

**Industrielles Bauen:** Auch im individuellen Wohnungsbau

## Individualität trotz Standardisierung

*Ein mit einem Architekten individuell gestaltetes Haus oder preisgünstigeres Typenhaus? Mit dieser Frage sehen sich zukünftige Bauherren ganz am Anfang ihres Bauprojektes konfrontiert. Doch das eine muss das andere nicht ausschliessen. Denn industrielles Bauen kann heute effiziente Produktion mit gestalterischer Freiheit vereinen.*

Ziel des industriellen Bauens ist es, Bauverfahren und Bauteile so zu standardisieren, dass die Standardisierung in der fertigen Gestaltung nicht wahrgenommen wird. Impulse für einen Effizienzsprung ergeben sich dann durch den Einsatz von vorgefertigten Bauteilen sowie durch die Automatisierung im Fertigteilwerk und auf der Baustelle. Der Bauherr als Kunde der Bauwirtschaft soll von höherer Qualität, kürzerer Bauzeit und niedrigeren Baukosten profitieren.

### Interaktives Planen und Bauen

Um industrielles Bauen zu ermöglichen, müssen Planung und Ausführung gezielter zusammenarbeiten. Die heute übliche Praxis, Bauunternehmen erst in der eigentlichen Ausführungsphase beizuziehen, ist ein grosses Handicap. Produktionserfahrung fliessen so nicht in die Planung zurück.

### Funktionale Ausschreibung

Bauherren und Planer sollten von der funktionalen Ausschreibung, die sich insbesondere für den Neubau von Wohnungen sehr gut eignet, Gebrauch machen. Ausführungsvarianten sollten ausdrücklich zugelassen werden, damit die Bauunternehmen innovative Unternehmenslösungen anbieten können. Die Auswertung der Angebote ist im Vergleich zur Ausschreibung mit Devisen aufwändiger, aber der Bauherr erhält Zugang zu einem Verbesserung- und Kostensenkungspotenzial, das ihm sonst verschlossen geblieben wäre.

### Vorfertigung

Erfolgreiche Beispiele für industrielles Bauen gibt es bereits: Filigranplatte und Hohlwand haben ihren signifikanten Marktanteil im Wohnungsbau dadurch erreicht, dass die zeitaufwändigen Arbeitsgänge Schalen und Bewehren auf der Baustelle

– unter Witterungseinfluss – weitgehend entfallen. Auch können Aussparungen und Einbauten wie Tür- und Fensterzargen und Elektroinstallations bereits im Werk berücksichtigt werden.

Das Fertigbad, ein weiteres interessantes Beispiel aus dem Bereich der Vorfertigung, konnte sich im individuellen Wohnungsbau hingegen bis heute noch nicht durchsetzen, obwohl es eine Bauzeitverkürzung von bis zu 3 Monaten und einen raschen Kapitalrückfluss ermöglicht. Fertigbäder gibt es in elementierter Ausführung für Modernisierungen und kompakter Ausführung für Neubauten.

### Automatisierung

Für eine Vielzahl von Arbeitsgängen auf der Baustelle und im Fertigteilwerk gibt es heute bereits Roboter und fernbedienbare Manipulatoren.

Die überwiegende Mehrzahl dieser Roboter sind jedoch Prototypen und konnten ihre wirtschaftliche Einsetzbarkeit noch nicht nachweisen vor allem, weil die Voraussetzung, die häufigen Wiederholungen in Bauprozessen, fehlt.



