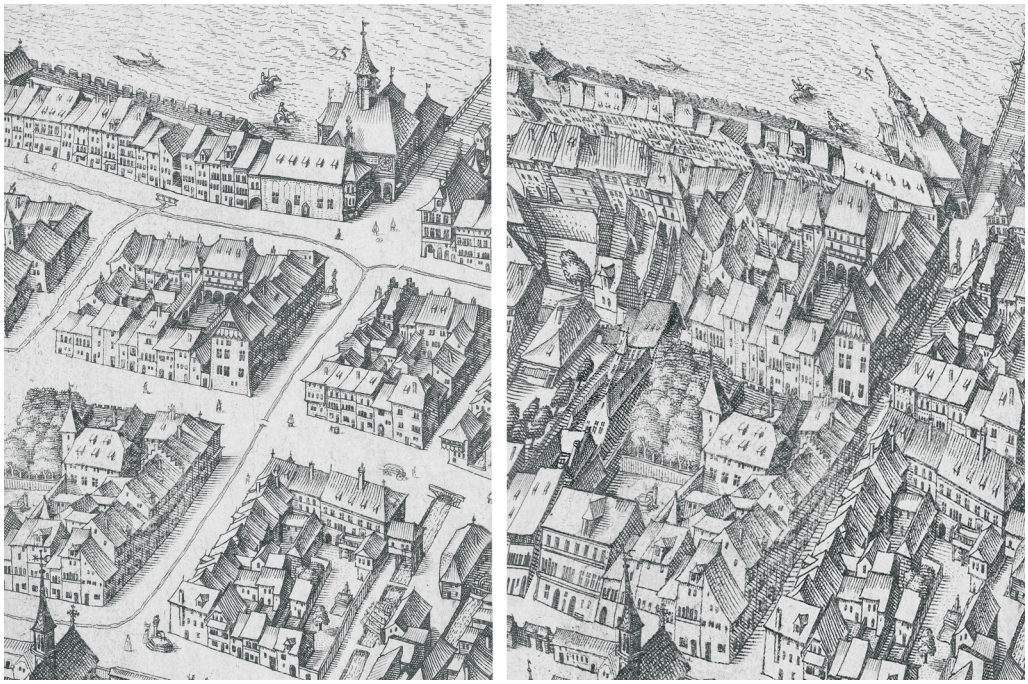

Abb. 1 Ausschnitt aus dem Merianplan von 1615. Das Bild links ist das Original. Das rechte Bild ist so verzerrt, dass die Häuserblöcke geometrisch korrekt liegen. *Bild: A. Kettner, 2020*

## 3 Stadtmodelle

Neben den "3D-Ansichten" gibt es auch physische 3D-Modelle. Hierbei stellt sich das Problem der verzogenen Geometrien nicht. Der Betrachter der Modelle kann seinen Blickwinkel selber wählen und so verändern, dass er in die Strassenschluchten sehen kann.

Das Stadtmodell von Basel wurde 1960 erstellt, bildet die Stadt im Massstab 1:1'000 ab und belegt die beachtliche Fläche von 40m$^2$. Das Baudepartement liess damals gleich zwei Exemplare anfertigen. Ein Arbeitsmodell, das laufend aktualisiert und erweitert wird, und ein unverändertes Duplikat, welches den damaligen Zustand der Stadt zeigt und somit aus heutiger Sicht schon zu einem historischen Modell geworden ist.

Das aktualisierte Modell dient den Fachleuten permanent als Arbeitsgrundlage. Darin sind auch schon geplante Überbauungen und Arealentwicklungen zu sehen (Abb. 2). Zudem kann es von der Bevölkerung im Ausstellungsraum des Bau- und Verkehrsdepartement an der Dufourstrasse 40 besichtigt werden. Die Stadt Basel ist an diesem Modell physisch aus einer ganz neuen Perspektive zu entdecken. Das historische Modell von 1960 wird bei speziellen Fragestellungen zum Vergleich herangezogen, aber selten als Ganzes gezeigt (*Bau- und Verkehrsdepartement* 2016*)*. Weitere historische Modelle von Basel sind aktuell u.a. im Museum Kleines Klingental und im historischen Museum Basel zu besichtigen.

