

Hermann Bauer

Baubetrieb

Hermann Bauer

Baubetrieb

3., vollständig neu bearbeitete Auflage

Mit 502 Abbildungen und 59 Tabellen

 Springer

Professor Dr.-Ing. Hermann Bauer
Ostenallee 72
59063 Hamm

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN-10 3-540-32113-6 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-32113-2 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-10 3-540-56707-0 2. Aufl. (Bd. 1) Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-10 3-540-56708-9 2. Aufl. (Bd. 2) Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Gren- zen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechts-gesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1994, 2007

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Text und Abbildungen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Verlag und Autor können jedoch für eventuell verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuziehen.

Satz: Marianne Schillinger-Dietrich, Berlin

Herstellung: LE- \TeX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig

Einbandgestaltung: medionet AG, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem Papier 68/3100/YL – 5 4 3 2 1 0

*Katharina Kießling-Herold
gewidmet*

Vorwort

In der zweiten Auflage des Handbuchs habe ich vor zehn Jahren die Grundlagen rationeller maschineller Bauproduktion dargestellt. Die Produktionsplanung nach dieser Zielprojektion ergibt das vertragliche „Bau-Soll“ für die Errichtung eines Bauvorhabens.

Seither hat sich der Baumarkt einschneidend verändert. Eine gegenüber 1995 wesentlich geringere Nachfrage nach Bauleistungen und weitere Einflussfaktoren haben den Wettbewerb um Aufträge verschärft. Dazu fordern Auftraggeber kürzestmögliche Bauzeiten und verwenden häufig Vertragsformen, die den Bauunternehmungen erhebliche Risiken aufbürden.

In der vorliegenden dritten Auflage über den „Baubetrieb“ werden deshalb die Grundlagen und Voraussetzungen einer rationellen industriellen Baufertigung unter den aktuellen Rahmenbedingungen dargestellt. Dazu nenne ich die weiterentwickelten Baumaschinen und -geräte, und hier insbesondere die Betonschalungen, die über den Einheitspreisvertrag und die funktionale Leistungsbeschreibung nach der VOB hinausgehenden weiteren Vertragsformen sowie den Einsatz von General- und Nachunternehmern, wie er vor allem im schlüsselfertigen Hochbau üblich ist. Die maßgeblich durch Richterrecht geprägte Abwicklung externer Leistungsstörungen und die Übernahme weiterer, über die Bauproduktion hinausgehender Baudienstleistungen durch Großunternehmungen werden ebenfalls behandelt. Die einzelnen Abschnitte des Buches wurden durch Hinweise auf aktuelle Beispiele, das Literaturverzeichnis um neuere Werke ergänzt.

Nach wie vor ist das Buch als Einführung der Studierenden des Bauingenieurwesens und der Architektur in den Bereich der Bauausführung gedacht. Nach meinen Erfahrungen dürfte es darüber hinaus auch bei allen mit Planung, Ausschreibung, Ausführung und Kontrolle von Bauvorhaben befassten Baufachleuten Interesse finden. Gleiches gilt für die Auftraggeber (Bauherren), da sie von den Folgen gestörter Produktion – Bauzeitverlängerung und Mehrkosten – unmittelbar und nachhaltig betroffen sind. Im Übrigen wäre zu wünschen, dass sich auch Juristen (Richter und Anwälte) mit dieser Problematik beschäftigen. Sie sprechen bei Auseinandersetzungen über Ablaufstörungen und deren Folgen, wenn es zu keiner außergerichtlichen Einigung kommt, das letzte Wort.

Ich danke dem Springer-Verlag Berlin und hier besonders Herrn Dipl.-Ing. Thomas Lehnert für seine Anregungen, Unterstützung und Geduld.

Ganz besonders bedanke ich mich bei Frau Adelheid Funke und Herrn Dipl.-Ing. Karl Funke für das Einarbeiten der zahlreichen Ergänzungen und Aktualisierungen in das Manuskript. Beide haben an der Gestaltung aller drei Auflagen engagiert mitgewirkt und zum Gelingen beigetragen.

