

---

# I Inhaltsverzeichnis

---

I	Inhaltsverzeichnis .....	VII
1	Einleitung .....	1
1.1	Einführung .....	1
1.2	Ziel .....	2
1.3	Gliederung .....	3
2	Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung .....	5
2.1	Bauweisen .....	7
2.1.1	Ortbetonbauweise .....	8
2.1.1.1	Standardbauweise .....	8
2.1.1.2	Kombinierte Bauweise .....	8
2.1.2	Fertigteilbauweise .....	9
2.1.3	Mischbauweise .....	10
2.2	Baubetrieblicher Stellenwert .....	10
2.2.1	Bauablauf .....	14
2.2.2	Baustelleneinrichtung .....	14
2.2.2.1	Lagerflächen .....	15
2.2.2.2	Kranbedarf .....	18
2.2.2.3	Verkehrsanbindung .....	18
2.2.3	Logistik .....	19
2.2.4	Verfahrensvergleich .....	19
2.3	Bauwirtschaftlicher Stellenwert .....	19
2.3.1	Schalarbeiten als Eigenleistung .....	20
2.3.2	Schalarbeiten werden ausgelagert (Outsourcing) .....	20
2.3.3	Kalkulation .....	21

2.3.4	Soll/Ist-Vergleiche . . . . .	22
2.3.4.1	Zeit . . . . .	24
2.3.4.2	Qualität . . . . .	24
2.3.4.3	Kosten . . . . .	24
2.3.4.4	Aufwandswerte . . . . .	25
2.3.4.5	Leistung . . . . .	25
2.3.4.6	Vorhaltemenge . . . . .	25
2.3.5	Mehrkostenforderungen . . . . .	26
2.3.6	Kostenanteil der Schalarbeiten an den Stahlbetonarbeiten . . . . .	27
2.3.6.1	Kostenanteil in Österreich . . . . .	28
2.3.6.2	Kostenanteil in Deutschland . . . . .	33
3	Funktion der Schalung. . . . .	35
3.1	Formgebung . . . . .	36
3.1.1	Ebene Flächen . . . . .	36
3.1.2	Gekrümmte Flächen . . . . .	36
3.1.2.1	Einfach gekrümmte Flächen . . . . .	36
3.1.2.2	Doppelt gekrümmte Flächen . . . . .	37
3.2	Gestaltungsfunktion . . . . .	38
3.2.1	Flächengliederung . . . . .	39
3.2.1.1	Arbeitsfugen . . . . .	39
3.2.1.2	Elementfugen . . . . .	40
3.2.1.3	Schalungshautfugen . . . . .	40
3.2.2	Struktur . . . . .	41
3.2.3	Farbe . . . . .	41
3.2.4	Porigkeit . . . . .	42
3.3	Kraftableitung . . . . .	42
3.4	Ermöglichung einer dichten Betonoberfläche . . . . .	42
4	Schalungshautarten . . . . .	45
4.1	Systematische Einteilung der Schalungshautarten . . . . .	45
4.2	Schalungshaut aus Holz . . . . .	48
4.3	Schalungshaut aus Holzwerkstoff . . . . .	49
4.3.1	Massivholzplatten . . . . .	50
4.3.2	Sperrholzplatten . . . . .	51
4.3.3	Faserplatten . . . . .	52
4.4	Spanplatten . . . . .	53
4.5	Schalungshaut aus Kunststoff . . . . .	54

