

Durchgängiges Informationsmanagement für den Bauprozess von Einfamilienhäusern

Autoren: Querengässer, Stephan; Werner, Frank (Professur Stahlbau)
Firmenich, Berthold (Professur Informatik im Bauwesen)
Bauhaus-Universität Weimar

1 Problem

Der Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnik bei der Planung und Ausführung von Bauvorhaben brachte in den letzten Jahren nicht die gewünschten Vorteile für Kosten und Qualität der Bauobjekte. Die Informationstechnik im Bauwesen hat noch lange nicht die Einsatzbreite anderer Industriezweige erreicht.

Der Herstellungsprozess ist im Vergleich zu anderen Produktionsbereichen noch deutlich geringer industrialisiert. In der Fertigung konkurrieren moderne Verfahren nach wie vor mit traditionellen Bauweisen. Der Herstellungsprozess beinhaltet in hohem Maße manuelle/ handwerkliche Tätigkeit.

Im Gegensatz dazu weist die moderne Industrie (Maschinenbau, Autoindustrie) einige charakteristische Merkmale auf:

- Alle Prozesse der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung eines Produktes sind aufeinander abgestimmt.
- Die Beteiligten arbeiten zumeist firmenintern und über längere Zeiträume zusammen.
- Die Entwicklungsarbeit erfolgt für Produkte, die in großen Stückzahlen produziert werden.
- Die Fertigung wird auf der Grundlage gewonnener Erfahrungen ständig optimiert.

Eine moderne Arbeitsorganisation ermöglicht und bedingt den Einsatz kompatibler Informationssysteme in allen Bereichen. Als Ergebnis des Entwicklungs- und Produktionsprozesses erhält der Kunde ein verbindliches Preisangebot für ein Produkt, das in kontinuierlicher Qualität in kurzer Zeit zur Verfügung steht.

Im Bauwesen verlaufen Planung und Produktion unter folgenden Bedingungen:

- Die Produkte sind meistens Unikate, fehlenden Stückzahlen erschweren die Automatisierung.
- Der Anteil manueller Arbeit ist erheblich.
- Die Planung wird von verschiedenen Institutionen realisiert, Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit und beim Informationsaustausch sind tägliche Realität.
- Die Ausführung erfolgt gewerkeweise und durch verschiedene Baufirmen, firmenspezifische Strukturen erschweren die Arbeitsorganisation.
- Aus den variierenden Anforderungen an die verschiedenen Bauprojekte resultiert ein permanenter Wechsel der Projektbeteiligten.
- Die Fertigungszeit ist verhältnismäßig lang, das Risiko ungünstiger Einflüsse steigt.

Die Einführung eines effektiven Informationsmanagements wird permanent diskutiert und kann nur partielle Erfolge aufweisen. Davon ausgehend wird versucht für einen Bauwerkstyp mit geringer Komplexität und hoher gesellschaftlicher Aktualität – Einfamilienhäuser –, einen durchgängigen Informationsfluß im Planungs- und Bauprozess zu realisieren.

2 Ausgangssituation

Die deutlichsten Ansätze für industrielle Produktionsmethoden finden sich bei Herstellern von Fertighäusern, die einige Anforderungen an eine moderne Produktion teilweise schon erfüllen:

1. Die Erhöhung des Vorfertigungsgrades der Bauteile ermöglicht den direkten Informationsfluß vom Planungssystem (CAD) zur Produktionsanlage (CAM).

2. Die Montage vorgefertigter Bauteile reduziert Kosten und Bauzeit.
3. Die zentrale Steuerung der Planung und Ausführung sowie die Vermarktung liegen im Verantwortungsbereich des Anbieters.

Darauf aufbauend kann der Produktionsprozeß von individuelleren Einfamilienhäusern betrachtet und informationstechnisch umgesetzt werden.

Den Problemen geringer Produktbreite, fehlender Entwurfsflexibilität und geringer Kundenakzeptanz ist dabei erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken.

Basis der Überlegungen ist eine Prozeßanalyse, die zu folgenden maßgebenden Prozeßabschnitte führt:

Marketing / Vermarktung

 Werbebotschaft

 Kundenangebot

 Finanzierungsmodell

 spezifisches Kundenmodell

Planung

 architektonischer Entwurf

 Genehmigungsplanung

 Ausführungsplanung

 Bauprozeßplanung

 Bau- und Baustofflogistik

Realisierung

 Rohbau- und Ausbauprozesse

 Baumateriallieferung und -verarbeitung.

Nur wenn es gelingt, alle Prozeßabschnitte informationstechnisch zu verbinden, können die Grundlagen für eine industrielle, zukunftsorientierte Produktion geschaffen werden.

