



Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler studierte an der Technischen Universität Graz Wirtschaftsingenieurwesen/Bauwesen, wo er 1990 promovierte. Im Zuge seiner Doktorarbeit befasste er sich intensiv mit baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Optimierungen von Stahlbetonarbeiten.

Von 1995 bis 2001 war er als Universitätsassistent und von 2002 bis 2006 als Assistent an der TU Graz beschäftigt. Die Auseinandersetzung mit baubetrieblichen Fragestellungen (vor allem Arbeitsvorbereitung,

Ablaufoptimierung, Optimierung von Stahlbetonarbeiten, Schalungs- und Rüsttechnik, Logistik, Risikomanagement) führte zu Lösungen, die in der Bauwirtschaft häufig Anwendung finden.

Im November 2005 wurde Dr. Hofstadler die Lehrbefugnis für das wissenschaftliche Fach Baubetrieb an der TU Graz verliehen, wo er seit 2006 als Associate Professor beschäftigt ist. Weiters ist er als Experte im Österreichischen Normungsinstitut und als „Allgemein besoldeter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger“ für das Bauwesen tätig.

Als Autor hat er die Bücher „Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb“ und „Schalarbeiten“ veröffentlicht sowie zahlreiche Beiträge zu baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themen.

Praktische Erfahrungen in der Bauausführung konnte Dr. Hofstadler auf verschiedenen Baustellen sammeln, vor allem in den Bereichen Hoch- und Brückenbau sowie in der Gebäudesanierung und bei Umbauten.

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb



Ing. Mag. Gerald Franzl MBA besuchte die Höhere Technische Lehranstalt für Tiefbau in Linz, an der er 1985 maturierte.

Fundierte praktische Erfahrungen machte er im Bereich der Bauleitung, bis er 1989 in die Betonstahlbearbeitung wechselte. Die betriebswirtschaftlichen Betrachtungen und Optimierungen für Bewehrungsunternehmen und die daraus resultierenden Unternehmensziele waren bereits in seinem Masterstudium für Executivmanagement 2004 sein zentrales Thema. Der Stellenwert und das Image der Bewehrungsarbeiten in der täglichen Praxis faszinierten ihn schon damals.

Später war er Mitinitiator des Ausbildungslehrganges für Eisenflechtvorarbeiter an der Bauakademie. Die langjährige Tätigkeit im Projektmanagement sowie in der Geschäftsführung für Bewehrungsarbeiten zeichnen ihn heute als Experten mit reichem Praxis-Know-how aus, der alle seine Erfahrungen zur bauwirtschaftlichen Bedeutung dieser im modernen Bauwesen unverzichtbaren Branche in dieses Buch eingebracht hat.

Christian Hofstadler & Gerald Franzl

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

Christian Hofstadler & Gerald Franzl



VÖBV

Herausgeber: VÖBV Verband Österreichischer Eisen- und Verfertigtechnik

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

von

Christian Hofstadler, Gerald Franzl

Inhaltsverzeichnis

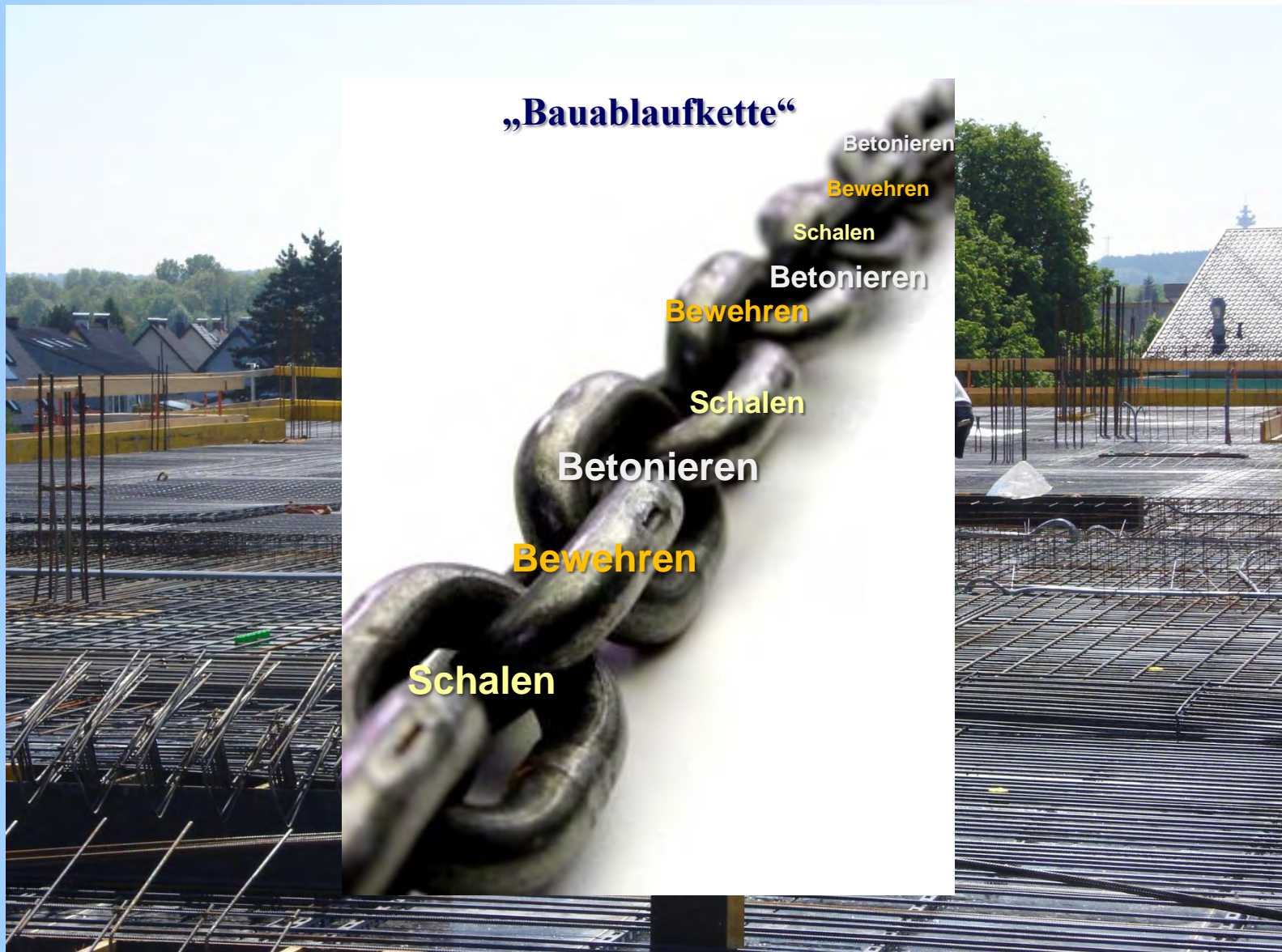
- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Ein wichtiges Glied in der Bauablaufkette der Stahlbetonarbeiten!

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

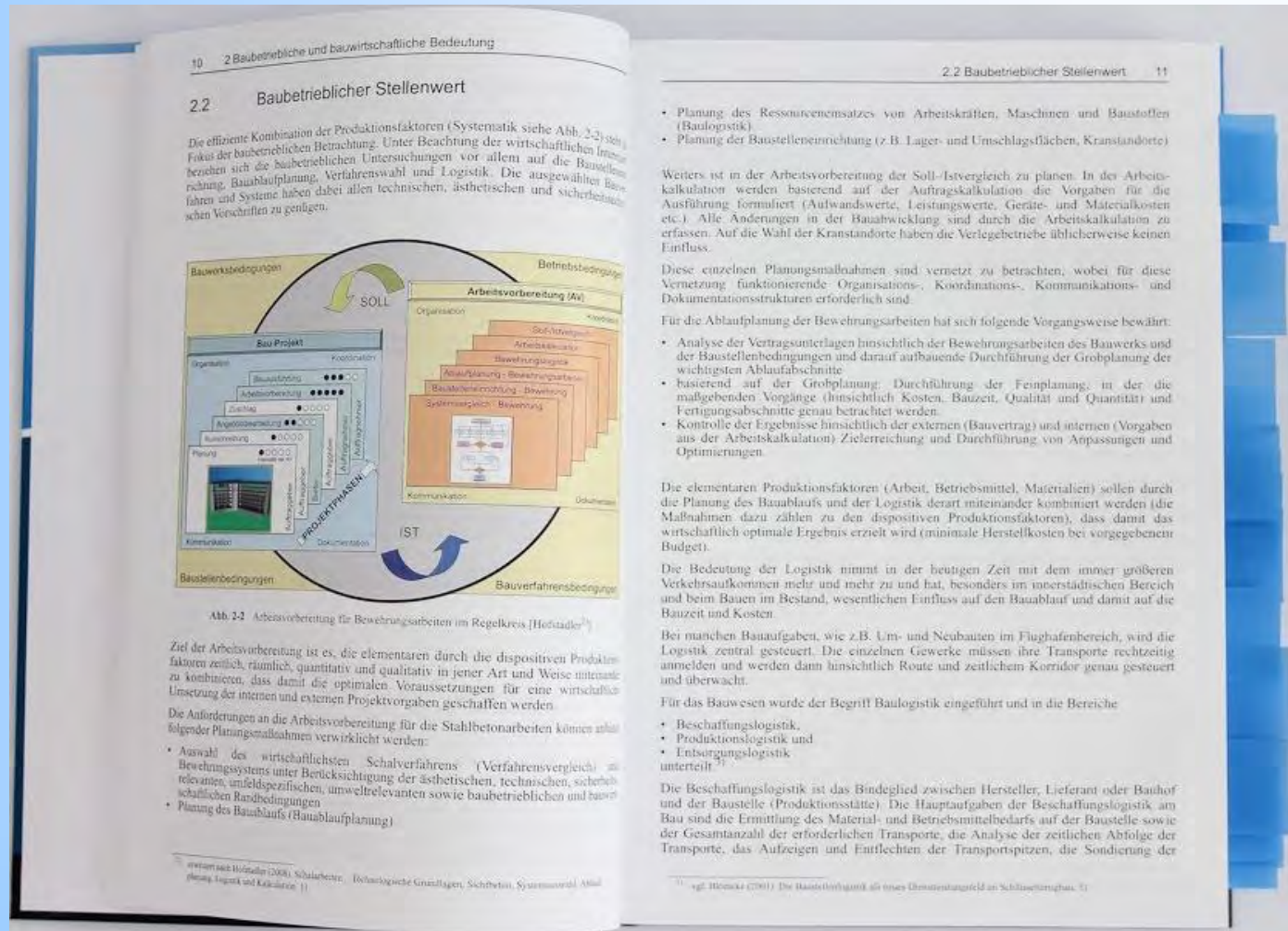
Sachverzeichnis



Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Quelle: Hofstadler/Franz

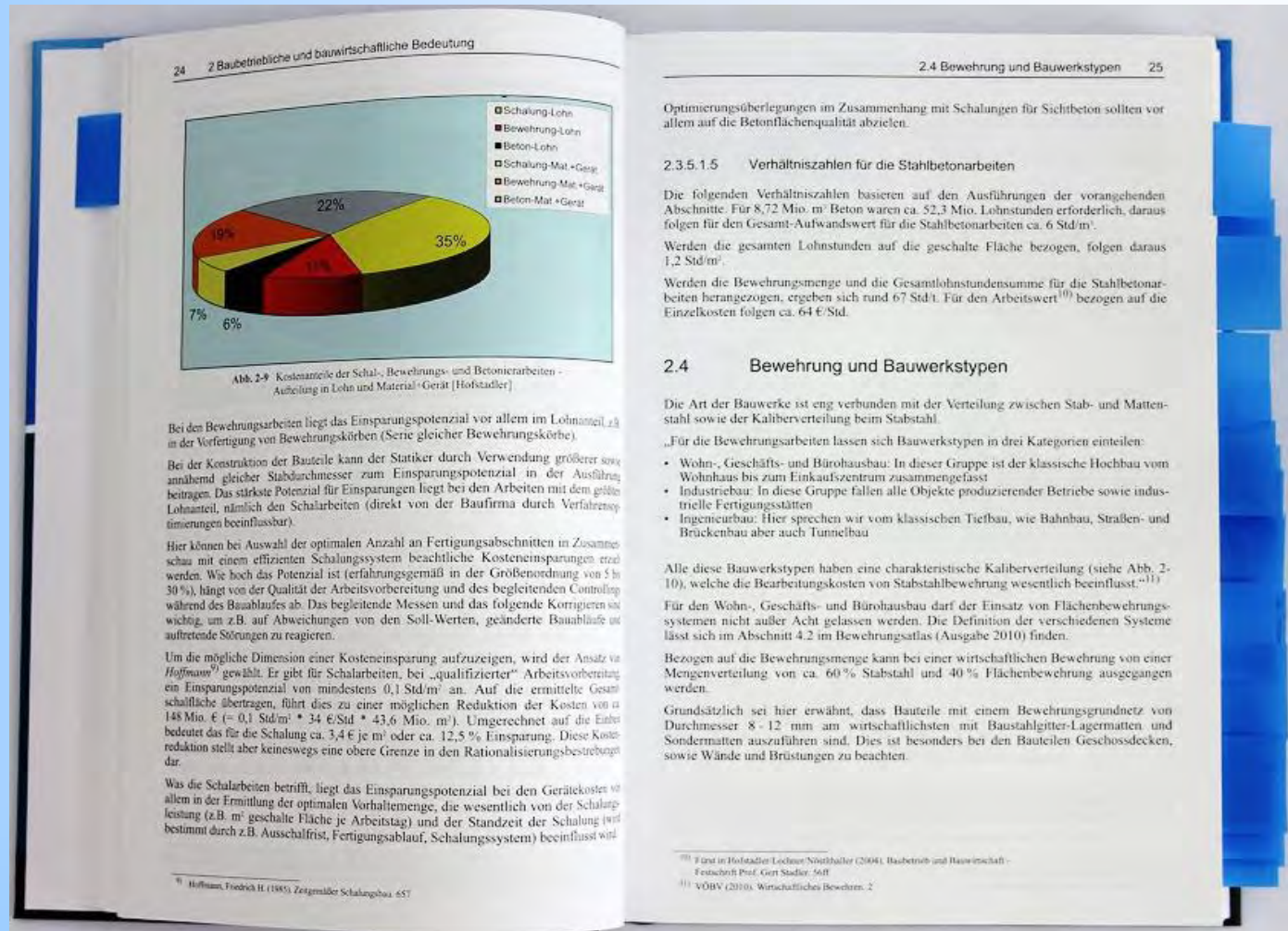
©ChristianHOFSTADLER2011

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

Construction Management

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

3.3.1 Einflüsse der Bewehrung auf die Qualität der Betonoberfläche

Eine Verbesserung des Sichtbetons kann durch eine höhere Betondeckung erzielt werden. Je weiter die Bewehrung von der eigentlichen Schalbaut entfernt ist, desto besser ist das Sichtbetonergebnis. Dies liegt vor allem an der besseren „Verteilung“ des Betons im Bereich der Schalung bzw. die reduzierte Behinderung des „Ausbreitens“ des Betons.

3.3.1.1 Einflüsse des Bewehrungsgrads

Je höher der Bewehrungsgrad, desto höher ist die Gefahr eines negativen Sichtbetonergebnisses (z.B. nicht geschlossene Betonoberfläche, Farbunterschiede, erhöhte Porenbildung). Durch einen sehr hohen Bewehrungsgrad wird das optimale Verdichten des Betons erschwert. Beim Rütteln wird oftmals die Bewehrung aktiviert und nicht mehr direkt der Beton. Es wird dann die Bewehrung und nicht mehr der Beton gerüttelt, was zu einer Beeinträchtigung des Verbundes zwischen Bewehrung und Beton führt. Dies hat auch zur Folge, dass die Verdichtung des Betons partiell nicht ausreichend erfolgt. Durch die Planung und den Einbau von Rüttelgassen (siehe Abb. 3-1 und Abb. 3-2), werden die Voraussetzungen geschaffen, den Beton entsprechend zu verdichten.



Abb. 3-1 Vordefinierte Rüttelgassen für das Verdichten des Betons [PERI¹⁾]

Die Spiralen dienen den Rüttelflaschen als vordefinierter Weg beim Verdichten des Betons. Die Abstände der Spiralen sind so zu wählen, dass der Beton ausreichend verdichtet werden kann. Ein großer Vorteil der Spiralen liegt darin, dass diese auch bei gekrümmten Bauteilen eingesetzt werden können. Durch die Spiralen soll auch die Gefahr reduziert werden, dass Rüttelflaschen an der Bewehrung hängen bleiben und nicht mehr nach oben gezogen werden. Können Rüttelflaschen nicht mehr von der Bewehrung gelöst werden, muss der Schlauch abgeschritten werden und die Flasche mit dem verbleibenden Schlauchstück bleibt im Bauteil.



Abb. 3-2 Eingebaute Spirale, die als Rüttelgasse dient [Foto: PERI]

3.3.1.2 Einflüsse des Bewehrungseinbaus

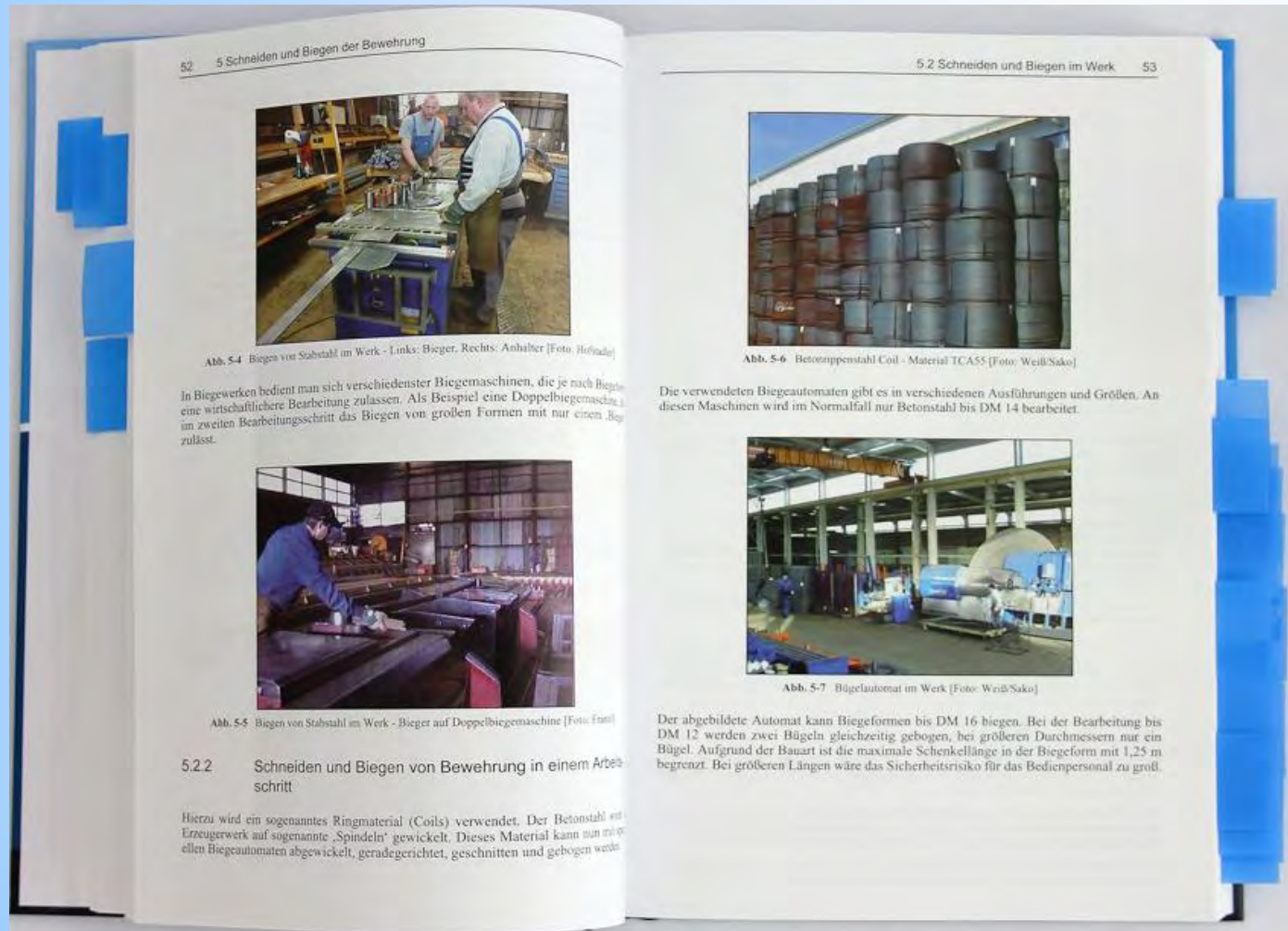
Durch den Einbau der Bewehrung in die Schalung kann die Schalung beschädigt werden, was besonders bei Sichtbeton zur Beeinträchtigung der Betonoberfläche führt. Das kann dazu führen, dass bei hohen Sichtbetonanforderungen dadurch ein vereinbartes Qualitätskriterium nicht erfüllt wird.



Abb. 3-3 Bauablauf beim Mercedes Benz Museum in Stuttgart [Foto: PERI]

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



52 5 Schneiden und Biegen der Bewehrung



Abb. 5-4 Biegen von Stabstahl im Werk - Links: Bieger, Rechts: Anhalter [Foto: Hofstadler]

In Biegewerken bedient man sich verschiedenster Biegemaschinen, die je nach Biegetechnik eine wirtschaftlichere Bearbeitung zulassen. Als Beispiel eine Doppelbiegemaschine, in der im zweiten Bearbeitungsschritt das Biegen von großen Formen mit nur einem Biegezug zulässt.



Abb. 5-5 Biegen von Stabstahl im Werk - Bieger auf Doppelbiegemaschine [Foto: Franz]

5.2.2 Schneiden und Biegen von Bewehrung in einem Arbeitsschritt

Hierzu wird ein sogenanntes Ringmaterial (Coils) verwendet. Der Betonstahl wird im Erzeugerwerk auf sogenannte „Spindeln“ gewickelt. Dieses Material kann nun mit speziellen Biegeautomaten abgewickelt, geradegerichtet, geschnitten und gebogen werden.

5.2 Schneiden und Biegen im Werk 53



Abb. 5-6 Betonstahl Coil - Material TCA55 [Foto: Weiß/Sako]

Die verwendeten Biegeautomaten gibt es in verschiedenen Ausführungen und Größen. An diesen Maschinen wird im Normalfall nur Betonstahl bis DM 14 bearbeitet.

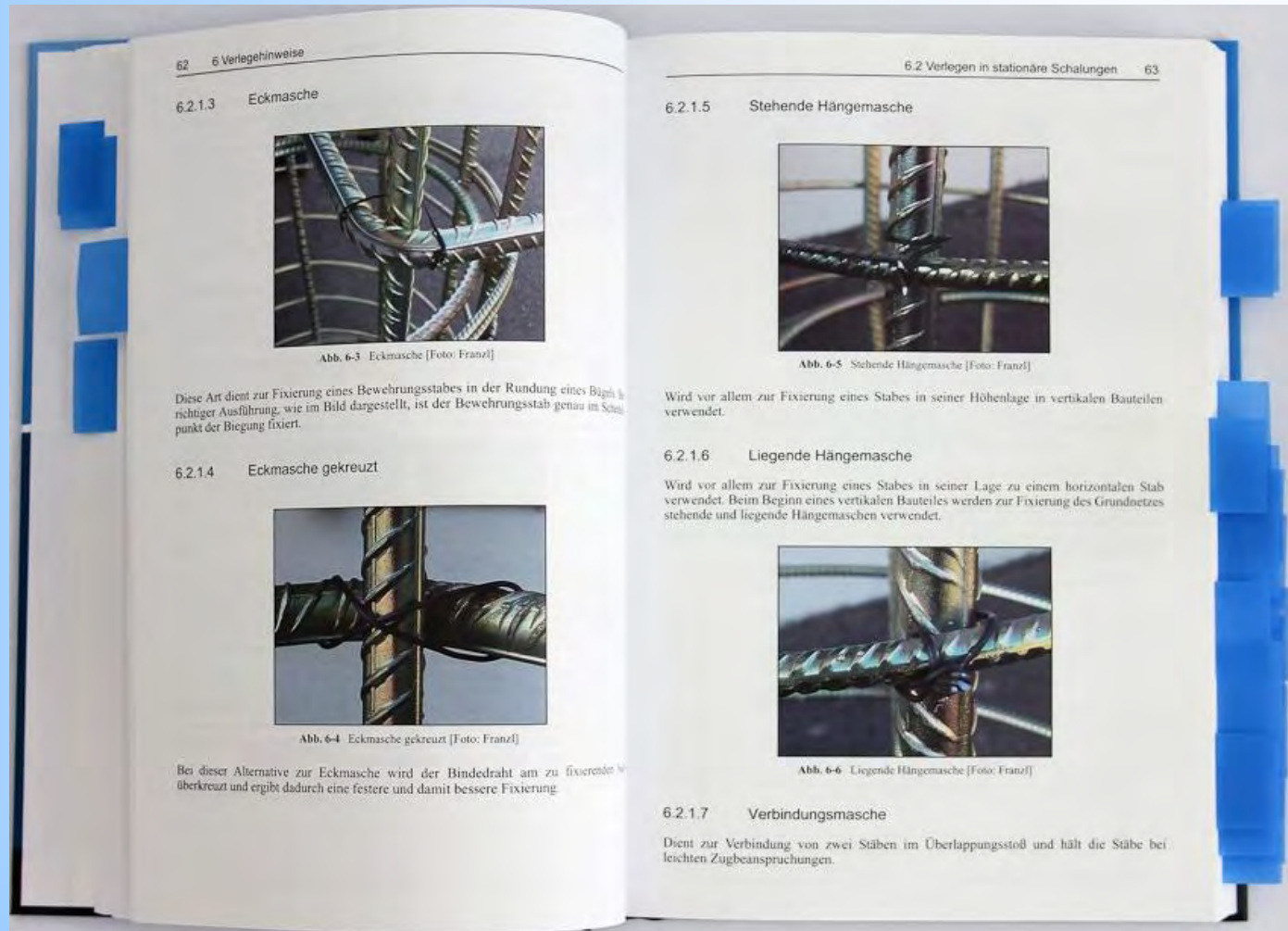


Abb. 5-7 Bügelautomat im Werk [Foto: Weiß/Sako]

Der abgebildete Automat kann Biegeformen bis DM 16 biegen. Bei der Bearbeitung bis DM 12 werden zwei Bügel gleichzeitig gebogen, bei größeren Durchmessern nur ein Bügel. Aufgrund der Bauart ist die maximale Schenkellänge in der Biegeform mit 1,25 m begrenzt. Bei größeren Längen wäre das Sicherheitsrisiko für das Bedienpersonal zu groß.

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis

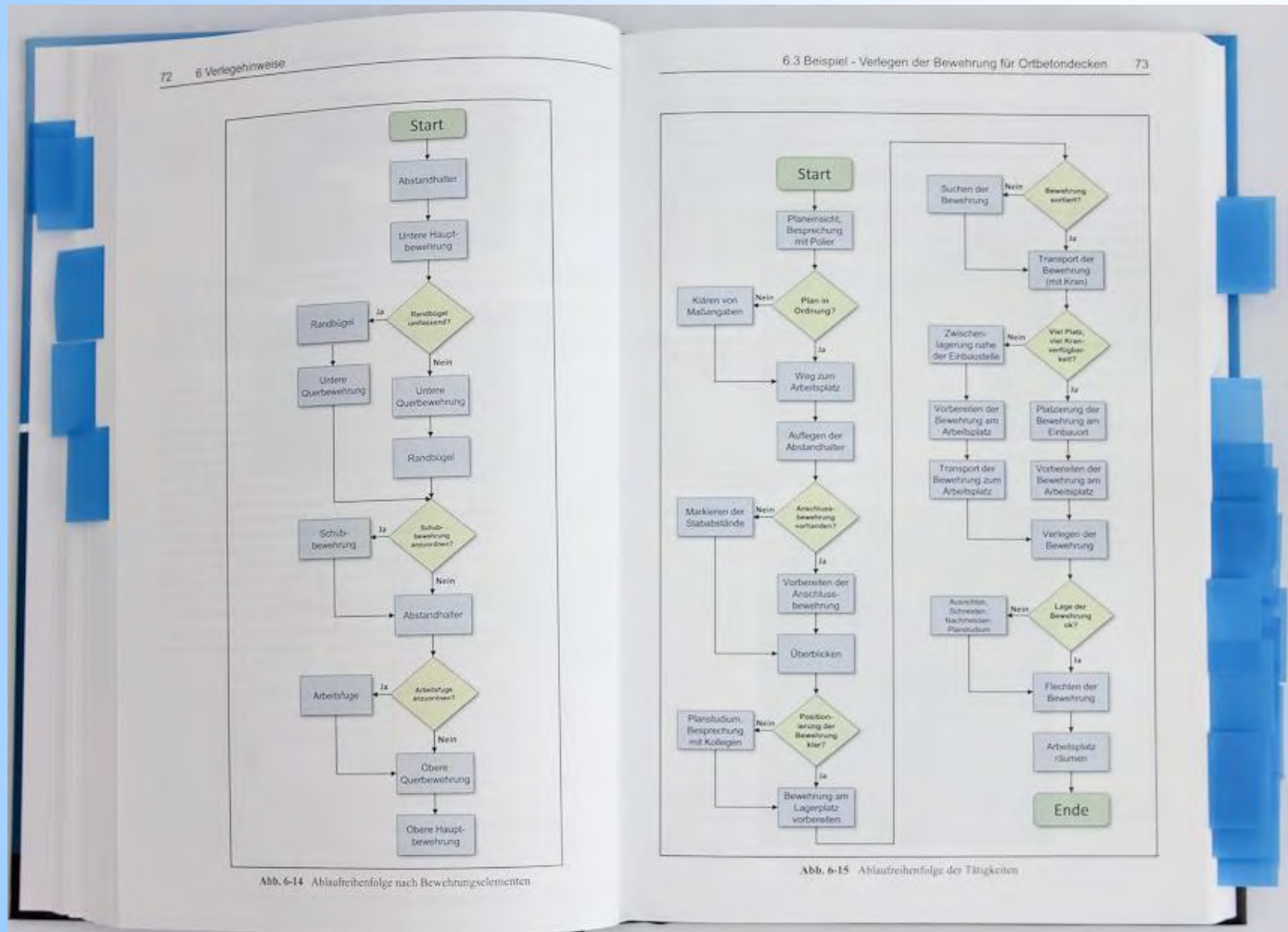


Abb. 6-14 Ablaufreihenfolge nach Bewehrungselementen

Abb. 6-15 Ablaufreihenfolge der Tätigkeiten

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Baublaufplanung

Bewehrungslogistik

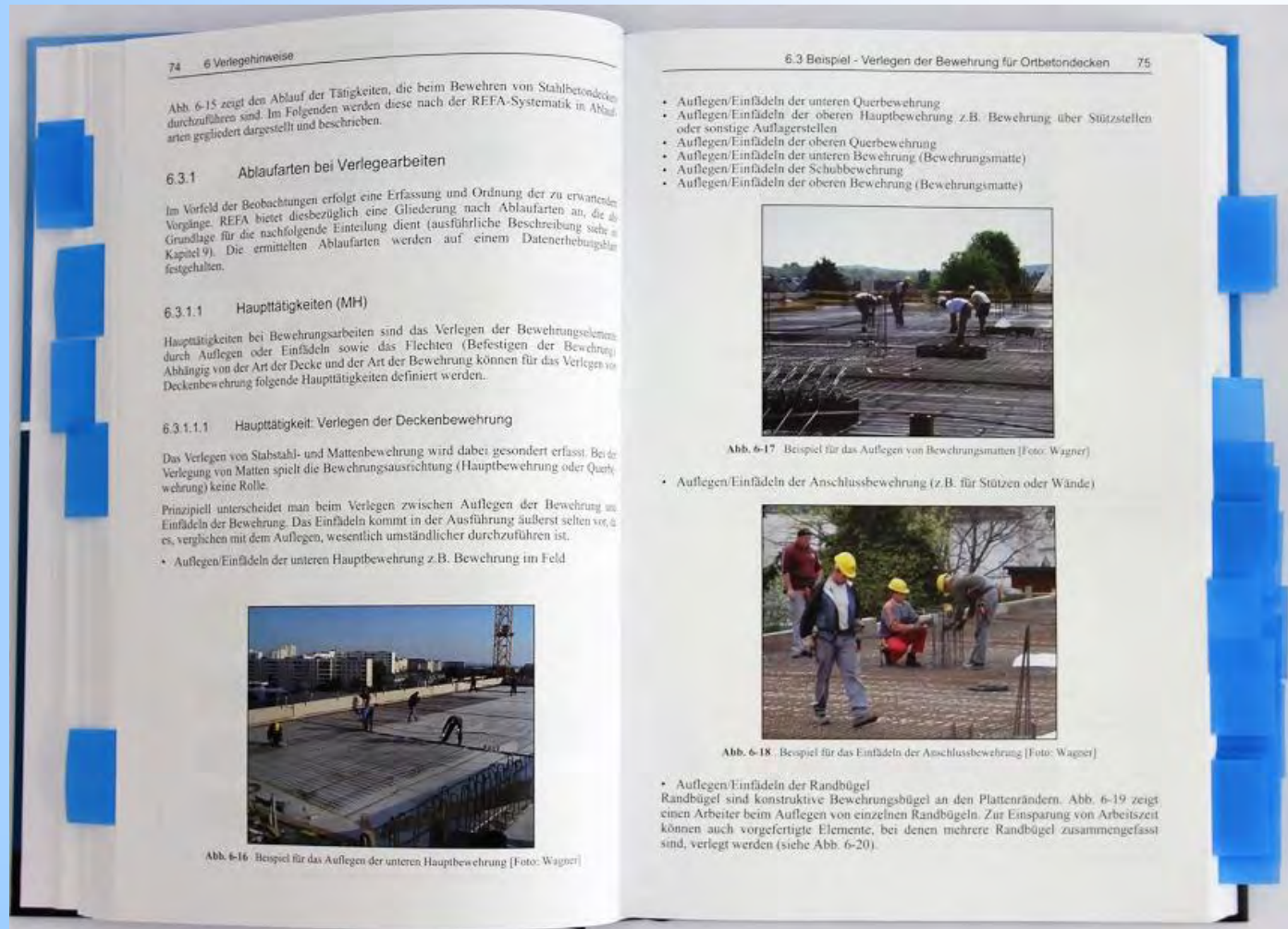
Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