4.5.1	Kunststoffverbundplatten . . . . .	54
4.5.2	Kunststoffbeschichtete Platten . . . . .	55
4.5.3	Kunststoffvlies . . . . .	55
4.5.4	Schalungshautmatrizen . . . . .	56
4.6	Schalungshaut aus Metall . . . . .	57
4.6.1	Schalungshaut aus Stahl . . . . .	58
4.6.2	Schalungshaut aus Blech . . . . .	58
4.6.2.1	Tafeln aus Blech . . . . .	59
4.6.2.2	Rippenstreckmetall . . . . .	59
4.6.3	Schalungshaut aus Papier . . . . .	60
4.7	Ausbildung der Schalungshautstöße . . . . .	61
5	Wechselwirkung zwischen Schalungshaut, Trennmittel und Beton. . .	63
5.1	Einflüsse der Schalungshaut auf den Beton . . . . .	64
5.2	Trennmittel . . . . .	66
5.2.1	Arbeitsvorbereitung . . . . .	68
5.2.2	Ausführung . . . . .	69
5.2.3	Der Einsatz von Schalungshaut ohne Trennmittel . . . . .	70
5.3	Wechselwirkung zwischen Schalungshaut und Trennmittel . . . . .	71
5.4	Wechselwirkung zwischen Trennmittel und Beton . . . . .	71
5.5	Verbundforschung in Deutschland - wesentliche Ergebnisse . . . . .	72
6	Schalungen für vertikale Bauteile . . . . .	75
6.1	Herstellung von vertikalen Bauteilen . . . . .	75
6.1.1	Anzahl der Häupter . . . . .	76
6.1.1.1	Einhäuptige Schalungen . . . . .	77
6.1.1.2	Doppelhäuptige Schalungen . . . . .	79
6.1.2	Bauweise . . . . .	80
6.1.3	Arbeitsfortschritt . . . . .	81
6.1.4	Kranabhängigkeit . . . . .	81
6.2	Einteilung der Wandschalungen. . . . .	81
6.3	Überblick über Schalungssysteme für Wände . . . . .	82
6.3.1	Konventionelle Schalungen - Wände . . . . .	83
6.3.2	Rahmenschalungen - Wände . . . . .	86
6.3.2.1	Rahmenschalungen - Aufbau . . . . .	86
6.3.2.2	Oberflächenbeschaffenheit der Rahmenelemente . . . . .	88

6.3.2.3	Elementanordnung und Verbindungsmittel . . . . .	88
6.3.2.4	Ankerungen . . . . .	91
6.3.2.5	Ausgleiche . . . . .	93
6.3.2.6	Eckausbildungen . . . . .	96
6.3.2.7	Abstützelemente und Arbeitsgerüste . . . . .	98
6.3.2.8	Rahmenschalungen für runde Bauwerke . . . . .	100
6.3.2.9	Rahmenschalungen aus Aluminium . . . . .	101
6.3.2.10	Rahmenschalungen aus Stahl . . . . .	101
6.3.2.11	Rahmenschalungen aus Kunststoff . . . . .	102
6.3.3	Trägerschalungen . . . . .	103
6.3.3.1	Trägerschalung mit bauseitiger Grundmontage . . . . .	104
6.3.3.2	Trägerschalung werkseitig vormontiert . . . . .	108
6.3.3.3	Trägerrundschalungen . . . . .	110
6.4	Überblick über Schalungssysteme für Stützen und Säulen . . . . .	112
6.4.1	Konventionelle Schalung . . . . .	112
6.4.2	Trägerschalungen . . . . .	113
6.4.3	Rahmenschalungen . . . . .	114
6.4.3.1	Rahmenelemente für den Universaleinsatz . . . . .	115
6.4.3.2	Rahmenelemente für den Klappeinsatz . . . . .	116
6.4.3.3	Rahmenelemente für den flexiblen Einsatz . . . . .	117
6.4.4	Stahlschalungen für runde Stützenschalungen . . . . .	118
6.4.5	Einwegschalungen . . . . .	119
6.5	Höhenversetzbare Schalungen . . . . .	119
6.5.1	Kletterschalung . . . . .	120
6.5.1.1	Kranabhängige Kletterschalung . . . . .	120
6.5.1.2	Selbstkletterschalung . . . . .	122
6.5.2	Gleitschalung . . . . .	124
6.6	Fertigteile . . . . .	128
6.7	Auswahlkriterien . . . . .	128
7	Schalungen für horizontale Bauteile . . . . .	129
7.1	Einteilung der Deckenschalungen . . . . .	129
7.2	Konventionelle Schalung . . . . .	131
7.3	Trägerschalung . . . . .	133
7.3.1	Trägerschalung ohne Fallkopf . . . . .	133
7.3.1.1	Schalung mit Stützen . . . . .	133
7.3.1.2	Schalung mit Gerüsten . . . . .	138
7.3.2	Trägerschalung mit Fallkopf . . . . .	139
7.3.3	Randabschalung . . . . .	140
7.3.3.1	Randabschalung im Wandbereich . . . . .	141