Im Museum Kleines Klingental steht u. a. ein Stadtmodell, welches die Innerstadt von Basel im 17. Jahrhundert zeigt. Auf einer Fläche von 250x280cm im Massstab 1:400 werden dabei sehr viele historische Details innerhalb der Inneren Stadtmauer gezeigt. Das Modell wurde in den Jahren 1952–59 durch Alfred Peter, ehemaliger Mitarbeiter der kantonalen Denkmalpflege, erstellt.

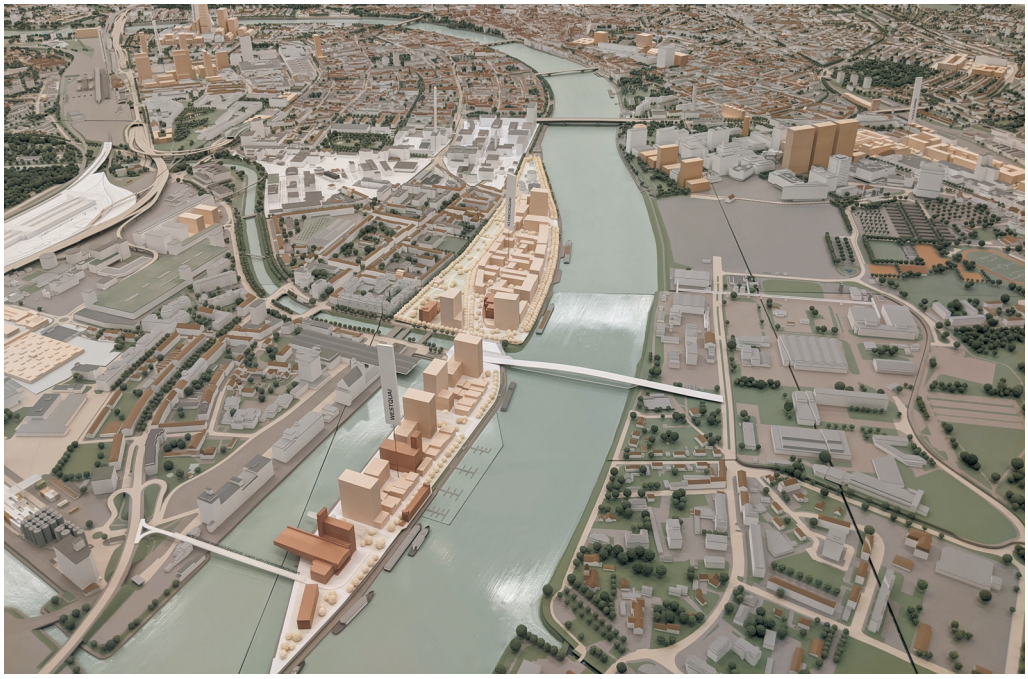


Abb. 2. Ausschnitt aus dem aktualisierten Stadtmodell des Bau- und Verkehrsdepartements Basel-Stadt. Blick vom Dreiländereck in Richtung Basel. Im Vordergrund die Stadtentwicklungsgebiete Westquai und Klybeckquai. *Foto: S. Wakaluk, 2020*

Grundlage für die Rekonstruktion der historischen Altstadt war u. a. die oben erwähnte Stadtansicht von Merian. Aktuell wird das Modell durch einen Touchscreen ergänzt, auf dem zusätzliche Informationen zu den wichtigsten Häusern abgerufen werden können (🌍1).

Auch im Historischen Museum Basel sind aktuell historische Modelle vom Fischmarkt und vom Barfüsserplatz aus der Zeit um 1870 ausgestellt. Die Modelle wurden Anfang des 20. Jahrhunderts erstellt. Einerseits von Karl Albert Bastady und andererseits von Gustav Nauer-Rüegg. Weitere, aktuell nicht ausgestellte Modelle befinden sich noch im Depot des Historischen Museums Basel (*Historisches Museum Basel* 2020).

## 4 Die Entwicklung des digitalen Stadtmodells im Kanton Basel-Stadt

Das Grundbuch- und Vermessungsamt Basel-Stadt (GVA) hat sich früh mit den Möglichkeiten der Digitalisierung seiner Arbeiten und Produkte beschäftigt. Seit Mitte der 1970er-Jahre sind erste Vorarbeiten erfolgt, und bis Mitte der 1990er-Jahre sind die Grundbuchpläne digitalisiert worden, so dass die Daten der amtlichen Vermessung seither vollständig in digitaler Form geführt werden.