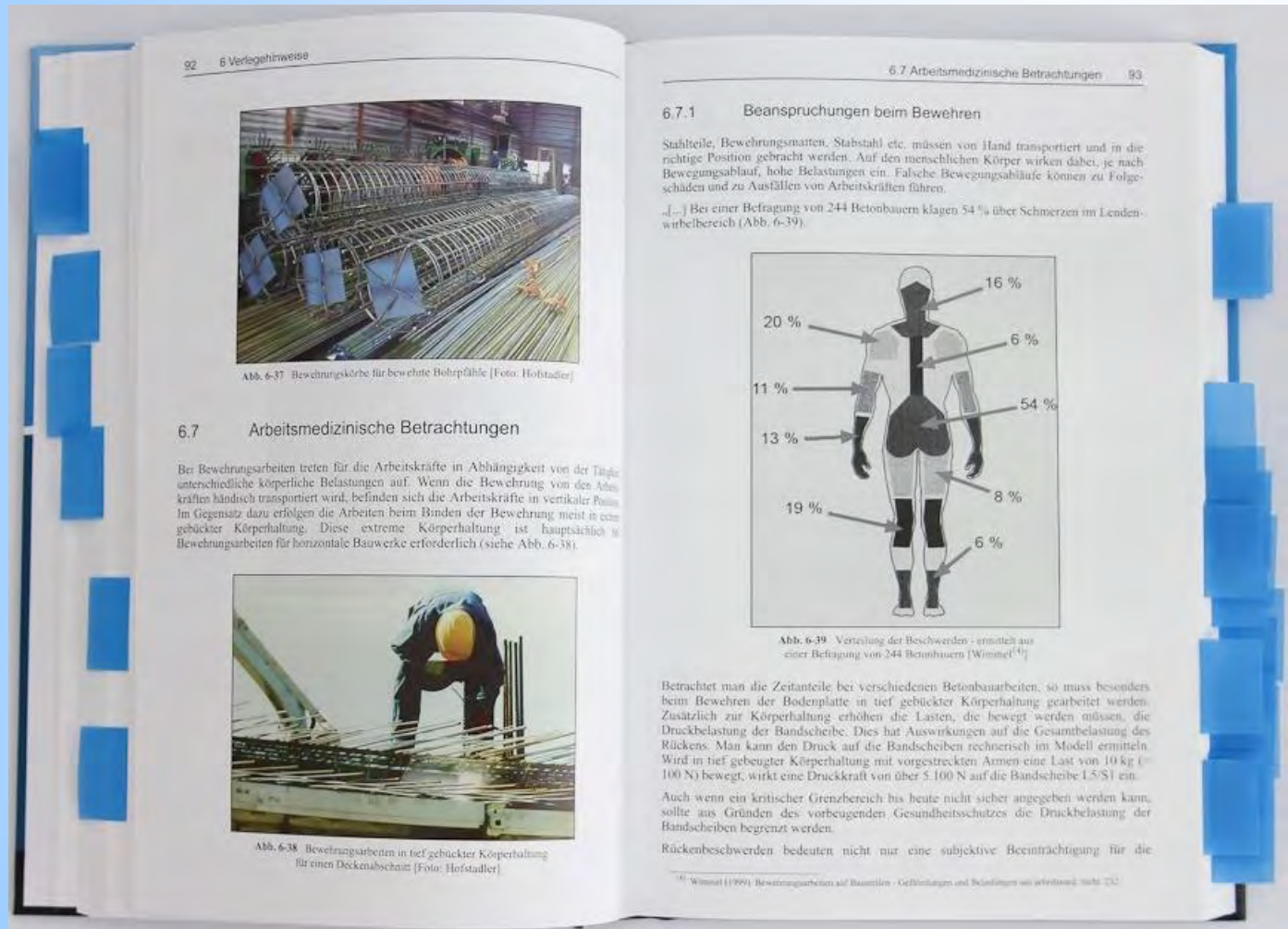
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



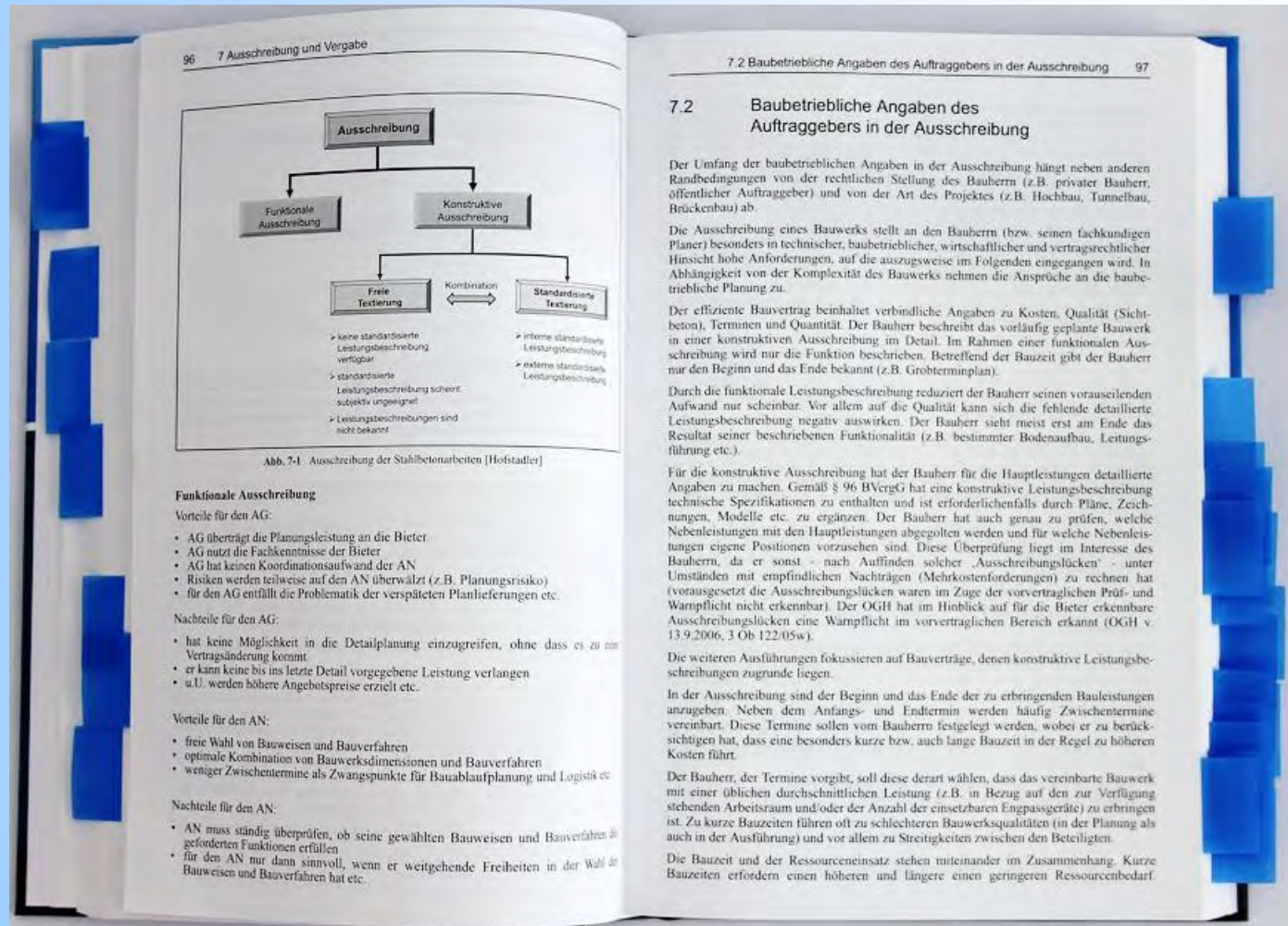
Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



120 8 Kennzahlen

Nach dem Einsetzen der Werte für die Schalflächen und Betonmengen der einzelnen Bauteilgruppen in Glg.(8-6) folgt der Schalungsgrad für das gesamte Bauwerk mit:

$$\gamma_{g,bw} = \frac{1.150 \text{ m}^2 + 81.000 \text{ m}^2 + 30.000 \text{ m}^2 + 6.400 \text{ m}^2 + 3.700 \text{ m}^2 + 1.700 \text{ m}^2 + 500 \text{ m}^2 + 2.800 \text{ m}^2}{9.600 \text{ m}^3 + 15.500 \text{ m}^3 + 10.400 \text{ m}^3 + 1.380 \text{ m}^3 + 400 \text{ m}^3 + 400 \text{ m}^3 + 90 \text{ m}^3 + 505 \text{ m}^3} = 3,32$$

Bauteile	Schalfläche		Betonmenge	
	[m ²]	[%]	[m ³]	[%]
1	2	3	4	5
Bodenplatte	1.150	0,90	9.600	28,98
Wände	81.000	63,85	15.500	40,50
Decken	30.000	23,58	10.400	27,37
Gew. Träger	6.400	5,03	1.380	3,61
Säulen	3.700	2,91	400	1,05
Sonstige Platten	1.700	1,34	400	1,05
Treppen	500	0,39	90	0,24
Brüstungen	2.800	2,20	505	1,32
Summe	127.250	100,00	38.275	100,00

Tab. 8-1 Schalflächen und Betonmengen für die einzelnen Bauteile für das Musiktheater Linz [Hofstadler]

Der Schalungsgrad für das gesamte Bauwerk würde hier mit ca. 3,32 m²/m³ betragen. Durchschnittlich sind damit 3,32 m² Schalung (geschaltete Fläche) zur Herstellung eines Kubikmeters Beton erforderlich.

Bei feingliedrigen Bauwerken ist in der Regel der Schalungsgrad höher als für das gezeigte Bauwerk. Zu Vergleichszwecken ist in Abb. 8-4 in einer Computergrafik ein Hochhaus (Bürogebäude, 32 Geschosse) dargestellt. Die Geschossfläche des ca. 110 m hohen Bauwerks beträgt etwa 1.300 m².

Abb. 8-4 Bürogebäude aus Stahlbeton - Computergrafik [Quelle: Doka, Projekt Wirtschaft Bau²⁾]

²⁾ vgl. Projekt Wirtschaft Bau (2003), S.4 Ö.

8.4 Kennzahlen für Mengen 121

Auch für dieses Bauwerk wurden die Mengen für Schalung und Beton ermittelt. Durch Einsetzen in Glg.(8-6) ergab sich für das Hochhaus der Schalungsgrad mit ca. 5,2 m²/m³. Gegenüber dem 7-geschossigen Musiktheater hat sich der Schalungsgrad um 1,88 m²/m³ (oder ca. 57 %) erhöht.

Der Unterschied im Schalungsgrad hat Auswirkungen auf den Anteil der Schalarbeiten an den Stahlbetonarbeiten und in weiterer Folge auf die Schalungskosten.

8.4.4 Bewehrungsgrad

In vielen Ausschreibungen ist die Bewehrungsmenge für die verschiedenen Bauteile (z.B. Fundamente, Stützen, Wände, Decken) eines Bauwerks nicht im Detail angegeben. Für die Kalkulation und Bauablaufplanung wird dann meist anhand des angenommenen spezifischen Bewehrungsgrads die jeweilige Bewehrungsmenge berechnet. Angegeben wird der Bewehrungsgrad in einer Gewichtseinheit (z.B. Tonnen [t] oder Kilogramm [kg] bezogen auf die Betonmenge [m³] oder die Bauteilfläche [m²], wie beispielsweise die Deckenfläche).

Die Mengen sind spätestens für die Feinplanung in der Bauablaufplanung der einzelnen Bauteile detailliert zu ermitteln. Dabei ist in Schalfläche, Bewehrungsmenge und Betonmenge zu differenzieren. Mit den ermittelten Bewehrungsmengen können – unter Berücksichtigung der spezifischen Bauwerks- und der Baubetriebsbedingungen – die jeweiligen Vorgangsdauern ermittelt werden.

8.4.4.1 Grundlagen für den Bewehrungsgrad

Der Bewehrungsgrad für die Grobplanung kann in der Regel nicht genau angegeben werden und muss demzufolge abgeschätzt werden. Als Orientierung dienen Richtwertetabellen aus der Literatur oder Vergleichswerte aus ähnlichen Projekten. Für die Feinplanung in der Bauausführung gibt es in der Regel detaillierte Mengenauszüge.

Für einzelne Bauteile eines Bauwerks wird der Bewehrungsgrad $b_{w,M,i}$ (möglichste Einheiten: kg/m, kg/m², kg/m³, t/m, t/m², t/m³) aus dem Quotienten aus Bewehrungsmenge $BW_{M,i}$ und Betonmenge $BT_{M,i}$ berechnet:

$$b_{w,M,i} = \frac{BW_{M,i}}{BT_{M,i}} \quad (8-7)$$

Zur Berechnung des Bewehrungsgrades des gesamten Bauwerks sind in einem ersten Schritt die Bewehrungsmengen und die dazugehörigen Betonmengen der einzelnen Bauteile zu ermitteln. Der Gesamtbewehrungsgrad ergibt sich aus dem Quotienten nach Glg.(8-8).

$$b_{w,bw} = \frac{\sum BW_{M,FT,i} + \sum BW_{M,ST,i} + \sum BW_{M,WD,i} + \sum BW_{M,D,i} + \sum BW_{M,SO,i}}{\sum BT_{M,FT,i} + \sum BT_{M,ST,i} + \sum BT_{M,WD,i} + \sum BT_{M,D,i} + \sum BT_{M,SO,i}} \quad (8-8)$$

Im Zähler werden die Bewehrungsmengen für die Fundamente, Stützen, Wände, Decken und sonstigen Bauteile (z.B. Stiegen, Podeste) addiert. Die Summe der Betonmengen der einzelnen Bauteile steht im Nenner.

In der Grobplanung stehen in der Regel keine genauen Angaben zur Bewehrung zur

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



134 9 Aufwandswerte

In Abb. 9-4 sind die wesentlichen Ablaufarten des Menschen dargestellt, die aktuell den Unternehmen zur Ausführung von Arbeitsaufgaben zur Verfügung stehen.

Abb. 9-4 Darstellung der auf den Menschen bezogenen Ablaufarten (nach REFA)

Nach REFA wird unterschieden in^[4]:

- MI: Der Mensch (M) ist im Einsatz, wenn er während der festgelegten Arbeitsaufgabe durchführt.
- ML: Der Mensch ist außer Einsatz, wenn er zur Ausführung von Arbeitsaufgaben während der festgelegten Arbeitszeit längerfristig (L) nicht zur Verfügung steht oder vom Betrieb längerfristig nicht beschäftigt werden kann.
- MR: Unter Betriebsruhe fallen die gesetzlich, tariflich oder betrieblich geregelten Arbeitspausen oder sonstige Anlässe, während denen im Gesamtbetrieb oder Teils des Betriebs nicht gearbeitet wird.
- MH: Eine Haupttätigkeit ist eine planmäßige, unmittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit.
- MN: Eine Nebentätigkeit ist eine planmäßige, nur mittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit.
- MZ: Um eine zusätzliche Tätigkeit handelt es sich, wenn deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann.
- MA: Das ablaufbedingte Unterbrechen ist ein planmäßiges unvermeidliches Warten des Menschen auf das Ende von Ablaufabschnitten, die beim Betriebsmittel oder der Arbeitsgegenstand selbstständig ablaufen. Meist ist das Betriebsmittel oder der Arbeitsgegenstand zeitbestimmend, bei Gruppenarbeit ist es aber auch oft der Mensch.
- MS: Das störungsbedingte Unterbrechen der Tätigkeit ist ein zusätzliches Warten des Menschen infolge technischer und organisatorischer Störung sowie Mangel an Informationen.
- ME: Erholen im Sinne des Arbeitsstudiums ist ein Unterbrechen der Tätigkeit, um damit die infolge der Tätigkeit aufgetretene Arbeitsermüdung abzubauen.
- MP: Ein persönlich bedingtes Unterbrechen der Tätigkeit liegt vor, wenn der Mensch seine Tätigkeit unterbricht und die Ursache persönliche Gründe hat.
- MK: Kurzfristiges Unterbrechen der Tätigkeit (kurzfristig) zusammengefasst.
- MX: Tätigkeit nicht zu erkennen.

^[4] vgl. REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung, 18
^[5] REFA (1984): REFA in der Baupraxis – Teil 2: Datenermittlung, 19ff

9 2 Aufwandswerte nach REFA 135

- MN: Eine Nebentätigkeit ist eine planmäßige, nur mittelbar der Erfüllung der Arbeitsaufgabe dienende Tätigkeit.
- MZ: Um eine zusätzliche Tätigkeit handelt es sich, wenn deren Vorkommen oder Ablauf nicht vorausbestimmt werden kann.

MH, MN und MZ werden zur Tätigkeit MT zusammengefasst.

- MA: Das ablaufbedingte Unterbrechen ist ein planmäßiges unvermeidliches Warten des Menschen auf das Ende von Ablaufabschnitten, die beim Betriebsmittel oder der Arbeitsgegenstand selbstständig ablaufen. Meist ist das Betriebsmittel oder der Arbeitsgegenstand zeitbestimmend, bei Gruppenarbeit ist es aber auch oft der Mensch.
- MS: Das störungsbedingte Unterbrechen der Tätigkeit ist ein zusätzliches Warten des Menschen infolge technischer und organisatorischer Störung sowie Mangel an Informationen.
- ME: Erholen im Sinne des Arbeitsstudiums ist ein Unterbrechen der Tätigkeit, um damit die infolge der Tätigkeit aufgetretene Arbeitsermüdung abzubauen.
- MP: Ein persönlich bedingtes Unterbrechen der Tätigkeit liegt vor, wenn der Mensch seine Tätigkeit unterbricht und die Ursache persönliche Gründe hat.

MA, MS, ME und MP werden zu Unterbrechen der Tätigkeit MK (kurzfristig) zusammengefasst.

- MX: Tätigkeit nicht zu erkennen.

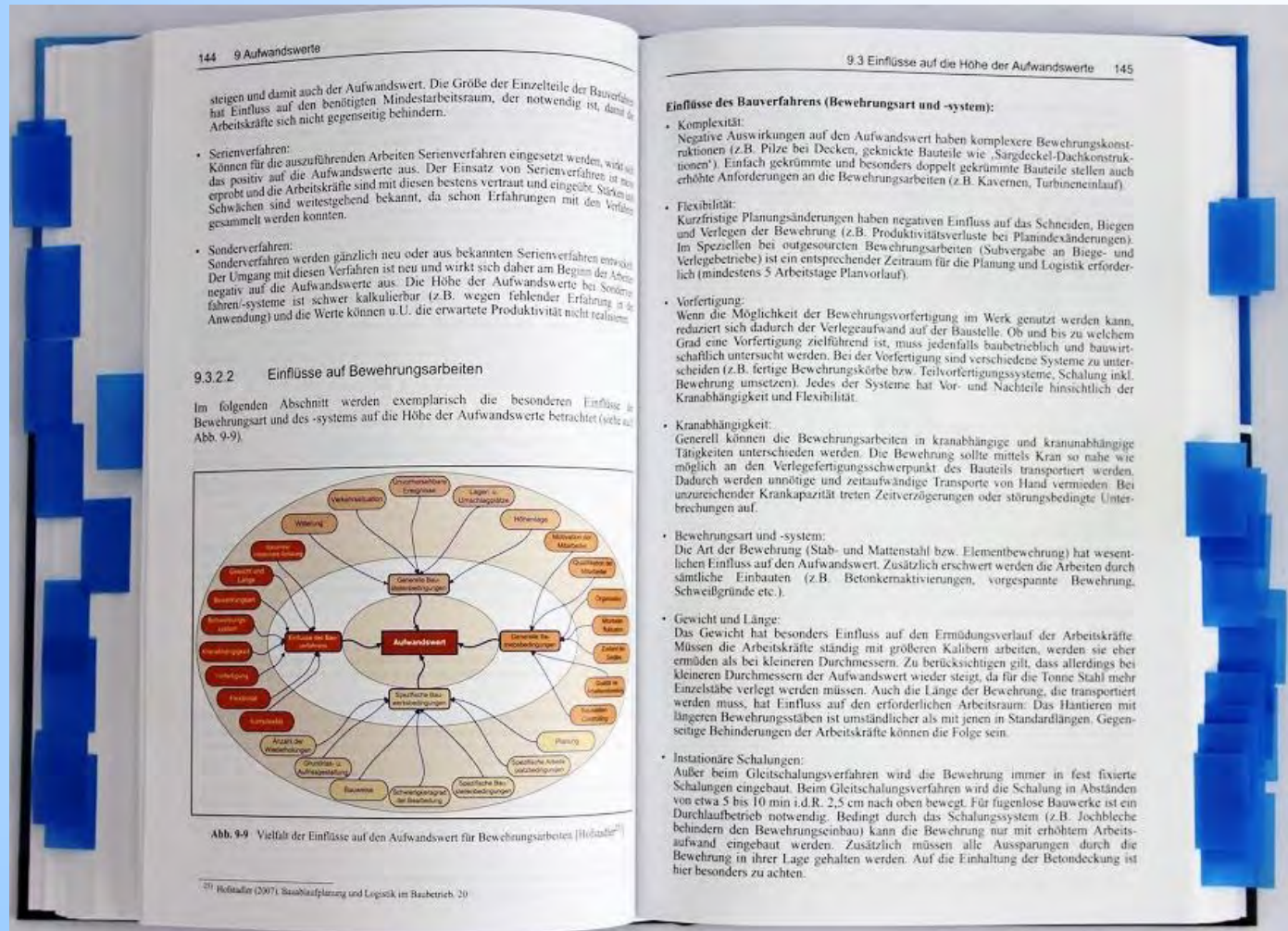
9.2.3 Gliederung der Zeitarten

In Abb. 9-5 ist die Gliederung der Zeitarten dargestellt. Weiters ist aus der Abbildung ersichtlich, aus welchen Zeitarten die Zeit je Einheit bezogen auf den Menschen zusammengesetzt wird.

Abb. 9-5 Gliederung der Zeit je Einheit [REFA]

Inhaltsverzeichnis

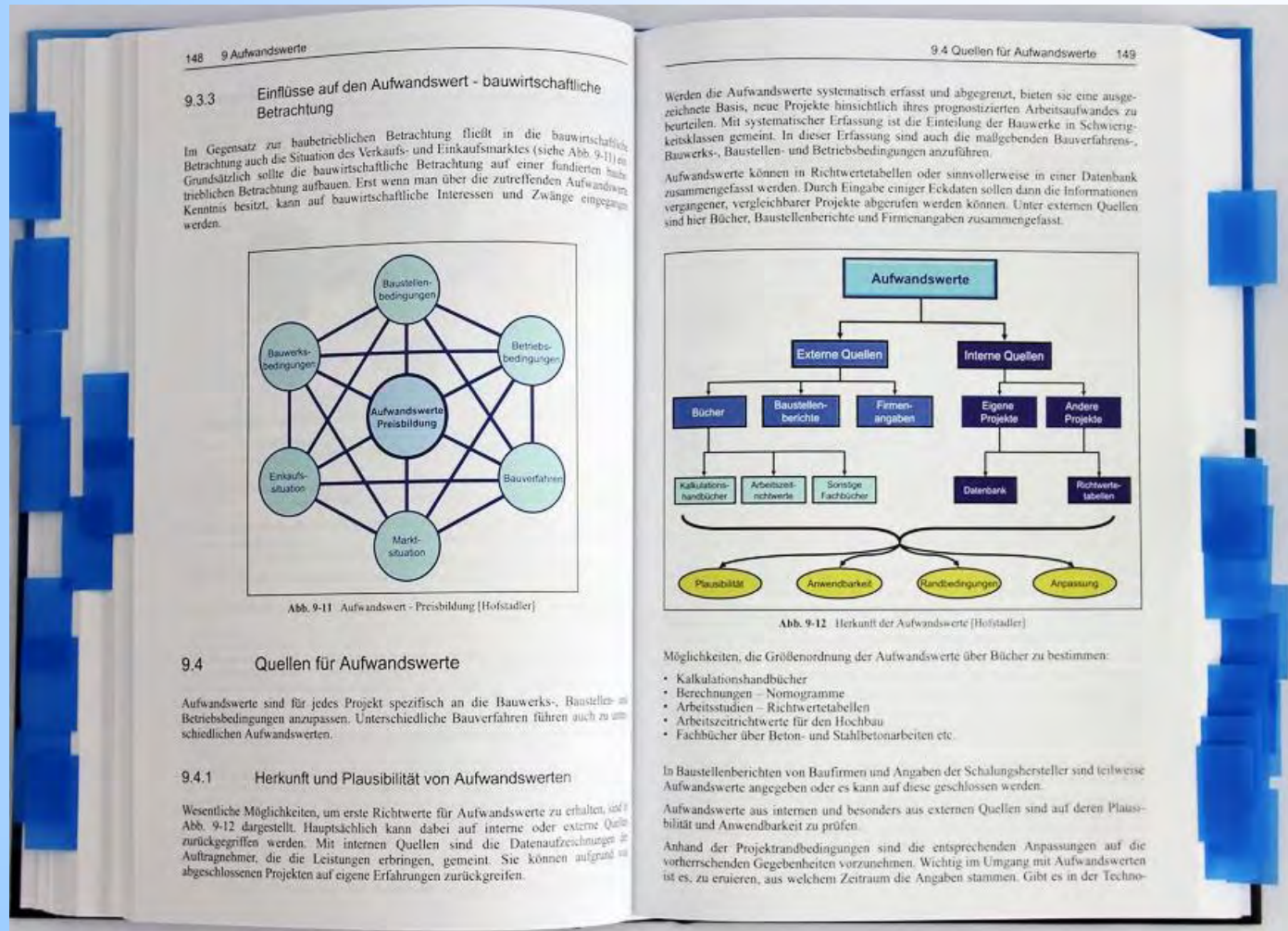
- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



²⁰⁾ Hofstadler (2007): Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb, 20

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



9.3.3 Einflüsse auf den Aufwandswert - bauwirtschaftliche Betrachtung

Im Gegensatz zur baubetrieblichen Betrachtung fließt in die bauwirtschaftliche Betrachtung auch die Situation des Verkaufs- und Einkaufsmarktes (siehe Abb. 9-11) ein. Grundsätzlich sollte die bauwirtschaftliche Betrachtung auf einer fundierten baubetrieblichen Betrachtung aufbauen. Erst wenn man über die zutreffenden Aufwandswertkenntnisse besitzt, kann auf bauwirtschaftliche Interessen und Zwänge eingegangen werden.

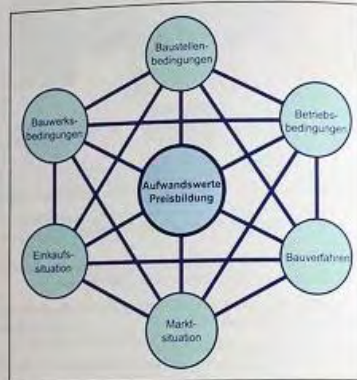


Abb. 9-11 Aufwandswert - Preisbildung [Hofstadler]

9.4 Quellen für Aufwandswerte

Aufwandswerte sind für jedes Projekt spezifisch an die Bauwerks-, Baustellen- und Betriebsbedingungen anzupassen. Unterschiedliche Bauverfahren führen auch zu unterschiedlichen Aufwandswerten.

9.4.1 Herkunft und Plausibilität von Aufwandswerten

Wesentliche Möglichkeiten, um erste Richtwerte für Aufwandswerte zu erhalten, sind in Abb. 9-12 dargestellt. Hauptsächlich kann dabei auf interne oder externe Quellen zurückgegriffen werden. Mit internen Quellen sind die Datenaufzeichnungen der Auftragnehmer, die die Leistungen erbringen, gemeint. Sie können aufgrund von abgeschlossenen Projekten auf eigene Erfahrungen zurückgreifen.

Werden die Aufwandswerte systematisch erfasst und abgegrenzt, bieten sie eine ausgezeichnete Basis, neue Projekte hinsichtlich ihres prognostizierten Arbeitsaufwandes zu beurteilen. Mit systematischer Erfassung ist die Einteilung der Bauwerke in Schwierigkeitsklassen gemeint. In dieser Erfassung sind auch die maßgebenden Bauverfahrens-, Bauwerks-, Baustellen- und Betriebsbedingungen anzuführen.

Aufwandswerte können in Richtwertetabellen oder sinnvollerweise in einer Datenbank zusammengefasst werden. Durch Eingabe einiger Eckdaten sollen dann die Informationen vergangener, vergleichbarer Projekte abgerufen werden können. Unter externen Quellen sind hier Bücher, Baustellenberichte und Firmenangaben zusammengefasst.

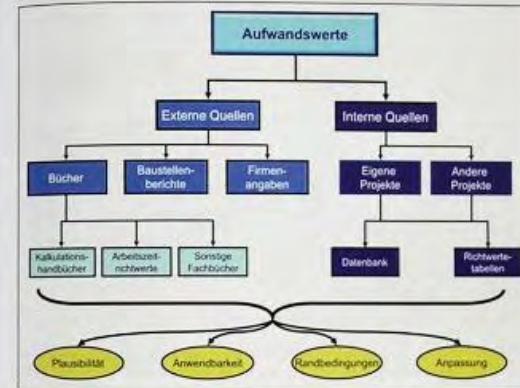


Abb. 9-12 Herkunft der Aufwandswerte [Hofstadler]

Möglichkeiten, die Größenordnung der Aufwandswerte über Bücher zu bestimmen:

- Kalkulationshandbücher
- Berechnungen – Nomogramme
- Arbeitsstudien – Richtwertetabellen
- Arbeitszeitrichtwerte für den Hochbau
- Fachbücher über Beton- und Stahlbetonarbeiten etc.

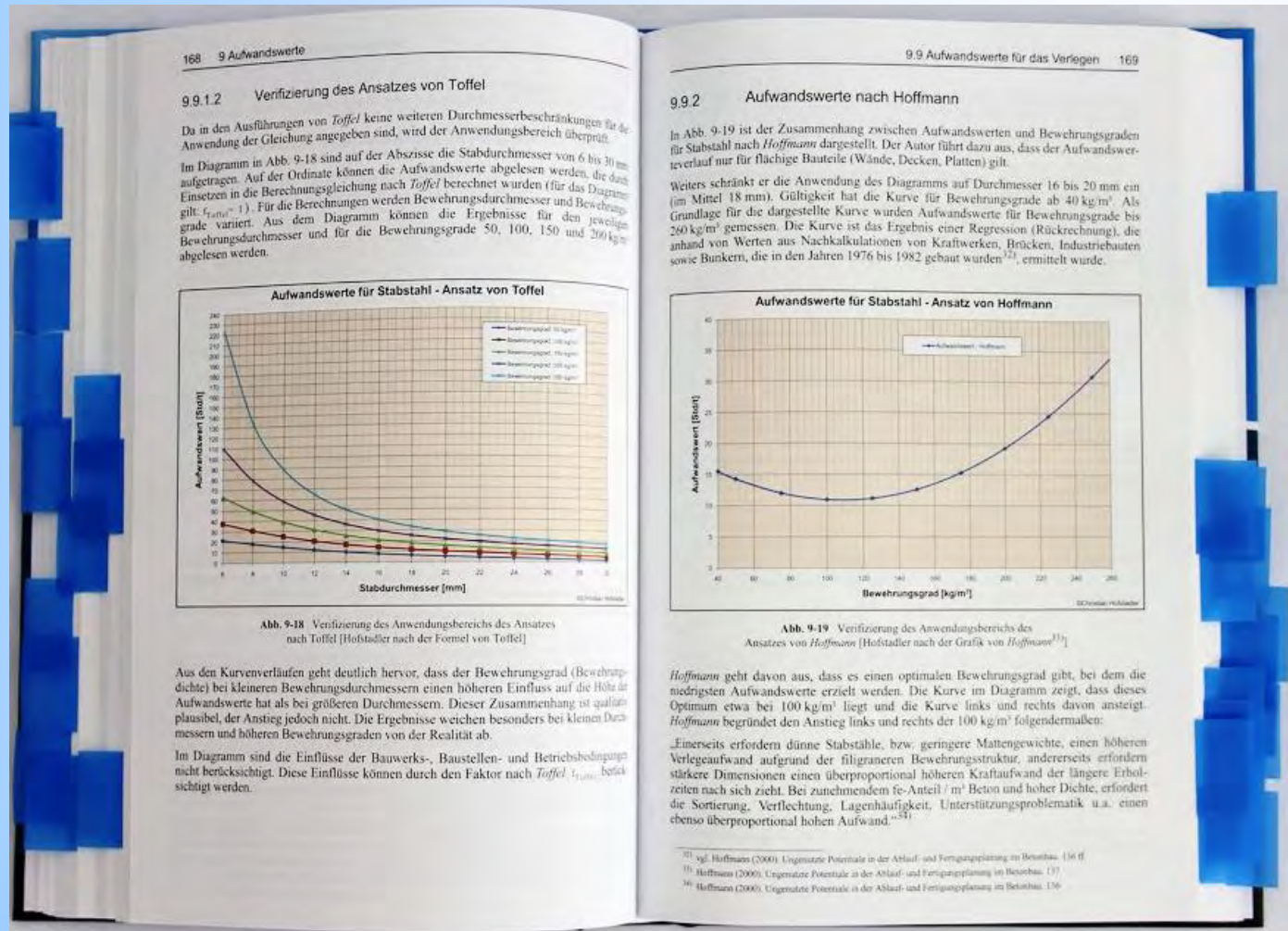
In Baustellenberichten von Baufirmen und Angaben der Schalungshersteller sind teilweise Aufwandswerte angegeben oder es kann auf diese geschlossen werden.

Aufwandswerte aus internen und besonders aus externen Quellen sind auf deren Plausibilität und Anwendbarkeit zu prüfen.

Anhand der Projekttrandbedingungen sind die entsprechenden Anpassungen auf die vorherrschenden Gegebenheiten vorzunehmen. Wichtig im Umgang mit Aufwandswerten ist es, zu eruiieren, aus welchem Zeitraum die Angaben stammen. Gibt es in der Techno-

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



174 9 Aufwandswerte

Abb. 2-12). Auf der Ordinate sind die Aufwandswerte [Std/t] und auf der Abszisse die Stabdurchmesser [mm] aufgetragen.

Aufwandswerte VÖBV - Verlegen

	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
alle gerade	11,08	12,00	9,34	7,42	6,08	4,72	3,52	2,72	2,12	1,68	1,28	0,96
alle senkrecht	14,01	15,04	10,50	8,47	6,80	5,28	4,00	3,04	2,32	1,76	1,36	1,04
alle senkrecht gekrümmt	17,50	18,61	12,51	10,01	8,00	6,08	4,64	3,52	2,72	2,08	1,60	1,20
alle senkrecht	22,71	24,07	16,38	13,35	10,72	8,32	6,40	4,96	3,84	2,96	2,24	1,76

Abb. 9-23 Verlegen von Stabstahl [VÖBV²⁰⁾

Das Diagramm verdeutlicht, dass die Biegeform besonders bei kleinen Durchmessern einen sehr großen Einfluss auf den Verlegeaufwand hat.
Die Begründung dafür kann wie folgt gegeben werden:

- engere Abstände bei kleineren Kalibern und dadurch beeinträchtigte Arbeitsplatzverhältnisse
- höherer Aufwand beim Einfädeln und Ausrichten der Bewehrung

Mit zunehmenden Bewehrungsdurchmessern nimmt der Unterschied in den Aufwandswerten der unterschiedlichen Biegeformen ab.

9.9.6 Aufwandswerte aus Fritsche/Blasy

In Tab. 9-3 sind für die maßgebenden Bauteile von Hochbauprojekten Bandbreiten zu den Aufwandswerten angegeben. Auf der horizontalen Achse können für die angeführten Bauteilgruppen die Größenordnungen für die Aufwandswerte abgeschätzt werden.

Bei den jeweiligen Bandbreiten wird in Aufwandswerte für kleine und große Bauteilabmessungen unterschieden. Es wird dabei vorausgesetzt, dass bei großen Bauteilabmessungen dickere und bei kleineren Bauteilabmessungen dünnere Stäbe verwendet werden. Deswegen liegen die Bandbreiten für kleinere Bauteilabmessungen auch weiter rechts in der Skala.

Über die Grenze zwischen kleineren und größeren Bauteilabmessungen werden in Bewehrungsatlas keine Angaben gemacht.

²⁰⁾ VÖBV (2010)

9.9 Aufwandswerte für das Verlegen 175

Bauteilart	Verlegeaufwand in Stunden pro Tonne [h/to]			
	5,00 h/to	10,00 h/to	15,00 h/to	20,00 h/to
Fundamentplatten	3,98 4,62	3,49 4,17	3,04 3,68	2,64 3,28
Streifen- & Einzelfundamente	5,57 6,21	4,88 5,52	4,24 4,88	3,68 4,32
Säulen	6,03 7,24	5,28 6,49	4,56 5,77	3,84 5,05
Wände	4,23 5,06	3,68 4,51	3,12 3,95	2,56 3,39
Decken & Säulen	4,82 5,65	4,24 5,07	3,68 4,51	3,12 3,95
Balken	6,26 7,47	5,49 6,70	4,72 5,93	4,00 5,21
Plattenbalken & Kassetten	5,21 6,04	4,52 5,35	3,84 4,67	3,16 4,00
komplizierte Bauteile (z.B. gekrümmt)	9,45 10,28	8,16 8,99	6,88 7,71	5,60 6,43
kleine Fertigteile	10,88 12,71	9,44 11,27	8,00 9,83	6,56 8,39

Tab. 9-3 Verlegeaufwand für verschiedene Bauteile [Fritsche/Blasy²⁰⁾

Zu erkennen ist, dass die Aufwandswerte für senkrechte Bauteile höher sind als bei waagrechten Bauteilen. Weiters sind die Aufwandswerte bei gekrümmten Bauteilen höher als bei ebenen (mit h sind in dieser Tabelle Std und mit t sind t gemeint).