Und – last, but not least – danke ich meiner lieben Frau, Lotte Bauer-Kießling, dafür, dass sie mir die Arbeit an diesem Buch ermöglicht hat.

Hamm, im August 2006

Hermann Bauer

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass	1
	Literatur zu Kapitel 1	5
2	Aufgabe	7
3	Die Projektentwicklung im Bauwesen	10
3.1	Teilvorgänge bei der Planung und Herstellung eines Bauwerks	10
3.1.1	Schema der Projektentwicklung im Bauwesen	10
3.1.2	Erweiterte Darstellungen über Struktur und Reihenfolge der Teilvorgänge bei der Planung und Ausführung von Bau- vorhaben	20
3.2	Die Projektbeteiligten und ihre Aufgaben	25
3.2.1	Der Bauherr/Auftraggeber/Besteller	26
3.2.2	Planer, Fachingenieure, Gutachter	27
3.2.3	Unternehmer und Lieferanten	27
3.3	Projekttablauf	28
3.3.1	Organisationsformen	28
3.3.2	Terminplanung und -überwachung	32
3.3.3	Projektsteuerung	33
3.4	Die vertraglichen Regelungen zwischen den Projektbeteiligten	39
3.4.1	Vorbemerkungen	39
3.4.2	Die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) (Einheitspreis- und Pauschalvertrag)	39
3.4.3	Das AGB-Gesetz (Gesetz zur Regelung des Rechts der Allgemeinen Geschäftsbedingungen, AGBG)	46
3.4.4	Die weiteren Verdingungsordnungen VOL und VOF	47
3.4.5	Der GMP-Vertrag	48
3.5	Bauunternehmung und Bauproduktion im Projekttablauf	48
3.5.1	Die Bauunternehmung in der Projektorganisation	48
3.5.2	Einflüsse auf die Bauproduktion	49
3.5.3	Besonderheiten der Bauproduktion	51
3.5.4	Planungsbereiche der Bauunternehmung	53
3.5.5	Operationsfelder einer Bauunternehmung	55
3.5.6	Zusammenfassung	56
	Literatur zu Kapitel 3	57

4	Definitionen	57
4.1	Bauverfahren	57
4.2	Rationelle Fertigung	58
4.3	Automatisierung von Bauprozessen	58
	Literatur zu Kapitel 4.....	59
5	Bauverfahren im Erdbau	61
5.1	Baufaufgabe, Vorarbeiten, Begriffe	61
5.1.1	Die Bauaufgabe.....	61
5.1.2	Vorarbeiten	63
5.1.3	Begriffe.....	64
5.2	Teilvorgänge und Teilbetriebe	68
5.3	Verfahrenstechnik im Erdbau	69
5.3.1	Teilvorgänge T1 und T2, Lösen und Laden.....	69
5.3.2	Teilvorgang T3, Transport.....	104
5.3.3	Fahr- und Flachbagger (Teilvorgang T1 bis T4).....	126
5.3.4	Teilvorgang T4, Einbauen des Bodens (Kippe)	146
5.3.5	Teilvorgang T5, Bodenverdichtung.....	150
5.4	Bau- und produktionstechnische Kriterien rationeller Produktion	169
5.4.1	Stand der Produktionstechnik im Erdbau	169
5.4.2	Voraussetzungen rationeller Produktion	170
5.4.3	Kenngrößen	172
	Literatur zu Kapitel 5.....	175
6	Bauverfahren im Beton- und Stahlbetonbau	171
6.1	Der Baustoff Beton.....	171
6.1.1	Begriffe und Definitionen	171
6.1.2	Baubetriebliche Einflussfaktoren auf Betoneigenschaften....	178
6.2	Teilvorgänge und Teilbetriebe im Betonbau	179
6.3	Vorgangsguppe T3 – Betoneinbau.....	180
6.3.1	Betonherstellung (Teilvorgang T31).....	181
6.3.2	Betonverarbeitung (Teilvorgang T32).....	200
6.3.3	Maschinen und Geräte zur Betonförderung	211
6.3.4	Betonförderleistung	239
6.3.5	Verdichten von Beton.....	249
6.3.6	Nachbehandlung des Betons	253
6.3.7	Sonderbetonverfahren.....	254
6.4	Vorgangsguppe T1 – Schalung und Rüstung	255
6.4.1	Bedeutung der Schalarbeiten im Stahlbetonbau	255
6.4.2	Umfang der Schalarbeiten (Teilvorgänge)	256
6.4.3	Aufgabe und konstruktiver Aufbau der Schalung	257
6.4.4	Schalverfahren.....	268
6.4.5	Rüstungen	335