7.3.3.2	Randabschalung mit freiem Deckenende .....	141
7.3.4	Unterzüge .....	142
7.3.4.1	Randunterzüge .....	142
7.3.4.2	Feldunterzüge .....	143
7.4	Rahmenschalung - Decken .....	145
7.4.1	Rahmenschalung ohne Fallkopf .....	145
7.4.2	Rahmenschalung mit Fallkopf .....	146
7.5	Trägerrostschalung .....	150
7.6	Deckentische .....	151
7.7	Schubladenschalung .....	154
7.8	Raumschalung .....	154
7.9	Fertigteile .....	155
7.9.1	Fertigteile mit Unterstellung .....	155
7.9.2	Fertigteile ohne Unterstellung .....	155
7.9.2.1	Spannbetonhohldielen .....	155
7.9.2.2	Vorgespannte Rippendecken .....	156
7.10	Auswahlkriterien .....	156
8	Schalungen für geneigte Bauteile .....	157
8.1	Einteilung .....	158
8.2	Anwendung von Schalungssystemen für geneigte Bauteile ..	159
8.2.1	Schalungen mit Gerüsten .....	159
8.2.2	Sonderschalungen .....	160
8.2.2.1	Faulbehälter .....	160
8.2.2.2	Wassertürme .....	161
8.2.3	Kletterschalungen .....	163
8.2.4	Gleitschalungen .....	163
8.3	Auswahlkriterien .....	166
9	Frischbetondruck und Bemessung .....	167
9.1	Grundlagen .....	168
9.2	Theorie zum Frischbetondruck .....	168
9.3	Frischbetondruck auf horizontale Bauteile .....	169
9.4	Frischbetondruck auf vertikale Bauteile .....	169
9.4.1	Grundlagen des Frischbetondruckes auf lotrechte Schalungen .....	170
9.4.2	Frischbetondruck nach DIN 18218 .....	171
9.4.2.1	Größe und Verteilung des Frischbetondruckes .....	172
9.4.2.2	Entwicklung des Verteilungsdiagramms nach DIN 18218 .....	175

