

Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft

LEHRBUCH

Fritz Berner  
Bernd Kochendörfer  
Rainer Schach

# Grundlagen der Baubetriebslehre 2

Baubetriebsplanung

*2. Auflage*

 Springer Vieweg

Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft

LEHRBUCH

Fritz Berner  
Bernd Kochendörfer  
Rainer Schach

# Grundlagen der Baubetriebslehre 2

Baubetriebsplanung

*2. Auflage*

 Springer Vieweg

---

# **Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft**

Der Leitfaden des Baubetriebs und der Bauwirtschaft will die in Praxis, Lehre und Forschung als Querschnitts-Funktionen angelegten Felder – von der Verfahrenstechnik über die Kalkulation bis hin zum Vertrags- und Projektmanagement – in einheitlich konzipierten und inhaltlich zusammenhängenden Darstellungen erschließen. Die Reihe möchte alle an der Planung, dem Bau und dem Betrieb von baulichen Anlagen Beteiligten, vom Studierenden über den Planer bis hin zum Bauleiter ansprechen. Auch der konstruierende Ingenieur, der schon im Entwurf über das anzuwendende Bauverfahren und damit auch über die Wirtschaftlichkeit und die Risiken bestimmt, soll in dieser Buchreihe praxisorientierte und methodisch abgesicherte Arbeitshilfen finden.

**Herausgegeben von**

Univ-Prof. Dr.-Ing. Fritz Berner  
Universität Stuttgart  
Deutschland

Univ-Prof. Dr.-Ing. Bernd Kochendörfer  
Technische Universität Berlin  
Deutschland

---

Fritz Berner • Bernd Kochendörfer  
Rainer Schach

# Grundlagen der Baubetriebslehre 2

Baubetriebsplanung

2. Auflage

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fritz Berner  
Universität Stuttgart  
Deutschland

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Schach  
Technische Universität Dresden  
Deutschland

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Kochendörfer  
Technische Universität Berlin  
Deutschland

ISSN 1615-6013  
ISBN 978-3-658-03226-5  
DOI 10.1007/978-3-658-03227-2

ISBN 978-3-658-03227-2 (eBook)

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2008, 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

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.

*Lektorat:* Karina Danulat | Annette Prenzer

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.  
[www.springer-vieweg.de](http://www.springer-vieweg.de)

## Vorwort zur zweiten Auflage

Seit der Veröffentlichung der ersten Auflage zum Jahreswechsel 2007/2008 haben sich zahlreiche Veränderungen ergeben. Dies betraf insbesondere die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) und die Honorarordnung für Leistungen der Architekten und Ingenieure (HOAI). Darüber hinaus haben sich methodische Ansätze, z. B. durch Building Information Modeling (BIM), weiterentwickelt, die sich in der heute angebotenen baubetrieblichen Software teilweise widerspiegeln. Dies führt dazu, dass die Planungs- und Bauprozesse stärker vernetzt werden.

In der Neuauflage sind nicht nur die zahlreichen Hinweise und Anregungen von Kollegen und Lesern eingeflossen, für die sich die Verfasser bedanken, sondern es wurden auch textliche Überarbeitungen vorgenommen, wenn es für die inhaltliche Abrundung und für die thematische Ergänzung notwendig war. Hilfreich waren auch viele Gespräche mit Studierenden, die sich aus der Verwendung der Texte in den Vorlesungen der Autoren ergeben haben.

In den Beispielen wurde Wert darauf gelegt, die Ansätze den aktuellen Gegebenheiten anzupassen. Der vorliegende Band 2 fügt sich weiterhin lückenlos zwischen Band 1 (Baubetriebswirtschaft) und Band 3 (Baubetriebsführung) ein. Band 1 endet mit dem Abschluss eines objektbezogenen Bauvertrags. Band 3 zeigt alle Aktivitäten, die ein Bauunternehmen während der Bauausführung und nach erfolgter Abnahme zu leisten hat.

