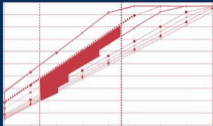


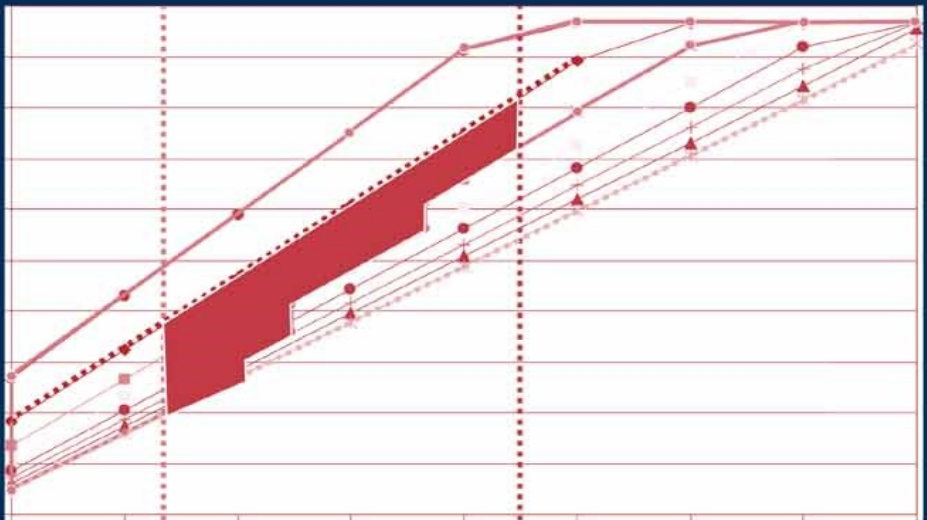
Christian Hofstadler

Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb



Christian Hofstadler

Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb



Christian Hofstadler

Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb

Christian Hofstadler

Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb

Mit 175 Abbildungen und 5 Tabellen

 Springer

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Christian Hofstadler
Technische Universität Graz
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Lessingstr. 25/II
8010 Graz, Austria
hofstadler@tugraz.at

ISBN-10 3-540-34320-2 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN-13 978-3-540-34320-2 Springer Berlin Heidelberg New York

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

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 Urheberrechtsgesetzes 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 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.

Satz: Digitale Druckvorlage des Autors
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

Vorwort

Effektive Planung des Bauablaufs und der Logistik tragen maßgeblich zum Gelingen des Bauvorhabens bei und bringt Einsparungen bei Kosten und in der Bauzeit und somit auch Wettbewerbsvorteile.

Im Zentrum der Betrachtungen und der Optimierungsüberlegungen stehen – neben der Auswahl der optimalen Bauverfahren – die Planung des Bauablaufs und der Logistik sowie der dazu erforderlichen Baustelleneinrichtung. Immer wenn Aufträge im Wettbewerb zu sehr niedrigen Preisen akquiriert werden mussten, ist die akribische Planung des Bauablaufs und der Logistik für den Projekterfolg von besonderem Gewicht und Bedeutung.

Auch für den Bauherrn hat eine vom Auftragnehmer gut vorbereitete Baustelle Vorteile. Zeit, Kosten und Qualität werden eher eingehalten als bei Bauvorhaben, die mit einer „vernachlässigten“ Arbeitsvorbereitung begonnen werden. Eine kurzsichtige Betrachtungsweise – in der nur das Endergebnis fokussiert wird – kann für den Bauherrn zur Verfehlung seiner Projektziele – das sind primär Kosten, Zeit, Qualität und auch Prestige – führen. Die Arbeitsvorbereitung – und damit auch die Bauablaufplanung und Logistik – hat für alle am Projekt direkt oder indirekt Beteiligten eine hohe Relevanz für den Erfolg, was leider fehlt, ist die unmittelbare Quantifizierung des Nutzens einer effektiven Arbeitsvorbereitung.

