

# Bauproduktionstheorie – Strukturrahmen

G. Girmscheid

**Zusammenfassung** Die Baubetriebswissenschaft hat sich im deutschsprachigen Raum hauptsächlich mit praktischen Problemen des Baubetriebs auseinandergesetzt. Ziel der meisten bisherigen Forschungsarbeiten war es, die Bauproduktion störungsfreier zu machen oder Störungen in einer Art-Ursache-Wirkungs-Beziehung darzustellen. Andere Arbeiten haben ihren Platz im Projekt- und Facility Management.

Aus wissenschaftstheoretischer Sicht fehlt besonders im Bauproduktionsbereich ein theoretischer Strukturrahmen, der die Gestaltungsfelder aufzeigt, an denen sich Dissertationen und andere hochstehende Forschungsarbeiten ausrichten.

Im Rahmen der internationalen Forschungsplattform CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) hat man unter Forschern diesen Mangel erkannt und ist auf der Suche nach Lösungen. Im Kreis der internationalen Construction-Management-Professoren vertritt man die Meinung, dass eine Wissenschaft ohne leitende Theorie oder Theorien keine Wissenschaft ist. Nur wenn man ein tragfähiges theoretisches Netz hat, kann man auch die Welt darin einfangen und gestalten.

Dieser Beitrag ist ein Versuch, einen theoretischen Strukturrahmen für die Bauproduktion aufzuspannen, der als Grundlage für weitere Forschung dienen soll. Dieser theoretische Strukturrahmen soll so allgemein und gleichzeitig ergiebig sein, dass er breit und robust genug ist, die wissenschaftlichen Fragestellungen der Bauproduktion einzufangen.

Das Konzept der vom Verfasser entwickelten aktionalen Bauproduktionstheorie wird in drei Veröffentlichungen vorgestellt. Dieser Beitrag konzeptionalisiert in konsistenter, holistischer Form die phänomenologischen Hypothesen für eine aktionale Bauproduktionstheorie auf Basis eines wissenschaftlichen Theorieverständnisses. In einem zweiten Beitrag werden die phänomenologischen Hypothesen in eine aktional, generisch-mathematisch formulierte Bauproduktionstheorie überführt, und in einem dritten Beitrag wird diese mittels explikativer Handlungsempfehlungen für die Umsetzung in die Praxis getestet.

## Construction Production Theory – Framework structure

**Abstract** In German-speaking regions, construction management has to date focused primarily on the practical problems associated with construction. Most of the research work to date has aimed at making construction production less susceptible to problems or to represent problems as a type-cause-and-effect relationship. Other research has been domiciled in the fields of project and facility management.

From the perspective of scientific theory, construction production, in particular, is lacking a theoretical framework structure to reveal the scope for areas on which dissertations and other post-graduate research should focus.

Researchers associated with the international CIB research platform (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) have identified this flaw and are striving for solutions. The opinion among international construction management professors is that a science without a guiding theory or theories is not a science at all. A strong, theoretical framework is essential to capture and shape the world within it.

This paper attempts to define a theoretical framework structure for construction production that could serve as the basis for further research. This theoretical framework structure needs to be general and at the same time substantial to ensure that it is broad and strong enough to capture the scientific issues facing construction production.

The concept of the construction production theory developed by the author will be presented in three publications. This paper consistently and holistically conceptualizes the phenomenological hypotheses for a construction production theory based on an understanding of scientific theory. A second paper will transfer the phenomenological hypotheses into a generic-mathematically formulated construction production theory, while a third paper will use explicative recommendations for action to test the latter for practical implementation.

## 1 Einleitung

Der Leser mag sich fragen, wozu man eine Bauproduktionstheorie oder einen theoretisch-denklogischen Überbau für das Bauen braucht. Die Realität auf den Baustellen zeigt, wie unsystematisch, teilweise unkoordiniert die Bauproduktion ausgeführt wird, verbunden mit nicht wertschöpfenden Aktivitäten. Untersuchungen zeigen, dass auf Baustellen außer durch suboptimale Bauverfahren, Geräte oder Bauhilfsmaterialien [1] ca. 22 % der Arbeitszeit aufgrund von ungenügend geplanten logistischen Abläufen verloren gehen [2]. Dazu kommt, dass in vielen Fällen traditionelle Bauverfahren eingesetzt werden („Das haben wir immer schon so gemacht!“), ohne dass eine systematische Verfahrensselektion und Produktionsplanung zur Identifizierung des optimalen Bauproduktionsverfahrens (top down) stattfindet. Zudem findet nur auf wenigen Großbaustellen ein systematischer, kontinuierlicher Verbesserungsprozess von unten statt (bottom up).

