G. Girmscheid, E. Hofmann

Industrielles Bauen – Fertigungstechnologie oder Managementkonzept?

Zusammenfassung Das sogenannte „industrielle Bauen" wird immer wieder dann als Patentlösung präsentiert, wenn die wirtschaftlichen Probleme der Bauwirtschaft ein existenzbedrohendes Ausmaß erreichen.
Man erhofft sich die Lösung dieser Probleme durch den Einsatz modernster Fertigungstechnologien und standardisierter Produkte, übersieht dabei aber, dass es sich bei den Problemen der Bauwirtschaft um grundlegende strukturelle Defizite handelt, die mit solchen Maßnahmen allein nicht zu bewältigen sind. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Versuche, „industriell" zu bauen, immer wieder gescheitert sind, weil man die Produktion in den Vordergrund dieser Bestrebungen gestellt hat. Im Folgenden soll aufgezeigt werden, was es wirklich bedeuten würde, konsequent industriell zu bauen. Dabei können nicht allein produktionsbezogene Maßnahmen wie Automatisierung oder Standardisierung die Erfolgsfaktoren sein, entscheidend ist vielmehr deren Kombination mit einer produkt- und kundenorientierten Sichtweise und der industriellen Organisation aller Produktions- und Planungsprozesse.
In den Jahren 1998 und 1999 wurde am Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich ein Forschungsprojekt durchgeführt, das sich mit diesen Fragestellungen beschäftigt hat [1]. Die wichtigsten bisherigen Ergebnisse dieses Projekts, dessen Fortsetzung für dieses Jahr geplant ist, sind Basis der folgenden Ausführungen.

„Industrialised Construction" – Production technology or management conception?

Abstract The so called „Industrialized Construction" comes up again and again when things are getting worse in the construction industry and economical problems reach a dangerous level. These problems are supposed to be solved by the implementation of state of the art production technology but it is neglected that they are caused by basically structural deficits which cannot be solved only by means of technology. As history shows, most attempts of industrialized construction failed by setting the focus on production. The following will show the consequences of a real industrialization of construction. Not only production-related points of interest like automation or standardization will be essential for success but mainly their combination with a focus on product and customer as well as the industrial organization of all planning and production processes.
During the years 1998 and 1999 a research project at the Institute of Construction and Engineering Management of the Swiss Institute of Technology analyzed processes of industrialized construction [1]. Later this year, a second stage of the project is supposed to start.
The following is based on the main results of first stage of the project.

Prof. Dr.-Ing. G. Girmscheid,
Vorsteher des Instituts für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich, CH-8093 Zürich
Dipl.-Ing. E. Hofmann,
ehemals Mitarbeiter am Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich, jetzt Hochtief Projektentwicklung GmbH, Essen

1 „State of Practice" industrieller Bauverfahren

Ausgangslage

Zielsetzung des bereits angesprochenen Forschungsprojekts an der ETH Zürich [1] war es, neue industriell orientierte Produktionsverfahren zu finden, die für die Anwendung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) der Bauwirtschaft geeignet sind. Da der Wohnungsbau ein wesentlicher Teil des Leistungsspektrums dieser Unternehmen ist, sollte zunächst eine Konzentration auf den Wohnungsbau in Massivbauweise erfolgen, jedoch mit der Maßgabe, auch andere Segmente der Bauproduktion in weiteren Schritten abdecken zu können. Dabei sollten nichtmassive Bauweisen, die im Wohnungsbau zunehmend Verbreitung finden, als Messlatte dienen.

Eine Untersuchung der Kostenstrukturen im Wohnungsbau gibt bereits Hinweise darauf, dass mit der produktionsbezogenen Sichtweise lediglich ein Teil der Bauleistung abgedeckt werden kann. Entsprechende Untersuchungen geben für die Gebäudekosten übereinstimmend einen Anteil von ca. 50 % an den Gesamtkosten eines Bauprojekts an (**Bild 1**). Durch produktionstechnische Maßnahmen sind im Wesentlichen die Lohn- und Gerätekosten beeinflussbar, die wiederum nur etwa die Hälfte der Baukosten ausmachen. Es wird also deutlich, dass mit Betrachtung der Produktion allein nur etwa ein Viertel der Gesamtkosten beeinflusst werden kann.

Dennoch ist die Produktion einer der zentralen Aspekte bei der Entwicklung industrieller Strukturen, weil von ihr neben unmittelbaren Rationalisierungseffekten auch sekundäre Effekte wie z.B. ein Zwang zur Standardisierung oder ein Einfluss auf die Realisierungsdauer und damit verbunden auf die zeitabhängigen Kosten ausgehen können.

Entscheidend für den Erfolg dieser Effekte ist jedoch deren Ergänzung und Unterstützung durch vor- und nachgelagerte Prozesse, die weit über das Umfeld des eigentlichen Bauens hinaus gehen können.

Industrielle Produktion allgemein

Bei näherer Betrachtung der „klassischen" Industrieproduktion fällt auf, dass deren spezifische Merkmale in ähnlicher Form ebenfalls in der industriellen Bauproduktion (Vorfertigung) anzutreffen sind.

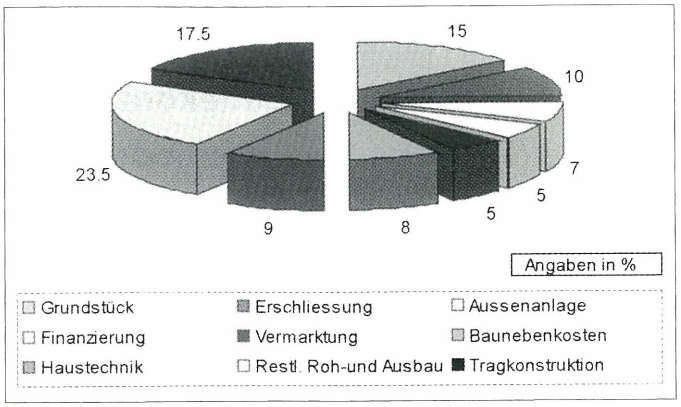

Bild 1. Kostenstruktur im Wohnungsbau
Fig. 1. Cost Components in Housing Construction

Tabelle 1. Merkmale industrieller Produktion und Parallelen in der Bauproduktion
Table 1. Features of Industrial Production