Das vorliegende Buch soll einen Beitrag zur Steigerung der Effektivität in Planung und Ausführung von Bau-Projekten leisten. Zur Erreichung dieses Zieles werden Ablaufschemata und Interaktionsdiagramme vorgestellt. Die Ablaufschemata tragen zur systematischen Vorgangsweise in der Bearbeitung und die Diagramme zur übersichtlichen Darstellung von wesentlichen

baubetrieblichen Zusammenhängen bei. Die Diagramme eignen sich auch besonders für die Vornahme von Sensitivitätsuntersuchungen und Plausibilitätskontrollen.

Zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Bearbeitungstiefen von Projekten wird in Grobplanung und Feinplanung unterschieden. Die Grobplanung findet primär in der Projektplanungsphase, in der Angebotsphase und zu Beginn der Arbeitsvorbereitung für die Ausführung Anwendung. Die Feinplanung findet hauptsächlich in der Arbeitsvorbereitung für die Bauausführung und während der Bauausführung selbst statt.

Für die Grobplanung wird das Bauwerk einerseits als Gesamtheit betrachtet und andererseits in Erd-, Stahlbeton- und Mauerwerksarbeiten unterschieden. Es werden dazu Kennzahlen zur Mengenermittlung und zur Ermittlung des Arbeitsaufwandes angewendet. Der Gesamt-Aufwandswert stellt dabei eine wichtige Größe baubetrieblicher Überlegungen für Rohbau- bzw. Stahlbetonarbeiten dar. Getrennt in Bauablauf- und Logistikplanung werden Interaktionsdiagramme vorgestellt und beschrieben.

Im Zuge der Feinplanung wird weiters in Schal-, Bewehrungs- und Betonarbeiten differenziert. Mittels eines Interaktionsdiagramms für die Leistungsabstimmung wird die Anpassung dieser Vorgänge aufeinander ermöglicht. In weiterer Folge werden diese Diagramme für Fundamente, Stützen, Wände und Decken dargestellt.

Grafische Darstellungen mittels Interaktionsdiagrammen vermitteln wesentliche baubetriebliche Zusammenhänge für Bauablaufplanung und Logistik. Die Beziehungen der verschiedenen Größen werden durch diese Darstellungsweise transparent und nachvollziehbar gemacht, und mittels praktischer Anwendungsbeispiele wird auszugsweise deren Nutzen dargestellt.

Weiters wird eine Methode vorgestellt, wie Unsicherheiten in Angaben zu Aufwandswerten, Mengen, Anzahl an Arbeitskräften und Geräten durch Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung systematisch berücksichtigt werden können.

Als Grundlage für das vorliegende Buch diente die Arbeit, die vom Autor im März 2005 als Habilitationsschrift an der Technischen Universität Graz eingereicht wurde. Gegenüber dieser wurden an manchen Stellen Fortschreibungen, Änderungen und Ergänzungen vorgenommen.

Graz und Grafendorf, im September 2006

Christian Hofstadler

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis	I
1	Einleitung	1
1.1	Einführung	1
1.2	Ziel	4
1.3	Aufbau	7
1.4	Gliederung	10
2	Grundlagen für Bauablaufplanung und Logistik	13
2.1	Baubetriebliche Grundlagen	14
2.1.1	Produktionsfaktoren	14
2.1.2	Fertigungstechnische Merkmale beim Einsatz von Bauverfahren ..	15
2.2	Produktivität	16
2.2.1	Messgrößen für die Produktivität	17
2.2.1.1	Leistungswerte	18
2.2.1.2	Aufwandswerte	19
2.2.2	Zusammensetzung der Gesamtproduktivität	21
2.2.3	Arbeitsproduktivität	22
2.2.3.1	Arbeitsproduktivität bezogen auf die Arbeitskraft	24
2.2.3.2	Arbeitsproduktivität bezogen auf den Aufwandswert	29
2.2.3.3	Rationalisierungspotenzial der Produktivität	30
2.2.4	Zusammenfassung	32
2.3	Aufgaben der Arbeitsvorbereitung	32
2.3.1	Dilemma der Arbeitsvorbereitung	37
2.3.2	Lösungsansätze für dieses Dilemma	38
2.4	Grundlagen zur Bauablaufplanung und Logistik	39
2.4.1	Grundlagen zur Bauablaufplanung	39