### Prof. Dr.-Ing. Gerhard Girmscheid

M.ASCE, John O. Bickel Award 2004 und 2005  
Professor für Bauprozess- und Bauunternehmensmanagement  
Vorsteher Institut für Bauplanung und Baubetrieb  
ETH Zürich  
CH – 8093 Zürich  
girmscheid@ibb.baug.ethz.ch  
Tel. (+41) 44 633 3787  
Fax (+41) 44 633 1088

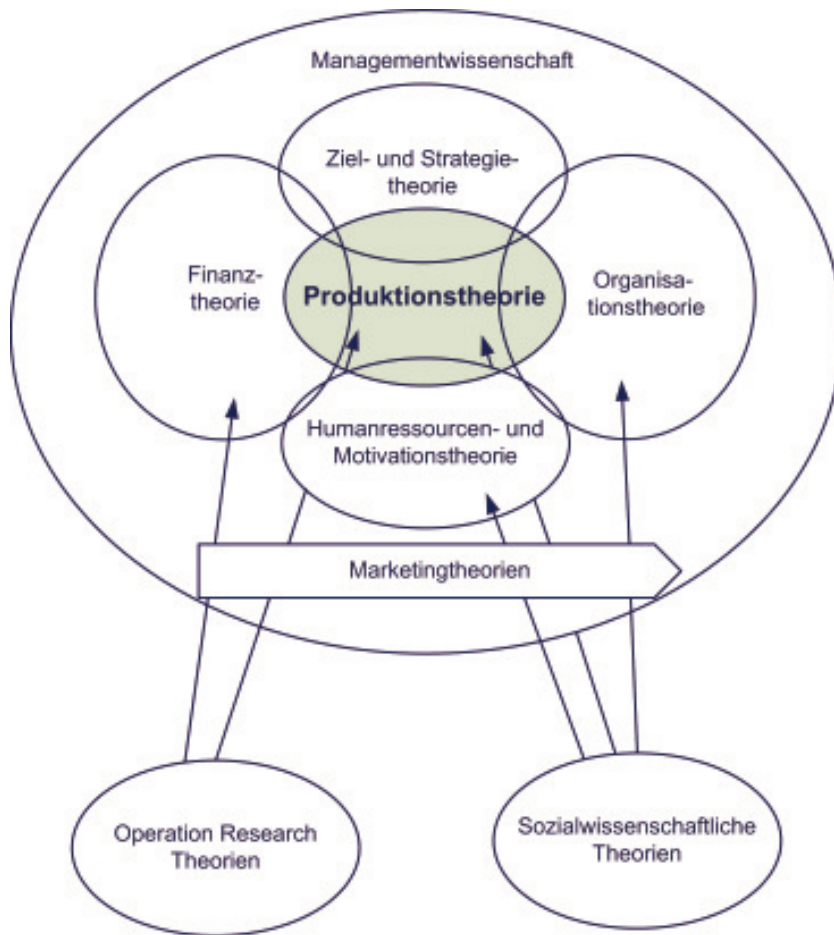


Bild 1. Bauproduktionstheorie als Teil der Managementwissenschaften  
 Fig. 1. Construction Production Theory as Part of Management Sciences

Nur wenn man klare theoretische Ziele hat, hat man eine Vorstellung, wohin man muss und welche Hebel man benutzen muss, um zur Zielerreichung zu steuern. Eine wichtige Erkenntnis der Wissenschaftsphilosophie – ob Empirismus oder Positivismus bzw. kritischer Rationalismus – ist es, dass nur eine Theorie in der Welt der vielen unübersichtlichen Einzelteile ein klares Verständnis und Ordnungsschema vermittelt [3].

In der Bauwirtschaft ist dieser theoretische Überbau nicht vorhanden. Daher ist es für die Forschung wie für die Praxis zur systemorientierten Weiterentwicklung der Bauproduktion notwendig, einen strukturierten, zielgebenden, axiomatischen Überbau zu geben, um eine Leitorientierung zum konstruktivistischen Gestalten von Bauproduktionsprozessen zu haben.

**2 Stand der Forschung**

In den Betriebswissenschaften gibt es produktionstheoretische Ansätze. Die Ansätze bauen konstruktivistisch auf dem Produktionsmodell auf, das die Produktivitätsbeziehung zwischen Produktionsfaktoreinsatz und Produktoutput in mathematischer Beziehungsrelation darstellt [4].

Die Produktionsplanung [5] wird in der Betriebswirtschaft weitgehend als „Fabrikplanung“, d.h. Programmplanung für ein Produkt oder eine Plattform an Produkten und langfristige stationäre Produktionsausrichtung, verstanden. Zu ihr gehören Produktionsprogramm-, Produktionsfaktor- und Produktionsprozessplanung. Die Produktionssteuerung legt

die Vorgaben fest und verfolgt und korrigiert die Zielerreichung. Die Produktionsplanungs- und steuerungssysteme (PPS) basieren auf produktionstheoretischen Ansätzen [6].

Zudem haben lokale Praxisansätze wie Lean Production [7], [8] dazu geführt, den Produktionsprozess nicht nur top down, sondern interaktiv in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess durch Einbezug der ausführenden, operativen Teams (bottom up) zu planen.

Diese Ansätze und theoretischen Strukturrahmen gelten für die stationäre Industrie mit stationären Bearbeitungszentren und im Wesentlichen für industrielle Fließproduktion mit langfristigem Charakter.

