

# BAUVERFAHREN – GEGENWART UND ZUKUNFT

DI Dr.tech. Ronald Mischek

## Rohbauverfahren

Auf Grund der Anforderung der Abtragung der hohen horizontalen Kräfte und der damit bedingten Zugbelastungen in den vertikalen Traggliedern ist im Hochhausbau mit aufwendigen Ortbetonkonstruktionen mit hohen Bewehrungswerten (in Form von Aussteifungsscheiben oder -kernen) zu rechnen. Des weiteren müssen auch Decken, um die entsprechenden horizontalen Kräften abzutragen, so miteinander verbunden werden, dass im Endzustand statisch eine Deckenscheibe zum Wirken kommt.

Für diese aussteifenden vertikalen Elemente (in der Regel Wände oder Fachwerke) wurden in den letzten Jahrzehnten recht wirtschaftliche Herstellungsmethoden (Gleit- und Kletterschalungen) entwickelt. Für die sonstigen vertikalen Tragglieder können sowohl Ortbetonlösungen als auch Fertigteillösungen (Beton oder Stahlbetonverbund) eingesetzt werden. Für die Herstellung der Decken – welche terminlich meist am kritischen Weg bei der Rohbauerstellung liegen – kommen heute sowohl großformatige Schaltische als auch Halbfertigteile und massive Fertigteile zum Einsatz.

## Gleitschalungen

Die Gleitschalung, die im Gegensatz zur konventionellen Ortbetonschalung an Kletterstangen mit Hebern verschiedener Bauart vertikal geführt wird, eignet sich vornehmlich für Stahlbetonteile mit gleichbleibendem Grundriss und gleichbleibender Wandstärke. Das Gleitbauverfahren wurde erstmals im Jahre 1903 in Amerika eingesetzt und gilt nun nach bald 100 Jahren noch immer als eine der modernsten Schalungstechniken. Sie wird in Europa seit mehr als 30 Jahren angewandt und ist in den letzten Jahren so weit entwickelt worden, dass sogar Bauteile mit veränderlichen Wandstärken und konischem Anlauf erstellt werden können.

Während noch bis vor kurzer Zeit der Einsatz von Gleitschalungen im innerstädtischen Bereich aufgrund der Bedingnisse eines ununterbrochenen Betonierbetriebes (das heißt auch Arbeiten in der Nacht) nicht zum Einsatz kam, ist es aufgrund moderner Betontechnologien heute gelungen, dieses Manko der Gleitschalungen durch Zugabe entsprechender Verzögerer in die Betonanschlussteile entgegenzuwirken, sodass es jetzt auch möglich ist, Pausen von mehr als zwölf Stunden ohne größere technische Aufwendungen einzuhalten.

Die Gleitgeschwindigkeit ist im Hochhausbau in erster Linie abhängig von der Baugeschwindigkeit der angrenzenden konstruktiven Bauteile. Hier ist insbesondere der Baufortschritt der meist großen angrenzenden Deckenflächen im Hochhausbau das entscheidende Kriterium.

## Kletterschalungen

Aufgrund des Verbots der Nachtarbeit im innerstädtischen Bereich wurden, insbesondere in den 70er Jahren, von verschiedenen Herstellern sogenannte Kletterschalungen entwickelt. Bedingnis für diese Entwicklung war das Vorhandensein schwerer Hebewerkzeuge auf der Baustelle, um diese großformatigen Schalungselemente auch umsetzen zu können.

Im Gegensatz zur Gleitschalung kann man die Kletterschalung auch kurzfristig auf wechselnde Grundrisse und Wandstärken adaptieren sowie Einbauten verhältnismäßig einfach in die Schalung einbringen.

Da beim Hochhausbau die Ressourcen und Tragkraft der Kräne sehr begrenzt sind, wurden dann in weiterer Folge Kletterschalungen entwickelt, welche sich selbständig hydraulisch umsetzen können. Diese sind aber heute nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich sinnvoll einsetzbar. Ein weiterer Vorteil der Kletterschalungen ist, dass diese schon ab einigen Geschoßen wirtschaftlich vertretbar eingesetzt werden können, während der Aufbau und die Logistik bei Geleitschalungen erst ab mehreren Geschoßen sinnvoll ist.