Eine wichtige Voraussetzung zur Realisierung eines durchgängigen Informationsflusses ist die Zentralisierung der Projektaufgaben in einem Gesamtsystem. Dadurch werden die Aufgaben von Bauträger, Planer, Produzent und Lieferanten zusammengeführt. Entwurf, Kalkulation, Ausführung und Logistik basieren auf einem gemeinsamen Informationsbestand. Die zentrale Datenhaltung vermeidet Redundanzen und Versionsprobleme.

3 Produkt und Prozeßgestaltung

3.1 Das Produkt

Das Produkt Haus muß unter Einsatz moderner Fertigungsmethoden entstehen:

- Großformatige Bauweise
- Einsatz von Fertigteilen
- Vermeidung von Naßprozessen
- Konstruktive Optimierung (raumhohe Türöffnungen, kurze Leitungswege, günstige Dachneigung)

Die konstruktive und kalkulatorische Optimierung darf jedoch die Flexibilität des Entwurfes nicht einschränken. Entsprechend definierter Randbedingungen muß der Kunde in der Lage sein, seine Vorstellungen von Funktion und Gestaltung seines Hauses umzusetzen. Unter Beachtung der Kundenwünsche sollten die Beschränkungen auf zu verwendende Materialien auch nicht dogmatisch festgelegt werden.

3.2 Der Prozeß

Der Planungsprozeß wird heute zumeist als sequentielle Abfolge verschiedener Teilaufgaben betrachtet. Dem Entwurf folgt die Kostenschätzung, die konstruktive Durchbildung und später die Kalkulation. Terminplanungen und baubetriebliche Aspekte spielen ohnehin eine untergeordnete Rolle. Diese Arbeitsweise führt zu häufigen Planungskorrekturen insbesondere bei strengen Kostenvorgaben. Die Projektplanung muß deshalb als eine Gesamtaufgabe betrachtet werden.

Die Informationsverwaltung in einem gemeinsamen Datenmodell wird die ständige Kostenüberwachung während des Entwurfs und der Konstruktion sowie eine frühzeitige Berücksichtigung baubetrieblicher Aspekte ermöglichen.

3.2.1. Entwurf

Der Entwurf erfolgt mittels vordefinierter Planungseinheiten, sogenannter Module.

Diese virtuellen, strukturierten Räume werden unter Beachtung von Randbedingungen sinnvoll zu einem Grundriß zusammengefügt. Dieser erste Vorentwurf erfolgt durch den Kunden via Internet in seinem Browser. Die Arbeit mit den Modulen bietet dem Kunden höchstmögliche Gestaltungsfreiheit mit der Möglichkeit industrieller Fertigung und bei gleichzeitiger Minimierung des Planungsaufwandes. Er bekommt kein Haus „von der Stange“, sondern kann seine individuellen Vorstellungen weitestgehend verwirklichen, bei gleichbleibend hoher Qualität. Grundrisse und Fassadenvarianten sind frei wählbar.

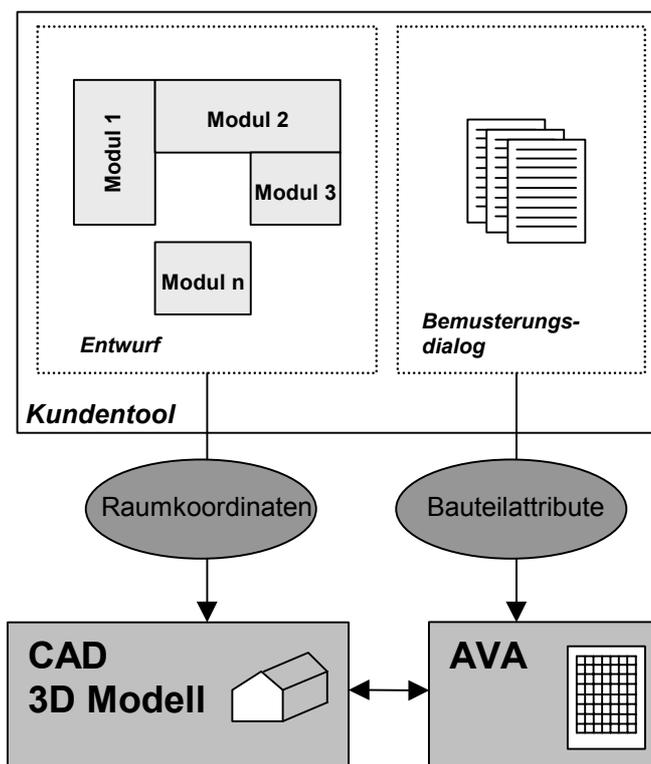


Abbildung 1: Entwurfsprozeß

Über einen speziellen Bemusterungsdialog mit einer Vielzahl von Ausstattungsvarianten kann der Kunde Festlegungen zur Qualität seines Hauses treffen.