Die Bauproduktion ist in den meisten Fällen (bis auf die Vorproduktion von Fertigteilen) durch die projektspezifische Produktion der Bauwerke am Ort der Nutzung geprägt. Daher ist die Bauproduktion aufgrund vertraglicher, umweltspezifischer und gestalterischer, konstruktiver Anforderungen projektspezifisch jedes Mal neu zu planen. Sicherlich gibt es bei den Baufirmen in den strategischen Geschäftsfeldern (SGF), z. B. Bürogebäude, Wohnüberbauungen, Tunnelbau, Hochhausbau etc., Systematisierungspotenzial. Ansätze einer hauspezifischen theoriegestützten Bauproduktionsplanung auf Basis der kybernetischen Organisation, Planung und Führung gehen auf Grote [9], [10] zurück. Diese haben nur lokalen Eingang in die praktische bzw.

akademische Bauwelt gefunden, aber nicht etwa wegen ihrer Unbrauchbarkeit. Der wissenschaftliche Ansatz der Kybernetik ist heute in der baubetriebswissenschaftlichen Forschung unumstößlich [11]. In der Praxis haben sich, trotz des nicht vorhandenen Theorierahmens, in den großen Unternehmen so genannte lokale Theorien gebildet. Das beginnt mit der Bauverfahrensauswahl, die oft intuitiv ohne systematische Selektion aus Erfahrung erfolgt. Darauf aufbauend wird bei Großprojekten ein Gesamtproduktionskonzept mit Termin- und Ressourcenplan (Netzplantechnik) entwickelt. In den meisten Fällen erfolgt bei Großprojekten wöchentlich eine Besprechung mit der operativen Ebene über den Fortschritt der Produktion gegenüber der Basisproduktionsplanung (Netzplan) und zur Detaillierung der Basisproduktionsplanung mit der Festlegung des Arbeitsplans und der Arbeitsorganisation für die kommenden Wochen. Zudem wird bei Abweichungen eine Korrekturplanung über die nächsten vier bis sechs Wochen vorgenommen. Dieses praktische Vorgehen wurde von Ballard [12] wissenschaftlich eingefangen und durch den KVP-Ansatz (kontinuierlicher Verbesserungsprozess) des Lean Production ergänzt; dieses Vorgehen wird auch als „Last Planner“ bezeichnet. Generell hat der Lean-Production-Ansatz seinen Eingang in die Baubetriebswissenschaften gefunden. Um die spezifischen mobilen Bauproduktionsbedingungen einzufangen, hat sich die Disziplin des Lean Construction [12], [13] herausgebildet. Halpin und Riggs [14] haben zur Planung von zyklischen sowie nichtzyklischen Bauaufgaben ein Planungsmodell, das CYCLONE-Modell, entwickelt, das auf systematisch-analyti-

schers Basis die Teilprozesse und ihre Abläufe analysiert. Dieses Modell verfeinert die Prozessaktivitäten, die sich im Netzplan befinden, in Arbeitsvorgänge und deren Abhängigkeiten in der Produktionsorganisation. Zur Ermittlung der Leistungen der Teilprozesse und Arbeitsabläufe für Arbeitsteams und Baugeräte für ein solches CYCLONE-Modell, das im Rahmen einer „bottom up“-Bauproduktionsplanung zur Verfeinerung des Netzplans herangezogen werden kann, können die Leistungsanalysemodelle von Girmscheid [15] zugrunde gelegt werden. Das CYCLONE-Modell zur systematischen Arbeitsplanung hat allerdings im deutschsprachigen Raum trotz des Potenzials zur Erzielung eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses kaum Eingang gefunden. Ferner hat sich Koskela [16] intensiv mit einer TFV-Produktionstheorie (Transformation-Flow-Value) auseinandergesetzt und wesentlichen Impetus in die Notwendigkeit zur Gestaltung von Theorien in die Baubetriebswissenschaften gebracht. Winch [17] hat die verschiedenen Aspekte Koskelas in Bezug auf den heutigen Stand des Projektmanagements beleuchtet. Ziel der hier dargestellten konstruktivistischen aktionalen Bauproduktionstheorie (BPT) ist es,

- Ziele für die Produktionsplanung klar zu definieren,
  - die Bedingungen für den informationsgetriebenen, technologischen Transformationsprozess aufzuzeigen und
  - die Interaktion und Abhängigkeiten von Produktionsmittelfunktion, Prozessfunktion, Leistungsfunktion auf die Kosten-Nutzen-Funktion der Wertschöpfung darzustellen.
- Zudem dient die BPT zur theoretischen Begründung für die Anforderungen an die Bauproduktionsplanung und Bauproduktionssteuerung.

### 3 Entwurf einer Bauproduktionstheorie

#### 3.1 Wissenschaftsverständnis

Die Bauproduktionstheorie ist ein Schlüsselement der baubetrieblichen Managementwissenschaften (Bild 1). Die Managementwissenschaften bzw. die Baubetriebswissenschaften interpretieren und gestalten die sozio-technische Umwelt. Im Ordnungsschema der Wissenschaftstheorie in der philosophischen Richtung des kritischen Rationalismus nach Popper [18] kann die Wirklichkeit, in der wir leben, in drei Welten abgebildet werden (Bild 2). Somit kann man die Baubetriebswissenschaften bzw. Bauproduktionswissenschaften in die „3. Welt“ der Wirklichkeit, der „Erzeugnisse des menschlichen Geistes“ einordnen [11]. Somit unterliegen die verwendeten wissenschaftlichen Ansätze



Bild 2. Weltbild der Wissenschaftstheorie  
Fig. 2. World view of the philosophy of science

nicht dem nomothetischen, sondern dem hermeneutischen Forschungsparadigma (erklärend, gestaltend). Dies beruht auf einer Ziel-Mittel-Beziehung mit deduktiven, phänomenologischen oder aktionalen Hypothesen und Theorien, die konstruktivistisch mittels aktionalen Gestaltungsmodellen oder phänomenologischen Erklärungsmodellen entwickelt werden. Die phänomenologischen und aktionalen Hypothesen werden mittels Triangulation [19] als raum-zeitlich gültige Theorien validiert und reliabilitätiert. Im Vordergrund dieser Güteprüfung steht das Realisierbarkeitskriterium der praktisch-normativen, phänomenologischen bzw. aktionalen Hypothesen bzw. Theorien in ihrer raum-zeitlichen Gültigkeit.