**Industrielles Bauen:** Rationalisierungen ermöglichen wesentliche Kosteneinsparungen ohne Verlust an Individualität. Bild: procasa

Lesen Sie mehr auf

Seite 11

**Industrielles Bauen:** Die funktionale Ausschreibung als Voraussetzung

## Rationalisierungsmöglichkeiten im Wohnungsbau

*Beim Bauen liessen sich Zeit und Kosten sparen, wenn vermehrt Methoden aus der Industrie übernommen würden. Im Einsatz von vorgefertigten Bauteilen und durch die Automatisierung im Fertigteilwerk und auf der Baustelle liegen noch wenig genutzte Möglichkeiten brach. Die Individualität der Bauten und die Gestaltungsmöglichkeit der Bauherren und Architekten werden dadurch nicht eingeschränkt.*

Gerhard Girmscheid  
und Jan Bärthel\*

Bauen beinhaltet einerseits eine kulturelle gesellschaftliche Verpflichtung und andererseits eine Entfaltung der individuellen Vorstellungen des Bauherrn. Industrielles Bauen darf und will diese Individualität nicht einschränken, sondern muss gestalterische Freiheit und effiziente Produktion vereinen. Ziel des industriellen Bauens ist es, Bauverfahren und Bauteile so zu standardisieren, dass die Standardisierung in der fertigen Gestaltung nicht wahrgenommen wird. Impulse für einen Effizienzsprung ergeben sich dann durch den Einsatz von vorgefertigten Bauteilen sowie durch die Automatisierung im Fertigteilwerk und auf der Baustelle. Der Bauherr als Kunde der Bauwirtschaft soll von höherer Qualität, kürzerer Bauzeit und niedrigeren Baukosten profitieren.

Arbeitsteilung, Spezialisierung, Mechanisierung und Rationalisierung sind Merkmale der industriellen Produktion. Auf die Bauwirtschaft übertragen bedingt dies unter anderem den Einsatz vorgefertigter Bauteile, variabler Grundtypen, Automatisierung im Fertigteilwerk und auf der Baustelle sowie Standardisierung von Bauverfahren und verwendeten Baustoffen. Arbeitsvorbereitung und Bauausführung, die Optimierung der Prozesse und Organisation, die Nutzung moderner Informationstechnologien und die Überregionale Spezialisierung der Bauunternehmen auf Arbeitsgebiete.

### Interaktion von Planung und Ausführung

Eine wichtige, wenn auch nicht neue Erkenntnis ist, dass Planung und Ausführung gezielter zusammenarbeiten müssen, um industrielles Bauen zu ermöglichen. Bei der heute üblichen Praxis, Bauunternehmen erst in der eigentlichen Ausführungsphase beizuziehen, können zu diesem Zeitpunkt weder das Know-how des ausführenden Unternehmens noch dessen unternehmensspezifische Anforderungen an eine kostengünstige Produktion, z.B. infolge der vorhandenen Ressourcen wie Personal, Inventar, Erfahrungen und Geschäftsbeziehungen, dann noch berücksichtigt werden. Produktionserfahrung fließt nicht in die Planung zurück.

### Funktionale Ausschreibung

Ein Preis-Leistungs-Wettbewerb brächte dem Bauherrn einen grösseren Nutzen als ein Wettbewerb ausschliesslich um den günstigsten Preis. Ein Preis-Leistungs-Wettbewerb erfordert nur aber eine funktionale Ausschreibung auf der Basis der Baubewilligungsplanung, die aus



Ein fixfertiges Badezimmer - per Kran auf den Rohbau transportiert.



Rohre und Leitungen sind bereits montiert.



Aussparungen oder Einbauten können bereits im Werk berücksichtigt werden.

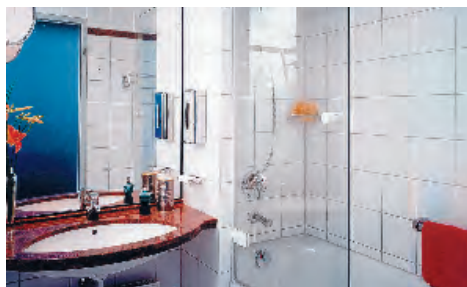


Die bewehrte Filigranplatte ergibt zusammen mit Ortbeton eine Verbunddecke.