Die gewonnenen Informationen werden vom Browser an ein zentrales Planungssystem übermittelt und dort zu einem dreidimensionalen Gebäudemodell verarbeitet. Die im Browser sichtbaren Module sind Platzhalter für im Planungssystem detailliert vorgeplante Module. Durch die Ermittlung und Übertragung des Identifikators und der Raumkoordinaten lassen sich die Module des CAD-Systems zu einem Gesamtmodell zusammenfügen. Die vom Kun-

den gewählten Ausstattungseigenschaften werden dem Planungssystem als Bauteilattribute übermittelt.

Anhand der gewählten Module und der Ausstattung können dem Kunden die überschläglichen Kosten seines Entwurfes errechnet werden. Er kann also mit der Änderung seines Entwurfes sofort Einfluß auf die entstehenden Kosten nehmen.

Die detaillierte Bearbeitung des Entwurfes findet im professionellen CAD-System statt. Dort kann das generierte 3D-Modell bei Bedarf überarbeitet werden.

Für Kunden mit wenig gefestigten Vorstellungen können vordefinierte Grundrisse und Fassadenvarianten mit wählbaren Ausstattungspaketen zur Verfügung gestellt werden. Dadurch verringert sich der Planungsaufwand noch weiter.

3.2.2. Kostenkalkulation

Durch die Bemusterung des Kunden erfolgt die Attributdefinition der betreffenden Bauteile. Diese Bauteilattribute werden dem AVA-Programm übergeben und dort verwaltet.

Zur Anwendung kommt ein System aus CAD und AVA, das über eine bidirektionale Schnittstelle verfügt.

