

Automated Design - BIM im Rahmen eines Pipelineprojekts

O. Pape, D. Correoso

ILF Consulting Engineers Austria GmbH

ABSTRACT:

Im Zuge einer Ausschreibungsplanung („Front-End-Engineering-Design“) für ein Pipelineprojekt wurde ILF Consulting Engineers vor die anspruchsvolle Aufgabe gestellt, eine durchgängige Planung auf Grundlage eines 3D-Modells durchzuführen.

Das Projekt beinhaltet den Transport von aufbereitetem Meerwasser zu Ölfeldern.

Auf den Pipeline-Korridoren befinden sich in bestimmten Abständen Stationen, die der Verbindung der Rohrleitungssysteme untereinander, der Auslieferung des zu transportierenden Mediums und weiteren prozessbedingten Anforderungen dienen. Das Projekt stellt weltweit eine der größten Anlagen dieser Art dar.

An der Planung beteiligt waren alle für die Umsetzung dieses Projekts erforderlichen Fachdisziplinen, u.a. Pipeline, Electrical, Hydraulic, Process, ICT, Piping, Mechanical, Civil und Structural. Für diese komplexe Projektstruktur wurde in einer „3D Modelling Philosophy“ u.a. die zu verwendende Software, die Anforderungen an die Hardware und die Randbedingungen an das Modell bzgl. Inhalt, Detaillierungsgrad u.d.gl. festgelegt. Jede Station wurde mit einem eigenen Koordinatensystem und stationsbezogenen Bezugshöhen ausgestattet.

Der Wahl einer geeigneten Software für diese Aufgabenstellungen kommt eine große Bedeutung in mehrfacher Hinsicht zu. Es sind dabei zunächst die sehr speziellen technischen Anforderungen der jeweiligen Ingenieurdisziplinen zu berücksichtigen, weiterhin ist die Kompatibilität der eingesetzten Softwareprodukte zu beachten und schließlich war eine Durchgängigkeit bei der Ableitung von 2D-Plänen aus dem 3D-Modell gefordert.

Der vorliegende Bericht wendet sich an Auftraggeber, die sowohl an der Erstellung eines integralen 3D-Gesamtmodells als auch an einem Planlauf im klassischen 2D-Format interessiert sind. Zusätzlich sind Planer angesprochen, die unter Verwendung unterschiedlicher Software diesen Anforderungen gerecht werden wollen.

Es werden die Vorgaben des Kunden mit den praktikablen Möglichkeiten verglichen und Lösungen aufgezeigt, wie eine Durchgängigkeit der Modellierung trotz unterschiedlicher Softwareprodukte gewährleistet werden kann.

1. EINLEITUNG

ILF Consulting Engineers hat über den Einstieg mit „little bim“ vor einigen Jahren mit der modellgestützten Abwicklung von Projekten begonnen. Das heißt, disziplinspezifische Aufgaben wurden mit einer BIM-Software von der Modellierung über die Berechnung und Planerstellung wie sie z.B. in der Tragwerksplanung üblich sind, durchgängig bearbeitet.

Für das gegenständliche Pipelineprojekt wurde ILF Consulting Engineers nun mit der Aufgabe betraut, eine durchgängige Planung auf Grundlage eines 3D-Modells durchzuführen, die alle Projektbeteiligten mit einbindet und somit nicht nur als Insellösung innerhalb einer Fachdisziplin.

Mit diesem Projekt wurde sowohl die durchgängige Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen über verschiedene Disziplinen umgesetzt, als auch die weitere Nutzung dieser Modelle über alle Lebenszyklusphasen ermöglicht. Dieser Prozess, „die konsequente modellbasierte Kommunikation zwischen allen Beteiligten über alle Phasen eines Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg“, wird mit „BIG BIM“ beschrieben (Borrmann et al., 2015, S. 8).

Der Planervertrag für das gegenständliche Projekt sieht u.a. die Übergabe von Modelldaten vor, die z.B. den darzustellenden Inhalt und den Detaillierungsgrad für die jeweilige Fachdisziplin in einer 3D Modeling Philosophy definiert. Ein weiteres Grundlagendokument stellt die 3D-Model Execution Procedure dar. Hierin geregelt sind Anforderungen an die Datenbasis, an Zugangsbeschränkungen, Lese- und Schreibrechte, sowie allgemeine Modellkonfigurationen im Hinblick auf eine weitere Verwendung für zukünftige Projektphasen.