Plänen und einer den Qualitätsstandard definierenden Baubeschreibung einschliesslich Raumbuch besteht. Ausführungsvarianten sollten ausdrücklich zugelassen werden. Die Bauunternehmen können - innerhalb der durch die funktionale Ausschreibung gesetzten Grenzen - innovative Unternehmenslösungen anbieten. Bauherren und Planer sind aufgerufen, von der funktionalen Ausschreibung, die sich insbesondere für den Neubau von Wohnungen sehr gut eignet, Gebrauch zu machen. Die Auswertung der Angebote ist im Vergleich zur Ausschreibung mit Devis aufwendiger, aber der Bauherr erhält Zugang zu einem Verbesserungs- und Kostensenkungspotenzial, das ihm sonst verschlossen geblieben wäre. In anderen Industriezweigen, in denen ebenfalls Prototypen hergestellt werden, wie dem

Schiffs- und Anlagenbau, erfolgt die Ausführungsplanung durch den bzw. im Auftrag des Produzenten. Soll doch das Bauunternehmen, das - im Gegensatz zu Bauherrn und Planer -

die unternehmensspezifischen Herstellkosten der verschiedenen Ausführungsvarianten kennt, beispielsweise - Unternehmenslösungen mit Ge-



Durch nichts von einem individuell gestalteten Badezimmer zu unterscheiden ... Bilder: procasa

währleistungsübernahme für Dichtigkeits-, Wärmeschutz-, Schallschutz- und Tragfähigkeitsanforderungen entwickeln, - zwischen Vorfabrikation und Baustellenproduktion einzelner oder aller tragenden Bauteile entscheiden, - unbedeutende Änderungen des Architektenentwurfs vornehmen, um mehrfachen Schalungseinsatz und grossformatige Mauersteine zu ermöglichen, - alternative Baustoffe vorschlagen und, ganz allgemein ausgedrückt, die eigenen Stärken beim Bauen zur Geltung bringen können.

Der Einfluss der Bauunternehmen auf die Ausführungsplanung ist Voraussetzung für die wirtschaftliche Umsetzung der Merkmale des industriellen Bauens und damit für die Investitionsbereitschaft der Bauunternehmen. Investitionen in neue Maschinen und Informationstechnologie, in die damit verbundene Ausbildung der Mitarbeiter und die Entwicklung von Unternehmenslösungen rechnen sich nur, wenn die Randbedingungen stimmen. Die Wirtschaftlichkeit der Vorfertigung von Bauteilen steigt mit der Stückzahl; die Wirtschaftlichkeit der Automatisierung auf der Baustelle steigt mit der Anzahl der Wiederholungen von Handgriffen und Arbeitsschritten. Eine erhebliche Steigerung der Effizienz in der Bauwirtschaft wäre möglich.

### Betonieren ohne Schalung

Erfolgreiche Beispiele für industrielles Bauen gibt es. Einen signifikanten Marktanteil im Wohnungsbau haben die Filigranplatte (Schweiz: ca. 5% der Betondecken, Deutschland: ca. 80% der Betondecken) und die Hohlwand (Schweiz: ca. 1% der Betonwände, Deutschland: ca. 25% der Betonwände) dadurch erreicht, dass die zeitaufwendigen Arbeitsgänge Schalen und Bewehrungen auf der Baustelle - unter Witterungseinfluss - weitgehend entfallen. Die Oberfläche der bewehrten Filigranplatte ist nach oben aufgearbeitet und ergibt mit dem auf der Baustelle aufgetragenen Ortbeton statisch eine monolithische Verbunddecke. Die bewehrte Hohlwand besteht aus zwei durch Gitterträger miteinander verbundenen Stahlbetonschalen. Nach der Montage wird die Hohlwand mit Ortbeton ausgegossen. Ist der Füllbeton erhärtet, wirkt der Gesamtquerschnitt wie eine monolithisch hergestellte Wand. Filigranplatte und Hohlwand werden objektbezogen dimensioniert und in Fertigteilwerken mit hohem Automatisierungsgrad hergestellt. Bereits im Werk können Aussparungen und Einbauten wie Tür- und Fensterzargen und Elektroinstallationen berücksichtigt werden.

