# Neue Ansätze durch digitale Bauprozesse – Welchen Einfluss hat die digitale Transformation auf die bestehenden Bauprozesse?

Thomas Wehrle
ERNE AG Holzbau
Laufenburg, Schweiz

# Neue Ansätze durch digitale Bauprozesse – Welchen Einfluss hat die digitale Transformation auf die bestehenden Bauprozesse?

## 1. Ausgangslage

Die Digitalisierung sorgt für einen tiefgreifenden gesellschaftlichen und technologischen Wandel und prägt bereits unser gesamtes Leben.

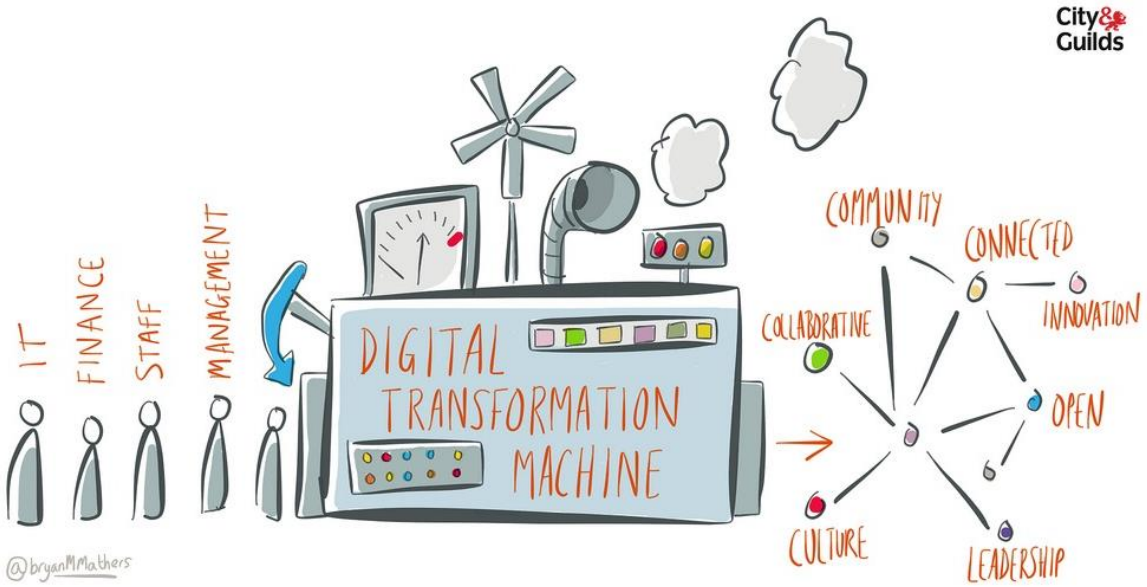


Abbildung 1: Digitale Transformations-Maschine

Die digitale Transformation erfordert das Überdenken traditioneller Geschäftsmodelle und eröffnet dabei große Chancen. Auch das Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden wird künftig wesentlich durch den digitalen Wandel bestimmt werden. Hierzu zählt u.a. die Erstellung digitaler, virtueller und laufend synchronisierter Bauwerksmodelle, die als Prozess, Methode und Technologie eine integrale Gesamtsicht auf das Baugeschehen ermöglichen. Diese kooperative Arbeitsgrundlage erlaubt es, den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts virtuell abzubilden und alle relevanten Informationen von der Planung über die Ausführung bis zum Betrieb und auch hin zum Rückbau zentral und vernetzt zu erfassen und zu verwalten.