²⁰⁾ Fritsche/Blasy (2010), Bewehrungsatlas, 146

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis

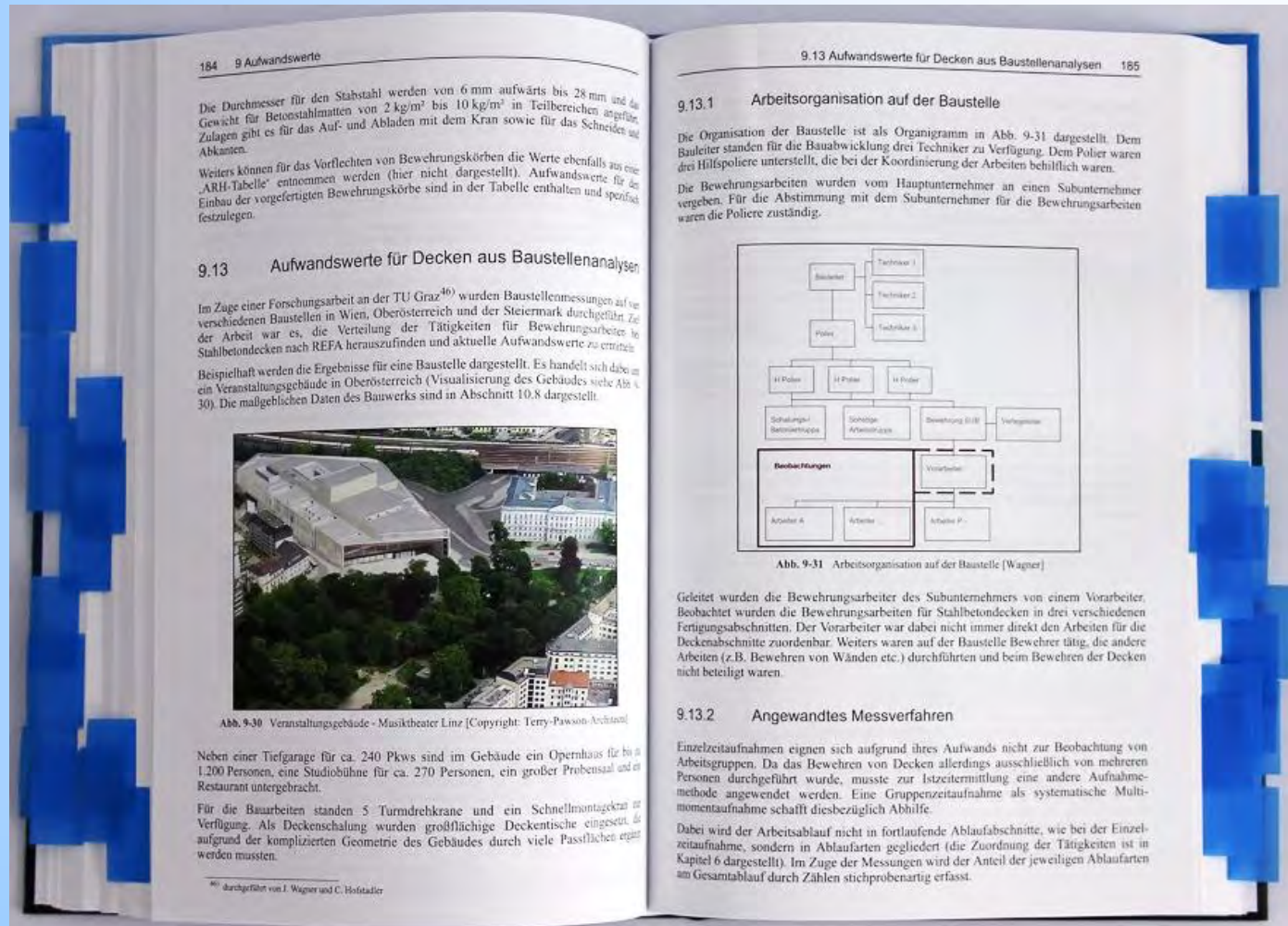


Abb. 9-30 Veranstaltungsgebäude - Musiktheater Linz [Copyright: Terry-Pawson-Architect]

Neben einer Tiefgarage für ca. 240 Pkws sind im Gebäude ein Opernhaus für bis zu 1.200 Personen, eine Studiobühne für ca. 270 Personen, ein großer Probenraum und ein Restaurant untergebracht.

Für die Bauarbeiten standen 5 Turmdrehkrane und ein Schnellmontagekran zur Verfügung. Als Deckenschalung wurden großflächige Deckentische eingesetzt, die aufgrund der komplizierten Geometrie des Gebäudes durch viele Passflächen ergänzt werden mussten.

⁴⁰⁾ durchgeführt von J. Wagner und C. Hofstadler

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

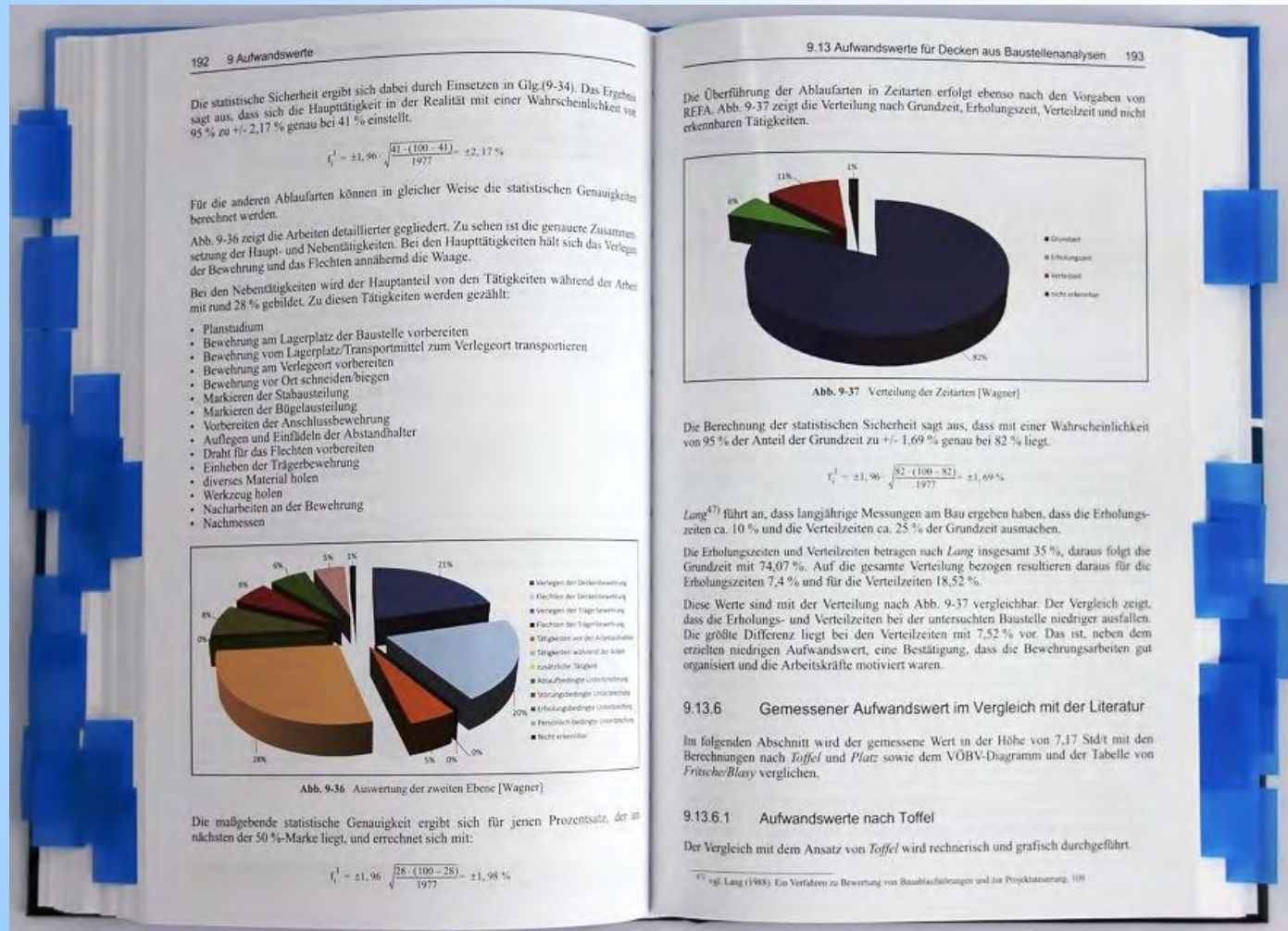
Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

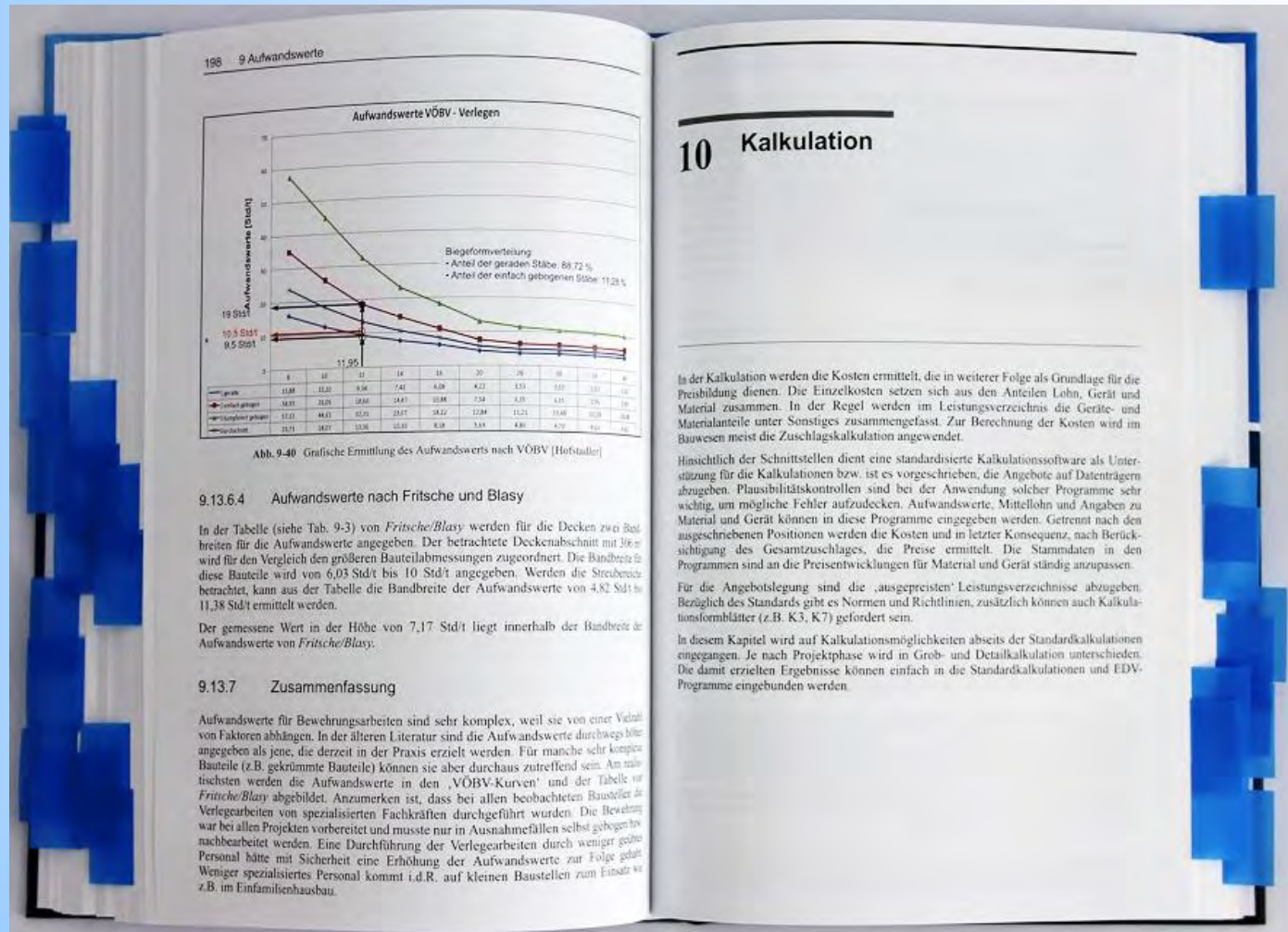
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



198 9 Aufwandswerte

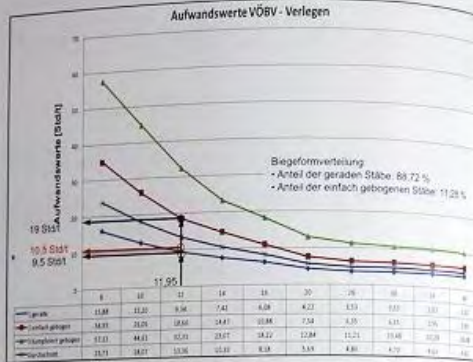


Abb. 9-40 Grafische Ermittlung des Aufwandswerts nach VÖBV [Hofstadler]

9.13.6.4 Aufwandswerte nach Fritsche und Blasy

In der Tabelle (siehe Tab. 9-3) von *Fritsche/Blasy* werden für die Decken zwei Bandbreiten für die Aufwandswerte angegeben. Der betrachtete Deckenabschnitt mit 30 m wird für den Vergleich den größeren Bauteilabmessungen zugeordnet. Die Bandbreite für diese Bauteile wird von 6,03 Std/h bis 10 Std/h angegeben. Werden die Streubreiche betrachtet, kann aus der Tabelle die Bandbreite der Aufwandswerte von 4,82 Std/h bis 11,38 Std/h ermittelt werden.

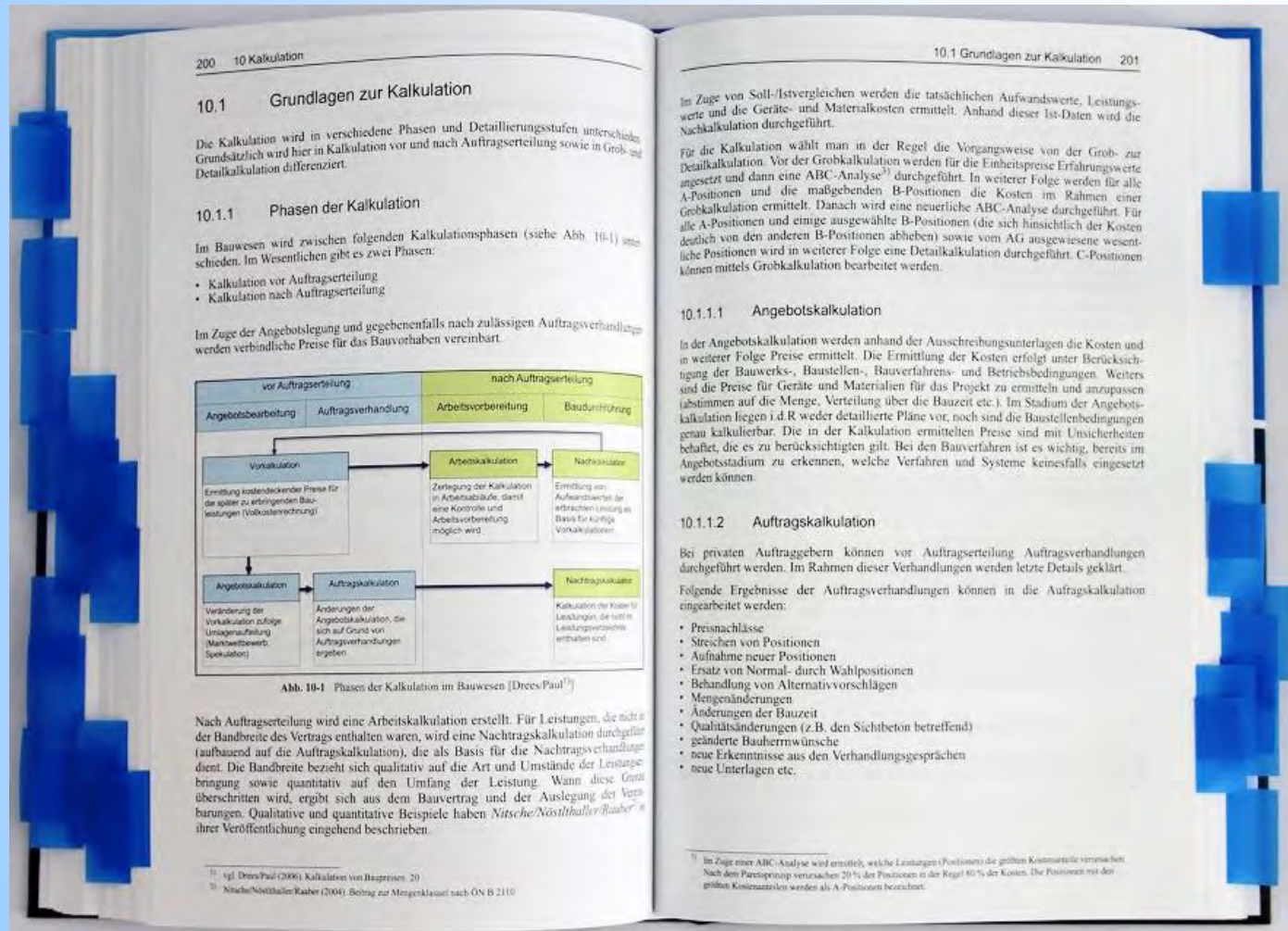
Der gemessene Wert in der Höhe von 7,17 Std/h liegt innerhalb der Bandbreite der Aufwandswerte von *Fritsche/Blasy*.

9.13.7 Zusammenfassung

Aufwandswerte für Bewehrungsarbeiten sind sehr komplex, weil sie von einer Vielzahl von Faktoren abhängen. In der älteren Literatur sind die Aufwandswerte durchwegs höher angegeben als jene, die derzeit in der Praxis erzielt werden. Für manche sehr komplexe Bauteile (z.B. gekrümmte Bauteile) können sie aber durchaus zutreffend sein. Am realistischsten werden die Aufwandswerte in den „VÖBV-Kurven“ und der Tabelle von *Fritsche/Blasy* abgebildet. Anzumerken ist, dass bei allen beobachteten Baustellen die Verlegearbeiten von spezialisierten Fachkräften durchgeführt wurden. Die Bewehrung war bei allen Projekten vorbereitet und musste nur in Ausnahmefällen selbst gebogen bzw. nachbearbeitet werden. Eine Durchführung der Verlegearbeiten durch weniger geübtes Personal hätte mit Sicherheit eine Erhöhung der Aufwandswerte zur Folge gehabt. Weniger spezialisiertes Personal kommt i.d.R. auf kleinen Baustellen zum Einsatz wie z.B. im Einfamilienhausbau.

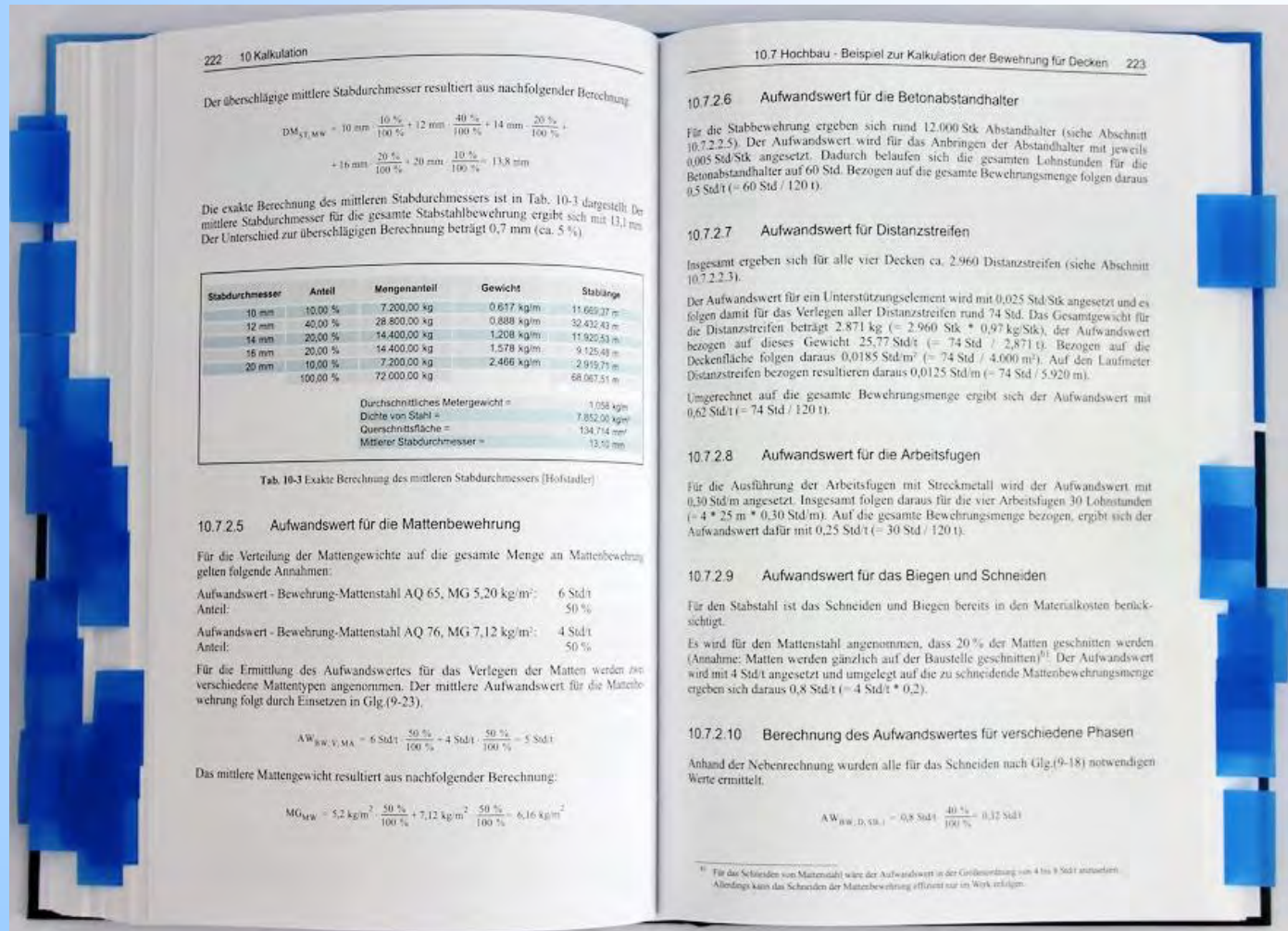
Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



228 10 Kalkulation




Abb. 10-7 Veranstaltungsbäude - Musiktheater Linz [mit freundlicher Genehmigung der Theatre Projects Consultants]

In Abb. 10-7 ist eine Axonometrie des Bauwerks dargestellt. Das Bauwerk beinhaltet 2 Unter- und 5 Obergeschosse sowie einen Bühnenturm. Die Tragstruktur wird hauptsächlich von der Ortbetonbauweise geprägt.

Die größte Längserstreckung beträgt rund 162 m und die maximale Breite ca. 62 m. Der Bruttoinneninhalt für das gesamte Bauwerk beträgt rund 290.000 m³. Der Grundrissfläche von insgesamt 12.000 m² steht die Bauwerksgrundrissfläche mit ca. 10.000 m² gegenüber, damit steht für die Lager- und Umschlagplätze wenig Raum außerhalb des Bauwerks zur Verfügung. Die Bauzeit für die Stahlbetonarbeiten (Beginn Fundament bis Ende letzter Betonierabschnitt) beträgt 16 Monate.

Mengenübersicht für die Stahlbetonarbeiten:

Betonmenge: 38.275 m³
 Schalungsfläche: 127.250 m²
 Bewehrungsmenge: 4.932 t

Die zum Kalkulationszeitpunkt bekannten Mengen sind in Tab. 10-10 dargestellt.

10.8 Veranstaltungsgebäude - Beispiel zur Kalkulation 229

Bauteile	Schalfläche		Bewehrungsmenge		Betonmenge	
	[m ²]	[%]	[t]	[%]	[m ³]	[%]
Bodenplatte	1.150	0,90	1.500	30,41	9.600	25,08
Wände	81.000	63,65	1.500	30,41	15.500	40,50
Decken	30.000	23,58	1.450	29,45	10.400	27,17
Balken, Träger	6.400	5,03	162	3,28	1.380	3,61
Säulen	3.700	2,91	120	2,43	400	1,05
Sonstige Platten	1.700	1,34	100	2,03	400	1,05
Treppen	500	0,39	20	0,41	90	0,24
Böschungen	2.800	2,20	80	1,62	565	1,52
Summe	127.250	100,00	4.932	100,00	38.275	100,00

Tab. 10-10 Veranstaltungsgebäude - Musiktheater Linz: Mengenübersicht

Für die Schalarbeiten stellen die Wände und Decken die bedeutendsten Bauteilgruppen dar. Bei den Bewehrungs- sowie Betonarbeiten sind es die Bodenplatte, die Wände und die Decken.

10.8.1 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten

Für die Stahlbetonarbeiten des gesamten Bauwerkes werden die Einzelkosten hier auf zwei unterschiedliche Arten ermittelt.

10.8.1.1 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten für das gesamte Bauwerk - Berechnung 1

Wenn die Betonmenge aus der Leistungsbeschreibung ermittelt werden kann und über die Schalungsflächen der einzelnen Bauteile Angaben fehlen, können ausgehend von vergleichbaren Projekten Annahmen dazu getroffen werden. Diese Annahmen betreffen die Schalungsgrade vergleichbarer Projekte (vergleichbar hinsichtlich Tragstruktur und Bauweise). Für dieses Projekt könnte aus der Leistungsbeschreibung die Gesamtschalungsfläche mit rund 127.250 m² ermittelt werden. Dieser Wert muss aber nicht dem tatsächlichen Wert entsprechen und unterliegt daher Schwankungen.

Mit der Schalfläche von 127.250 m² und der Betonmenge von 38.275 m³ folgt der Schalungsgrad mit ca. 3,3 m³/m². Auch die aus der Leistungsbeschreibung ermittelte Bewehrungsmenge von 4.932 t muss nicht der später abgerechneten Menge entsprechen. Aus den Mengen aus der Übersicht ergibt sich der Bewehrungsgrad mit rund 129 kg/m³.

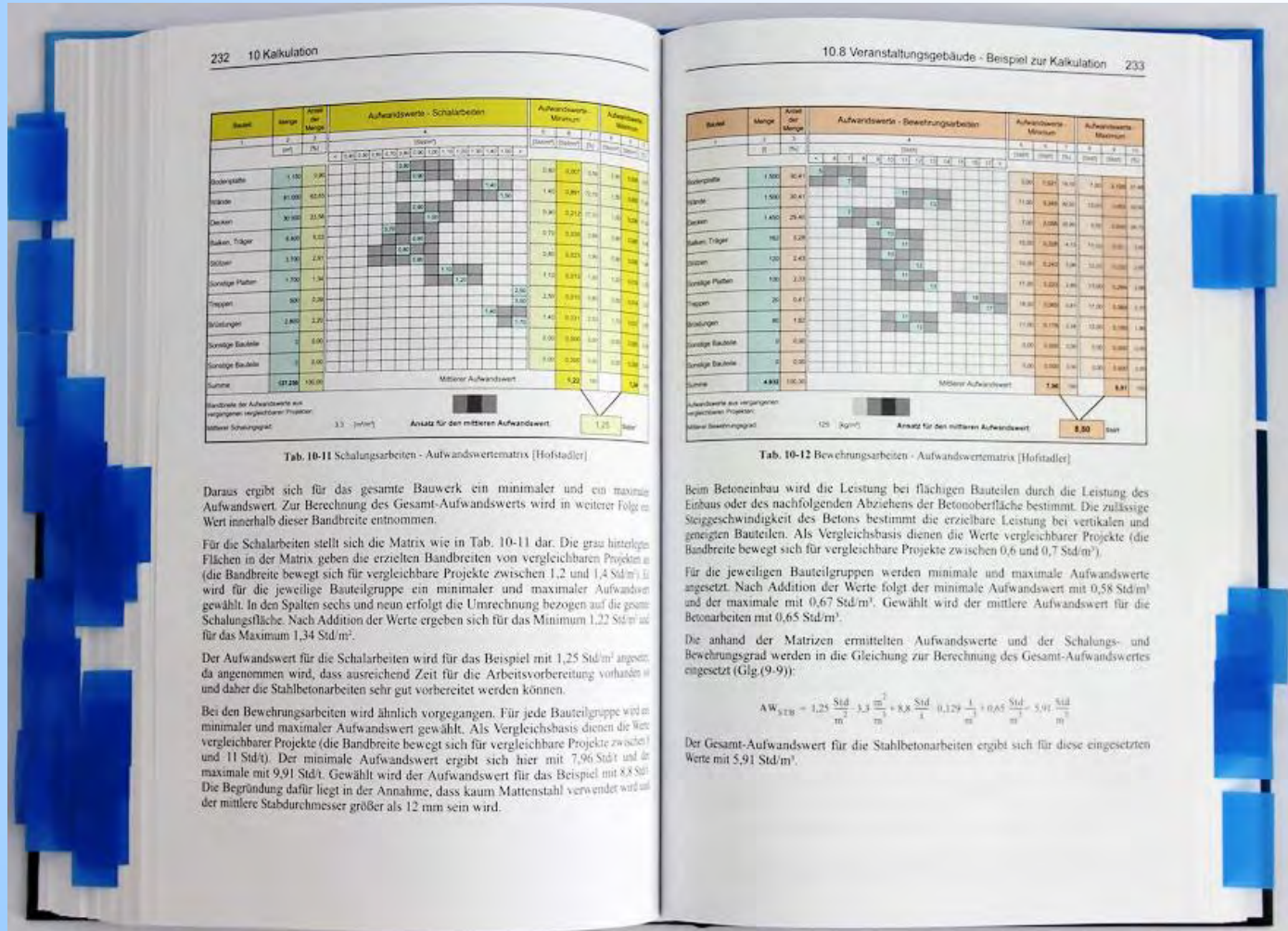
Unter Berücksichtigung der erkennbaren bzw. abschätzbaren Bauwerks-, Baustellen-, Bauverfahrens- und Betriebsbedingungen werden für einen Berechnungsdurchgang Aufwandswerte für die Schal-, Bewehrungs- und Betonarbeiten angesetzt.

10.8.1.2 Geräte- und Materialkosten

Aus der Erfahrung vergangener, vergleichbarer Projekte wird angenommen, dass sich die Geräte- und Materialkosten (für Schalung, Bewehrung und Beton) zwischen 175 und 185 €/m³ bewegen.

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



232 10 Kalkulation

Bauteil	Menge	Anzahl der Bauteile	Aufandswerte - Schalarbeiten						Aufandswerte-Minimum	Aufandswerte-Maximum	Aufandswerte-Mittelwert
			1	2	3	4	5	6			
Ständerplatte	1.100	7,94						0,80	0,80	0,80	
Wände	81.000	62,85						1,40	2,80	2,10	
Decken	30.900	23,94						0,36	0,72	0,54	
Balken, Träger	4.800	3,62						0,70	0,70	0,70	
Stützen	3.100	2,31						0,80	0,80	0,80	
Sonstige Platten	1.700	1,34						1,10	0,70	0,90	
Treppe	300	0,23						1,80	2,50	2,15	
Befestigungen	2.800	2,15						1,40	1,40	1,40	
Sonstige Bauteile	1	0,01						0,00	0,00	0,00	
Sonstige Bauteile	1	0,00						0,00	0,00	0,00	
Summe	127.200	100,00							1,25	1,25	

Tab. 10-11 Schalarbeiten - Aufandswertematrix [Hofstadler]

Daraus ergibt sich für das gesamte Bauwerk ein minimaler und ein maximaler Aufandswert. Zur Berechnung des Gesamt-Aufandswertes wird in weiterer Folge ein Wert innerhalb dieser Bandbreite entnommen.

Für die Schalarbeiten stellt sich die Matrix wie in Tab. 10-11 dar. Die grau hinterlegten Flächen in der Matrix geben die erzielten Bandbreiten von vergleichbaren Projekten an (die Bandbreite bewegt sich für vergleichbare Projekte zwischen 1,2 und 1,8 Std/m²). Es wird für die jeweilige Bauteilgruppe ein minimaler und maximaler Aufandswert gewählt. In den Spalten sechs und neun erfolgt die Umrechnung bezogen auf die gesamte Schalungsfläche. Nach Addition der Werte ergeben sich für das Minimum 1,22 Std/m² und für das Maximum 1,34 Std/m².

Der Aufandswert für die Schalarbeiten wird für das Beispiel mit 1,25 Std/m² angesetzt, da angenommen wird, dass ausreichend Zeit für die Arbeitsvorbereitung vorhanden ist und daher die Stahlbetonarbeiten sehr gut vorbereitet werden können.

Bei den Bewehrungsarbeiten wird ähnlich vorgegangen. Für jede Bauteilgruppe wird ein minimaler und maximaler Aufandswert gewählt. Als Vergleichsbasis dienen die Werte vergleichbarer Projekte (die Bandbreite bewegt sich für vergleichbare Projekte zwischen 1 und 11 Std/t). Der minimale Aufandswert ergibt sich hier mit 7,96 Std/t und der maximale mit 9,91 Std/t. Gewählt wird der Aufandswert für das Beispiel mit 8,8 Std/t. Die Begründung dafür liegt in der Annahme, dass kaum Mattenstahl verwendet wird und der mittlere Stabdurchmesser größer als 12 mm sein wird.

10.8 Veranstaltungsgebäude - Beispiel zur Kalkulation 233

Bauteil	Menge	Anzahl der Bauteile	Aufandswerte - Bewehrungsarbeiten											Aufandswerte-Minimum	Aufandswerte-Maximum	Aufandswerte-Mittelwert	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Ständerplatte	1.100	8,4													8,8	10,0	9,4
Wände	1.500	10,4													11,0	12,0	11,5
Decken	1.400	10,4													7,8	9,0	8,4
Balken, Träger	4.800	3,6													10,0	11,0	10,5
Stützen	3.100	2,3													10,0	11,0	10,5
Sonstige Platten	1.700	1,3													11,0	12,0	11,5
Treppe	300	0,2													10,0	11,0	10,5
Befestigungen	2.800	2,1													11,0	12,0	11,5
Sonstige Bauteile	1	0,01													0,00	0,00	0,00
Sonstige Bauteile	1	0,00													0,00	0,00	0,00
Summe	14.800	100,00													8,8	10,0	9,4

Tab. 10-12 Bewehrungsarbeiten - Aufandswertematrix [Hofstadler]

Beim Betonbau wird die Leistung bei flächigen Bauteilen durch die Leistung des Einbaus oder des nachfolgenden Abziehens der Betonoberfläche bestimmt. Die zulässige Steiggeschwindigkeit des Betons bestimmt die erzielbare Leistung bei vertikalen und geneigten Bauteilen. Als Vergleichsbasis dienen die Werte vergleichbarer Projekte (die Bandbreite bewegt sich für vergleichbare Projekte zwischen 0,6 und 0,7 Std/m²).

Für die jeweiligen Bauteilgruppen werden minimale und maximale Aufandswerte angesetzt. Nach Addition der Werte folgt der minimale Aufandswert mit 0,58 Std/m² und der maximale mit 0,67 Std/m². Gewählt wird der mittlere Aufandswert für die Betonarbeiten mit 0,65 Std/m².