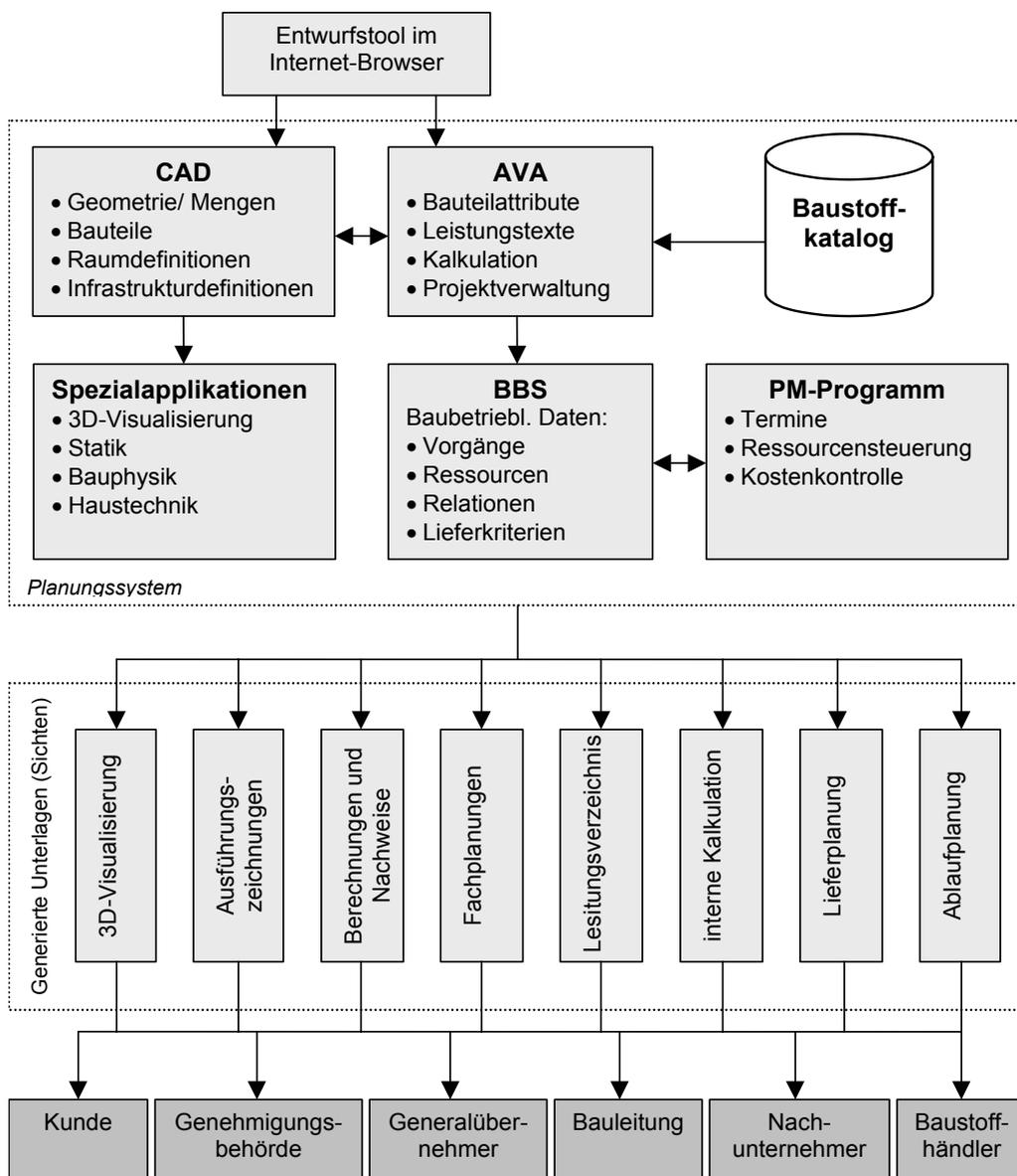


Abbildung 2: Systemarchitektur

Die herkömmlichen Methode CAD- und AVA-Programme zu verbinden, besteht in der Verknüpfung eines geometrischen Objektes im CAD mit einer oder mehreren verbalen Beschreibungen dieses Objektes im AVA. Änderungen werden nur vom CAD ins AVA aktualisiert (Mengen).

Im Gegensatz dazu findet im verwendeten System eine Methode Anwendung, bei der die geometrischen Eigenschaften und die Bauteilattribute einem gemeinsamen Objekt zugeordnet und in verschiedenen Teilprogrammen verwaltet werden.

Im AVA-Programm werden Eigenschaften von Bauteilen definiert, die dem CAD-Programm als Bauteilattribute zur Verfügung stehen. Im CAD werden Geometriedaten definiert, die im AVA als Mengen zur Verfügung stehen. Eigenschaften können nur in einem der beiden Teilprogramme geändert werden, womit Übereinstimmung zwischen CAD und AVA gewährleistet ist.

Verknüpfung zwischen Geometrie und Objektattributen werden also über einen gemeinsamen Datenbestand von geometrischen Eigenschaften und Attributen realisiert. Eine Änderung der Konstruktion im AVA kann so beispielsweise eine Änderung der Schraffur im CAD nach sich ziehen, weil die Änderung dieses Attributes vom CAD erkannt wird. Die Dicke einer Wand im CAD kann auch nur geändert werden, wenn die zugeordneten Leistungstexte im AVA aktualisiert werden. Auch Mengenänderungen werden zur Laufzeit im AVA erkannt.

Durch die weitgehende Vorplanung der einzelnen Module in CAD und AVA ist es in kurzer Zeit möglich Aussagen zu Mengen und Leistungen zu machen und somit dem Kunden kurzfristig ein verbindliches Angebot zu unterbreiten.

Die ermittelten Leistungspositionen und Mengen stehen zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung.

3.2.3. Baubetriebssystem (BBS)

Um alle erforderlichen baubetrieblichen Vorgänge abbilden zu können, ist es notwendig das vorhandenen System durch spezielle Funktionen und Informationen zu ergänzen. Das hierfür entwickelte Baubetriebssystem basiert auf den Daten des Gesamtmodells und übernimmt die Aufbereitung und Ergänzung der Informationen zur automatischen Generierung einer Bauablaufplanung und einer Lieferplanung für die benötigten Materialien.

Ablaufplanung

Die BBS-Stammdatenbank enthält alle betriebsspezifischen Informationen, die zur Generierung einer Ablaufplanung notwendig sind:

- Vorgänge
- Zuordnung der Leistungspositionen zu den Vorgängen
- Anordnungsbeziehungen zwischen den Vorgängen
- Ressourcen
- Zuordnung der Ressourcen zu den Vorgängen

Die Leistungspositionen eines Projektes werden entsprechend der Zuordnung in den Stammdaten zu Vorgängen zusammengefaßt. Aus der Menge und dem Aufwandswert jeder Leistungsposition und der Summe aller im Vorgang enthaltenen Leistungspositionen läßt sich die notwendige Arbeitszeit im Vorgang errechnen. Durch die Zuordnung von Ressourcen (Arbeitskräfte) wird die Dauer des jeweiligen Vorganges ermittelt.

