

DAS BIM-Baugrundmodell im Kontext des BIM-Gesamtmodells - Testmodellerstellung unter Einbeziehung zahlreicher Fachgewerke

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Sascha Henke (BBI Geo- und Umwelttechnik Ingenieurgesellschaft mbH / Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg)

Dr.-Ing. Jeanette Ebers-Ernst (grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG, Hannover)

Dipl.-Ing. (FH) Melanie Rust (Sweco GmbH, Hannover)

Dipl.-Ing. Genia Schäferhoff (WTM Engineers GmbH, Hamburg)

1. Einleitung

Im Rahmen dieses Beitrages wird anhand eines Beispiels die Erstellung des BIM-Baugrundmodells im Zusammenspiel mit zahlreichen Modellen anderer Fachgewerke diskutiert. Fokus liegt hierbei auf der Baugrundmodellierung im Speziellen sowie auf den Ansätzen, die eine reibungslose Erstellung des BIM-Gesamtmodells unter Einbeziehung zahlreicher Beteiligter mit unterschiedlichen Programmsystemen ermöglichen.

2. Baugrundmodellierung im BIM-Kontext

Aktuell ist die Umsetzung des Building Information Modeling (BIM) im Bauwesen hochaktuell, da gemäß dem Stufenplan des BMVI aus dem Jahr 2015 ab dem Jahr 2020 für Verkehrs- und Infrastrukturprojekte eine BIM-gestützte Projektabwicklung gefordert ist. Wird der Stufenplan des BMVI genauer betrachtet, so wird dort ausschließlich auf Hochbau- und Infrastrukturgewerke eingegangen. Das „Gewerk“ Geotechnik und die damit einhergehende Baugrundmodellierung wird dort nicht behandelt. Da der Baugrund aber für nahezu alle bautechnischen Planungsaufgaben eine wesentliche Randbedingung darstellt, ist es unumgänglich, dass auch die baugrundspezifischen Themen und Modelle in der BIM-gerechten Planung Berücksichtigung finden.

3. Das Baugrundmodell oder die Baugrundmodelle?

Wenn im Verlauf von mittels BIM geplanten Projekten auch geotechnische Fachthemen berücksichtigt werden sollen, wird aktuell in der Regel von „dem“ Baugrundmodell gesprochen. Es hat sich aber gezeigt, dass die Anforderungen an das Bestandsmodell Baugrund so vielfältig sind, dass in der Regel die Erstellung eines einzelnen Baugrundmodells mit allen Informationen nicht zielführend ist. Es ist vielmehr notwendig, dass verschiedene Teilmodelle erstellt werden, die ihrerseits dann je nach Notwendigkeit in ein gemeinsames Bestandsmodell überführt werden können, siehe hierzu beispielhaft Bild 1. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit können folgende Teilmodelle notwendig sein:

- Digitales Geländemodell (DGM)
- Bodenschichtenmodell / Homogenbereichsmodell / Bohrprofile
- Grundwasserstandsmodell(e)
- Kampfmittelverdachtsmodell (ggf. auch eigenes Fachmodell)
- Modell mit Altlastenverdachtsflächen
- Modell für im Baugrund befindliche Bauteile / bekannte Hindernisse

