

Roboterfertigung: Industrie 4.0 im Holzsystembau

Robotic production within the framework of
4.0 in system construction

Robotique : L'industrie «4.0», version construction
modulaire

Thomas Wehrle
ERNE AG Holzbau
CH-Laufenburg



1.1. Automobilbau versus Holzbau

Der Automobilbau steht im Allgemeinen für eine vollständige Automatisierung und Optimierung der Produktionsprozesse. Nichts wird dem Zufall überlassen, alle möglichen Szenarien und Abläufe digital simuliert und analysiert.

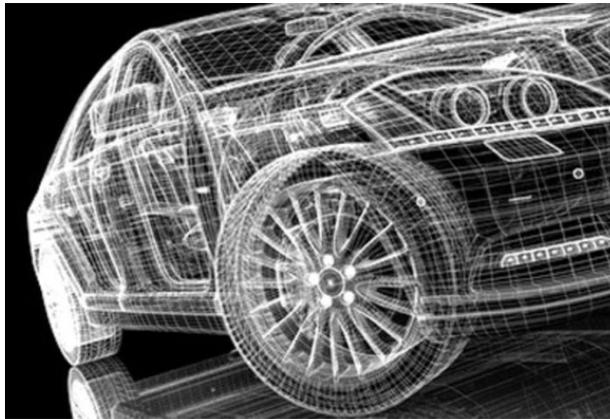


Abbildung 4: Digitales Fahrzeug



Abbildung 5: Robotik im Automobilbau

Lassen sich diese Prozesse und Abläufe auch auf die Bauindustrie übertragen?

Am ehesten wohl noch in der Vorfabrikation von Elementen wie sie z.B. gerade in der Holzbranche anzutreffen ist. Dazu ein kleiner Vergleich der zwei Branchen Automobilbau und Holzbau:

Der Automobilbau...

- produziert auf Plattformen, Sonderbau ist bedingt möglich
- hat Qualitätsunterschiede zwischen den Herstellern und kommuniziert diese auch
- fügt aus vorgefertigten Bauteilen ein Ganzes zusammen
- hat ein Baukastensystem (siehe auch Konfigurator)
- besitzt wenig Individualität (lassen Sie mal bei einem Fahrzeug ein Fenster weg oder verlegen den Aussenspiegel)
- lässt keinen Einfluss auf die Planung zu
- arbeitet mit hohen Stückzahlen (kleine Serien sind Luxusgüter und werden von Hand hergestellt)

Im Holzbau...

- wird mit CNC-Anlagen gearbeitet, Sonderbau ist möglich und wird von Hand gemacht
- wird das gleiche Qualitätsniveau vorausgesetzt, zumindest aus Sicht des Bestellers
- werden vorgefertigte Bauteile zu einem Ganzen zusammengesetzt (als Modulbau in der Halle oder als Elementbau auf der Baustelle)
- hat kein Baukastensystem (am ehesten noch die Fertighaushersteller)
- besitzt eine hohe Individualität
- nimmt jeder Einfluss auf die Planung und Ausführung
- hat in der Regel die Stückzahl 1

1.2. Fazit:

Der Holzbau unterscheidet sich in zwei Dingen vom Automobilbau:

- in der Individualität der Stückzahl EINS



Abbildung 6: Individualität und Stückzahl 1

1.3. Die individuelle Serie EINS

Diese zwei Begriffe, die Individualität und die Stückzahl Eins, heben die Baubranche bzw. speziell den Holzbau vom Automobilbau ab.

Betrachtet man nun die Regionen, Deutschland (D), Österreich (A) und die Schweiz (CH) so stellt sich schon die Frage: Ist diese individuelle Serie EINS überhaupt möglich und kann diese ähnlich wie in der Autobranche automatisiert werden?

Serie EINS:

Eine Mehrzahl von Projekten, die gebaut werden sind Unikate und somit Stückzahl Eins.

ERNE
wir bauen vorwärts

Projekt:
Kohlendreieck (ZH)

Architekturbüro:
von Ballmoos Krucker
Architekten (ZH)

Bauherr:
Schweizerische Bundesbahn

Ausführung:
Mehrgeschossiges Fassaden-
element mit Glas + Aluminium









2. Industrie 4.0

Auch in der Baubranche hält die Automatisierung immer mehr Einzug. Beispiele dazu gibt es genug:

- Abbruchroboter, die ihre Informationen digital beziehen
- Bagger die über GPS gesteuert werden
- Drohnen, die Geländekonturen aufnehmen und Soll-Ist Abgleiche machen um z.B. Kubaturen genau zu ermitteln und automatisch Mengenermittlungen erstellen.



