

Zur wirtschaftlichen Wertschöpfungskette von Carbonbeton – Am Beispiel der Doppelwand Halbfertigteilbauweise

*The economic value chain of carbon reinforced concrete –
Using the example of semi precast element construction*

Von der
Fakultät Bauingenieurwesen
der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte

Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-Wirtsch.-Ing. [FH] Matthias Tietze, M. A.
geboren am 21. Juni 1978 in Oschatz

Gutachter
Univ.- Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Manfred Curbach
Prof. Dr. habil. Nizar Abdelkafi
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jens Otto

Eingereicht am 21. Juni 2024
Verteidigt am 03. September 2024

Kurzfassung

Das Bauwesen hat sich seit dem Bau der ersten antiken Großbauwerke in seiner Arbeitsteilung und Produktivität nur wenig entwickelt. Seit etwa 1940 wird diese Entwicklung über alle Industriebereiche dokumentiert. Das Bauwesen liegt mit 6 % Produktivitätssteigerung über die vergangenen 80 Jahre weit abgeschlagen hinter Automotive mit 760 % und der Landwirtschaft mit 1.512 %. Eine hocheffiziente Bauproduktion ist aber die Grundlage und notwendig, um die drängendsten Probleme unserer Zeit zu bewältigen, um klimagerecht, ressourcenschonend und wirtschaftlich zu bauen. Um dies zu erreichen, müssen neue ressourceneffiziente Bauweisen und schlanke Produktionsverfahren genutzt werden, die den neuen Anforderungen gerecht werden und unbelastet von eingefahrenen Vorurteilen sind, um ihr Potenzial zu entfalten. Dabei kann von anderen Industrien gelernt und die Übertragung von Lean Management zu Lean Construction forciert werden, um vielversprechende Bauweisen wie den Carbonbeton als neue Technologie mit neuen Methoden zu etablieren und wichtige Impulse zu geben. Eben nach dieser Analogie soll in dieser Arbeit auch von anderen Bereichen gelernt, Methoden übertragen und für das Bauwesen transformiert werden.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema der wirtschaftlichen Wertschöpfungskette von Carbonbeton. Dabei wird nach einer kurzen Einführung zur Carbonbetonbauweise eine wirtschaftswissenschaftliche Sichtweise eingenommen. Es werden Instrumente der Wettbewerbsanalyse und Marktforschung, im Besonderen die multivariate Verbundmessung eingeführt und im Weiteren für Analysen der Strukturen im Bauwesen nutzbar gemacht. Dabei werden zwei Seiten betrachtet: einmal die Anwenderseite und deren Anforderungen sowie der daraus hervorgehende Nutzen von bestimmten Eigenschaften. Hierfür wird mittels Experteninterviews eine qualitative Erhebung von Daten als Grundlage für die Erstellung eines Fragebogens zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaft durchgeführt. Daraus werden für ausgewählte Anwendungen im Rahmen einer angepassten Verbundmessung die Nutzenwerte z.B. für eine Wandkonstruktion ermittelt. Die Nutzenwerte werden in ein digitales Werkzeug überführt, mit dem es möglich ist, auch weitere Baukonstruktionen im Hinblick auf die Anwenderanforderungen und Nutzenwerte der befragten Zielgruppen zu entwerfen.

Aus diesem Ergebnis wurden für die ausgewählte Wandkonstruktion die Zielkosten für jeden Herstellschritt der Wertschöpfungskette ermittelt. Im Weiteren wurden die einzelnen Herstellschritte und die vom Anwender geforderten Eigenschaften miteinander verknüpft. Durch diese Verknüpfung konnte nun die Wertschöpfungskette für ein Carbonbeton-Wandbauteil nach den geforderten Anwendereigenschaften optimiert und angepasst werden. Im Ergebnis wird eine konkurrenzfähige Wertschöpfungskette Carbonbeton nachgewiesen und

ein Kostenvergleich zur Stahlbetonvariante geführt. Es wird eine Prognose für das Marktpotenzial im Anwendungsbereich der automatisierten Halbfertigteilproduktion von Carbonbetonbauteilen erstellt.

Abstract

The construction industry has developed little in terms of its division of labor and productivity since the construction of the first large-scale ancient buildings. Since about 1940, this development has been documented across all industrial sectors. Construction, with 6 % productivity growth over the past 80 years, lags far behind automotive at 760 % and agriculture at 1,512 %. However, highly efficient construction production is the basis and necessary to tackle the most pressing problems of our time and to build in a resource-efficient and economical way. To achieve this, new resource-efficient construction methods and lean production processes that meet the new requirements and are unencumbered by entrenched prejudices must be used to unleash their potential.

In the process, lessons can be learned from other industries and the transfer from lean management to lean construction. In order to establish promising construction methods like carbon concrete as a new technology with new methods to give important impulses. Just according to this analogy, this work is also to learn from other areas, transfer methods and transform them for the construction industry.

This work deals with the topic of the economic value chain of carbon concrete. In doing so, after a brief introduction to carbon concrete construction, an economic perspective is taken. Instruments of competitive analysis and market research, in particular multivariate composite measurement, will be introduced and subsequently made usable for analyses of structures in the construction industry. Two sides are considered, once the user side and their requirements as well as the resulting use of certain characteristics. For this purpose, a qualitative collection of data is carried out by means of expert interviews as a basis for the creation of a questionnaire to determine the willingness to pay.

From this, the utility values, e. g. for a wall construction, were determined for selected applications within the framework of an adapted composite measurement. The results were then transferred to a digital tool that can be used to design other building constructions with regard to the user requirements and utility values of the target groups surveyed. From this result, the target costs for each manufacturing step of the value chain were determined for the selected wall construction. The individual manufacturing steps and the properties required by the user were then linked together. Through this linkage, the

value chain for a carbon concrete wall component could now be optimized and adapted according to the required user properties. As a result, a competitive carbon concrete value chain is demonstrated and a cost comparison with the reinforced concrete variant is made. It also provides a forecast for the market potential in the application area of automated semi-finished production of carbon reinforced concrete components.