Schließlich wurde auch festgelegt, wie der Prüflauf für die modellbasierte Planungsabwicklung und die (automatisierte) Ableitung von 2D-Plänen zu erfolgen hat. Unabhängig davon, in wie vielen verschiedenen Dokumenten diese Prozesse beschrieben werden und wie man diese Grundlagendokumente bezeichnet (im englischsprachigen Raum hat sich der Begriff BIM Execution Plan (BEP) etabliert), für eine reibungsfreie Projektabwicklung ist die Festlegung dieser Anforderungen an das BIM-Modell unbedingt erforderlich.

2. PROJEKTÜBERSICHT

Nachdem die Trasse für das Rohrleitungssystem und die Lage der ca. 30 Stationen festgelegt wurden, konnte mit der Planung des Rohrleitungssystems begonnen werden. Daraus ergaben sich die grundlegenden Anforderungen an die Prozesstechnik der einzelnen Stationen.

In einem iterativen Prozess musste nun als erster Ansatz ein Anlagenlayout modelliert werden, welches auf Erfordernissen, Annahmen und Erfahrungen basierte. Der Detaillierungsgrad in dieser frühen Planungsphase ist entsprechend rudimentär und soll im Wesentlichen die Machbarkeit der übergeordneten Randbedingungen, wie z.B. den erforderlichen Platzbedarf sicherstellen und die wesentlichen Komponenten der Anlage als „Platzhalter“ enthalten.

Dieses Ausgangsmodell wurde unter Beteiligung aller Fachdisziplinen Schritt für Schritt präzisiert. Wie zuvor beschrieben, wurde ein Fertigstellungsgrad in Prozent festgelegt, der zu einem vereinbarten Termin vorliegen musste. Unter Beteiligung aller Projektverantwortlichen (Planer, Berater und Auftraggeber) wurde im Rahmen eines 3D-Model-Reviews die Projektentwicklung begleitet, der Planungsfortschritt kontrolliert und Fragestellungen aus technischer, wirtschaftlicher und terminlicher Sicht diskutiert.

Die Beteiligung aller wesentlichen Entscheidungsträger bei einem Model-Review ist eine grundlegende Voraussetzung für eine effiziente und qualitativ hochwertige Modell- und somit auch Projektentwicklung.

3. PROJEKTUMSETZUNG

3.1 WAHL DER SOFTWARE

Für das gegenständliche Projekt wurde im Vorfeld eine Evaluierung der in Frage kommenden Softwareprodukte durchgeführt. In diesen Prozess waren alle Fachdisziplinen, wie Mechanical, Piping, Civil, Structural, Electrical, Instrumentation & Telecom eingebunden. Es war die grundlegende Entscheidung zu treffen, ob für die Planung der Einsatz unterschiedlicher Softwareanbieter gegenüber der Verwendung nur eines Anbieters zu bevorzugen ist.

Die freie Wahl der geeigneten Planungssoftware für die jeweilige Fachdisziplin stellt einen großen Vorteil dar. Im besten Fall ist ein Umstieg auf neue Programme nicht erforderlich, was Kosten spart und Qualität sichert. Unbedingt notwendig bei der Verwendung unter-

schiedlicher Softwareprodukte ist eine funktionierende Schnittstelle aller eingesetzten Programme. Aus Sicht der Verfasser sollten entsprechende Anfragen der Nutzer nach einer komfortablen Schnittstelle den nötigen Druck aufbauen, um die Hersteller zur Weiterentwicklung dieser Schnittstellen zusätzlich zu motivieren.

Da die Prozesstechnik, d.h. der Rohrleitungsbau bei diesem Projekt die zentrale Fachdisziplin darstellt, wurde entschieden, das Gesamtmodell mit PDMS (Fa. Aveva) zu erstellen. Aufgrund der sehr speziellen Anforderungen an das Layout der 2D-Zeichnungen sowie der Vorgabe, alle Zeichnungen am Projektende im AutoCAD-Format abzugeben, wurde weiterhin entschieden, die Fertigstellung dieser 2D Pläne mit AutoCAD (Fa. Autodesk) durchzuführen. Eine weitere Anforderung an die zu verwendende Software bestand darin, die Massen aus dem Gesamtmodell zu ermitteln.

PDMS hat sich vor allem in der Prozess- und Energieindustrie etabliert und wird für die Planung, den Bau und Betrieb von Anlagen eingesetzt – unter anderem in der Chemie-, Pharma- und Papierindustrie, der Öl- und Gasindustrie sowie dem Kraftwerksbau.