9.4.3	Berechnungsbeispiel - Lotrechte Wand . . . . .	176
9.4.3.1	Ermittlung des Frischbetondrucks und der Ankerkräfte . . . . .	178
9.4.3.2	Bemessung der Wandschalung . . . . .	185
9.5	Frischbetondruck auf geneigte Bauteile . . . . .	189
9.5.1	Ansatz für geneigte Schalungen . . . . .	191
9.5.2	Frischbetonkeil . . . . .	192
9.5.3	Anwendung des vereinfachten Lastbildes für geneigte Schalungen . . . . .	193
9.5.3.1	Schalungsfläche unterhalb des Frischbetons . . . . .	194
9.5.3.2	Schalungsfläche oberhalb des Frischbetonspiegels . . . . .	195
9.5.4	Berechnungsbeispiel - Geneigte Wand . . . . .	197
9.5.5	Ankerlage und Auftrieb . . . . .	202
10	Sichtbeton . . . . .	203
10.1	Grundlagen . . . . .	204
10.2	Gestaltungsmerkmale . . . . .	208
10.2.1	Struktur . . . . .	209
10.2.2	Farbe . . . . .	209
10.2.3	Flächengliederung . . . . .	209
10.2.3.1	Arbeitsfugen . . . . .	210
10.2.3.2	Element- und Schalungshautfugen . . . . .	210
10.3	Überblick über Normen, Richtlinien und Merkblätter . . . . .	214
10.3.1	Grundlagen . . . . .	215
10.3.2	Normen, Richtlinien und Merkblätter im deutschsprachigen Raum - Überblick . . . . .	217
10.3.2.1	Überblick in Deutschland . . . . .	217
10.3.2.2	Überblick in Österreich . . . . .	218
10.3.2.3	Überblick in der Schweiz . . . . .	220
10.4	Kriterien für Sichtbeton . . . . .	220
10.4.1	Kriterien für die Planung . . . . .	220
10.4.2	Kriterien für die Ausschreibung . . . . .	221
10.4.3	Kriterien für die Kalkulation . . . . .	222
10.4.4	Kriterien für die Arbeitsvorbereitung . . . . .	223
10.4.5	Kriterien für die Ausführung . . . . .	224
10.5	Ablaufdiagramm für Sichtbeton . . . . .	228
10.5.1	Konventioneller Ablauf . . . . .	228
10.5.2	Modifizierter Ablauf . . . . .	230
10.6	Checkliste für Sichtbeton - Ausführende . . . . .	232
10.6.1	Phase: vor Ausführung der Arbeiten . . . . .	234
10.6.1.1	Planung/Ausschreibung . . . . .	234
10.6.1.2	Arbeitsvorbereitung . . . . .	234

10.6.2	Phase: Ausführung der Arbeiten . . . . .	235
10.7	Regelkreise im Zusammenhang mit Sichtbeton. . . . .	235
10.7.1	Beteiligte von der Planung, über die Herstellung bis zur Übernahme von Sichtbeton . . . . .	236
10.7.2	Regelkreis - Allgemein . . . . .	236
10.7.3	Bearbeitungsintensität in Abhängigkeit vom Planungsstadium . . . . .	238
10.7.4	Regelkreis für die Planung, Ausschreibung und Bauausführung . . . . .	239
10.7.4.1	Regelkreis für die Planung. . . . .	239
10.7.4.2	Regelkreis für die Ausschreibung . . . . .	243
10.7.4.3	Regelkreis für die Ausführung . . . . .	246
10.7.4.4	Störeinflüsse auf Regelkreise . . . . .	249
10.7.5	Unvernetzte Betrachtung der verschiedenen Regelkreissysteme . . . . .	249
10.7.6	Vernetzte Betrachtung der verschiedenen Regelkreissysteme . . . . .	251
10.7.7	Zusammenfassung . . . . .	252
10.8	Meinungsbild der Architekten über Sichtbeton. . . . .	254
10.8.1	Ziel der Umfrage. . . . .	254
10.8.2	Auswertung . . . . .	255
10.8.2.1	Unternehmensgröße der Befragten . . . . .	255
10.8.2.2	Tätigkeitsbereiche der Befragten . . . . .	256
10.8.2.3	Welche Baustoffe werden als gestalterisches Element eingesetzt? . . . . .	256
10.8.2.4	Welche Argumente sprechen gegen den Einsatz von Sichtbeton als Gestaltungselement? . . . . .	257
10.8.2.5	Welche Kriterien sind für die Planer wesentlich beim Sichtbeton? . . . . .	260
10.8.2.6	Wie wird der auszuführende Sichtbeton beschrieben? . . . . .	262
10.8.2.7	Was stört die Planer besonders bei Sichtbeton? . . . . .	263
10.8.2.8	Wie würden die Planer zukünftig die Abnahmekriterien vereinbaren? . . . . .	264
10.8.2.9	Welche Regelwerke sind den Planern bekannt und werden auch eingesetzt? . . . . .	266
10.8.2.10	Bewertung der Verbesserungsvorschläge zur Steigerung der Sichtbetonqualität . . . . .	267
10.8.2.11	Zusammenfassung zur Untersuchung. . . . .	269
11	Ausschreibung und Qualitätsbeurteilung . . . . .	271
11.1	Ausschreibung von Stahlbetonarbeiten . . . . .	271
11.2	Baubetriebliche Angaben des Auftraggebers in der Ausschreibung . . . . .	274
11.3	Ausschreibung für Normalbeton. . . . .	278
11.4	Ausschreibung für Sichtbeton . . . . .	279
11.4.1	Musterflächen. . . . .	280
11.4.2	Referenzflächen . . . . .	281