6.4.6	Bemessung der Schalung und Rüstung.....	359
6.4.7	Voraussetzungen, Einsatzkriterien und -bereiche rationeller Betonschalung	361
6.5	Vorgangsguppe T2 – Bewehrung.....	376
6.5.1	Aufgabe	376
6.5.2	Teilvorgänge.....	376
6.5.3	Bewehrungselemente für schlaffe Bewehrung	377
6.5.4	Betonstahl-Verbindungen	379
6.5.5	Spannglieder zur Vorspannung	381
6.5.6	Zur Rationalisierung und Qualitätssicherung im Bewehrungsbereich	381
6.6	Entwicklungslinien rationeller Produktion im Beton- und Stahl- betonbau	385
6.7	Beispiele	387
	Literatur zu Kapitel 6	388
7	Bauen mit Stahlbetonfertigteilen	393
7.1	Bedeutung und Aufgabe	393
7.2	Teilvorgänge im Fertigteilbau.....	394
7.3	Vorteile und Voraussetzungen der Stahlbetonfertigteilmontage	399
7.3.1	Fabrikmäßige Fertigung	399
7.3.2	Serienfertigung	399
7.3.3	Normung durch Kombination.....	400
7.3.4	Anwendung der Spannbett-Technik	400
7.3.5	Werkbeton	400
7.3.6	Differenzierte Formgebung.....	401
7.4	Wirtschaftlichkeit im Stahlbetonfertigteilmontage	401
7.5	Fertigungsverfahren.....	402
7.6	Anordnung und Ausrüstung von Fertigteilwerken	407
7.7	Transport.....	407
7.8	Montage.....	410
7.9	Fertigungsplanung	420
7.10	Sicherheit im Fertigteilbau	423
7.11	Zusammenfassung und Beispiele	423
	Literatur zu Kapitel 7	425
8	Spezialtiefbau/Baugrubenumschließungen	427
8.1	Vorbemerkungen.....	427
8.2	Aufgabe und Möglichkeiten.....	427
8.3	Bauverfahren	429
8.3.1	Trägerbohlwand	429
8.3.2	Spundwände	438
8.3.3	Bohrpfahlwände.....	445
8.3.4	Schlitzwände.....	451

8.3.5	Rückverankerung von Baugrubenwänden.....	459
8.3.6	Sonderverfahren	463
8.3.7	Kosten von Baugrubensicherungen.....	468
8.4	Wasserhaltung	470
8.5	Sicherheitsprobleme.....	478
8.6	Zusammenfassung.....	479
	Literatur zu Kapitel 8.....	481
9	Ausbauarbeiten im Hochbau.....	485
9.1	Definition und Aufgabe.....	485
9.2	Vorgangsruppen und Teilvorgänge.....	488
9.3	Materialfluss und Geräteinsatz.....	493
9.4	Merkmale und Probleme von Ausbauarbeiten.....	498
9.5	Möglichkeiten der Rationalisierung	501
9.6	Schlüsselfertigbau	508
9.7	Zusammenfassung.....	516
	Literatur zu Kapitel 9.....	517
10	Betriebswirtschaftliche Grundlagen der Bauproduktion.....	521
10.1	Fertigungstechnische Merkmale beim Einsatz von Bauverfahren	521
10.2	Produktionsfaktoren im Baubetrieb.....	523
10.3	Potential und Kapazität eines Baubetriebes.....	524
10.4	Zusammenfassung.....	525
	Literatur zu Kapitel 10	526
11	Ablaufplanung	527
11.1	Abgrenzung zur Produktionsplanung in der stationären Industrie	527
11.2	Aufgabe der Ablaufplanung.....	528
11.3	Grundlagen und Randbedingungen	533
11.3.1	Grundlagen.....	533
11.3.2	Randbedingungen	534
11.4	Planungsschritte	535
11.4.1	Planungstiefe (Grob-, Feinplanung)	535
11.4.2	Planungsschritte (Schritt 1 bis 9).....	536
11.5	Fließfertigung und Taktarbeit	565
11.5.1	Fließfertigung in der stationären Industrie	565
11.5.2	Definitionen.....	566
11.5.3	Unterschiede zwischen der Fertigung in der stationären Industrie und in Baubetrieben	566
11.5.4	Voraussetzungen für einen Bauablauf in Fließfertigung bzw. Taktarbeit	567
11.5.5	Merkmale eines Bauablaufs in Fließfertigung/Taktarbeit	568
11.5.6	Anlaufzeit und Einarbeitungsaufwand.....	573