## Baufzüge

Die Logistik des vertikalen Material- und Personentransports und die Organisation der Abläufe innerhalb der einzelnen Geschoße ist eine wesentliche zusätzliche Aufgabe bei der Errichtung von Hochhäusern. Hierfür ist es notwendig, einen oder mehrere Materiallifte zu installieren, welche allerdings von Seiten der Bauleitung betrieben werden sollten, damit die Abläufe auf der Baustelle organisiert und kontrolliert werden können.

## Automatische Bauverfahren am Beispiel Japans



Abbildung 1a, b: automatische Bauverfahren in Japan

Das Zusammenspiel von vorgefertigten Bauelementen, CAD-CAM und computergesteuerten Automaten ist in Japan bereits über die Planungsphase hinausgetreten und wurde konkret bei einigen Projekten angewendet.

Nachdem alle großen japanischen Bauunternehmen schon seit mehr als 20 Jahren mit Automatisierungsstrategien auf der Baustelle experimentieren, begann man, mit einer staatlichen Unterstützung von mehr als 20 Mio. Dollar, konkrete Projekte zu realisieren. Die Firma Shimizu, eine der größten japanischen Baukonzerne, begann zwei Prototypen des Shimizu Manufacturing by advanced robotics technology (smart) zur praktischen Erprobung zu entwickeln. Im Jahr 1988 war der erste Einsatz beim Bau eines 20-geschoßigen Bürohochhauses in Nagoya. Die verbesserte Version smart-2 wurde im Dezember 1995 in Yokohama installiert, um ein 35-geschoßiges Gebäude zu erstellen. Das Prinzip des Systems besteht darin, dass eine Stahlkonstruktion zeltähnlich den Bauplatz überdeckt und, nachdem die Unterkonstruktion des Gebäudes fertig ist, SMART die vorgefertigten Bauteile zusammenfügt. Selbst Schweißvorgänge werden automatisch erledigt und durch Laser überprüft. Die meisten Teile werden in oder neben der Baustelle fabriziert, um ohne Transportzeiten und ohne lange Wege, verarbeitet werden zu können.

Die aus der Automobilindustrie bekannte Organisationsform der Just in Time-Anlieferung ist ein dort angewendetes Prinzip. Lediglich ein paar wenige Arbeiten, wie beispielsweise die Isolierung der Verbindungsstücke, bleiben Handarbeit. Die automatisierte Baumethode benötigt bis zu 30 Prozent weniger Arbeiter, wobei die Baufirmen eine Quote von 50 Prozent anstreben.

Zurzeit ist die Fertigung noch um einiges teurer als die konventionelle Bauweise. Man geht aber davon aus, dass bei Hochbauten ab der sechsten. oder siebenten Etage eine wesentliche Kostenreduzierung eintreten wird.