Die Autoren bedanken sich beim Verlag für das in sie gesetzte Vertrauen und für die Geduld, die im Hinblick auf die zahlreichen Rückfragen und Vorbestellungen nicht selbstverständlich war. Besonderer Dank gilt allen Kooperationspartnern und denjenigen Organisationen, aus deren Unterlagen die Autoren zitieren durften. Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der beteiligten Institute, vor allem Frau Gudrun Radloff, Herrn Michael Hermes und Herrn Vitali Kochkin für die engagierte Mitarbeit und die Umsetzung der umfangreichen Änderungen.

Stuttgart/Berlin/Dresden, im Oktober 2013

Fritz Berner

Bernd Kochendörfer

Rainer Schach

## Vorwort der Verfasser zur Erstauflage

Die Aufgaben und Inhalte der Baubetriebslehre als branchenspezifische Ausprägung der Betriebswirtschaftslehre ändern sich in gleicher Weise, wie sich die Anforderungen des Marktes an beratende, planende und ausführende Unternehmen der Bau- und Immobilienwirtschaft und deren Handlungsbereiche ändern. So wurde die Baubetriebslehre bis in die 80er Jahre des letzten Jahrhunderts noch auf die „klassische“ Bauunternehmung ausgerichtet. Danach wurde die Entwicklung geprägt von den komplexeren Leistungsangeboten, die die Unternehmen insbesondere im Schlüsselfertigbau vor neue Herausforderungen gestellt haben. Nunmehr stehen vor allem PPP- und Betreibermodelle mit ihrer Lebenszyklusorientierung im Fokus.

Der skizzierte Wandel in den Anforderungen des Marktes an die Kompetenzen der Marktteilnehmer und damit auch an die Baubetriebslehre war Anlass für die Verfasser, sich gemeinsam der Erstellung eines aktuellen Grundlagenwerks zu widmen. Die Baubetriebslehre mit ihren wissenschaftlich basierten Methoden wird dabei in den Handlungsbereichen Baubetriebswirtschaft, Baubetriebsplanung und Baubetriebsführung detailliert beschrieben und in den wesentlichen Zusammenhängen erläutert. Gleichzeitig verfolgen die Verfasser das Ziel, mit diesem Grundlagenwerk die aktuellen Veränderungen in den Studien- und Lehrangeboten wirksam zu unterstützen.

Das vorliegende Werk richtet sich nicht nur an Studierende, sondern auch an Praktiker, die sich vielleicht nur in bestimmten Gebieten einen aktuellen Überblick verschaffen wollen. Deshalb sind die Verfasser auch für Verbesserungs- und Ergänzungsvorschläge dankbar.

Nachdem im Januar 2007 die Grundlagen der Baubetriebslehre 1 – Baubetriebswirtschaft – erschienen sind, wird nun mit der Baubetriebsplanung der Grundstein für das eigentlich erfolgreiche Bauen gelegt. Zur Erstellung auch dieses zweiten Bandes bedanken sich die Verfasser bei allen externen und internen Kooperations- und Gesprächspartnern, sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der beteiligten Universitätsinstitute. Besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Thorsten Huff für die zielgerichtete und problemlose Betreuung aller von den Verfassern vorgebrachten und eingearbeiteten Änderungswünsche.