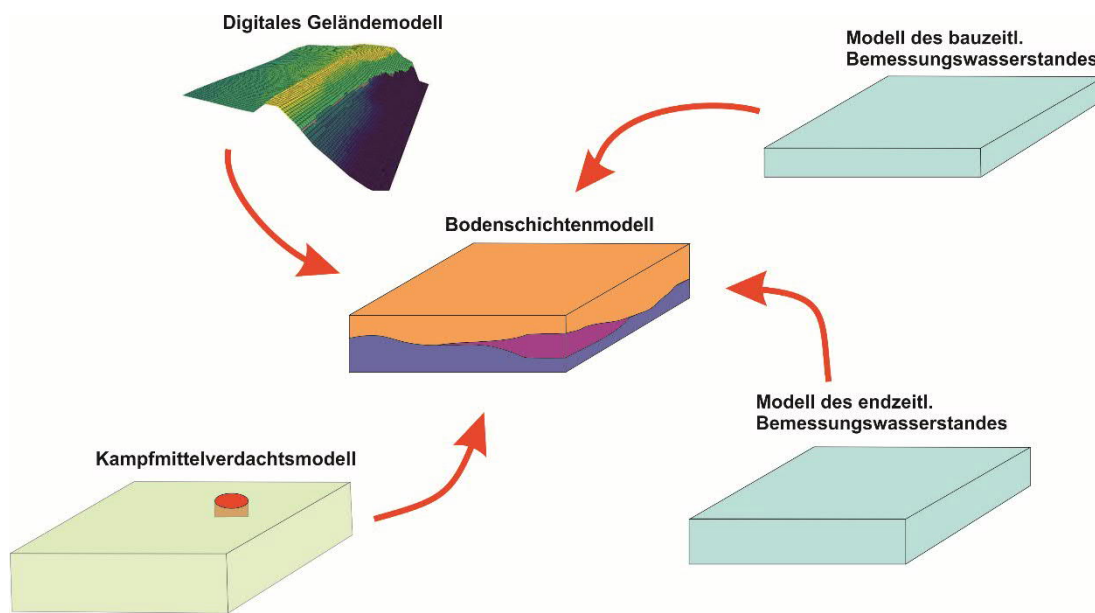


Bild 1: Schematische Darstellung unterschiedlicher denkbarer Teilmodelle als Bestandteile des Bestandsmodells „Baugrund“

4. Herausforderungen in der 3D-Baugrundmodellierung

Im Rahmen der Erstellung verschiedener 3D-Baugrundmodelle im BIM-Planungsprozess wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert, die im Besonderen für das Baugrundmodell vorliegen und die besonders beachtet werden müssen.

Einzelne dieser Herausforderungen werden ohne Anspruch auf Vollständigkeit nachfolgend diskutiert:

- Für die Erstellung des Baugrundsichtenmodells wird als oberer Modellrand ein *Digitales Geländemodell (DGM)* benötigt. Dieses DGM liegt in der Regel in sehr hohem Detaillierungsgrad vor, da dieses aus direkten Vermessungsdaten gewonnen wird. Im Vergleich hierzu liegen aus der Baugrunderkundung nur wenige punktuelle Erkenntnisse zum Baugrund vor. Somit ist die Datengrundlage des DGMs bzw. der Baugrundaufschlüsse hinsichtlich Detaillierung so unterschiedlich, dass insbesondere bei der in der Regel geringmächtigen oberen Schicht, für die das DGM die obere Grenze bildet, die Gefahr besteht, dass Verscheidungen zwischen DGM und Schichtgrenze resultieren, siehe Bild 2. Dies ist im Rahmen der Qualitätssicherung eingehend zu kontrollieren.
- Die Güte des Baugrundmodells hängt wesentlich vom Umfang der Baugrundinformationen (*Aufschlussumfang*) ab. Es ist hierbei explizit zu beachten, dass nach DIN EN 1997-2 eine Extrapolation von Aufschlussresultaten nicht ohne Weiteres zulässig ist. Somit müssen streng genommen die Ränder des zu modellierenden Gebietes (aber mindestens die Grenzen des relevanten Bereiches) durch Aufschlüsse belegt sein. Weiterhin ist die Lage und Anzahl der Aufschlüsse auch auf die Erfordernisse der 3D-Baugrundmodellierung hin zu wählen.
- Die *Qualitätssicherung* stellt bei der räumlichen Baugrundmodellierung eine große Herausforderung dar, da die Überführung der nur punktuellen Aufschlussinformationen hin

zu einem räumlichen Schichtenmodell sehr komplex ist. Insbesondere die Interpolation der Schichtenverläufe zwischen den einzelnen Baugrundaufschlüssen erfolgt oftmals „automatisch“ durch die zugehörigen Softwarepakete, sodass hinsichtlich des Resultates dieser automatischen Vermaschung eine intensive Kontrolle durch den geotechnischen Sachverständigen unerlässlich ist. Es ist aber festzuhalten, dass die Qualitätskontrolle in der Regel nur stichprobenartig erfolgen kann. Es ist aber immer die Freigabe des Baugrundsachverständigen sowie des Auftraggebers erforderlich, insbesondere im Hinblick auf Fragen der Gewährleistung.