Durch die Verwendung von PDMS war es grundsätzlich möglich, die Modellierung aller beteiligten Fachdisziplinen innerhalb eines Softwareproduktes umzusetzen. Allerdings mussten einige spezielle Funktionalitäten, wie z.B. im Bereich Civil die Planung von Straßengefälle oder die Darstellung von Geländemodellen innerhalb eines anderen Softwareprodukts (AutoCAD) ergänzt werden, da diese in PDMS nicht praktikabel umzusetzen waren.

Ein wesentlicher Nachteil von PDMS ist die nicht vorhandene Schnittstelle IFC. Um trotzdem die Durchgängigkeit und einen hohen Grad an automatisierter Planerstellung gewährleisten zu können, wurde durch eine eigene Programmierung die Zuordnung von PDMS-Strukturen zu AutoCAD-Layern ermöglicht, vgl. Abschnitt 3.4. Zur Visualisierung kann aus PDMS eine nwd-Datei exportiert werden, die mit Navisworks (Freeware Autodesk) gelesen werden kann.



Abb. 1: PDMS Modell

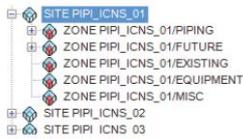
3.2 MODELLAUFBAU

Das Programm PDMS besteht aus einem Satz hierarchischer Datenbanken, welche die Modelldaten speichern. Die hierarchische Datenbank ist eine „Baumstruktur“, die der Hierarchie von Verzeichnissen und Unterverzeichnissen gleicht, wie sie vom Windows-Explorer bekannt ist.

Vorteile hierarchischer Datenbankmodelle sind u.a.: einfache Struktur, schnelle Zugriffsmöglichkeiten, Datenintegrität und –unabhängigkeit bleiben erhalten und sie sind geeignet für große Datenmengen. Nachteile liegen u.a. darin, dass pro Satz nur ein Feld und eine Verknüpfung zulässig und nachträgliche Strukturänderungen kaum möglich sind.

Die 1. Ebene („Site“) unterhalb der obersten Ebene wurde für das Projekt entsprechend den ca. 30 Stationen unterteilt und jeweils in die Bereiche

- Piping Beispiel →
- Civil
- Electrical



gegliedert. Unterhalb dieser 1. Ebene wurde eine Auffächerung dieser „Sites“ in sog. „Zones“ für die jeweiligen Bereiche vorgenommen, unterhalb derer dann die eigentlichen Datenobjekte angeordnet sind.

Auf Grundlage dieser Struktur wurden die Schreibrechte für die Modellierung zugeteilt.

3.3 PERSONALSTRUKTUR

Neben den für ein Projekt dieser Größenordnung üblichen Positionen, wurde für die CAD-Bearbeitung an einem Gesamtmodell unter Berücksichtigung der eingesetzten Software die Personalstruktur angepasst.

Die Modellierer (Designer) wurden entsprechend der in Abschnitt 3.2 beschriebenen Gliederung für die 1. Ebene („Sites“) zugeteilt und als einzige mit Schreibrechten versehen. Innerhalb eines Bereichs, z.B. Civil, wurden die einzelnen Modellierer durch den Teamleiter (Coordinator) koordiniert. Mit der verwendeten Version 12.1.SP2.35 ist es möglich, die Bearbeitung von Strukturen zu sperren, bzw. nur für einen Modellierer editierbar zu machen, um so eine gleichzeitige Bearbeitung von identischen Datenobjekten auszuschließen.

Um eine sinnvolle Arbeitsabfolge zu gewährleisten, muss ein übergeordneter Koordinator u.a. die terminlichen Abhängigkeiten festlegen, damit der benötigte Input aus anderen Disziplinen zum erforderlichen Zeitpunkt vorhanden ist.

Alle am Projekt beteiligten waren mit Leserechten für das Gesamtmodell ausgestattet, so dass sowohl die disziplininterne, als auch die interdisziplinäre Prüfung praktisch immer über den Viewer Navisworks (s.a. Abschnitt 3.1) durchgeführt werden konnte.

