

BIM-konforme Visualisierung des Freileitungsprojekts

Emden-Conneforde

Beitrag von Jens Bartnitzek und Veit Appelt

Projektbeschreibung und Trassenverlauf Emden-Conneforde

Aus Kapazitätsgründen wird zwischen Emden und Conneforde im Rahmen der Energiewende die bestehende 220-kV-Bestandsleitung durch eine leistungsstarke 380-kV-Leitung ersetzt. Die Planung umfasste hierbei neben der oberirdischen Trassenführung eine unterirdische Leitungsführung sowie die Integration von Kabelübergangsanlagen für den Wechsel zwischen Freileitung und Erdkabel.



Abb. 3.2.5-1: Projektübersicht des Trassenverlaufs mit integriertem Projektkerngebiet.

Für eine Beurteilung von Sichtbarkeiten in verschiedenen Varianten beauftragte das Planungsunternehmen *SPIE SAG GMBH* eine Visualisierung von Bestand und Planung in einem Echtzeitbetrachter. Das Gesamtmodell (GM) wurde durch konsequent-räumliche und dynamische Definition aller Fachmodelle und Fachobjekte mit BIM aufgebaut.

Der Fokus lag hierbei nicht auf einer CAD-basierten, sondern auf einer durchgehend parametrisierten Modellierung mit hohem Automatisierungsgrad. Somit ist das erzeugte Modell gerade bei Änderung der Eingangsdaten wie der Planungsvariante dynamisch reproduzierbar sowie dessen Algorithmen und Prozessketten auf andere Projekte und Anwendungsfälle übertragbar.

Datengrundlage

Kernaspekt für das Projekt war die Produktion eines räumlichen, georeferenzierten Bestandsmodells, welches

- ein texturiertes, hochauflösendes Digitales Geländemodell,
- schematisch-texturierte Gebäude und
- automatisiert erzeugten Bewuchs

enthält sowie die Entwicklung eines räumlichen Planungsmodells, in welchem zusätzlich

- entsprechende Freileitungen, Masten und Ausstattungsobjekte integriert, parametrisiert definiert und modelliert werden.

Die Effizienz der dynamischen Bestandsmodellierungen innerhalb von BIM bildet einen erheblichen Mehrwert. Darüber hinaus ist wegen vollintegrierter Texturierung und hochwertiger Modellierung die Visualisierung und Auswertung im GM direkt möglich. Hierfür wurde die Softwareplattform *KORFIN* (KorFin 2018) verwendet.

Die Generierung des Bestandsmodells erfolgt vollständig automatisiert unter Angabe der jeweiligen georeferenzierten Datengrundlagen und Berücksichtigung aller notwendigen geodätischen Transformationen in *KORFIN*. Das Projektgebiet erstreckt sich über 50 km Länge mit durchschnittlich 2 km Breite und ist in der UTM Zone 32 definiert.

Digitales Geländemodell

Ausgangsdaten des Geländemodells waren Punktrasterdaten im ASCII-Format mit einer Auflösung von 10 m x 10 m. Die Orthophotos liegen im Projektgebiet in einer Auflösung von 3 cm pro Pixel im ECW-Format vor. Da die Orthophotos aus unterschiedlichen Befliegungen stammten, mussten diese durch eine Bildbearbeitungs-Pipeline nachgebessert werden (Entfernung von Rotstichen, Nachbesserung von Helligkeit, Kontrast, Sättigung etc.). Das daraus generierte Bestandsmodell enthält zwei Projektbereiche unterschiedlicher Genauigkeit:

- Im Kerngebiet des Trassenverlaufs wurden eine Texturauflösung von 25 cm/Pixel sowie das 10 m x 10 m Geometrieraster der Ausgangsdaten und
- in der weiteren Umgebung eine Texturauflösung von 50 cm/Pixel sowie 20 m x 20 m Geometrieraster angenommen.



Abb. 3.2.5-2: Digitales Bestandsmodell.

Diese in *KORFIN* frei einstellbaren Definitionen der Auflösung stellen stets einen projektabhängigen Kompromiss aus realisierbarer Genauigkeit und hardwareseitigen Möglichkeiten dar. Der dynamische Definitionscharakter erlaubt hierbei eine optimale Anpassung an Projektanforderungen und Hardwarebeschränkungen. Alle Schritte werden innerhalb von *KORFIN* durchgeführt, um aus den ggf. abweichend zum Projekt georeferenzierten Ausgangsdaten in teils deutlich höheren Ausgangsgenauigkeiten ein zentrales, echtzeitfähiges und automatisiert erzeugtes Bestandsmodell zu generieren. Zudem werden die zugehörigen Ausgangsdaten an generierten Objekten in einer Datenbank referenziert. Somit ist im Planungsmodell später ersichtlich, woraus entsprechende Teile des Bestandsmodells erzeugt wurden und was ggf. dynamisch nachzubessern ist.