Merkmale industrieller Produktion	Anforderungen an industrielles Bauen
Zentralisierte Produktion	Vorfertigung von Bauteilen im Werk
Massenfertigung / zunehmend variable Fertigung	Entwicklung von variablen Grundtypen
Fertigung auf Basis standardisierter Lösungen und Produktion von Varianten	Standardisierung von Bauteilen bei Flexibilität in der Gestaltung
Spezialisierung	Konzentration auf bestimmte Marktsegmente
Integration von Planung, Produktion und Marketing	Interaktion von Planung, Konstruktion, Produktion und Produktionsplanung sowie Marketing
Optimierte Prozesse und Organisation	Optimierung der Planungs- und Produktionsprozesse in Bezug auf Automatisierung und Mechanisierung

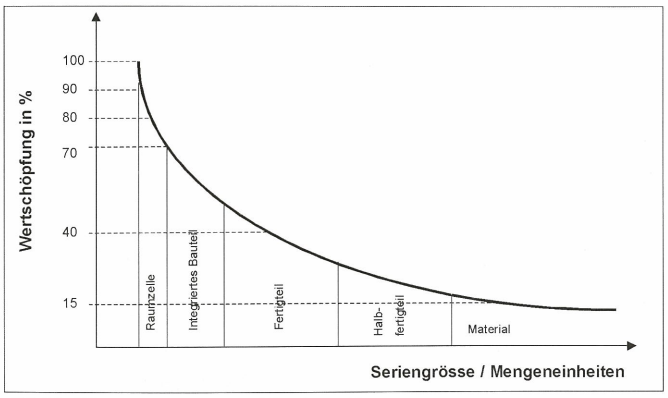

Bild 2. Wertschöpfung und Seriengrösse
Fig. 2.. Value Added and Size of Production Series

Unter Berücksichtigung der speziellen Bedingungen des Bauens lassen sich daraus beispielsweise die in **Tabelle 1** dargestellten Anforderungen an das industrialisierte Bauen stellen.

Die häufige pauschale Aussage, dass eine industrielle Produktion wegen der typischen und mit den Bedingungen anderer Branchen nicht vergleichbaren Situation der Bauwirtschaft nicht möglich sei, kann damit bereits widerlegt werden.

Die bisherigen Bestrebungen, eine Industrialisierung des Bauens zu erreichen, hatten im Wesentlichen folgende Ziele:

- manuelle Arbeit durch Maschinen zu ersetzen
- immer wiederkehrende Abläufe zu automatisieren

Ein Erfolg versprechender Ansatz für die Schaffung industrieller Strukturen in der Bauwirtschaft muss jedoch über diese Prozesse weit hinausgehen und zu einem Reengineering der Prozesse bis hin zum Aufbau von Systemleistungen führen.

„State of Practice" in der Bauproduktion

Um der zentralen Rolle der Produktion gerecht zu werden, soll zunächst eine kurze Analyse des „State of Practice" in der Bauproduktion erfolgen, wobei sich auch diese Analyse primär auf die Prozesse des Wohnungsbaus in Massivbauweise bezieht [1].

Wenn von Industrialisierung des Bauens die Rede ist, verbindet man damit heute vor allem den Einsatz von computerunterstützten oder -gesteuerten Geräten, die allerdings in der Bauproduktion bisher nur in Teilbereichen verbreitet sind. Während in der Vorfertigung alle Stufen der Mechanisierung und Automatisierung von rein manueller Produktion bis hin zu hochautomatisierten Produktionsanlagen eingesetzt werden, herrscht in der Baustellenproduktion noch immer die manuelle Fertigung vor. Anhand der Baustellenproduktion und der Vorfertigung soll im Folgenden die Entwicklung einiger Teilbereiche der Bauproduktion bis zum heutigen Stand näher betrachtet werden.

Baustellenproduktion

Auf der Baustelle wird auch heute noch zu einem Großteil händisch gearbeitet. Mechanisierungs- oder gar Automatisierungskonzepte haben sich bisher nicht in nennenswertem Umfang durchsetzen können. Ein Grund für das Ausbleiben einer entsprechenden Entwicklung ist das permanent sinkende Lohnniveau, das es erlaubt, durch Vergabe an Subunternehmer immer wieder einen halbwegs auskömmlichen Preis zu erzielen. Lediglich im Mauerwerksbau sind erste Ansätze für eine Ergänzung der manuellen Arbeit durch mechanische Versetzgeräte erkennbar, während im Betonbau der letzte größere Rationalisierungsschub durch Elementschalungssysteme vor ca. 20–25 Jahren ausgelöst wurde. Im Bereich der Baustofftechnologie hat eine kontinuierliche Fortentwicklung stattgefunden und es ist ein Trend zu Hochleistungswerkstoffen erkennbar, auf dem Gebiet der Materialverarbeitung ist dagegen eine weitgehende Stagnation festzustellen.

Im Mauerwerksbau werden zunehmend großformatige Elemente eingesetzt, die mit Hilfe von Versetzgeräten „vermauert" werden müssen. Mit vollautomatisierten Geräten wie Mauerwerksrobotern sind dagegen bisher nur einige wenige Versuchsprojekte durchgeführt worden, obwohl weitgehend identische Geräte in der Vorfertigung von Mauerwerksteilen zunehmend Verbreitung finden. Vor allem aufgrund der heutigen Kostenstrukturen sind diese Geräte gegenüber gut ausgebildeten und motivierten Maurerkolonnen noch nicht konkurrenzfähig. Die Effizienz solcher Systeme kann jedoch sprunghaft ansteigen, wenn automatisierungsgerechte Konstruktionen und logistische Maßnahmen geplant und konsequent im Bauprozess umgesetzt werden. Vergleichsrechnungen zeigen, dass Kostenreduzierungen trotz der erforderlichen Investitionen, die auch für kleine und relativ einfache Geräte bei mehreren hunderttausend Mark liegen können, möglich sind, wenn ein entsprechendes Arbeitsumfeld gewährleistet ist.