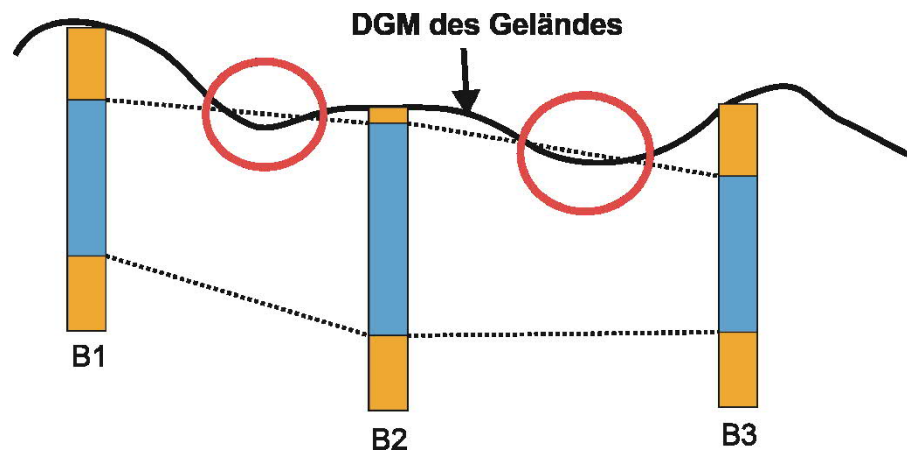


Bild 2: Schematische Darstellung von Verschneidungen zwischen DGM des Geländes und linear interpolierten Schichtgrenzen

- Essentiell für die Planung im Sinne des BIM ist, dass den einzelnen Objekten *Attribute* hinterlegt werden, die dann von allen beteiligten Gewerken eingesehen und verwendet werden können. Dieser Datentransfer erfolgt zurzeit in der Regel via IFC-Schnittstelle. Es ist hierbei anzumerken, dass die für den Hochbau übliche klassische IFC-Baumstruktur in der Form:

IFC Project → *IFC Site* → *IFC Building* → *IFC Buildingstorey* → *IFC Building Elements*

für den Baugrund nicht sinnvoll umsetzbar ist. Der Baugrund als Bestands- bzw. Grundlagenmodell ist insbesondere in den für den Hochbau sinnvollen Kontext der Geschossigkeit nicht sinnvoll einbindbar.

5. BIM-Baugrundmodellierung im Rahmen einer kooperativen Testmodellierung

5.1 Herausforderung

Im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung war die Erstellung eines Testmodells erforderlich, um die Kompetenzen der Bergbauergemeinschaft zur BIM-konformen Planung der ausgeschriebenen Baumaßnahme nachzuweisen.

Die Herausforderung bei der Erstellung des Testmodells bestand insbesondere darin, dass die beteiligten Büros zahlreiche verschiedene Softwarepakete für die Erstellung ihrer fachspezifi-

schen BIM-Teilmodelle nutzen. So waren für das Projekt insgesamt mindestens fünf unterschiedliche Programme, die bei der Erstellung der unterschiedlichen Fachmodelle genutzt werden sollten, zusammenzuführen.

Es war entsprechend im Rahmen der Testmodellerstellung sicherzustellen, dass die einzelnen Teilmodelle in das übergeordnete Koordinationsmodell transferiert werden können, dass der Datenaustausch mittels IFC-Schnittstelle erfolgen kann und dass alle Attribute allen Beteiligten in nutzbarer Form übergeben werden.

5.2 Aufgabenstellung

Für die Testmodellerstellung waren folgende Randbedingungen vorgegeben. Es war ein etwa 100 m x 100 m großer Abschnitt einer Einsetzstelle für Sportboote an einem Schifffahrtskanal zu modellieren. Hierbei waren folgende Komponenten zu modellieren:

- Gelände einschließlich Wasserstraße, Ufereinfassung
- vorhandene Straße,
- Ausstattungsgegenstände, wie z. B. Leitplanke, Schild, Schlagbaum, Beleuchtung etc. sowie
- Baugrundmodell auf Basis eines vorgegebenen Baugrundprofils.