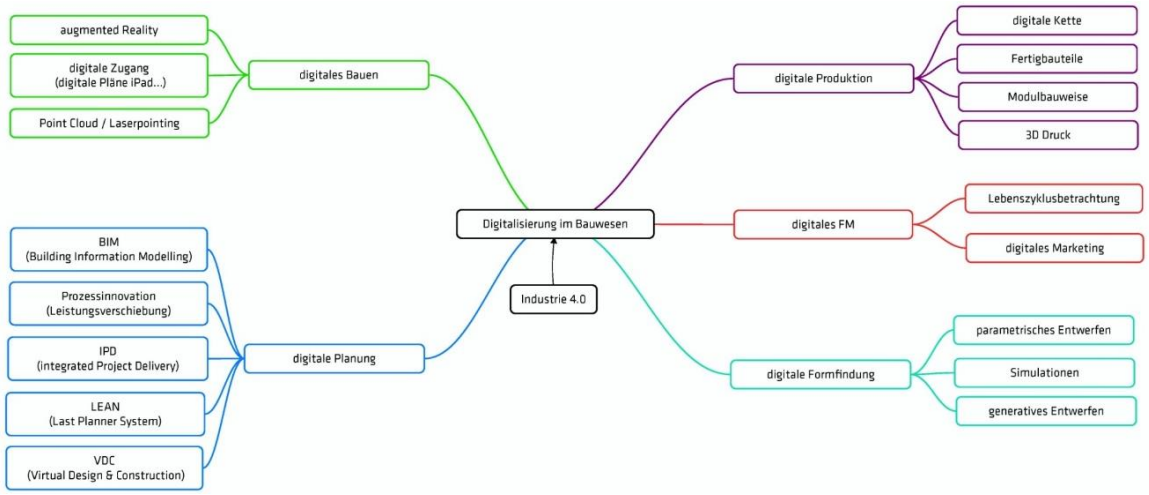


Abbildung 2: Digitalisierung im Bauwesen

Die vollständige Digitalisierung der Wertschöpfungskette von Bauprojekten kommt mit großen Schritten auf uns zu. Es ist die Aufgabe maßgeblicher Stakeholder aus Wissenschaft und Praxis, die Potenziale zu erkennen, die Chancen bestmöglich zu nutzen und die Risiken möglichst zu vermeiden bzw. gering in ihren Auswirkungen zu halten. Unter maßgeblichen Stakeholdern in diesem Sinne, werden nicht nur öffentliche Institutionen und alle an Bauprojekten Beteiligten gesehen, sondern auch jene, die sich über in Plattformen und Interessensgemeinschaften am Dialog rund um die Digitalisierung im Bauwesen beteiligen. Im Zusammenhang mit «Digitalisierung im Bauwesen» lassen sich folgende Thesen formulieren:

- Der Projekterfolg entscheidet sich in der Frühphase!
- Aus der Erfahrung in Betrieb und Bau entstehen die Erkenntnisse, die wir in der Planung brauchen!
- Was automatisiert werden kann wird es, was nicht automatisiert werden kann wird wertvoll!
- Es werden immer die Menschen die Maschinen beherrschen müssen, nicht umgekehrt. Das gilt insbesondere auch für die IT!
- Die Digitalisierung wird das Image der Baubranche verbessern! => Transparenz

Inwieweit sich die hier aufgestellten Thesen in Zukunft mittel- bis langfristig bewahrheiten, kann hier nicht vollständig beantwortet werden. Sicher ist aber, dass die Wertschöpfungskette für Bauprojekte zukünftig von der Planung über den Bau bis zur Instandhaltung (Betrieb) und letztendlich dem Rückbau digital vernetzt sein wird. Dieses Konzept der durchgängigen Digitalisierung wird im weiteren Sinne als Building Information Modeling bezeichnet. Auch andere mit der Digitalisierung im Zusammenhang stehende Technologien wie beispielsweise Robotik, 3D-Druck, Sensorik, virtuelle und erweitere Realität sowie der Einsatz von Drohnen, werden Bauprojekte nachhaltig verändern. Die Digitalisierung hat aber nicht nur Auswirkungen auf das Bauprojekt an sich, sie wird sowohl die Ausbildung als auch die Berufsbilder im Bauwesen stark verändern und neue rechtliche Rahmenbedingungen generieren.

## 2. Die vier wichtigsten Disziplinen der Digitalisierung

Abbildung 3: Die 4 wichtigsten Disziplinen der Digitalisierung (Quelle: Oliver Wyman)

## 2.1. Unternehmenskultur

In den vergangenen Jahrzehnten haben wir uns daran gewöhnt, das unternehmerische Heil in standardisierten und automatisierten Prozessen zu sehen. Doch in Zeiten von Machine Learning, Cognitive Computing oder fortgeschrittener Robotik greift das zu kurz. Digitalisierung verlangt, dass sich Unternehmen im Grundsatz über ihre Geschäftsmodelle Gedanken machen und die digitale Transformation ganzheitlich angehen.

## 2.2. Technologie

Smartphone, Internet of Things, Cloudtechnologie, Breitband oder einfach nur digitale Daten online zu jeder Zeit verfügbar. Täglich kommen neue Möglichkeiten im digitalen Zeitalter hinzu und stehen für neue Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung. Diese gilt es zu kennen und zu nutzen.

## 2.3. Skills

Agile Strukturen und neue Arbeitswelten sind für viele traditionellen Formen des Managements nicht mehr geeignet. So müssen sich Führungskräfte immer mehr an diese flachen Hierarchien, agilen Umwelten und kurzfristigen Teams gewöhnen. Wenn es um die Digitalisierung und digitale Transformation geht, brauchen Führungskräfte diese heutzutage ein komplett neues Set an Skills. Agilität wird immer gefragter, denn digitale Leader passen sich schnell an, lernen neue Technologien schnell und hören genau hin, wenn es um Veränderung und digitale Trends geht.