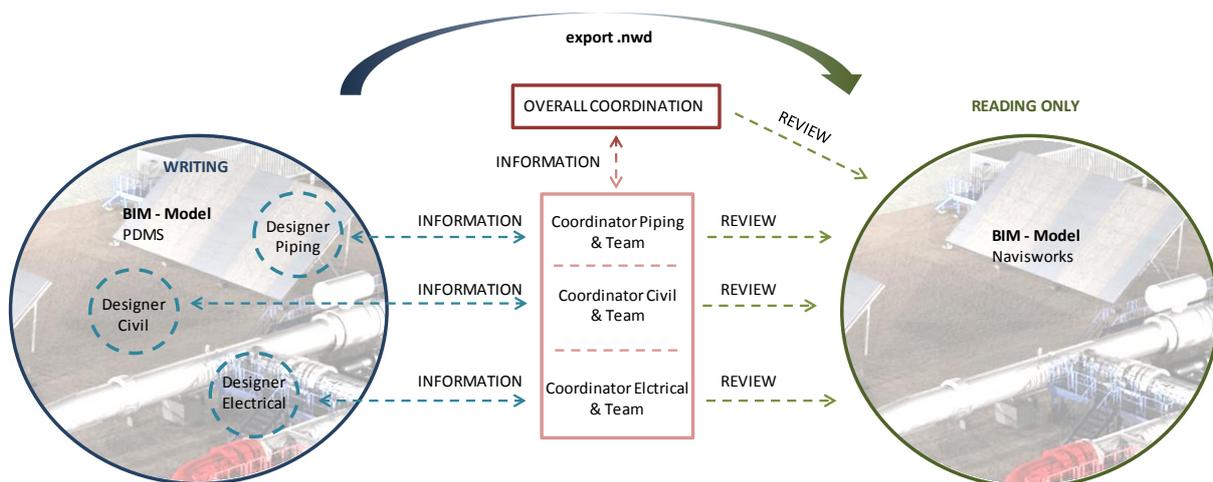


Abb. 2: Kommunikationsfluss, Schreib- und Leserechte

3.4 ABLEITUNG VON 2D-PLÄNEN

Neben dem Erstellen eines 3D-Gesamtmodells, wurden auch klassische 2D-Pläne erzeugt. Wie im vorangegangenen kurz erläutert, hat eine eigens programmierte Routine dafür gesorgt, dass mit möglichst wenig „Handarbeit“ weiterhin ein hohes Maß an Durchgängigkeit und Automatisierung umgesetzt werden konnte.

Aus dem sog. „Draft“-Bereich in PDMS wurde dazu, je nach Disziplin und Art der Zeichnung, zunächst eine Auswahl von Datenbankobjekten für die weitere Darstellung getroffen. Während der Vorbereitung für das Projekt wurde dieser Vorgang umfassend getestet und so weit automatisiert, dass keine weiteren individuellen Einstellungen für diesen Auswahlprozess vorgenommen werden mussten.

Anders verhalten hat es sich dagegen beim nächsten Schritt, dem Export der in PDMS definierten Objekte in AutoCAD. Zwar wurde auch hier eine von ILF entwickelte Routine eingesetzt, die diese Daten automatisch in das andere Programm transportiert. Allerdings sind bei diesem Übergang händische Anpassungen nur durch einen unverhältnismäßig großen Programmieraufwand zu vermeiden.

Das Ergebnis dieses Transformationsprozesses in AutoCAD waren Linien, die nach vordefinierten Bedingungen auf verschiedenen Layern in bestimmter Form abgelegt wurden. Da einige Informationen durch diesen Prozess verloren gehen, mussten z.B. sich kreuzende (nicht kollidierende) Linien neu verbunden werden, wenn sie einen Höhenversatz hatten. Für die endgültige Übergabe an den Kunden wurden schließlich mit einer weiteren Routine (Lisp-Datei) die Layer so angepasst, wie sie für das gegenständliche Projekt durch den Kunden spezifiziert wurden.

Es ist anzumerken, dass dieser Workflow nur in eine Richtung funktioniert und Änderungen immer nur am 3D-Gesamtmodell durchgeführt werden dürfen, um dann den aufgezeigten Prozess erneut zu durchlaufen.

4. SCHLUSSFOLGERUNG, ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen eines großen Pipelineprojekts hat ILF Consulting Engineers die Planung auf Grundlage eines integralen Gesamtmodells erfolgreich abgewickelt.

Um das Ziel, einer integralen Planung für das Projekt zu erreichen, wurde eine Software für die Erstellung des 3D-Modells verwendet, die als Vorteil die Planung aller beteiligten Disziplinen innerhalb eines Programms bietet. Ein wesentlicher Nachteil bei der verwendeten Software ist die nicht vorhandene Schnittstelle IFC.

Demzufolge musste die Ableitung der formal anspruchsvollen 2D-Pläne mit Hilfe aufwendiger Programmierung erfolgen und manuell nachbearbeitet werden, was einerseits einer automatisierten Durchgängigkeit widerspricht und andererseits einen eigentlich überflüssigen Zusatzaufwand erfordert.