11.5.7	Leistungs- und Kapazitätsabstimmung.....	578
11.5.8	Vor- und Nachteile eines Bauablaufs in Fließfertigung.....	584
11.5.9	Zusammenfassung	591
11.6	Baustelleneinrichtung.....	592
11.6.1	Aufgabe und Kriterien	592
11.6.2	Elemente und Platzbedarf	593
11.6.3	Räumliche Anordnung.....	594
11.6.4	Planungsschritte	594
11.6.5	Beispiele	596
11.7	Bereitstellungsplanung	599
11.8	Darstellung der Ablaufplanung	606
11.8.1	Terminlisten	606
11.8.2	Balkenpläne.....	607
11.8.3	Weg-Zeit-Diagramme	610
11.8.4	Netzplantechnik	615
11.8.5	Bauphasenplan	626
11.8.6	Weitere Darstellungsmöglichkeiten	629
11.9	Baustellenversorgung (Logistik).....	632
11.10	Bauablauf unter Unsicherheit	634
11.10.1	Vorbemerkungen.....	634
11.10.2	Untersuchung von Bauprozessen mittels statistischer Methoden (z.Tl. nach [3.9])	634
11.10.3	Problematik der Erfahrungswerte.....	634
11.10.4	Möglichkeiten praktischer Anwendung.....	636
11.10.5	Zusammenfassung	640
	Literatur zu Kapitel 11	640

12 Kosten des Potentialeinsatzes – Baukalkulation 643

12.1	Aufgabe	643
12.2	Grundlagen der Baukalkulation.....	644
12.2.1	Leistungsbeschreibung und Vertragsbedingungen	644
12.2.2	Kenntnis der Arbeitsabläufe und Bauverfahren	646
12.2.3	Kalkulationsrelevante Erfahrungswerte	646
12.3	Kalkulationsverfahren	648
12.3.1	Traditionelle Verfahren der Baukalkulation	648
12.3.2	Kostenfunktionen der Bauproduktion	650
12.4	Die Angebotskalkulation in der Bauunternehmung.....	651
12.4.1	Schema.....	651
12.4.2	Kostenarten	652
12.4.3	Ablauf der Kalkulation	660
12.4.4	Beispiele	667
12.4.5	Zielkostenplanung (Target-costing)	668
12.4.6	Zusammenfassung	669
12.4.7	Moderne Baukalkulation	672
12.5	Risiken in der Bauproduktion.....	676

12.5.1	Definition	676
12.5.2	Risikobereiche	676
12.5.3	Risiko-Management	679
12.5.4	Modernes Risikomanagement – Beispiele	686
12.6	Nachkalkulation	687
12.6.1	Zweck	687
12.6.2	Umfang einer Nachkalkulation	689
12.6.3	Unterlagen	689
12.6.4	Gang einer Nachkalkulation	693
12.6.5	EDV-Einsatz	694
12.7	Optimierung von Bauabläufen	698
12.7.1	Verfahrensoptimierung im Stahlbetonbau	698
12.7.2	Bewertung von Ablauf-Alternativen zur Ermittlung der kostenoptimalen Bauzeit	704
12.8	Investitionsplanung/Verfahrenvergleich	706
12.8.1	Vorbemerkung	706
12.8.2	Begriff und Arten der Investition	707
12.8.3	Aufgabe der Investitionsrechnung	708
12.8.4	Kostenvergleichsrechnung	708
12.8.5	Ermittlung der kritischen Menge bei Kostenvergleichs- rechnungen	711
	Literatur zu Kapitel 12	713