## 2.4. Methoden

Design Thinking, LEAN Startup, Business Model Canvas, Kanban Board, Building Information Modeling, vernetzte Plattformen, Round Tables und sog. Projektteams sind nur ein paar der zurzeit angewandten Methoden und Prozesse.

# 3. Das Informierte Modell

Gerade bei der Methode BIM (Building Information Modelling) steht die richtige Aufbereitung der Informationen im Vordergrund. Neben einfachen Kollisionsprüfungen können nun auch Informationen im Modell speziell die Informationen von Bauteilen wie Wände, Türen, Fenster und Einbauten gecheckt und grundsätzliche Anforderungen wie Fluchtweglängen, Energieeffizienz des Gebäudes und die Einhaltung von Vorgaben überprüft werden. Der Austausch untereinander findet in der Regel mit dem Format BCF (BIM Collaboration Format) statt. Die Informationen selbst werden meist per Hand in das Modell eingetragen. Die Schwierigkeit hier besteht zurzeit im Austausch zwischen verschiedenen CAD-Systemen und dem damit verbundenen Informationsverlust.

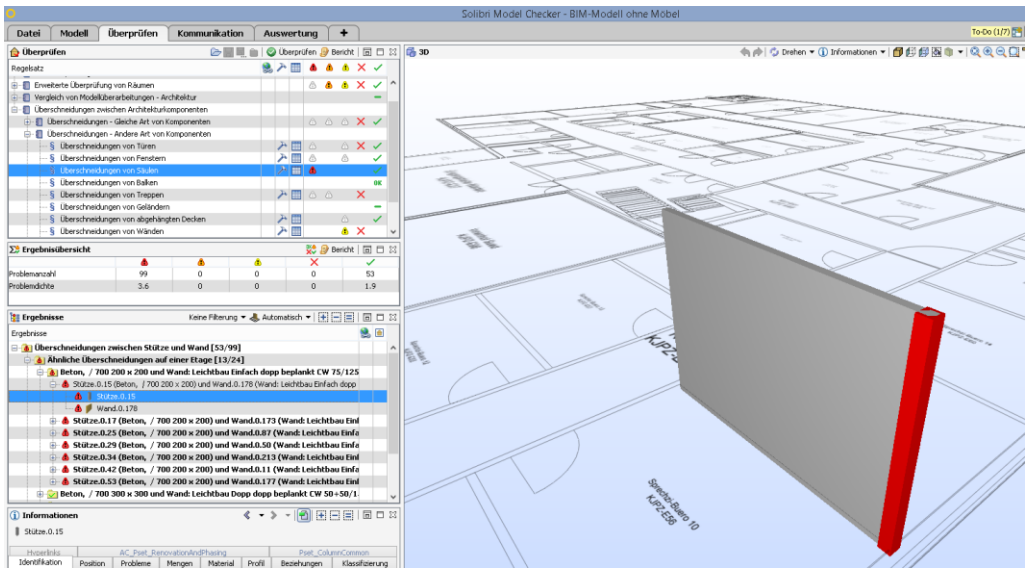


Abbildung 4: Kollisionsprüfung – Stütze in der Wand

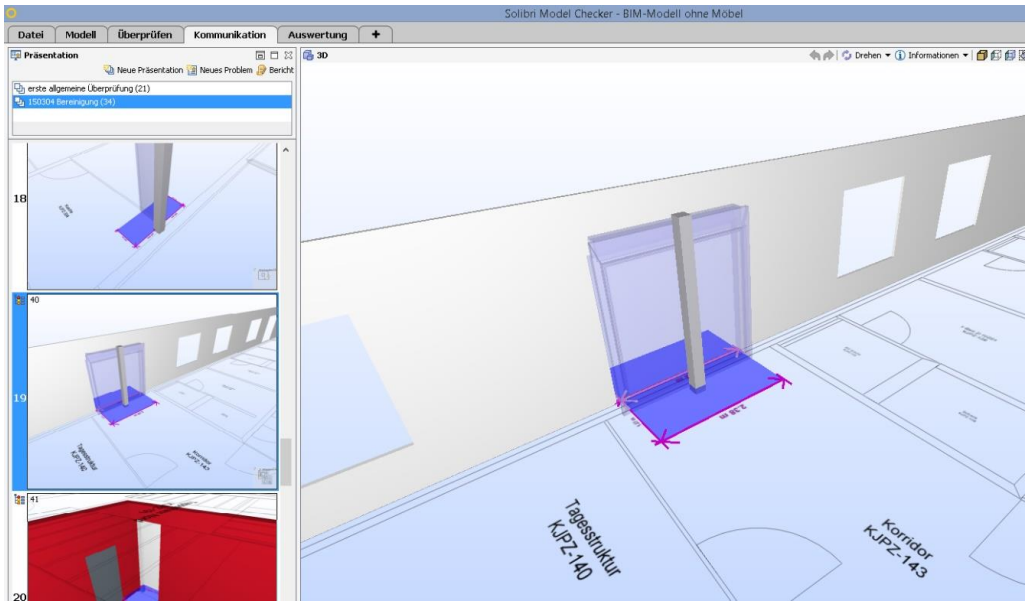