Stuttgart/Berlin/Dresden, im August 2007

Fritz Berner

Bernd Kochendörfer

Rainer Schach



# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>I</b>
<b>VERZEICHNIS ABBILDUNGEN</b> .....	<b>XIII</b>
<b>VERZEICHNIS ABKÜRZUNGEN</b> .....	<b>XIX</b>
<b>VERZEICHNIS FORMELZEICHEN</b> .....	<b>XXVII</b>
<b>1 BAUBETRIEBSPLANUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 Thematische Einordnung.....	1
1.2 Definitionen und Abgrenzungen.....	1
1.3 Aufgaben der Baubetriebsplanung.....	3
1.4 Instrumente der Baubetriebsplanung.....	3
1.5 Lean Construction.....	6
1.6 Building Information Modeling.....	11
1.7 Simulation.....	14
<b>2 AUFTRAGSERTEILUNG ALS PROJEKTSTART</b> .....	<b>19</b>
2.1 Eigenschaften eines Projekts.....	19
2.2 Auftragserteilung.....	20
2.3 Projektübergabe an den Auftragnehmer.....	21
2.4 Interne Projektübergabe beim Auftragnehmer.....	21
<b>3 DETAILLIERUNG DES VERTRAGSSOLLS</b> .....	<b>23</b>
3.1 Vorbemerkungen.....	23
3.2 Primäres Vertragssoll.....	25
3.3 Sekundäres Vertragssoll.....	26
3.4 Aufbereitung der Vertragsinhalte.....	26
<b>4 AUSGANGSGRÖßEN DER BAUBETRIEBSPLANUNG</b> .....	<b>29</b>
4.1 Begriffsdefinitionen.....	29
4.2 Fertigungszeit.....	29
4.3 Fertigungsmengen und Fertigungsabschnitte.....	31
4.4 Fertigungsgruppe.....	33
4.5 Aufwands- und Leistungswerte.....	34
<b>5 ABLAUF- UND TERMINPLANUNG</b> .....	<b>37</b>
5.1 Grundlagen der Ablaufplanung.....	37
5.1.1 Begriffsbestimmungen.....	37
5.1.2 Planungsebenen.....	38
5.1.3 Planungsmethoden.....	40
5.1.4 Darstellungsformen.....	41

5.1.5	Ersteller- und Nutzersicht .....	42
<b>5.2</b>	<b>Darstellungsformen .....</b>	<b>43</b>
5.2.1	Grundsätzliche Ausführungen .....	43
5.2.2	Terminliste .....	43
5.2.3	Balkenplan .....	44
5.2.4	Liniendiagramm .....	47
5.2.4.1	Allgemeine Angaben .....	47
5.2.4.2	Fließfertigung, Synchronfertigung .....	49
5.2.4.3	Vortriebsgeschwindigkeit und Abstimmung von Fertigungsgruppen .....	51
5.2.5	Netzplan .....	54
<b>5.3</b>	<b>Ebenen der Bauablaufplanung .....</b>	<b>54</b>
5.3.1	Grundlagen .....	54
5.3.1.1	Allgemeine Vorgehensweise .....	56
5.3.1.2	Verfahrensplanung .....	58
5.3.1.3	Rahmenbedingungen .....	59
5.3.1.4	Projektstrukturierung .....	59
5.3.1.5	Festlegen der Ablaufstruktur .....	61
5.3.2	Grobterminplan .....	65
5.3.2.1	Bestimmung der Bauzeit bei der Grobterminplanung .....	68
5.3.2.2	Auswahl von Bauverfahren bei der Grobterminplanung .....	68
5.3.2.3	Mengenermittlung für die Grobterminplanung .....	69
5.3.3	Koordinationsterminplan .....	72
5.3.3.1	Projektstrukturierung beim Koordinationsterminplan .....	73
5.3.3.2	Planung der Bauverfahren .....	75
5.3.3.3	Festlegung der Vorgänge und der Anordnungsbeziehungen .....	76
5.3.3.4	Ermittlung der Vorgangsdauern .....	77
5.3.3.5	Aufstellen des Koordinationsterminplanes .....	81
5.3.3.6	Einhaltung der Randbedingungen .....	83
5.3.4	Feinterminplan .....	83
5.3.4.1	Taktfertigung .....	87
5.3.4.2	Taktfertigung – Beispiel .....	92
<b>5.4</b>	<b>EDV-Unterstützung bei der Ablaufplanung .....</b>	<b>96</b>
5.4.1	Allgemeines zu Projektmanagement-Systemen .....	97
5.4.2	Projektmanagement-Software für den Personal Computer .....	98
5.4.3	Beispiele für Darstellungen .....	101