Die Modellierung sollte gemäß Vorgabe im LOD 100 erfolgen.

Als Bearbeitungsgrundlagen wurden folgende Daten übergeben:

- Digitales Geländemodell (DGM) im Raster 1 m x 1 m
- Digitale Orthofotos
- Peildaten
- Digitale Bundeswasserstraßenkarte
- Handaufmaß
- Umgebungsfotos
- Bohrprofil

Die Aufgabe wurde im Rahmen der Testmodellerstellung auf die einzelnen beteiligten Fachplaner entsprechend deren Kompetenzen aufgeteilt. Das bedeutete, dass durch die verschiedenen Planer jeweils einzelne Objekte in dem zu modellierende Bereich mit ihrer jeweils präferierten Softwarelösung in separaten Fachmodellen zu erstellen waren.

Es war zudem in jedem Fachmodell erforderlich, dass den Objekten Attribute zugewiesen wurden, um im Rahmen der Koordinationsmodellerstellung zu prüfen, inwieweit der Datenaustausch über eine IFC-Schnittstelle möglich ist.

5.3 Ergebnis und Erkenntnisse

In Bild 3 ist das Baugrundmodell, welches für das Testmodell entwickelt wurde, dargestellt. Hierbei sind bereits die für die zu modellierenden Einbauten/Bauteile notwendigen Verschneidungen berücksichtigt. Es ist anzumerken, dass neben dem einen übergebenen Bohrprofil weitere virtuelle Bohrprofile in das Modell eingefügt wurden, damit eine nicht ausschließlich horizontale Schichtung abgebildet werden konnte.

Es ist in Bild 3 die resultierende Baugrundsichtung zu erkennen. Weiterhin ist sichtbar, dass der obere Geländeabschluss durch das DGM gebildet wird.

Bild 4 zeigt das Koordinationsmodell mit allen Fachmodellen (Straße, Ufereinfassung, Schlagbaum, Einsatzstelle, Leitplanke, Rettungsring, Lampe).