Abbildung 5: Informationsprüfung – Fenster benötigt Platz zum Öffnen

# 4. Das Parametrische Modell

Das parametrische Modell verfolgt einen anderen Ansatz. Während im BIM-Modell endgültige Formbeschreibungen festgehalten werden, werden beim parametrischen Modell anhand von variablen Parametern, Änderungen der Form zugelassen. Weiterhin ist es bei parametrischen Modellen möglich, die Konstruktionshistorie zu dokumentieren. Was so viel bedeutet wie den Aufbau des Objekts zu beschreiben, anstatt dessen finale Form. Durch dieses Vorgehen wird eine hohe Flexibilität in der Formfindung ermöglicht. Neben den konstruktiven Abhängigkeiten können hier auch automisch generierte Informationen dem Bauteil mitgegeben werden.

## 4.1. Praxisbeispiel Arch_Tec_Lab der ETH Zürich

Bei diesem Holzdach wurde die Form anhand weniger Begrenzungen mittels Algorithmus generiert. Jedes Bauteil ist zum anderen Bauteil abhängig und reagiert innerhalb seinen Parametern auf Änderungen. Gleichzeitig wurden verschiedene Informationen wir die Dimensionen, statische Werte und Anzahl Nägel und deren Nagelbild generiert und ausgetaucht.