### Ein Bad - fix und fertig

Ein anderes interessantes Beispiel aus dem Bereich der Vorfertigung ist das Fertigbad, das sich im individuellen Wohnungsbau aber noch nicht durchsetzen konnte. Da in einem Fertigbad bis zu 10 Arbeitsgängen zusammengefasst sind, beträgt die erreichbare Bauzeitverkürzung bis zu 3 Monate und ermöglicht einen raschen Kapitalrückfluss. Fertigbäder gibt es in elementierter Ausführung für Modernisierungen und in kompakter Ausführung für Neubauten. Die Inneneinrichtung wird entsprechend den Vorgaben des Bauherrn

### FAKTEN

- ➔ **Einsatz** vorgefertigter Bauteile und variabler Grundtypen.
- ➔ **Automatisierung** im Fertigteilwerk und auf der Baustelle.
- ➔ **Standardisierung** von Bauverfahren und verwendeten Baustoffen.
- ➔ **Interaktion** von Planung, Arbeitsvorbereitung und Bauausführung.
- ➔ **Optimierte** Prozesse und Organisation.
- ➔ **Überregionale** Spezialisierung der Bauunternehmen auf Arbeitsgebiete.

oder Planers vorgenommen; einige Hersteller bieten auch freie Aussenabmessungen an. Preislich interessant wird das Fertigbad aber besonders dann, wenn auf eine der gängigen Varianten des gewählten Herstellers zurückgegriffen werden kann.

### Roboter auf der Baustelle

Die ersten Baustellenroboter, die in Japan bereits in den 80er-Jahren eingesetzt wurden, waren entweder herkömmliche Baumaschinen, die zusätzlich mit Sensoren und Computersteuerung ausgerüstet wurden (z.B. für Erdbewegungen), oder Roboter, die auch in der stationären Industrie verwendet wurden und nur einen geringen Aktionsradius aufwiesen (z.B. für Anstriche und Beschichtungen). Heute gibt es Roboter und fernbedienbare Manipulatoren für eine Vielzahl von Arbeitsgängen. Die überwiegende Mehrzahl dieser Roboter sind jedoch Prototypen und konnten ihre wirtschaftliche Einsetzbarkeit noch nicht nachweisen - vor allem, weil die Voraussetzung, die häufigen Wiederholungen in Bauprozessen, fehlt.

### Noch in der Ausführungsphase möglich

Die Entscheidung zugunsten einfacher Fertigteile und Halbfertigteile wie der Filigranplatte und der Hohlwand kann noch in der Ausführungsphase getroffen werden. Sie sind mit der traditionellen Art der Planung und Ausschreibung kompatibel und ermöglichen deshalb den Einstieg in das industrielle Bauen im individuellen Wohnungsbau. Unternehmenslösungen, die die weiteren und wesentlich grösseren Rationalisierungschancen der Vorfertigung von Fertigteilen mehrerer Arbeitsgängen (Beispiel Fertigbad) und der Automatisierung (im Fertigteilwerk und auf der Baustelle) nutzen, erfordern jedoch den Einfluss des Bauunternehmens auf die Ausführungsplanung. Durch die funktionale Ausschreibung eines Neubaus haben Bauherrn und Planer die Möglichkeit, das Know-how der Bauunternehmen zu nutzen und gleichzeitig den Auftrag im Wettbewerb zu vergeben. Die funktionale Ausschreibung besteht aus Plänen und einer den Qualitätsstandard definierenden Baubeschreibung (ohne Devis). Sie basiert auf der Baubewilligungsplanung. Die Ziele des Preis-Leistungs-Wettbewerbs sind höhere Qualität, kürzere Bauzeit und niedrigere Baukosten.

\*Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid und Dipl.-Ing. Jan Bärthel, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich.