

DIE ENTWICKLUNG DER BAUTECHNOLOGIE, UND IHRE ROLLE IM BAUWESEN VOM ALTERTUM BIS HEUTE

P. NAGY

Lehrstuhl des Bauausführung und Organisation,
Technische Universität, H-1521 Budapest

Eingegangen am 25 April 1988

Vorgelegt von Doz. Dr. I. Kürti

Abstract

Architecture is called the unity of material, structure, form and function, but rightly today architecture is the unity of material, technology structure, form and function.

A historical review is given of the knots of the development of building technology. Till the beginning of the 20. century technology conformed to the architect, but since then it seems to be more and more inverse because of the industrialization of building and its effects. Perspectives of the future.

Die verurteilenden architektonischen Kritiken stellen immer öfter die Verantwortung der Bautechnologie fest. Die Meinung der Leute, die in Blockgebäuden leben, und das Städtebild beobachten ist im Allgemeinen darin einig, daß die Fassaden unserer Wohnsiedlungen eintönig sind, daß die Umformung der Masse, die Aufteilung der Fassaden, die Farbtonung der Gebäude nicht ausreichend ist; die Bauten haben ihren menschlichen Maßstab verloren. Zu den verurteilenden Feststellungen schließen sich meistens auch wirtschaftliche Begründungen an.

Diese Kritiken haben die Untersuchung der Rolle der Bautechnologie als notwendig erwiesen, besonders die Aufklärung der Frage, inwieweit die Bautechnologie in den Kritiken zu verurteilen wäre. Die Untersuchungen müssen beweisen, wieweit solche Feststellungen objektiv bzw. subjektiv sind, ob sie geändert werden können, und welche die Tatsachen sind die auf eine übertriebene wirtschaftliche Denkweise, auf den falschen Einsatz der gegebenen Technologie, oder auf den Opportunismus der Architekten zurückzuführen sind.

Die Beantwortung der Frage kann durch die bautechnologische Untersuchung der einzelnen bautechnischen Zeitalter, und durch die Analyse ihrer Rolle in der Architektur gefördert werden.

Die Architektur ist in allgemeiner Formulierung die Einheit des Materials, der Struktur, Form und Funktion. Die Autoren der Fachliteratur vergessen meistens den in den einzelnen architektonischen Zeitaltern mit verschiedener Intensität wirkenden Einflußfaktor, die Bautechnologie. Die richtige Bestimmung der Architektur ist die Einheit des Materials, der Struktur, der Technologie, der Form und der Funktion. Die Einheit und Harmonie der Elemente,

die die Architektur bestimmen, bedeuten die Vollständigkeit des betreffenden architektonischen Zeitalters. Wenn von diesen Bestimmungselementen eines fehlt und so die Einheit gestört wird, kann die Änderung der Architektur beobachtet werden.

Die Bautechnologie als bildendes Element der Architektur, ist in den vergangenen Jahrtausenden im Dienste der Aufrechterhaltung der Einheit und Harmonie gestanden. Sie hat diese Leistung oft durch die Übertreffung vom technischen Niveau des betreffenden Alters erfüllt. Dazu können wir vom Altertum begonnen mehrere Beispiele stellen: die ägyptischen Pyramiden, der Pantheon in Rom, die Wasserleitung in Segovia, die Kirche Hagia Sophia in Konstantinopel, usw. Auf dem Gebiet des heutigen Frankreichs wurden 15.000 Jahren vor unserer Zeitrechnung — mit wahrscheinlich kultischem Ziel — die Dolmen gebaut. Die hohen unbearbeiteten Steinsäulen werden durch eine mächtige Steinplatte vereinigt. Die Problematik des Transportes und Aufstellung der Säulen, und Steinplatten, ist jedenfalls nachdenklich. Die Bilder 1., 2., 3 können die wahrscheinliche Lösungen der erwähnten Fragen darstellen.

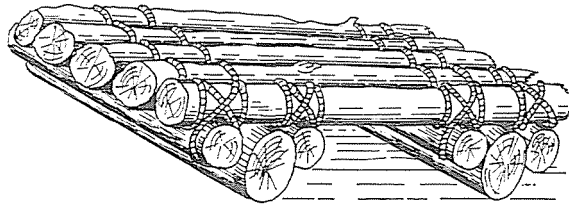


Bild 1. Beförderungsmittel für massive Steinplatten

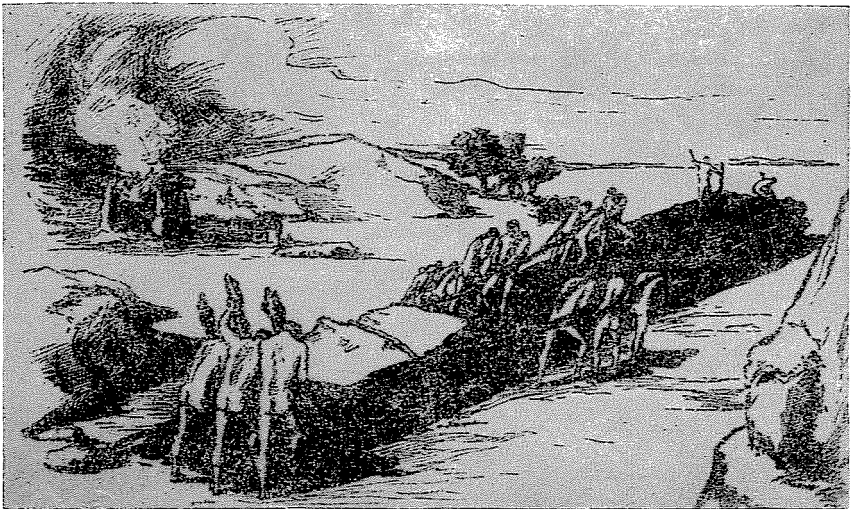


Bild 2. Ziehen einer Steinplatte auf schiefer Ebene aus Reisig

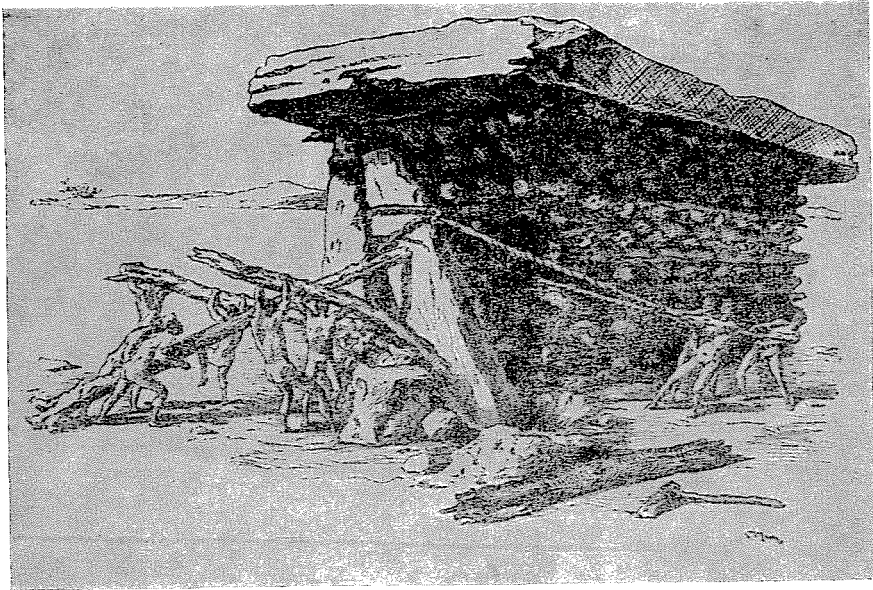


Bild 3. Aufstellen der Steinsäule

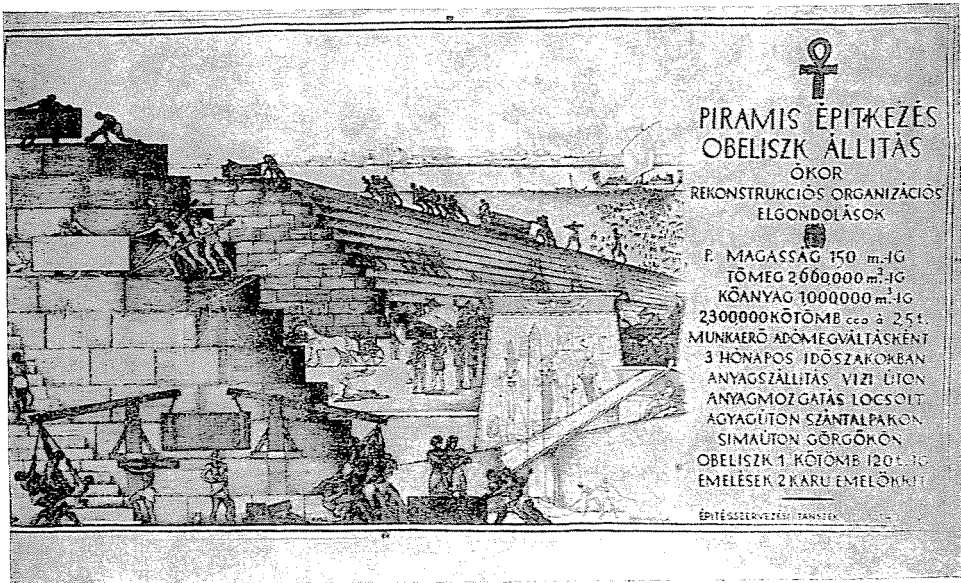


Bild 4. Bau der ägyptischen Pyramide

Die Bautechnologie der einzelnen architektonischen Zeitalter wird durch die horizontale, und vertikale Beförderungsgegebenheiten, die Möglichkeiten des Gerüstbaus, den Zusammenhang und der Verbindung der Elemente, und

durch die Bearbeitung der Materialien beeinflusst. Beim Bau der Pyramiden in Ägypten hat man die horizontale Beförderung teils mit Schiffen, teils auf dem mit Schlamm des Nils vorbehandelten Land der Wüste mit durch menschliche Kraft gezogenen Schlitten gelöst, die vertikale mit Hilfe einer aus Sand gebauten schiefen Ebene verwirklicht. Beim Bau von Kirchenwänden und

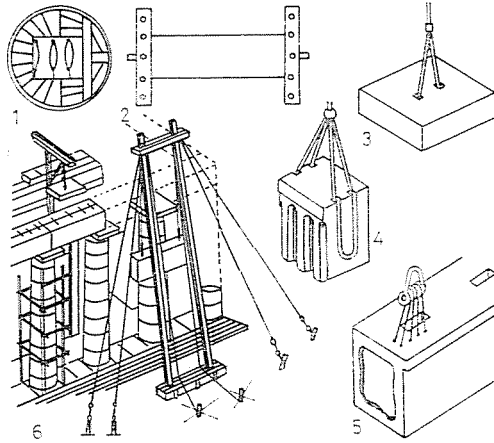


Bild 5. Griechische Hebeteknik

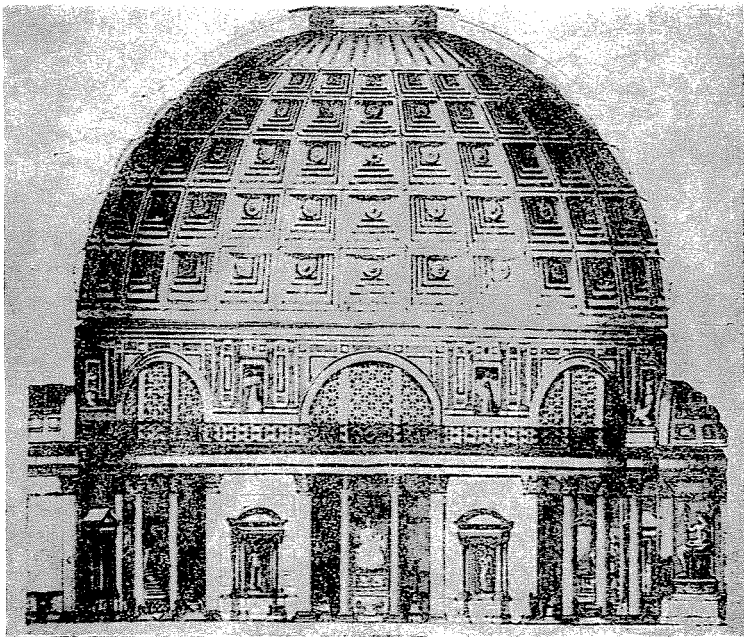


Bild 6. Vertikalschnitt des Pantheons in Rom

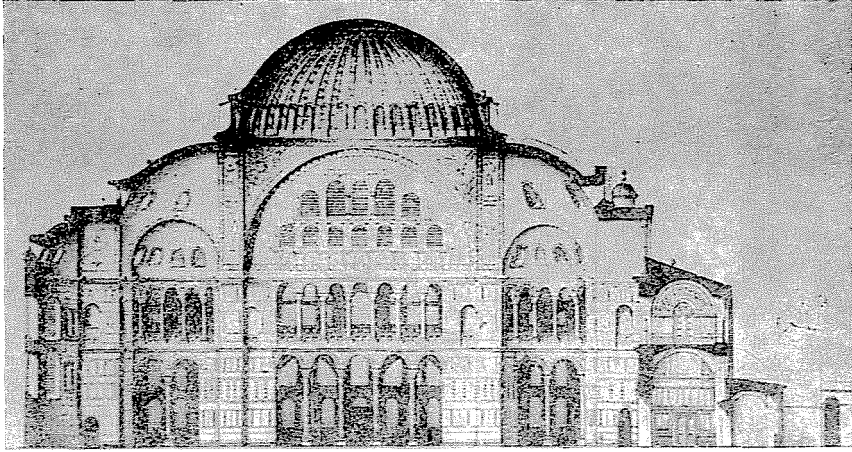


Bild 7. Längsschnitt der Kirche Hagia Sophia in Konstantinopel

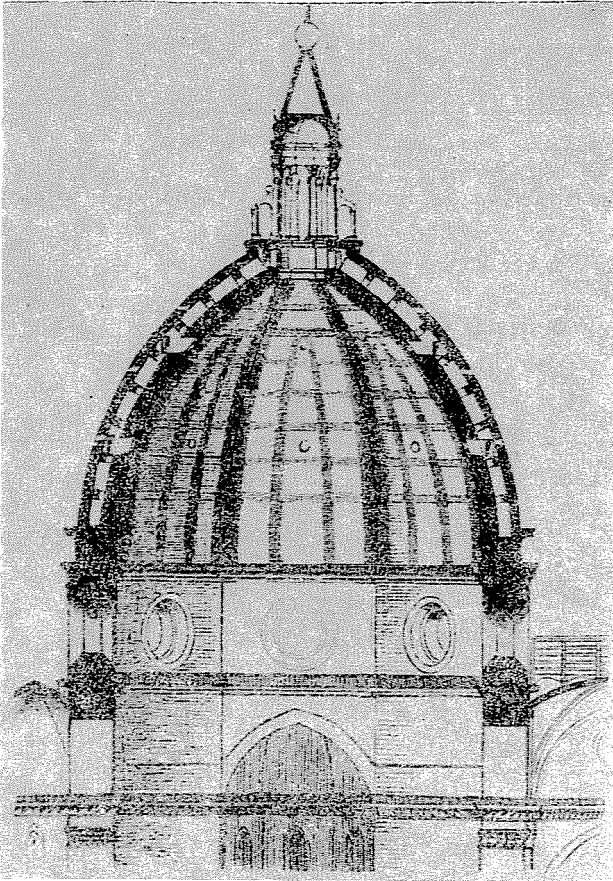


Bild 8. Vertikalschnitt der Kuppel des Doms in Firenze



Bild 9. Ansicht des Doms in Firenze

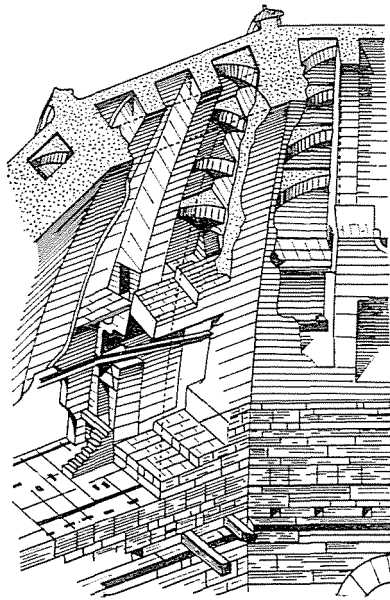


Bild 10. Teilansicht der Kuppel des Doms in Firenze

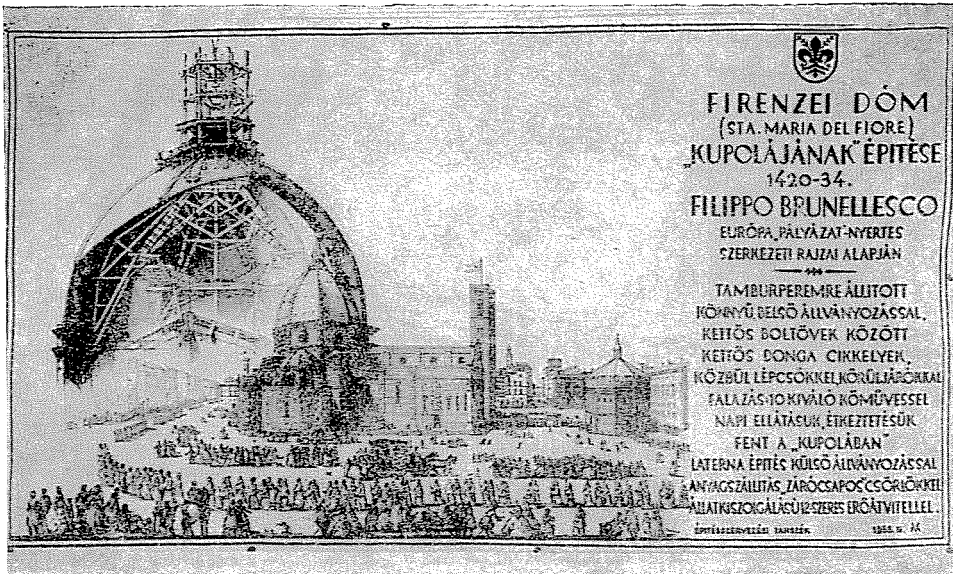


Bild 11. Bau der Kuppel des Doms in Firenze

Säulen wurde der innere Raum mit Sand aufgefüllt, dann die Auffüllung nach Fertigstellung der Dachdecke entfernt. Das hat den Gerüstbau ersetzt. Zu dieser Zeit war schon das Rad und der Wagen bekannt. Die Problematik des Bauwesens der Ägypter hat eine Vielzahl von Fachleuten nachdenklich gestimmt. Das Bild 4. wurde vom verstorbenen Professor des Lehrstuhls für Bauausführung Mihály Vadász als Illustration einer Studie gezeichnet. Das Bild soll die wahrscheinlichen technischen Lösungen, gleichzeitig das technische Niveau des Alters darstellen.

Die Baukunst des Tales vom Tigris und Euphrat war in technologischer Hinsicht weniger kompliziert. Die horizontale, und vertikale Beförderung der gebrannten Ziegel ist nämlich einfacher, als die der 2—3 Tonnen schweren Steinblöcke in Ägypten war. Das Bitumen als Isoliermaterial wurde schon bewußt eingesetzt. Der hervorragende Herrscher Hammurabi, hat über seine Gesetze, die die menschliche Beziehungen geregelt haben, die Rechte und Pflichten des Bauherrn und des Baumeisters, so auch die Ausführungskosten, und das Ausmaß des Schadenersatzes bei mangelhafter Erfüllung festgelegt.

Die griechische Architektur hat nicht nur im ästhetischen, sondern auch im bautechnologischen Bezug neues gebracht. In der horizontalen Beförderung wurde als neues Verfahren eingeführt, daß die einzelnen Strukturbestandteile in dem Bergwerk vorgefertigt; um die zur Beförderung kommenden Stein-teile wurden Holzräder gezimmert, und mit Hilfe der Räder die Teile zum Einbauort gerollt. Vertikal hat man mit Doppelheberüst und Winde gehoben. (Bild 5.) In der griechischen Architektur ist die Vorfertigung ein sehr bedeuten-

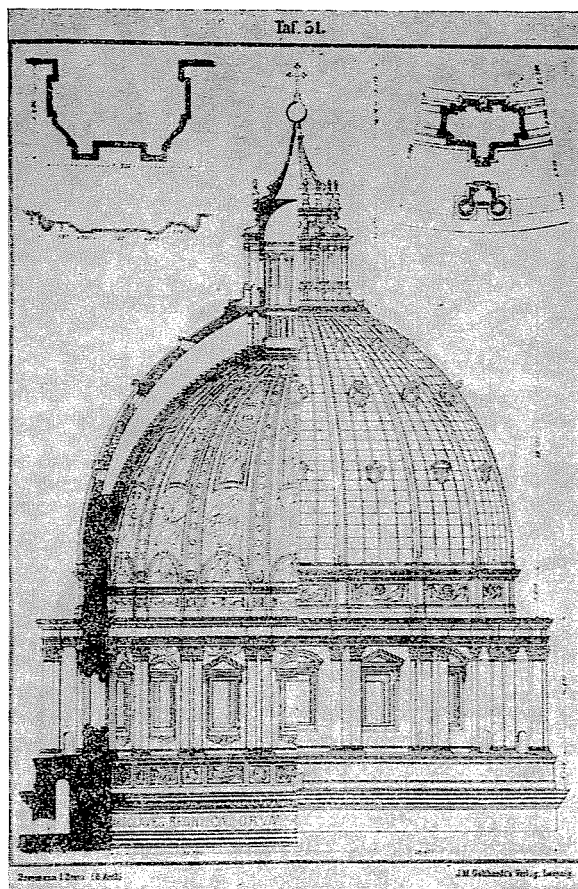


Bild 12. Schnitt der Kuppel der Kathedrale St. Peter in Rom

des Motiv, im Prinzip der Anfang der Industrialisierung im heutigen Sinn. Die griechischen Beispiele beweisen, daß die richtig eingesetzte Vorfertigung die ästhetischen Anforderungen nicht stört, da die an die Bauten gestellten ästhetischen Ansprüche meistens auch mit vorgefertigten Baukonstruktionen erfüllt werden können.

Die bautechnische und bautechnologische Spitze der italienischen Baukunst wird durch den Bau des Pantheons in Rom dargestellt.

Die Römer hatten für die vertikale und horizontale Beförderung zugleich mit dem allgemeinen Einsatz des Flaschenzugs und Wagens auf die nächsten zwei Jahrtausende vorzeigend gute Lösung gefunden. Das architektonische und materialkundlich-technologische Wissensmaterial hatte Vitruvius in seinem Werk „De Architectura“ zusammengefaßt. Die bestimmende Konstruktionslösung der früheren Jahrhunderte, die die großen technischen und tech-

nologischen, sowie formelle Beziehungen definiert haben, ist der Gewölbegürtel, und das Gewölbe. Mit der Erzeugung der neuen Konstruktionsform beginnt der bis heute andauernde Vorgang vom Bau des Lehrbogens, und des ihn unterstützenden Gerüsts, das sich seither fortlaufend weiter entwickelt.

Der Pantheon in Rom mit seinem Kuppeldurchmesser von 43,5 m wirkt heute noch Ansehen erweckend. (Bild 6). Die Konstruktion der Kuppel wurde durch aufeinander gebauten Gewölbegürtel ausgestaltet. Die Spalte der Gewölbegürtel wurde mit Leichtbeton ausgefüllt, und die innere Fläche durch Kassetten aufgegliedert, dadurch wird die Belastung der Kuppel vermindert. Die Dicke der Kuppel beträgt 1,40 m. Es ist höchst wahrscheinlich, wenn heute aus ähnlichen Materialien und Konstruktion eine Kuppel von gleichem Maß

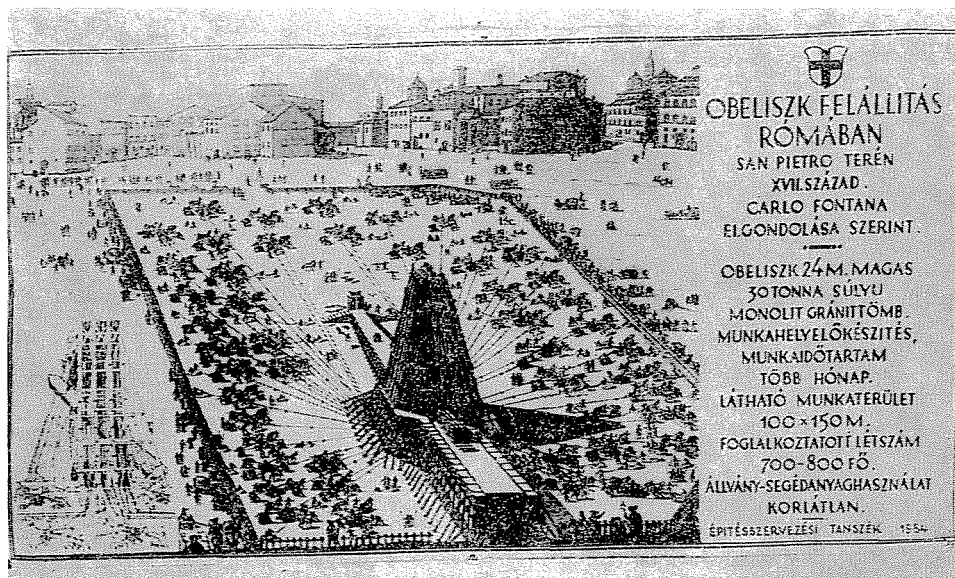


Bild 13. Aufstellung vom Obelisk auf dem St. Petersplatz in Rom

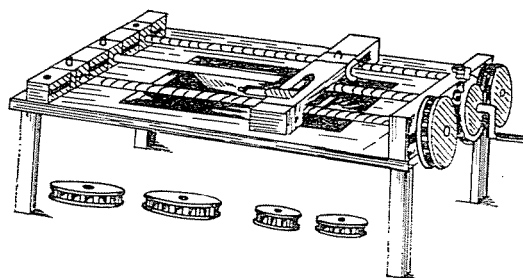


Bild 14. Eine Darstellung der Drehbank von Leonardo da Vinci

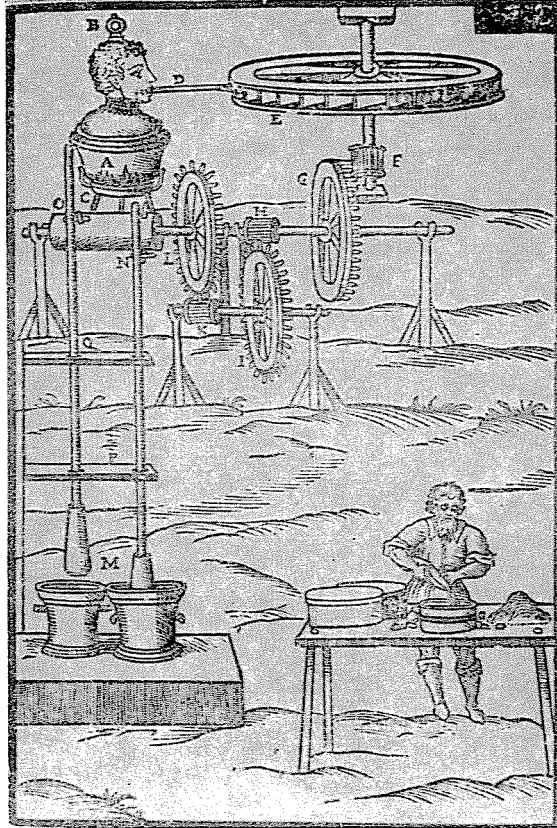


Bild 15. Die Ausnutzungsmöglichkeit der Dampfenergie

gebaut werden müßte, daß Wissen und Technik des Baugewerbes weitgehend in Anspruch genommen wäre.

Der imposanteste Bau des Beginns vom Mittelalter ist die byzantinische Kirche Hagia Sophia. (Bild 7) Der komplexe Raum wird durch Serien von beinahe bis zur idealen Vollkommenheit verfeinerten Kuppeln abgedeckt. Das Pendentifgewölbe mit 32 m Spannweite liegt auf vier Punkten auf, der Seitendruck wird durch Halbkuppeln und geborgene Stützpfeiler aufgenommen. Für den Bau der Kirche war komplizierte Zimmermannarbeit, und Gerüstbau notwendig. Die Pfeiler wurden aus Stein, die Wände und Gewölbe aus gebranntem Ziegel gefertigt und gebaut, als Mörtel wurde in Lehm gegossenes Blei verwendet. Die Dicke der Zentralkuppel mit einem Durchmesser von 32 Meter beträgt 0,70 Meter. Beim Bau waren 10.000 Arbeiter tätig.

Die gotische Baukunst der zweiten Hälfte des Mittelalters, die mit ihrer baulichen Durchbildung und Formgebung den Anschein der materiallosen Unschwerheit weckt, zwingt den Zuschauenden dazu, über die Stand-

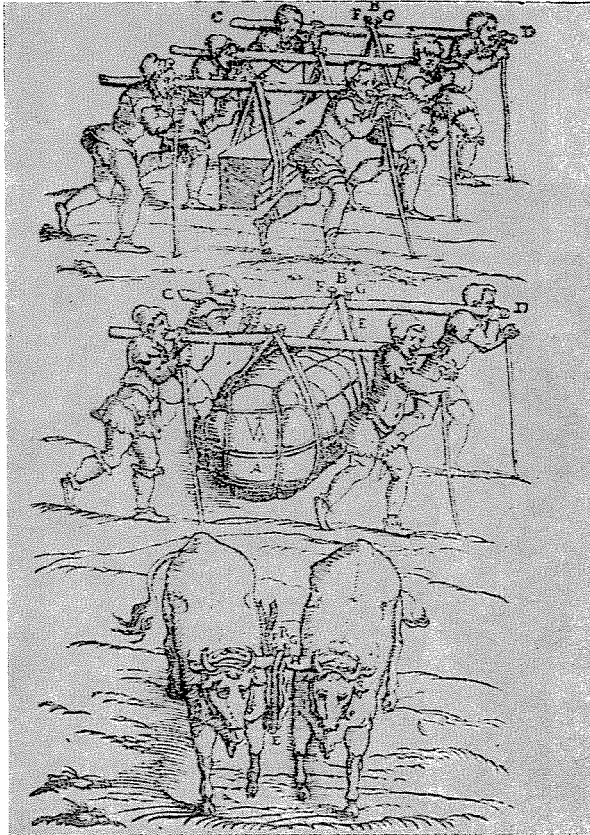


Bild 16. Beförderung von Großgewichten

haftigkeit und Ausführungsmöglichkeit dieser Bauwerke Gedanken zu machen. Die Gewölbe übergeben die Last mit Punktauflagen, und die Öffnungen der Tragweiten ermöglichen weitere Verbindung der Räume.

Die Rißlinien der Spitzbogengewölbe werden mit Verrippung verstärkt. Im Prinzip war das schwere Gerüst nur zum Aufbau der Verrippungen nötig, die Hauben konnten mit zwischen die — schon standfest gewordenen und lasttragenden — Rippen gesetzter leicht beweglicher Verschalung oder durch Handmauern gebaut werden. Die Pfeiler übergeben die vertikale Last, die Stützbogen und Stützpfeiler die horizontal wirkende Last auf das Fundament.

Im Prinzip wurde eine neue Konstruktion, das Skelettsystem zustande gebracht. Dünne und leichte Mauerwerke, riesengroße Fensterflächen füllen das Skelett aus. Die Höhe der Außenwände beträgt manchmal 48.00 Meter. Im Zeitalter der Gotik hat die Steinbearbeitung, die Steinhauerei, das Zimmermannfach und Gerüstebau einen sehr hohen Stand erreicht. Die Renaissance spendete einen beträchtlichen Teil seiner Aufmerksamkeit für das Studium

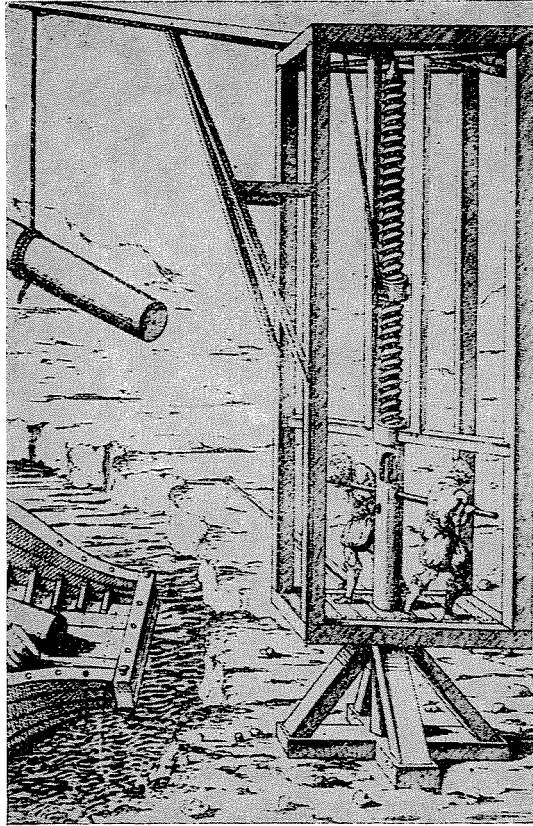


Bild 17. Kran mit Schneckenwellenhebewerk

der Ergebnisse des Altertums. In diesem Zusammenhang ist der Kuppelbau von der Kathedrale Sta. Maria del Fiore in Firenze ein Vorgang von großer Bedeutung. Wahrscheinlich haben — zum erstenmal in der Geschichte der Architektur die Bürger von Firenze den Einsatz einer Bautechnologie gefordert, die wirtschaftlicher war, als früher; d.h., daß zum Kuppelbau weniger Holz nötig war.

Im Rahmen des Wettbewerbs, der von dem Bauherrn ausgeschrieben wurde (1418) wurden zahlreiche Vorschläge, mehrere Variationen der Bautechnologie diskutiert, selbst das Ausformen aus Erde wurde als Idee besprochen. Zuletzt hat man mit dem Bau der Kuppel Brunelleschi beauftragt, der das Jahrzehnt vor dem Wettbewerb für die Erwerbung der Kenntnisse des Kuppelbaus im Altertum, und Mittelalter widmete, und so die Anforderungen des Bauherrn in Hinsicht Sparsamkeit erfüllen konnte (Bilder 8, 9).

Der Gewölbekonstruktion der Kuppel beginnt in 55,00 Meter Höhe über der Terrainfläche, und dauert bis 86,00 Meter, bis zur Öffnung unter dem Laternen-

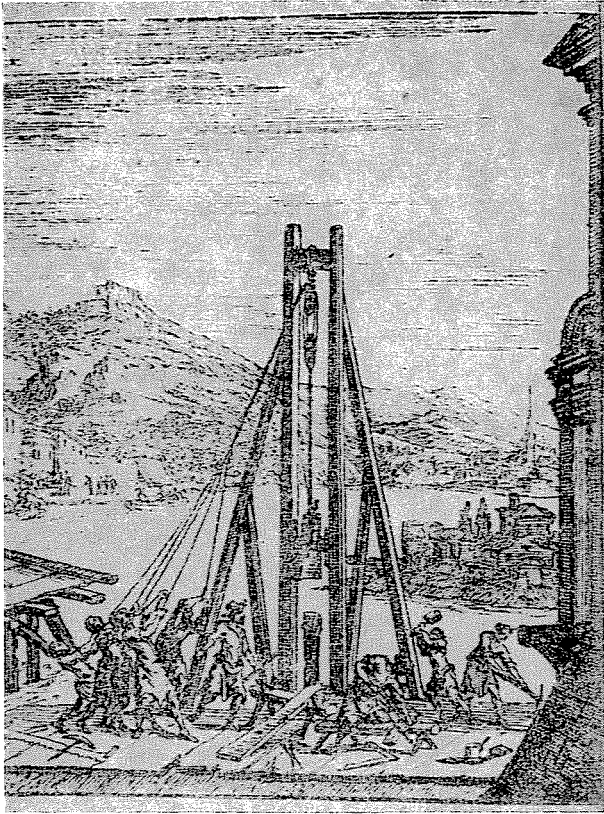


Bild 18. Pfahlrammen

dach. Vor dem Beginn des Gewölbebaus hat Brunelleschi ein Modell fertigen lassen, und nur danach die Arbeit begonnen. Die Kuppel ist mit Doppelverschalung ausgestattet, der innere — lasttragende — Teil ist unten 2,22 Meter, oben 2,0 Meter dick, die äußere dünnere Schicht hat die Isolierung sichergestellt, mit unten 0,96 Meter, und oben 0,4 Meter Dicke. Zwischen den beiden Verschalungen besteht ein Luftspalt von unten 1,22 Meter, und oben 2,60 Meter. (Bild 10.)

Wegen der enormen Höhe sind die Werkstätigen nur einmal am Tag zum Arbeitsplatz aufgestiegen, und die lebensnotwendigen Bedürfe wurden im für diesen Zweck gestalteten Raum erfüllt. In der Kuppel wurde Küche und Schenke gebaut. Während des Gewölbebaus hielt sich Brunelleschi fortwährend in der Kuppel auf, und kontrollierte persönlich jeden Stein vor dem Einbau. Die Steine wurden mit Schließen aus Bronze zusammengefaßt. Für das Abstreben des Gewölbes wurde eine Mauerschließe in Ringform eingebaut. Die Kuppel war nach 16 Jahren fleißiger Arbeit 1436 fertig, der Bau des Laterendachs hat 1446 begonnen, und wurde 1466 fertig. (Bild 11.)

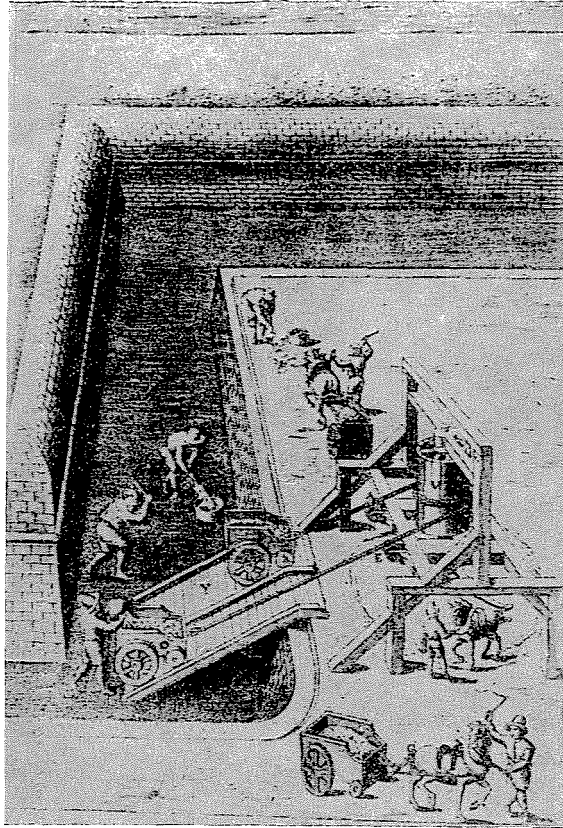


Bild 19. Beförderung von Erde auf schiefer Bahn

Ein Meisterwerk der Baukunst des XVI. Jahrhunderts ist die Kathedrale St. Pietro in Rom. Den Umbau der Kirche hat Bramante begonnen, er war bis 1514 tätig, dann übernahm bis 1520 die Arbeit Raffaello. Danach hatte bis 1546 Sangallo die Bauarbeiten geleitet, von ihm übernahm Michelangelo den Entwurf und die Bautätigkeit. Die abschließende Arbeit, das Laternendach wurde 1585 von Giacomo della Porta fertig gestellt. Die Kuppel ist in ihrer Konstruktionsart ausgeprägt ihrem Vorgänger vom vorhergehenden Jahrhundert, der vom Dom in Firenze ähnlich (Bild 12.).

Eine fortgeschrittene technische Leistung des XVII. Jahrhunderts ist die Errichtung des 24 Meter hohen und 30 Tonnen schweren Monolith-Obelisks aus Granit vor der Kathedrale San Pietro in Rom (Bild 13.). Das als Hilfsgefüge eingesetzte schwere Holzgerüst ist eine Konstruktion aus Holz, die als bedeutende Ingenieursleistung betrachtet werden kann. Die gleichzeitige Betätigung der vielen eingesetzten Flaschenzüge war ein organisatorisches und technisches Bravourstück.

Am Ende des Mittelalters, in der Frühe der Neuzeit sind zahlreiche technische Lösungen zustande gekommen, denen auch heute reges Interesse entgegengebracht werden kann. Im Bild 14. ist die Skizze der Drehbank von Leonardo zu sehen. Eine Art der Anwendung der Dampfkraft wird in dem Bild 15. gezeigt. Der auf die Turbinenschaufel geblasener Dampf setzt durch Zahnräder den Mechanismus in Bewegung, und als Endresultat wird durch die Maschine Brecharbeit geleistet. Im Bild 16. können wir die Beförderung einer



Bild 20. Die Agrarwirtschaft des Mittelalters

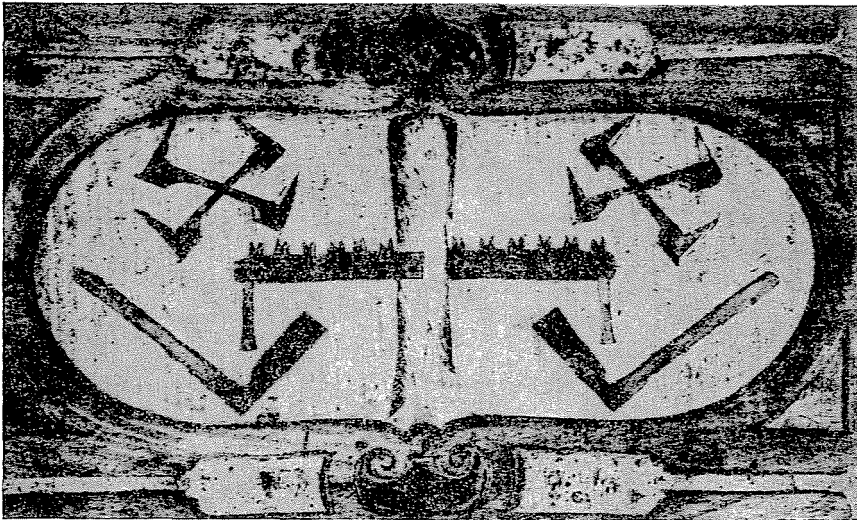


Bild 21. Deckel der Werkzeugkiste eines Zimmermanns

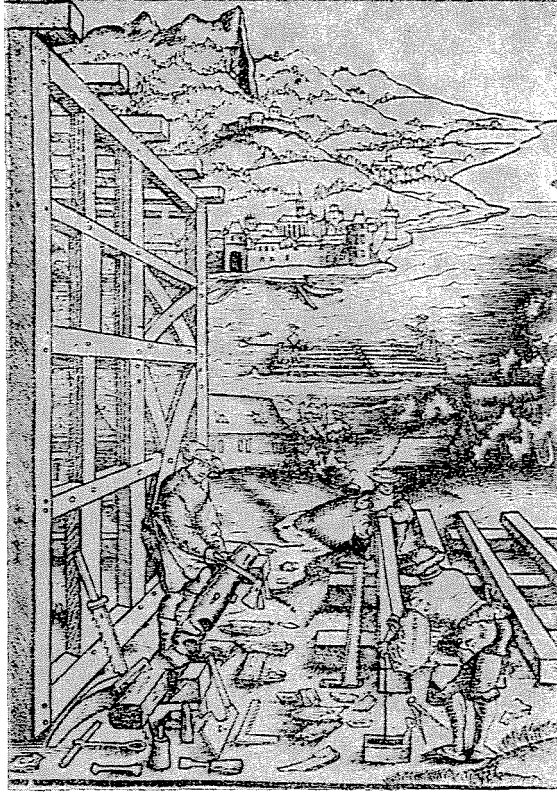


Bild 22. Zimmermannsarbeit auf einem Gebäude mit Holzskelett

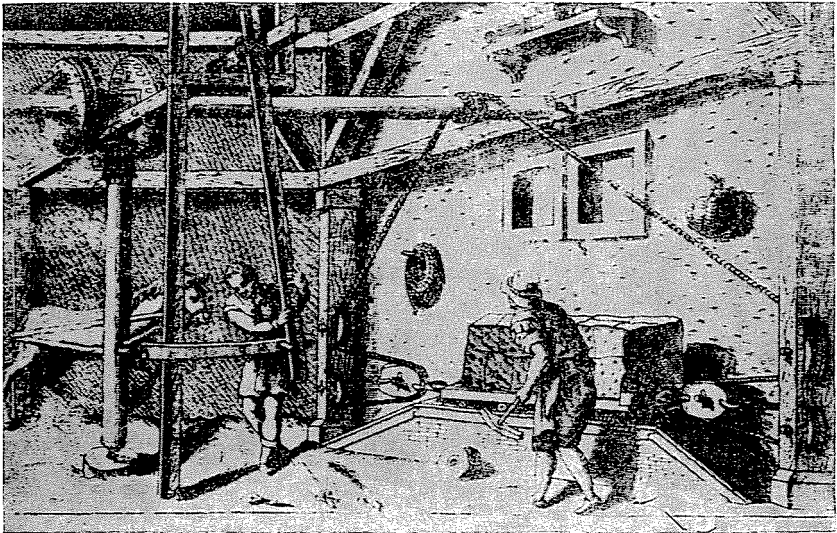


Bild 23. Steinblockherstellung im Mittelalter

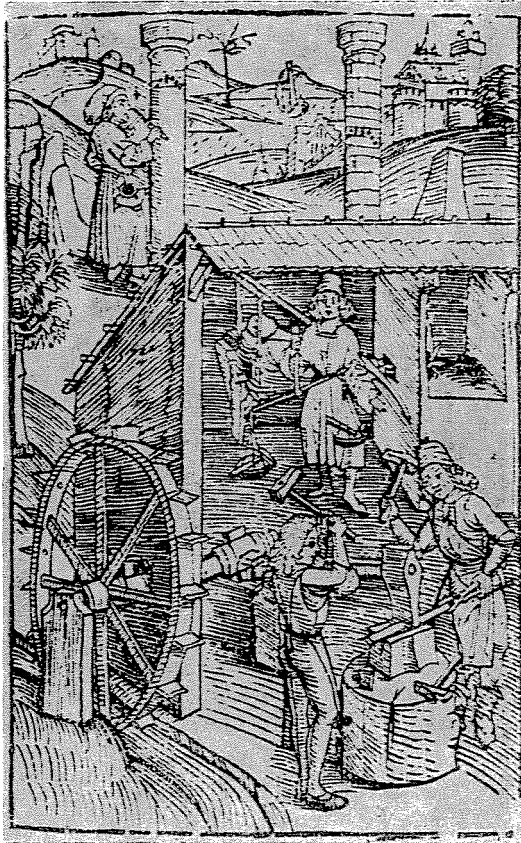


Bild 24. Schmiedewerkstatt im Mittelalter

Schwerlast auf kurze Entfernung verfolgen. Das vertikale Heben, hat im Baugewerbe immer bedeutende Rolle gespielt. Der Kran mit Schneckengetriebe in dem Bild 17, wird durch zwei Leute so bedient, daß beim Drehen der Schneckenwelle, das angeschlossene Schneckengehäuse sich vertikal verschiebt, und die zum Kranseil befestigte Schwerlast in die gewünschte Richtung angehoben oder gesenkt wird.

Der technische und technologische Stand der Pfählung im XVI. Jahrhundert, wo der Rammbock durch menschliche Kraft bewegt wurde, war noch in den 1940-er Jahren eine angenommene Praxis gewesen. (Bild 18.)

Zu dem Festungsbau der 1500-er Jahre hat man den Wagenaufzug eingesetzt, der auf einer schiefen Ebene durch Drehen einer Rolle mit vertikaler Achse betätigt wurde. Die Rolle mit großem Durchmesser wurde durch ein Gespann gedreht. (Bild 19.)

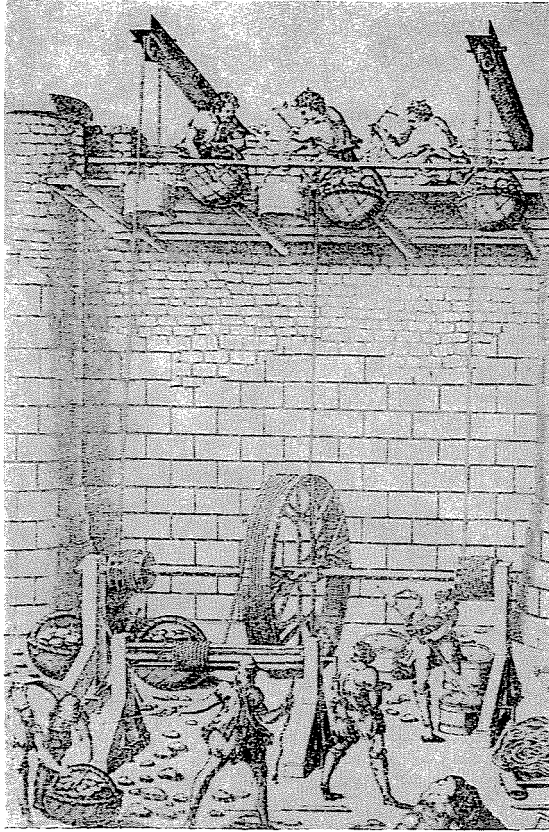


Bild 25. Vertikale Beförderung mit Winde

Die Agrarwirtschaft des Mittelalters kann, zu dem technischen und kulturellen Stand des Zeitalters gemessen, als rückständig bezeichnet werden. Der Anbau der wertvollen Getreidesorten wird im Bild 20. gezeigt.

Die baugewerblichen Möglichkeiten des Zeitalters zeigen einige Bilder, die vom XV—XVI. Jahrhundert stammen. Durch diese können wir beurteilen, ob es leicht, oder schwer war die Bauwerke zu erstellen, die wir glücklicherweise auch heute bewundern können. Das Bild 21. zeigt den Deckel der Werkzeugkiste eines Zimmermanns. Wir können die Zimmermannsaxt, die Zimmermannsklammer und Holzschlägel sehen, letztere war wahrscheinlich das Zeichen der Zimmermannszunft gewesen. Das Bild 22. ist ein für die Zimmermannsarbeit charakteristischer Kupferstich. Das Bild beobachtend kann festgestellt werden, daß die gestaltliche Erscheinung der Zimmermannswerkzeuge bis zum heutigen Tag unverändert geblieben ist. Auf dem Bild 23. ist die „Mechanisierung“ der Steinbearbeitungswerkstatt des Mittelalters zu sehen. Die Hauptspindel wird durch Pferdekraft gedreht, und die Bewegung

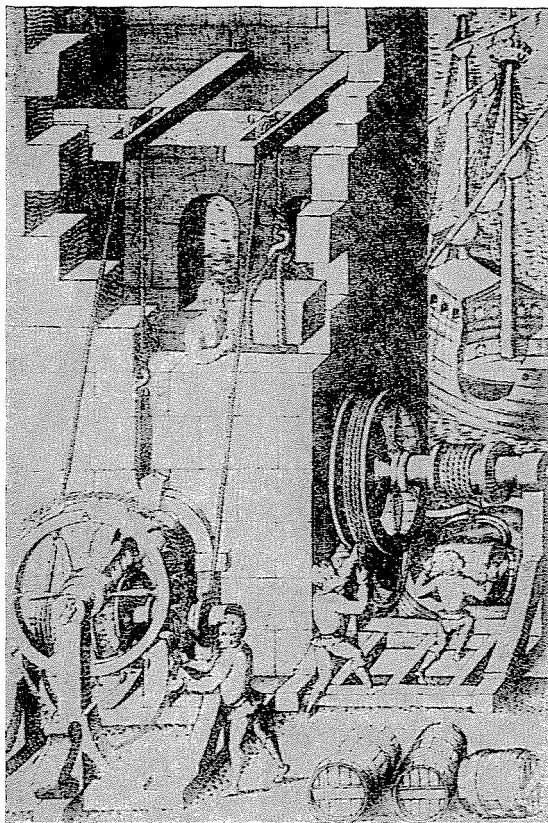


Bild 26. Vertikale Beförderung eines Steinblocks mit Winde

durch Übersetzung der Schneide übergeben. Die Änderung der Drehrichtung kann der in der Mitte stehender Arbeiter mit dem vertikalen Gestänge durchführen. In dem Bild 24. wird eine Schmiederwerksatt vom Mittelalter gezeigt. Das Schaufelrad wird durch die Wasserströmung des Baches gedreht. An die gedrehte Welle ist der Großhammer befestigt, der so größere aufeinander folgende Schläge ausführen kann als wäre durch menschliche Kraft bewegt. Im Rückfeld ist der Herd mit dem Blasebalg. Beim Bauen ist die vertikale Lasthebung weiterhin die entscheidende Frage geblieben. In den Bildern 25 und 26 werden maschinelle Windel gezeigt die beim Bau von Wänden behilflich sind.

Auf den Darstellungen des Mittelalters — Miniature, Initialen — vertrat die Szenen, über welche heute vielleicht gelächelt werden kann, manches über den technischen, organisatorischen und Arbeitssicherheitsstand des Gewerbes. (Bilder 27 und 28.)

Unter solchen Voraussetzungen, nach diesen Vorereignissen haben sich die Konturen der industriellen Revolution gezeigt. Die Entdeckungen, Erfindungen hatten die Industrie zu immer größeren Leistungen angespornt.



Bild 27. Besuch des Bauherrn am Bau



Bild 28. Bauort im Mittelalter

Die Produktion des Stahles von guter Qualität beginnt (Bild 29.), und ermöglicht den Bau der Stahlkonstruktionen von Brücken und Hallen von großer Spannweite. Die Dampfförderung ermöglicht den Transport der Güter in große Entfernungen.

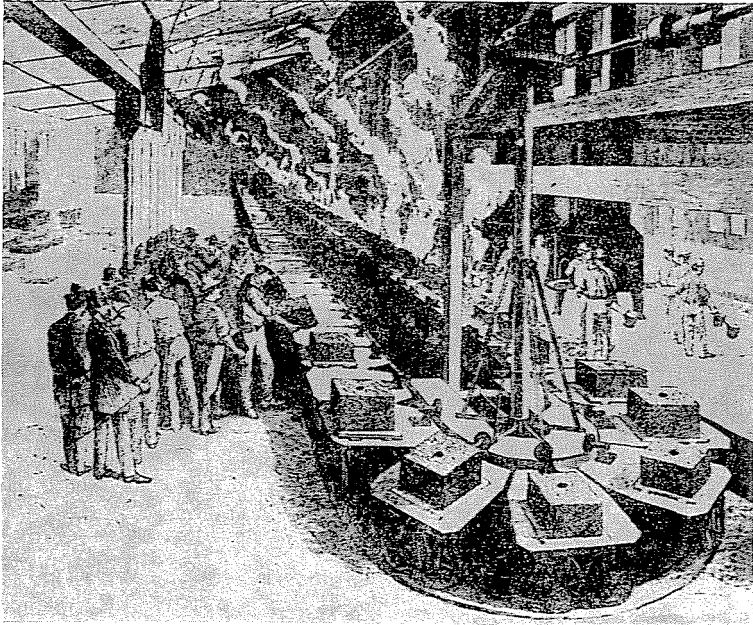


Bild 29. Ergebnis der industriellen Revolution: schneller Stahlguß

Unter den Träumen und Drängen des Menschen lebt weiterhin die Verlassung der Erde, das Schweben in der Luft. Eben vor 200 Jahren erfüllte sich der Traum als der erste Heißluftballon hochgestiegen war (Bild 30.).

Die Anfang der 1800-er Jahre brachte auch auf dem Gebiet des Bauwesens und dem Baugewerbe beträchtliche Änderungen. Parallel mit der stürmischen Entwicklung der Industrie haben sich die Investitionen vermehrt. Den mengenmäßigen Bedarf konnten die bis dahin eingesetzten hydraulischen Bindemittel nicht decken, so wurden die verschiedenen Betonteile mit künstlich hergestelltem römischem Zement produziert. Dieser wurde durch Verbrennen von Mergel und Kalk bei 1000 °C hergestellt. In Siebenbürgen wurden vor der Jahrhundertwende mehrere solche Zementwerke gegründet.

1824 führten die Versuche des Engländers Aspdin zu einer neuen Zementart. Der Erfinder hatte dieses Material, auf Grund der Ähnlichkeit mit den Steinen auf der Insel Portland, Portlandzement benannt.

Der Stahlbetonbau wurde effektiv nach den 1850-er Jahren begonnen. Seine Theorie wurde von hervorragenden Ingenieuren ausgearbeitet.

Im Baugewerbe hatte der Stahlbetonbau keine Hindernisse verursacht, da das Zimmermannfach eine der ältesten Gewerbe ist. Das Gerüst der Gewölbe war mehrfach komplizierter als die Ausgestaltung der quadratischen rechteckigen Holzbalken Hilfskonstruktionen. Man kann, sagen daß dadurch die Schalarbeit bedeutend vereinfacht wurde.

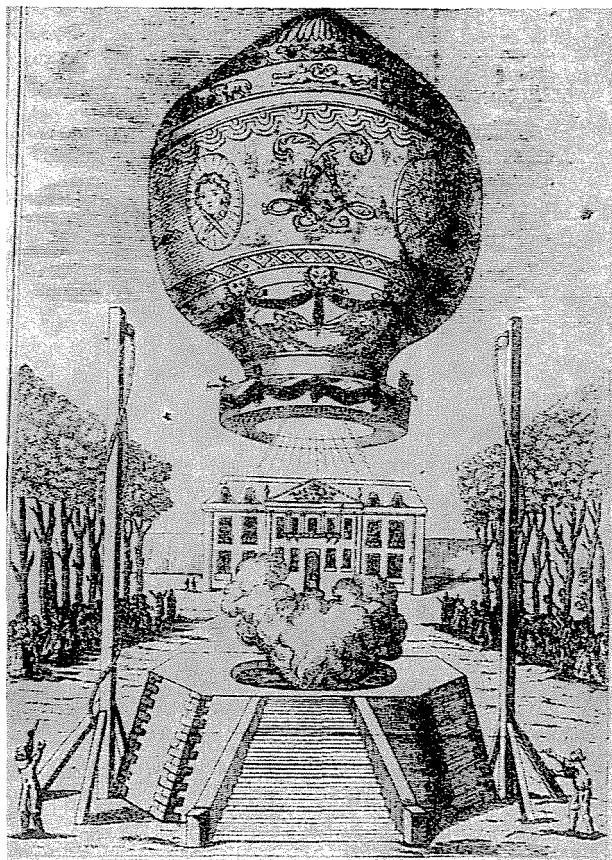


Bild 30. Der erste Heißluftballon 1786

In unserem Land wurden zur Zeit der Jahrhundertswende zahlreiche Stahlbetonbauten gebaut. Diese sind in erster Linie mit den Namen der Professoren Mihailich und Zielinszky verbunden.

(Temesvár: Straßenbrücke aus Stahlbeton; Budapest: Wasserturm auf der Margareteninsel; Werk „Mávag“: Stahlbetonkonstruktionen in der Gießhalle).

Später ist die Weiterentwicklung der Schalarbeit auch auf Tagesordnung gekommen, da der Preis des Tannenschnittholzes schon damals zu hoch war. In der „Bauwelt“ 1894 wurde die Patentbeschreibung der verstellbaren Schalungsträger veröffentlicht (Bild 31.). Die Rolle der Bautechnologie war in der Architektur bis zum Anfang des XX. Jahrhunderts vollkommen anpassungsfähig. Dieses Merkmal war aber nur bis zu den 1910-er Jahren gültig, danach begann die Bautechnologie ihr selbstständiges Leben. Damals trat zum erstenmal die Wirkung der Technologie zum Vorschein, und von dieser Zeit

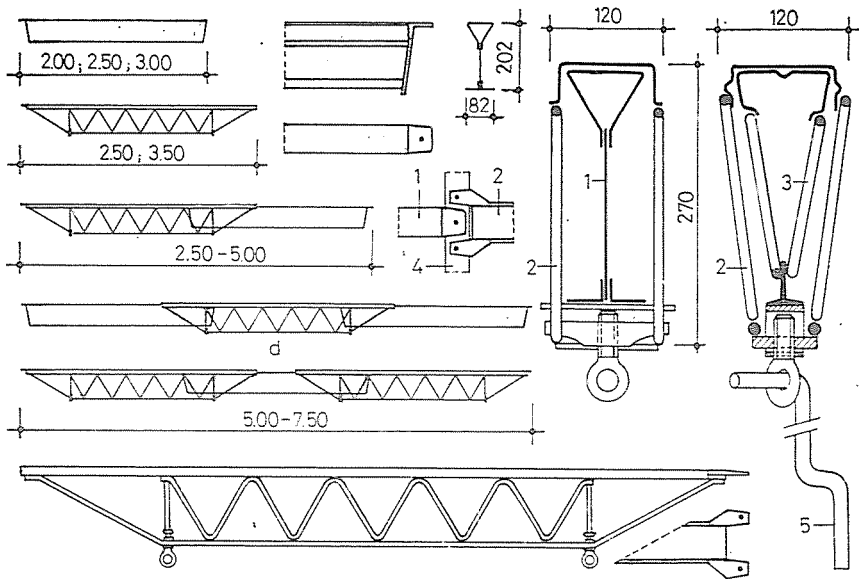


Bild 31. Leichte Verschalungspfeiler 1894

an, mußte die moderne Technologie einsetzende Architektur immer mehr der sich vermehrenden Kritik entgegenzusetzen.

Die begrenzte Konstruktionsmöglichkeit der ersten solchen bestimmten Technologie der 1913 in den USA patentierten Gleitverschalung hatte die Form bedeutend beeinflusst (Bild 32.).

Das Prinzip der Gleitverschalung ist, daß die lasttragenden Wände der Monolith Stahlbeton Silos, Schornsteine, Kühltürme, oder Wohngebäude mit einem Schalenring von Höhe 1,20—1,40 Meter herumgeglitten werden, so daß die Verschalung und der Arbeitsboden auf den in die Wände eingesetzten Stützstangen durch Hebemassen bewegt werden.

Der Bauexperte der Gleitverschalung ist in unserem Land der Kossuth Preisträger Ingenieur József Thoma, der mit seiner Entwicklungstätigkeit technische Einrichtungen auf Weltniveau konstruiert hat.

Der nächste Schritt der in der Technologie, und in der Architektur einen bedeutenden Fortschritt darstellt, ist die Erscheinung der Mauerschürze. Nach dem Ende des I. Weltkriegs sind Riesenkapazitäten der Produktion für die Industrie frei geworden. Die Möglichkeiten haben sich in den Mauerschürzen aus Metall realisiert, und damit hat die Industrialisierung der Bau-tätigkeit begonnen. Bis zu dieser Zeit wurde alles an Ort und Stelle der Bauarbeit hergestellt, von den 20-er Jahren an wird ein Teil der Bauarbeiten in den Werken fertiggestellt und am Ort des Baus wird nur Arbeit mit Montagecharakter durchgeführt. (Bild 33.).

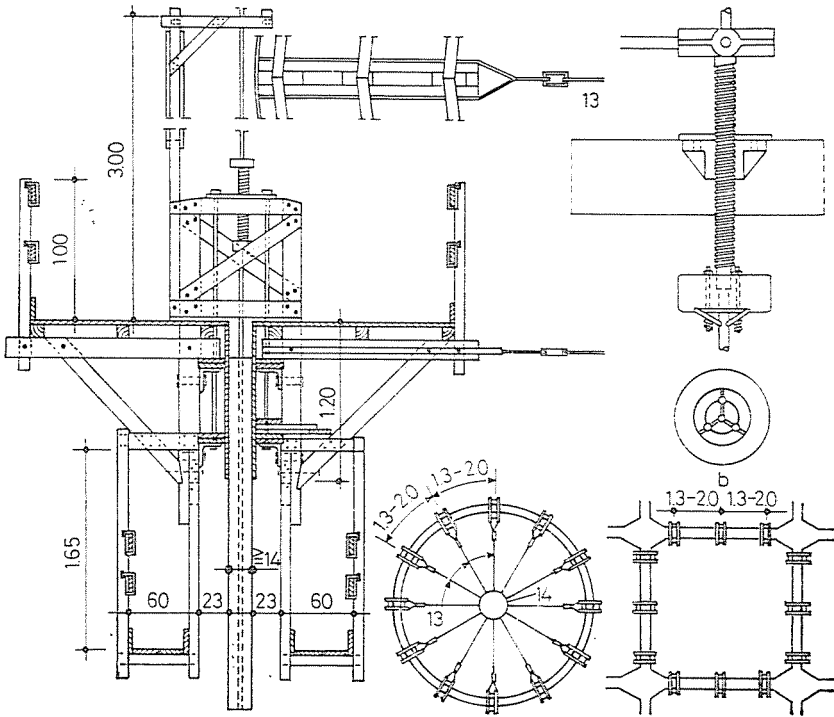


Bild 32. Gleitverschalung aus Holz 1913

Die Wirkung der Technologie tritt hier in der Vorfertigung und in der „einheitlichen“ Ordnung zum Vorschein, das zuerst an den Fassaden erscheint. Das nächste wichtige Ereignis ist in den 1930-er Jahren in Vordergrund getreten. In Deutschland zeigte es sich, daß das Baugewerbe mit der Arbeitsdauer vom Frühling bis zum Herbst den Bedarf der Gesellschaft nicht decken kann. Ingenieur Neufert hat die Leistung des Baugewerbes so steigern wollen, daß die Bauarbeiten auch in den kalten Jahreszeiten fortgesetzt werden können. (Bild 34.). Diese Idee hat er so in die Praxis übersetzt, daß um und über das halbfertige Haus eine provisorische Verkleidung aufgezogen wird, und unter dem Schutz dieser die Arbeit unabhängig von dem Wetter fortgesetzt werden kann. Dieser Gedanke trat schon in den 1950-er Jahren in dem ungarischen Baugewerbe in Vordergrund.

Für die Winterarbeit stehen heute schon aufblasbare Ballons zur Verfügung — welche z. B. beim Fundamentbau erfolgreich eingesetzt werden können.

Die Fachzeitschriften schlagen in erster Linie für die Gefügeausbildung mit durchsichtiger Kunststoffolie bezogene Schutzvorrichtung mit Leicht-

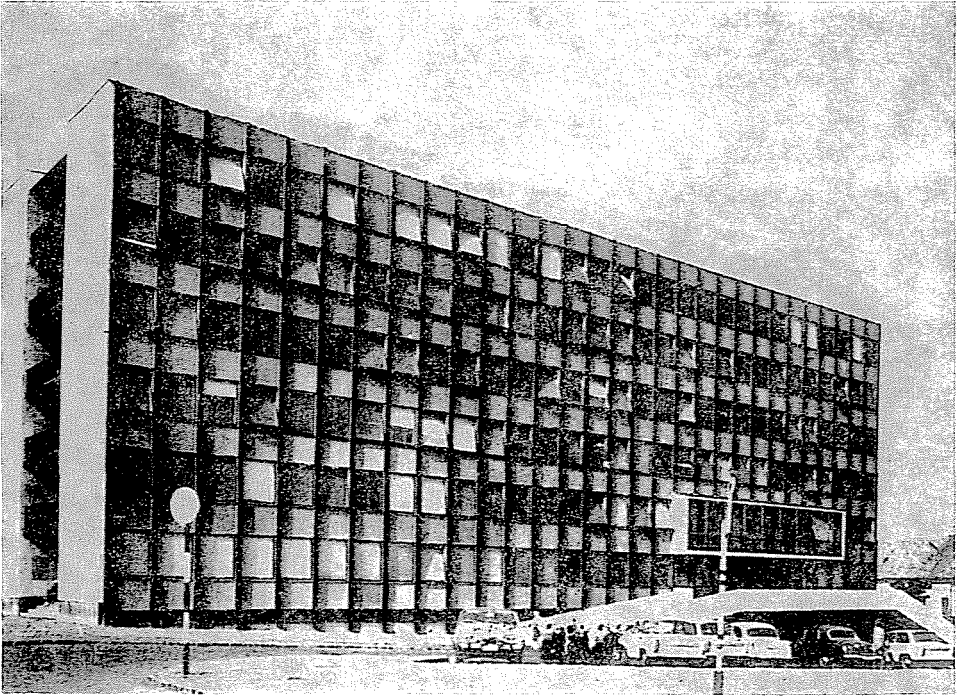


Bild 33. Bürogebäude mit Mauerschürze

stahlkonstruktion vor. Ihre Verbreitung wird in erster Linie durch ihre hohe Kostenauswirkung begrenzt.

Nach dem Ende des zweiten Weltkrieges hat sich im bombenbeschädigten Europa katastrophaler Wohnungsmangel gebildet. Diese Sorgen konnten nur mit in Großserien gefertigten Wohnungen behoben werden.

Die bekannten Technologien und Bauweisen waren zur Ausführung von Gebäuden in großer Anzahl in verhältnismäßig kurzer Zeit nicht geeignet. Darüber hinaus konnte man auch Arbeitskraftmangel feststellen, da in anderen Industriezweigen ähnlicher Mangel an Arbeitskräften in Vordergrund getreten ist, als im Baugewerbe.

Es wurde also eine solche Technologie und Bauweise benötigt, welche den aufkommenden Bedarf kurzfristig befriedigen kann.

Die Experten, die die Bedeutung und Wichtigkeit dieser Zielsetzung vernehmen konnten, haben die Möglichkeit der Lösung in der Industrialisierung des Baugewerbes gesehen. Ein beträchtlicher Teil von ihnen hatte unter dem Motto „Industrialisierung“ den Großteil der Arbeit von der Baustelle in die Fabrik umgesetzt, wo die Konstruktion vorgefertigt wurde. An Ort und Stelle der Bauarbeit wurde nur die Montage-, und die fachgewerbliche Arbeit geleistet. Die Vorfertigung wurde auf hohem Niveau gelöst, da die Leitungen

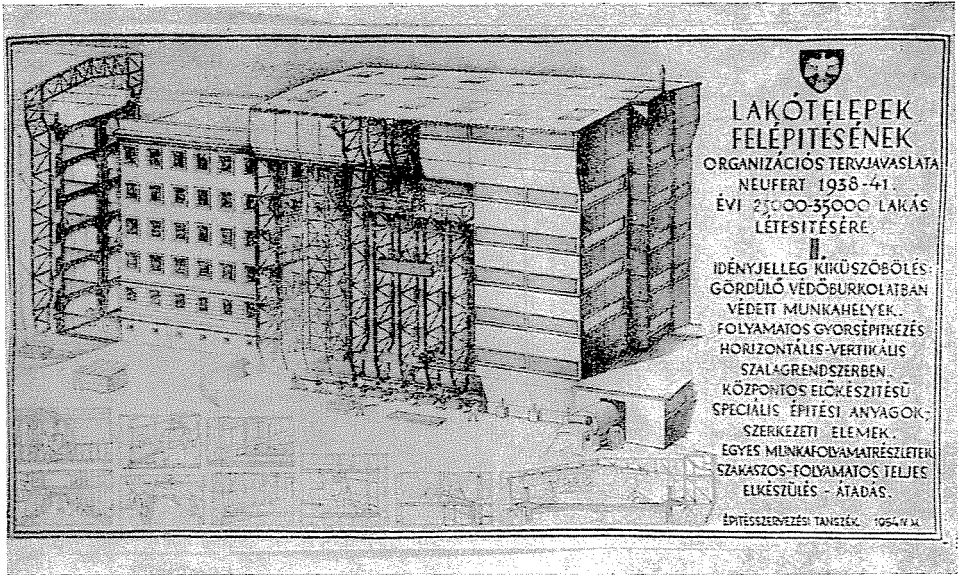


Bild 34. Sicherstellen der Möglichkeit von Bauarbeiten im Winter 1938—41

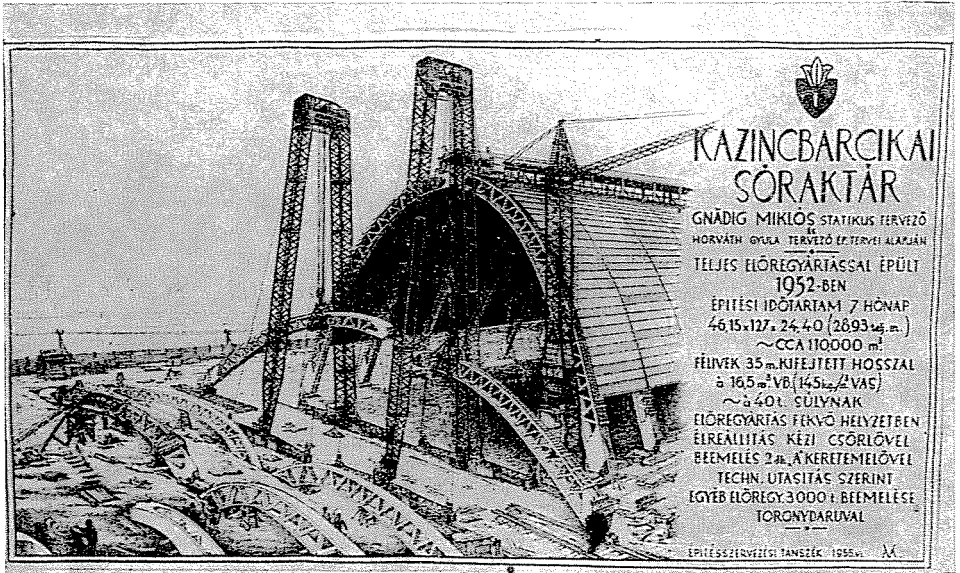


Bild 35. Bau des Salzmagazins in Kazincbarcika 1952

der Installationstechnik in die Wände schon eingebaut, und im Laufe der Vorfertigung auch die Fertigbearbeitung der äußeren, und inneren Flächen sichergestellt wurden. Unter solchen Voraussetzungen war nur ein Bruchteil

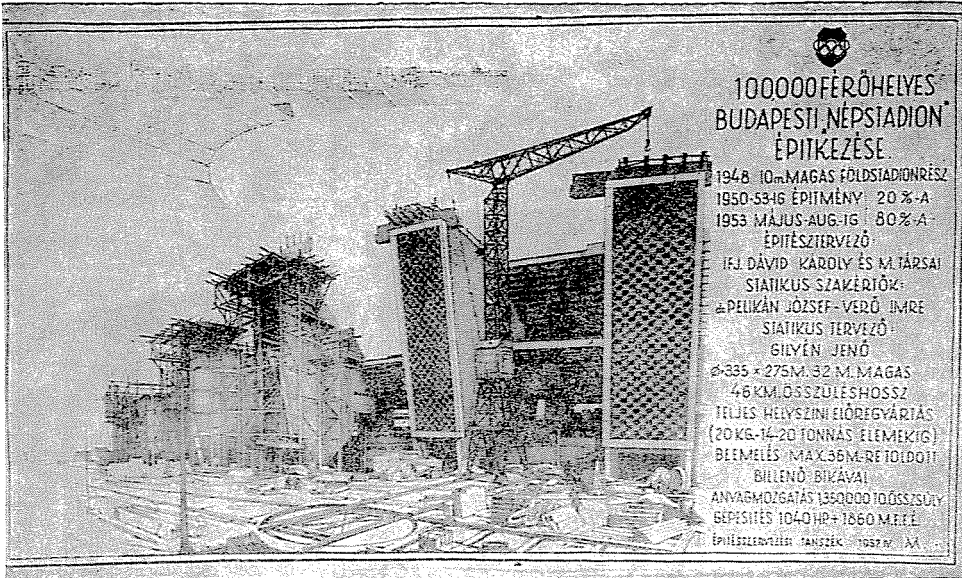


Bild 36. Bau des Volksstadions im Budapest 1948—1953

des Arbeitsbedarfs der 30-er Jahre notwendig, und infolgedessen konnten die Wohngebäude mit verkürzter Durchlaufzeit gebaut werden und die Bau- montage war gegen die kalte Witterung nicht empfindlich. Das erste solche Werk wurde in Frankreich von der Firma Camus 1946 gegründet und be- tätigt.

In unserem Land wurde der Begriff der Industrialisierung auch mit der Vorfertigung gekoppelt. Die großen Industrieanlagen der 50-er Jahre wurden im großen mit Vorfertigung und Montage am Ort des Baus gebaut. Ein klas- sisches Beispiel dafür ist das Salzmagazin in Kazincbarcika (Bild 35.). Dieses Objekt wurde mit vollkommener Vorfertigung gebaut, das größte Element hatte ein Gewicht von 40 Tonnen. Das Heben wurde mit Doppelstandhebe- masten aus Stahl verwirklicht. Im Zeichen der Vorfertigung wurde das Volks- stadion (Népstadion) in Budapest gebaut, mit der Lehre, daß die Vorfertigung und die ästhetische Erscheinung gut miteinander abstimmbare sind. (Bild 36.). Die Vorfertigung an Ort des Baus in Ungarn in den 1950-er Jahren hatte das Weltniveau erreicht. Das Buch von László Mók mit dem Titel „Vorferti- gung am Ort des Baues“ ist in allen entwickelten Industriestaaten der Welt erschienen, und hatte überall durchdringenden Erfolg erzielt.

In Westeuropa wurden die mit Vorfertigung erstellten Gebäude durch die Namen von Nervi und Marcell Breuer (Bild 37.) gekennzeichnet.

Nervi hatte Vorfertigung und Monolitität erfolgreich gemischt. (Bild 38.)

Auf dem Gebiet des Wohnungsbaus hat sich die Industrialisierung im unseren Land stufenweise durchgesetzt. Am Anfang wurde nur der Überbau

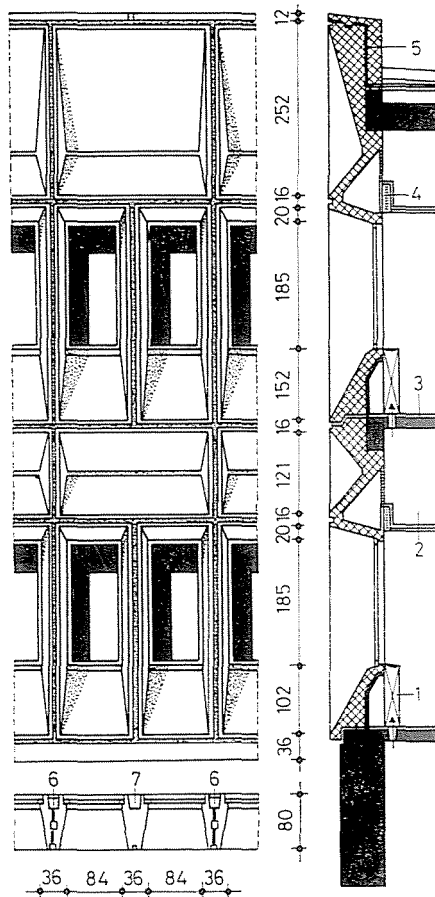


Bild 37. Vorgefertigte Fassade aus Stahlbeton. Marcell Breuer

vorgefertigt — mittelgroße und große Blocks 1960 — später haben die Franzosen die Blockplattentechnologie entwickelt, welche durch Vermittlung von sozialistischen Ländern in unserer Heimat gekommen ist, und eingeführt wurde. (1965.) Die Blockplattentechnologie wurde für den Massenbau von Wohnungen zustande gebracht, und wird heute noch angewendet wo der Bedarf noch nicht befriedigt werden konnte. Im inländischen Wohnungsbau erfüllt die Blockplattentechnologie eine bedeutende Rolle. (Bild 39.) Man hat Wohnviertel und Stadtteile gebaut, und baut sie heute noch. Die aus Blockplatten gebauten Wohnhäuser werden oft verschiedener Kritik ausgesetzt. Eintönigkeit, Graueit, die unbefriedigende Massenformung, fehlende Gliederung der Fassaden, Erstarrung der Grundrisse geben die Grundursachen dieser Kritiken.