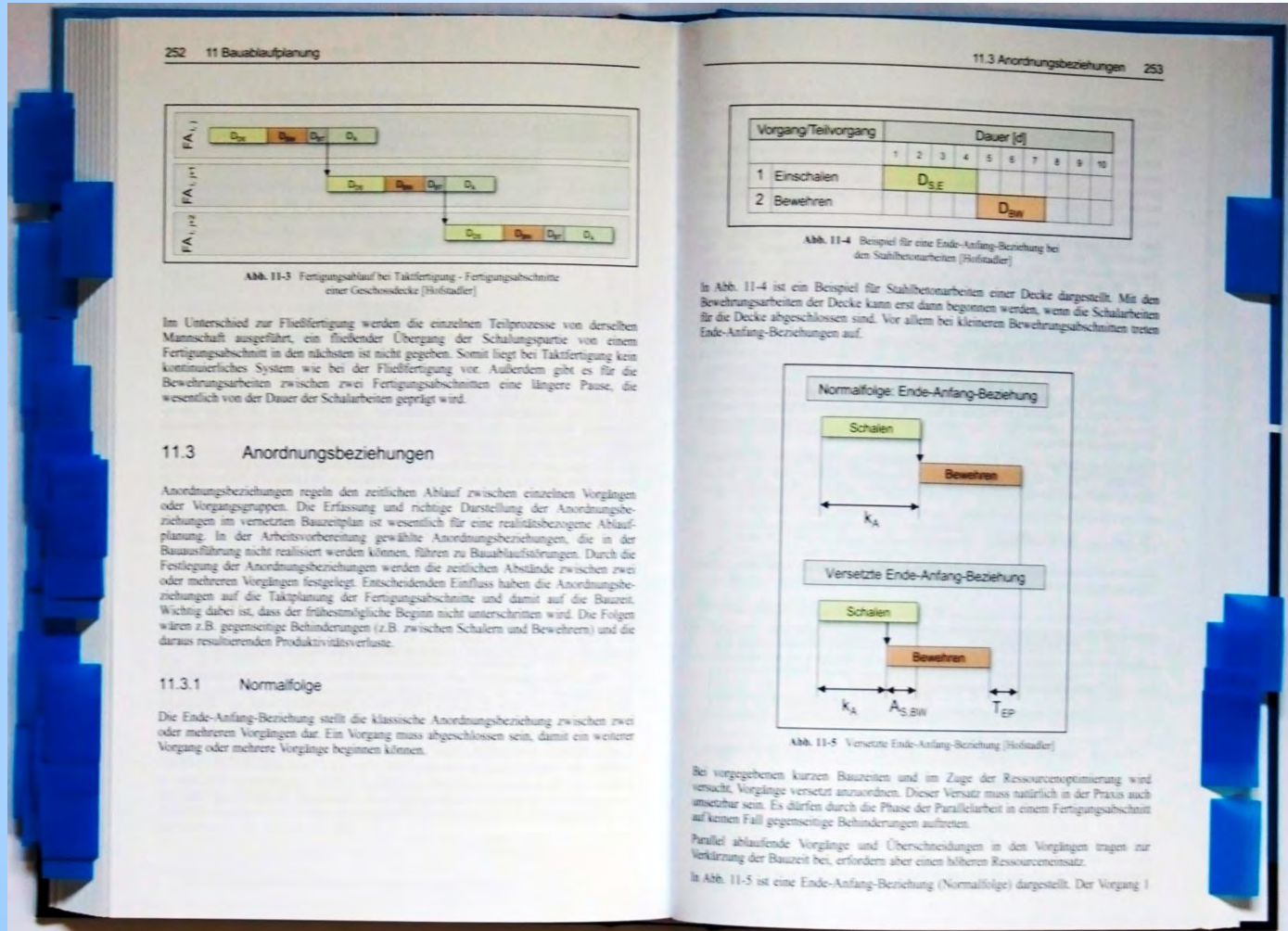
Die anhand der Matrizen ermittelten Aufandswerte und der Schalungs- und Bewehrungsgrad werden in die Gleichung zur Berechnung des Gesamt-Aufandswertes eingesetzt (Glg. (9-9)):

$$AW_{StB} = 1,25 \frac{Std}{m^2} \cdot 3,3 \frac{m^2}{m^2} + 8,8 \frac{Std}{t} \cdot 0,129 \frac{t}{m^2} + 0,65 \frac{Std}{m^2} \cdot 5,91 \frac{m^2}{m^2}$$

Der Gesamt-Aufandswert für die Stahlbetonarbeiten ergibt sich für diese eingesetzten Werte mit 5,91 Std/m².

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

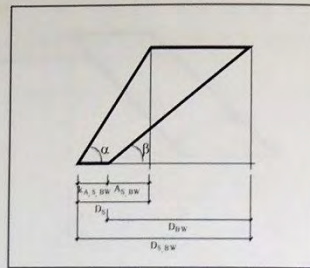


Abb. 11-11 Anordnungsbeziehung zwischen Schalen und Bewehren für den Fall $\alpha > \beta$ [Hofstadler]

Weiters muss die Bedingung nach Glg.(11-1) erfüllt sein.
Die Dauer der Arbeiten für Schalen und Bewehren wird nach Glg.(11-7) berechnet.

11.4 Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten im Hochbau

Ziel der Leistungsabstimmung ist es, die Vorgänge Schalen, Bewehren und Betonieren optimal aufeinander abzustimmen. Dabei sollen die Zielvorgaben aus dem Bauvertrag eingehalten und die minimalen Herstellkosten erzielt werden.

11.4.1 Abstimmung zwischen vertikalen und horizontalen Bauteilen

Vertikale Bauteile wie z.B. Stützen und Wände in einem Fertigungsabschnitt müssen ausgeschalt sein, damit dort mit den Schalarbeiten für die Decke begonnen werden kann (Beispiel siehe Abb. 11-12). Deshalb ist in der Ablaufplanung darauf zu achten, dass es zu keinen Überschneidungen in diesen Bereichen und damit zu keinen gegenseitigen Behinderungen kommt.

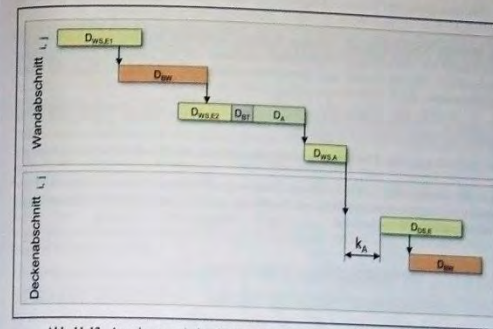


Abb. 11-12 Anordnung zwischen horizontalen und vertikalen Traggliedern [Hofstadler]

Die maximal zulässige mittlere Leistung $L_{S,MW,HT}$ [m²/d] für die Schalarbeiten der horizontalen Tragglieder (z.B. Decke) folgt aus Glg.(11-12).

$$L_{S,MW,HT} \leq \frac{S_{F,VT,fa} \cdot s_{VE,M/VT}}{D_{STR,VT,fa} + D_A + k_A} \quad (11-12)$$

Der Zähler wird aus dem Produkt der Schallfläche der vertikalen Bauteile eines Fertigungsabschnittes $S_{F,VT,fa}$ [m²] und dem Schalungsverhältnisgrad $s_{VE,M/VT}$ [-] (nach Glg. (8-14)) gebildet. Im Nenner wird die Dauer für die Stahlbetonarbeiten der vertikalen Bauteile $D_{STR,VT,fa}$ [d], die Ausschallfrist der vertikalen Bauteile D_A [d] und die Dauer für die kritische Annäherung k_A [d] eingesetzt.

Wenn die maximale Schalungsleistung bei den horizontalen Bauteilen überschritten wird, besteht die Gefahr des „Auflaufens“ und damit das Problem gegenseitiger Behinderungen. Zwischen dem Ende des Ausschalens der vertikalen Tragglieder und dem Beginn der Schalarbeiten sollte sich die Zeitspanne der kritischen Annäherung k_A befinden. Wenn die kritische Annäherung nicht unterschritten wird, ist folglich mit keinen gegenseitigen Behinderungen zu rechnen.

11.4.2 Abstimmung zwischen Schalen und Bewehren

Im Zuge der Arbeitsvorbereitung wird in der Optimierung des Bauablaufes die Erzielung eines effizienten Bauablaufes angestrebt. Bei der Abstimmung der Ressourcen ist auf gleichmäßige Auslastung und deren kontinuierlichen Einsatz - besonders bei eigenen Arbeitskräften - zu achten.

Wird in der Fertigungsablaufplanung bei den Stahlbetonarbeiten ein bestimmter Betonierhythmus als Ziel festgelegt, sind die Arbeiten für Schalen, Bewehren und Betonieren darauf abzustimmen. Bei Wänden kann z.B. ein 1-Tagesrhythmus oder, bei größeren Fertigungsabschnitten, ein 2-Tagesrhythmus angestrebt werden. Im Brückenbau werden

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



für das Bewehren zueinander in einem ausgewogenen Verhältnis (Beispiel für Unausgewogenheit: 1,5 d Schalen und 0,3 d Bewehren) stehen. Der Punkt auf der Gerade wird vorerst so gewählt, dass sich für das Bewehren 0,8 und für die Dauer abzüglich Versatz 1 d ergibt. Die Geraden (1) und (2) werden dazu im III. Quadranten entsprechend eingezeichnet.

Für den geplanten Versatz von 0,2 d wird im II. Quadranten die zutreffende Gerade „As_{BW} = 0,2 d“ ausgewählt und die Gerade (1) verlängert, bis der Schnittpunkt folgt. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (3) nach rechts eingezeichnet, bis auf der Ordinate der Wert für die Dauer der Schalarbeiten abgelesen werden kann. Die Schalarbeiten dürfen demnach 1,2 d dauern.

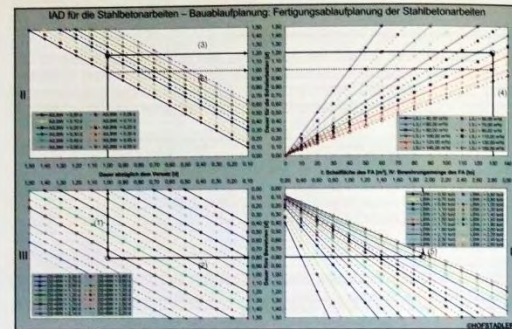


Abb. 11-17 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten - Fertigungsablaufplanung für Wände, Beispiel [Hofstadler]

Zur Bestimmung der erforderlichen Leistung, um die Schalarbeiten in 1,2 d abzuschließen, wird die Gerade (3) in den I. Quadranten verlängert. Bei 130 m² (beide Wandseiten inkl. Randabschalung) wird die Vertikale (4) nach oben eingezeichnet und mit (3) geschnitten. Der gesuchte Wert für die Leistung liegt zwischen den Geraden „L_{Sj} = 100 m²/d“ und „L_{Sj} = 110 m²/d“. Durch grafisches Interpolieren lässt sich der gesuchte Leistungswert mit ca. 108 m²/d bestimmen.

Der Leistungswert für die Bewehrungsarbeiten wird im IV. Quadranten ermittelt. Es wird dazu bei 1,92 t Bewehrungsmenge auf der Abszisse die Vertikale (5) nach unten gezeichnet, bis sich der Schnittpunkt mit der Verlängerung der Horizontalen (2) aus dem III. Quadranten ergibt. Der damit bestimmte Wert liegt auf der Geraden „L_{BWj} = 2,4 t/d“. Der Leistungswert für die Bewehrungsarbeiten ist somit mit 2,4 t/d bestimmt.

In weiterer Folge ist zu überprüfen, ob die ermittelten Leistungswerte überhaupt erzielt werden können. Die Verifizierungen können anhand der in *Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb*²⁾ präsentierten Interaktionsdiagramme (siehe Abb. 11-18) durchgeführt werden.

²⁾ Hofstadler (2007): *Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb*

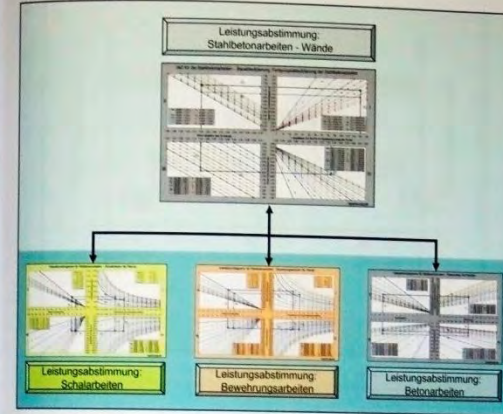


Abb. 11-18 Leistungsabstimmung - Stahlbetonarbeiten der Wände [Hofstadler]

Für die Schalarbeiten wären beispielsweise, bei einer täglichen Arbeitszeit von 9 h und einem Aufwandswert von 0,5 Std/m², ca. 6 Arbeitskräfte für das Schalen (beider Wandseiten) notwendig. Bei den Bewehrungsarbeiten wären bei 9 h Arbeitszeit und dem Aufwandswert von 18 Std/t ca. 4,8 AK erforderlich. Mit Beginn der Bewehrungsarbeiten wären im betrachteten Fertigungsabschnitt kurzfristig ca. 11 Arbeitskräfte gleichzeitig eingesetzt. Für die Planung des Fertigungsablaufs ist es wichtig, die Größe der Arbeitsfläche kontinuierlich zu überprüfen. Die Arbeitsfläche bildet oft die obere Schranke für die maximale Anzahl an einsetzbaren Arbeitskräften.

In Abb. 11-19 ist das Ressourcenband für den ermittelten Bauablauf dargestellt. Während der Bewehrungsarbeiten gibt es zwei Überlappungsbereiche mit den Schalarbeiten. Hier ist zu prüfen, ob dadurch gegenseitige Behinderungen entstehen können. Falls es zu Behinderungen kommt, sinkt in diesen Bereichen die Produktivität und die Kosten steigen.

Um die Arbeiten ohne Überlappungsbereiche ausführen zu können, müsste beispielsweise bei gleich bleibender Dauer der Schalarbeiten die Bewehrungsleistung gesteigert werden. Bei einer Steigerung über die Anzahl der Arbeitskräfte erhöht sich diese auf ca. 6,4 AK.

Der Fertigungsablauf und das Ressourcenband sind in Abb. 11-20 dargestellt. Entweder werden 6 oder 7 Arbeitskräfte bei den Bewehrungsarbeiten eingesetzt, die entsprechende Anpassung kann dann über die tägliche Arbeitszeit vorgenommen werden. Es gibt auch noch weitere Anpassungsmöglichkeiten und Kombinationen, die hier jedoch nicht dargestellt sind.

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis

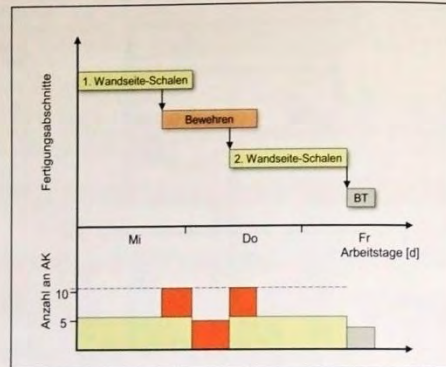


Abb. 11-19 Fertigungsablauf und Ressourcenband für einen Fertigungsabschnitt [Hofstadler]

Der optimale Ablauf der Herstellung der Wände ist in weiterer Folge mit dem Gesamtablauf abzustimmen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Sensitivitätsanalyse

In weiterer Folge wird beispielhaft untersucht, wie sich die Reduktion des Versatzes zwischen Schalen und Bewehren auf 0 d baubetrieblich auswirkt (bezogen auf die Ausgangsdaten).

Dazu wird in Abb. 11-17 im II. Quadranten die entsprechende Gerade „ $A_{S,BW} = 0 d$ “ ausgewählt und mit der Verlängerung der Vertikalen (1) geschnitten. Von diesem Punkt aus wird die Horizontale (6) nach rechts eingezeichnet. Auf der Ordinate folgt der geänderte Wert für die maximale Dauer der Schalarbeiten. Die Schalarbeiten dürfen demnach nur mehr 1 d in Anspruch nehmen (Annahme: Dauer der Bewehrungsarbeiten bleibt unverändert).

Zur Ermittlung des geänderten Leistungswertes wird die Horizontale (6) in den I. Quadranten hinein verlängert und mit der Geraden (4) geschnitten. Der gesuchte Wert liegt auf der Geraden „ $L_{S_1} = 130 m^2/d$ “. Mit dem geänderten Leistungswert von $130 m^2/d$ wären die Schalarbeiten nach insgesamt ca. 1 d abgeschlossen.

Durch die Reduktion des Versatzes in der Anordnungsbeziehung um 0,2 d wäre eine um ca. 20 % höhere Schalungsleistung - bei sonst unveränderten Randbedingungen - notwendig, um im 2-Tagesrhythmus zu bleiben.

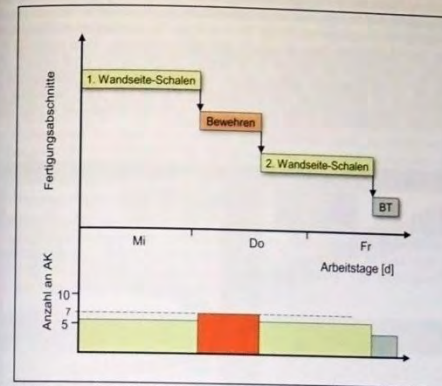


Abb. 11-20 Ressourcenband ohne Überschneidungsbereich für einen Fertigungsabschnitt [Hofstadler]

Wenn der erzielbare Leistungswert für die Schalarbeiten begrenzt ist (z.B. bedingt durch vorgegebenes Schalungssystem), sind die Bewehrungsarbeiten auf diese Engpassleistung abzustimmen, damit dennoch der gewünschte Betonierrhythmus erzielt bzw. in weiterer Folge aufrechterhalten werden kann.

11.4.2.2 Interaktionsdiagramm zur Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten - Decken

Zusammenhänge für die Fertigungsablaufplanung der Stahlbetonarbeiten für Decken werden in einem Interaktionsdiagramm dargestellt. Nach der Beschreibung des Diagramms wird die Anwendung anhand eines praktischen Beispiels gezeigt.

Mit dem Interaktionsdiagramm in Abb. 11-21 werden die Beziehungen zwischen

- Schallfläche eines Fertigungsabschnittes [m^2],
- Dauer der Schalarbeiten [d],
- Leistungswert für die Schalarbeiten [m^2/d],
- Dauer der Schalarbeiten abzüglich Versatz [d],
- Versatz zwischen den Vorgängen Schalen und Bewehren [d],
- Dauer für das Bewehren [d],
- Dauer für das Schalen inklusive Bewehren [d],
- Bewehrungsmenge des Fertigungsabschnittes [t] und
- dem Leistungswert für die Bewehrungsarbeiten [t/d] hergestellt.

Beschreibung des Interaktionsdiagramms

Im I. Quadranten des Interaktionsdiagramms der Abb. 11-21 wird der Zusammenhang

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



sich die tägliche Leistung auf der Abszisse ablesen lässt. Diese beträgt für die erhöhte tägliche Arbeitszeit nunmehr ca. 3,85 t/d.

Zur Bestimmung der Dauer wird die Gerade (7) in den III. Quadranten verlängert und mit der Verlängerung der Geraden (4) geschnitten. Der Schnittpunkt liegt auf der Geraden „D_{BW,i} = 3 d“. Die Bewehrungsarbeiten für den Wandabschnitt dauern somit 3 d. Die Dauer hat sich um ca. 12 % gegenüber dem Ausgangsbeispiel verringert.

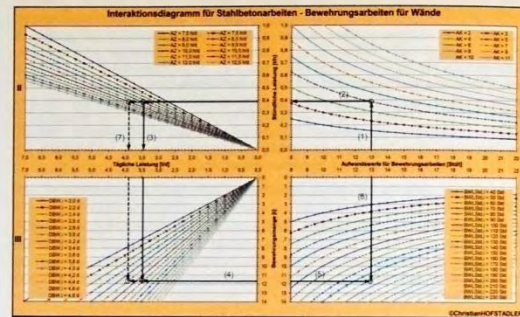


Abb. 11-32 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten – Bewehrungsarbeiten für Wände – Anwendungsbeispiel [Hofstadler]

11.6.3.4 Interaktionsdiagramm für Bewehrungsarbeiten – Ebene 4: Decken

Anhand des Interaktionsdiagramms in Abb. 11-33 werden baubetriebliche Zusammenhänge für die Bewehrungsarbeiten von Decken grafisch dargestellt.

Durch dieses Interaktionsdiagramm werden die Beziehungen zwischen

- Aufwandswert [Std/t],
- Anzahl an Arbeitskräften,
- Stundenleistung [t/h],
- täglicher Arbeitszeit [h/d],
- täglicher Leistung [t/d],
- Vorgangsdauer [d],
- Bewehrungsmenge eines Fertigungsabschnittes [t] und
- Summe der Lohnstunden für einen Fertigungsabschnitt [Std] hergestellt.

Die Nutzung des Diagramms ist dabei auf verschiedene Art und Weise möglich.

11.6.3.5 Beschreibung des Interaktionsdiagramms

Auf der Abszisse im I. Quadranten sind die Aufwandswerte (hier von 6 bis 20 Std/t) dargestellt und auf der Ordinate die Bewehrungsleistung aufgetragen. Für die Abszisse ist das Hauptintervall 1 Std/t und für das Hilfsintervall 0,2 Std/t. Die Skala auf der Ordinate reicht von 0 bis 2 t/h (das Hauptintervall ist 0,1 und das Hilfsintervall ist 0,02 t/h).

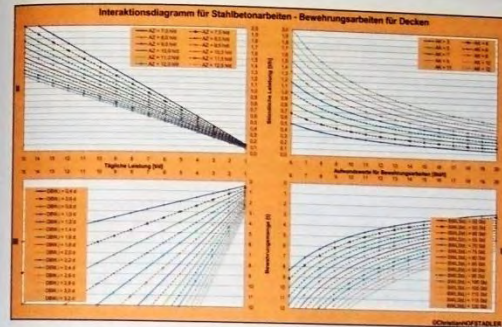


Abb. 11-33 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten – Bewehrungsarbeiten für Decken [Hofstadler]

Die einzelnen Kurven im Diagramm stehen jeweils für eine ausgewählte Anzahl an Arbeitskräften. In der Legende sind die einzelnen Kurven mit „AK“ bezeichnet und mit der Anzahl der Arbeitskräfte ergänzt. Die Neigung der Kurven verringert sich mit zunehmenden Aufwandswerten. Durch die Kurven ist die Anzahl der Arbeitskräfte von 3 bis 12 dargestellt. Die getroffene Einteilung kann beliebig geändert und erweitert werden.

Zur Anwendung des Diagramms können im Zusammenhang mit den Aufwandswerten verschiedene Wege eingeschlagen werden. Die Höhe des Aufwandswertes kann z.B. im Vorhinein bestimmt und dann die dazugehörige Leistung oder die Anzahl der Arbeitskräfte grafisch aus dem Diagramm ermittelt werden. Alle Einflüsse auf die Größe des Aufwandswertes sind dabei zu berücksichtigen. Andererseits kann aufgrund der Vorgaben (Zwischentermine, Endertermine) der maximale Aufwandswert aus dem Diagramm ermittelt werden, um die notwendige Leistung erzielen zu können.

Für den Fall, dass die Anzahl der Arbeitskräfte und ein Aufwandswert die Eingangsparameter sind, wählt man auf der Abszisse den entsprechenden Wert und die zutreffende Kurve im Diagramm aus. Ausgehend vom Abszissenwert zeichnet man eine vertikale Gerade nach oben, bis sich ein Schnittpunkt mit der Kurve für die Anzahl der Arbeitskräfte ergibt. Vom Schnittpunkt geht man horizontal nach links, bis man die Ordinate trifft, und liest den entsprechenden Leistungswert ab.

Die Beziehung zwischen Stundenleistung, Tagesarbeitszeit und Tagesleistung ist im II. Quadranten dargestellt. Zur Angabe der Bewehrungsleistung wurde der Arbeitstag [d] als Zeiteinheit gewählt. Auf der Abszisse ist die Tagesleistung (die Bandbreite wurde hier

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis

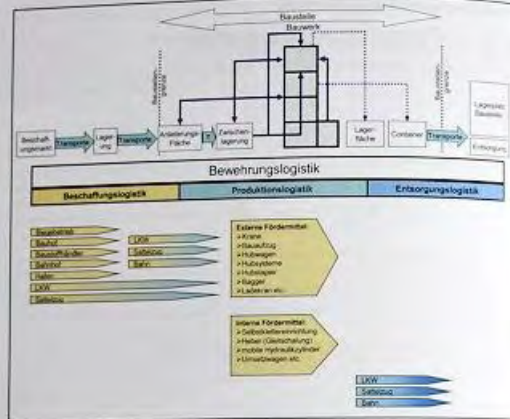


Abb. 12-1 Bewehrungslogistik [Hofstadler]

Der Abtransport der Geräte, Materialien und Abfälle ist unter dem Begriff der Entsorgungslogistik zusammengefasst.

12.1 Beschaffungslogistik

Die Bewehrung wird direkt vom Bewehrungshersteller, Bauhof, Bahnhof oder Hafen mittels LKW oder Sattelzügen abgeholt und auf die Baustelle geliefert. Bei Gebirgsbaustellen oder sonstigen schwer zugänglichen Baustellen werden auch Hubschrauber, Seilbahnen oder Lifanlagen als Transportmittel eingesetzt.

Die Beschaffungslogistik ist das Bindeglied zwischen Bewehrungshersteller bzw. Bewehrungslieferant und der Baustelle (Produktionsstätte). Die Hauptaufgaben der Beschaffungslogistik bei den Bewehrungsarbeiten sind die Ermittlung der erforderlichen Vorratsmengen für die Baustelle - differenziert in die verschiedenen Bauteilgruppen -, die Ermittlung der Gesamtanzahl der erforderlichen Transporte, Analyse der zeitlichen Abfolge der Transporte, Aufzeigen der Transportspitzen, Entflechtung der Transportspitzen, die Sondierung der möglichen Bezugsquellen, die Beschaffung der Bewehrung und die zeitliche und räumliche Koordination der Transporte zur Baustelle.

Zeitliche Koordination:

Bewehrungstransporte mit den unterschiedlichsten Längen und Durchmesser 40/50/60 Bügeln (z.B. für Stützen, Decken, Wände) sind zu koordinieren. Die Vorratsmengen an

Bewehrung sind in Zusammenschau mit dem geplanten Bauablauf auf die Baustelle zu liefern. Je nach Lagerverhältnissen kann die Anlieferung zu den Lagerflächen oder nach einem exakten Zeitplan zu den zu errichtenden Bauteilen (z.B. Wände, Decken) erfolgen.

Räumliche Koordination:

Bei größeren Bauvorhaben gilt es, ein Konzept für den Baustellenverkehr zu erstellen. Es sind dabei die Verkehrsanbindung an öffentlichen Verkehrsflächen und die Situation innerhalb der Baustelleneinrichtungsfläche zu betrachten.

Nach *Boenert/Blömeke*³⁾ hängt die Effizienz des Baustellenverkehrs (gemeint sind hier die Transporte zur Baustelle) von folgenden Kriterien ab:

- geografische Lage der Bezugsquellen und der Baustelle
- vorhandene Infrastruktur
- örtliche Rahmenbedingungen der Baustelle und Vorgaben des Bauherrn
- die Menge und Beschaffenheit der zu transportierenden Stoffe (Sonderlängen, spezielle Bügel)
- Größe und Lage von Freiflächen für mögliche Zwischenlager und deren Geländeverhältnisse
- zeitliche Vorgaben aus dem Bauzeitplan

Davon ausgehend müssen nach *Boenert/Blömeke* folgende Punkte im Logistikkonzept festgeschrieben werden:

- einfache Erreichbarkeit der Übergabepunkte und Anlieferflächen
- Transportmittelwahl passend zu den Transportgeräten der Baustelle
- Wegeplanung und Flächennutzung
- Verkehrssicherung und Baustellenzufahrtsregelungen

Als Ergebnis der Umsetzung dieser Konzeptionen zur Beschaffungslogistik nennt *Boenert*:

- die Gewährleistung der baubetrieblich abgestimmten Belieferung der Baustelle mit den benötigten Baumaterialien,
- Erkennung und Vermeidung von Engpässen in der Baustoffbelieferung,
- gewerkeübergreifende (vor allem für den Ausbau), frühzeitige Koordination der Baustofftransporte mit Übersichten
- und damit die Optimierung der Baustoffflüsse in der Beschaffungslogistik durch Beseitigung der Ursachen von kostentreibenden Störfaktoren.

Da die räumliche Koordination auf der Baustelle wesentlich von der Grundriss- und Aufrissgestaltung des Bauwerks geprägt wird, sind generell folgende Punkte zu beachten, um eine termin- und bedarfsgerechte Baustoffbereitstellung sicherzustellen:

- einfache Erreichbarkeit der Übergabepunkte und Anlieferflächen
- Abstimmung der Transportmittel mit den Transportgeräten auf der Baustelle
- gründliche Planung der Verkehrswege, Baustellenzufahrten und Flächennutzung auf der Baustelle
- Arbeiten auf der Baustelle sollen durch die Transporte auf die Baustelle nicht gestört werden

Die Einrichtung eines Warteplatzes ist weiters eine Möglichkeit bei engen innerstädtischen Baustellen das Platzproblem zu lösen. Dieser dient als Puffer in der näheren

³⁾ vgl. Boenert/Blömeke (2003): Logistikkonzepte im Schlüsselbereich zur Erhöhung der Kosteneffizienz Baugesamtheit 278

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Ober- und Untergrenzen der Kranbelegswerte		
VORGANG	UNTERGRENZE	OBERGRENZE
SCHALEN		
	h/m ³	h/m ³
konventionelle Deckenschalung	0,020	0,090
Deckentische	0,020	0,030
Säulen	0,020	0,045
Größtflächen Wände	0,040	0,080
konventionelle Wandschalung	0,020	0,045
Unterzüge auf Trägern	0,025	0,035
Unterzüge auf Blocken	0,030	0,040
Rippdecken	0,050	0,090
Fundamente	0,010	0,020
BEWEHREN		
	m	m
Matten	0,350	0,550
Rund- Stabstahl	0,200	0,350
Bewehrung gesamt	0,240	0,400
BETONIEREN		
	h/m ³	h/m ³
Decken	0,060	0,120
Fundamente	0,050	0,090
Wände	0,040	0,150
Säulen	0,120	0,260

Tab. 12-2 Ober- und Untergrenzen für die Kranbelegswerte bei Stahlbetonarbeiten [Spranz¹¹⁾

Die erforderliche Betriebsmittelzeit t_B ergibt sich aus Glg. (12-5):

$$t_B = t_B^* + t_{Bz} + t_{Bz} \quad (12-5)$$

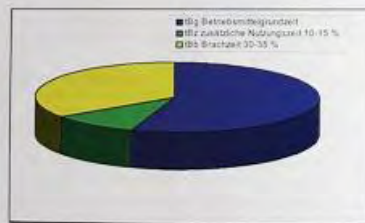


Abb. 12-7 Schematische Aufteilung der Betriebsmittelzeit t_B [Hofstadler]

¹¹⁾ vgl. Spranz (2003), Arbeitsvorbereitung im Ingenieurbau, 114
¹²⁾ vgl. Spranz (2003), Arbeitsvorbereitung im Ingenieurbau, 113

Die Betriebsmittelzeit stellt den gesamten Bedarf an Kranstunden für das Bauwerk dar (Verteilung siehe Abb. 12-7). Aus der geplanten Rohbauzeit kann in weiterer Folge die Feinplanung für die Zeiteinheit erfolgen. In der Grobplanung wird in Monaten und in der Feinplanung in Wochen gerechnet.

Die Anzahl der Krane $ANZ_{K,K,BW}$ [-] ergibt sich nach Glg.(12-6):

$$ANZ_{K,K,BW} = \frac{t_B}{D_{RB} \cdot ANZ_{K,K,M}} \quad (12-6)$$

Im Zähler steht die Betriebsmittelzeit t_B [h] und im Nenner das Produkt aus der Dauer für die Rohbauarbeiten D_{RB} [Mo] und der Anzahl der Kranstunden je Kran und Monat $ANZ_{K,K,M}$ [h/Mo].

In der Grobplanung wird in der Regel nur in Bauabschnitte differenziert, in der Feinplanung wird dagegen in Bauteile differenziert und die Bauablaufplanung wird im Detail durchgeführt. Aus dem Detailablaufplan sind räumliche und zeitliche Abfolgen ersichtlich.

12.5.3.4.1 Beschreibung des Interaktionsdiagramms – Kranbelegswerte

Anhand des folgenden Interaktionsdiagramms werden baubetrieblich bekannte Zusammenhänge zur Bestimmung der Anzahl der Krane mittels Kranbelegswerte grafisch dargestellt.

Es werden damit die Beziehungen zwischen

- Stahlbetonmenge des Bauwerks [m³],
- Kran-Betriebsmittelgrundzeit [h],
- Kranbelegswert [h/m³],
- Kran-Brauchzeit und zusätzliche Nutzungszeit [%],
- Kran-Betriebsmittelzeit [h],
- Anzahl der notwendigen Kranstunden je Monat [h],
- Dauer der Rohbauarbeiten [Mo],
- Stunden je Kran und Monat [h/Mo] und
- Anzahl der erforderlichen Krane [-] hergestellt.

Das Interaktionsdiagramm (siehe Abb. 12-8) setzt sich aus vier Quadranten zusammen. Nachfolgend werden die Achsen und Kurven der Diagramme in den einzelnen Quadranten beschrieben.

Im ersten Quadranten (I) des Diagramms ist auf der Abszisse die Stahlbetonmenge des gesamten Bauwerks oder des betrachteten Abschnitts aufgetragen. Die Abszissenwerte beginnen bei 30.000 und gehen bis 44.000 m³. Für das Hauptintervall beträgt die Schrittweite 1.000 und für das Hilfsintervall 500 m³. Die Kran-Betriebsmittelgrundzeiten sind auf der Ordinate von 0 bis 12.000 h dargestellt. Das Hauptintervall ist hier mit 500 und das Hilfsintervall mit 100 h gewählt. Für verschiedene Kranbelegswerte sind die Geraden im ersten Quadranten zusammengefasst. Diese Aufwandswerte inkludieren Kranbelegswerte für die gesamten Stahlbetonarbeiten. Die Teilkranebelegswerte für Schalen, Bewehren und Betonieren sind hier zu einem Wert zusammengefasst und auf den Kubikmeter Beton bezogen. Der kleinste Wert wird in dieser Darstellung mit 0,1 h/m³ und der höchste mit 0,8 h/m³ angegeben. Für diese gebräuchliche Bandbreite beträgt die Schrittweite 0,02 h/m³.

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler studierte an der Technischen Universität Graz Wirtschaftsingenieurwesen/Bauwesen, wo er 1999 promovierte. Im Zuge seiner Doktorarbeit befasste er sich intensiv mit baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Optimierungen von Stahlbetonarbeiten.

Von 1995 bis 2001 war er als Universitätsassistent und von 2002 bis 2006 als Assistent an der TU Graz beschäftigt. Die Auseinandersetzung mit baubetrieblichen Fragestellungen (vor allem Arbeitsvorbereitung, Ablaufoptimierung, Optimierung von Stahlbetonarbeiten, Schalungs- und Rüsttechnik, Logistik, Risikomanagement) führte zu Lösungen, die in der Bauwirtschaft häufig Anwendung finden.

Im November 2005 wurde Dr. Hofstadler die Lehrbefähigung für das wissenschaftliche Fach Baubetrieb an der TU Graz verliehen, wo er seit 2006 als Associate Professor beschäftigt ist. Weiters ist er als Experte im Österreichischen Normungsinstitut und als „Allgemein beiderer und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger“ für das Bauwesen tätig.

Als Autor hat er die Bücher „Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb“ und „Schalarbeiten“ veröffentlicht sowie zahlreiche Beiträge zu baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themen.

Praktische Erfahrungen in der Bauausführung konnte Dr. Hofstadler auf verschiedenen Baustellen sammeln, vor allem in den Bereichen Hoch- und Brückenbau sowie in der Gebäudesanierung und bei Umbauten.