11.5	Beurteilung der Sichtbetonbetonqualität - Modalitäten . . . . .	281
11.5.1	Festlegung von Musterflächen und eines Vergleichszeitraumes . . . . .	282
11.5.2	Sichtbetonkriterien . . . . .	284
11.5.2.1	Ebenheit . . . . .	285
11.5.2.2	Porigkeit . . . . .	286
11.5.2.3	Struktur . . . . .	286
11.5.2.4	Farbgleichheit . . . . .	286
11.6	Ablauf der Beurteilung . . . . .	288
11.6.1	Zwischenbeurteilung . . . . .	288
11.6.1.1	Zeitlicher Ablauf der Zwischenbeurteilung der Sichtbetonqualität . . . . .	289
11.6.1.2	Beurteilung des Einzeleindrucks für eine Zwischenbeurteilung . . . . .	290
11.6.1.3	Beurteilung des Gesamteindrucks für die Abnahme/Übernahme . . . . .	290
11.6.1.4	Beurteilung des Einzeleindrucks für die Abnahme/Übernahme . . . . .	290
11.6.2	Ablaufdiagramm . . . . .	291
12	Kalkulation . . . . .	295
12.1	Grundlagen zur Kalkulation . . . . .	296
12.1.1	Phasen der Kalkulation . . . . .	296
12.1.1.1	Angebotskalkulation . . . . .	297
12.1.1.2	Auftragskalkulation . . . . .	297
12.1.1.3	Arbeitskalkulation . . . . .	298
12.1.1.4	Nachkalkulation . . . . .	298
12.1.1.5	Nachtragskalkulation . . . . .	299
12.1.2	Zuschlagskalkulation . . . . .	299
12.2	Kalkulationsgrundlagen für die Lohnkosten . . . . .	300
12.2.1	Mittellohnkosten . . . . .	300
12.2.1.1	Mittellohnkosten - Grobkalkulation . . . . .	300
12.2.1.2	Mittellohnkosten - Detailkalkulation . . . . .	300
12.2.2	Aufwandswert . . . . .	301
12.2.2.1	Gesamt-Aufwandswert für die Stahlbetonarbeiten . . . . .	302
12.2.2.2	Mittlerer Aufwandswert für die Schalarbeiten - Hochbau . . . . .	303
12.2.2.3	Mittlerer Aufwandswert für die Schalarbeiten - Brückenbau . . . . .	304
12.2.2.4	Detailaufwandswert für einen Bauteil oder Fertigungsabschnitt . . . . .	304
12.2.2.5	Einflüsse auf den Aufwandswert - Baubetriebliche Betrachtung . . . . .	305