Abbildung 7: Bagger, der mittels digitalen Daten angesteuert wird.

Die Serie EINS wird möglich durch die direkte Ansteuerung der Robotik von Rohdaten aus den unterschiedlichen Datensystemen. So wird die Serie EINS möglich und der Industriestandard 4.0 erklärt.

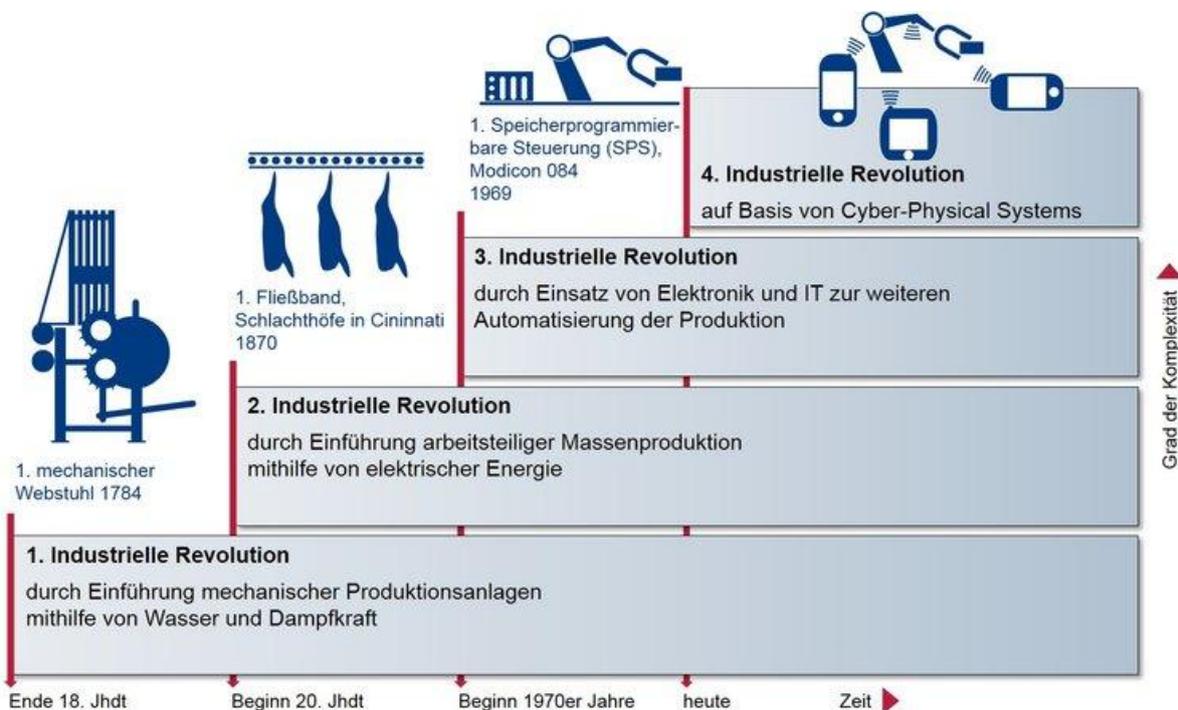


Abbildung 8: Industrie 1.0 bis 4.0

Hiermit werden dem Planer völlig neue Dimensionen eröffnet, die auch eine hohe Verantwortung an die generierten Daten stellt. Vom Architekturmodell direkt auf die robotergesteuerte Fertigung, Vision oder Realität?

2.1. Stand der Technik

Die Frage aus dem vorherigen Kapitel kann so nicht abschliessend beantwortet werden. Um ansatzweise eine Vorstellung der Machbarkeit zu bekommen, möchte ich kurz den Stand der Technik erläutern.

Der Grossteil der heutigen Planungen wird digital mittels CAD erstellt, die Resultate sind jedoch meist weiterhin zweidimensional. D.h. es geht ein zweidimensionaler Plan an die weiteren Planer bzw. den produzierenden Handwerker. Diese CAD-Systeme bergen das Potential, Projekte dreidimensional zu erstellen. Aber auch das allein genügt noch nicht. Denn um für alle Beteiligten Planer, Bauherrn, Berater, Behörden, etc. ein verwertbares Modell für die Planung zu entwickeln bedarf es der Kommunikation der Beteiligten und Koordination derselben.

2.2. BIM

Wenn es um koordinierte Informationen in einem 3D-Modell geht und diese Daten dann mit anderen am Bau Beteiligten ausgetauscht werden, dann spricht man heutzutage von Building Information Modelling, kurz BIM. Bei dieser Arbeitsmethode wird das Gebäudemodell des Planers (meist Architekt) mit den Informationen der Fachplaner wie z.B. Heizung, Sanitär, Lüftung, Klima und/oder Elektro angereichert und am Ende der Bauphase im Idealfall dem Bauherrn für das Facility Management zur Verfügung gestellt.