Die Grundbuchpläne wurden an einer Digitalisierstation manuell digitalisiert. Im Gegensatz zu einem einfachen Abscannen der Pläne war es dadurch möglich, die Daten thematisch aufzutrennen und nach Themenbereichen in eigenen Datenebenen zu führen. So sind beispielsweise die

Grundstücke in einer Datenebene abgebildet, oder eben auch die Gebäudegrundrisse. Diese Strukturierung ermöglicht es, mit einzelnen Objekten, beispielsweise den Gebäudegrundrissen, gezielt zu arbeiten.

Die zunehmende Leistungsfähigkeit von Computern und die Entwicklung der entsprechenden Software machten es ab Mitte der 90er Jahre möglich, dreidimensionale Datensätze darzustellen. So sind zu diesem Zeitpunkt erste Anwendungen aufgekommen, die auf der Grundlage von solchen Daten aufbauen. Beispiele dafür sind Berechnungsprogramme für die Ausbreitung von Schall- oder elektromagnetischen Wellen, die die Verbreitung von Lärm ausgehend von der Quelle darstellen können. Ebenfalls zu diesem Zeitpunkt wurden die Möglichkeiten erkannt, die ein digitales 3D-Modell für die Visualisierung von Planungen bietet. Zusammen mit der Lärmfachstelle und dem Hochbau- und Planungsamt des Kantons Basel-Stadt wurde daher ab 1995 ein digitales Stadtmodell aufgebaut.

Als Grundlage für das Modell dienten die fotogrammetrisch ausgewerteten Dächer der Gebäude. Aus den Luftbildern, die das GVA periodisch alle 2–3 Jahre erstellen lässt, werden die Lage- und Höheninformationen der Dächer und Dachaufbauten herausgemessen.

Von 1995 bis 2011 wurden die Flächen der Dächer und Dachaufbauten in einem CAD-System verwaltet. Sie bildeten die Grundlage des 3D-Stadtmodells. Für die jeweiligen gewünschten Anwendungen konnten mittels geeigneter Aufbereitungen je nach Anwendung die Gebäude auf unterschiedliche Art und Weise gebildet werden:

- Dachtraufengerechte Gebäude durch Herunterziehen der Traufe auf das Gelände
- Grundrissgerechte Gebäude durch das Hinaufziehen der Gebäudegrundrisse aus den Daten der amtlichen Vermessung ins Dach

Mit diesen Gebäudemodellen werden seit nunmehr mehr als 20 Jahren verschiedenste Bedürfnisse abgedeckt:

- Lärmkataster Kanton Basel-Stadt und Nachtlärmkataster der Novartis
- Bahn- und Autobahnlärmkataster
- Stadt- und Raumplanung
- Simulation der Erdbebenstandfestigkeit der Gebäude zur möglichen Schadensermittlung
- Überprüfung der Gebäudestatik bezüglich Windlasten (Bsp. Messeturm)
- Simulation von Micro-Klimas (Bsp. Forschungsprojekt der Universität Basel)
- 3D-Basisdaten für Projektwettbewerbe der öffentlichen Hand
- Ermittlung von Dachformen (Bsp. Projekt zur Begrünung von Dachflächen)
- Überprüfung der generellen Kanalisationsprojekte
- Ermittlung von Schattenwurfbereichen bei Neubauprojekten primär im Innerstadtbereich

Die zunehmende Digitalisierung und die Verfügbarkeit leistungsfähiger CAD- und Geoinformationssysteme ermöglichen es, Datensätze unterschiedlichster Herkunft miteinander zu verknüpfen. Voraussetzung dafür ist, dass jedes Objekt mittels stabiler Identifikatoren individuell erkennbar ist.

Mit dem Inkrafttreten der Verordnung zum eidgenössischen Gebäude- und Wohnungsregister wurde jedem Gebäude ein Identifikator zugeordnet. Damit ist jedes Gebäude in der Schweiz eindeutig identifizier- und ansprechbar. Das digitale Stadtmodell wurde deshalb ab 2011 auf die Struktur der Gebäude ausgerichtet und umfasste nicht mehr nur die Dach- und Fassadenflächen, sondern die ganzen Gebäude in vollständig objektorientierter Form. Jedes Gebäude ist mit seinem Identifikator versehen, so dass zusätzliche Informationen aus beliebigen Datenquelle über den Identifikator mit den Gebäuden verknüpft werden können.