2.4.2	Grundlagen zur Logistik	41
2.4.2.1	Beschaffungslogistik	42
2.4.2.2	Produktionslogistik	44
2.4.2.3	Entsorgungslogistik	46
2.4.3	Grob- und Feinplanung des Bauablaufs und der Logistik	47
2.5	Grobplanung	48
2.5.1	Projektunterlagen	51
2.5.2	Projektstrukturierung	52
2.5.2.1	Strukturierung für die Projektentwicklung und Projektplanung	52
2.5.2.2	Strukturierung für die Angebotsbearbeitung, Arbeitsvorbereitung und Bauausführung	53
2.5.3	Mengenermittlung	53
2.5.4	Grobe Verfahrenswahl	54
2.5.5	Kennzahlen	54
2.5.6	Gesamt-Aufwands- und Leistungswerte	55
2.5.7	Ressourceneinsatz	56
2.5.7.1	Anzahl an Arbeitskräften	56
2.5.7.2	Anzahl an Geräten	65
2.5.8	Arbeitszeit	66
2.5.9	Dauer	67
2.5.10	Logistik	67
2.6	Feinplanung	67
2.6.1	Projektunterlagen	69
2.6.1.1	Schalpläne	69
2.6.1.2	Bewehrungspläne	69
2.6.1.3	Planvorlauf	70
2.6.2	Projektstrukturierung	70
2.6.3	Einteilung in Ablaufabschnitte	71
2.6.4	Mengenermittlung	73
2.6.5	Verfahrenswahl	73
2.6.5.1	Kalkulatorischer Vergleich	74
2.6.5.2	Differenzierter Vergleich	74
2.6.6	Fertigungsabschnitte	75
2.6.6.1	Unterteilung der horizontalen Bauteile in Fertigungsabschnitte	76
2.6.6.2	Anordnung der Arbeitsfugen	77
2.6.6.3	Anordnungsdiagramme zu den Arbeitsfugen	80
2.6.6.4	Beispiel zur Anwendung der Diagramme für eine Fundamentplatte	83

2.6.6.5	Beispiel – Auswirkungen auf die Herstellkosten	86
2.6.6.6	Zusammenfassung	87
2.6.7	Fertigungsablauf	88
2.6.7.1	Fließfertigung	89
2.6.7.2	Taktfertigung	90
2.6.8	Aufwands- und Leistungswerte	91
2.6.9	Ressourceneinsatz	91
2.6.10	Arbeitszeit	93
2.6.11	Dauer eines Vorgangs	94
2.6.12	Anordnungsbeziehungen	94
2.6.12.1	Abhängigkeiten	94
2.6.12.2	Anordnungsbeziehungen zwischen Schalen und Bewehren	96
2.6.13	Gesamtdauer	100
2.6.14	Logistik	102
2.6.15	Baustelleneinrichtung	103
2.6.16	Soll/Ist-Vergleich	103
3	Kennzahlen für Baubetrieb und Logistik	105
3.1	Grundlagen zu Kennzahlen	106
3.2	Kennzahlen für die Leistung von Geräten	107
3.3	Kennzahlen für arbeitsintensive Tätigkeiten	108
3.3.1	Leistung bei Stahlbetonarbeiten	108
3.3.2	Gesamt-Aufwandswert für Stahlbetonarbeiten	109
3.3.3	Mittlere Aufwandswerte für die Stahlbetonarbeiten	110
3.3.3.1	Mittlerer Aufwandswert für die Schalarbeiten	110
3.3.3.2	Mittlerer Aufwandswert für die Bewehrungsarbeiten	111
3.3.3.3	Mittlerer Aufwandswert für die Betonarbeiten	111
3.3.4	Spezifische Aufwandswerte bezogen auf Bauteile	112
3.4	Interaktionsdiagramm für den Gesamt-Aufwandswert	112
3.4.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	114
3.4.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	117
3.4.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	119
3.4.4	Zusammenfassung	119
3.5	Kennzahlen für die Mengenermittlung	120
3.5.1	Baustoffgrad	121
3.5.2	Schalungsgrad	121
3.5.2.1	Grundlagen für den Schalungsgrad	122
3.5.2.2	Schalungsgrad für vertikale Bauteile	122
3.5.2.3	Schalungsgrad für horizontale Bauteile	131