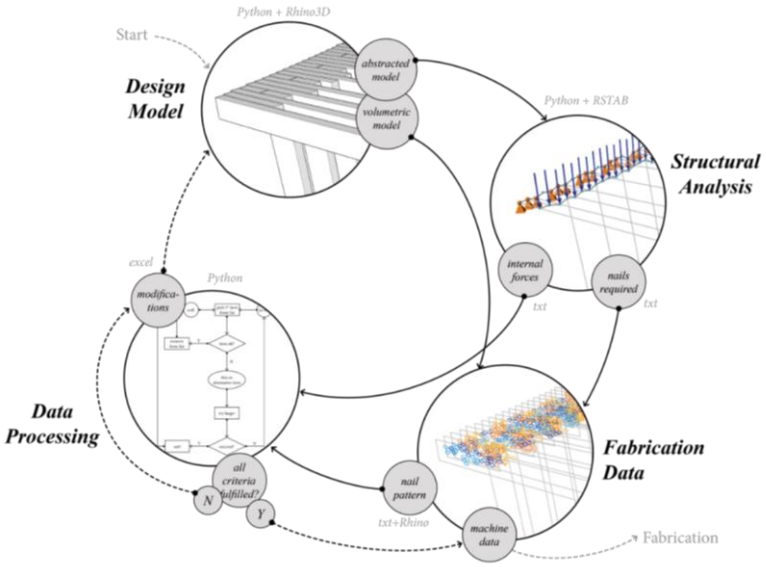


Abbildung 6: Digitaler Arbeitsprozess

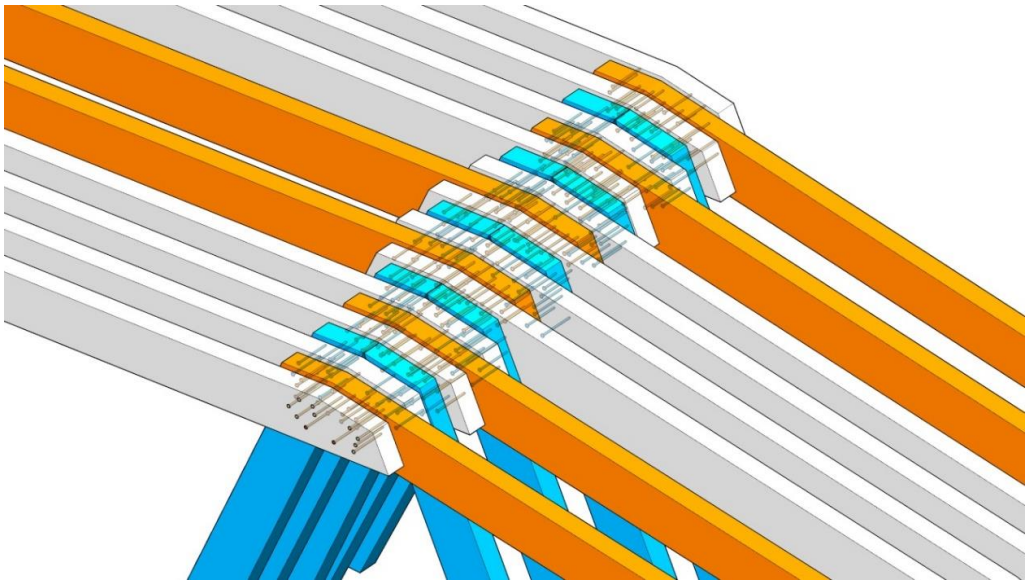

Abbildung 7: Berechnete Geometrie mit Nagelverbindung

Abbildung 8: Digitale Fertigung mittels Robotik

# 5. Was hat sich verändert?

Durch Building Information Modelling hat sich das Bewusstsein zur Transparenz in gewissen Bauphasen verändert. Informationen sind für alle sichtbar und viel klarer definiert. Gleichzeitig können einfache Formen mit Hilfe von Algorithmen vereinfacht werden. Eine der wichtigsten Veränderungen jedoch ist der Anspruch, Modelle untereinander austauschen zu können. Dies bedingt eine viel klarere Definition seiner Ansprüche an das Modell und zwingt somit zu einer offeneren Kommunikation.

## 5.1. Suprafloor ecoboost$^2$ => hochinstalliertes Modul

Mit dem Austausch der Modelle ergeben sich somit auch neue Ansätze in der Vorfertigung. Kombinierte Modelle minimieren das Fehlerrisiko, d.h. durch gemeinsame Planung und Austausch der Modelle untereinander sind diese nun aufeinander abgestimmt und ermöglichen so die Implementierung anderer Gewerke in den Holzbau.

Abbildung 9: ERNE Suprafloor ecoboost$^2$ – Heizen und Kühlen unter Einbezug der Betonmasse

Beim System Suprafloor ecoboost$^2$ handelt es sich um ein hybrides Holz-Beton-Deckenelement, welches sich durch eine aussergewöhnliche Leistungsfähigkeit auszeichnet und vollständig im Werk vorgefertigt werden kann. Im Rahmen der Fertigung wird die dünne Betondecke mit Holzträgern verbunden und auch bereits mit Haustechnikelementen zum Heizen, Kühlen, Lüften oder Sprinklern versehen. Durch ein intelligentes Lüftungssystem kann der Betonkern klimatisch als Massespeicher aktiviert werden, wobei das System die Möglichkeit bietet, die Deckenuntersichten mit verschiedenen Materialien zu gestalten.

Die Kombination von sichtbaren, in der Fassadenebene liegenden vertikalen Holzstützen, einer inneren, umlaufenden Tragstruktur bestehend aus Stützen und Trägern in Buchenfurnierschichtholz, Holz-Beton-Verbunddecken mit integrierter Haustechnik und massiven Kern in Stahlbeton bildet ein System das nicht nur trägt, sondern darüber hinaus auch noch unterschiedliche Haustechnikfunktionen erfüllt.