Die Erneuerung des Stadtmodells umfasste einerseits die Überführung der Daten vom CAD-System in eine SQL-Datenbank und andererseits die komplette Überarbeitung der Gebäude. Nachdem bisher nur die fotogrammetrisch ausgewerteten Dachflächen das bestimmende Element für die Gebäudedefinition waren, wurden nun neu die Grundrisse aus den Daten der amtlichen Vermessung zur Grundlage der Gebäude, weil die Gebäudeidentifikatoren diesen Grundrissen zugeordnet sind. Alle Dachflächen mussten auf die Grundrisse aufgeteilt und dem jeweils betroffenen Grundriss zugeordnet werden. Bei gut 30'000 Gebäuden im Kanton Basel-Stadt war dies manuell nicht zu bewerkstelligen, aber auch die eingesetzten Algorithmen bekundeten vor allem im Innerstadtbereich mit seinen verschachtelten Dachformen oftmals Mühe, die richtige Zuordnung zu finden. Die Umstellung auf das neue System konnte 2017 abgeschlossen werden.

## 5 Das heutige digitale 3D-Stadtmodell

Für die Aufbereitung der Gebäude und die Ausgabe der Daten zur Visualisierung oder bei Bestellungen durch Kunden werden verschiedene Softwarekomponenten eingesetzt. Seit der Migration des 3D-Stadtmodells in eine CityGRID-Datenbank kommt als Basistechnologie für das Erstellen und Verwalten von 3D-Gebäuden CityGRID der Firma UVM Systems (🌍2) zum Einsatz. Die Software besteht aus mehreren Komponenten, die zur Bearbeitung und Verwaltung von 3D-Daten benötigt werden. Dabei sind zwei Kernmodule hervorzuheben. Ein Modul wird zum Datenmanagement auf den SQL-Server-Datenbanken genutzt, ein weiteres dient der Konstruktion von Objekten im dreidimensionalen Raum. UVM Systems hat dafür ein Plugin entwickelt, das auf der mächtigen 3D-Computergrafiksoftware "3DSMax" aufsetzt und so eine Kommunikation zwischen Datenbank und Konstruktionssoftware erlaubt. "3DSMax" wird in vielen gestalterischen Branchen, wie Design und Architektur, aber auch zur Computerspieleentwicklung und Animationserstellung genutzt.

Das digitale Stadtmodell wird heute über Luftbilder oder Baupläne nachgeführt. Die Modellierung der 3D-Bauten findet in 3DSMax statt. In der Regel wird nach der Eingabe eines Baugesuchs das Gebäude aus den Bauplänen in 3DSMax konstruiert und als projektiertes Gebäude in der CityGRID-Datenbank abgelegt. Zur Sicherstellung einer korrekten Abbildung des ausgeführten Gebäudes wird nach der Bauvollendung das Dach fotogrammetrisch aus den Luftbildern ausgewertet und mit dem eingemessenen Grundriss aus den Daten der amtlichen Vermessung mittels FME (Feature Manipulation Engine) zum fertigen digitalen Gebäude kombiniert.

Mit der Software FME von "Safe Software" werden Automatisierungs- und Analyseprozesse im Geodatenbereich umgesetzt. FME dient im GVA auch dazu, die Daten des Stadtmodells für die Ausgabe an Kunden oder für die Visualisierung im 3D-Viewer von VCS aufzubereiten. Für die Datenausgabe steht eine CityGRID-Publikationsdatenbank zur Verfügung, die vom GeoShop angesteuert wird. Für die Visualisierung im 3D-Viewer wird das Stadtmodell im CityGML Format weitergegeben. Die Prozesse lassen sich vereinfacht nach Abb. 3 darstellen.

CityGML ist seit 2008 ein Standard des "Open Geospatial Consortium" (🌍3), welcher sich etabliert hat, um die Interoperabilität von 3D-Stadtmodellen zu gewährleisten. Im CityGML-Schema sind neben dem Gebäudemodell auch Gelände, Wasser- und Verkehrsflächen sowie Vegetation und Stadtmöblierung modelliert. Jedes Objekt kann einen unterschiedlichen Detaillierungsgrad, den sogenannten "Level of Detail" (LOD) vorweisen (Abb. 4).