Die technologische Reihenfolge der Vorgänge ist als Anordnungsbeziehungen in der Datenbank hinterlegt.

Die ermittelten Daten werden einem Projektmanagement-Programm zur Visualisierung übergeben. Diese Arbeitsweise erzeugt in wenigen Minuten einen detaillierten Bauablaufplan.

Die durch eine Mengenänderung im CAD implizierte Erhöhung des Arbeitsaufwandes kann so sofort auf ihre terminlichen Auswirkungen untersucht werden. Für die Änderung der Standardablaufplanung stehen die Funktionalitäten des Projektmanagement-Programmes zu Verfügung. Die Änderungen werden projektspezifisch gespeichert und können jederzeit aufgerufen werden.

Baustofflogistik

Die Zentralisierung der Planung bedeutet auch die Zentralisierung der Bestell- und Lieferaufgaben während der Bauausführung.

Die Bauausführung wird traditionell von verschiedenen Firmen übernommen, die ihre Materialbestellung individuell organisieren. Ziel muß jedoch eine gewerke- und firmenübergreifende Materialbestellung und –verwaltung sein, da hierdurch mehrere Vorteile entstehen:

1. Grosses Bestellvolumen sichert günstige Konditionen beim Baustoffhändler.
2. Gemeinsame Materialbestellung optimiert den Transport und Lagerung auf der Baustelle.
3. Kleine Handwerksbetriebe werden von Materialbeschaffung und finanziellen Belastung durch Materialvorhaltung entlastet.
4. Die optimale technische Abstimmung der vom Baustoffhändler angebotenen Produktpalette ist garantiert.

Die Baustofflogistik wird in Regie des Generalübernehmers durchgeführt, der auch für alle anderen Planungsaufgaben verantwortlich ist. In Kooperation mit einem geeigneten Baustoffhändler wird eine Produktdatenbank erstellt, die alle zur Bauausführung benötigten Produkte zuzüglich der Alternativprodukte beinhaltet. Dieser digitale Baustoffkatalog dient gleichzeitig als Bemusterungsgrundlage und enthält neben betriebswirtschaftlichen auch technische Produkteigenschaften.

Der Baustoffhändler übernimmt in Zusammenarbeit mit dem Generalübernehmer die komplette Baustofflogistik.

Grundlage der Baustofflogistik bilden die Leistungspositionen und die Terminplanung.

In den Stammdaten des Planungssystems werden den Leistungspositionen die benötigten Produkte unter Beachtung der Mengenrelation (Steine/ m³, Mörtel/ m³) zugeordnet. Aus den Mengen im AVA lassen sich so die Verbrauchsmengen der Produkte errechnen.

Die in der Bauablaufplanung errechneten Termine der Vorgänge sowie die Vorgangszuordnung der Leistungspositionen ermöglichen die automatische Generierung einer Lieferliste. Die Produktdatenbank liefert dafür wichtige Informationen:

- Bestellfrist (Zeitraum zwischen Bestellung und Lieferung)
- Lieferfrist (Zeitraum zwischen Abruf und Lieferung)
- Lieferart (Kommission, Strecke, etc.)
- Gebindegröße und-gewicht

Die generierte Lieferliste wird digital zum Baustoffhändler übermittelt. Dieser kann seine Baustofflieferungen entsprechend organisieren. Sollten Störungen beim Bauablauf eintreten, kann die Lieferliste übereinstimmend mit dem geänderten Bauablaufplan aktualisiert werden.

4 Zusammenfassung

Das dargestellte Planungssystem gewährleistet einen durchgängigen Informationsfluß vom Entwurf über die konstruktive Durchbildung bis hin zur Organisation der Bauausführung und Materialbeschaffung. Durch gezielte Nutzung bereits heute vorhandener IuK-Techniken werden zeitaufwendige Tätigkeiten rationell organisiert und die Qualität von Planung und Ausführung erhöht. Der dargestellte Weg ist somit ein grundlegender Schritt zum industrialisierten Bauen.

Literatur:

- [1] Karl Beucke: *Der Einfluß der Informationstechnik auf den Bauablauf*, ACS - Beitrag 1999
- [2] Uwe Rüppel / Udo Meißner: *Integrierte Planung, Fertigung und Nutzung von Bauwerken auf der Basis von Produktmodellen*, Bauingenieur, 1996
- [3] Dirk Donath: *Schöne neue Datenwelt*, db - Deutsche Bauzeitung, 1999
- [4] Kurt Nagel / Roland Erben / Frank Piller: *Produktionswirtschaft 2000*, Gabler-Verlag, 1999