Einen erneuten Anstoß zur Weiterentwicklung haben die Bestrebungen zur Automatisierung von Baustellenprozessen [2] durch die Entwicklung und permanente Verkleinerung leistungsfähiger und robuster Datenverarbeitungssysteme, den Preisverfall für elektronische und Hydraulikbauteile und die Entwicklung von Servicerobotern beispielsweise im Bereich der Weltraum-, Nuklear- und Unterwassertechnik erhalten. Dort wurde mit kleinen, leicht zu programmierenden und zu steuernden Geräten sehr hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit bei extremen Arbeitsbedingungen erzielt, was eine Übertragung auf die Baustellenproduktion Erfolg versprechend erscheinen lässt.

Die eigentliche Herausforderung für die Baustellenproduktion wird deshalb in der Sicherstellung einer automatisierungsgerechten Arbeitsumgebung liegen.

Vorfertigung

Im Zuge der ersten Automatisierungswelle in der Industrie, die bereits in den 80er Jahren stattfand, gab es auch erste Entwicklungen für die Produktion von Fertigteilen aus Beton oder Mauerwerk. Ausgehend von relativ einfach strukturierten Fertigungsprozessen wie z.B. der Herstellung von Betonrohren wurden Konzepte zur automatisierten, stationären Produktion entwickelt, die im Laufe der Zeit auch auf die Herstellung von Teilen für den Wohnungsbau übertragen wurden. So wäre es heute unter Einsatz von CIM-Technologie theoretisch möglich, ein variabel gestaltetes Gebäude aus vollständig automatisiert gefertigten Teilen herzustellen, die dann auf der Baustelle mit einem Minimum an Aufwand montiert werden können. Einige Hersteller gehen sogar noch einen Schritt weiter und bieten bereits teil- oder

vollausgestattete Bauteile an. Ob es sich dabei um Beton- oder Mauerwerksteile handelt, ist sekundär. Für beide Materialien gibt es sowohl für den Baustelleneinsatz wie auch für die Fertigteilproduktion entsprechende automatisierte Systeme. Voraussetzung ist allerdings in allen Fällen eine hoch entwickelte Produktionsplanung und -steuerung, die es erlaubt, das gesamte Spektrum der Fertigungsprozesse zu planen und zu steuern.

Das bereits in der Baustellenproduktion als entscheidend lokalisierte Problem der Arbeitsumgebung lässt sich beim Einsatz automatisierter Systeme in der Vorfertigung leichter bewältigen [3]. Dies ist sicherlich einer der Gründe, warum die Automatisierung in der Herstellung von Fertigteilen schon so weit fortgeschritten ist, dass heute Beton- oder Mauerwerksfertigteile bereits nahezu vollautomatisiert gefertigt werden können. Der Trend geht dabei zu teilausgestatteten Elementen, wobei die Möglichkeit, wie im Holzbau vollständig vorgefertigte Teile zu produzieren, in der Theorie ebenfalls gegeben ist. Aufgrund der im Massivbau notwendigen Fugenanordnung werden speziell die Finish-Arbeiten nach wie vor am Einbauort durchgeführt. Realisierbar ist jedoch der Einbau von Fenstern, Türen, Dämmungen und Haustechnik-Komponenten bis hin zur Verwendung komplett vorgefertigter Module für relativ kompakte Gebäudeteile wie Küchen, Bäder, Treppenhäuser.

Zu beachten ist in diesem Fall, dass mit zunehmendem Grad der Integration von Leistungen in einem Bauteil der Grad der Individualität steigt, dass also die Seriengröße des Bauteils sinken wird.

Vereinfacht ausgedrückt: ein Haus benötigt Tausende identischer Mauersteine, aber nur ein Bad, also eine Seriengröße 1 bei vollständiger Vorfertigung. Attraktiv ist der Einsatz komplett vorgefertigter Module für den Bauunternehmer dennoch, da in einem relativ geringen Teil des Gesamtgebäudes eine hohe Wertschöpfung konzentriert ist und dieser Teil des Gebäudes komplett außerhalb der Baustelle gefertigt werden kann, was zu einer deutlichen Entzerrung und Parallelisierung der Bauprozesse führt.

Übertragung von Technologien und Verfahren aus anderen Industriezweigen

Bei stark fragmentierter Betrachtung werden die Arbeitsgänge der Bauproduktion denen in anderen Industrieproduktionen sehr ähnlich [4]. Es handelt sich im Wesentlichen um Handling und Transport von Materialien, Positionieren und Fixieren an einer Einbaustelle, Herstellen von Passstücken und Verbindungen sowie vor- und nachgelagerte Bearbeitungsprozesse mit speziellen Werkzeugen [5]. Für viele dieser Arbeitsgänge existieren bereits Geräte, die sich für die Bauproduktion adaptieren lassen. Charakteristisch für die Bauproduktion ist, dass häufig mit großen und schweren Teilen gearbeitet wird, was spezielle Anforderungen an Leistung und Bewegungsfähigkeit von Maschinen stellen kann. Dennoch erscheint ein „Blick über den Zaun" Erfolg versprechend, weil die grundlegenden Abläufe vergleichbar sind.

Aspekte der Logistik

Auch Fragen der Logistik werden zunehmend wichtig für die Produktion. Logistik ist dabei nicht nur als Transportleistung und deren Organisation zu sehen, sondern als das Verfügbarmachen aller für die Produktion benötigten Ressourcen und Produktionsmittel. Dies gilt insbesondere auch für Informationen.

Natürlich gehören hierzu auch die Fragen des Transports von Baustoffen und Teilen, die mit zunehmender Vorfertigung immer wichtiger werden.

Der am meisten gebrauchte Transportweg ist immer noch die Straße, wobei in Zukunft alle Transportmittel in optimierter Kombination eingesetzt werden, um einen möglichst reibungslosen Produktionsablauf zu gewährleisten. Die Highlights im Bereich der Logistik sind derzeit Logistikzentren, ohne die in Innenstädten kaum noch ein Großbauvorhaben realisierbar ist, und der Transport kompletter Gebäude oder großer Teile mittels Cargolifter. Es soll jedoch noch einmal betont werden, dass Logistik weit mehr umfasst als die reinen Transportaufgaben.

Aus diesem kurzen Abriss des „State of Practice" [1] ist bereits deutlich geworden, dass im Umfeld der eigentlichen Bauproduktion eine Vielzahl von vor- und nachgelagerten Prozessen koordiniert und integriert werden muss, wenn aus dem konventionellen Bauen eine „echte" Industrie werden soll. Diese Prozesse sollen im Folgenden näher untersucht und ihr Einfluss auf die Entwicklung des Bauens und damit der Bauunternehmen dargestellt werden.