Ing. Mag. Gerald Franz MBA besuchte die Höhere Technische Lehranstalt für Tiefbau in Linz, an der er 1985 maturierte.

Fundierte praktische Erfahrungen machte er im Bereich der Bauleitung, bis er 1989 in die Betonstahlbearbeitung wechselte. Die betriebswirtschaftlichen Betrachtungen und Optimierungen für Bewehrungsunternehmen und die daraus resultierenden Unternehmensziele waren bereits in seinem Masterstudium für Executivmanagement 2004 sein zentrales Thema. Der Stellenwert und das Image der Bewehrungsarbeiten in der täglichen Praxis faszinierten ihn schon damals.

Später war er Mitinitiator des Ausbildungslehrganges für Eisenflechtvorarbeiter an der Bauakademie. Die langjährige Tätigkeit im Projektmanagement sowie in der Geschäftsführung für Bewehrungsarbeiten zeichnen ihn heute als Experten mit reichem Praxis-Know-how aus, der alle seine Erfahrungen zur bauwirtschaftlichen Bedeutung dieser im modernen Bauwesen unverzichtbaren Branche in dieses Buch eingebracht hat.



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Baublaufplanung

Bewehrungslogistik

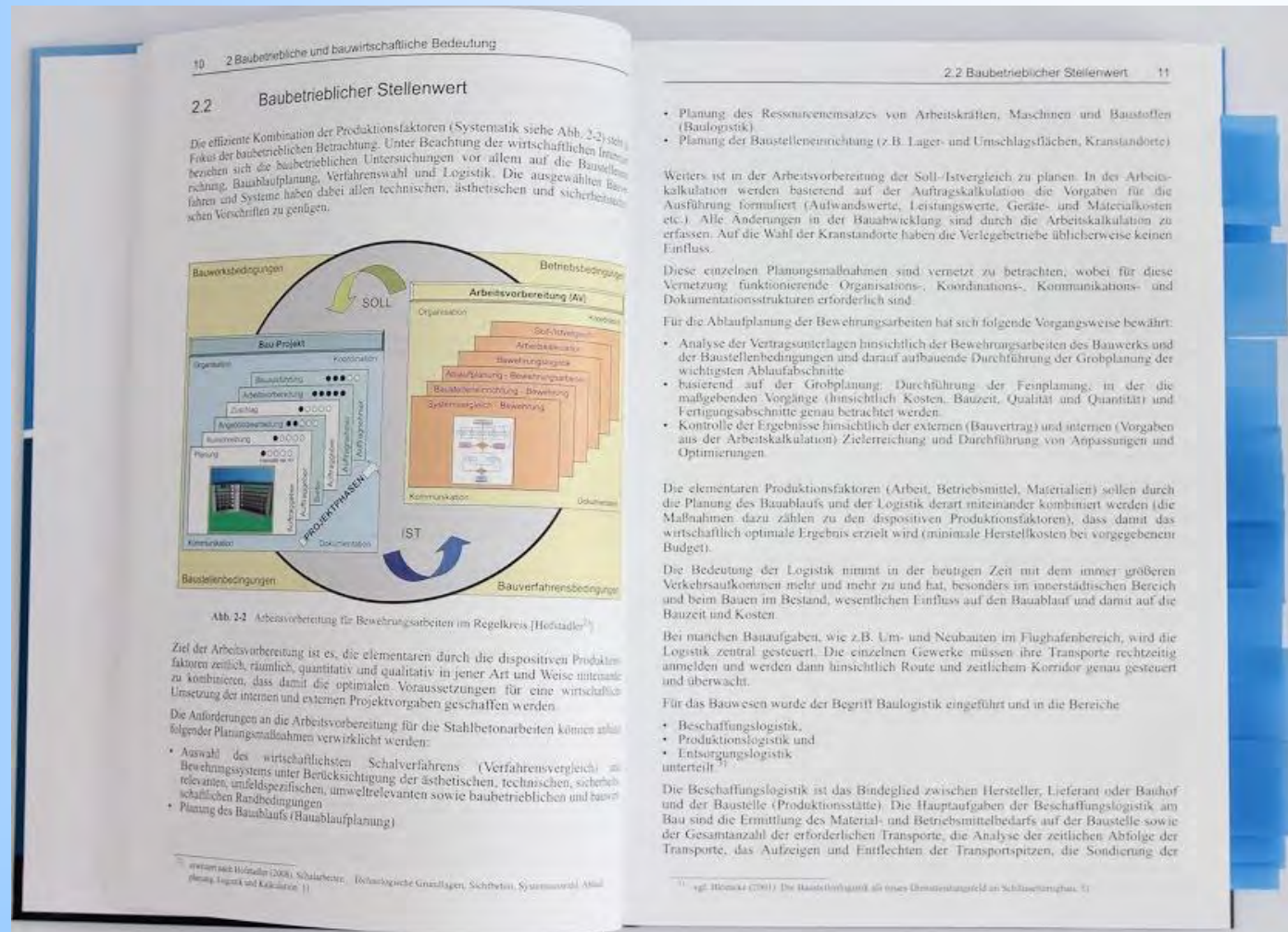
Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

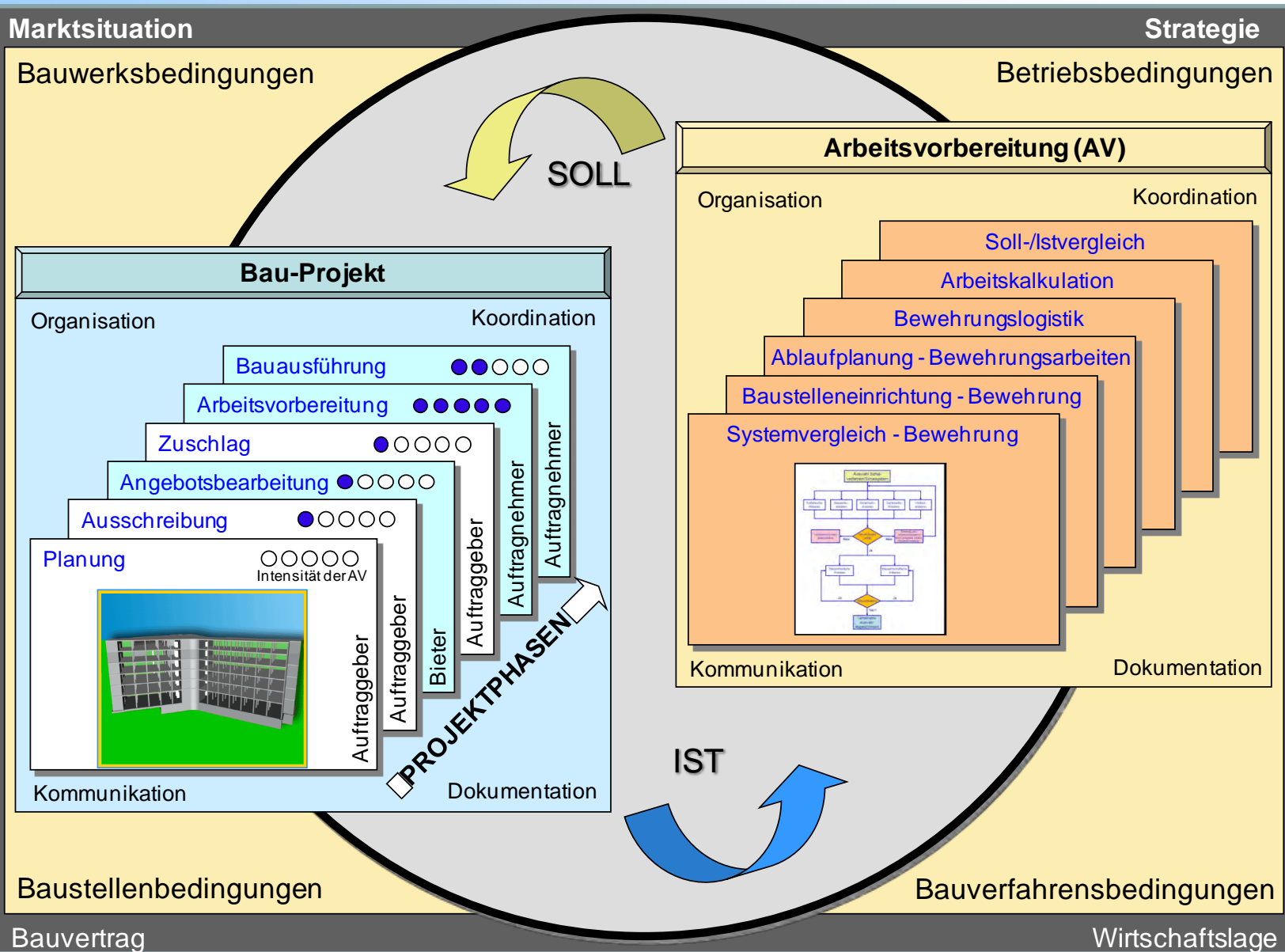
Sachverzeichnis



Rolle in den Projektphasen

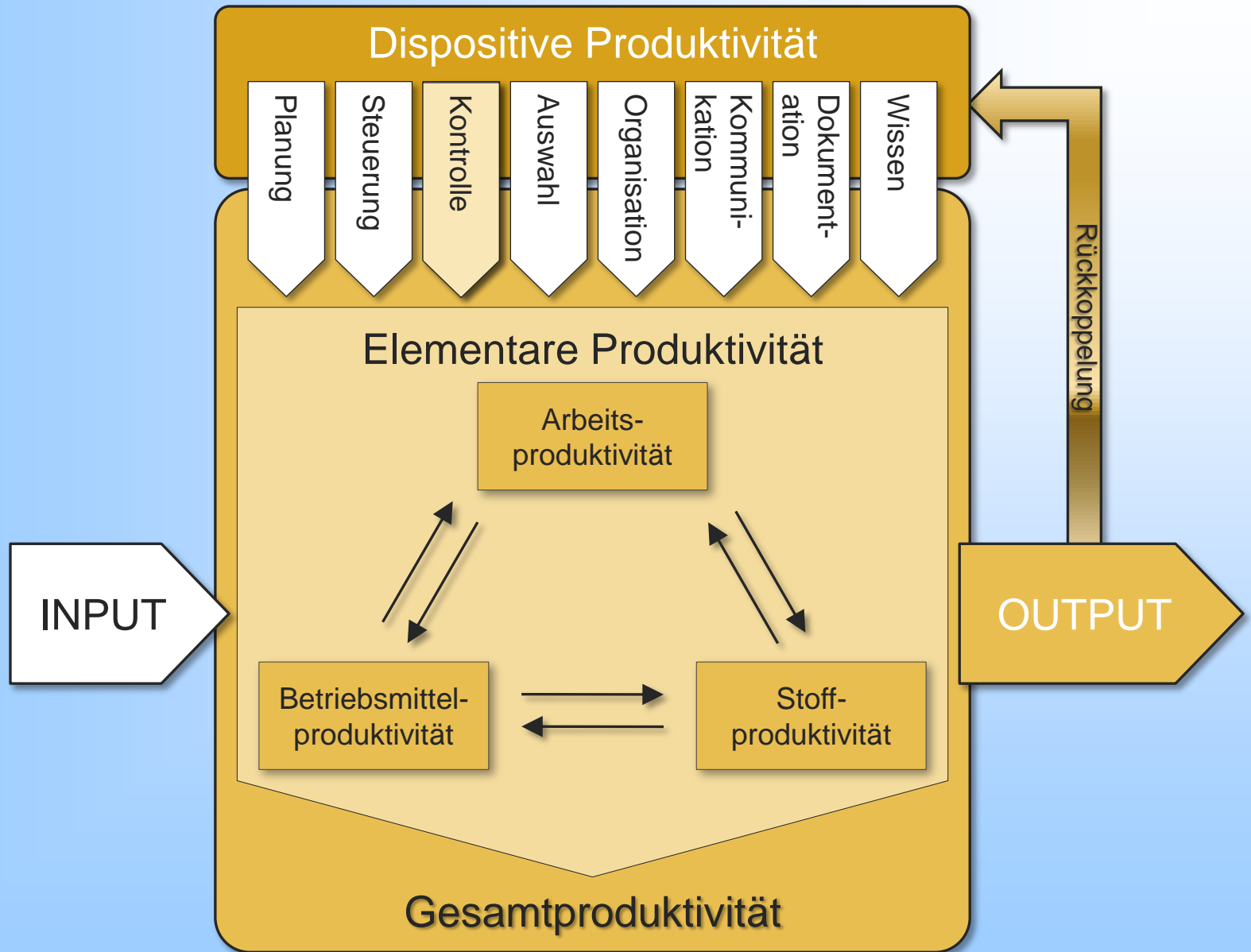
Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

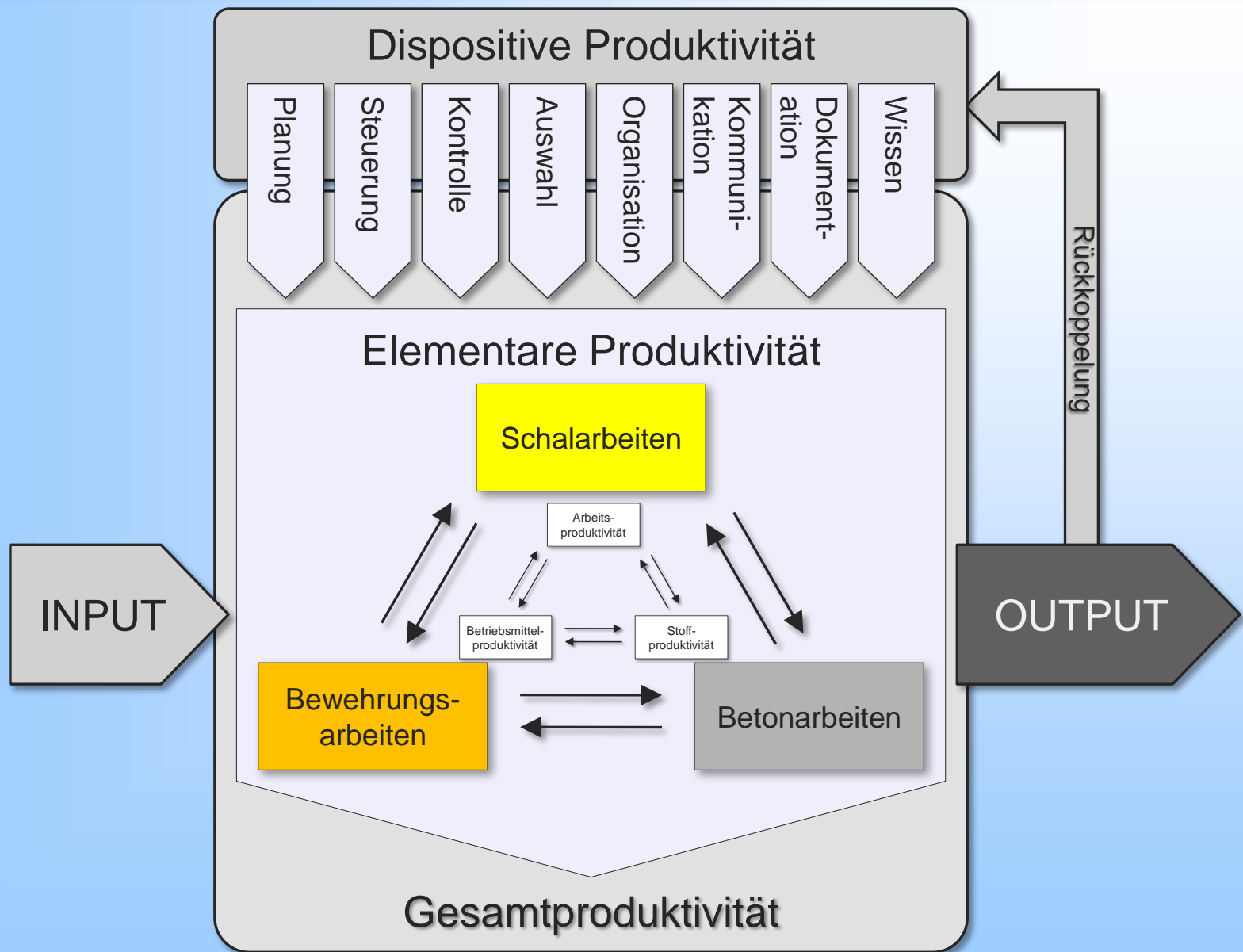
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Produktivität der Stahlbetonarbeiten

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

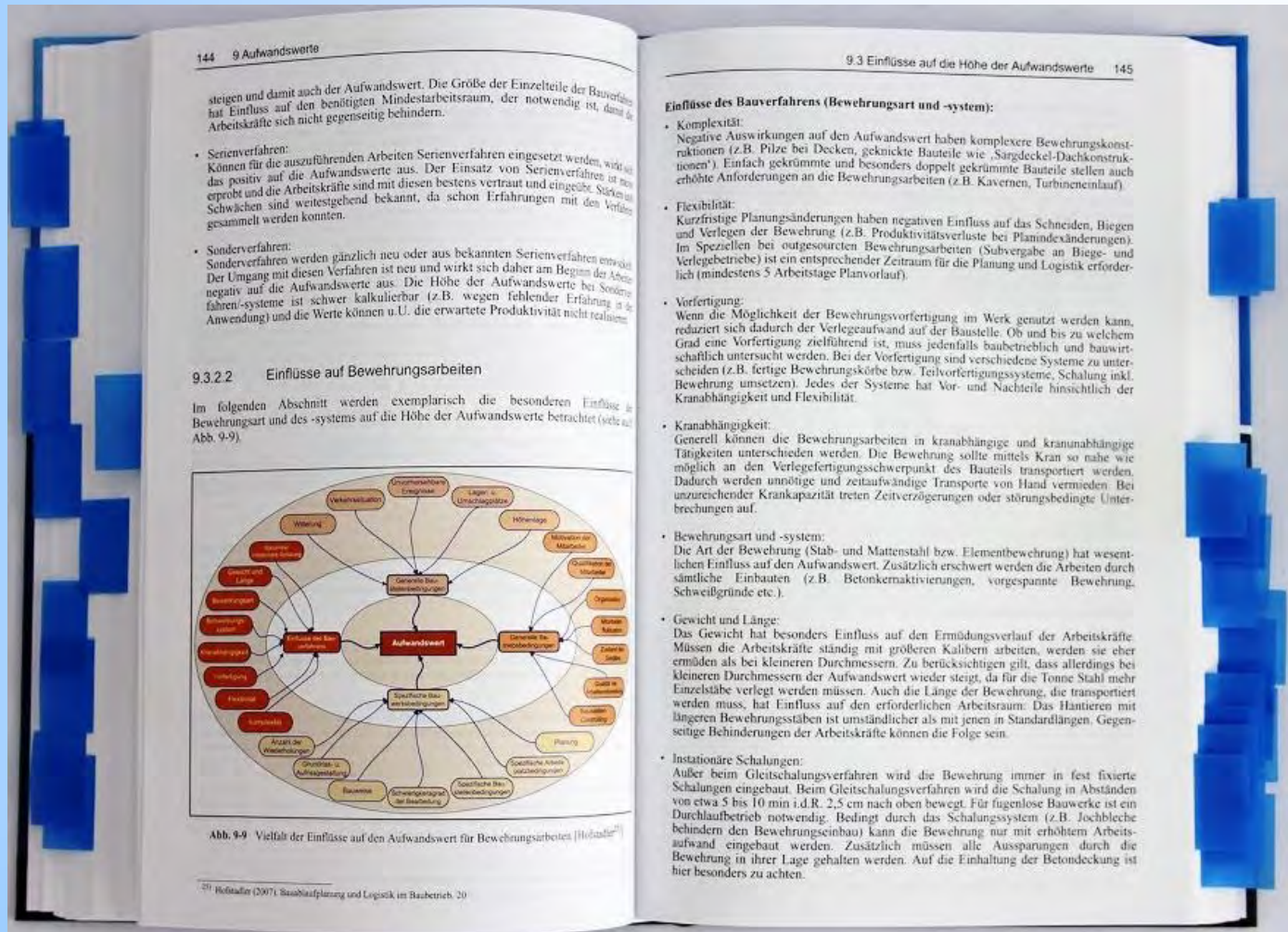
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



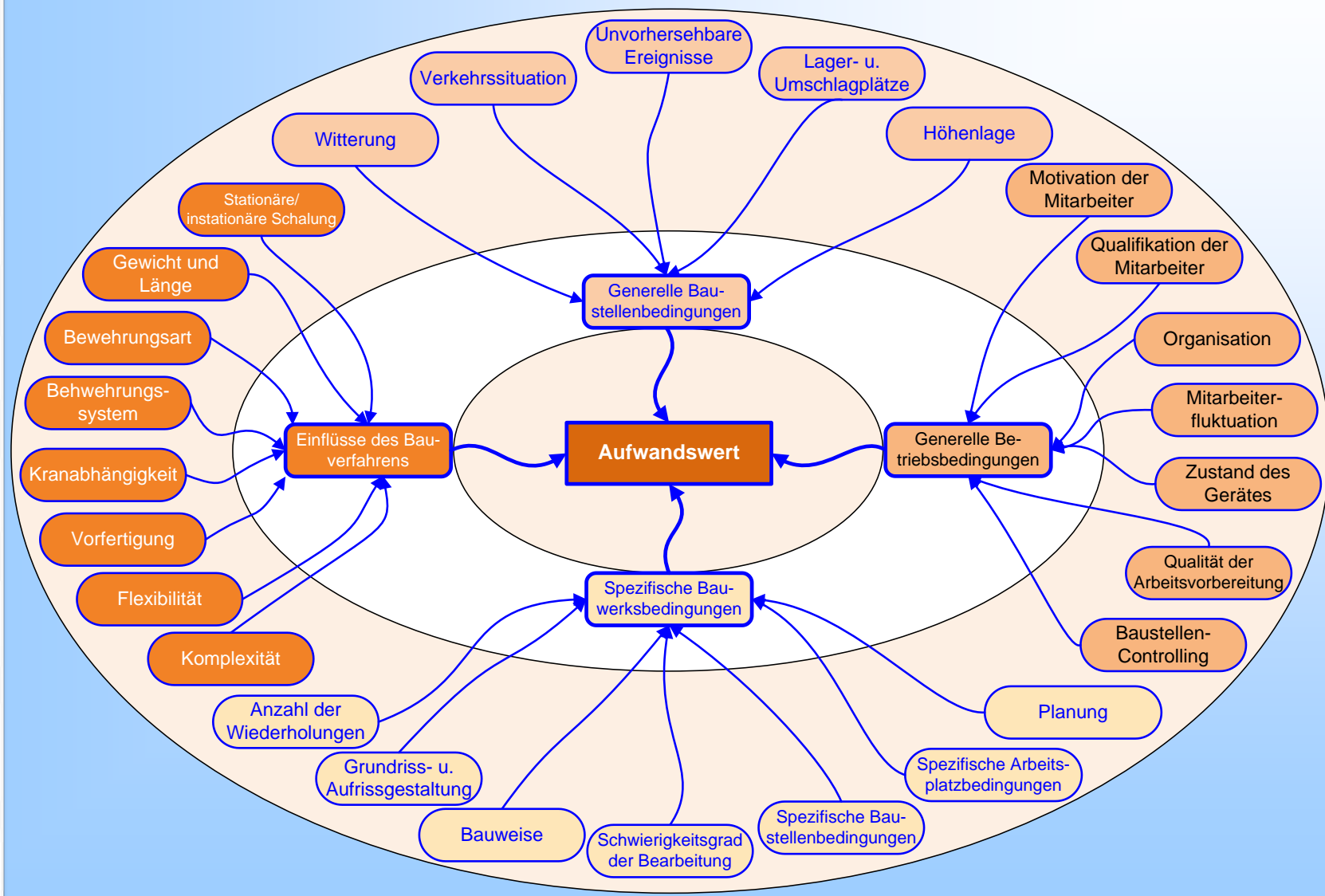
Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



²⁰⁾ Hofstadler (2007): Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb, 20

Einflüsse auf den Aufwandswert (demonstrativ)



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

$$AW_{a,v,i} = \frac{\sum L_{Std,a,v,i}}{\sum M_{a,v,i}} \left[\frac{Std}{MH} \right]$$

Berechnung des Aufwandswertes für eine Leistung:

$AW_{a,v,i}$ Aufwandswert bezogen auf die Menge [Std/MH]

$\sum L_{Std,a,v,i}$ Lohnstunden [Std]


$\sum M_{a,v,i}$ Menge [MH]

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

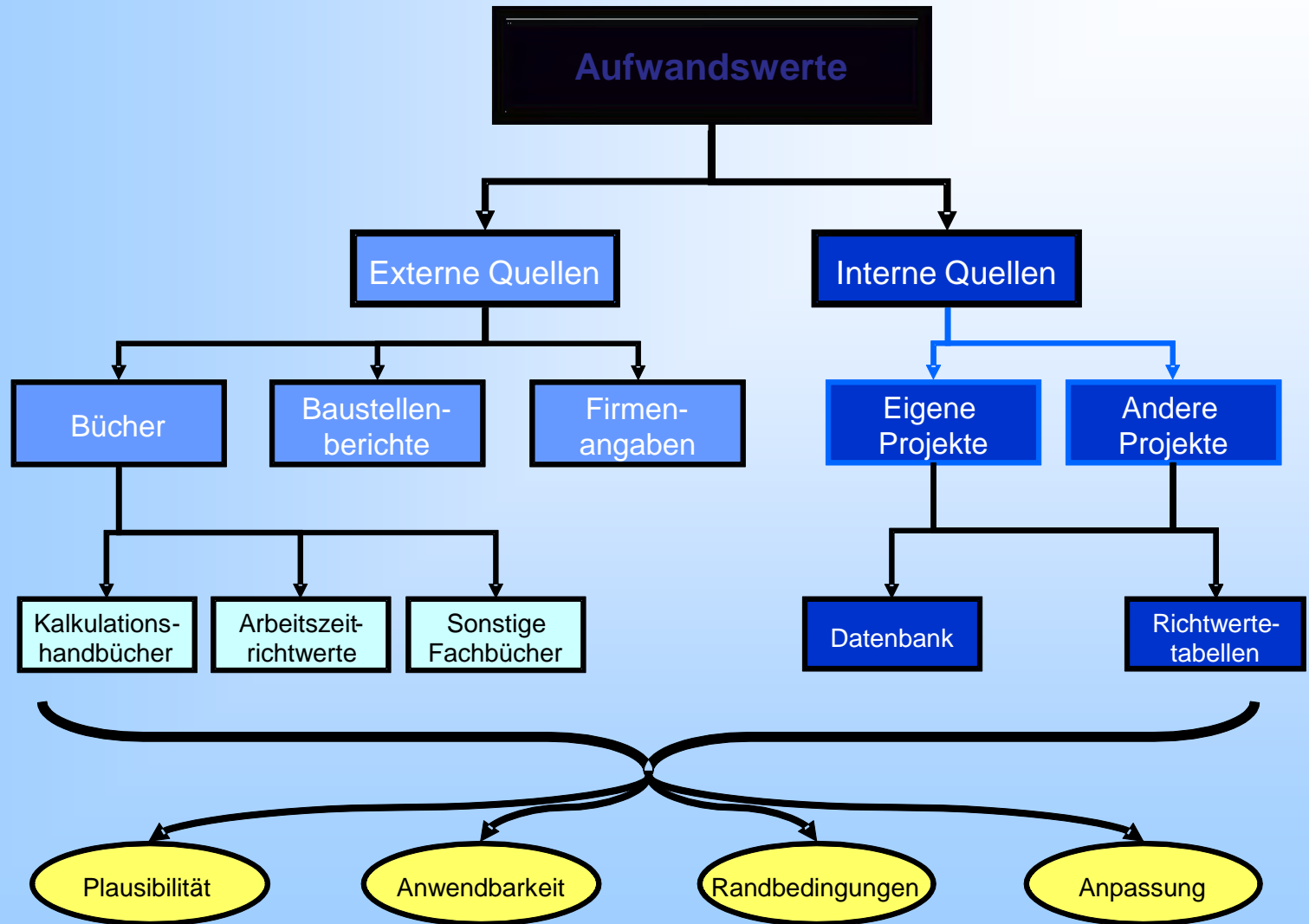
Mittlerer Aufwandswert für die Bewehrungsarbeiten: Annahme

$$\begin{aligned}
 AW_{BW,MW} = & \frac{\sum BW_{M,FU,i} \cdot AW_{BW,FU,i} + \sum BW_{M,WD,i} \cdot AW_{BW,WD,i}}{\sum BW_{M,FU,i} + \sum BW_{M,ST,i} + \sum BW_{M,WD,i} + \sum BW_{M,D,i} + \sum BW_{M,SO,i}} + \\
 & + \frac{\sum BW_{M,ST,i} \cdot AW_{BW,ST,i} + \sum BW_{M,D,i} \cdot AW_{BW,D,i} + \sum BW_{M,SO,i} \cdot AW_{BW,SO,i}}{\sum BW_{M,FU,i} + \sum BW_{M,ST,i} + \sum BW_{M,WD,i} + \sum BW_{M,D,i} + \sum BW_{M,SO,i}}
 \end{aligned}$$



$$AW_{BW,MW} = 10 \text{ Std} / t$$

Quellen für Aufwandswerte



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

Zusammenhang zwischen Aufwandswert und Produktivität

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

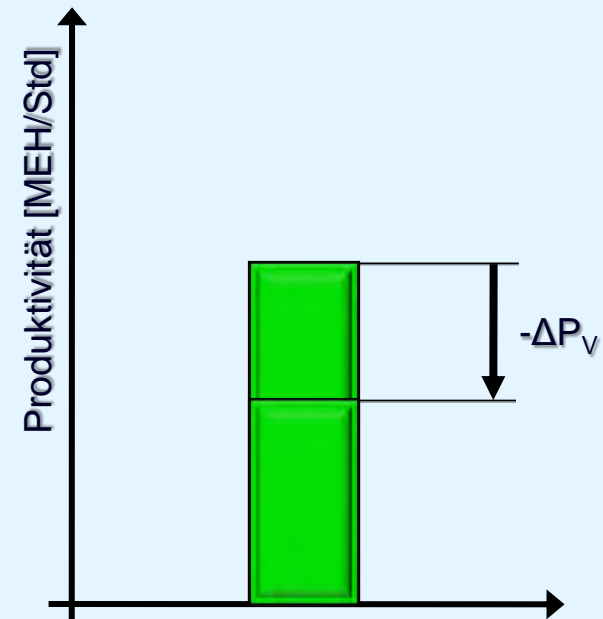
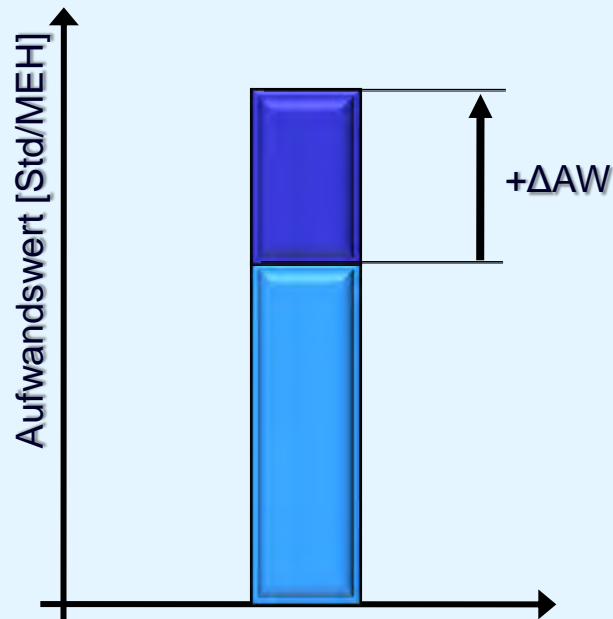
Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Steigende Aufwandswerte



reduzierte Arbeitsproduktivität

Zusammenhang zwischen Aufwandswert und Produktivität

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

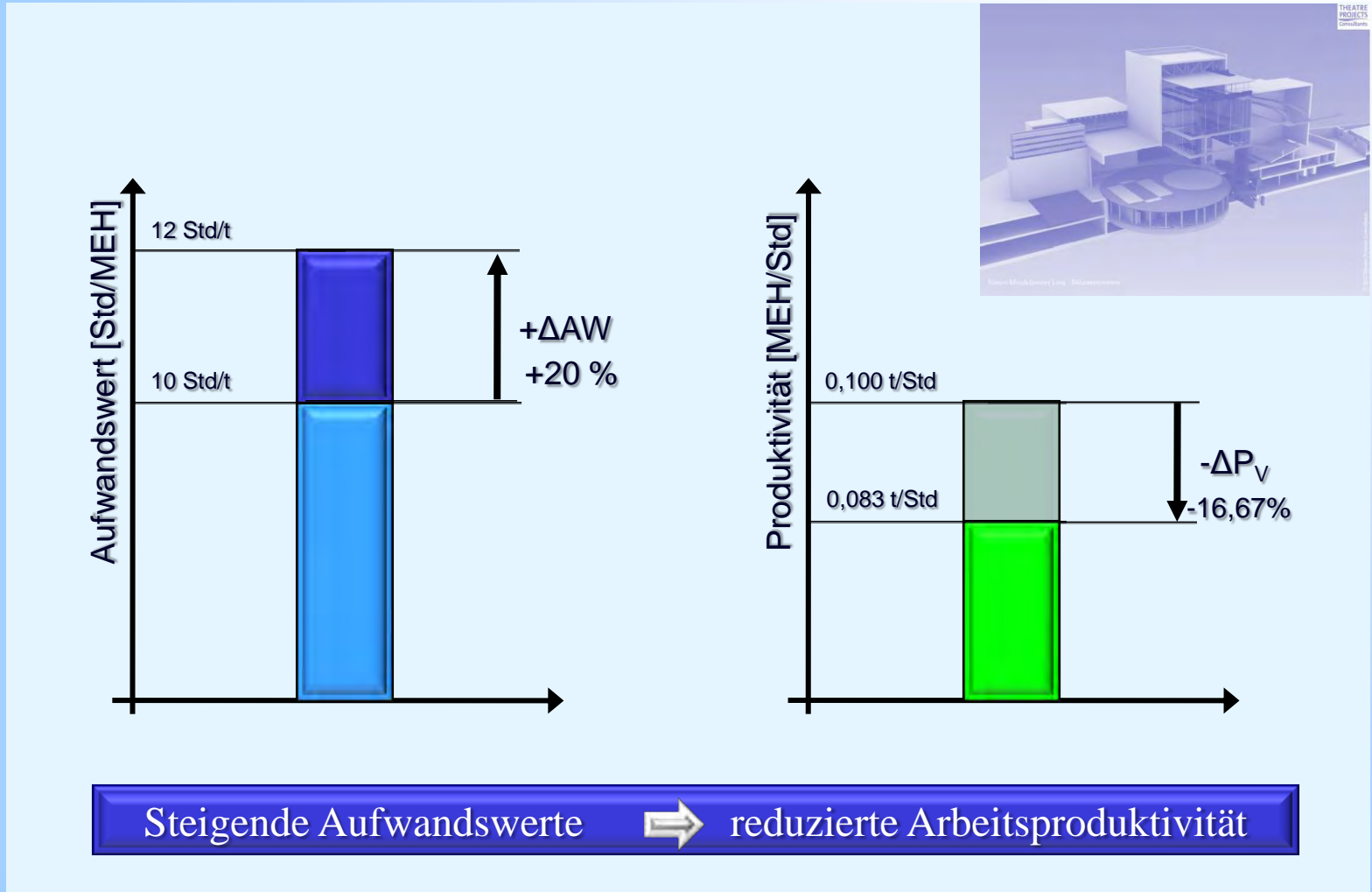
Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