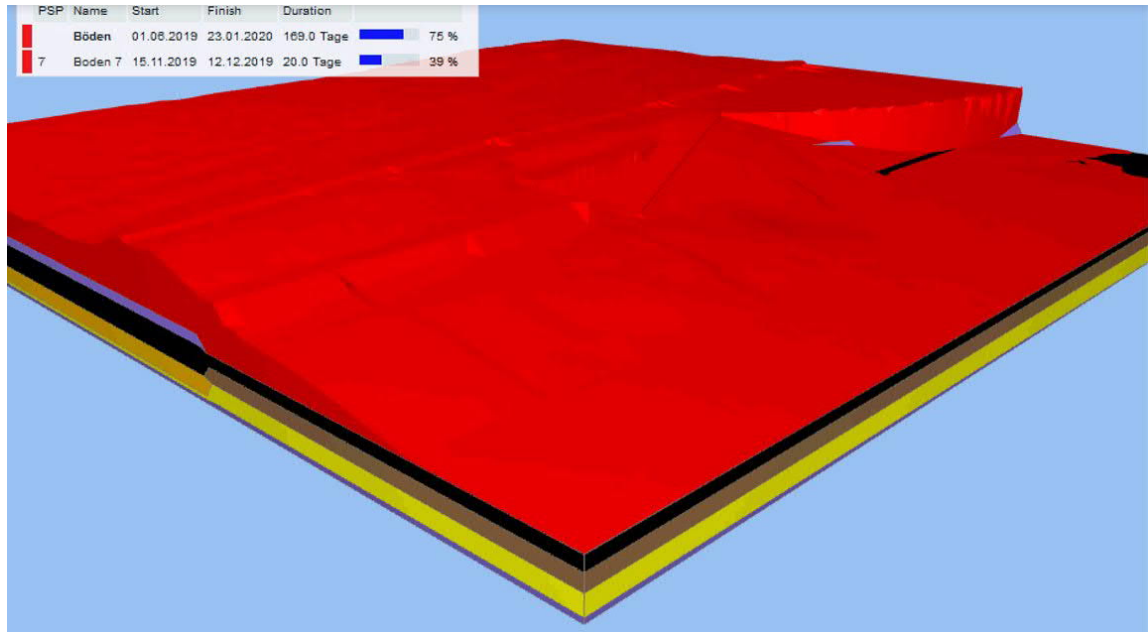


Bild 3: Baugrundmodell inklusive DGM und Peildaten unter Berücksichtigung von Verschneidungen für zu berücksichtigende Fachobjekte

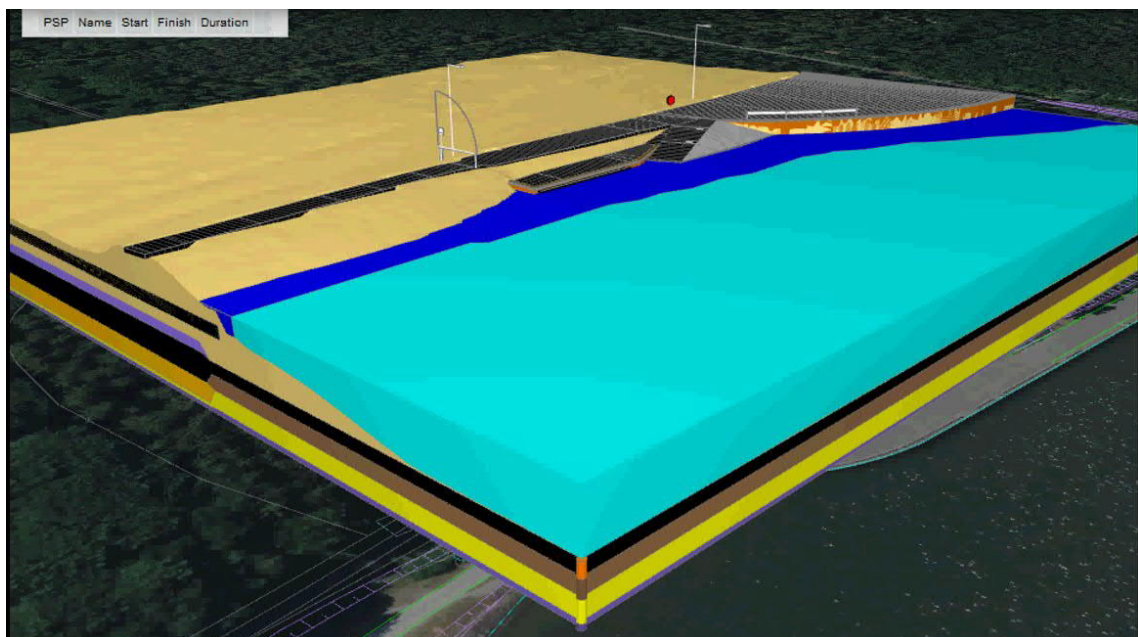


Bild 4: Koordinationsmodell bestehend aus allen Fachmodellen

Es ist erkennbar, dass neben den verschiedenen Einbauten auch ein Wasserkörper als Repräsentation des Wasserstandes in der Wasserstraße als separates Fachmodell in das Modell integriert wurde. Dieser Wasserkörper repräsentiert hierbei einen mittleren Wasserstand. Unterschiedliche Wasserstände z. B. Hoch- und Niedrigwasser etc. können jeweils durch eigene Wasserkörper in eigenen Fachmodellen abgebildet werden. Weiterhin sind auch die verwendeten Bohrprofile als separates Fachmodell im Modell integriert.

Resümierend ist festzuhalten, dass es möglich war, alle Fachmodelle erfolgreich in einem Koordinationsmodell zusammenzuführen. Hierbei konnten auch alle in den jeweiligen Fachmodellen enthaltenen Attribuierungen durch alle Fachbeteiligten gelesen und weiterverarbeitet werden. Dies war aber nur möglich, weil vorab umfangreiche Abstimmungen und Koordinierungen erfolgten, damit die „Kommunikation“ zwischen den verschiedenen verwendeten Softwarelösungen überhaupt reibungsfrei ermöglicht wurde.