Zur Bildung einer phänomenologischen bzw. aktionalen Theorie der Bauproduktion als Teil der 3. Welt [18] soll der Begriff der Theorie im Sinn des kritischen Rationalismus geklärt werden.

- Theorie ist eine Bezeichnung für ein System von wissenschaftlichen Aussagen über eine hypothetische gesetzmäßige oder phänomenologische Ordnung als auch über einzelne empirische Befunde eines bestimmten (realen oder postulierten / idealen) Erkenntnis- bzw. Objektbereichs [20].

Ferner ist nach Popper [3] die Theorie das Netz, das wir auswerfen, um „die Welt“, in unserem Fall die phänomenologischen und aktionalen Gestaltungsaxiome der Bauproduktionstheorie, einzufangen.

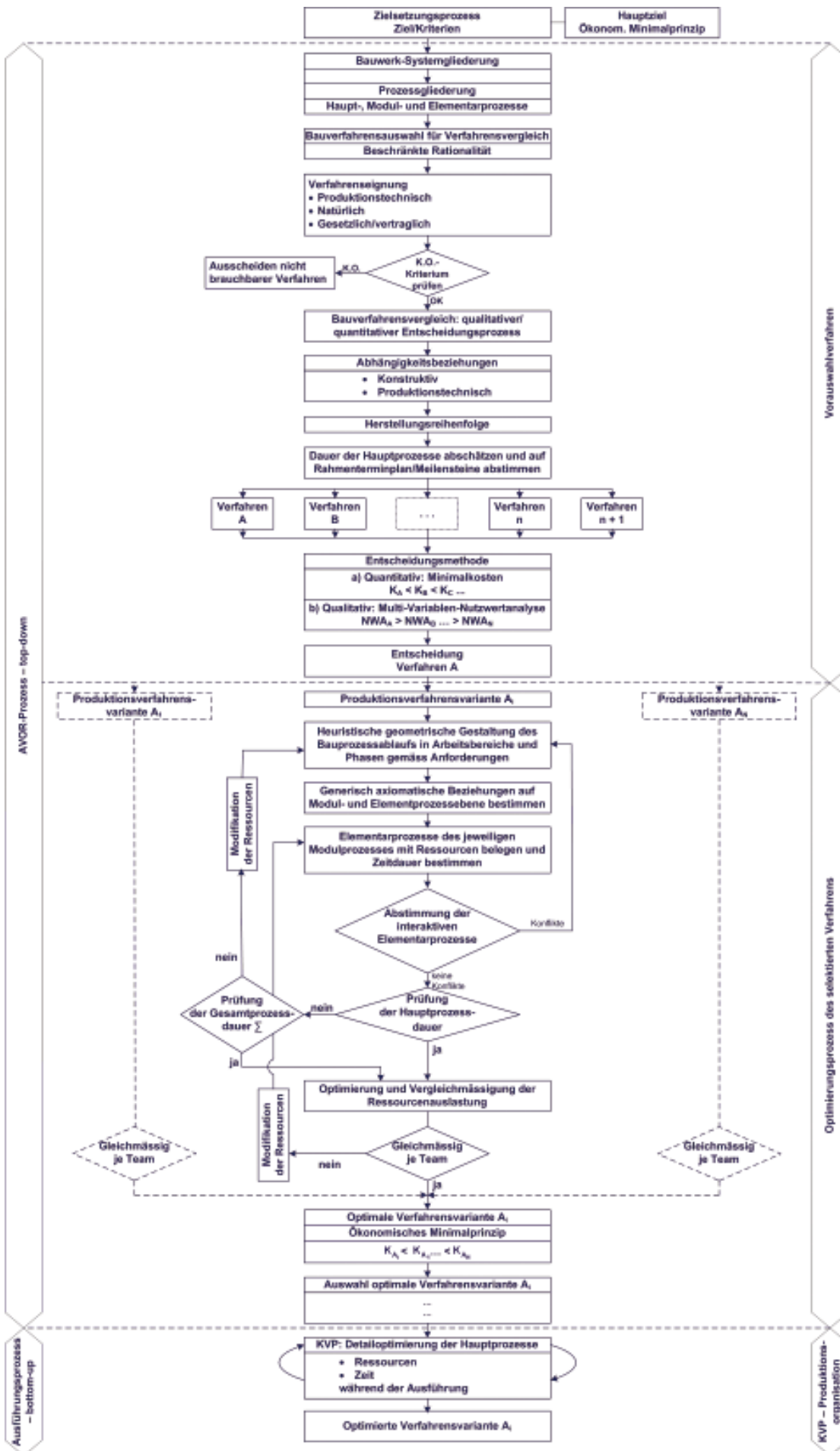


Bild 3. AVOR-Planungsprozess der Bauproduktion  
Fig. 3. Planning process of Construction Production