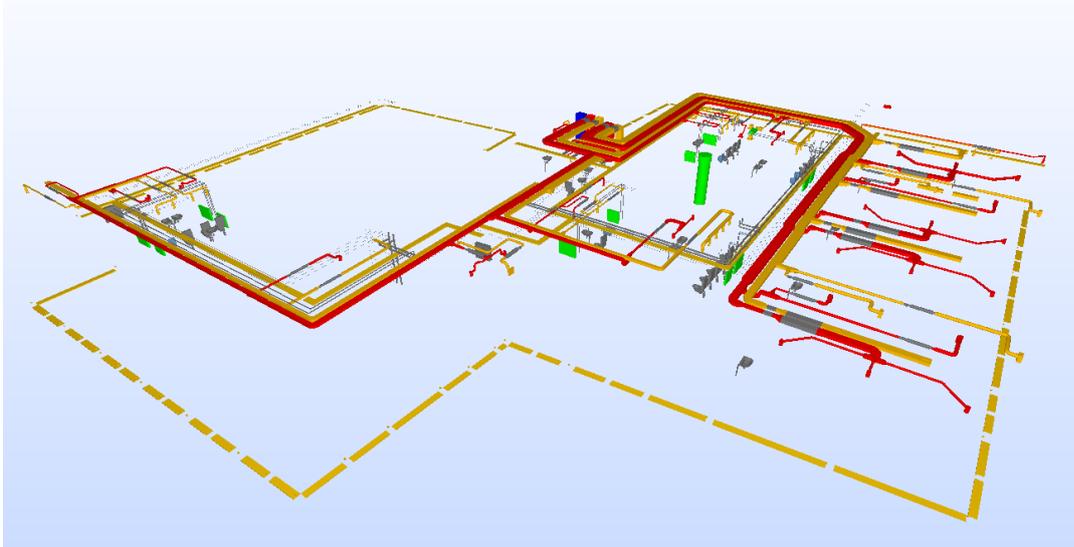


Abbildung 9: HLKS Installationen im 3D-Modell

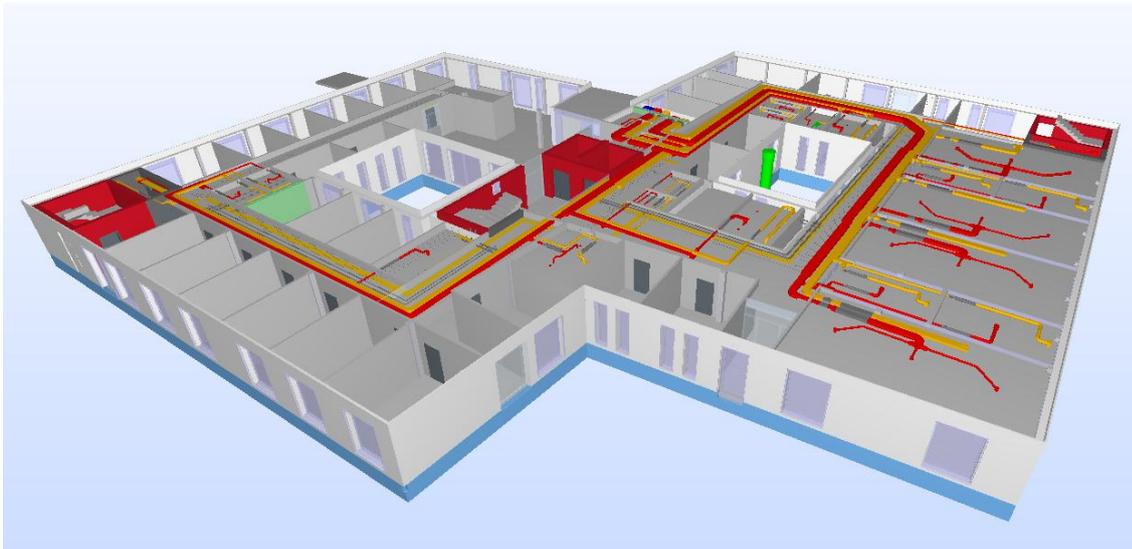


Abbildung 10: HLKS Installationen kombiniert mit dem Architekturmodell

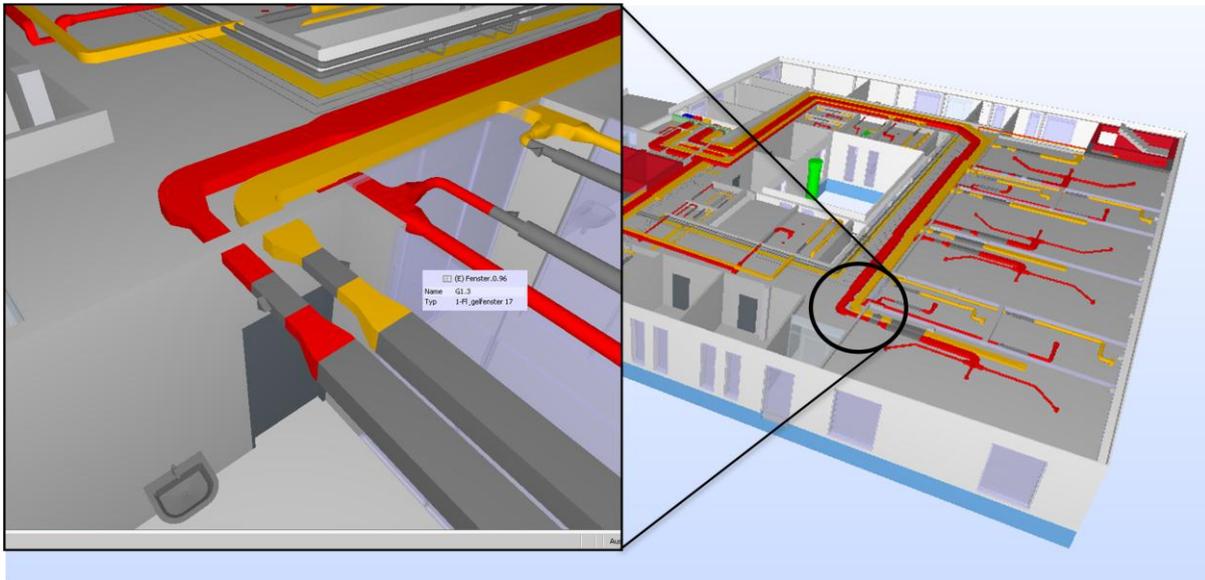


Abbildung 11: Automatische Fehlerermittlung mittels SOLIBRI Model Checker

Damit der Austausch von Daten verschiedener Softwaresysteme funktioniert, müssen entsprechende Regeln und Prozesse festgelegt werden. Ausserdem müssen Vorgaben erstellt werden, wie die Daten erzeugt werden und welche Ansprüche die Beteiligten an die Daten stellen. Zu diesem Zweck gibt es sogenannte Information Delivery Manuals (IDM) oder auch den