---

<b>5.5 Andere Ablaufplanungen.....</b>	<b>104</b>
5.5.1 Simulation einer Gerätekette .....	105
5.5.2 Planung und Steuerung von Planungsprozessen.....	105
5.5.3 Stochastische Ansätze bei der Netzplantechnik .....	107
5.5.4 Petri-Netze.....	107
<b>6 NETZPLANTECHNIK .....</b>	<b>111</b>
<b>6.1 Allgemeines .....</b>	<b>111</b>
6.1.1 Einleitung und Geschichte .....	111
6.1.2 Entwicklung der Netzplantechnik .....	111
6.1.3 Hauptanwendungsgebiete der Netzplantechnik .....	112
<b>6.2 Methoden der Netzplantechnik .....</b>	<b>114</b>
6.2.1 Theoretische Grundlagen der Netzplantechnik.....	114
6.2.2 Angewandte Netzplanverfahren.....	115
6.2.3 Darstellung von Knoten und Kanten .....	116
6.2.4 Anordnungsbeziehungen bei Vorgangsknoten-Netzplänen.....	117
6.2.4.1 Ende-Anfang-Beziehung.....	118
6.2.4.2 Anfang-Anfang-Beziehung.....	119
6.2.4.3 Ende-Ende-Beziehung.....	120
6.2.4.4 Anfang-Ende-Beziehung.....	120
<b>6.3 Aufbau und Berechnung eines Vorgangsknoten-Netzplanes.....</b>	<b>124</b>
6.3.1 Grundregeln der zeichnerischen Darstellung des Netzes.....	124
6.3.2 Eingangsdaten für eine Netzplanberechnung.....	125
6.3.3 Zeichnerische Darstellung eines Netzplanes.....	126
6.3.4 Berechnung des Netzplanes.....	127
6.3.4.1 Vorwärtsrechnung.....	128
6.3.4.2 Rückwärtsrechnung .....	129
6.3.5 Ermittlung von kritischen Vorgängen und des kritischen Weges .....	131
6.3.6 Projektkalender .....	131
6.3.7 Pufferzeiten.....	132
6.3.7.1 Gesamtpuffer .....	134
6.3.7.2 Freier Puffer.....	134
6.3.7.3 Freier Rückwärtspuffer .....	135
6.3.7.4 Unabhängiger Puffer.....	135
6.3.8 Analyse des Berechnungsergebnisses.....	136
<b>6.4 Zeitplanung mit dem Vorgangspfeil-Netzplan .....</b>	<b>137</b>
6.4.1 Darstellungsweise.....	137