Folgende Voraussetzungen waren hierfür erforderlich und wurden für in einer Vorlagedatei zusammengefasst:

- Es wurde ein für alle Beteiligten verbindlicher Koordinationskörper definiert, sodass alle Modelle hinsichtlich Lage und Ausrichtung in Bezug auf diesen Koordinationskörper modelliert wurden. Dies hatte neben der Vereinheitlichung der Koordinatensysteme zudem den Vorteil, dass dieser Koordinationskörper im Koordinationsmodell als erste Qualitätskontrolle überprüft werden konnte, da dieser bei jedem Fachmodell an gleicher Stelle liegen musste.
- Die Modellierung der einzelnen Fachmodelle musste in einem einheitlichen, vorab definierten und als verbindlich festgelegten Koordinatensystem erfolgen. Es ist empfehlenswert, ggf. notwendige Koordinatentransformationen durch einen und v. a. immer den gleichen Vermessungsingenieur durchführen zu lassen, damit ggf. nicht zu vermeidende Transformationsfehler einheitlich bleiben.
- Die Attribuierung muss vorab mit allen Beteiligten abgestimmt werden. Hierbei ist neben der Definition, welche Eigenschaften überhaupt in dem Modell zu hinterlegen sind, insbesondere eine exakte Bezeichnung aller Attribute notwendig. Dies ist insbesondere unter dem Gesichtspunkt zwingend erforderlich, dass die zulässige Syntax in den verschiedenen Programmpaketen teilweise sehr unterschiedlich ist. So können bereits einzelne Sonderzeichen, die in einem Programm nicht zulässig sind, einen Datenaustausch signifikant erschweren.

Hinsichtlich der Baugrundmodellierung und dem notwendigen Verschneiden mit den unterschiedlichen Fachobjekten wurde im Rahmen der Testmodellerstellung zudem folgender Sachverhalt intensiv diskutiert. Das Baugrundmodell an sich ist als „Bestandsmodell“ zu verstehen, in welches diverse Bauteile „verschnitten“ werden müssen. Dieses Verschneiden bedeutet, dass aus dem Bestandsmodell Baugrund in Form des einzubauenden Objektes entfernt wird, damit im Koordinationsmodell keine Überschneidungen als Fehler ausgewiesen werden. Es hat sich hierbei herausgestellt, dass aufgrund der zurzeit üblicherweise genutzten Dreiecksvermaschung zur Erstellung des Baugrundmodells aus den Aufschlussdaten Überschneidungen zwischen Bauteil und nicht vollständig entfernbarem Boden nicht vollständig vermeidbar sind. Es ist aber festzu-

halten, dass diese Überschneidungen keine wesentliche Beeinträchtigung darstellen und nach Ansicht der Autoren, soweit diese als nicht relevant eingestuft werden, im Koordinationsmodell beibehalten werden können.

6. Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Beitrages wurde auf die Herausforderungen der 3D-Baugrundmodellierung im BIM-Kontext eingegangen, wobei zum einen allgemeine Besonderheiten der Baugrundmodellierung herausgearbeitet und diskutiert wurden. Zum anderen wurde anhand einer Testmodellerstellung unter Beteiligung zahlreicher Fachgewerke mit unterschiedlichen verwendeten Softwarepaketen gezeigt, dass die Einbindung des Baugrundmodells auch unter dem Aspekt von ggf. schwierigen Schnittstellenbedingungen erfolgreich umgesetzt werden konnte.

Im Wesentlichen ist festzuhalten, dass die erfolgreiche Umsetzung aber nur dadurch möglich war, dass im Vorfeld alle Beteiligten offen und konstruktiv miteinander diskutiert haben, sodass mögliche Schnittstellenprobleme bereits im Vorfeld aufgedeckt und beseitigt werden konnten.

Literatur

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Stufenplan Digitales Planen und Bauen. Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, Dezember 2015.