12.2.2.6	Einflüsse auf den Aufwandswert - Bauwirtschaftliche Betrachtung . . . . .	308
12.2.2.7	Quellen für Aufwandswerte . . . . .	308
12.2.2.8	Aufwandswertematrix - Schalarbeiten . . . . .	311
12.3	Kalkulationsgrundlagen für die Gerätekosten . . . . .	313
12.3.1	Gerätekosten - Grobkalkulation . . . . .	313
12.3.2	Gerätekosten - Detailkalkulation. . . . .	315
12.3.2.1	Schalung wird gekauft . . . . .	317
12.3.2.2	Gemietete Schalung . . . . .	319
12.4	Kalkulationsgrundlagen für die Materialkosten . . . . .	319
12.5	Grob- und Detailkalkulation der Stahlbetonarbeiten . . . . .	320
12.5.1	Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten . . . . .	321
12.5.1.1	Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - gesamtes Bauwerk . . . . .	321
12.5.1.2	Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte . . . . .	322
12.5.2	Detailkalkulation für die Stahlbetonarbeiten . . . . .	322
12.5.2.1	Detailkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - gesamtes Bauwerk . . . . .	322
12.5.2.2	Detailkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte . . . . .	323
12.6	Grob- und Detailkalkulation der Schalarbeiten . . . . .	324
12.6.1	Grobkalkulation für die Schalarbeiten. . . . .	324
12.6.1.1	Grobkalkulation für die Schalarbeiten - gesamtes Bauwerk . . . . .	325
12.6.1.2	Grobkalkulation für die Schalarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte . . . . .	325
12.6.2	Detailkalkulation der Schalarbeiten . . . . .	326
12.6.2.1	Detailkalkulation für die Schalarbeiten - gesamtes Bauwerk . . . . .	326
12.6.2.2	Detailkalkulation für die Schalarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte . . . . .	327
12.7	Beispiel zur Kalkulation . . . . .	328
12.7.1	Grobkalkulation der Schalarbeiten . . . . .	329
12.7.1.1	Gerätekosten . . . . .	329
12.7.1.2	Lohnkosten . . . . .	330
12.7.1.3	Materialkosten . . . . .	330
12.7.1.4	Einzelkosten . . . . .	330
12.7.2	Detailkalkulation der Schalarbeiten . . . . .	330
12.7.2.1	Gerätekosten . . . . .	332
12.7.2.2	Lohnkosten . . . . .	334

12.7.2.3	Materialkosten . . . . .	336
12.7.2.4	Zusammenstellung der Einzelkosten . . . . .	336
<b>13</b>	<b>Systematischer Verfahrens- und Systemvergleich . . . . .</b>	<b>337</b>
13.1	Prioritätenmatrix für die Stahlbetonarbeiten . . . . .	337
13.2	Arten des Schalungsvergleichs . . . . .	339
13.2.1	Kalkulatorischer Verfahrensvergleich . . . . .	340
13.2.1.1	Allgemeiner kalkulatorischer Schalungsvergleich . . . . .	340
13.2.1.2	Vertiefter kalkulatorischer Schalungsvergleich . . . . .	340
13.2.1.3	Beispiel . . . . .	342
13.2.2	Differenzierter Verfahrensvergleich . . . . .	345
13.2.2.1	Entscheidungsmatrix . . . . .	346
13.2.2.2	Auswahlkriterien . . . . .	349
13.2.2.3	Einsatz der Entscheidungsmatrix . . . . .	354
<b>14</b>	<b>Bauablaufplanung . . . . .</b>	<b>355</b>
14.1	Fertigungsablaufmodelle . . . . .	355
14.1.1	Fließfertigung . . . . .	356
14.1.2	Taktfertigung . . . . .	357
14.2	Anordnungsbeziehungen . . . . .	358
14.2.1	Normalfolge . . . . .	359
14.2.2	Anfangsfolge . . . . .	360
14.2.3	Endfolge . . . . .	361
14.2.4	Bedingungen für die Anordnungsbeziehungen . . . . .	361
14.2.4.1	Anordnungsbeziehungen zwischen Schalen und Bewehren . . . . .	362
14.3	Berechnung der Schalungsleistung für verschiedene Schalungsphasen . . . . .	367
14.3.1	Leistung in den Schalungsphasen . . . . .	367
14.3.2	Berechnung der Vorgangsdauer . . . . .	369
14.3.3	Berücksichtigung der Einarbeitung bei Schalarbeiten . . . . .	370
14.3.4	Berücksichtigung der Einarbeitung in den Aufwandswerten . . . . .	373
14.3.4.1	Berücksichtigung der Einarbeitung in den Aufwandswerten für die Arbeitsvorbereitung und die Bauausführung . . . . .	373
14.3.4.2	Berücksichtigung der Einarbeitung in den Aufwandswerten zur Angebotserstellung . . . . .	374
14.3.5	Berücksichtigung der Einarbeitung in der Leistungsberechnung für die Schalarbeiten . . . . .	376
14.3.6	Konsequenzen aus der Nichtberücksichtigung der Einarbeitung . . .	378
14.3.6.1	Folgen für die Angebotskalkulation . . . . .	379