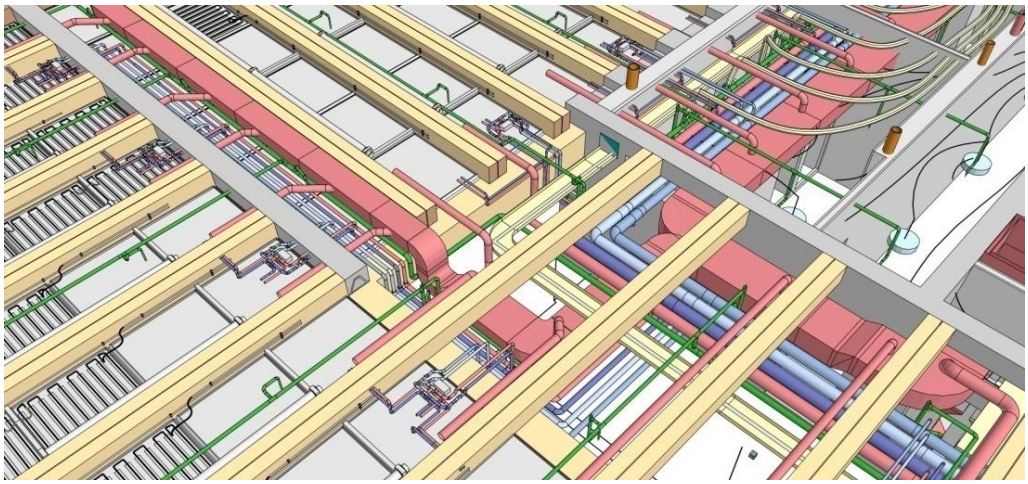

Abbildung 10: Kombiniertes Modell – Architektur /HLKS / Holzbau

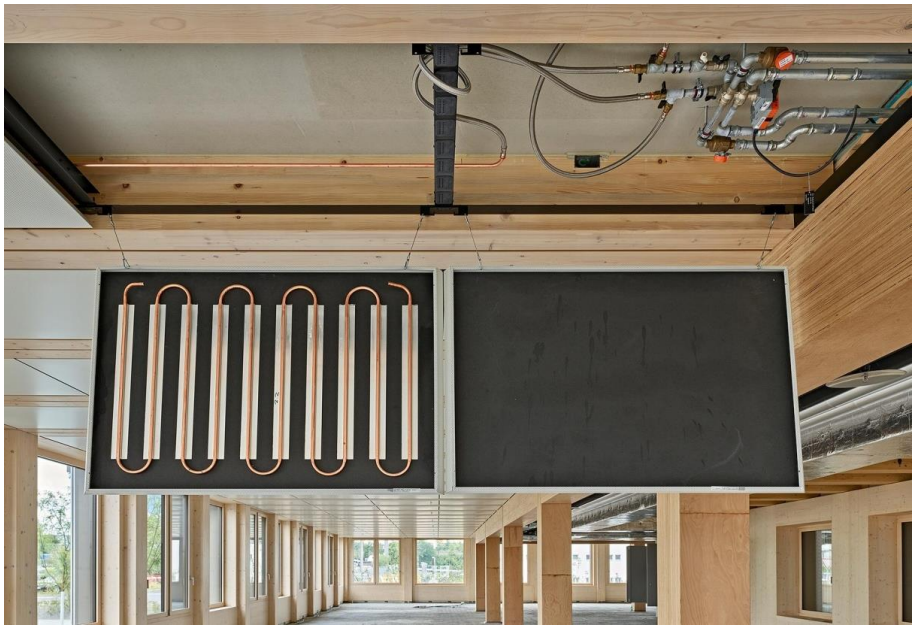

Abbildung 11: Bereits montierte vorfabrizierte Holz-Beton-Verbund-Elemente mit integrierter Haustechnik

## 5.2. ARBO

Abbildung 12: Das 60m hohe Holz-Hybrid-Hochhaus ARBO (Arbeitsgemeinschaft Büro Konstrukt & Manetsch Meyer Dipl. Architekten ETH, DGA Baumanagement)

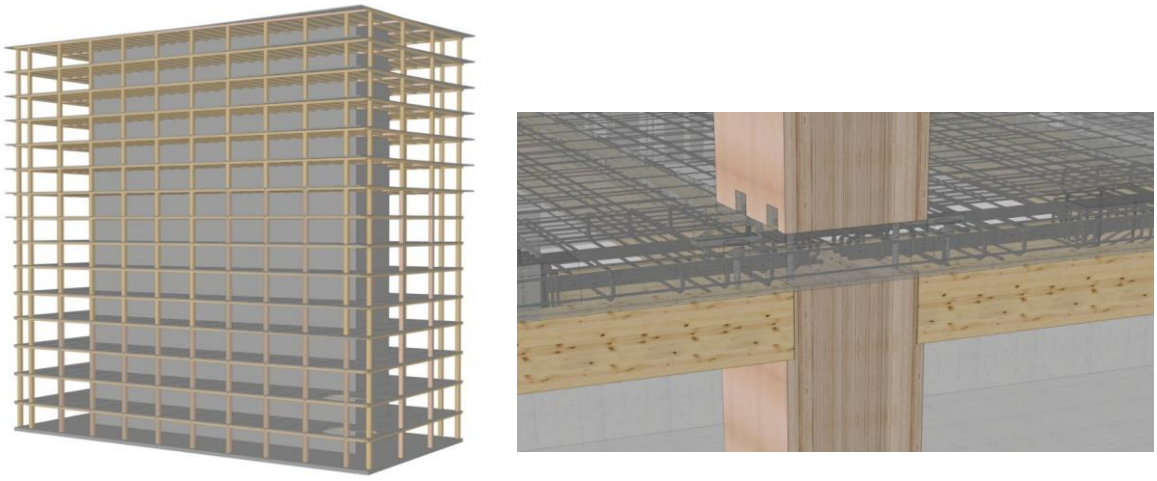

Abbildung 13: Rohbaumodell (links) und detaillierte Holzbauplanung (rechts)

Die Ecoboost2 Elemente wurden bereits im Werk vorfabriziert und mit den notwendigen Einlagen und Aussparungen sowie den notwendigen Aufhängevorrichtungen für die HLK-Installation versehen. Nach dem Betonieren und Konditionieren der Holz-Beton-Verbund-Elemente werden dann die ebenfalls vorgefertigten HLK-Elemente eingebaut.