Zu den Aufgezählten kam noch die starre Auslegung der Wirtschaftlichkeit. Diese Fehler werden im engeren oder breiteren Kreis gleich meist als

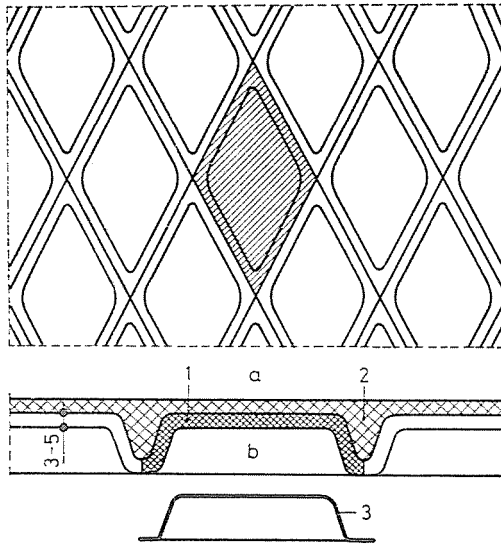


Bild 38. Ferrozementschale. Nervi

Schuld des Blockplattenbaus gewertet. Tatsache bleibt, daß diese Bauten die Einheit des Materials, der Konstruktion, der Technologie, der Form und der Funktion nicht ausstrahlen können. In der Erscheinung ist die Bautechnologie dominierend geworden. Die Großserienproduktion bringt Monotonie mit. Die so entwickelte Situation wurde durch die sogenannte Vorfertigung im geschlossenen System noch weiter verschlechtert. Im Rahmen dieses Verfahrens wird je ein Gebäudetyp entworfen und in langen Serien mehrere Jahre lang produziert bis der Zustand der Produktionsmittel in Fertigteilwerk noch hierzu entsprechend ist, und so dieselben Wohngebäude in langer Reihe nacheinander gebaut.

Anstatt der Vorfertigung im geschlossenen System wäre die Einführung des sogenannten offenen Systems zweckmäßiger gewesen, bei welcher die Fertigteilwerke die Teile laut Kataloge produzieren, die der anwendende Architekt nach seinem Bedarf einsetzen und so immer von neuen und immer anderen Häusern gesprochen werden kann.

Die Vorfertigung mit offenem System hat die Möglichkeit der Fassaden und Grundriße mit abwechslungsreicher Gestaltung mitgebracht. Die Vorfertigung im offenen System fordert größere Aufmerksamkeit vom Konstrukteur und Technologen. Diese Bereitschaft ist vorhanden, sie muß nur ausgenutzt werden. Das ungarische Baugewerbe hat schon an zahlhaften Beispielen bewiesen, daß sie fähig ist hochwertige Arbeit zu leisten. Das Resultat der besseren Arbeit ist die anspruchsvollere Wohnkultur, anspruchsvollere Stadtumwelt, und darin anspruchsvollere Menschen.

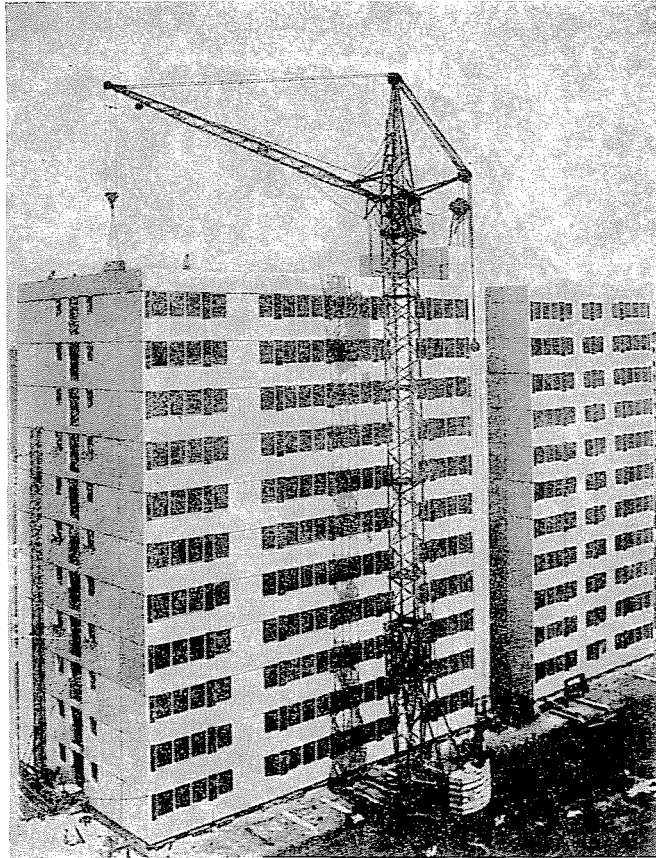


Bild 39. Blockplatten-Wohnungsbau 1968

Die weiterentwickelte Variation der planaren Vorfertigung ist die Produktion der Raumelemente. Von den Vereinigten Staaten bis zur Sowjetunion, von Schweden bis zur Schweiz treffen wir überall die Anwendung der Raumelemente. In der inländischen Blockplattentechnologie werden Raumelemente wie Bad, Elevatorschacht und Loggia produziert und eingebaut. Das Raumelement als Fassadenmotiv bringt aber verstärkt die Gefahr der Monotonität mit. An einer Seite der Industrialisierung bedeutete die Vorfertigung die Entwicklung. Auf der anderen Seite ist die Industrialisierung in neuen Bauhilfsmitteln, in neuen Maschinen, in der Weiterentwicklung dieser, in der Einführung von neuen Methoden und Einsatz von neuen Materialien zum Vorschein gekommen. Die Wettbewerbsfähigkeit der monolithischen Technologie wird entgegen den vorgefertigten Konstruktionen, durch moderne Verschalungen aus Holz und Metall, verstellbare Verschalungsträger und -säulen gefördert.



Bild 40. Wohngebäude in Blockplattenkonstruktion West-Berlin

Die Bautätigkeit wird durch Raumverschalungen aus Stahl, Stahlgitterträger mit kleiner, und großer Spannweite, Tafelschalung, Versatzschalung, Gleitverschalung, aufblasbare und senkbare Verschalungen leichter und schneller gestaltet. Zentrale Betonwerke wurden in Betrieb gesetzt, und damit wurde die Straßenbeförderung des Betons eine angenommene Praxis. Die technische Entwicklung war am Arbeitsplatz, mit der Betonförderung durch Rohrleitungen, oder mit Container gleich. Die leichte Handhabung des Betons haben verschiedene Zutaten ermöglicht. In Hinsicht des Betonstahls hat sich die gerippte Ausführung, das geschweißte Netz allgemein verbreitet.

Die aufgezählten, und weitere Tatsachen stellen den gesunden Wettbewerb zwischen den beiden Richtungen der Industrialisierung, zwischen der Vorfertigung und der Industrialisierung der Baustelle, dar. Es ist offensichtlich, daß sich eine Möglichkeit zur Vereinigung der beiden Richtungen geben wird.

Solche ist z. B. das Verfahren Lift-Slab wo die Decke als monolitische Konstruktion — mit geschweißtem Netz, aus Transportbeton und durch örtliche Beförderung durch Rohrleitung produziert wird, und die standfeste Decke mit einer speziellen Hebeeinrichtung zum endgültigen Platz gehoben wird. Die beiden Verfahren werden durch Ferrozementschale als Verschalung und die endgültige Flächenbehandlung vereinigt, usw.

Am Ende dieser Gedankenreihe muß die Frage gestellt werden welche von den beiden Hauptrichtungen richtiger und zweckmäßiger wäre? Die Bautätigkeit kann so entworfen und ausgeführt werden, daß

- wenn: — die Vorfertigung der Vielzahl von gleichen Elementen ohne Hindernisse anlaufen kann,
 — die Straßenbeförderung entsprechend gut ist,
 — die Vorfertigung in der Statik der endgültigen Konstruktion keinen Nachteil bringt,
 — die Vorfertigung die Erscheinung des Gebäudes nicht prinzipiell beeinflußt usw.,

dann kann die Vorfertigung als zweckmäßige Lösung betrachtet werden.

Der *industrialisierten Variante der herkömmlichen Bautechnologie* muß Vorteil gegeben werden

- wenn: — das Gebäude Einzelcharakter hat,
 — die Konstruktionsgestaltung durch spezielle innere Technologie kompliziert wird,
 — die Straßenbeförderung der Fertigteile unmöglich ist, das vertikale Heben nicht gelöst werden kann.

Zum Schluß muß als mögliches und notwendiges Ziel die Untersuchung betrachtet werden, ob am Gebäude die gleichzeitige Anwendung der Vorfertigung, und der Monolizität möglich ist, und während des Bauvorganges die Verfahren eingesetzt werden die die architektonischen Bestreben und die technischen und wirtschaftlichen Vorteile am meisten sicherstellen können.

Die Bautechnologie und ihre industrialisierte Möglichkeiten stellen nur ein Mittel in der Architektur dar, und nicht mehr. Die Zielsetzung der Bautechnologie ist den gesellschaftlichen Bedarf mit den günstigsten Voraussetzungen zu erfüllen, die Wirkung der Architektur auf die Umwelt und auf die dort lebenden Menschen stets in Betracht nehmend. (Bild 40.)

Nach der Analyse der Vergangenheit und der Gegenwart stellt sich natürlich die Frage der Zukunft des Baugewerbes. Es kann mit großer Sicherheit festgestellt werden, daß die schon im griechischen Bauwesen beginnende Vorfertigung in der Zukunft auch dominierend sein wird. Die Vorfertigung bleibt der organische Teil des Bauwesens, und bleibt für letzteren unentbehrlich. Es muß in der Art und Weise der Vorfertigung distinktiert werden, damit die ästhetischen Grenzen entsprechend zur Geltung kommen, und daneben die erhoffte technischen und wirtschaftlichen Wirkungen auch gültig bleiben. Die als Einzelbauten entworfenen Gebäude werden mit industrialisierten, doch herkömmlichen Technologien gebaut.

Die Entwicklung der Mechanisierung des Bauwesens wird die Ausführung bedeutend beschleunigen und erleichtern. Neben den herkömmlichen Baumaterialien treten neue Materialien in Vordergrund, die neben hoher Standfestigkeit leicht zu verformen sind. Die Industrialisierung der Produktion von

den Fachzweigbearbeiten zwingt die am Ort des Baus Tätigen zur höheren Genauigkeit in der Arbeit und zur Einhaltung der technologischen Disziplin.

Das Baugewerbe der Zukunft stellt die Erstellung von abwechslungsreichen Bauten sicher, und es werden nur die Knotenpunkte und nicht die Gebäude typisiert werden.

Dr Pál NAGY H-1521, Budapest