3.5.2.4	Schalungsgrad: Vergleichende Darstellung	138
3.5.2.5	Berechnung des Schalungsgrades für zwei Bauwerke aus Stahlbeton	140
3.5.2.6	Zusammenfassung	142
3.5.3	Bewehrungsgrad	145
3.5.3.1	Grundlagen für den Bewehrungsgrad	145
3.5.3.2	Bestimmung der Bewehrungsmenge – Auswahldiagramm für Fundamente	147
3.5.3.3	Bestimmung der Bewehrungsmenge – Auswahldiagramm für Stützen	149
3.5.3.4	Bestimmung der Bewehrungsmenge – Auswahldiagramm für Wände	150
3.5.3.5	Bestimmung der Bewehrungsmenge – Auswahldiagramm für Decken	152
3.5.3.6	Zusammenfassung – Bewehrungsgrad	153
3.5.4	Schalungsverhältnisgrad, Bewehrungsverhältnisgrad und Betonverhältnisgrad	153
3.5.4.1	Schalungsverhältnisgrad	154
3.5.4.2	Bewehrungsverhältnisgrad	154
3.5.4.3	Betonverhältnisgrad	155
3.6	Kennzahlen zur Ermittlung der Anzahl der Krane	155
3.6.1	Grundlagen	156
3.6.1.1	Einflussfaktoren auf die Kranauswahl und die Anzahl der Krane	157
3.6.1.2	Einfluss der Krangröße auf die Stundenansätze	158
3.6.2	Bestimmung der Anzahl der Krane	158
3.6.3	Kennzahlenmethode	159
3.6.3.1	Bestimmung der Anzahl der Krane aus der Arbeitskräfteanzahl	159
3.6.3.2	Bestimmung der Anzahl der Krane aus dem Bruttorauminhalt	163
3.6.3.3	Bestimmung der Anzahl der Krane aus dem Baustoffgewicht	165
3.6.3.4	Bestimmung der Anzahl der Krane aus Kranbelegungswerten	165
3.6.4	Leistungsabschätzung über das Kranspiel	172
3.6.5	Kranbemessung über Warteschlangenmodelle	173
3.6.6	Ermittlung der Krananzahl über die Grundrissfläche des Bauwerks und den Kranradius	174
3.6.7	Zusammenfassung – Ermittlung der Anzahl der Krane	175
3.7	Lagerhaltung von Baustoffen	176
3.7.1	Grundlagen zur Vorratsberechnung	176