Das 3D-Stadtmodell des Kantons Basel-Stadt entspricht einem LOD2, jedoch werden bei ausgeführten Bauten zusätzlich noch Dachüberstände und -aufbauten mit modelliert, wenn sie die Grösse von $4m^2$ überschreiten. Die Gebäudemodelle sind über den kantonalen Geodaten-Shop (🌍4) in verschiedenen Formaten bestellbar.

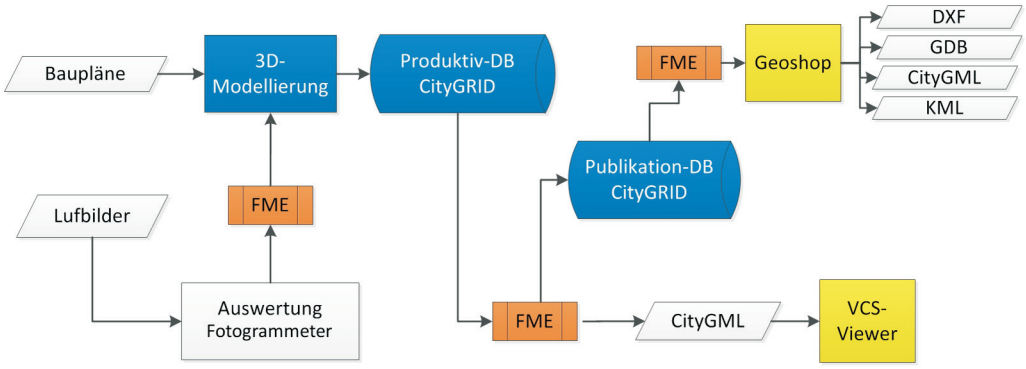


Abb. 3 Vereinfachter Nachführungs- und Ausgabeprozess. Zur Bewirtschaftung des Stadtmodells werden verschiedene Softwarekomponenten eingesetzt (GityGRID in Blau, FME in Orange). Über den Geoshop bzw. den VCS-Viewer (Gelb) wird es den Nutzenden zur Verfügung gestellt. *Bild: S. Wakaluk, 2020*

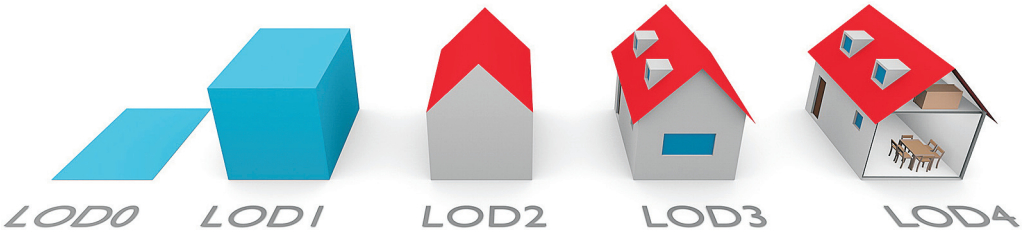


Abb. 4 Die fünf LODs von CityGML 2.0. Geometrische Details und semantische Komplexität steigen mit zunehmender Stufe. (Quelle: *Biljecki* et al. 2016)

Tab. 1 Bestellübersicht der Datenformate 3D-Stadtmodell des Jahres 2019.

| Datenformat | Tertial 1 | Tertial 2 | Tertial 3 | Total 2019 |
|---|---|---|---|---|
| | **261** | **191** | **198** | **650** |
| Dxf | 209 | 178 | 173 | 560 |
| Gdb | 28 | 1 | 10 | 39 |
| CityGml | 17 | 9 | 10 | 36 |
| Kml | 7 | 3 | 5 | 15 |

Tabelle 1 zeigt die Anzahl Bestellungen der im Geodaten-Shop verfügbaren Formate dxf (CAD), gdb (ESRI Geodatabase/ Multipatch), CityGML und kml (Google Earth). Auffällig ist, dass im Jahr 2019 CAD das mit Abstand am meisten angeforderte Datenformat war.