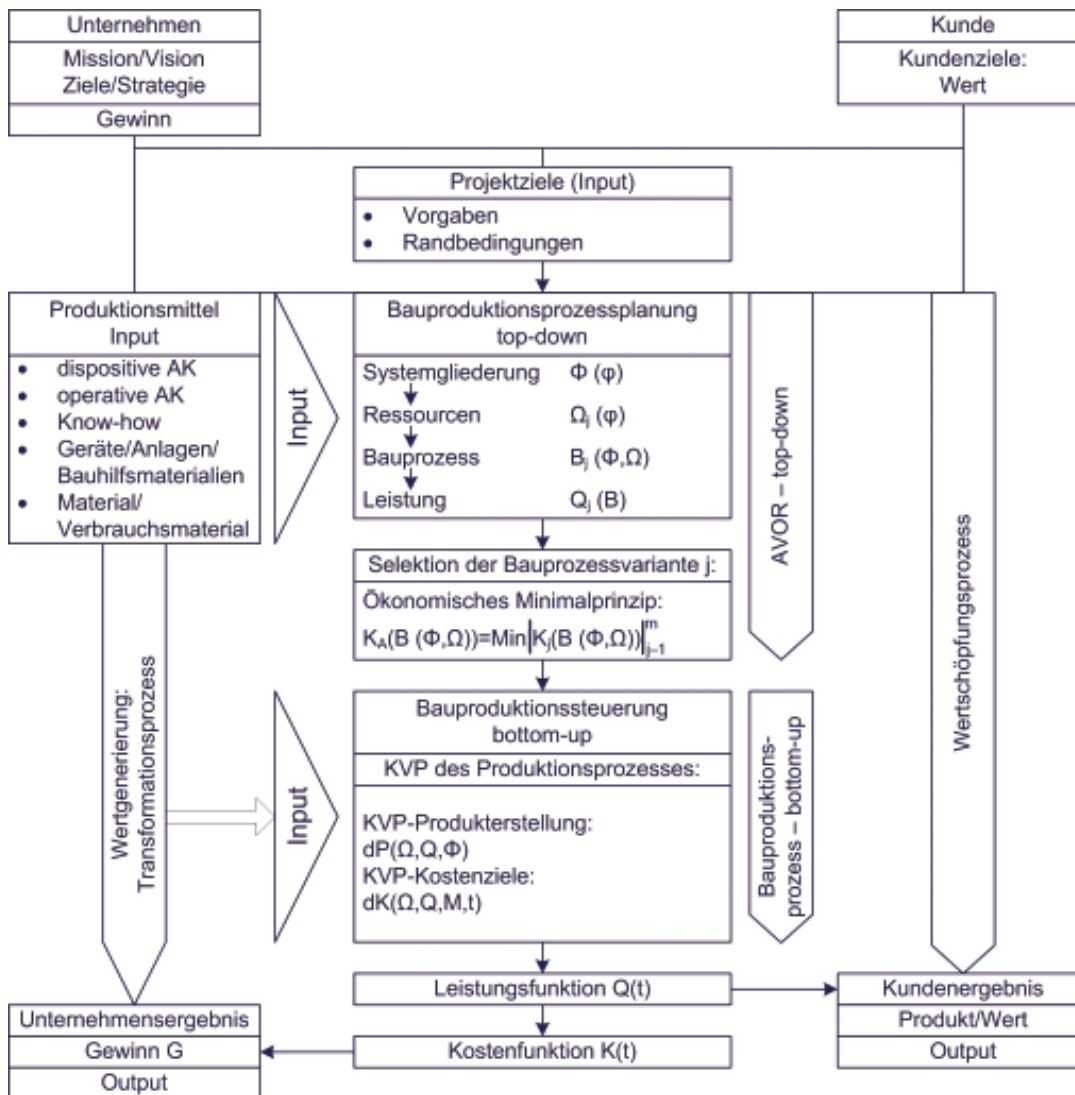


Bild 4. Strukturrahmen der Bauproduktionsplanung und steuerung  
 Fig. 4. Framework structure of Construction Production Planning and Steering

Theorien werden durch empirische allgemeine Sätze gebildet, die bei nomothetischen Ansätzen der 1. Welt der physikalischen Gegenstände falsifizierbar und bei hermeneutischen Ansätzen der 3. Welt der Erzeugnisse des menschlichen Geistes (sozio-technische Umwelt) validierbar und reliabilitierbar sind. Diese allgemeinen Sätze sollten die Form von Axiomen bzw. Hypothesen haben:

- Sie müssen widerspruchsfrei sein, damit nicht jede(r) beliebige Aussage / Satz ableitbar ist.
- Sie müssen unabhängig voneinander sein.
- Sie müssen hinreichend und notwendig sein für das Gebiet und sollten keine überflüssigen Bestandteile besitzen.
- Sie müssen falsifizierbar bzw. validierbar und reliabilitierbar sein.