2 Konsequenzen für Prozesse und Organisation

Auswege aus dem Preiswettbewerb

Einer der wichtigsten Einflussfaktoren, die zu den heute vorliegenden Problemen der Bauwirtschaft geführt haben, ist das Anbieten von Leistungen im reinen Preiswettbewerb. Da aufgrund der herstellerunabhängigen Planung keine spezifischen Qualitätsmerkmale entwickelt wurden, sind Anbieter und Leistungen nahezu beliebig austauschbar und ersetzbar. Anders herum formuliert, kaum eine Bauunternehmung kann etwas, was andere nicht können. Die Planung außerhalb des Einflussbereichs des produzierenden Unternehmers ist die „klassische" Struktur des Bauauftrags mit einem vom Bauherrn eingesetzten Planer und einem Bauunternehmer, der diese Planung nach einer Leistungsbeschreibung umsetzen muss, ohne dass er deren Sinnhaftigkeit zu prüfen oder zu akzeptieren hat. Es geht lediglich darum, diese Leistung zu einem niedrigeren Preis als die Wettbewerber anzubieten und innerhalb des vom Auftraggeber vorgegebenen Terminrahmens auszuführen. Jede Strategie, die auf eine Industrialisierung des Bauens zielt, muss deshalb Ansätze zur Überwindung der Fragmentierung von Bau- und Planungsleistungen, die zu der heutigen Situation auf dem Baumarkt geführt hat, beinhalten.

„Erst planen, dann bauen"

Auch eine Strategie mit dem Ziel, das Bauen für den Unternehmer wieder profitabel zu machen, muss exakt an diesem Punkt ansetzen. Der Unternehmer muss sich durch andere Qualitätsmerkmale als nur den Preis für die Übernahme der Leistung qualifizieren. Dazu gehört vor allem, dem Kunden als Basis der Bauleistung eine auf seine speziellen Bedürfnisse ausgerichtete Planung anzubieten und diese schnell und auf hohem Qualitätsniveau zu realisieren. Voraussetzung ist ein ausreichender Vorlauf für die interaktive Werk- und Produktionsplanung (**Bild 3**), um dem Unternehmer Zeit für eine detaillierte und exakte Planung der Produktionsabläufe zu lassen. Das Optimierungspotential der Planung liegt in einer Integration aller anfallenden Leistungen in eine Produktionsplanung, die alle technischen, terminlichen und wirtschaftlichen Aspekte berücksichtigen kann. Unterstützt werden kann diese integrierte Planung durch Prozesssimulationen, die in anderen Industriebranchen bereits angewandt werden, für die im Bauwesen aber noch die Voraussetzungen, insbesondere durch Einsatz echter 3D-CAD-Systeme, geschaffen werden müssen.

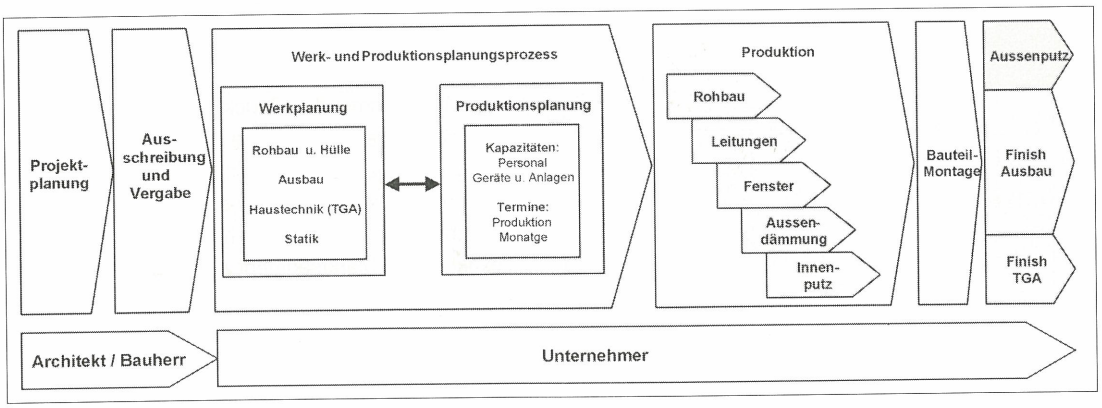

Bild 3. Prozess der Werk- und Produktionsplanung
Fig. 3. Process of Detail and Production Planning

Information

Die Sicherstellung eines koordinierten, zuverlässigen und kontinuierlichen Informationsflusses ist heute eines der Hauptprobleme in der Projektabwicklung [2].

Bedingt durch die fragmentierte Abwicklung der Projekte mit einer Vielzahl selbständiger Projektbeteiligter, die unterschiedliche EDV- und Informationssysteme nutzen, ergibt sich ein erheblicher Koordinierungsaufwand. Einer der Ansatzpunkte zur Verbesserung der Bauabläufe, sowohl in der Planung als auch in der Ausführung, ist die Nutzung einer konsistenten Datenbasis, auf die alle Projektbeteiligten zur Verringerung der Schnittstellen zugreifen können (**Bild 4**).

Grundlage dieser neustrukturierten Informationsabläufe sind echte 3D-CAD-Systeme mit verknüpften Daten sowie die Schaffung eines branchenübergreifenden Standards für den Austausch von Informationen. Der heute übliche Austausch von Grafiken genügt diesen Anforderungen bei weitem nicht. Vielmehr ist eine Kommunikation der verschiedenen Projektbeteiligten und der zughörigen Bearbeitungsschritte auf der Basis objektorientierter Informationen erforderlich.

Systematische Entwicklung

Ein weiterer Schritt hin zu einer kompletten Leistung aus einer Hand ist die Abstimmung der Planung auf die Erfordernisse der Produktion. Dies soll keineswegs bedeuten, dass die Produktion die Gestaltung eines Bauwerks dominieren soll. Im Gegenteil, speziell im Hochbau und vor allem im Wohnungsbau soll die sogenannte gestalterische Freiheit nicht eingeschränkt werden. Allerdings wird man bei einer Analyse der Gestaltung sehr schnell feststellen, dass diese Freiheit im Wohnungsbau neben der grundsätzlichen Raumeinteilung und der Art des Gebäudes primär in der Variation von Bauteilen, Formen und Abmessungen sowie der Auswahl aus einer großen Zahl von Materialien besteht. Die technischen Parameter wie Wand- oder Deckenaufbau bei vorbestimmten Abmessungen oder die Anforderungen an Schall- und Wärmeschutz bieten breiten Raum für eine Standardisierung von Bauteilen.