Auch der aktuell eingesetzte 3D-Webviewer (🌍5) basiert auf CityGML. Es handelt sich dabei um eine Komplettlösung von "Virtual City Systems" (🌍6). Die Software ermöglicht das Visualisieren von 3D-Stadtmodellen im Internetbrowser. Neben dem Ist-Zustand des 3D-Stadtmodells können hier auch bewilligte Bauten und geplante Bauvorhaben eingeblendet werden (Abb. 5).

Weitere Visualisierungsmöglichkeiten finden sich in Form von hochauflösenden Schrägluftbildern und dem sogenannten 3D-Mesh (d. h. ein drei-dimensionales, in einem Koordinatensystem verankertes digitales Gitter) (Abb. 6). Das 3D-Mesh wird vollautomatisch aus Luftbildern abgeleitet. Durch fotogrammetrische Prozesse wird ein Oberflächenmodell in Form einer Dreiecks-

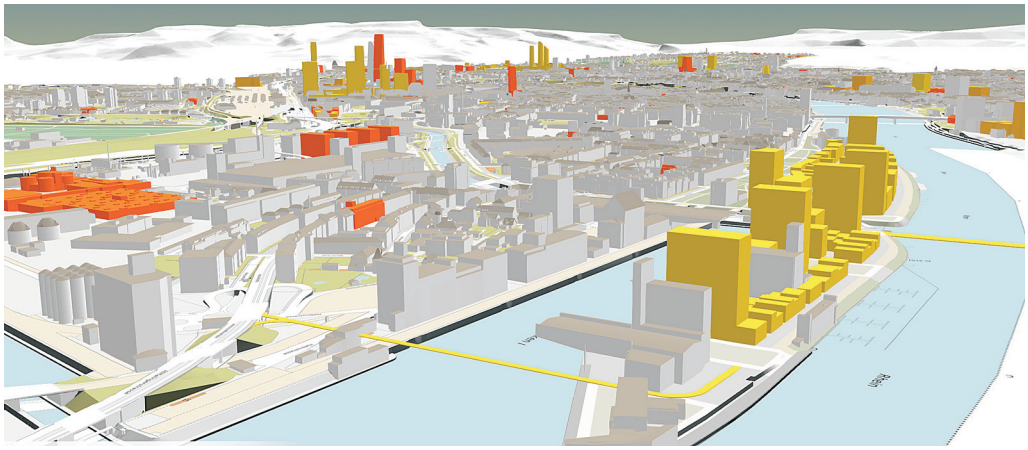

Abb. 5 Ansicht des Stadtmodells im 3D-Viewer Basel-Stadt mit Blick vom Dreiländereck in Richtung Basel. In Rot die bewilligten Bauten, in Gelb die geplanten Bauvorhaben. *Bild: S. Wakaluk, 2020*

Abb. 6 3D-Mesh Kanton Basel-Stadt, wie es im 3D-Viewer Basel-Stadt angeschaut werden kann. Im Vordergrund das Basler Rathaus. Blick von Grossbasel Richtung Rhein. *Bild: S. Wakaluk, 2020*

vermaschung gebildet. Darauf wird durch die Kombination von Senkrecht- und Schrägbildern eine fotorealistische Textur aufgebracht. Das 3D-Mesh sieht sehr realistisch aus, enthält aber im Gegensatz zum 3D-Modell keinerlei Informationen zu den abgebildeten Objekten.

Für die Verbindung der digitalen Gebäude mit Informationen aus anderen Datenquellen sind stabile Identifikatoren unumgänglich. Die Gebäude des Stadtmodells besitzen diese Identifikatoren in Form des kantonalen Gebäudeidentifikators. Im Gegensatz zum 3D-Mesh ist es deshalb möglich, die Gebäude des Stadtmodells mit Informationen aus anderen Fachsystemen zu versehen.