BIM-Leitfaden sowie ein Dateiformat IFC (Industrial Foundation Classes), welches sich immer mehr in der BIM-Welt durchsetzt, analog dem 2D-Format DWG oder DXF.

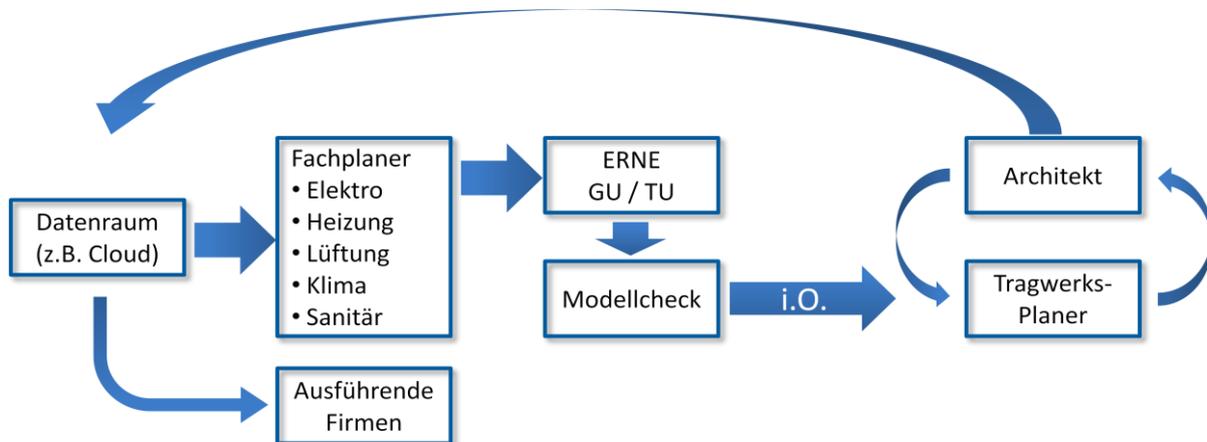


Abbildung 12: ERNE-Prozess in der BIM Methode

Das Resultat der Digitalen Planung ist ein 3D-Modell, welches sehr viele Daten enthält und in der Regel für die Erstellung des Gebäudes genutzt werden können. Unter anderem können direkte Daten aus dem Modell für die Materialbestellung, Pläne für die Herstellung und Montage sowie die Maschinensteuerung generiert werden. Diese bei ERNE erstellten Daten stehen den Planern bzw. dem Bauherrn im Planungsprozess zur Verfügung.