14.3.6.2	Folgen für die Arbeitsvorbereitung bzw. Bauausführung (Vorgangsdauer) .	379
14.3.7	Anpassungsmöglichkeiten zur Erzielung und Aufrechterhaltung einer konstanten Schalungsleistung . . . . .	380
14.3.7.1	Konstante Schalungsleistung – Kapazitive Anpassung . . . . .	381
14.3.7.2	Beispiel für eine kapazitive Anpassung . . . . .	382
14.3.7.3	Konstante Schalungsleistung – Arbeitszeitliche Anpassung . . . . .	383
14.3.7.4	Berechnung der Leistungsverluste . . . . .	384
14.3.7.5	Beispiele für eine arbeitszeitliche Anpassung . . . . .	385
14.3.8	Zusammenfassung . . . . .	388
14.4	Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten im Hochbau . . . . .	390
14.4.1	Abstimmung zwischen vertikalen und horizontalen Bauteilen . . . . .	390
14.4.2	Abstimmung zwischen Schalen und Bewehren . . . . .	391
14.4.2.1	Leistungsabstimmung bei Decken . . . . .	392
14.4.2.2	Leistungsabstimmung bei Wänden . . . . .	393
15	Schalungslogistik . . . . .	411
15.1	Beschaffungslogistik . . . . .	413
15.2	Produktionslogistik . . . . .	415
15.2.1	Externe Fördermittel . . . . .	418
15.2.1.1	Krane . . . . .	418
15.2.1.2	Bauaufzug . . . . .	420
15.2.1.3	Hubsysteme . . . . .	420
15.2.1.4	Transportfahrzeuge . . . . .	422
15.2.1.5	Flaschenzüge und Winden . . . . .	422
15.2.1.6	Fahrwerke . . . . .	422
15.2.2	Integrierte Fördermittel . . . . .	423
15.2.2.1	Heber bei der Gleitschalung . . . . .	423
15.2.2.2	Selbstklettereinrichtung . . . . .	424
15.3	Entsorgungslogistik . . . . .	424
15.4	Vorhaltemenge für die Schalung . . . . .	425
15.4.1	Vorhaltemenge für die Grobplanung . . . . .	426
15.4.2	Berechnung der Vorhaltemenge bei Fließfertigung – Decken . . . . .	426
15.4.3	Interaktionsdiagramm für die Vorhaltemenge an Schalung – Fließfertigung . . . . .	430
15.4.3.1	Beschreibung des Interaktionsdiagramms . . . . .	430
15.4.3.2	Anwendung des Interaktionsdiagramms . . . . .	432
15.4.3.3	Beispiel zur Sensitivitätsanalyse . . . . .	434
15.4.4	Berechnung der Vorhaltemenge bei Taktfertigung – Decken . . . . .	434