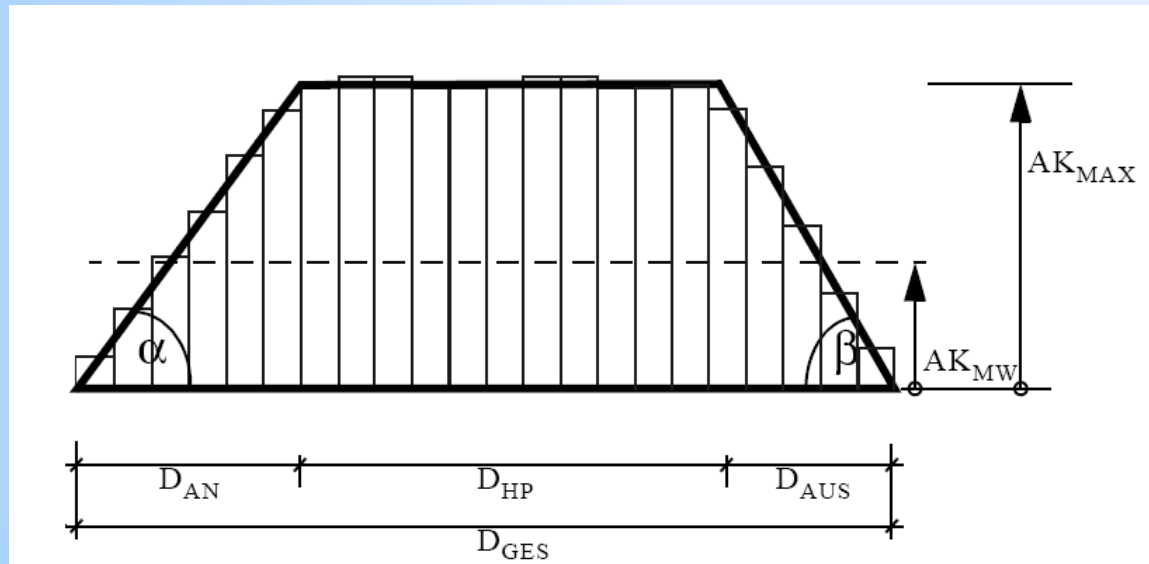
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Berechnung der durchschnittlichen Leistung (Arbeitsgeschwindigkeit)

$$L_{a,v,i} = \frac{AK_{a,v,i} * AZ_{a,v,d}}{AW_{a,v,i}} \left[\frac{EH}{d} \right]$$



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

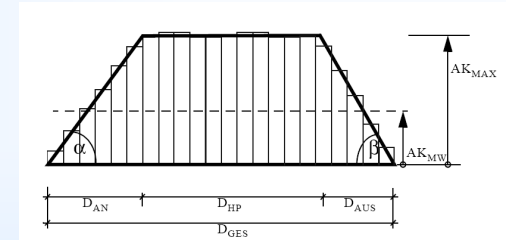
Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis

Berechnung der durchschnittlichen Leistung (Arbeitsgeschwindigkeit)

$$L_{a,v,i} = \frac{AK_{a,v,i} * AZ_{a,v,d}}{AW_{a,v,i}} \left[\frac{EH}{d} \right]$$



$L_{a,v,i}$ Leistung (für Schalarbeiten z.B. [m²/d])

$AK_{a,v,i}$ Anzahl der Arbeitskräfte [Std./h]

$AZ_{a,v,d}$ Tägliche Arbeitszeit [h/d]

$AW_{a,v,i}$ Aufwandswert [Std/m²]

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

Gesamt-Aufandswert für das Bauwerk

$$AW_{STB} = AW_{S,MW} * s_{g,bwk} + AW_{BW,MW} * bw_{g,bwk} + AW_{BT,MW}$$

AW_{STB}

.....Gesamt-Aufandswert [Std/m³]

$AW_{S,MW}$

.....Aufandswert für die Schalarbeiten [Std/m²]

$s_{g,bwk}$

.....Schalungsgrad [m²/m³]

$AW_{BW,MW}$

.....Aufandswert für die Bewehrungsarbeiten [Std/t]

$bw_{g,bwk}$

.....Bewehrungsgrad [t/m³]

$AW_{BT,MW}$

.....Aufandswert für die Betonarbeiten [Std/m³]

$$AW_{STB,MIN} \leq AW_{STB} \leq AW_{STB,MAX}$$

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis

Gesamt-Aufwandswert für das Bauwerk: Feinplanung

$$\begin{aligned}
 AW_{STB} = & \left(\frac{\sum (S_{F,FU,i} * AW_{S,FU,i}) + \sum (S_{F,WD,i} * AW_{S,WD,i}) + \sum (S_{F,STZ,i} * AW_{S,STZ,i}) + \sum (S_{F,D,i} * AW_{S,D,i}) + \sum (S_{F,SO,i} * AW_{S,SO,i})}{\sum S_{F,FU,i} + \sum S_{F,WD,i} + \sum S_{F,STZ,i} + \sum S_{F,D,i} + \sum S_{F,SO,i}} \right) * s_{g,bwk} + \\
 & + \left(\frac{\sum (BW_{M,FU,i} * AW_{BW,FU,i}) + \sum (BW_{M,WD,i} * AW_{BW,WD,i}) + \sum (BW_{M,STZ,i} * AW_{BW,STZ,i}) + \sum (BW_{M,D,i} * AW_{BW,D,i}) + \sum (BW_{M,SO,i} * AW_{BW,SO,i})}{\sum BW_{M,FU,i} + \sum BW_{M,WD,i} + \sum BW_{M,STZ,i} + \sum BW_{M,D,i} + \sum BW_{M,SO,i}} \right) * bw_{g,bwk} + \\
 & + \left(\frac{\sum (BT_{M,FU,i} * AW_{BT,FU,i}) + \sum (BT_{M,WD,i} * AW_{BT,WD,i}) + \sum (BT_{M,STZ,i} * AW_{BT,STZ,i}) + \sum (BT_{M,D,i} * AW_{BT,D,i}) + \sum (BT_{M,SO,i} * AW_{BT,SO,i})}{\sum BT_{M,FU,i} + \sum BT_{M,WD,i} + \sum BT_{M,STZ,i} + \sum BT_{M,D,i} + \sum BT_{M,SO,i}} \right)
 \end{aligned}$$

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

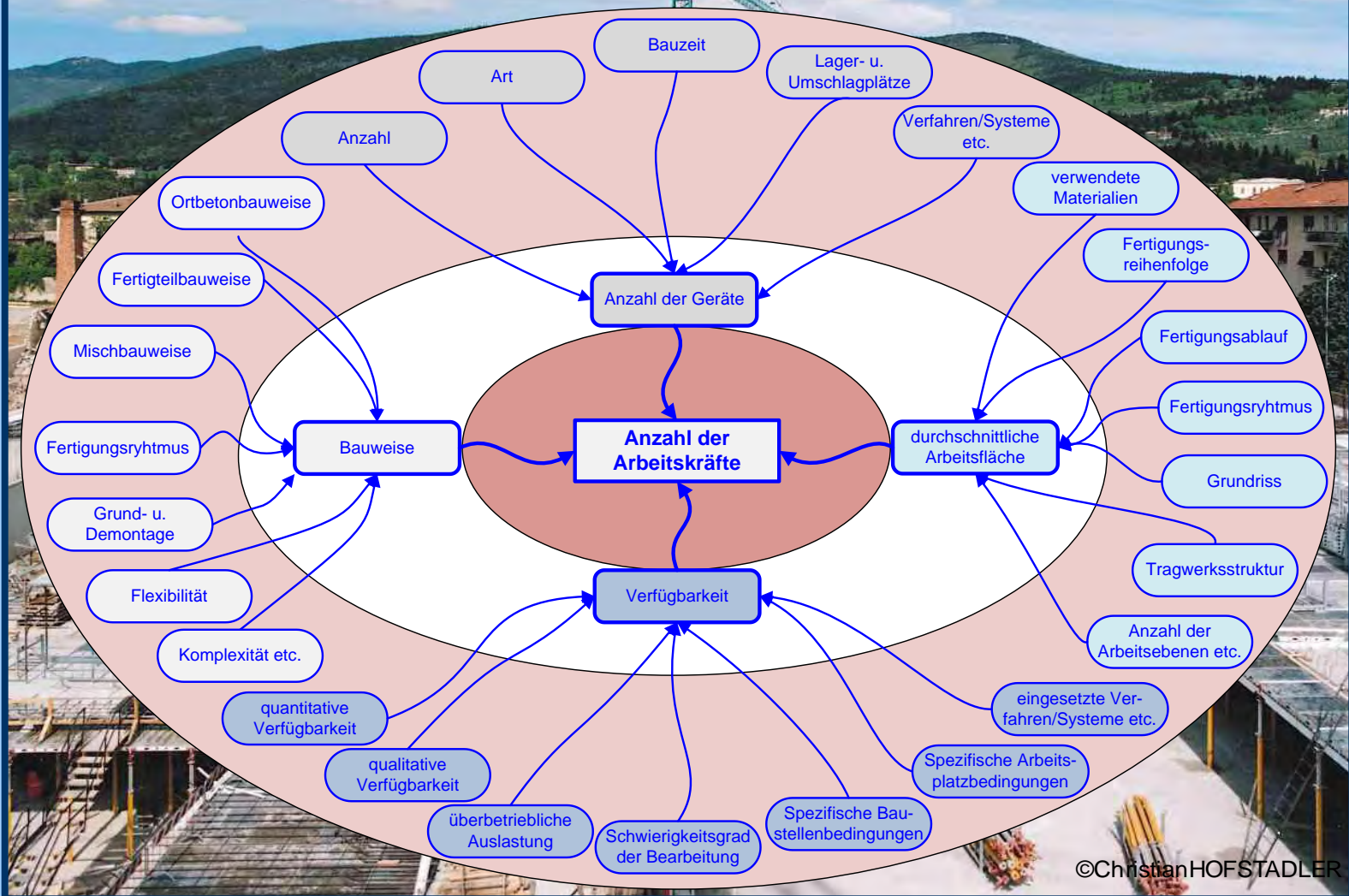
Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis

Einflüsse auf die Anzahl der Arbeitskräfte:



©ChristianHOFSTADLER

Inhaltsverzeichnis

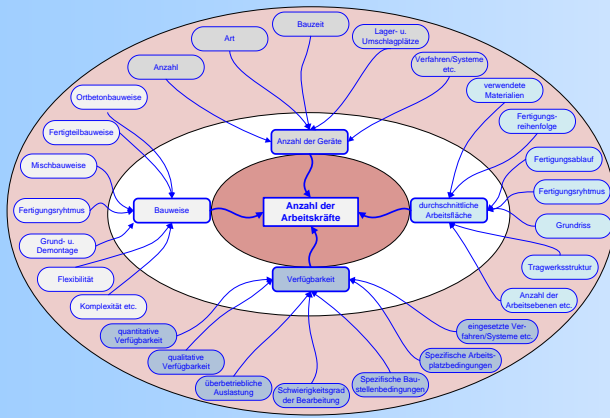
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Berechnung der täglichen Leistung

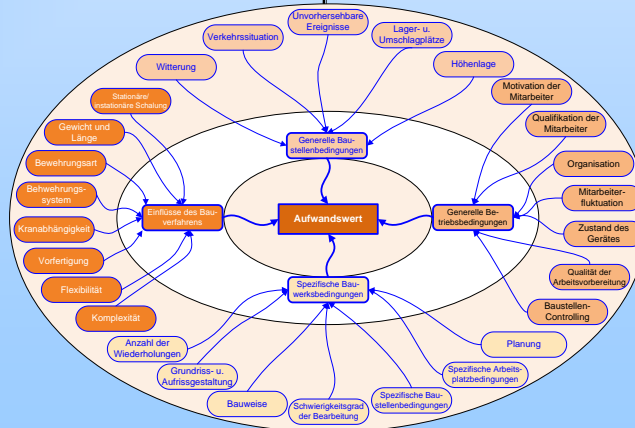
Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



- Arbeitszeitmodell
- Arbeitszeitgesetz
- Bauverfahren
- Land
- Lohnniveau
- Gewerkschaft
- Produktivität
- etc.

$$L_{a,v,i} = \frac{AK_{a,v,i} * AZ_{a,v,d}}{AW_{a,v,i}} \left[\frac{EH}{d} \right]$$



Quelle: Hofstadler

©ChristianHOFSTADLER2011

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

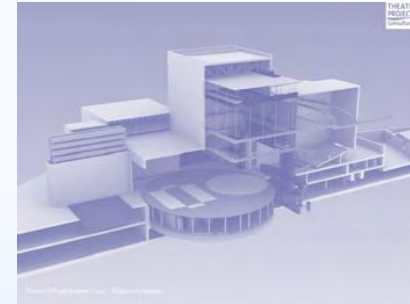
Construction Management

Inhaltsverzeichnis

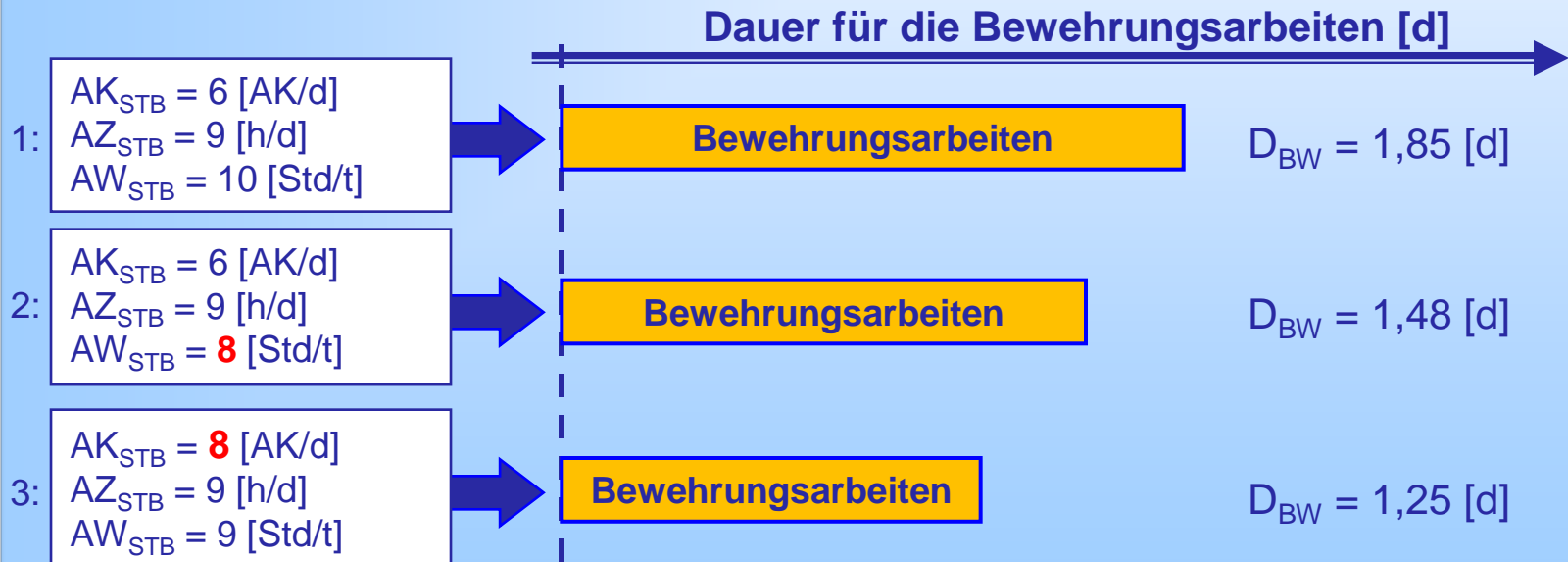
- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis

Berechnung der Dauer

$$D_{a,v,i} = \frac{M_{a,v,i}}{L_{a,v,i}} [\text{ZEH}]$$



Bewehrungsmenge des Fertigungsabschnittes: $M = BW_M = 10 \text{ t}$



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

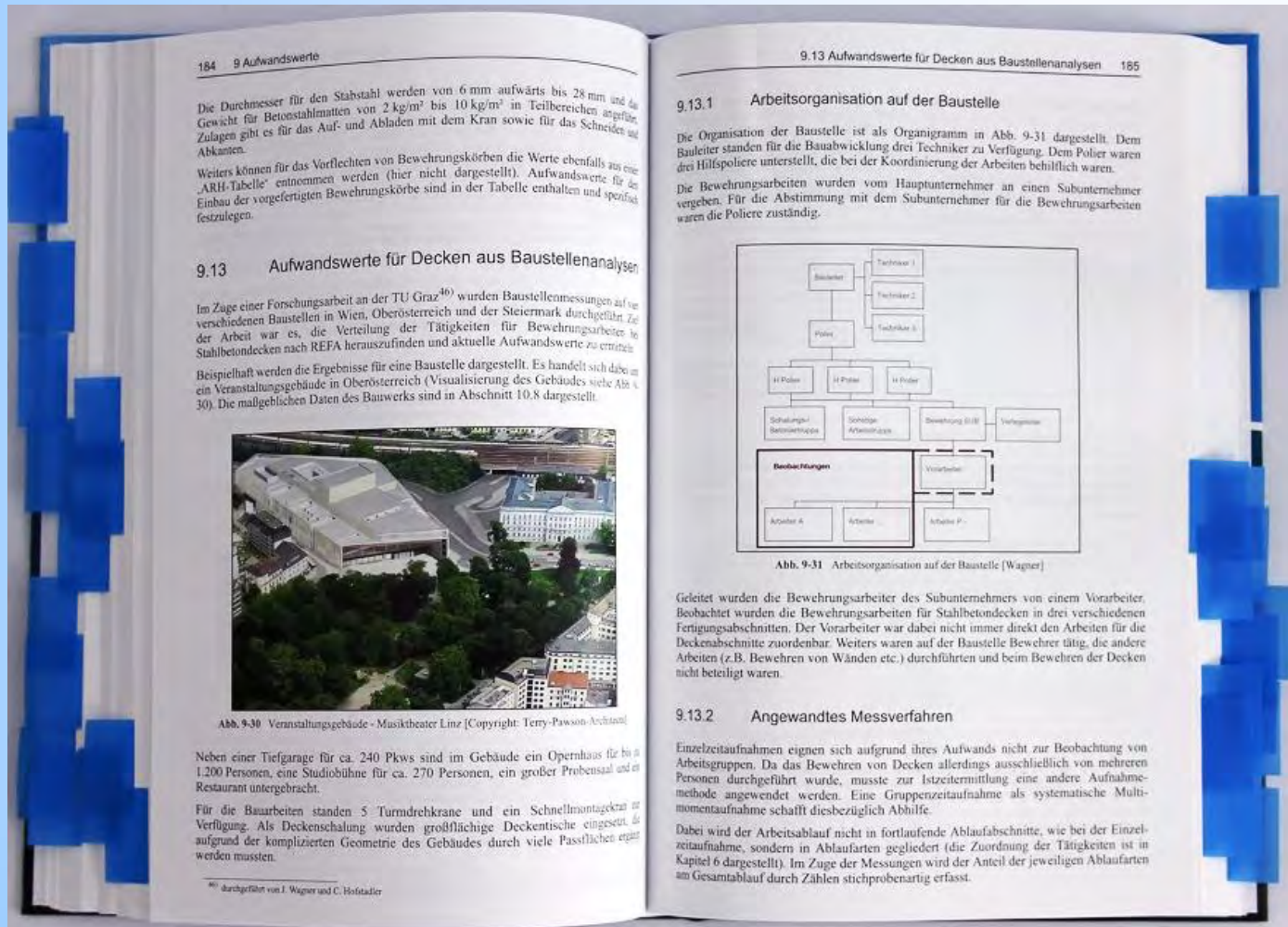
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



Die Durchmesser für den Stabstahl werden von 6 mm aufwärts bis 28 mm und das Gewicht für Betonstahlmatten von 2 kg/m² bis 10 kg/m² in Teilbereichen angeführt. Zulagen gibt es für das Auf- und Abladen mit dem Kran sowie für das Schneiden und Abkanten.
Weiters könnten für das Vorflechten von Bewehrungskörben die Werte ebenfalls aus einer -ARH-Tabelle⁴⁰⁾ entnommen werden (hier nicht dargestellt). Aufwandswerte für den Einbau der vorgefertigten Bewehrungskörbe sind in der Tabelle enthalten und spezifisch festzulegen.

9.13 Aufwandswerte für Decken aus Baustellenanalysen

Im Zuge einer Forschungsarbeit an der TU Graz⁴⁰⁾ wurden Baustellenmessungen auf vier verschiedenen Baustellen in Wien, Oberösterreich und der Steiermark durchgeführt. Ziel der Arbeit war es, die Verteilung der Tätigkeiten für Bewehrungsarbeiten bei Stahlbetondecken nach REFA herauszufinden und aktuelle Aufwandswerte zu ermitteln.
Beispielhaft werden die Ergebnisse für eine Baustelle dargestellt. Es handelt sich dabei um ein Veranstaltungsgebäude in Oberösterreich (Visualisierung des Gebäudes siehe Abb. 9.30). Die maßgeblichen Daten des Bauwerks sind in Abschnitt 10.8 dargestellt.



Abb. 9.30 Veranstaltungsgebäude - Musiktheater Linz [Copyright: Terry-Pawson-Architect]

Neben einer Tiefgarage für ca. 240 Pkws sind im Gebäude ein Opernhaus für bis zu 1.200 Personen, eine Studiobühne für ca. 270 Personen, ein großer Probenraum und ein Restaurant untergebracht.

Für die Bauarbeiten standen 5 Turmdrehkrane und ein Schnellmontagekran zur Verfügung. Als Deckenschalung wurden großflächige Deckentische eingesetzt, die aufgrund der komplizierten Geometrie des Gebäudes durch viele Passflächen ergänzt werden mussten.

⁴⁰⁾ durchgeführt von J. Wagner und C. Hofstadler

9.13.1 Arbeitsorganisation auf der Baustelle

Die Organisation der Baustelle ist als Organigramm in Abb. 9-31 dargestellt. Dem Bauleiter standen für die Bauabwicklung drei Techniker zu Verfügung. Dem Polier waren drei Hilfspoliere unterstellt, die bei der Koordinierung der Arbeiten behilflich waren.
Die Bewehrungsarbeiten wurden vom Hauptunternehmer an einen Subunternehmer vergeben. Für die Abstimmung mit dem Subunternehmer für die Bewehrungsarbeiten waren die Poliere zuständig.

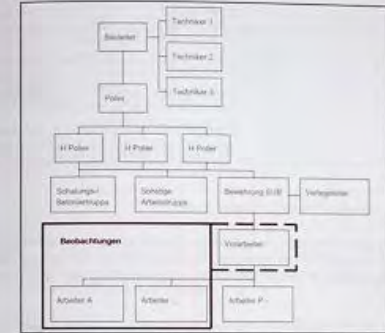


Abb. 9-31 Arbeitsorganisation auf der Baustelle [Wagner]

Geleitet wurden die Bewehrungsarbeiter des Subunternehmers von einem Vorarbeiter. Beobachtet wurden die Bewehrungsarbeiten für Stahlbetondecken in drei verschiedenen Fertigungsabschnitten. Der Vorarbeiter war dabei nicht immer direkt den Arbeiten für die Deckenabschnitte zuzuordnen. Weiters waren auf der Baustelle Bewehrungsarbeiter tätig, die andere Arbeiten (z.B. Bewehren von Wänden etc.) durchführten und beim Bewehren der Decken nicht beteiligt waren.

9.13.2 Angewandtes Messverfahren

Einzelzeitaufnahmen eignen sich aufgrund ihres Aufwands nicht zur Beobachtung von Arbeitsgruppen. Da das Bewehren von Decken allerdings ausschließlich von mehreren Personen durchgeführt wurde, musste zur Istzeitermittlung eine andere Aufnahmemethode angewendet werden. Eine Gruppenzeitaufnahme als systematische Momentenaufnahme schafft diesbezüglich Abhilfe.

Dabei wird der Arbeitsablauf nicht in fortlaufende Ablaufabschnitte, wie bei der Einzelzeitaufnahme, sondern in Ablaufarten gegliedert (die Zuordnung der Tätigkeiten ist in Kapitel 6 dargestellt). Im Zuge der Messungen wird der Anteil der jeweiligen Ablaufarten am Gesamtlauf durch Zählen stichprobenartig erfasst.

Projekt aus der Baupraxis: Neues Musiktheater Linz

Inhaltsverzeichnis

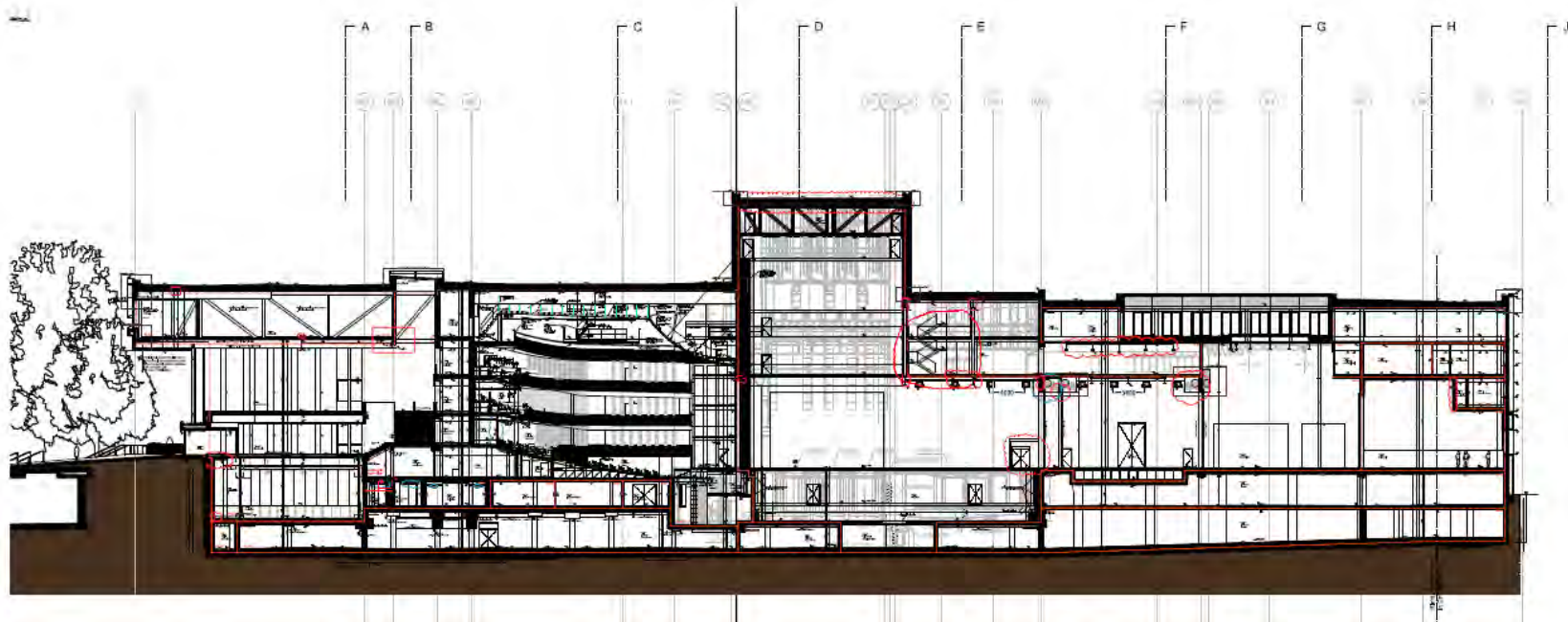
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



In der Axonometrie des Bauwerks ist die Tragstruktur und Nutzung des Bauwerks erkennbar. Das Bauwerk beinhaltet 2 Unter- und 5 Obergeschosse sowie einen Bühnenturm. Die Tragstruktur wird hauptsächlich von der Ortbetonbauweise geprägt.

Inhaltsverzeichnis

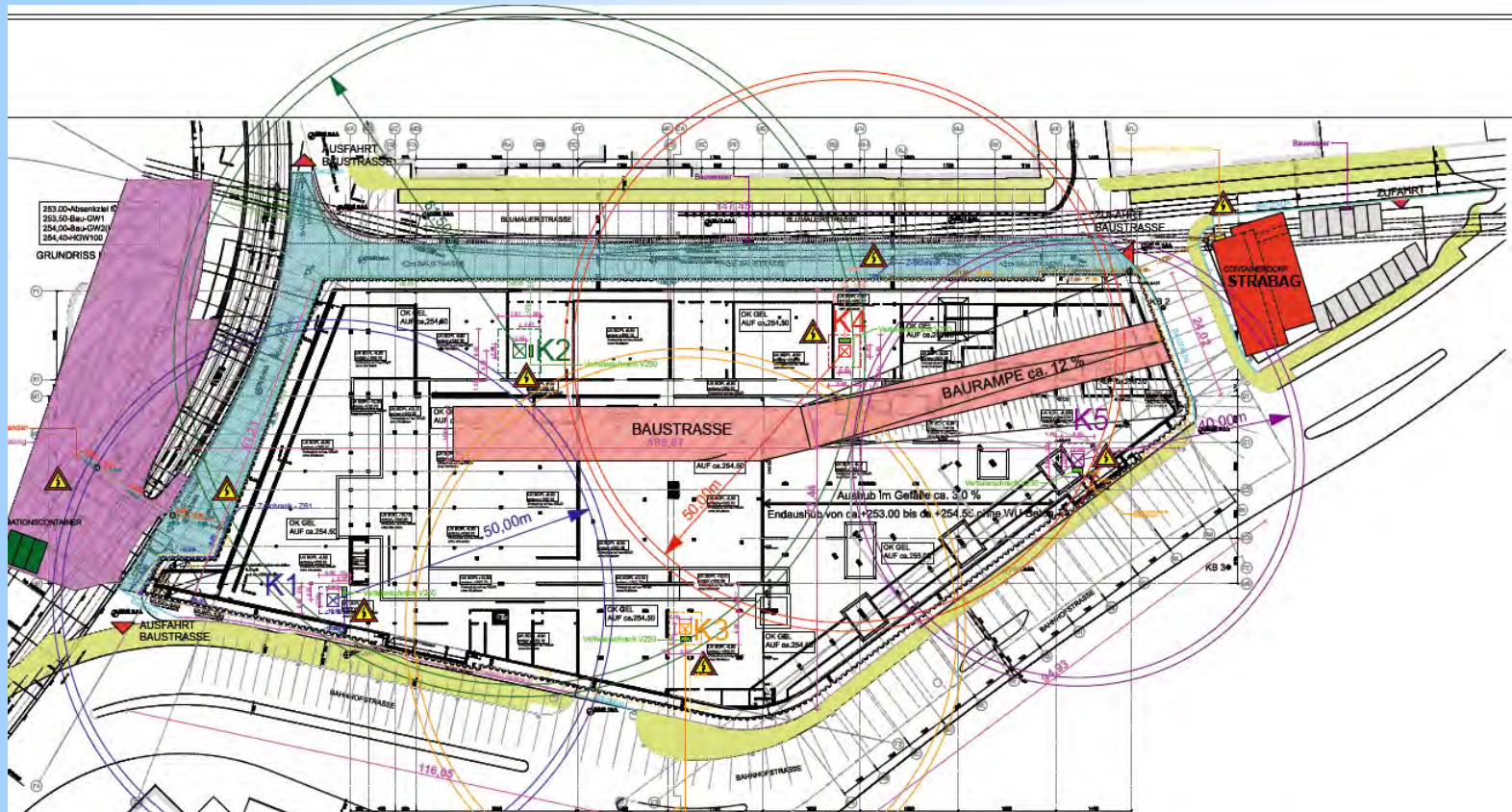
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Projekt aus der Baupraxis: Neues Musiktheater Linz

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Die größte Längserstreckung beträgt rund 162 m und die maximale Breite ca. 62 m. Der Bruttorauminhalt für das gesamte Bauwerk umfasst rund 290.000 m³. Die Grundstücksfläche beträgt ca. 12.000 m² und die Bauwerksgrundrissfläche rund 11.000 m². Damit steht für die Lager- und Umschlagplätze wenig Raum außerhalb des Bauwerks zur Verfügung.