6.4.2	Berechnung der Vorgangspfeil-Netzpläne.....	138
<b>6.5</b>	<b>Bewertung der Verfahren .....</b>	<b>140</b>
<b>7</b>	<b>KALKULATORISCHER VERFAHRENSVERGLEICH.....</b>	<b>141</b>
<b>7.1</b>	<b>Aufgaben .....</b>	<b>141</b>
<b>7.2</b>	<b>Methodik .....</b>	<b>142</b>
<b>7.3</b>	<b>Kalkulatorischer Verfahrenvergleich – Beispiel.....</b>	<b>144</b>
7.3.1	Beschreibung.....	144
7.3.2	Aufgabenstellung.....	145
7.3.3	Lösung.....	146
<b>8</b>	<b>SCHALUNGSPLANUNG .....</b>	<b>151</b>
<b>8.1</b>	<b>Aufgaben und Ablauf.....</b>	<b>151</b>
<b>8.2</b>	<b>Systematik der Schalungen .....</b>	<b>152</b>
<b>8.3</b>	<b>Systemschalungen .....</b>	<b>154</b>
8.3.1	System-Deckenschalungen.....	155
8.3.1.1	Flexible Deckenschalungen (Trägerschalung).....	155
8.3.1.2	Schaltische .....	156
8.3.1.3	Moduldeckenschalungen.....	157
8.3.2	System-Wandschalungen.....	158
8.3.2.1	Rahmenschalungen.....	158
8.3.2.2	Trägerschalungen .....	159
8.3.3	System-Stützenschalungen.....	160
<b>8.4</b>	<b>Sonderschalungen.....</b>	<b>162</b>
8.4.1	Schalungen für turmartige Bauteile .....	162
8.4.1.1	Kletterschalungen.....	162
8.4.1.2	Gleitschalungen.....	163
8.4.2	Schalungen im Ingenieur- und Anlagenbau .....	164
8.4.2.1	Schalungen im Tunnelbau.....	165
8.4.2.2	Schalungen im Brückenbau.....	167
8.4.2.3	Schalungen im Wasserbau.....	171
<b>8.5</b>	<b>Bemessung von Schalungen.....</b>	<b>173</b>
8.5.1	Grundlagen des Tragfähigkeitsnachweises konventioneller Schalungen .....	175
8.5.2	Berechnung des Frischbetondrucks auf vertikale Schalungen (DIN 18 218).....	176
8.5.2.1	Bemessungsgrundlagen.....	176
8.5.2.2	Bestimmung des charakteristischen Wertes des Frischbetondruckes .....	177
8.5.2.3	Beispiel zur Bemessung der Wandschalung (DIN 18 218) .....	180
8.5.3	Tragfähigkeitsnachweise von Systemschalungen.....	185

---

8.5.4 Bemessung einer Deckenschalung als flexible Deckenschalung – Beispiel .....	186
<b>8.6 EDV-gestützte Schalungsplanung .....</b>	<b>191</b>
<b>8.7 Reinigung und Pflege der Schalungen .....</b>	<b>193</b>
<b>8.8 Qualitätssicherung bei Schalungen .....</b>	<b>194</b>
<b>9 SICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ, UMWELTSCHUTZ.....</b>	<b>195</b>
<b>9.1 Vorbemerkungen.....</b>	<b>195</b>
<b>9.2 Rechtliche Grundlagen von Sicherheit und Gesundheitsschutz.....</b>	<b>197</b>
<b>9.3 Arbeitsschutzgesetz .....</b>	<b>199</b>
9.3.1 Grundpflichten des Arbeitgebers .....	199
9.3.1.1 Allgemeine Grundsätze (§ 4 ArbSchG) .....	199
9.3.1.2 Gefährdungsbeurteilung (§ 5 und § 6 ArbSchG) .....	200
9.3.1.3 Zusammenarbeit mehrerer Arbeitgeber (§ 8 ArbSchG).....	203
9.3.1.4 Unterweisung (§ 12 ArbSchG).....	203
9.3.2 Grundpflichten des Beschäftigten .....	203
<b>9.4 Pflichten des Bauherrn .....</b>	<b>204</b>
9.4.1 Vorankündigung.....	206
9.4.2 Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan.....	206
9.4.3 Unterlage für spätere Arbeiten an der baulichen Anlage .....	208
9.4.4 Koordinator für Sicherheit und Gesundheitsschutz nach BaustellV.....	209
9.4.5 Koordination während der Ausführung .....	210
<b>9.5 Umweltschutz auf Baustellen.....</b>	<b>210</b>
9.5.1 Vorschriften des Umweltrechts .....	211
9.5.2 Immissionsschutz.....	212
<b>9.6 Entsorgung .....</b>	<b>213</b>
9.6.1 Entsorgung von kontaminierten Böden (Altlasten).....	213
9.6.2 Behandlung und Entsorgung von Abfällen auf Baustellen .....	215
<b>10 RESSOURCENPLANUNG .....</b>	<b>219</b>
<b>10.1 Aufgaben und Ziele .....</b>	<b>219</b>
<b>10.2 Personalplanung .....</b>	<b>220</b>
<b>10.3 Geräteeinsatzplanung.....</b>	<b>223</b>
<b>10.4 Planung der Baustoffe .....</b>	<b>224</b>
<b>10.5 Planung der Nachunternehmerleistungen .....</b>	<b>224</b>
<b>11 BAUSTELLENEINRICHTUNGSPLANUNG.....</b>	<b>227</b>
<b>11.1 Vorbemerkungen.....</b>	<b>227</b>
<b>11.2 Allgemeines zur Baustelleneinrichtungsplanung .....</b>	<b>227</b>
<b>11.3 Ablauf der Baustelleneinrichtungsplanung.....</b>	<b>229</b>