Ebenfalls ist es wichtig, dass das Modell durch eine regelmässige Nachführung aktuell gehalten wird. Dazu werden im GVA laufend die Prozesse angepasst, um beispielsweise auch geplante Gebäude möglichst zeitnah im Modell zu zeigen. Die Nachführung des Stadtmodells erfolgt bisher jeweils nach den periodischen Befliegungen alle zwei bis drei Jahre. Im GVA bestehen verschiedene Überlegungen, wie die zeitlichen Lücken zwischen zwei Befliegungen geschlossen

werden können. So könnten bei Bauten, welche vom Boden aus gut einsehbar sind, bei der tachymetrischen Feldaufnahme der Daten der amtlichen Vermessung gleichzeitig auch Höhendaten mitbestimmt werden, die dann der 3D-Nachführung dienen. Bei komplexen Bebauungen wäre es auch denkbar, Drohnen einzusetzen. Dabei gilt es jedoch zu bedenken, dass das Stadtgebiet in direkter Nähe zum Euroairport Basel-Mulhouse liegt. Für Drohnenbefliegungen im Umkreis von 5 km um den Flughafen muss jeweils eine Bewilligung beantragt werden. Die fortschreitende Regulierung von Drohnenflügen verlangt eine entsprechende Schulung und eine dauernde Weiterbildung der eingesetzten Piloten.

# 6 Fazit

Es ist festzuhalten, dass die Anforderungen an das digitale 3D-Stadtmodell stetig steigen. Der Kanton Basel-Stadt befindet sich im Dreiländereck und grenzt im Norden an Frankreich und Deutschland. Das Stadtmodell steht hier vor der Herausforderung, nicht als Insellösung direkt an der Landesgrenze zu enden. Gerade im stadtplanerischen Kontext ist es wichtig, die Auswirkungen von Planungszuständen ganzheitlich im Raum zu betrachten. Hier müssen verschiedene Datengrundlagen über Landesgrenzen hinweg zu einem Modell zusammengeführt werden, damit dies möglich wird. Dies erweist sich schon auf Grund der unterschiedlichen Lage- und Höhenreferenzsysteme als durchaus komplex.

Die Bebauung endet in der Regel nicht an der Erdoberfläche. Informationen über den Untergrund werden immer wichtiger. Auch hier laufen Bestrebungen, diesem Umstand Rechnung zu tragen. Das aktuelle 3D-Stadtmodell orientiert sich stark an den Daten der amtlichen Vermessung, und auch dort spielt der Untergrund noch eine eher untergeordnete Rolle. Für einige Grossprojekte, wie beispielsweise das Infrastrukturprojekt Herzstück (S-Bahn-Tunnel zwischen SBB und Bad. Bahnhof), sind im geplanten Trasse-Bereich mit grossem Aufwand Untergrunddaten erfasst worden. Es fehlt jedoch noch ein flächendeckender kantonsweiter Datensatz mit allen Informationen zum Untergrund. Beim GVA sind Überlegungen im Gang, wie die unterirdischen Teile der Gebäude modelliert werden könnten. Das so erweiterte Stadtmodell kann als Grundlage für die Integration weiterer Datensätze zum Untergrund durch die entsprechenden Fachstellen dienen.

Der Begriff erweiterte Realität (Augmented Reality, kurz AR) hat in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Dies liegt nicht zuletzt am technischen Fortschritt bei den Mobilgeräten und am hohen Forschungsbudget grosser Konzerne wie beispielsweise Apple, Google oder Microsoft. AR bezeichnet eine computerunterstützte Wahrnehmung bzw. Darstellung, welche die reale Welt um virtuelle Aspekte erweitert. Das GVA hat zusammen mit der FHNW eine Applikation entwickelt (🌍7), die es ermöglicht, Geodaten via Smartphone auf dem gedruckten Stadtplan des Kantons Basel-Stadt einzublenden. So ist es möglich, das 3D-Stadtmodell zu überlagern (Abb. 7) oder beispielsweise auch Velorouten zu visualisieren.

Auch im Bereich des “digitalen Bauens” nach der BIM-Methode ist eine enorm dynamische Entwicklung zu beobachten. BIM steht für Building Information Modelling. Dabei spielt das digitale Bauwerksmodell eine zentrale Rolle. Die Modelle sind sehr detailliert und werden neben der Planung und Bauausführung auch für eine spätere Bewirtschaftung genutzt. Diese Bauwerksmodelle werden mittelfristig auch in das 3D-Stadtmodell einfliessen.

All diese Entwicklungen führen dazu, dass sich das digitale Stadtmodell immer mehr in Richtung eines “digitalen Zwillings” entwickelt. Der digitale Zwilling (Digital Twin) im Bau- und Immobilienwesen ist ein digitales Bauwerksmodell als digitales Replikat der Struktur und des Verhaltens eines Bauwerks (Real Twin) mit interaktiven Verbindungen zum physischen Zwilling.

