

Modellierung des IKMZ Cottbus – Integration von BIM und GIS

Beitrag von Katja Heine und Steffen Gnoth

Problemstellung/Ziel

Im Rahmen eines Masterprojekts im Studiengang Bauingenieurwesen der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus – Senftenberg hatten Studierende die Aufgabe, das *INFORMATION-, KOMMUNIKATIONS- UND MEDIENZENTRUM (IKMZ)* und seine unmittelbare Umgebung BIM-konform zu modellieren. Das *IKMZ* der *BTU COTTBUS – SENFTENBERG*, entworfen von Herzog & de Meuron und mit mehreren Preisen ausgezeichnet, ist das markanteste Bauwerk der Universität sowie der Region Cottbus überhaupt. Das Gebäude mit dem außergewöhnlichen Grundriss ist umgeben von einem parkähnlichen Areal, welches landschaftsarchitektonisch mit dem Bauwerk eine Einheit bildet. Insofern weist das Bauwerk, was die BIM-konforme Modellierung betrifft, bereits schon aufgrund seiner Geometrie Besonderheiten auf, da es sich beim Großteil der Bauteile um Sonderbauteile handelt, für die keine Standard-Familien vorgegeben sind.



Abb. 3.2.10-1: Modell des IKMZ mit Umgebung (ArcScene).

Im Projektmodul „BIM/GIS“, in dessen Rahmen die Modellierung erfolgte, sollen die Studierenden des Bauingenieurwesens befähigt werden, auf Basis der von der Geodäsie bereitgestellten Geodaten Bauwerke zu planen und zu modellieren. Schwerpunkte dieses Projekts waren:

- die Nutzung amtlicher Geodaten für die Modellierung der Bauwerksumgebung,
- die BIM-konforme Umsetzung der vorhandenen Planungsunterlagen,
- die Aufnahme und Modellierung der nachträglich veränderten Eingangsbereiche,
- die Aufnahme und Modellierung zusätzlicher Objekte im Bauwerksumfeld,
- die Erstellung eines Workflows zur Integration von GIS-Daten in das BIM-Projekt und die Übernahme des BIM-Modells in das GIS-Umgebungsmodell, einschließlich der Koordinatentransformationen,
- die Arbeit im BIM-Zentralmodell.

Für die Umsetzung des Projekts standen folgende Softwareprodukte zur Verfügung

- *AUTODESK REVIT 2018* als BIM-Software,
- *ESRI ARCGIS 10.4.1* für die GIS-Bearbeitung,

- *CAPLAN* der *CREMER PROGRAMMENTWICKLUNG GMBH* für geodätische Berechnungen,
- *LEICA CYCLONE* für die Bearbeitung der TLS-Daten,
- *AUTODESK RECAP* für die Integration der Punktwolken in *REVIT*.

Lösungsweg

Für die Modellierung des Umgebungsmodells wurden die folgenden amtlichen Geodaten von der LGB (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg) bezogen und in ein *ARCGIS*-Projekt mit dem amtlichen Koordinatensystem ETRS 89/UTM 33 eingefügt:

- Digitales Orthophoto DOP 20c,
- DGM1,
- 3D-Gebäudemodelle LoD2.

Ergänzend wurde eine tachymetrische Vermessung des Areals zur Aufnahme des Grundrisses (Außenfassade des *IKMZ*), von Wegegrenzen, Stadtmobiliar und Vegetation durchgeführt. Die daraus abgeleiteten Objekte wurden ebenfalls im *ArcGIS*-Projekt integriert.

Die Frage der Notwendigkeit einer Koordinatentransformation von globalen, amtlichen Systemen in lokale Bauwerkskoordinatensysteme für ingenieurgeodätische Anwendungen ist bereits an verschiedener Stelle intensiv diskutiert worden. Auf theoretische Hintergründe soll hier nicht explizit eingegangen werden, es sei dafür auf Heunecke (2017) verwiesen. Die Problematik stellt sich im Grunde genommen nicht erst seit der Einführung der UTM-Abbildung und auch nicht erst im Zusammenhang mit der BIM-Anwendung. Andererseits ist es nicht von der Hand zu weisen, dass die deutlich höhere maximale Maßstabsverzerrung der UTM-Abbildung und die Forderung nach einem stringenten digitalen Datenfluss im BIM-Prozess die Brisanz der Thematik deutlich erhöhen. Die meisten in der Geodäsie und in der Geoinformatik verwendeten Softwareprogramme ermöglichen eine korrekte Transformation von globalen in lokale Koordinaten, ganz im Gegensatz zu den im Bauingenieurwesen und der Architektur zur Anwendung kommenden CAD- und Visualisierungsprogrammen. Gerade im BIM-Prozess scheint es daher angebracht, Umgebungsdaten für ein Bauwerk immer vor Übergabe an die BIM-Bearbeitung in ein lokales (Bauwerks-)koordinatensystem zu transformieren. Dadurch werden Maßstabsprobleme vermieden und die beispielsweise in *Revit* aus zu großen Koordinatenwerten resultierenden Ungenauigkeiten verhindert (Autodesk 2019). Für die *Revit*-Bearbeitung ist es günstig, einen Vermessungspunkt in Bauwerksnähe im Ursprung eines lokalen Koordinatensystems zu definieren. Für rechtwinklige Gebäude empfiehlt es sich, das lokale Koordinatensystem direkt durch die längste Gebäudeseite zu definieren. Im vorliegenden Fall war dies aufgrund der speziellen Geometrie des Bauwerks nicht sinnvoll. Stattdessen wurde einer der für die tachymetrische Aufnahme verwendeten Festpunkte als Ursprung des lokalen Systems definiert. Die x-Achse folgte der geographischen Nordrichtung. Für die Definition eines lokalen Koordinatensystems in *ARCGIS* müssen die geographischen Koordinaten des Mittelpunkts (hier Festpunktes), der Maßstabsfaktor, das Azimut und gegebenenfalls ein Versatz (lokale Koordinaten des Mittelpunkts) definiert werden. Die geographischen Koordinaten des Ursprungs sowie die Nordrichtung, welche sich unter Berücksichtigung der Meridiankonvergenz ergab, wurden hier mithilfe der geodätischen Berechnungssoftware *CAPLAN* bestimmt. *REVIT* operiert mit der geographischen Nordrichtung, welche aufgrund der Meridiankonvergenz bei der UTM-Abbildung im Maximum 3° von Gitter-Nord abweicht. Auch wenn dieser Wert sehr klein ist, sollte doch eine korrekte Umrechnung von Gitter- in Geographisch-Nord vor der Übergabe der Daten an die BIM-Software erfolgen, um Irritationen zu vermeiden.