Vorfertigung, Standardisierung, Serienproduktion

Diese Standardisierung ist zugleich die Grundlage für industrielle Produktionsprozesse, die eine gewisse Menge an gleichen Teilen verlangen, um rationell zu sein. Gleiche Teile bedeutet dabei nicht gleiche Abmessungen, sondern gleich hinsichtlich der Materialien, des Aufbaus der Teile oder der statischen Wirkung. Die Serienfertigung von Teilen, die in immer wieder gleicher Form verwendet und einerseits lagermäßig vorgehalten oder andererseits just-in-time produziert werden, kann dabei erheblich zur Reduzierung der Bauzeit beitragen, weil nur noch die individuell zu produzierenden Teile nach Auftragserteilung gefertigt werden müssen.

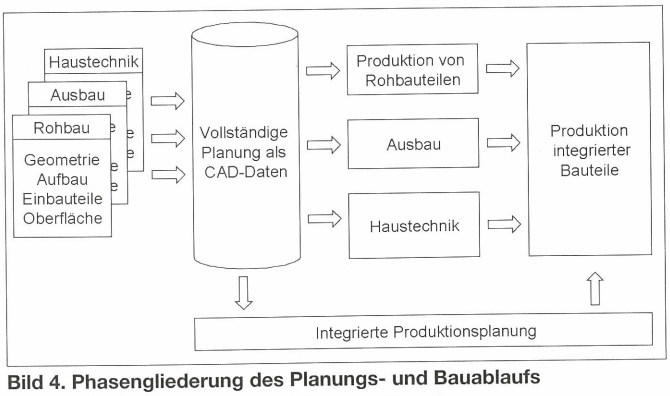

Bild 4. Phasengliederung des Planungs- und Bauablaufs
Fig. 4. Phases of Planning and Construction Process

Bauleistung als Produkt

Führt man diese Sichtweise konsequent fort, lässt sich ein Gebäude aus einem Grundentwurf und durch Auswahl der verschiedensten Bauteile und Ausstattungselemente zusammenstellen. Analog der Automobilindustrie können verschiedene Typen oder Baureihen zusammengestellt und durch die Variation von Parametern individualisiert werden. Dabei findet ein Übergang von individuellen Bauwerken – Unikaten, die jeweils neu erfunden werden – zu einem industriell geplanten Produkt statt. Dies ist einer der Ansatzpunkte für eine echte Industrialisierung des Bauens, nämlich nicht immer wieder die „Erfindung" des Gebäudes an sich, sondern die industriell geprägte Entwicklung eines Produkts aus einer vorhandenen, weitgehend standardisierten Palette von Bauteilen mit der Möglichkeit, dieses Produkt mittels Variation bestimmter Parameter entsprechend dem Kundenwunsch individuell zu gestalten.

Vom Preis- zum Leistungswettbewerb

Die heutige Situation auf dem Baumarkt lässt es nicht zu, allein durch verbesserte Verfahren Kostenvorteile zu generieren. Jeder Vorsprung wird in kürzester Zeit von Wettbewerbern egalisiert, sei es durch Kopieren der Verfahren oder durch Einsatz von Nachunternehmern, deren Preise wiederum gedrückt werden. Den Vorteil aus dieser Situation ziehen die Auftraggeber, die lediglich eine Vergabe unter Zeitdruck vermeiden müssen, um diese Kostenspirale durch gegenseitiges Unterbieten der Anbieter zu nutzen.

Für den Unternehmer hat dies die Konsequenz, dass er vermeiden muss, seine Leistung nur unter Preis- und Kostengesichtspunkten vergleichbar zu machen. Erst dann kann die Leistung losgelöst von einer reinen Kostenbetrachtung in der Summe ihrer Eigenschaften und im Hinblick auf die Anforderungen des Auftraggebers beurteilt werden. Um dies zu erreichen, darf der Unternehmer nicht nur passiv auf Ausschreibungen durch Einsetzen von Preisen reagieren, sondern

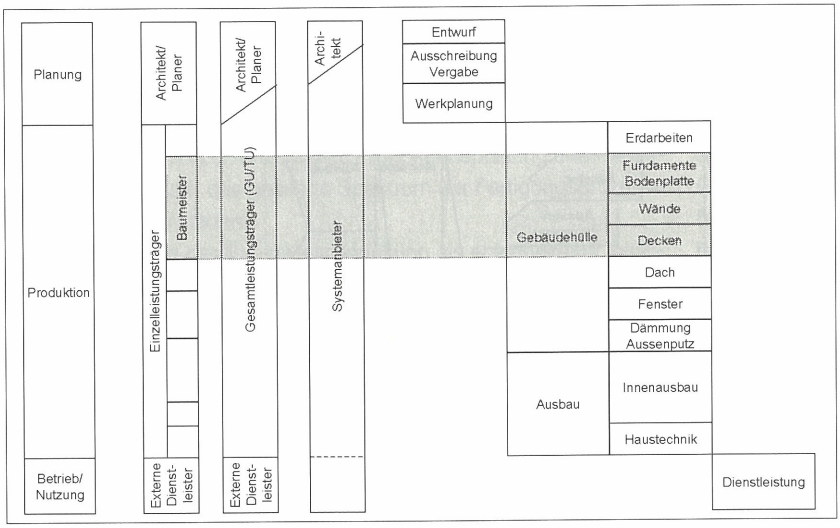

Bild 5. Leistungsspektrum des Systemanbieters
Fig. 5. System Provider – Scope of Performance

muss selbst im weitesten Sinne eine Problemlösung und nicht nur eine Verarbeitungsleistung verkaufen.

Einbezug von Marketingaspekten

Als Konsequenz dieser Art, ein Bauprojekt zu organisieren, ergibt sich die Chance, die Akquisition von Aufträgen von der Reaktion auf Leistungsbeschreibungen hin zu einem aktiven Marketing und Vertrieb zu verlagern. Diese für Bauunternehmungen ungewohnten Aktivitäten erlauben es, sich durch die Leistung selbst, durch das Leistungsspektrum und Qualitätsmerkmale von Mitbewerbern zu differenzieren [6].