Mengenermittlung

Bauteile	Schalfläche		Bewehrungsmenge		Betonmenge	
	[m ²]	[%]	[t]	[%]	[m ³]	[%]
1	2	3	4	5	6	7
Bodenplatte	1.150	0,90	1.500	30,41	9.600	25,08
Wände	81.000	63,65	1.500	30,41	15.500	40,50
Decken	30.000	23,58	1.450	29,40	10.400	27,17
Balken, Träger	6.400	5,03	162	3,28	1.380	3,61
Stützen	3.700	2,91	120	2,43	400	1,05
Sonstige Platten	1.700	1,34	100	2,03	400	1,05
Treppen	500	0,39	20	0,41	90	0,24
Brüstungen	2.800	2,20	80	1,62	505	1,32
Summe:	127.250	100,00	4.932	100,00	38.275	100,00

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Baublaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

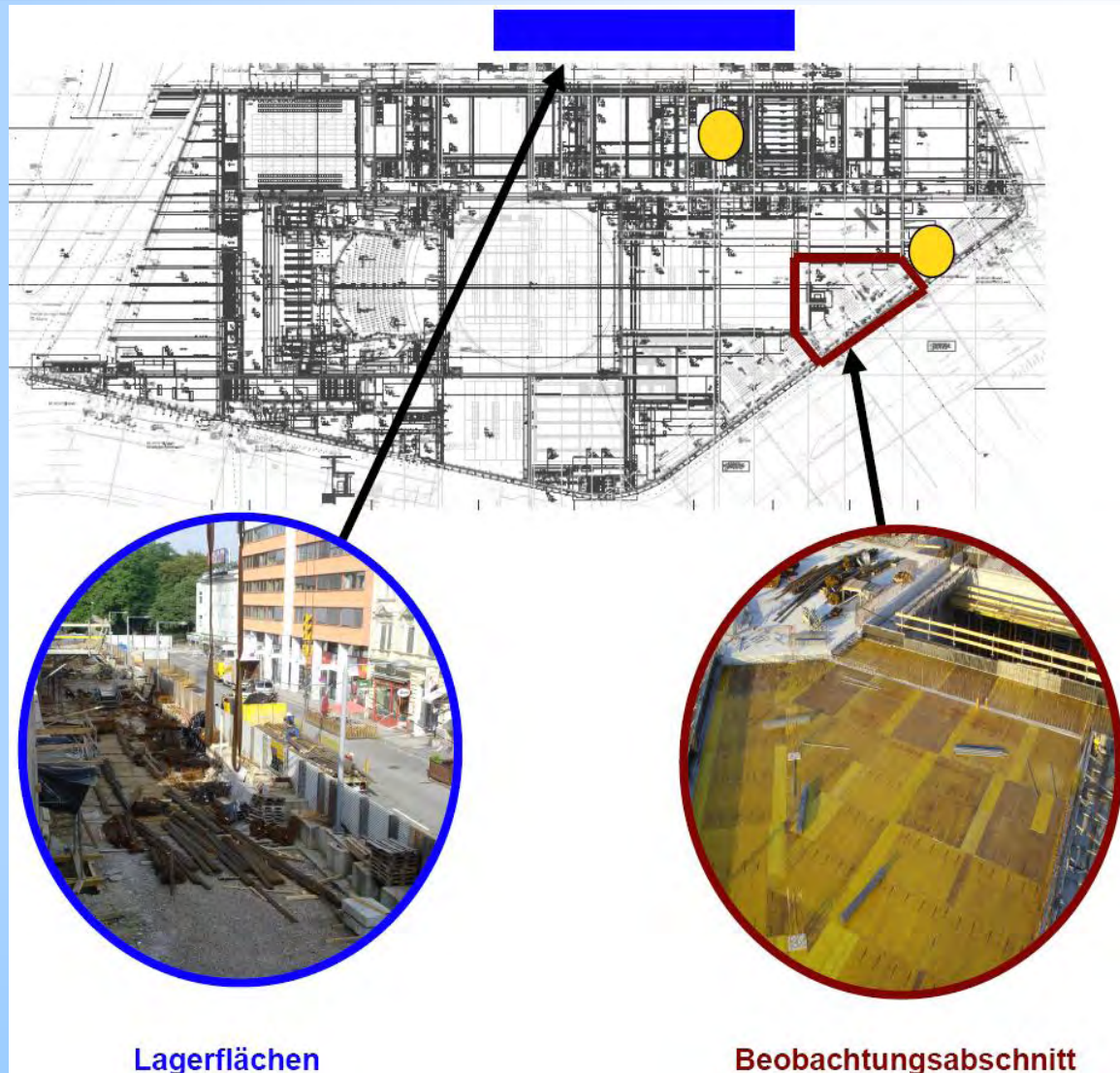
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis





Untersuchter Deckenabschnitt: Lage und Baustellenbedingungen



Lagerflächen

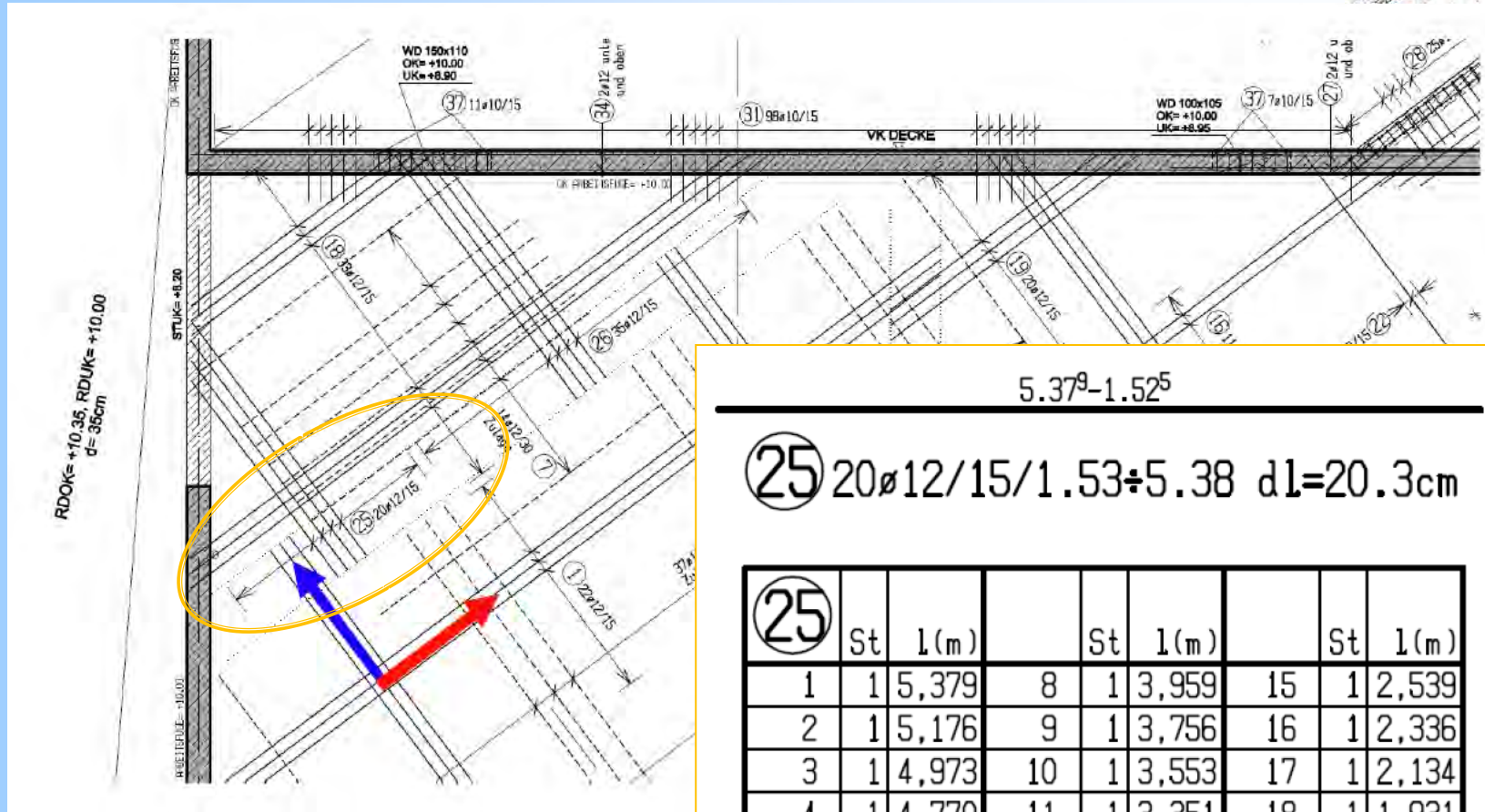
Beobachtungsabschnitt

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Untersuchter Deckenabschnitt: Auszug aus der Biegeliste



$$5.37^9 - 1.52^5$$

25 20ø12/15/1.53÷5.38 d_l=20.3cm

25	St	l(m)	St	l(m)	St	l(m)		
1	1	5,379	8	1	3,959	15	1	2,539
2	1	5,176	9	1	3,756	16	1	2,336
3	1	4,973	10	1	3,553	17	1	2,134
4	1	4,770	11	1	3,351	18	1	1,931
5	1	4,568	12	1	3,148	19	1	1,728
6	1	4,365	13	1	2,945	20	1	1,525
7	1	4,162	14	1	2,742			

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Untersuchter Deckenabschnitt: Bewehrungsverteilung

Grundrissfläche	305,69 m ²
Deckenstärke	35 cm
Stützen	35/ 35 cm bzw. 30/ 50 cm
Stützenverteilung/ Spannweite	4,45 x 4,90 m bzw. 6,70 m
Gesamtbewehrungsmenge	9,99 t
Stabstahlanteil	100%
	<u>DN Verteilung</u>
	DN 8 2,54%
	DN 10 5,25%
	DN 12 79,65%
	DN 14 4,88%
	DN 16 7,51%
	DN 20 0,17%
	DN 26
	DN 30
	<u>Aufteilung nach Biegeform</u>
	gerade 88,72%
	einfach 11,28%
	kompliziert
Elementanteil	0%
Mattenanteil	0,00%
	<u>Mattenverteilung</u>
	6 kg/ m ²
	3,74 kg/ m ²
	5,20 kg/ m ²

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Untersuchter Deckenabschnitt: Biegeform

Gruppe	A gerade Stäbe	B einfach gebogen	C kompliziert gebogen
Beispiele			

Wichtig für die Ermittlung der Höhe des Aufwandswertes ist auch die Aufteilung der Stabbewehrung nach der Biegeform, die sich für den Abschnitt wie folgt darstellt:

- ◆ Anteil der geraden Stäbe: 88,72 %
- ◆ Anteil der einfach gebogenen Stäbe: 11,28 %

- Inhaltsverzeichnis
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Untersuchter Deckenabschnitt: Mittlerer Stabdurchmesser

Stabdurchmesser	Anteil	Mengenanteil	Gewicht	Stablänge
8 mm	2,54 %	254,30 kg	0,395 kg/m	643,80 m
10 mm	5,25 %	525,04 kg	0,617 kg/m	850,96 m
12 mm	79,65 %	7.963,78 kg	0,888 kg/m	8.968,22 m
14 mm	4,88 %	487,63 kg	1,208 kg/m	403,67 m
16 mm	7,51 %	750,82 kg	1,578 kg/m	475,80 m
20 mm	0,17 %	17,04 kg	2,466 kg/m	6,91 m
	100,00 %	9.998,61 kg		11.349,36 m

Durchschnittliches Metergewicht =	0,881 kg/m
Dichte von Stahl =	7.852,00 kg/m ³
Querschnittsfläche =	112,199 mm ²
Mittlerer Stabdurchmesser =	11,95 mm

Inhaltsverzeichnis

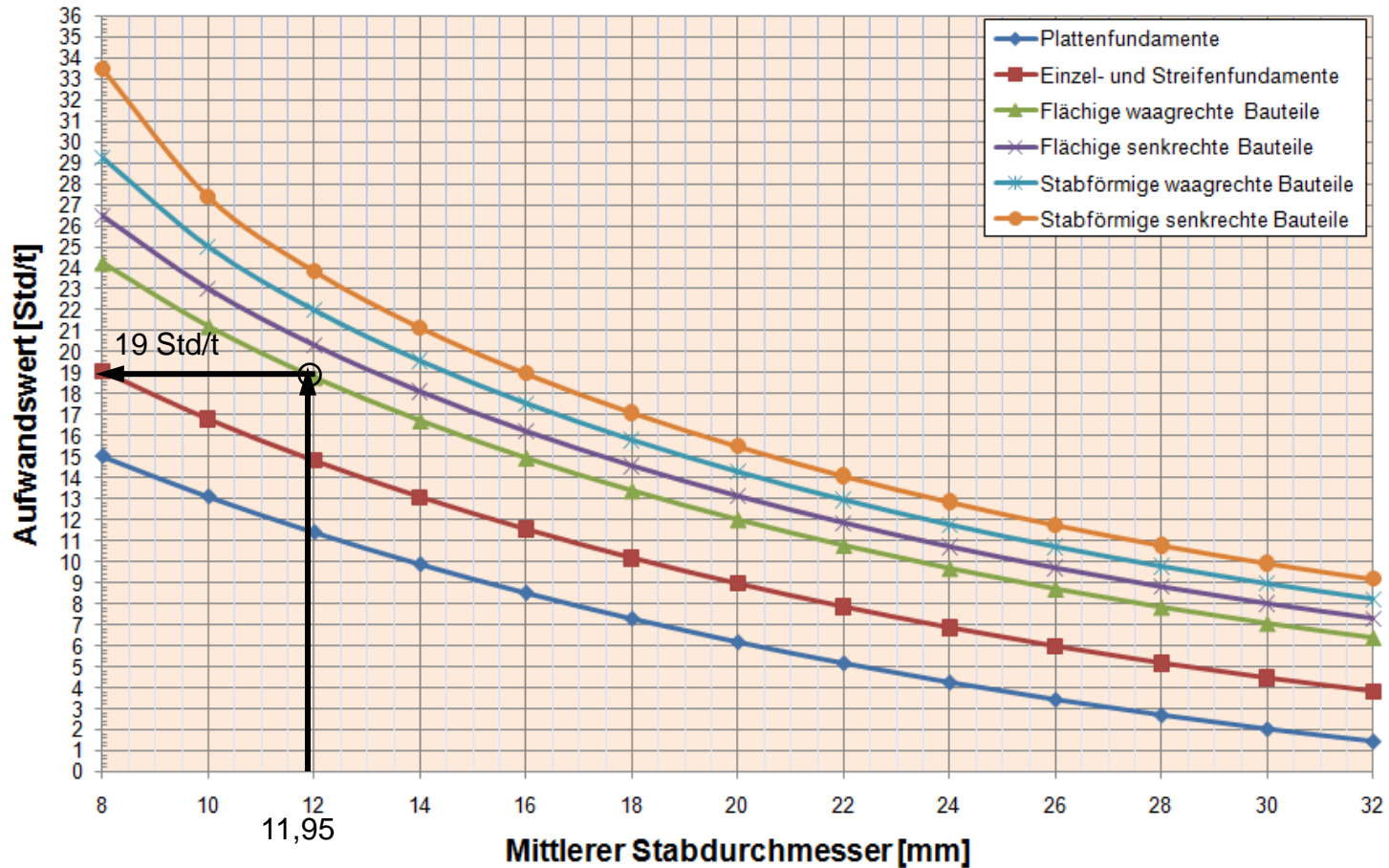
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Untersuchter Deckenabschnitt: Aufwandswert nach Platz

Aufwandswerte für das Verlegen von Stabstahl - Ansatz von Platz



©Christian Hofstadler

Inhaltsverzeichnis

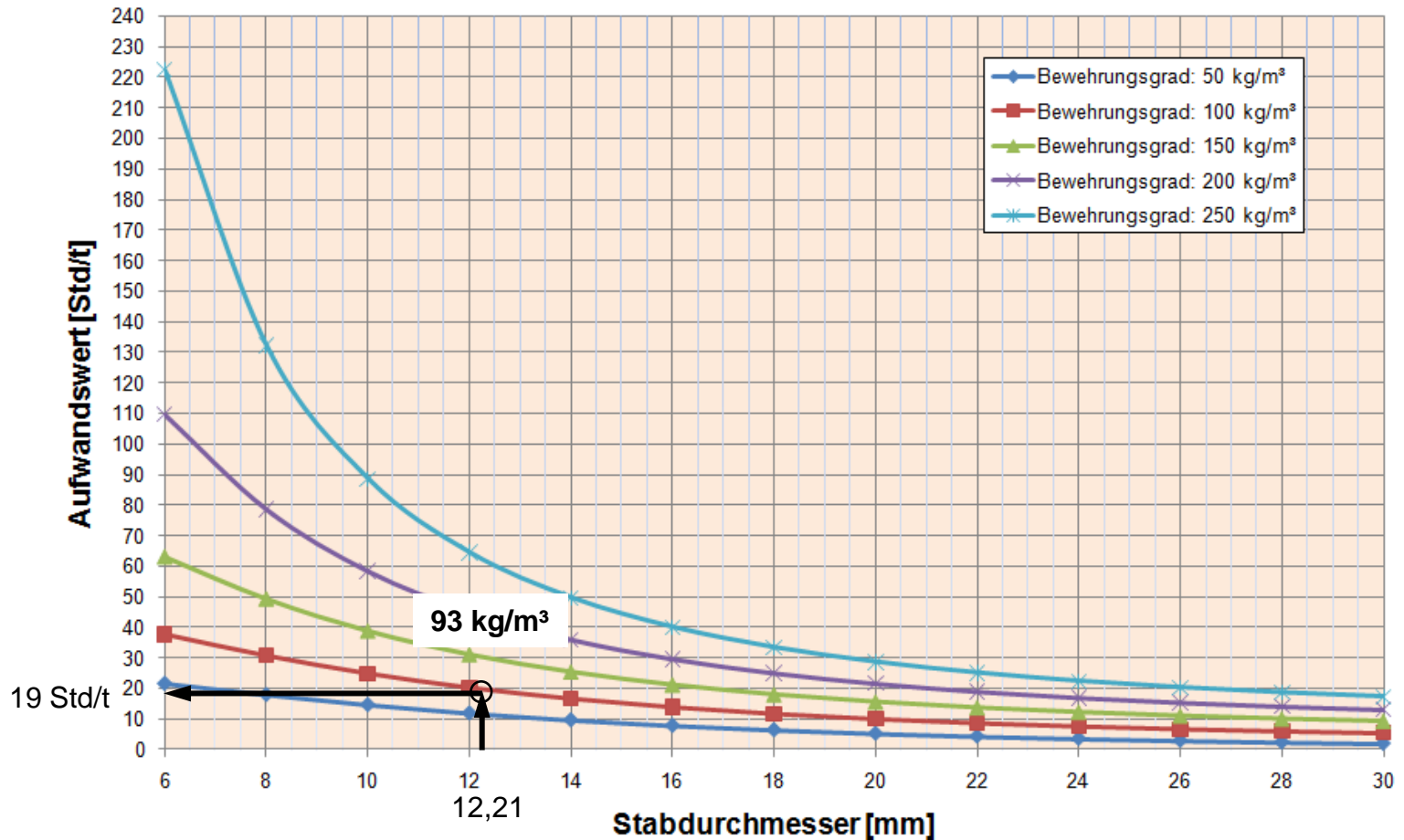
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Untersuchter Deckenabschnitt: Aufwandswert nach Toffel

Aufandswerte für Stabstahl - Ansatz von Toffel



* noch ohne Berücksichtigung von Erhöhungs-/Verminderungsfaktoren

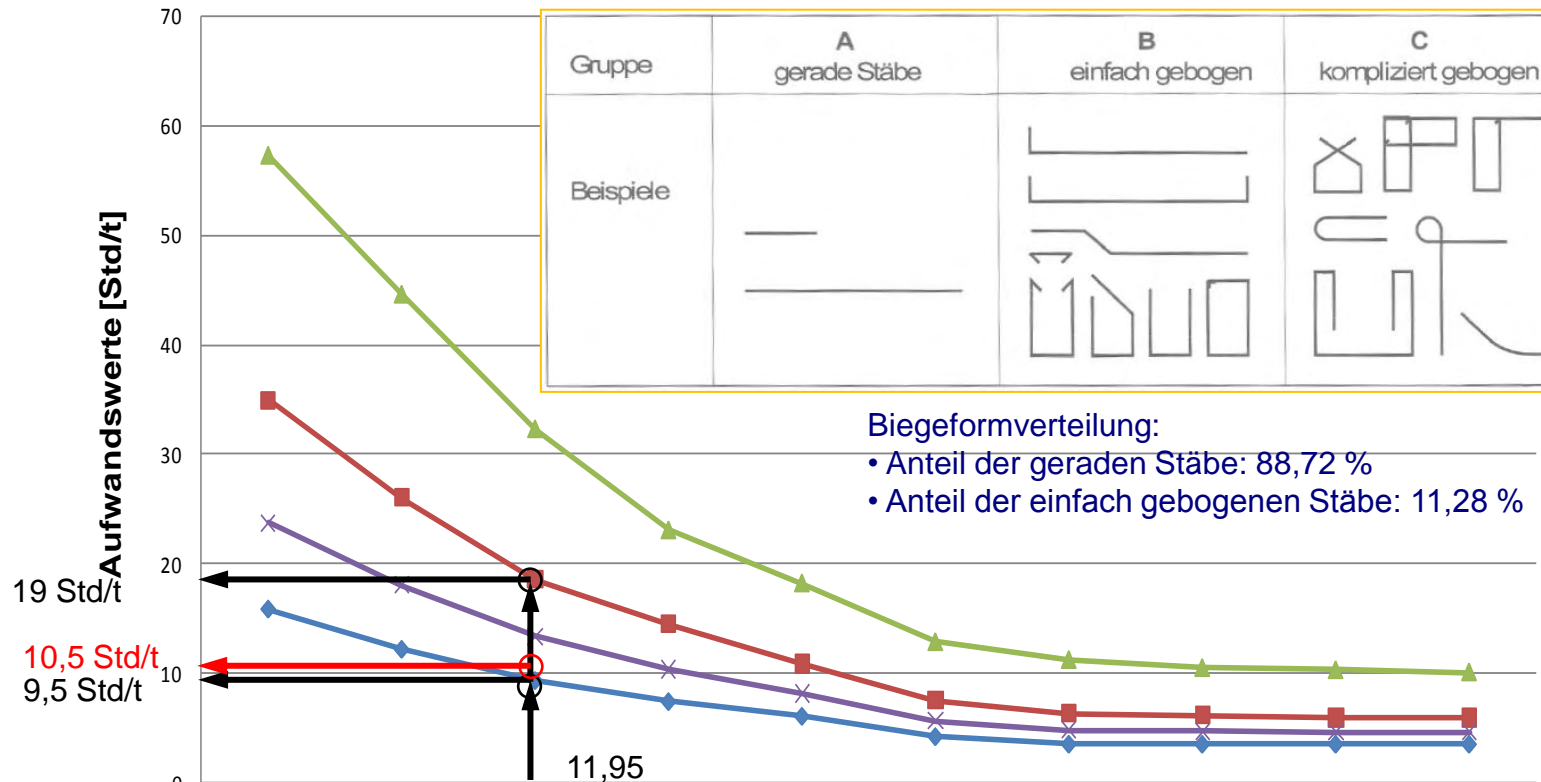
©Christian Hofstadler



Untersuchter Deckenabschnitt: Aufwandswert nach VÖBV

Aufwandswerte VÖBV - Verlegen

Gruppe	A gerade Stäbe	B einfach gebogen	C kompliziert gebogen
Beispiele			



	8	10	12	14	16	20	26	30	36	40
1gerade	15,88	12,20	9,34	7,42	6,08	4,22	3,53	3,53	3,53	3,53
2 einfach gebogen	34,93	26,05	18,60	14,47	10,88	7,54	6,35	6,15	5,95	5,95
3 Kompliziert gebogen	57,15	44,45	32,75	23,35	18,75	13,15	11,25	10,75	10,45	10,35
Durchschnitt	23,75	18,07	13,36	10,35	8,18	5,69	4,80	4,70	4,63	4,62

$$AW_{BW,V,ST} = 9,39 \text{ Std} / t * 0,8872 + 18,7 \text{ Std} / t * 0,1128 = 10,44 \text{ Std} / t$$

Inhaltsverzeichnis



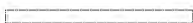
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Untersuchter Deckenabschnitt: Aufwandswerte nach *Fritsche/Blasy*

Bauteilart	Verlegeaufwand in Stunden pro Tonne [h/to]			
	5,00 h/to	10,00 h/to	15,00 h/to	20,00 h/to
Fundamentplatten	3,96 4,82	9,48 8,27		
Streifen- & Einzelfundamente	5,69 6,72	12,58 10,69		
Stützen	5,51 6,20	12,07 11,20	13,93	
Wände	6,03 7,24	12,58 10,86	14,48	
Decken & Stützen	6,03 7,06	12,58 10,69	15,86	
Balken	4,82 6,03	11,38 10,00	13,93	
Plattenbalken & Kassetten	6,20 7,58	13,79 11,20	15,51	
komplizierte Bauteile (z.B. gekrümmt)	5,51 7,06	12,58 10,86	16,20	
kleine Fertigteile	7,24 8,45	12,58 14,65	18,62	
		10,86 13,82	22,58 21,03	
		10,86	15,51	22,58

	große Bauteilabmessungen (dicke Stäbe) [h/to]
	kleine Bauteilabmessungen (dünne Stäbe) [h/to]
	Strebereiche [h/to]

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



Untersuchter Deckenabschnitt: Gemessene Aufwandswerte



$$AW_{BW,V,ST} = 7,17 \text{ Std / t}$$



$$AW_{BW,V,ST} = 9,13 \text{ Std / t}$$

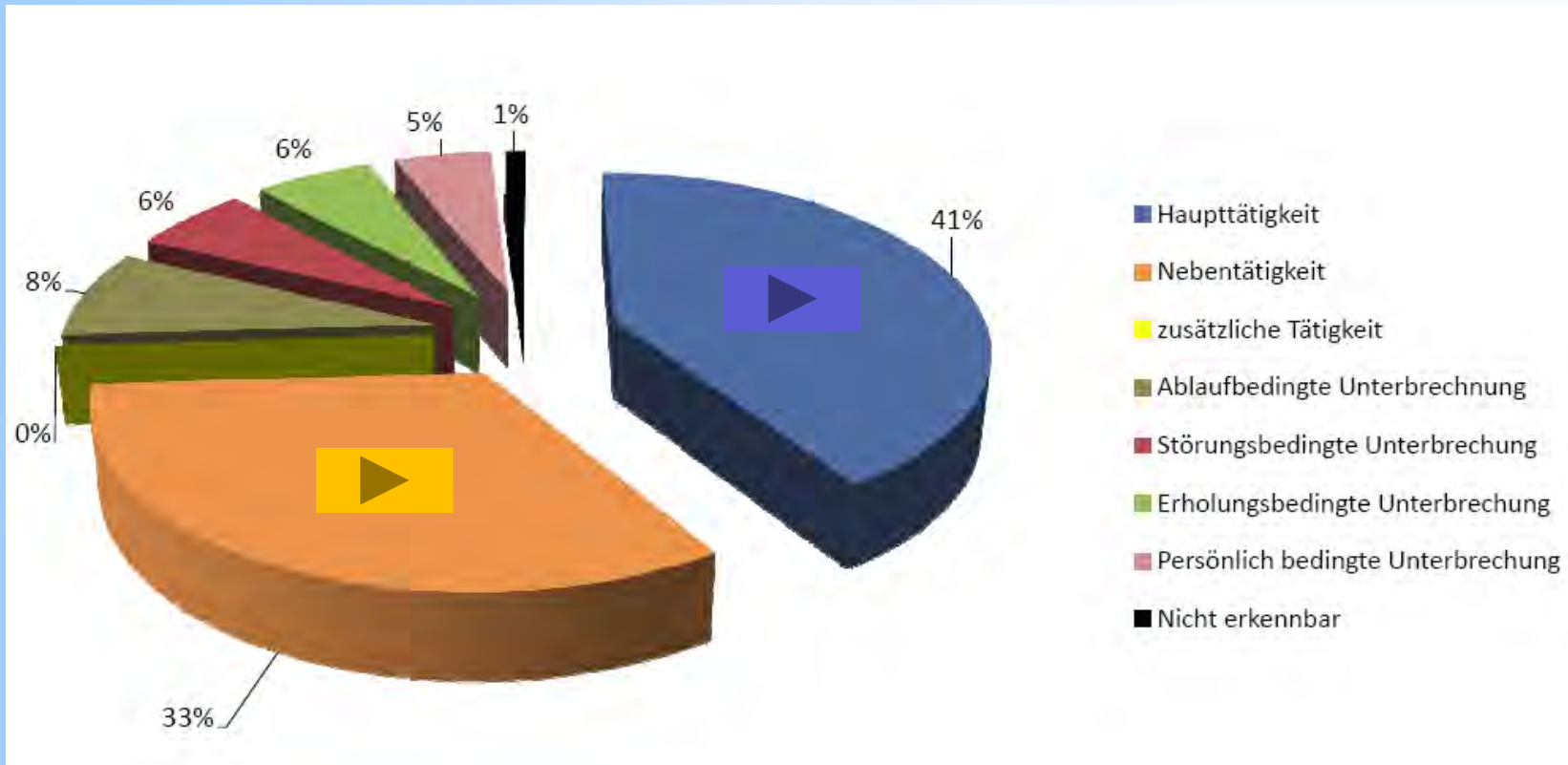


$$AW_{BW,V,ST} = 8,69 \text{ Std / t}$$

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

Untersuchter Deckenabschnitt: Verteilung der Tätigkeiten – 1. Ebene



$$f_i^I = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{p * (100 - p)}{n}}$$

$$f_i^I = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{41 * (100 - 41)}{1.977}} = \pm 2,17 \%$$

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

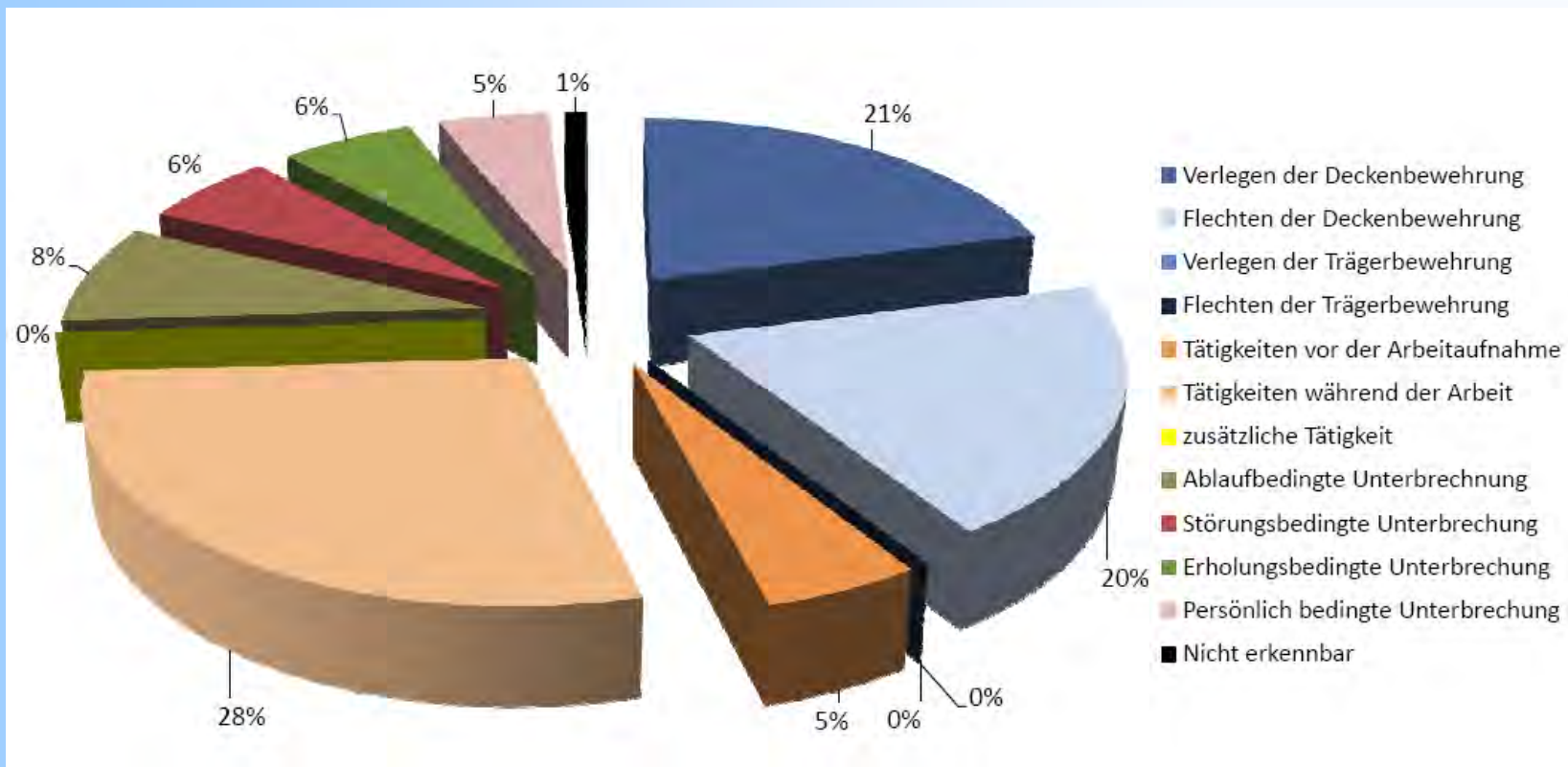
Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis

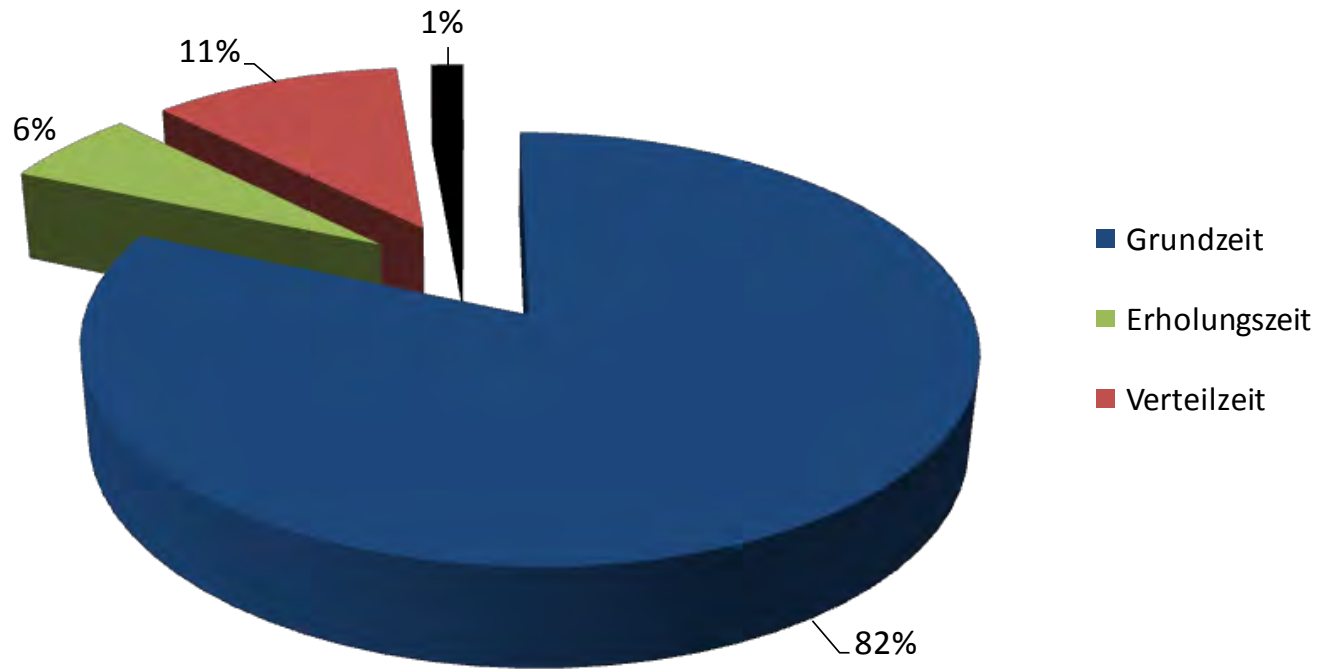
Untersucher Deckenabschnitt: Verteilung der Tätigkeiten – 2. Ebene



$$f_i^I = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{28 * (100 - 28)}{1.977}} = \pm 1,98 \%$$

$$f_i^I = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{5 * (100 - 5)}{1.977}} = \pm 0,96 \%$$

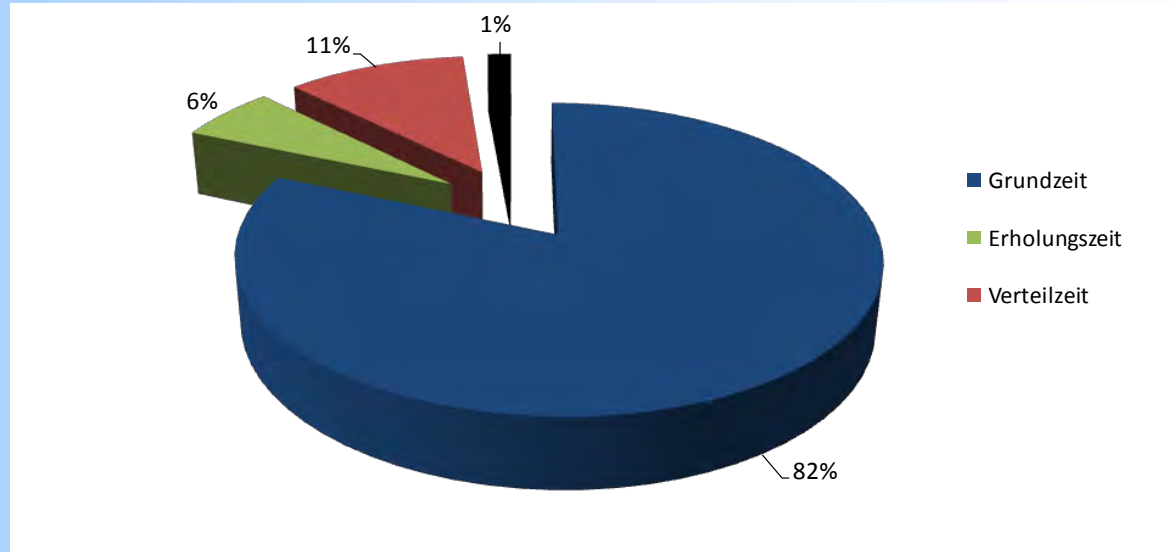
Untersuchter Deckenabschnitt: Verteilung der Tätigkeiten – Zeitarten



$$f_i^I = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{28 * (100 - 28)}{1.977}} = \pm 1,98 \%$$

$$f_i^I = \pm 1,96 * \sqrt{\frac{82 * (100 - 82)}{1.977}} = \pm 1,69 \%$$

Untersuchter Deckenabschnitt: Verteilung der Tätigkeiten – Zeitarten



Lang

- Erholungszeiten: 10 % der Grundzeit
- Verteilzeiten: 35 % der Grundzeit

Messergebnisse

- Erholungszeiten: 7,4 % der Grundzeit
- Verteilzeiten: 18,5% der Grundzeit

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

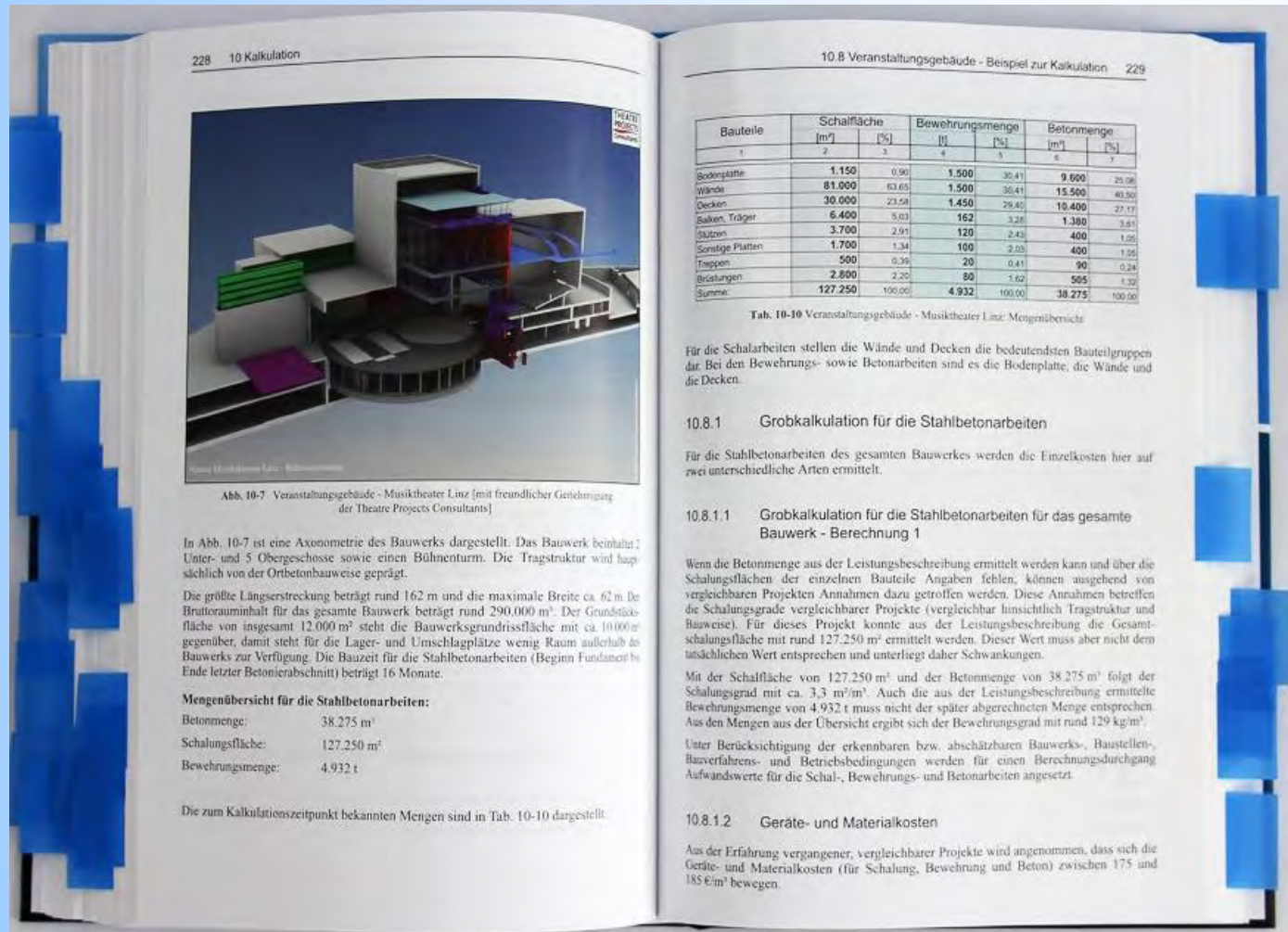
Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis



228 10 Kalkulation



Abb. 10-7 Veranstaltungsbauwerk - Musiktheater Linz [mit freundlicher Genehmigung der Theatre Projects Consultants]

In Abb. 10-7 ist eine Axonometrie des Bauwerks dargestellt. Das Bauwerk beinhaltet 2 Unter- und 5 Obergeschosse sowie einen Bühnenturm. Die Tragstruktur wird hauptsächlich von der Ortbetonbauweise geprägt.