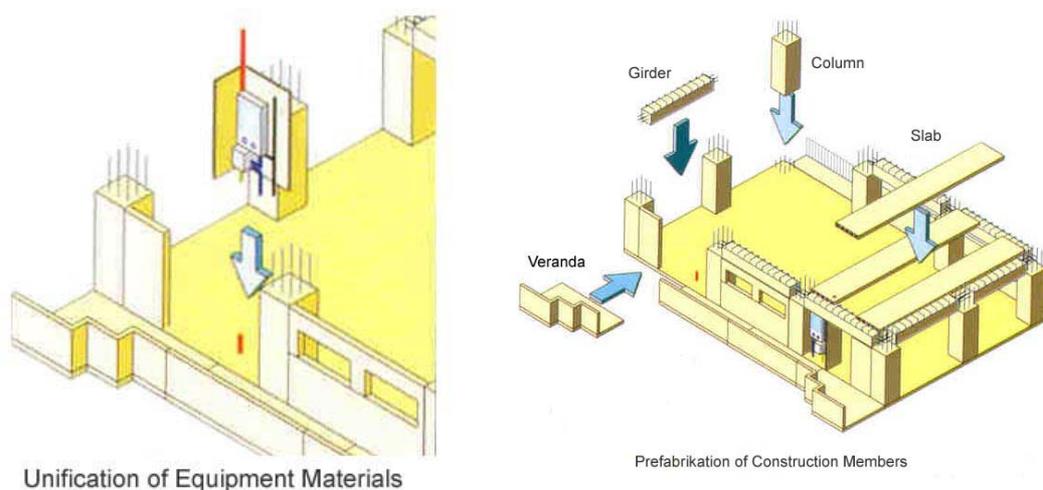


Abbildung 2: Schema einiger Bauteile

Ein weiteres Beispiel eines halbautomatischen Bausystems ist das Bausystem T-UP des zweitgrößten japanischen Baukonzerns TAISEI.

Am Boden wird eine Arbeitsplattform montiert, darüber sind Antrieb und Aggregate unter einer wetterfesten Dachabdeckung untergebracht. Auch Kräne und Schweißroboter liegen dort. Sie werden automatisch gesteuert und transportieren die richtigen Stahlteile in die Arbeitshöhen, um sie dann punktgenau zusammenschweißen. Innerhalb des Stahltragwerkes verlaufen Stützen und Träger des Montagesystems, an dem die Arbeitsplattform befestigt ist, die mit der Höhe des Gebäudes hydraulisch gehoben emporwächst. Während im oberen Bereich das Gebäude Etage für Etage weiter aufsteigt, sind in den unteren Geschoßen andere Arbeitsroboter wie z. B. Spritzautomaten, die auf Stahlträger feuerhemmende Beschichtungen auftragen, dabei, den Ausbau voranzutreiben.

Neben diesen hochautomatisierten Baustellen sind in Japan auch bei „herkömmlichen“ Baustellen Roboter im Einsatz und so sind heute rund 60 Prozent aller Arbeitsroboter, welche für das Bauwesen entwickelt worden sind, im Besitz von japanischen Großunternehmen. Im Jahr 1990 waren dies stattliche 400 verschiedene Typen, bei denen es sich anfänglich meist um Einzelplatzmaschinen für eng umrissene Rohbauverfahren handelte.

### **Baubetrieb- Baustelleneinrichtung**

Da die Bauleitung von Hochhausprojekten im Regelfall mit sehr beengten Platzverhältnissen auskommen muss, bedingt die Errichtung von Hochhäusern eine sehr hohe Anforderung an die Baustellenorganisation und Logistik sowie eines erhöhten Aufwandes an die Kontrolle der Baustellenabläufe vor Ort, um so rechtzeitig bei möglichen Problemen reagieren zu können.

Im Bereich der Ortbeton- und Rohbauarbeiten gibt es heute durchwegs schon praktikable Lösungsansätze und Baumethoden, da diese Tätigkeiten in der Regel von Eigenpersonal des ausführenden Generalunternehmers durchgeführt werden und so ein Zugriff auf die einzelnen Vorarbeiter auf die Einhaltung der vorgegebenen Sicherheits- und Ablaufpläne leicht möglich ist. Im Bereich des Ausbaues, wo unter anderem bis zu 200 Menschen aus den verschiedensten Firmen und mit den unterschiedlichsten Qualifikationen gleichzeitig mit dem Vervollständigen der einzelnen Gewerke und mit dem An- und Abtransport der dafür notwendigen Materialien beschäftigt sind, ist die örtliche Bauleitung manchmal teils vor fast unlösbare Probleme gestellt. Nur durch einen sehr hohen Aufwand an Kontrolle und Organisation und Einbindung aller Beteiligten bei der Erstellung eines funktionierenden Bauablaufplanes ist es möglich, diese Ausbauarbeiten sinnvoll zu koordinieren und eine entsprechende Qualität der Ausführung sicher zu stellen.