Die in *ARCGIS* transformierten Geodaten (Geländeaufmaß sowie die Grundrisse der Nachbarbebauung) wurden im DXF-Format an *REVIT* übergeben. Die Generierung der Geländeoberfläche in *REVIT* erfolgte über eine aus dem DGM und dem Aufmaß abgeleitete Punktdaten im CSV-Datenformat.

In *REVIT* erfolgte die Modellierung des Bauwerks auf Basis der vorhandenen digitalen CAD-Daten sowie der zur Verfügung stehenden Baupläne im PDF-Format. Hauptschwerpunkte bei der Bauwerksmodellierung waren der Fassadenaufbau, die Eingangsportale, die über mehrere Geschosse verlaufende Wendeltreppe sowie die beiden schachtartigen Treppentürme, die mehrere Gebäudefunktionen beinhalten.

Die doppelwandige Glasfassade ist in Segmente unterteilt, die nahtlos ineinander übergehen und somit keine geraden Fassadenabschnitte entstehen lassen. Die mehrfach gekrümmten Formen sowie die unregelmäßigen Wandstärken der Bausegmente in den Treppentürmen konnten mit spezifischen Projektfamilien erstellt werden. Mithilfe der Gruppierung von *REVIT*-Objekten konnten funktional zusammengehörige Bauteile für die weitere Bearbeitung gekapselt werden.

Für die Eingangsbereiche des *IKMZ* existierten keine Bauunterlagen. Aus diesem Grund wurde die Geometrie der Portale mittels TLS erfasst. Nach der Registrierung und Bearbeitung der Punktwolken mittels *LEICA CYCLONE* erfolgte eine Geometriemodellierung in *AUTODESK RECAP*.

Ergebnis der BIM-Modellierung war ein komplettes Modell des gesamten Bauwerks mit sieben oberirdischen Etagen und einer unterirdischen Etage sowie exemplarischer Innenausstattung. Das Modell wurde anschließend zwecks Rücktransformation in die GIS-Umgebung mittels des zuvor aufgemessenen Grundrisses und der gemessenen Höhen korrekt im lokalen Koordinatensystem positioniert.

Die Übernahme des Bauwerksmodells in die GIS-Umgebung erfolgte über die IFC-Schnittstelle. In *ARCGIS 10.4* können IFC-Modelle über die Data Interoperability Erweiterung importiert werden, was im vorliegenden Fall problemlos möglich war. In *ARCGIS* stehen die ursprünglich als parametrisierte Volumenkörper definierten Bauteile dann als Multipatches zur Verfügung. Die Semantik der Objekte spiegelt sich in den Attributtabellen wider.

Auch beim Konvertieren des fertigen Bauwerksmodells stellt sich die bereits diskutierte Frage der Koordinatentransformation. Das IFC-Modell lag im lokalen Koordinatensystem vor und wurde dann erst in *ARCGIS* wieder in das globale System ETRS89/UTM33 transformiert.

Erfahrungen

Eine wichtige Erfahrung des Projekts war, dass der Austausch von Geodaten einerseits und von BIM-Modellen andererseits ohne größere Probleme möglich ist. Es sollte grundsätzlich in der BIM-Umgebung mit lokalen Bauwerkskoordinatensystemen gearbeitet werden. Eine Transformation sowohl der Geodaten als auch der Bauwerksmodelle sollte mit geodätischer bzw. GIS-Software erfolgen. Inwieweit man unter Berücksichtigung der Maßstabsproblematik auf eine Transformation verzichten kann, kann diskutiert werden, es ist aber auch kein erhöhter Mehraufwand, grundsätzlich eine Transformation vorzunehmen, um so Irritationen seitens der Nutzer zu vermeiden.

Hinsichtlich der Bauwerksmodellierung des *IKMZ* gelang es weitgehend mit *REVIT*-Standardfunktionalitäten den Baukörper abzubilden. Die Herausforderungen aus BIM-Sicht lagen überwiegend in den Detailausarbeitungen, zum einen in der komplexen Modellierung der beiden Treppentürme und zum anderen in dem stetig gekrümmten Fassadenaufbau. Des Weiteren konnte eine Vielzahl an diversen Erfahrungen zum erfolgreichen IFC-Dateiexport, anhand eines größeren, mehrgeschossigen und nicht zu den Standardobjekten zählenden Bauwerksmodells, gesammelt werden.

Literatur

- Autodesk (2019): <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/DEU/Revit-Model/files/GUID-3F79BF5A-F051-49F3-951E-D3E86F51BECC-htm.html>.
- Heunecke, O. (2017): Planung und Umsetzung von Bauvorhaben mit amtlichen Lage- und Höhenkoordinaten. In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, 03/2017 S. 180-186.