Allgemeine empirische Sätze haben immer den Charakter von Hypothesen. Diese können falsifiziert bzw. validiert und reliabilitiert werden. Sie bilden ein hypothetisch-deduktives System.

Eine Theorie ist falsifizierbar bzw. validierbar und reliabilitierbar, wenn die Klasse ihrer Falsifikations- bzw. Validierbarkeits- und Reliabilitierbarkeitmöglichkeiten nicht leer ist.

Eine Theorie ist „bewährt“, so lange sie die Falsifizierbarkeits- bzw. Validierbarkeits- und Reliabilitierbarkeitsprüfung besteht. Diese Bewährungsprobe der Theorie besteht darin, dass sie mit den anerkannten Basissätzen vereinbar und überdies eine Teilklasse dieser Basissätze aus der Theorie und den anderen anerkannten Basissätzen ableitbar ist [3]. Popper definiert eine Theorie wie folgt [3]:

Eine Theorie T heißt „d-dimensional in Bezug auf das Anwendungsfeld  $F^c$  [dann und nur dann], wenn zwischen ihr und dem Feld F die folgende Beziehung besteht: Es gibt eine Zahl d von der Art, dass

- die Theorie mit keinem d-Tupel (n-geordnete Elemente) des Feldes in Widerspruch steht,
- jedes vorgegebene d-Tupel gemeinsam mit der Theorie alle übrigen relativ atomaren Sätze des Feldes eindeutig in zwei unendliche Teilklassen A und B zerlegt, die folgende Eigenschaften haben:
  - Jeder Satz der Klasse A bildet, mit dem vorgegebenen d-Tupel konjugiert, ein „falsifizierendes bzw. ein nicht validierendes und reliabilitierendes d + 1-Tupel“, d.h. eine *Falsifikationsmöglichkeit bzw. eine nicht Validierbarkeits- und Reliabilitierbarkeitmöglichkeit der Theorie*. [Das heißt, dass das falsifizie-

rende bzw. nicht validierende und reliabilitierende  $d + 1$ -Tupel der Theorie widerspricht.]

- (B) Die Klasse B ist ihrerseits Summe von (mindestens einer und höchstens) endlich vielen unendlichen Teilklassen  $[B_i]$  von der Art, dass die Konjunktion von beliebig vielen Sätzen jeder einzelnen unter diesen Klassen  $[B_i]$  zu dem vorgegebenen  $d$ -Tupel *und* zu der Theorie gleichzeitig widerspruchsfrei konjugiert werden kann.

Die Theorie bestimmt, welche allgemeinen Sätze (z. B. Hypothesen) „relativ atomar“ sind, durch ihr Anwendungsfeld (kleinste widerspruchsfreie, unabhängige Aussage). In der Baubetriebswissenschaft sind diese Sätze entweder kausale, phänomenologische oder aktionale Hypothesen mit intendierter Wirkung.

### 3.2 Bauproduktionstheorie

Das Ziel der Bauproduktion ist es, einen definierten (bestellten) Nutzen / Wert für den Bauherrn zu generieren. Dieser Nutzen muss durch die Wahl der richtigen Produktionsmittel vom Input von Ideen, Material, Geräten, Prozessen etc. zum Output der erwarteten Leistung bzw. Produkt transformiert werden. Dazu ist es erforderlich, technologische Prozesse mit entsprechenden Leistungen zu gestalten, um zielorientiert die entsprechenden Produkte zu erstellen. Dabei müssen Produktionsmittel, Produktionsprozesse und Leistungen so konzipiert werden, dass aus den möglichen Variantenkombinationen das Kostenminimum (ökonomisches Minimalprinzip) erzielt wird. Zudem muss zwischen Wertschöpfung und Wertverzehr im wettbewerbsgetriebenen Markt ein ausreichender Gewinn erzielt werden. Diese Ziele sollen zu einer holistischen, konsistenten, phänomenologisch begründeten aktionalen Bauproduktionstheorie konzeptionalisiert werden.

Zur Formierung einer holistischen Bauproduktionstheorie werden diese Zielsetzungen in neun widerspruchsfreie, unabhängige, hinreichende und notwendige phänomenologische Hypothesen bzw. Axiome zusammengefasst, die den kybernetisch-systemtheoretischen Strukturrahmen bilden, der falsifizierbar bzw. validierbar und reliabilitierbar ist.

Phänomenologische Hypothesen bzw. Axiome für eine aktionale Bauproduktionstheorie:

1. **Hypothese:** Ziel der Bauproduktion ist es, einen intendierten Wert für den Kunden zu erzielen.
2. **Hypothese:** Bauproduktion ist die Transformation des Inputs zum Output.
3. **Hypothese:** Technologische Produktionsprozesse sind die Mittel für die Transformation von Input zum Output und für die Wertgenerierung.
4. **Hypothese:** Wertgenerierung für den Produzenten ist die Differenz zwischen Kundenwert und Kosten des Inputs und der Produktion.
5. **Hypothese:** Wertschöpfung erfolgt in einem technologisch getriebenen Transformationsprozess unter Nutzung von Produktionsfaktoren vom Input von Ideen, Material etc. zum Output von Leistungen und Produkten.
6. **Hypothese:** Das ökonomische Minimalprinzip ist leitend für den Transformationsprozess, um einen intendierten Nutzen zu erzielen, und erfordert eine systematische Bauproduktionsplanung und einen systematischen Verbesserungsprozess.