3.7.1.1	Durchsatz (Produktionsmenge)	176
3.7.1.2	Minimaler Vorrat (Sicherheitsbestand)	177
3.7.1.3	Beschaffungsvorrat	177
3.7.1.4	Erforderlicher Vorrat	178
3.7.1.5	Effektiver Vorrat	178
3.7.1.6	Maximaler Vorrat	178
3.7.1.7	Bestellintervall	179
3.7.2	Interaktionsdiagramm für Lagerhaltung der Bewehrung	179
3.7.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	180
3.7.2.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	181
3.7.2.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	183
3.7.3	Interaktionsdiagramm für die Lagerhaltung von Zement	184
3.7.3.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	184
3.7.3.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	186
3.7.3.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	188
3.7.4	Interaktionsdiagramm für die Lagerhaltung von Ziegeln	188
3.7.4.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	189
3.7.4.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	190
3.7.4.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	192
3.8	Vorhaltemenge für die Schalung	193
3.8.1	Berechnung der Vorhaltemenge bei Fließfertigung – Decken	193
3.8.2	Interaktionsdiagramm für die Vorhaltemenge an Schalung Fließfertigung	197
3.8.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	198
3.8.2.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	199
3.8.2.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	201
3.8.3	Berechnung der Vorhaltemenge bei Taktfertigung – Decken	202
3.8.4	Berechnung der Vorhaltemenge bei Fließfertigung für Decken – Frühausschalen	203
3.8.4.1	Frühausschalen – Schalung	203
3.8.4.2	Frühausschalen – Rüstung	203
3.8.5	Zusammenfassung – Vorhaltemenge	207
4	Richtwerte für Bauablaufplanung und Logistik	209
4.1	Richtwerte zur Ermittlung des Arbeitsaufwandes	209
4.1.1	Nomogramm für die Ermittlung der Grobzeitwerte für den Rohbau nach Sommer	210
4.1.2	Beispiel zur Anwendung des Diagramms nach Sommer	212
4.1.2.1	Anwendung des Interaktionsdiagramms für die Bauablaufplanung der Rohbauarbeiten	212
4.1.2.2	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	214

4.1.3	Zeitansätze für Rohbauarbeiten	214
4.2	Richtwerte für die Mengenermittlung	216
4.2.1	Baustoffverhältnisgrad	216
4.2.2	Schalungsgrad	216
4.2.3	Bewehrungsgrad	216
5	Bauablaufplanung im Baubetrieb – Grobplanung für „Bauwerk-Rohbau“	217
5.1	Grobplanung für Rohbauarbeiten in Ebene 1	217
5.1.1	Interaktionsdiagramm für Rohbauarbeiten	218
5.1.2	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	219
5.1.3	Anwendung des Interaktionsdiagramms	222
5.2	Grobplanung für Erdarbeiten in Ebene 2	224
5.3	Grobplanung für Stahlbetonarbeiten in Ebene 2	225
5.3.1	Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten	226
5.3.2	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	227
5.3.3	Anwendung des Interaktionsdiagramms	229
5.4	Grobplanung für Stahlbetonarbeiten – Leistungsabstimmung in Ebene 2	231
5.4.1	Interaktionsdiagramm für die Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten	232
5.4.2	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	232
5.4.3	Anwendung des Interaktionsdiagramms	234
5.4.4	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	236
5.5	Grobplanung für Mauerwerksarbeiten in Ebene 2	237
5.5.1	Interaktionsdiagramm für Mauerwerksarbeiten – Mauerwerksfläche	237
5.5.1.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	238
5.5.1.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	240
5.5.2	Interaktionsdiagramm für Mauerwerksarbeiten – Mauerwerksmenge	243
6	Bauablaufplanung im Baubetrieb – Feinplanung für Stahlbetonarbeiten	247
6.1	Feinplanung des Fertigungsablaufs für Stahlbetonarbeiten in Ebene 3	248
6.1.1	Grundlagen zur Fertigungsablaufplanung	248
6.1.2	Interaktionsdiagramm für die Bauablaufplanung der Stahlbetonarbeiten	249
6.1.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	250
6.1.2.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	251
6.1.2.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	254
6.2	Feinplanung der Schalarbeiten in Ebene 3	254
6.2.1	Interaktionsdiagramm für Schalarbeiten	255
6.2.1.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	257