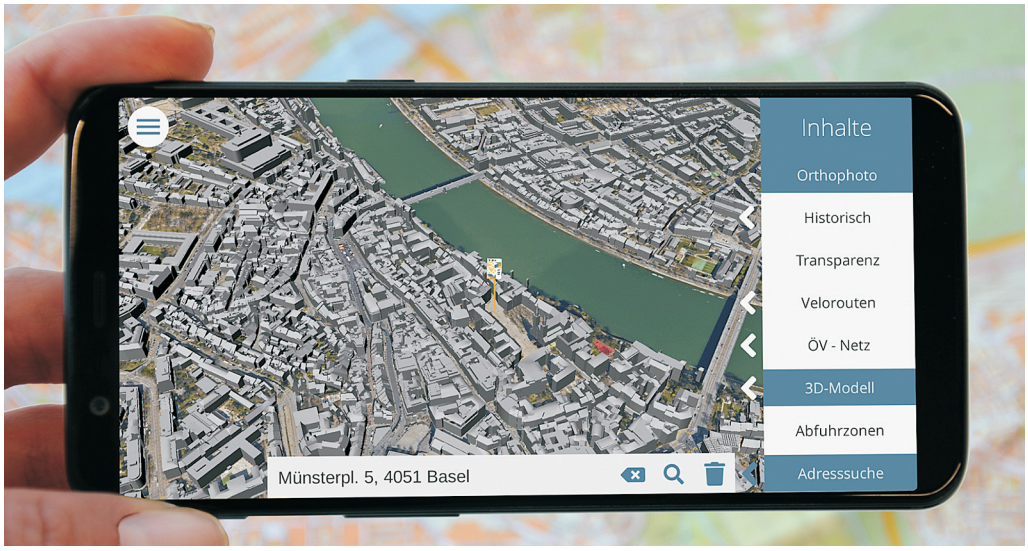


Abb. 7 Basel AR. Augmented Reality – Erweiterung des offiziellen Stadtplans von Basel.
*Bild: Google Play, 2020*

(*Wahbeh W*. 2019). Die Zukunft wird weisen, welche Methoden und Technologien sich durchsetzen und wie wir unsere gebaute Umwelt künftig digital abbilden und fassbar machen werden. Ein aktuelles 3D-Stadtmodell wird auf alle Fälle eine wichtige Basis dafür bleiben.

## Literatur

Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt 2016. *Stadtmodell, Ganz auf einen Blick*. Basel.

Biljecki Filip, Ledoux H. & Stoter J. 2016. *An improved LOD specification for 3D building models*. 59: 25–37. Online verfügbar: https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.04.005 [Eingesehen am 02.11.2020]

Historisches Museum Basel 2020. *Zeitsprünge, Basler Geschichte in Kürze*. Basel, 1–172.

Meier E.A. 1969. *Johann Friedrich Mähly und sein Vogelschauplan der Stadt Basel*. Pharos-Verlag Basel, 1–256.

Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt 2018. *Strategie Smart City Basel*. Online verfügbar: https://www.smartcity.bs.ch/smart-city-basel.html [Eingesehen am 04.11.2020]

Wahbeh W. 2019. Projektinitiative Digital Twin Campus Muttenz – eine Innovationsplattform für die Lehre und Forschung. *3DGI 2019 – Internationale Fachtagung zu 3D-Geoinformation*. Online verfügbar: https://irf.fhnw.ch/bitstream/handle/11654/30094/1_3_Wahbeh_Digital_Twin_DE.pdf [Eingesehen am 25.09.2020]

## Internetquellen

1 https://www.mkk.ch [Eingesehen am 17.09.2020]

2 https://www.uvmsystems.com/index.php/de-de/ [Eingesehen am 09.10.2020]

3 https://www.ogc.org/pressroom/pressreleases/899 [Eingesehen am 25.09.2020]

4 https://shop.geo.bs.ch/ [Eingesehen am 25.09.2020]

5 http://www.geo.bs.ch/3D [Eingesehen am 09.10.2020]

6 https://vc.systems/produkte/vc-view/ [Eingesehen am 25.09.2020]

7 https://www.gva.bs.ch/vermessung/topografie-3d-stadtmodell.html [Eingesehen am 25.09.2020]