13 Ablaufkontrolle und -steuerung/Controlling..... 715

13.1	Aufgabe	715
13.2	Ablaufkontrolle	716
13.2.1	Prinzip	716
13.2.2	Vorgaben (Feinplanung des Arbeitsablaufs)	718
13.3	Ablaufsteuerung	721
13.3.1	Aufgabe	721
13.3.2	Möglichkeiten	721
13.3.3	Ablaufsteuerung durch Arbeitsgestaltung	722
13.4	PC-Einsatz in der Ablaufkontrolle und -steuerung	723
13.5	Modernes Projekt-Controlling	733
13.5.1	Aufgabe	735
13.5.2	Elemente des Bauprojekt-Controlling	735
13.5.3	Durchführung der Arbeitskalkulation	736
13.5.4	Fertigungsprozessorientierte Aufgliederung der Arbeits- kalkulation	737
13.5.5	Fortschreibung der Arbeitskalkulation auf der Zeitachse der Bauprojekt-Realisation	740
13.5.6	Differenzierte Sichtweisen der Arbeitskalkulation	741
13.5.7	Zusammenfassung	741
	Literatur zu Kapitel 13	742

14 Allgemeine Problemlösungsmethoden, Prozessmanagement...	743
14.1 6-Stufen-Methode der Systemgestaltung.....	743
14.2 Problemlösen über vernetztes Denken	745
14.3 Zusammenfassung zu Abschnitt 14.1 und 14.2.....	747
14.4 Aufgaben des Prozessmanagements einer Baustelle	747
Literatur zu Kapitel 14	749
15 Störungen im Bauablauf	751
15.1 Vorbemerkungen.....	751
15.2 Definition gestörter Bauprozesse	753
15.2.1 Ablaufschwankungen	753
15.2.2 Ablaufstörungen.....	753
15.3 Ursachen von Produktionsstörungen	755
15.4 Der verzögerte (behinderte) Bauablauf.....	757
15.4.1 Definition	757
15.4.2 Möglichkeiten und Grenzen der Anpassung an Behinderungen	757
15.4.3 Art und Ursachen der Mehrkosten aus Behinderung/ Verzögerung	759
15.5 Der beschleunigte Bauablauf.....	761
15.5.1 Sachverhalt, Möglichkeiten und Grenzen der Anpassung	761
15.5.2 Art und Ursachen von Mehrkosten aus Beschleunigung	764
15.6 Sonderfälle.....	764
15.6.1 Wiederholtes Eintreten von Störungen.....	765
15.6.2 Einfluss auf nachfolgende Vorgänge	766
15.6.3 Bauzeitverlängerung durch Planungsverzug.....	767
15.7 Rechtliche Grundlagen zur Beurteilung eines gestörten Bauablaufs .	769
15.7.1 Verlängerung der Ausführungsfrist.....	769
15.7.2 Ersatz der Mehrkosten	770
15.7.3 Konkurrenz der Anspruchsgrundlagen	772
15.8 Baubetriebliche Grundlagen bei gestörtem Bauablauf	773
15.8.1 Die Berechnung der Bauzeitverlängerung des AN.....	773
15.8.2 Die Ermittlung der Mehrkosten des AN	774
15.8.3 Zur Ermittlung von Mehrkosten bei einer Beschleunigung ..	775
15.8.4 Zusammenfassung zu Abschnitt 15.7 und 15.8.....	777
15.9 Kostengliederung störungsbedingter Mehrkosten.....	778
15.9.1 Mehrkosten aus Behinderung	778
15.9.2 Mehrkosten aus Beschleunigung.....	782
15.9.3 Schadensberechnung.....	783
15.10 Leistungsänderungen	786
Literatur zu Kapitel 15	788
16 Zusammenfassung	789

Anhang	791
Sachverzeichnis	863