<b>11.4 Elemente der Baustelleneinrichtung</b> .....	<b>233</b>
11.4.1 Hebezeuge und Fördergeräte .....	233
11.4.1.1 Turmdrehkrane .....	234
11.4.1.2 Fahrbare Hebezeuge.....	239
11.4.1.3 Autobetonpumpen .....	240
11.4.2 Container, Bauwagen und Gebäude .....	243
11.4.2.1 Pausenräume, Umkleieräume (Tagesunterkünfte).....	244
11.4.2.2 Unterkünfte (Wohnunterkünfte) .....	247
11.4.2.3 Bürocontainer .....	248
11.4.2.4 Sanitäranlagen (Toiletten und Waschräume) .....	249
11.4.2.5 Erste-Hilfe-Räume .....	250
11.4.2.6 Magazine für Kleingeräte, Werkzeuge, Betriebsstoffe.....	251
11.4.2.7 Mobile Tankanlagen .....	253
11.4.2.8 Silos.....	254
11.4.3 Verkehrsflächen und Transportwege.....	254
11.4.3.1 Baustellenzufahrt.....	255
11.4.3.2 Baustraßen, Bauwege, Fluchtwege und Stellflächen .....	256
11.4.4 Lagerflächen.....	259
11.4.5 Medienversorgung.....	260
11.4.5.1 Kommunikationsanschlüsse .....	261
11.4.5.2 Wasserversorgung.....	261
11.4.5.3 Stromversorgung .....	262
11.4.6 Baustellensicherung .....	264
11.4.6.1 Bauzaun und Diebstahlschutz .....	265
11.4.6.2 Sicherung an Verkehrswegen.....	267
11.4.6.3 Gewässerschutz, Baumschutz .....	268
11.4.6.4 Sonstige Schutzeinrichtungen .....	269
11.4.7 Arbeits- und Schutzgerüste .....	273
11.4.8 Abfallentsorgung.....	279
<b>11.5 Phasenorientierte Baustelleneinrichtungsplanung</b> .....	<b>281</b>
<b>11.6 Zeichnerische Darstellung des Baustelleneinrichtungsplanes</b> .....	<b>283</b>
<b>12 ARBEITSKALKULATION</b> .....	<b>289</b>
<b>12.1 Einordnung und Ziele</b> .....	<b>289</b>
<b>12.2 AUFGABEN</b> .....	<b>290</b>
<b>12.3 Methodisches Vorgehen</b> .....	<b>292</b>
12.3.1 Leistungspositionen.....	292

---

12.3.1.1 Geänderte Einzelkosten der Teilleistungen .....	297
12.3.1.2 Änderungen beim Baustoff.....	298
12.3.1.3 Änderungen durch zusätzliche Leistungen .....	299
12.3.1.4 Änderungen der Leistung.....	300
12.3.2 Sonstige Aufgaben der Arbeitskalkulation und Auswertungen .....	301
12.3.3 Gemeinkosten der Baustelle.....	301
12.3.4 Allgemeine Geschäftskosten .....	302
12.3.5 Wagnis.....	302
12.3.6 Gewinn.....	302
<b>12.4 Auswertung einer Arbeitskalkulation – Beispiel .....</b>	<b>302</b>
<b>13 LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>311</b>
<b>14 SCHLAGWORTVERZEICHNIS.....</b>	<b>319</b>