7. **Hypothese:** Nicht wertschöpfende Aktivitäten und Verluste müssen durch Basisbauproduktionsplanung (top-down) und kontinuierlichen Verbesserungsprozess (bottom-up) der Organisation der Produktion minimalisiert bzw. eliminiert werden.

8. **Hypothese:** Die Produktionsplanung unterliegt einem zweidimensionalen Entscheidungsprozess:

- Sie baut auf vorhandenen Technologien und ihrer selektierten, projektspezifischen Anwendung aufgrund von technischen, vertraglichen und Umwelt-Bedingungsgrößen auf.
- Sie erfordert die Erfüllung des ökonomischen Minimalprinzips, da der intendierte Nutzen definiert ist.

9. **Hypothese:** Produktionsprozesssteuerung muss als kybernetischer Regelkreis (top-down und bottom-up) verstanden werden, bei dem ein oder mehrere Zielwerte erreicht werden sollen.

Dieser Entwurf (**Bild 3**) der Bauproduktionstheorie soll als Grundlage für

1. eine holistische, kybernetisch-systemorientierte Planung und Steuerung der Bauproduktion und
2. einen zielorientierten, theoretisch-axiomatischen Überbau und Gestaltungsrahmen für Forschungsanstrengungen in der Bauproduktion dienen.

### 4 Validierung und Reliabilitierung der Bauproduktionstheorie – Ziel-Mittel-Beziehung

Zur Konsistenzprüfung und theoretischen Realisierbarkeitsprüfung der intendierten Ziel-Mittel-Beziehung der phänomenologischen Hypothesen bzw. Axiome der aktionalen Bauproduktionstheorie wird eine generisch-mathematische Formulierung gewählt. Zur mathematischen Formulierung des kybernetisch-systemischen Strukturrahmens (**Bild 4**) werden folgende funktionale Ansätze gewählt:

- Die Produktionsmittelfunktion enthält
  - *Potenzialfaktoren mit*
    - a. Arbeitskräften für dispositive und projektbezogene Arbeitsleistung
    - b. Produktionseinrichtungen – Geräte, Maschinen, Anlagen und Betriebsmittel / Bauhilfsmaterial
    - c. Know-how bezüglich Bauverfahren und Bauprozessen
  - *Verbrauchsfaktoren mit*
    - a. Baumaterial – Rohstoffe, Vorprodukte, beigestellte Objekte
    - b. Verbrauchsmaterial – Handwerkzeug, Energie etc.
  - *Informationen*
    - a. Leistungsbeschreibungen
    - b. Pläne
    - c. Terminvorgaben
- Die Prozessfunktion enthält
  - die Bauverfahren und deren konstruktivistische Abläufe
  - die Produktionsmittel der jeweiligen Bauverfahren
  - sowie die Leistungsansätze für Arbeitsteams, Baugeräte etc., mit Arbeitsleistung, Zeiteinheiten, Verbrauchswerten
- Die Leistungsfunktion verknüpft die Prozessfunktion der Bauverfahren mit der konjugierten Produktionsmittelfunktion und den Basisleistungsansätzen zu Prozessen mit den jeweiligen Aktivitätszeiten sowie Gesamtverbrauchs-

werten für die Potenzialfaktoren mit Gesamtarbeitsstunden, Geräteeinsatzzeiten, Verbrauch sowie Gesamtaktivitätsdauer.

- Die Kostenfunktion verknüpft die Leistungsfunktion mit den Kostenansätzen für den Einheits-Produktionsmittelverzehr zur Überprüfung des intendierten Kostenminimalprinzips [21].

Dabei ist es erforderlich, im Modell folgende kybernetische Entscheidungsstufen einzubauen:

- K.O.-Kriterium bei der Auswahl potenzieller Bauverfahren in Bezug auf produktionstechnische, natürliche sowie gesetzliche / vertragliche Verfahrenseignung
- K.O.-Kriterium bezüglich Nichteinhaltung der vertraglich vorgegebenen Hauptprozessdauer in Bezug auf Bauverfahren, Produktionsmitteleinsatz und Leistung
- Minimalkosten des Gesamtproduktionsprozesses durch Anwendung des differentialen Minimalprinzips auf die Kostenfunktion der verfahrensgerechten Prozessvarianten

Die Bedingungsgrößen für die projektspezifische Bauproduktion ergeben sich durch

- definiertes unikates Produktionsergebnis  $Q_0 = \text{konst.}$
- Produktionsmitteleinsatz  $\Omega$ , der weitgehend variabel ist und normalerweise projektspezifisch optimal gewählt wird
- Produktionsmitteleinsatz, der bei Konzentration auf das eigene Unternehmen limitational mit teilweise suboptimalen Faktoren oder bei Nutzung des Marktangebots quasi unlimitational sein kann; somit gilt:

$$\Omega^{\text{Proj}} = \left\{ \Omega^{\text{Proj}} \mid \Omega^{\text{Proj}} \leq \Omega_{\text{vorh}}^{\text{Unter}} \text{ wenn } \Omega^{\text{Proj}} > \Omega_{\text{vorh}}^{\text{Unter}} \Rightarrow \Omega^{\text{Proj}} < (\Omega_{\text{vorh}}^{\text{Unter}} + \Omega^{\text{Sub}}) \right\}$$