Ein systematisch entwickeltes Produkt kann dem Kunden erhebliche Vorteile bieten, weil dessen Zusammensetzung bekannt und nachvollziehbar ist und er im Gegensatz zur individuell erstellten Leistung ein exakt definiertes Qualitätsniveau erhält. Speziell im Wohnungsbau spielt der Aspekt der Gestaltung eine wichtige Rolle. Sofern es ein Anbieter schafft, ein typisches Design mit hohem Wiedererkennungswert zu kreieren, wird man bestimmte Qualitätsmerkmale permanent und unbewusst mit genau diesem Design verbinden.

3 Ausweitung des Leistungsspektrums bis zum Systemanbieter

Planen, Finanzieren, Bauen, Betreiben

Mit zunehmender Industrialisierung, d.h. Ausdehnung des Gestaltungsspielraums, aber auch des Verantwortungsumfangs für das „Produkt" Bauwerk, ergeben sich Anknüpfungspunkte für Tätigkeiten, die weit über das eigentliche Bauen hinaus gehen. Zunächst waren es Schlüsselfertigbau und Generalunternehmerleistungen, die zu einer Ausweitung des Leistungsspektrums führten, dann kam Projektentwicklung einsschließlich Finanzierungsleistung und Vermarktungstätigkeit hinzu. Heute ist in vielen Bereichen die Komplettlösung für einen ganz bestimmten Bedarf eines Kunden gefragt, die Betrieb und Dienstleistungen aller Art umfassen kann. Sei es ein Bauwerk zur eigenen Nutzung, eine Anlage als Produktionsmittel oder eine Kapitalanlage, die Bauwirtschaft ist gefordert, all diese Bedürfnisse abzudecken und sich damit Kundenkreise zu erschließen, zu denen sie zuvor noch keinen Zugang hatte [7].

Die Bereitstellung von Verarbeitungskapazitäten wird damit abgelöst durch ein breites Leistungsspektrum, innerhalb dessen jeder der Bereiche Planen, Bauen, Finanzieren und Betreiben für sich allein oder in beliebiger Kombination neue Marktpotentiale erschließen kann.

Mit zunehmendem Druck des Wettbewerbs wird von den Unternehmen eine strategische Entscheidung verlangt, ob sie sich als Spezialist in einem bestimmten Marktsegment betätigen und dort als Wettbewerbsvorteil ein hochspezialisiertes und auf exakt dieses Marktsegment zugeschnittenes Know-how entwickeln oder ob sie sich als Generalisten in einer Vielzahl von Teilmärkten bewegen. Die Entscheidung für die zweite Alternative wird aufgrund der begrenzten Marktpotentiale für Großunternehmen unumgänglich sein. Gleichzeitig wird dies bedeuten, Teile der klassischen Bauleistung eben jenen Spezialisten zu überlassen, die ein überlegenes Know-how in Technik und Produktion entwickeln konnten. Die Konsequenz ist eine immer stärkere Verlagerung der Großbetriebe auf Leistungen, die das eigentliche Bauen ergänzen und die hohen bzw. langfristigen Kapitaleinsatz, Management-Know-how oder langfristig ausgelegte Entwicklungstätigkeit erfordern.

Systemkompetenz, Systemanbieter

Die Notwendigkeit, diese Kompetenz zu entwickeln, ergibt sich, wenn man im Sinne des vorher Ausgeführten industriell bauen will [7].

Man muss in der Lage sein, alle Komponenten oder Teile davon in beliebiger Kombination anzubieten, wenn der Kunde es wünscht.

Entscheidend für den Erfolg ist es, das Systemgeschäft nicht als „Arbeitsbeschaffer" für den Baubetrieb zu sehen, sondern eine ganzheitliche Sichtweise zu entwickeln, in der alle Komponenten dieser Leistung (**Bild 5**) vom Planen über das Bauen bis hin zu Dienstleistungen wie Finanzierung und Betrieb gleichberechtigt ihren Platz haben. Die rein baubetriebsbezogene Sicht ist zumindest für große Unternehmen der falsche Weg, wie das Beispiel der Immobilienprojektentwicklung zeigt, bei der viele (Bau-) Unternehmungen viel Geld verloren haben. Bauunternehmungen, die erfolgreich Projektentwicklung betreiben, haben dieses Geschäft in aller Regel unabhängig vom Baubetrieb gehalten.

Entscheidend für den erfolgreichen Aufbau von Systemkompetenz ist es, das „Kerngeschäft" in der Hand zu behalten, während alle anderen Komponenten „zugekauft" werden können. Übertragen auf den Wohnungsbau bedeutet das, vor allem die Entwicklungskompetenz, also die marktabhängigen Parameter hinsichtlich Nutzung und Standard des Gebäudes und der wichtigsten Kundengruppen selbst zu definieren und entsprechende Zielvorgaben für Planung und „Produktentwicklung" zu geben.

4 Ausblick

Weiterentwicklung der Fertigungsverfahren

Die Erfahrung aus anderen Branchen zeigt, dass die Entwicklung automatisierter Verfahren und besonders der Robotertechnik nicht aufzuhalten ist, wenn erst einmal eine „Initialzündung" stattgefunden hat. Die Voraussetzungen für diesen Entwicklungsschub sind der Aufbau der benötigten Logistik, Kosten- und/oder Qualitätsvorteile gegenüber der konventionellen Produktion und auf der Geräteseite einfach zu bedienende und zu programmierende, möglichst autark einsetzbare Einheiten. Der in der Maschinentechnik allgemein zu betrachtende Miniaturisierungstrend, d.h. bei gleicher Leistungsfähigkeit kleinere, leichtere und einfachere Geräte zu entwickeln, die aber

mit immer komplexeren Steuerungs- und Regelmechanismen versehen sind, wird darüber hinaus auch in der Bauverfahrenstechnik langfristig zu weit effizienteren Lösungen führen.

Der Informationstechnik kommt in diesem Zusammenhang besondere Bedeutung zu.