2.3. Automatisierung

Im Vorlauf der Produktion werden diese Daten weiterverarbeitet. Mittels Variantentechnik und der Elementierung von sogenannten Hüllkörpern werden einfache Volumenkörper automatisch erkannt und aufbereitet.

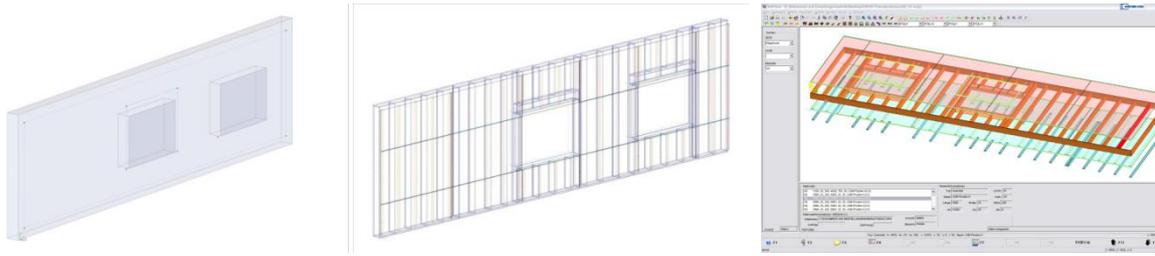


Abbildung 13: Hüllkörper / Elementierung / CNC-Daten

3. Die Robotik

Kombiniert man nun die neue Technik «Industrie 4.0» mit den heute schon bekannten Instrumenten wie Software, CNC-Technik und der Robotik im Holzbau, werden neue Dimensionen der Herstellung von Bauteilen möglich, wie zum Beispiel am Arch_Tec_Lab der ETH in Zürich.



Abbildung 14: Digitales Gebäudemodell Arch_Tec_Lab

Hier wurden 168 verschiedene Holzträger aus ca. 45'000 Einzelteilen mit ca. 820'000 Nägeln und ca. 65'000 verschiedenen Knotenausführungen mittels Portalroboter durchgängig digital hergestellt. Die Daten für die Steuerung des Roboters wurden direkt aus dem Architekturmodell (Rhino) abgeleitet und übermittelt.



Auszug Holz-Träger

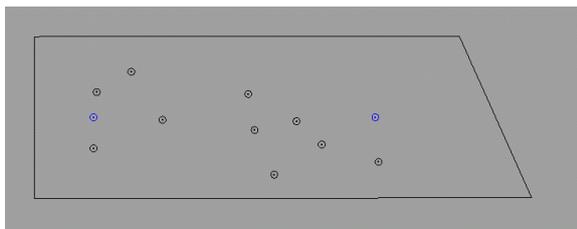


Abbildung 15: Nagelbilder, generiert und ausgeführt



Abbildung 16: Herstellung der Träger mittels Portalroboter



Abbildung 17: Montage der Träger



Abbildung 18: Innenansicht des Daches

4. Bildquellennachweis (Google im Oktober 2015):

Abbildung 1: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/Kehlbrett.jpeg>

Abbildung 2: <http://media4.heinze.de/media/10005785/images/10005795px461x653.jpg>

Abbildung 3: <http://www.youwall.com/wallpapers/201202/digital-tunnel-wallpaper.jpg>

Abbildung 4: http://www.rf-vital.com/fileadmin/_processed_/csm_rf vital_technologie_4_362c2b5fb5.jpg

Abbildung 5: http://schleicher-electronic.com/fileadmin/_processed_/csm_shutterstock_83011513_69bf83d406.jpg

Abbildung 6: http://www.zephram.de/blog/wp-content/uploads/2009/09/iStock_000002248298Small.jpg

Abbildung 8: http://www.its-owl.de/fileadmin/_processed_/csm_Die_vier_Stufen_der_industriellen_Revolution_2dc73d66ef.jpg

Abbildung 14: Arch_Tec_Lab, Annia Apolinarska, ETH Zürich

Die restlichen Abbildungen sind Eigentum der ERNE AG Holzbau, CH-Laufenburg.