Aufgrund der axiomatischen Forderungen der holistischen, aktionalen Bauproduktionstheorie muss das hermeneutische Konstrukt, das generisch-mathematisch strukturiert werden soll, in einem Prozess der

- top-down-Basisbauproduktionsplanung mit Zielvorgaben und prognostizierten Leistungsansätzen durch eine
- bottom-up organisierte Bauproduktionssteuerung, die mittels KVP (inkrementell) die Zielvorgaben nachsteuert und durch detaillierte, stetig verbesserte Abläufe gezielt zur Effizienzsteigerung beiträgt und gleichzeitig nicht wertschöpfende Aktivitäten reduziert und Verschwendung eliminiert, gegliedert werden.

## 5 Fazit

In diesem Beitrag wurden die grundlegenden phänomenologischen Hypothesen für eine Bauproduktionstheorie erfasst. Die Hypothesen erfassen in einer holistischen Betrachtung den Kunden sowie den Produzenten. Auf der einen Seite steht das Ergebnis für den Kunden im Vordergrund, das sich als Wert darstellt; auf der anderen Seite der Wertgenerierungsprozess des Unternehmens. Es wurden die technologischen Transformationsprozesse aufgezeigt, die die Wertgenerierung im Unternehmen ermöglichen. Zudem wird der Transformationsprozess generisch vom baulichen System über die Ressourcen der Produktionsmittel, Verbrauchsfaktoren und Informationen zum Produktionsprozess mit den Leistungs- und Kostenfunktionen in einer holistischen

Betrachtung verknüpft. Auf diesem Grundgerüst kann nun eine aktionale, generisch-mathematische Bauproduktionstheorie formuliert und getestet werden.

## Literatur

- [1] *Winch, G.; Carr, B.*: Benchmarking On-Site Productivity in France and the U.K.: A CALIBRE Approach. In: *Construction Management and Economics* (19), 2001, S. 577–590
- [2] *Boenert, L.; Blömeke, M.*: Logistikkonzepte im Schlüsselfertigbau zur Erhöhung der Kostenführerschaft. In: *Bauingenieur* (78), H. 06/2003
- [3] *Popper, K.*: *Logik der Forschung*. 10. Aufl., Mohr Verlag, Tübingen, 1994
- [4] *Kistner, K.-P.*: Produktionsfunktionen. In: *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. Teilband 2. 5. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1993, S. 3415
- [5] *Hoitsch, H.-J.*: Produktionsplanung. In: *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. Teilband 2. 5. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1993, S. 3449
- [6] *Zäpfel, G.*: Produktionsplanungs- und steuerungssysteme. In: *Handwörterbuch der Betriebswirtschaft*. Teilband 2. 5. Aufl., Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 1993, S. 3467
- [7] *Womack, J.P.; Jones, D.; Roos, D.*: *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. Harper Perennial, New York, 1990
- [8] *McDuffie, J.P.; Helper, S.*: *Creating Lean Suppliers: Diffusing Lean Production Through the Supply Chain*. IMVP (International Motor Vehicle Program) Working Paper, Cambridge, Ma., 1997
- [9] *Grote, H.*: *Kosten senken mit Kopf: Kybernetische Organisation, Planung und Führung*. Patzer Verlag, Berlin / Hannover, 2002
- [10] *Grote, H.*: *Die schlanke Baustelle: Mit Selbstorganisation im Wettbewerb gewinnen*. Patzer Verlag, Berlin / Hannover, 1996
- [11] *Girmscheid, G.*: *Forschungsmethodik in den Baubetriebswissenschaften*. Eigenverlag des IBB an der ETH Zürich, Zürich, 2004
- [12] *Ballard, H.G.*: *The Last Planner System of Production Control*. Dissertation. School of Civil Engineering, The University of Birmingham, Birmingham, 2000
- [13] *Gebauer, F.; Kirsch, J.*: *Lean Construction – Produktivitätssteigerung durch schlanke Bauprozesse*, *Bauingenieur* (81), H. 11/2006, S. 504–509
- [14] *Halpin, D.W.; Riggs, L.S.*: *Planning and Analysis of Construction Operations*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1992
- [15] *Girmscheid, G.*: *Leistungsermittlungshandbuch für Baumaschinen und Bauprozesse*. 3. überarb. Aufl., Springer Verlag, Berlin / Heidelberg, 2005
- [16] *Koskela, L.*: *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*. Dissertation. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000
- [17] *Winch, G.M.*: Towards a Theory of Construction as Production by Projects. In: *Building Research and Information* (34), H. 02/2006, S. 164–174
- [18] *Popper, K.*: *Auf der Suche nach einer besseren Welt*. Piper, München, 1984
- [19] *Yin, R.K.*: *Case Study Research: Design and Methods*. 2. Aufl., Sage Publications, London, 1994
- [20] *Der Brockhaus*. Bd. 5, S. 266. Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG, Mannheim, 1994
- [21] *Girmscheid, G.; Motzko, Ch.*: *Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen – Grundlagen, Methodik und Organisation*. Springer Verlag, Berlin / Heidelberg, 2007