Vor Beginn der Projektarbeit ist daher genau zu prüfen, welche Anforderungen an die zu übergebenden Daten gestellt werden. Auf dieser Grundlage ist die geeignete Software zu wählen, die aus Sicht der Verfasser in jedem Fall eine produktunabhängige Schnittstelle unterstützen muss, die den zuvor definierten Anforderungen gerecht wird.

Einer der Hauptbeweggründe für die Abwicklung von Projekten mit BIM, ist die Steigerung der Produktivität im Bauwesen. Es widerspricht der Grundmotivation, Informationsverlust zu vermeiden, wenn die für diesen Zweck eingesetzten Produkte nicht interoperabel sind. Das US-amerikanische Institut NIST veröffentlichte 2004 eine Studie, die Mehrkosten infolge mangelnder Interoperabilität zwischen den eingesetzten Softwaresystemen bei Planung, Ausführung und Betrieb mit 15,8 Mrd. US-Dollar bezifferte (Gallaher et al. 2004, Abschnitt E.4).

Eine integrale Projektabwicklung mit BIM erfordert neben dem geeigneten Werkzeug (Software) vor allem neue Planungsprozesse. So ist die Einhaltung der streng hierarchisch angeordneten Planungsschritte für viele Ingenieure, Konstrukteure und andere an der Planung Beteiligte zum Teil noch ungewohnt und erscheint zunächst vielleicht umständlich. Die Einhaltung der Planungsabfolge und Berücksichtigung der Schreibrechte ist aber die Voraussetzung, um die Durchgängigkeit der Planung zu gewährleisten.

Die Idee, eine möglichst hohe Informationsdichte bereits in einer frühen Planungsphase bereitzustellen, ist ebenfalls für manche ein neuer Planungsansatz. Auch die erforderliche intensive Kommunikation zwischen Planer und Auftraggeber in diesen frühen Phasen ist u.U. ungewohnt, aber eine weitere wichtige Grundlage für einen reibungsarmen und effizienten Planungsablauf.

Der äußerst seltene Fall, dass Detailangaben zu Anlageteilen bereits zu Beginn der Planung verfügbar sind, lag bei dem hier beschriebenen Projekt zwar auch nicht vor. Allerdings konnte die für diese Planungsphase erforderliche Detailtiefe auf Grund einschlägiger Erfahrung und Vorlagen des Planers ILF aus ähnlichen Projekten dennoch erreicht werden.

Es ist gut vorstellbar, dass in Zukunft dieser iterative Prozess – Erhalt von Angaben Dritter, dann Einarbeitung in die Planung, wieder neue, genauere Angaben, wieder Einarbeitung, bzw. Anpassung der Planung, u.s.w. – mit dem Sammeln großer Datenmengen stark vereinfacht werden kann. BIM bringt auch das Anlegen von Informationen in „öffentlich“ zugänglichen Datenbanken (z.B. Cloud-Datenbanken) mit sich, woraus mit der Zeit ein entsprechend umfangreicher Datenpool entstehen könnte, aus dem man sich dann die gewünschten Informationen passend für das individuelle Projekt herausuchen kann.

Die hier beschriebene Projektabwicklung hat allen Beteiligten den geänderten Planungsprozess mit BIM näher gebracht, sehr gute Grundlagen für die Entscheidung zu technischen Fragestellungen zur Verfügung gestellt und eine sehr hohe Qualität auch in Bezug auf eine durchgängige, weitestgehend automatisierte Planung sichergestellt.

Schließlich sei angemerkt, dass die Weitergabe des BIM-Modells an ein ausführendes Unternehmen für den Planer mit einer gewissen Genugtuung verbunden ist, da auf der bereits erarbeiteten Planung ohne Informationsverlust weiter aufgebaut werden kann.

LITERATUR

Borrmann, A.; König, M.; Koch, C. & Beetz, J. (2015) Building Information Modeling. München; Germany: Springer-Verlag.

Gallaher, Michael P.; O’Conner, Alan C.; Dettbarn Jr., John L. & Gilday, Linda T. (2004) Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry. U-S- Department of Commerce Technology Administration, NIST.

Kontakt Daten Autoren:

ILF Consulting Engineers Austria GmbH

DI Oliver Pape, Dominik Correoso

Niederlassung Dornbirn

Badgasse 18

A - 6850 Dornbirn

Email: oliver.pape@ifl.com

dominik.correoso@ifl.com