Wie bereits beschrieben, wird sie das zentrale Element sein, mit dessen Hilfe alle von der Industrialisierung tangierten Bereiche des Bauens gesteuert und vernetzt werden. Angefangen von leistungsfähigen Konzepten zur Datenübertragung, der Integration von Projektbeteiligten mittels Electronic Data Management (EDM) und Internet-Lösungen [8] bis hin zur Simulation von Fertigungsabläufen, die bereits im Vorfeld Informationen über Effizienz, mögliche Fehlerquellen sowie Termine und Kosten geben kann, wird die Informationstechnik quasi das Nervensystem einer Industrialisierung bilden.

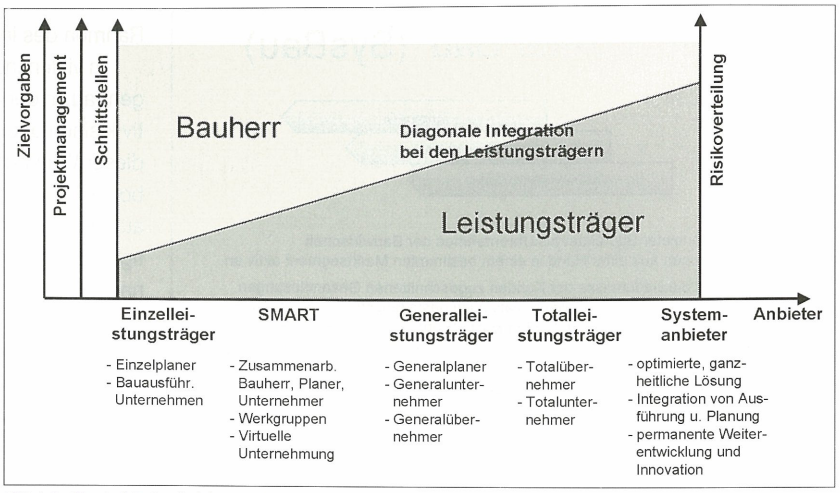

Bild 6. Projektabwicklungsformen
Fig. 6. Project Organization

Fertigungsseitig bedingt der Einsatz dieser Verfahren und Technologien einen gewissen Grad an Standardisierung, der es erlaubt, Serienfertigung häufig benötigter Elemente und Teile auf Vorrat zu betreiben oder diese just-in-time herzustellen. Hierin liegt ein erhebliches Potential zur Verkürzung der Bauzeit, weil für das einzelne Bauwerk nur noch der wirklich individuelle Teil nach Auftragserteilung produziert werden muss, während zu einem großen Teil auf Standardelemente zurückgegriffen werden kann. Diese Standardelemente, die unabhängig von Schwankungen in der Beschäftigungslage und von jahreszeitlichen Bedingungen produziert werden können, schaffen wiederum die Voraussetzung für den rentablen, d.h. gleichförmig ausgelasteten Einsatz von Maschinen und Anlagen.

Neue Gebäudekonzepte

Letztlich als Folge der Energiekrisen wurde in den letzten Jahren und Jahrzehnten eine zunehmende Zahl von energie- und ressourcensparenden Hauskonzepten entwickelt. Diese Neuorientierung des Bauens in Bezug auf Energie und Rohstoffe war jedoch nur der Auslöser für einen Umdenkprozess weg von den traditionellen Werten und Qualitätsbegriffen des Bauens wie z.B. unbedingte Dauerhaftigkeit über Jahrhunderte hinweg zu einer mehr nutzungs- und nutzerorientierten Sichtweise. Im Vordergrund der Käuferanforderungen wird künftig neben einem geringen Energieeinsatz die Flexibilität des Gebäudes stehen, die es erlaubt, während der Nutzungsdauer immer wieder veränderte Nutzungsanforderungen abzudecken. Dies kann durch nutzungsneutrale Gebäude erreicht werden, die eine Tragstruktur und Hülle aufweisen, die alle Anforderungen an eine langfristige Nutzung des Gebäudes erfüllen, während die nutzungsabhängigen Innenausbauten und die entsprechenden Teile der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) flexibel und leicht ersetzbar sind.

Auch die Werthaltigkeit eines Gebäudes wird ein entscheidender Faktor für eine Kaufentscheidung sein, da bei steigender Mobilität der Bevölkerung ein immer größerer Teil der potentiellen Kunden seine Kauf- oder Bauentscheidung davon abhängig machen wird, dass ein Gebäude auch bereits nach einer relativ kurzen Nutzungsdauer wieder mindestens Kosten deckend zu veräußern ist. Bei den traditionellen Wohngebäuden war diese Werterhaltung des Gebäudes zwar gegeben, eine Wertsteigerung entstand aber vor allem über die knapper und teurer werdenden Grundstücke. Eine kurzfristige Veräußerbarkeit bei konstantem oder steigendem Wert impliziert jedoch eine veränderte Sichtweise des Bauherrn, das Gebäude nicht mehr als Anschaffung „fürs Leben", sondern als ein Investitionsgut oder sogar Konsumgut zu betrachten, das nach einer gewissen Nutzungsdauer seinen Zweck erfüllt hat und einer anderen Nutzung oder einem anderen Nutzer zugeführt wird. Auch diese Anforderungen können durch eine mehrstufige, nach Funktionen getrennte Gebäudestruktur erfüllt werden

Neue Vertragsmodelle und verbesserte Formen der Zusammenarbeit

Mit zunehmender Veränderung des „Produkts" der Bauunternehmung von der Bereitstellung von Verarbeitungskapazität hin zu einem ganzheitlichen, kundenorientiert entwickelten Systemkonzept stoßen auch die konventionellen Vertragsmodelle an ihre Grenzen. Neue Arten der Zusammenarbeit sind gefragt, die sich auch in neuen Vertrags- und Vergütungsmodellen dokumentieren. In der Schweiz wurde ein Anfang hierzu mit dem „Bauen nach Smart" [9] gemacht, einem Vertragsmodell, das die ausführenden Unternehmer bereits im Stadium der Projektdefinition integriert und zu einer Realisierung des Bauwerks in Werkgruppen führt. In den Werkgruppen werden jeweils mehrere Gewerke zusammengefasst und dem Bauherrn als „Leistungspakete" einer Gruppe von Unternehmern angeboten und ausgeführt, wobei die Koordination innerhalb dieser Leistungspakete Sache der beteiligten Unternehmer ist (**Bild 6**).