6.2.1.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	259
6.2.1.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	261
6.2.2	Kategorien für den Arbeitsaufwand der Schararbeiten für verschiedene Bauwerkstypen	261
6.2.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	263
6.2.2.2	Baubetrieblicher Vergleich anhand der vier Bauwerkskategorien	264
6.3	Feinplanung der Schararbeiten in Ebene 4	267
6.3.1	Interaktionsdiagramm für Schararbeiten – Ebene 4: Fundamentplatten.	267
6.3.1.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	268
6.3.1.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	269
6.3.1.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	271
6.3.2	Interaktionsdiagramm für Schararbeiten – Ebene 4: Stützen.	272
6.3.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	272
6.3.2.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	273
6.3.2.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	275
6.3.3	Interaktionsdiagramm für Schararbeiten – Ebene 4: Wände	276
6.3.3.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	276
6.3.3.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	278
6.3.3.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	279
6.3.4	Interaktionsdiagramm für Schararbeiten – Ebene 4: Decken.	280
6.3.4.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	281
6.3.4.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	283
6.4	Feinplanung der Bewehrungsarbeiten in Ebene 3	287
6.4.1	Interaktionsdiagramm für die Bewehrungsarbeiten	289
6.4.1.1	Formel zur Berechnung des Aufwandswertes für die Bewehrungsarbeiten	289
6.4.1.2	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	290
6.4.1.3	Anwendung des Interaktionsdiagramms	293
6.4.1.4	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	294
6.5	Feinplanung der Bewehrungsarbeiten in Ebene 4	296
6.5.1	Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten – Ebene 4: Fundamentplatten.	296
6.5.1.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	296
6.5.1.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	299
6.5.1.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	301
6.5.2	Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten – Ebene 4: Stützen	301
6.5.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	302
6.5.2.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	304

6.5.2.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	306
6.5.3	Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten – Ebene 4: Wände	307
6.5.3.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	307
6.5.3.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	310
6.5.3.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	311
6.5.4	Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten – Ebene 4: Decken	312
6.5.4.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	313
6.5.4.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	315
6.5.4.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	317
6.6	Feinplanung der Betonierarbeiten in Ebene 4	318
6.6.1	Einfluss der Steiggeschwindigkeit auf den Betoneinbau – Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen	319
6.6.2	Interaktionsdiagramm für Betonarbeiten – Ebene 4: Wände	320
6.6.2.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	320
6.6.2.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	321
6.6.2.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	323
6.6.3	Interaktionsdiagramm für Betonarbeiten – Ebene 4: Stützen	324
6.6.3.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms	325
6.6.3.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms	326
6.6.3.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse	328
6.7	Feinplanung für Stahlbetonarbeiten – Einarbeitung bei Schalarbeiten	328
6.7.1	Grundlagen	330
6.7.2	Berechnung der Schalungsleistung	331
6.7.3	Berechnung der Vorgangsdauer	333
6.7.4	Berücksichtigung der Einarbeitung bei Schalarbeiten	333
6.7.5	Berücksichtigung der Einarbeitung in den Aufwandswerten	336
6.7.5.1	Berücksichtigung der Einarbeitung in den Aufwandswerten für die Arbeitsvorbereitung und die Bauausführung	336
6.7.5.2	Berücksichtigung der Einarbeitung in den Aufwandswerten zur Angebotserstellung	337
6.7.6	Berücksichtigung der Einarbeitung in der Leistungsberechnung für die Schalarbeiten	339
6.7.7	Konsequenzen aus der Nichtberücksichtigung der Einarbeitung	341
6.7.7.1	Folgen für die Angebotskalkulation	341
6.7.7.2	Folgen für die Arbeitsvorbereitung bzw. Bauausführung (Vorgangsdauer)	341
6.7.8	Anpassungsmöglichkeiten zur Erzielung und Aufrechterhaltung einer konstanten Schalungsleistung	343
6.7.8.1	Konstante Schalungsleistung – Kapazitive Anpassung	343