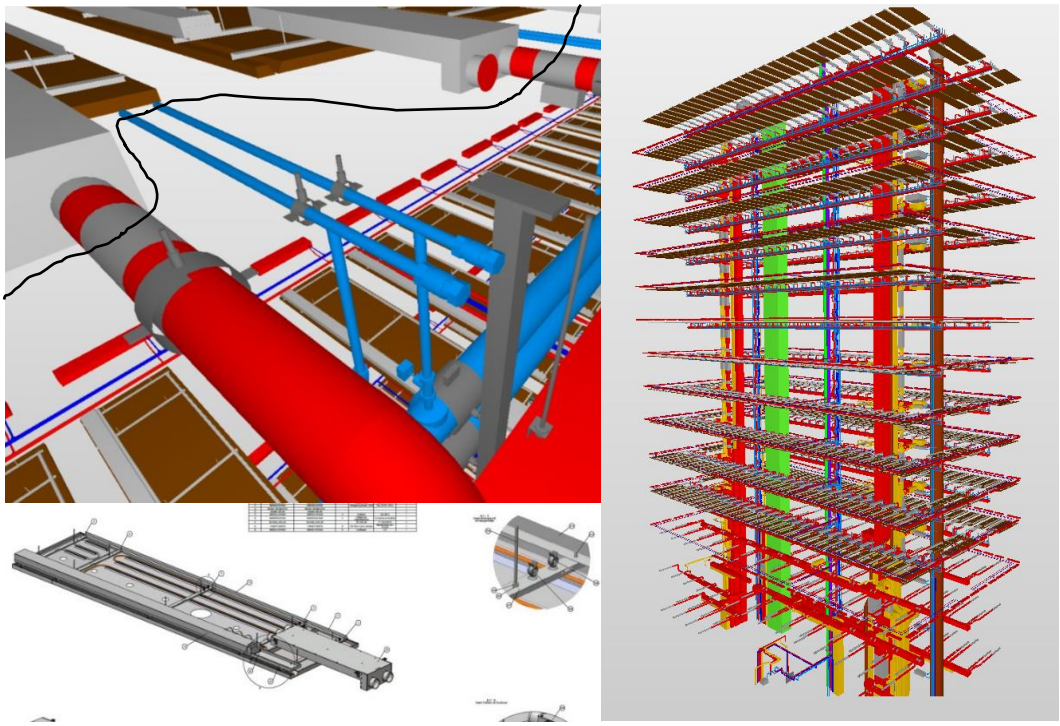

Abbildung 14: Hautechnikplanung durch Holzbauer (links) und kombiniertes HLKS Modell (rechts)

Abbildung 15: vorinstallierte Haustechnik mit fertiger Untersicht

Die so vorgefertigten Deckenmodule sind dann «ust in time» auf die Baustelle geliefert montiert worden. Durch die Implementierung anderer Gewerke in den Holzbau und den hohen Vorfertigungsgrad konnte im Schnitt ein Geschoss pro Woche mit fertiger Decken-untersicht montiert werden.

Abbildung 16: fertig montierte Elemente / Module

## 5.3. DFAB House

Auf dem NEST Gebäude der Empa und Eawag in Dübendorf haben acht Professuren der ETH Zürich im Rahmen des Nationalen Forschungsschwerpunktes (NFS) Digitale Fabrikation gemeinsam mit Wirtschaftspartnern das dreigeschossige DFAB HOUSE gebaut. Es handelt sich um das weltweit erste Haus, das weitgehend mit digitalen Prozessen entworfen, geplant und gebaut wurde. Mehr Infos zum Projekt unter http://dfabhouse.ch/de/.