Auch die in Deutschland zunehmend praktizierten GMP-Verträge (garantierter Maximalpreis oder guaranteed maximum price) [10], eine aus dem amerikanischen Vertragsrecht abgeleitete Vertragsform, bei der es darum geht, während der Planung und Ausführung durch eine zielorientierte und offene Zusammenarbeit von Auftraggeber, Planern und Ausführenden eine optimierte Leistung innerhalb eines fixierten Kostenrahmens zu entwickeln, trägt den veränderten Strukturen der Zusammenarbeit Rechnung.

Kunden- und Produktorientierung statt Fixierung auf Produktionsverfahren

Aus den vorherigen Ausführungen ist bereits deutlich geworden, dass eine Industrialisierung des Bauens mehr sein muss als die Verbesserung der vorhandenen oder die Erfindung neuer Produktionsmethoden. Die Produktion hat zwar nach wie vor einen hohen Stellenwert. In diesem Reengineering des Bauens ist sie aber nur einer der Erfolgsfaktoren, die sich aus der Orientierung an den Anforderungen des Kunden und seinem konkreten Bedarf ergeben. Der Kunde muss in diesem Prozess oberste Priorität haben, und die Erfüllung seiner Anforderungen an eine Bauleistung und die sie ergänzenden Leistun-

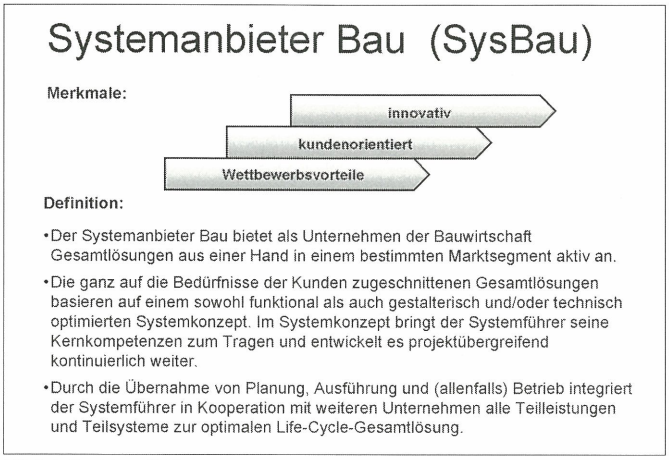

Bild 7. SysBau [11]
Fig. 7. SysBau

gen ist es, an denen künftig der Erfolg eines Leistungsangebots auf dem Markt und damit der Erfolg eines Unternehmens gemessen wird.

Ausbau von Systemkompetenz

Die Orientierung der Bauunternehmung an Kundenanforderungen, die weit über die reine Bauleistung hinaus gehen können, ist die Grundlage zur Entwicklung von Systemleistungen und Systemkompetenz [11]. Gerade in den ergänzenden Leistungen liegt für die Bauunternehmungen ein erhebliches Ertragspotential, weil dieser Bereich nicht durch standardisierte, in Leistungsverzeichnissen detailliert beschriebene Bauabläufe erfasst werden kann. Die Kreativität des Unternehmers kann sich entfalten und im Leistungswettbewerb innovative und auf den Bedarf des Kunden individuell zugeschnittene Leistungen aus Planung, Bau, Finanzierung und Betrieb entwickeln. Das am Institut für Bauplanung und Baubetrieb der ETH Zürich für Systemleistungen entwickelte Modell „SysBau" verdeutlicht diese Sichtweise und bildet damit eine Basis für ganzheitlich orientierte Leistungen im Rahmen des industriellen Bauens (**Bild 7**).

In vielen Industriebranchen wie Automobil-, Flugzeug- oder Anlagenbau, in denen hochwertige und komplexe Produkte für einen relativ kleinen oder gut definierbaren Kundekreis gefertigt werden, wurde dieser Weg bereits beschritten. Dem Kunden werden Komplettangebote offeriert, die herstellerspezifische Qualitätsmerkmale aufweisen, auf dem aktuellsten Stand der Technik sind, mit modernsten Fertigungsverfahren und -technologien gefertigt werden und darüber hinaus auch Finanzierungs- und Dienstleistungen umfassen.

Die Bauwirtschaft ist im Begriff, diesen Weg zur Industrialisierung ebenfalls einzuschlagen, und es wird für die Zukunft der Unternehmen von entscheidender Bedeutung sein, die jeweiligen Erfolgspotentiale zu identifizieren und diese ohne Berührungsängste gegenüber neuen Entwicklungen zu nutzen

Literatur

[1] Hofmann, E.: Industrielles Bauen – Neue Wege für innovative KMU. Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, Zürich, 1999.
[2] *Bock, T.*: Möglichkeiten und Beispiele für Robotereinsätze im Bauwesen. In: VDI-Berichte Nr. 800/1990, VDI (Verein Deutscher Ingenieure), Düsseldorf, 1990.
[3] Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt: Robotereinsatz in der Bauwirtschaft. Frankfurt, 1995
[4] *Rembold, U.; Nnaji, B.O.; Storr, A.*: Computer Integrated Manufacturing and Engineering. Addison-Wesley, Reading/Maß., 1993.
[5] *Schraft, R.; Volz, H.*: Serviceroboter. Springer Verlag, Berlin, 1996.
[6] *Schulte, M.; Girmscheid, G.*: Marktorientierte Lösungsansätze für Bauunter-nehmen. Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, Zürich, 1998.
[7] *Girmscheid, G.*: Neue unternehmerische Strategien in der Bauwirtschaft – Systemanbieterwettbewerb und virtuelle Unternehmen. Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, Zürich, 1997.
[8] *Borner, R.*: Effiziente Kooperationen innerhalb von Gesamtleistungsanbieterstrukturen durch EDM. Diplomarbeit am Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, Zürich, 1999.
[9] Bauen nach Smart. Hrsg.: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA), Zürich; Schweizerischer Baumeisterverband (SBV), Zürich. Birkhäuser Verlag, Berlin, 1998.
[10] *Blecken, U.; Schriek, T.*: Konzepte für neue Wettbewerbs- und Vertragsformen in der Bauwirtschaft. In: Bautechnik 77 (2000) Heft 2, S. 119–130.
[11] *Girmscheid G.*: Forschungsprojekte im Bereich Baubetriebswissenschaften und Bauverfahrenstechnik. Jahresbericht 1999, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH Zürich, Zürich, 2000.