Gebäudemodelle

Die Gebäudemodelle sind untexturiert als CityGML LOD1 für das Projektgebiet verfügbar. Hierbei waren in das Projekt ca. 7000 Gebäudemodelle mit verfügbaren Attributen zu integrieren und die jeweilige Datengrundlage zu referenzieren. Diese Bestandsdaten wurden ebenfalls in *KORFIN* angemeldet sowie automatisiert schematisch texturiert. Die Dachtexturen werden hierbei aus den Orthophotos erzeugt. Die geometrische Genauigkeit ist für den Anwendungsfall ausreichend, allerdings enthalten die CityGML-Daten ebenfalls die später im Planungsmodell modellierten Masten. Für eine vollständig automatisierte Ableitung des Bestands war es somit erforderlich, über die Koordinaten der entsprechenden Bestandsmasten den CityGML-Datenbestand entsprechend zu reduzieren.

Bewuchs

Das Bestandsmodell für den Bewuchs wurde aus den Daten des Digitalen Landschaftsmodells erzeugt. Diese Grundlagedaten werden ebenso in *KORFIN* georeferenziert angemeldet und ein entsprechend typisiertes Modell für den Bewuchs automatisiert abgeleitet. Hierbei wurden zum einen

Bäume als Punktoobjekte, Bewuchsflächen aus Polygonen sowie linienhafter Bewuchs aus Polylinien extrahiert. Der Bewuchstyp wurde aus den zugehörigen Attributen der Ausgangsdaten automatisch abgeleitet und vormodellierten Bewuchsobjekten (z. B. Laub-, Nadelgewächse, Hecken, Büsche etc.) zugeordnet.

Für die Polylinien und Flächen erfolgte zudem eine zufällige Bewuchsverteilung nach Position und Höhe. Für eine exaktere Höhenermittlung kann hierbei das Digitale Oberflächenmodell als Grundlage dienen. Auch ist das Auswerten entsprechender Laserdaten möglich.

Planungsmodell

Das vollständig automatisiert erzeugte Bestandsmodell bildet die Grundlage des Planungsmodells. Das Planungsmodell unterscheidet sich durch seine vollständig parametrisierte und somit jederzeit änderbare Definition mit entsprechenden Auswertungsroutinen.



Abb. 3.2.5-3: KorFin Planung Freileitung.

Bestehende Masten sowie deren Leitungsverknüpfungen wurden über eine Tabellenschnittstelle mit Positionierung und Typisierung in das parametrische Planungsmodell übertragen. Hierbei wurde die interne Bauteilbibliothek um weitere typisierte Mastbauteile erweitert. Es wurde die 220-kV-Bestandsleitung in vorgegebenen Bereichen mit entsprechenden Masttypen und Mastarten sowie die vorhandenen Kabelübergangsanlagen integriert. Zudem wurden die unterschiedlichen Varianten der 380-kV-Neuplanung sowie entsprechender unterirdisch zu oberirdischer Übergänge geplant und untersucht.

Ausblick

Die geforderte Visualisierung bildet nur einen kleinen Teil dessen ab, was durch das erzeugte BIM-Modell möglich ist. Durch die vollständig parametrisierte Beschreibung können weitere BIM-Anwendungsfälle integriert, verknüpft und zum Teil direkt durchgeführt werden (z. B. Kollisionsanalysen, Kosten- und Bauzeitenverknüpfungen). Der Nutzen des BIM-Modells steigt hierbei exponentiell zu den mit ihm verknüpften Fachmodellen und -gewerken.

Weiterhin ist das Bestandsmodell durch die Forderung der dynamischen Definition stetig erweiterbar. Entstehende Prozessschritte sind für alle weiteren Projekte wiederverwendbar. Im konkreten Projektbeispiel bilden die Prozesse und automatisierten Realisierungen, z. B. zur Erzeugung des retuschierten Geländemodells oder der Bewuchsintegration aus den Geobasisdaten, den eigentlichen Mehrwert für den Workflow nach BIM. Hierdurch wird die dynamische Anpassungsfähigkeit aller Bestandteile elementarer und integrativer Bestandteil.

Literatur

KorFin 4.3.14. A+S Consult GmbH. Dresden. 2018.