Abbildung 17: dfab house – Innovationsunit der EMPA, EAWAG und der ETH Zürich

## 5.4. ERNE «Raumdatenbank»

Building Information Modelling, parametrische Modelle, digitale Informationen, Internet of Things, Cloud & Co, all diese neuen Methoden, Prozesse und Austauschplattformen gilt es nun so im Bauprozess zu implementieren, dass die im Absatz 1 beschriebenen Möglichkeiten und Anforderungen auch erfüllt werden können. Dies haben wir mit unserer ERNE Raumdatenbank versucht. Hier werden 3D-Modelle mit ihren Informationen, wie z.B. Raumstempel, mit Informationen in einer Datenbank vernetzt und für die Planungs- und Betriebsprozesse verwendet. Mit der Integration von Kosten und Zeit werden 3D-Informationen in die 4- und 5 Dimension gebracht, mit der Möglichkeit die Daten auch im Facility Management zu nutzen und zu ergänzen sogar die 7 Dimension erreicht.

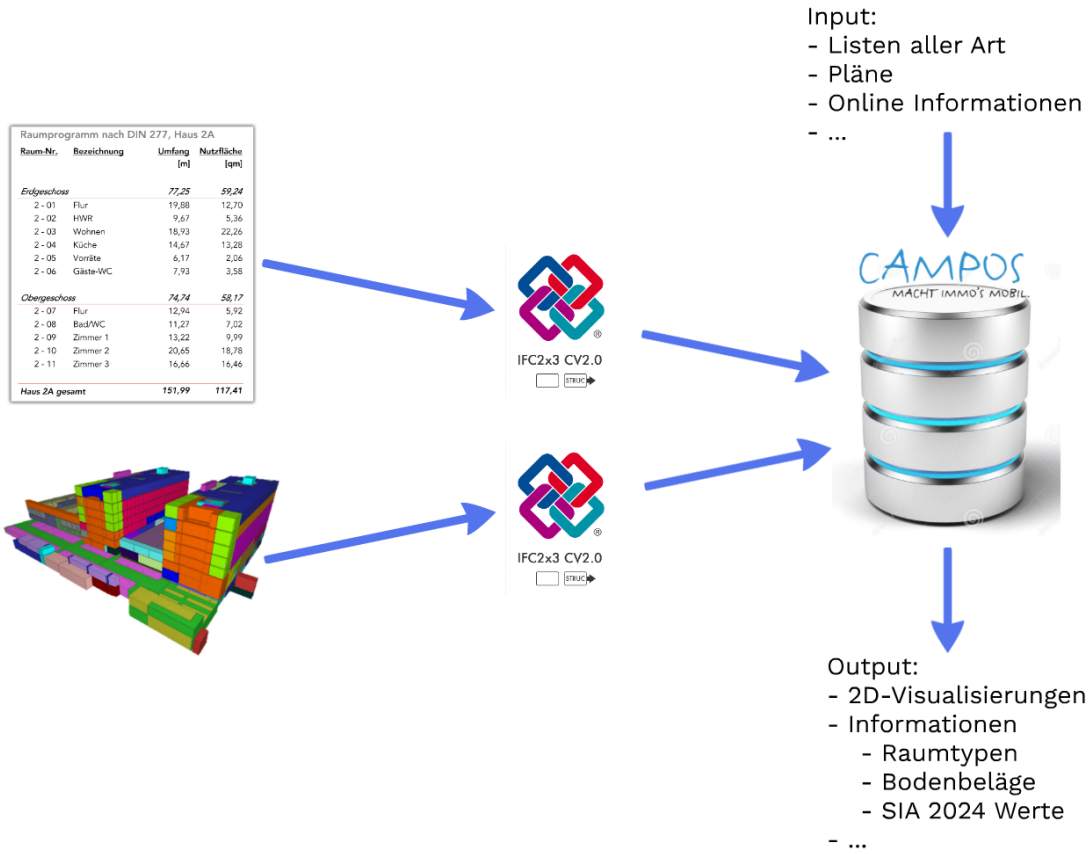


Abbildung 18: Prinzip der ERNE Raumdatenbank

# 6. Fazit

Der Holzbau gewinnt nicht nur an Höhe – er dringt auch in neue Anwendungsgebiete vor, die bis anhin dem Massiv- oder Stahlbau vorbehalten waren. Das diese Gebäude in Kombination mit anderen Materialien realisiert werden, stellt dabei kein Makel dar, sondern lässt Holz eigenständig und auf Augenhöhe mit anderen Baustoffen auftreten und erweitert sein Einsatzspektrum enorm. Mit der Implementierung anderer Gewerke wie z.B. die HLKS kann der Vorfertigungsgrad weiter erhöht werden, mit den richtigen digitalen Werkzeugen können Fehler vermieden werden. Richtig eingesetzt wird uns die Digitalisierung wieder einen Schritt weiterbringen – der Holzbau plant seit über 30 Jahren dreidimensional, jetzt hat er die Möglichkeit sein erarbeitetes Know-How gezielt einzusetzen und sich gegenüber anderen erfolgreich zu behaupten.