15.4.5	Berechnung der Vorhaltemenge bei Fließfertigung für Decken – Frühausschalen . . . . .	435
15.4.5.1	Frühausschalen – Schalung . . . . .	436
15.4.5.2	Frühausschalen – Rüstung . . . . .	436
15.4.6	Vorhaltemenge und Bauzeit . . . . .	439
15.4.6.1	Zusammenhang . . . . .	439
15.4.6.2	Beispiel zur Vorhaltemenge . . . . .	440
15.4.7	Zusammenfassung – Vorhaltemenge . . . . .	442
16	Kennzahlen . . . . .	443
16.1	Mindestarbeitsfläche . . . . .	444
16.1.1	Ansätze aus der Literatur . . . . .	446
16.1.2	Aktuelle Untersuchungen zur Mindestarbeitsfläche . . . . .	446
16.1.2.1	Mindestarbeitsfläche - Untersuchungsergebnisse . . . . .	447
16.1.2.2	Bedeutung der Mindestarbeitsfläche getrennt nach Schalen, Bewehren und Betonieren - Beispiel . . . . .	449
16.1.3	Anwendung . . . . .	451
16.2	Kennzahlen für die Mengenermittlung . . . . .	452
16.2.1	Schalfläche . . . . .	452
16.2.2	Schalungsgrad . . . . .	453
16.2.2.1	Grundlagen für den Schalungsgrad . . . . .	454
16.2.2.2	Schalungsgrad: Vergleichende Darstellung . . . . .	454
16.2.2.3	Berechnung des Schalungsgrades für zwei Bauwerke aus Stahlbeton . . . . .	456
16.2.2.4	Zusammenfassung . . . . .	458
16.2.3	Schalungsverhältnisgrad . . . . .	461
16.2.4	Vorhaltemengengrad . . . . .	462
16.2.4.1	Vorhaltemengengrad - Bauwerk . . . . .	462
16.2.4.2	Vorhaltemengengrad - Horizontale Bauteile . . . . .	463
16.2.4.3	Vorhaltemengengrad - Vertikale Bauteile . . . . .	463
16.2.4.4	Vorhaltemengenverhältnisgrad . . . . .	463
16.2.5	Ortbetongrad . . . . .	463
16.3	Kennzahlen für die Logistik . . . . .	464
16.3.1	Transporte für die Schalung . . . . .	464
16.3.2	Transporte für die Stahlbetonarbeiten . . . . .	465
II	Literaturverzeichnis . . . . .	467
II.1	Bücher . . . . .	467
II.2	Buchkapitel . . . . .	468
II.3	Diplomarbeiten . . . . .	469
II.4	Dissertationen . . . . .	469

---

II.5	Fachbeiträge .....	469
II.6	Firmenunterlagen .....	470
II.7	Regelwerke .....	471
II.8	Skripten und Studienunterlagen .....	472
II.9	Sonstige .....	472
II.10	Vorträge .....	473
III	Begriffe .....	475
III.1	Abstützung .....	475
III.2	Arbeitsfuge .....	475
III.3	Bauablauf .....	475
III.4	Bauablaufplanung .....	476
III.5	Baubetrieb .....	476
III.6	Bauteil .....	477
III.7	Bauteilgruppe .....	477
III.8	Erstarrungszeit .....	477
III.9	Feinplanung .....	477
III.10	Fertigungsschwerpunkt .....	477
III.11	Frischbetondruck .....	477
III.12	Grat .....	478
III.13	Grenzschalfläche .....	478
III.14	Grobplanung .....	478
III.15	Hydrostatische Druckhöhe .....	478
III.16	Kritische Annäherung .....	478
III.17	Lagerungsschwerpunkt .....	478
III.18	Lehrgerüst .....	479
III.19	Lohnstunde .....	480
III.20	Negativabdruck .....	480
III.21	Passfläche .....	480
III.22	Positivabdruck .....	480
III.23	Prüflos .....	480
III.24	Regelfläche .....	480
III.25	Rüstung .....	481
III.26	Schalung .....	481
III.27	Schalungselemente .....	481
III.28	Schalungsgerüste .....	481

III.29	Steiggeschwindigkeit . . . . .	482
III.30	Serienschaltung . . . . .	482
III.31	Stückliste . . . . .	482
III.32	Sonderschalungen . . . . .	482
III.33	Traggerüst . . . . .	482
III.34	Vorhaltemenge . . . . .	483
III.35	Zeitstunde . . . . .	483
III.36	Zielgrößen . . . . .	483
IV	Abkürzungsverzeichnis . . . . .	485
V	Abbildungsverzeichnis . . . . .	497
VI	Sachverzeichnis . . . . .	513