Die größte Längserstreckung beträgt rund 162 m und die maximale Breite ca. 62 m. Der Bruttoinneninhalt für das gesamte Bauwerk beträgt rund 290.000 m³. Der Grundrissfläche von insgesamt 12.000 m² steht die Bauwerksgrundrissfläche mit ca. 10.000 m² gegenüber, damit steht für die Lager- und Umschlagplätze wenig Raum außerhalb des Bauwerks zur Verfügung. Die Bauzeit für die Stahlbetonarbeiten (Beginn Fundament bis Ende letzter Betonierabschnitt) beträgt 16 Monate.

Mengenübersicht für die Stahlbetonarbeiten:

Betonmenge:	38.275 m ³
Schalungsfläche:	127.250 m ²
Bewehrungsmenge:	4.932 t

Die zum Kalkulationszeitpunkt bekannten Mengen sind in Tab. 10-10 dargestellt.

10.8 Veranstaltungsgebäude - Beispiel zur Kalkulation 229

Bauteile	Schalfläche		Bewehrungsmenge		Betonmenge	
	[m ²]	[%]	[t]	[%]	[m ³]	[%]
1	2	3	4	5	6	7
Bodenplatte	1.150	0,90	1.500	30,41	9.600	25,08
Wände	81.000	63,65	1.500	30,41	15.500	40,50
Decken	30.000	23,58	1.450	29,45	10.400	27,17
Balken, Träger	6.400	5,03	162	3,28	1.380	3,61
Säulen	3.700	2,91	120	2,43	400	1,05
Sonstige Platten	1.700	1,34	100	2,03	400	1,05
Treppen	500	0,39	20	0,41	90	0,24
Böschungen	2.800	2,20	80	1,62	565	1,47
Summe	127.250	100,00	4.932	100,00	38.275	100,00

Tab. 10-10 Veranstaltungsgebäude - Musiktheater Linz: Mengenübersicht

Für die Schalarbeiten stellen die Wände und Decken die bedeutendsten Bauteilgruppen dar. Bei den Bewehrungs- sowie Betonarbeiten sind es die Bodenplatte, die Wände und die Decken.

10.8.1 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten

Für die Stahlbetonarbeiten des gesamten Bauwerks werden die Einzelkosten hier auf zwei unterschiedliche Arten ermittelt.

10.8.1.1 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten für das gesamte Bauwerk - Berechnung 1

Wenn die Betonmenge aus der Leistungsbeschreibung ermittelt werden kann und über die Schalungsflächen der einzelnen Bauteile Angaben fehlen, können ausgehend von vergleichbaren Projekten Annahmen dazu getroffen werden. Diese Annahmen betreffen die Schalungsgrade vergleichbarer Projekte (vergleichbar hinsichtlich Tragstruktur und Bauweise). Für dieses Projekt könnte aus der Leistungsbeschreibung die Gesamtschalungsfläche mit rund 127.250 m² ermittelt werden. Dieser Wert muss aber nicht dem tatsächlichen Wert entsprechen und unterliegt daher Schwankungen.

Mit der Schalfläche von 127.250 m² und der Betonmenge von 38.275 m³ folgt der Schalungsgrad mit ca. 3,3 m³/m². Auch die aus der Leistungsbeschreibung ermittelte Bewehrungsmenge von 4.932 t muss nicht der später abgerechneten Menge entsprechen. Aus den Mengen aus der Übersicht ergibt sich der Bewehrungsgrad mit rund 129 kg/m³.

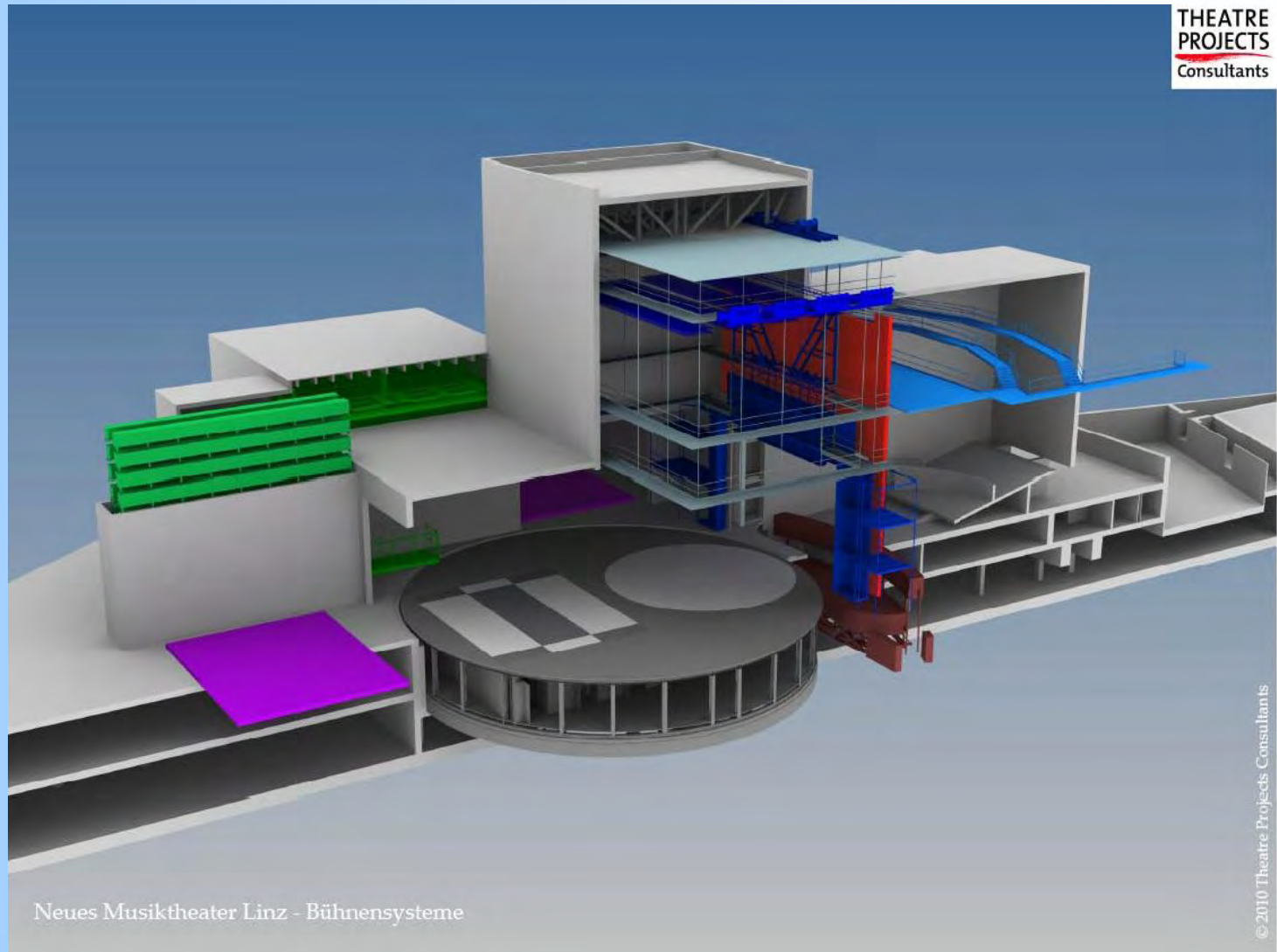
Unter Berücksichtigung der erkennbaren bzw. abschätzbaren Bauwerks-, Baustellen-, Bauverfahrens- und Betriebsbedingungen werden für einen Berechnungsdurchgang Aufwandswerte für die Schal-, Bewehrungs- und Betonarbeiten angesetzt.

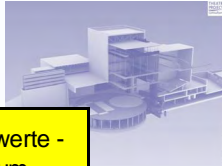
10.8.1.2 Geräte- und Materialkosten

Aus der Erfahrung vergangener, vergleichbarer Projekte wird angenommen, dass sich die Geräte- und Materialkosten (für Schalung, Bewehrung und Beton) zwischen 175 und 185 €/m³ bewegen.

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Aufandswertematrix - Schalarbeiten

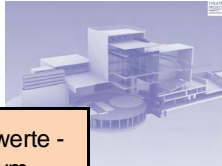
Bauteil	Menge	Anteil der Menge	Aufandswerte - Schalarbeiten													Aufandswerte - Minimum			Aufandswerte - Maximum			
			4													5	6	7	8	9	10	
			[Std/m²]													[Std/m²]	[Std/m²]	[%]	[Std/m²]	[Std/m²]	[%]	
1	2	3	<	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	>						
Bodenplatte	1.150	0,90					0,80										0,80	0,007	0,59	0,90	0,008	0,61
Wände	81.000	63,65						0,90						1,40			1,40	0,891	72,79	1,50	0,955	71,40
Decken	30.000	23,58							0,90								0,90	0,212	17,33	1,00	0,236	17,63
Balken, Träger	6.400	5,03				0,70											0,70	0,035	2,88	0,90	0,045	3,38
Stützen	3.700	2,91					0,80										0,80	0,023	1,90	0,90	0,026	1,96
Sonstige Platten	1.700	1,34									1,10						1,10	0,015	1,20	1,20	0,016	1,20
Treppen	500	0,39														2,50	2,50	0,010	0,80	3,50	0,014	1,03
Brüstungen	2.800	2,20												1,40			1,40	0,031	2,52	1,70	0,037	2,80
Sonstige Bauteile	0	0,00															0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
Sonstige Bauteile	0	0,00															0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
Summe	127.250	100,00	Mittlerer Aufandswert													1,22	100		1,34	100		

Bandbreite der Aufandswerte aus vergangenen vergleichbaren Projekten:

Mittlerer Schalungsgrad: 3,3 [m²/m³] **Ansatz für den mittleren Aufandswert:** 1,25 Std/m²

- Inhaltsverzeichnis
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Aufwandswertematrix - Bewehrungsarbeiten

Bauteil	Menge	Anteil der Menge	Aufwandswerte - Bewehrungsarbeiten															Aufwandswerte - Minimum			Aufwandswerte - Maximum		
			4															5	6	7	8	9	10
			[Std/t]															[Std/t]	[Std/t]	[%]	[Std/t]	[Std/t]	[%]
1	2	3	<	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	>							
Bodenplatte	1.500	30,41	5															5,00	1,521	19,10	7,00	2,129	21,48
Wände	1.500	30,41			7				11									11,00	3,345	42,02	13,00	3,954	39,90
Decken	1.450	29,40			7													7,00	2,058	25,85	9,00	2,646	26,70
Balken, Träger	162	3,28							10									10,00	0,328	4,13	11,00	0,361	3,65
Stützen	120	2,43							10									10,00	0,243	3,06	12,00	0,292	2,95
Sonstige Platten	100	2,03							11									11,00	0,223	2,80	13,00	0,264	2,66
Treppen	20	0,41																16,00	0,065	0,81	17,00	0,069	0,70
Brüstungen	80	1,62							11									11,00	0,178	2,24	12,00	0,195	1,96
Sonstige Bauteile	0	0,00																0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
Sonstige Bauteile	0	0,00																0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
Summe	4.932	100,00	Mittlerer Aufwandswert															7,96	100		9,91	100	

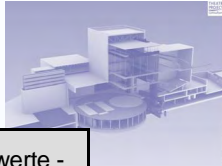
Aufwandswerte aus vergangenen vergleichbaren Projekten:

Mittlerer Bewehrungsgrad: 129 [kg/m³]

Ansatz für den mittleren Aufwandswert: 8,80 Std/t

- Inhaltsverzeichnis
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Aufwandswertematrix - Betonarbeiten

Bauteil	Menge	Anteil der Menge	Aufwandswerte - Betonarbeiten															Aufwandswerte - Minimum			Aufwandswerte - Maximum		
			4															5	6	7	8	9	10
			[Std/m³]															[Std/m³]	[Std/m³]	[%]	[Std/m³]	[Std/m³]	[%]
1	2	3	<	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	>							
Bodenplatte	9.600	25,08					0,45											0,45	0,113	19,55	0,50	0,125	18,73
Wände	15.500	40,50										0,70						0,70	0,283	49,11	0,80	0,324	48,38
Decken	10.400	27,17					0,45											0,45	0,122	21,18	0,55	0,149	22,32
Balken, Träger	1.380	3,61						0,50										0,50	0,018	3,12	0,60	0,022	3,23
Stützen	400	1,05								0,60									0,021	3,62	2,50	0,026	3,90
Sonstige Platten	400	1,05										0,65						0,65	0,007	1,18	0,70	0,007	1,09
Treppen	90	0,24											0,70						0,002	0,41	1,00	0,003	0,39
Brüstungen	505	1,32												0,80				0,80	0,011	1,83	1,00	0,013	1,97
Sonstige Bauteile	0	0,00																0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
Sonstige Bauteile	0	0,00																0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
Summe	38.275	100,00																0,58	100		0,67	100	

Aufwandswerte aus vergangenen vergleichbaren Projekten

Ansatz für den mittleren Aufwandswert: 0,65 Std/m³

- Inhaltsverzeichnis
- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion der Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneiden und Biegen der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis





Berechnung des Gesamt-Aufwandswertes

$$AW_{STB} = AW_{S,MW} * s_{g,bwk} + AW_{BW,MW} * bw_{g,bwk} + AW_{BT,MW}$$

$$AW_{STB} = 1,25 \text{ Std} / \text{m}^2 * 3,3 \text{ m}^2 / \text{m}^3 + 8,8 \text{ Std} / \text{t} * 0,129 \text{ t} / \text{m}^3 + 0,65 \text{ Std} / \text{m}^3 = 5,91 \text{ Std} / \text{m}^3$$

$$AW_{STB,MIN} \leq AW_{STB} \leq AW_{STB,MAX}$$

$$5,91 \text{ Std} / \text{m}^3 \leq AW_{STB} \leq 6,50 \text{ Std} / \text{m}^3$$

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

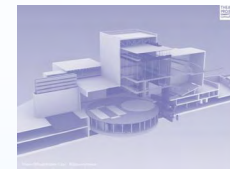
Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis

Berechnung der Einzelkosten - Stahlbetonarbeiten



$$K_{STB,EK1} = BT_M * (AW_{S,MW} * ML_{STB,MW} + k_{STB,MW})$$

$$K_{STB,EK1} = 38.275 \text{ m}^3 * (5,91 \text{ Std} / t * 35 \text{ €} / \text{Std} + 182 \text{ €} / \text{m}^3) = 14.880.000 \text{ €}$$

$$K_{STB,EK1} = 38.275 \text{ m}^3 * (6,50 \text{ Std} / t * 35 \text{ €} / \text{Std} + 182 \text{ €} / \text{m}^3) = 15.673.000 \text{ €}$$

$$K_{STB,EK1,MIN} \leq K_{STB,EK1} \leq K_{STB,EK1,MAX}$$

$$14.880.000 \text{ €} \leq AW_{STB} \leq 15.673.000 \text{ €}$$

$$389 \text{ €} / \text{m}^3 \leq AW_{STB} \leq 410 \text{ €} / \text{m}^3$$

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

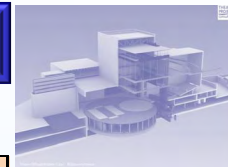
Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

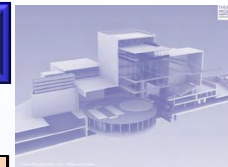
Sachverzeichnis

Aufwandswertematrix – Bewehrungsarbeiten: Verlegen nach DM



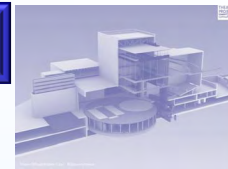
Dimension des Stabstahls	Menge	Anteil	Anteil der Mengen für die Biegeformen			Aufwandswert - Minimum	Aufwandswert - Maximum	Aufwandswert - Minimum			Aufwandswert - Maximum		
			4	5	6			9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	[t]	[%]	[-]	[%]	[t]	[Std/t]	[Std/t]	[Std/t]	[Std/t]	[%]	[Std/t]	[Std/t]	[%]
DM 8	49	0,99	gerade	67,00	32,83	15,00	15,50	24,08	0,239	2,78	24,58	0,244	2,68
			einfach	26,00	12,74	37,80	38,30						
			kompliziert	7,00	3,43	60,00	60,50						
DM 10	197	3,99	gerade	67,00	131,99	10,20	10,70	16,64	0,665	7,72	17,14	0,685	7,51
			einfach	26,00	51,22	26,40	26,90						
			kompliziert	7,00	13,79	42,00	42,50						
DM 12	1.036	21,01	gerade	67,00	694,12	7,80	8,30	12,32	2,587	30,04	12,82	2,693	29,54
			einfach	26,00	269,36	19,20	19,70						
			kompliziert	7,00	72,52	30,00	30,50						
DM 14	937	19,00	gerade	67,00	627,79	6,00	6,50	9,56	1,816	21,08	10,06	1,911	20,97
			einfach	26,00	243,62	15,00	15,50						
			kompliziert	7,00	65,59	23,40	23,90						
DM 16	1.036	21,01	gerade	67,00	694,12	4,80	5,30	7,44	1,563	18,14	7,94	1,668	18,30
			einfach	26,00	269,36	11,40	11,90						
			kompliziert	7,00	72,52	18,00	18,50						
DM 20	888	18,00	gerade	67,00	594,96	3,60	4,10	5,69	1,025	11,90	6,19	1,115	12,23
			einfach	26,00	230,88	8,90	9,40						
			kompliziert	7,00	62,16	13,80	14,30						
DM 26	296	6,00	gerade	67,00	198,32	3,00	3,50	4,68	0,281	3,26	5,18	0,311	3,41
			einfach	26,00	76,96	7,20	7,70						
			kompliziert	7,00	20,72	11,40	11,90						
DM 30	345	7,00	gerade	67,00	231,15	3,00	3,50	4,44	0,311	3,61	4,94	0,346	3,79
			einfach	26,00	89,70	6,60	7,10						
			kompliziert	7,00	24,15	10,20	10,70						
DM 36	148	3,00	gerade	67,00	99,16	3,00	3,50	4,24	0,127	1,48	4,74	0,142	1,56
			einfach	26,00	38,48	6,00	6,50						
			kompliziert	7,00	10,36	9,60	10,10						
DM 40	0	0,00	gerade	67,00	0,00	3,00	3,50	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
			einfach	26,00	0,00	6,00	6,50						
			kompliziert	7,00	0,00	9,00	9,50						
Summe	4.932	100,00			4.932,00			8,61	100		9,11	100	
Mittlerer Bewehrungsgrad:						129 kg/m ³	9,00 Std/t						

Aufwandswertematrix – Bewehrungsarbeiten: Schneiden u. Biegen



Dimension des Stabstahls	Menge	Anteil	Anteil der Mengen für die Biegeformen			Aufwandswert - Minimum	Aufwandswert - Maximum	Aufwandswert - Minimum			Aufwandswert - Maximum		
			4	5	6			9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	[t]	[%]	[-]	[%]	[t]	[Std/t]	[Std/t]	[Std/t]	[Std/t]	[%]	[Std/t]	[Std/t]	[%]
DM 8	49	0,99	gerade	67,00	32,83	1,50	1,55	1,98	0,020	2,11	2,03	0,020	2,06
			einfach	26,00	12,74	2,60	2,65						
			kompliziert	7,00	3,43	4,20	4,25						
DM 10	197	3,99	gerade	67,00	131,99	1,10	1,15	1,54	0,061	6,61	1,60	0,064	6,53
			einfach	26,00	51,22	2,10	2,20						
			kompliziert	7,00	13,79	3,60	3,65						
DM 12	1.036	21,01	gerade	67,00	694,12	0,80	0,85	1,22	0,256	27,64	1,27	0,267	27,31
			einfach	26,00	269,36	1,80	1,85						
			kompliziert	7,00	72,52	3,10	3,15						
DM 14	937	19,00	gerade	67,00	627,79	0,65	0,70	1,01	0,193	20,77	1,06	0,202	20,68
			einfach	26,00	243,62	1,50	1,55						
			kompliziert	7,00	65,59	2,70	2,75						
DM 16	1.036	21,01	gerade	67,00	694,12	0,55	0,60	0,85	0,179	19,26	0,90	0,189	19,36
			einfach	26,00	269,36	1,25	1,30						
			kompliziert	7,00	72,52	2,25	2,30						
DM 20	888	18,00	gerade	67,00	594,96	0,50	0,55	0,70	0,126	13,53	0,75	0,135	13,76
			einfach	26,00	230,88	0,95	1,00						
			kompliziert	7,00	62,16	1,65	1,70						
DM 26	296	6,00	gerade	67,00	198,32	0,50	0,55	0,61	0,037	3,95	0,65	0,039	3,97
			einfach	26,00	76,96	0,75	0,75						
			kompliziert	7,00	20,72	1,15	1,20						
DM 30	345	7,00	gerade	67,00	231,15	0,45	0,50	0,57	0,040	4,30	0,62	0,043	4,44
			einfach	26,00	89,70	0,75	0,80						
			kompliziert	7,00	24,15	1,05	1,10						
DM 36	148	3,00	gerade	67,00	99,16	0,45	0,50	0,57	0,017	1,83	0,62	0,019	1,89
			einfach	26,00	38,48	0,75	0,80						
			kompliziert	7,00	10,36	1,00	1,05						
DM 40	0	0,00	gerade	67,00	0,00	0,45	0,50	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00
			einfach	26,00	0,00	0,70	0,75						
			kompliziert	7,00	0,00	1,00	1,05						
Summe	4.932	100,00			4.932,00			0,928	100		0,978	100	
Mittlerer Bewehrungsgrad:						129 kg/m ³			1,00				Std/t

Materialkostenmatrix – Bewehrungsarbeiten: nach DM



Dimension des Stabstahls	Menge	Anteil der Menge	Grundpreis	Dimensionsauf- lage	Aufzahlung TCA 36 - 40 mm	Verschnitt	Materialkosten - Minimum			Materialkosten - Maximum		
							8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	[t]	[%]	[€/t]	[€/t]	[€/t]	[€/t]	[€/t]	[€/t]	[%]	[€/t]	[€/t]	[%]
DM 8	49	0,99	297,42	270,00		17,02	584,44	5,807	1,06	597,40	5,935	1,06
			310,00	270,00		17,40						
DM 10	197	3,99	297,42	245,00		16,27	558,69	22,316	4,09	571,65	22,834	4,09
			310,00	245,00		16,65						
DM 12	1.036	21,01	297,42	235,00		15,97	548,39	115,194	21,10	561,35	117,915	21,10
			310,00	235,00		16,35						
DM 14	937	19,00	297,42	225,00		15,67	538,09	102,229	18,73	551,05	104,691	18,73
			310,00	225,00		16,05						
DM 16	1.036	21,01	297,42	220,00		15,52	532,94	111,948	20,51	545,90	114,670	20,52
			310,00	220,00		15,90						
DM 20	888	18,00	297,42	220,00		15,52	532,94	95,956	17,58	545,90	98,289	17,59
			310,00	220,00		15,90						
DM 26	296	6,00	297,42	220,00		15,52	532,94	31,985	5,86	545,90	32,763	5,86
			310,00	220,00		15,90						
DM 30	345	7,00	297,42	230,00		15,82	543,24	38,001	6,96	556,20	38,907	6,96
			310,00	230,00		16,20						
DM 36	148	3,00	297,42	270,00	160,00	21,82	749,24	22,483	4,12	762,20	22,872	4,09
			310,00	270,00	160,00	22,20						
DM 40	0	0,00	297,42	270,00	160,00	21,82	749,24	0,000	0,00	762,20	0,000	0,00
			310,00	270,00	160,00	22,20						
Summe	4.932	100,00						545,92	100		558,88	100

Verschnitt:	3 %			
Mittlerer Bewehrungsgrad:	129	[kg/m³]	550,00	€/t



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

Sachverzeichnis



Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Baublaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis



für das Bewehren zueinander in einem ausgewogenen Verhältnis (Beispiel für Unausgewogenheit: 1,5 d Schalen und 0,3 d Bewehren) stehen. Der Punkt auf der Gerade wird vorerst so gewählt, dass sich für das Bewehren 0,8 und für die Dauer abzüglich Versatz 1 d ergibt. Die Geraden (1) und (2) werden dazu im III. Quadranten entsprechend eingezeichnet.

Für den geplanten Versatz von 0,2 d wird im II. Quadranten die zutreffende Gerade „As_{BW} = 0,2 d“ ausgewählt und die Gerade (1) verlängert, bis der Schnittpunkt folgt. Vom Schnittpunkt wird die Horizontale (3) nach rechts eingezeichnet, bis auf der Ordinate der Wert für die Dauer der Schalarbeiten abgelesen werden kann. Die Schalarbeiten dürfen demnach 1,2 d dauern.

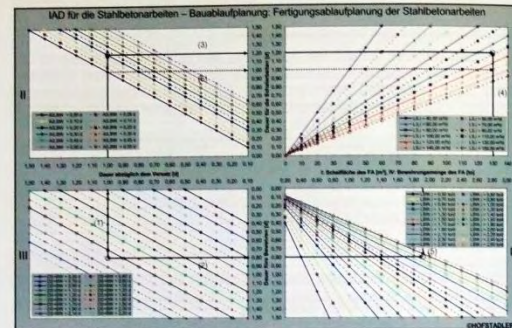


Abb. 11-17 Interaktionsdiagramm für Stahlbetonarbeiten - Fertigungsablaufplanung für Wände, Beispiel [Hofstadler]

Zur Bestimmung der erforderlichen Leistung, um die Schalarbeiten in 1,2 d abzuschließen, wird die Gerade (3) in den I. Quadranten verlängert. Bei 130 m² (beide Wandseiten inkl. Randabschalung) wird die Vertikale (4) nach oben eingezeichnet und mit (3) geschnitten. Der gesuchte Wert für die Leistung liegt zwischen den Geraden „L_{Sj} = 100 m²/d“ und „L_{Sj} = 110 m²/d“. Durch grafisches Interpolieren lässt sich der gesuchte Leistungswert mit ca. 108 m²/d bestimmen.

Der Leistungswert für die Bewehrungsarbeiten wird im IV. Quadranten ermittelt. Es wird dazu bei 1,92 t Bewehrungsmenge auf der Abszisse die Vertikale (5) nach unten gezeichnet, bis sich der Schnittpunkt mit der Verlängerung der Horizontalen (2) aus dem III. Quadranten ergibt. Der damit bestimmte Wert liegt auf der Geraden „L_{BWj} = 2,4 t/d“. Der Leistungswert für die Bewehrungsarbeiten ist somit mit 2,4 t/d bestimmt.

In weiterer Folge ist zu überprüfen, ob die ermittelten Leistungswerte überhaupt erzielt werden können. Die Verifizierungen können anhand der in *Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb*²⁾ präsentierten Interaktionsdiagramme (siehe Abb. 11-18) durchgeführt werden.

²⁾ Hofstadler (2007): *Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb*

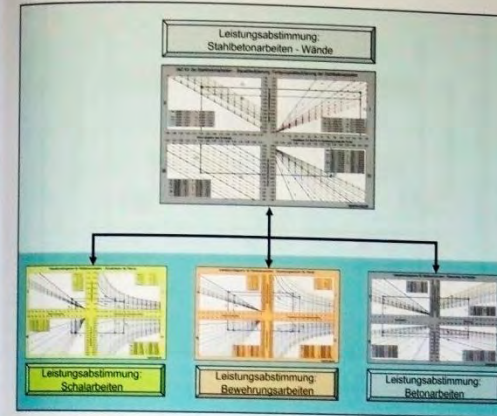


Abb. 11-18 Leistungsabstimmung - Stahlbetonarbeiten der Wände [Hofstadler]

Für die Schalarbeiten wären beispielsweise, bei einer täglichen Arbeitszeit von 9 h und einem Aufwandswert von 0,5 Std/m², ca. 6 Arbeitskräfte für das Schalen (beider Wandseiten) notwendig. Bei den Bewehrungsarbeiten wären bei 9 h Arbeitszeit und dem Aufwandswert von 18 Std/t ca. 4,8 AK erforderlich. Mit Beginn der Bewehrungsarbeiten wären im betrachteten Fertigungsabschnitt kurzfristig ca. 11 Arbeitskräfte gleichzeitig eingesetzt. Für die Planung des Fertigungsablaufs ist es wichtig, die Größe der Arbeitsfläche kontinuierlich zu überprüfen. Die Arbeitsfläche bildet oft die obere Schranke für die maximale Anzahl an einsetzbaren Arbeitskräften.

In Abb. 11-19 ist das Ressourcenband für den ermittelten Bauablauf dargestellt. Während der Bewehrungsarbeiten gibt es zwei Überlappungsbereiche mit den Schalarbeiten. Hier ist zu prüfen, ob dadurch gegenseitige Behinderungen entstehen können. Falls es zu Behinderungen kommt, sinkt in diesen Bereichen die Produktivität und die Kosten steigen.

Um die Arbeiten ohne Überlappungsbereiche ausführen zu können, müsste beispielsweise bei gleich bleibender Dauer der Schalarbeiten die Bewehrungsleistung gesteigert werden. Bei einer Steigerung über die Anzahl der Arbeitskräfte erhöht sich diese auf ca. 6,4 AK.

Der Fertigungsablauf und das Ressourcenband sind in Abb. 11-20 dargestellt. Entweder werden 6 oder 7 Arbeitskräfte bei den Bewehrungsarbeiten eingesetzt, die entsprechende Anpassung kann dann über die tägliche Arbeitszeit vorgenommen werden. Es gibt auch noch weitere Anpassungsmöglichkeiten und Kombinationen, die hier jedoch nicht dargestellt sind.

Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten - Interaktionsdiagramme

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung
- Funktion der
Bewehrung
- Technologie
der Bewehrung
- Schneiden und Biegen
der Bewehrung
- Verlegehinweise
- Ausschreibung
und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwandswerte
- Kalkulation
- Bauablaufplanung
- Bewehrungslogistik
- Literaturverzeichnis
- Begriffe
- Abkürzungs-
verzeichnis
- Abbildungs-
verzeichnis
- Sachverzeichnis

PowerProject - [Fertigungsablauf für Stahlbetondecken (LKH-Bauteil B-10.PDB)]

Datei Bearbeiten Plan Vorgang Histogramm Zusätze System Fenster Hilfe

Titel	Start	Ende
2 Decke über UG	27.03	14.04
3 1. Fertigungsabschnitt UG1	27.03	14.04
4 Vertikale Tragglieder	27.03	14.04
5 Einschalen	27.03	14.04
6 Bewehren	27.03	14.04
7 Betonieren	27.03	14.04
8 Ausschallfrist	27.03	14.04
9 2. Fertigungsabschnitt UG1	27.03	14.04
10 Vertikale Tragglieder	27.03	14.04
11 Einschalen	27.03	14.04
12 Bewehren	27.03	14.04
13 Betonieren	27.03	14.04
14 Ausschallfrist	27.03	14.04
15 3. Fertigungsabschnitt UG1	27.03	14.04
16 Vertikale Tragglieder	27.03	14.04
17 Aus. u. Einschalen	27.03	14.04
18 Bewehren	27.03	14.04
19 Betonieren	27.03	14.04
20 Ausschallfrist	27.03	14.04
21 4. Fertigungsabschnitt UG1	27.03	14.04
22 Vertikale Tragglieder	27.03	14.04
23 Aus. u. Einschalen	27.03	14.04
24 Bewehren	27.03	14.04
25 Betonieren	27.03	14.04
26 Ausschallfrist	27.03	14.04
27 5. Fertigungsabschnitt UG1	27.03	14.04
28 Vertikale Tragglieder	27.03	14.04
29 Aus. u. Einschalen	27.03	14.04
30 Bewehren	27.03	14.04
31 Betonieren	27.03	14.04
32 Ausschallfrist	27.03	14.04
33 6. Fertigungsabschnitt UG1	27.03	14.04
34 Vertikale Tragglieder	27.03	14.04
35 Aus. u. Einschalen	27.03	14.04

Ressourcen: Einschalen

Typ: Arbeitsmittel Verbrauchsgüter

Verfügbar: Ausschallfrist, Betonierer, Bewehrer, Maschine, Mitarbeiter, Schaler-Aus, Vert. Tragglieder

Ausgewählt: Schaler 14,00

Kalkuliere Ressource: Schaler

Kalkulation: Ohne Fix Proportional

Kosten der Ressource: Kosten 0,00 DM, Kostengruppe: PROJEKT

Kalkulationsart: Über Aufwand Über Leistung

Kalkulierter Faktor: Dauer, Umrechnungsfaktor: (empty)

Dauer = Menge / (Ansatz * Zuweisung)
Dauer (Kalenderzeit) = 1 Tag

Daten: Dauer: 1 Tag, Zuweisung: 14,00 Schaler

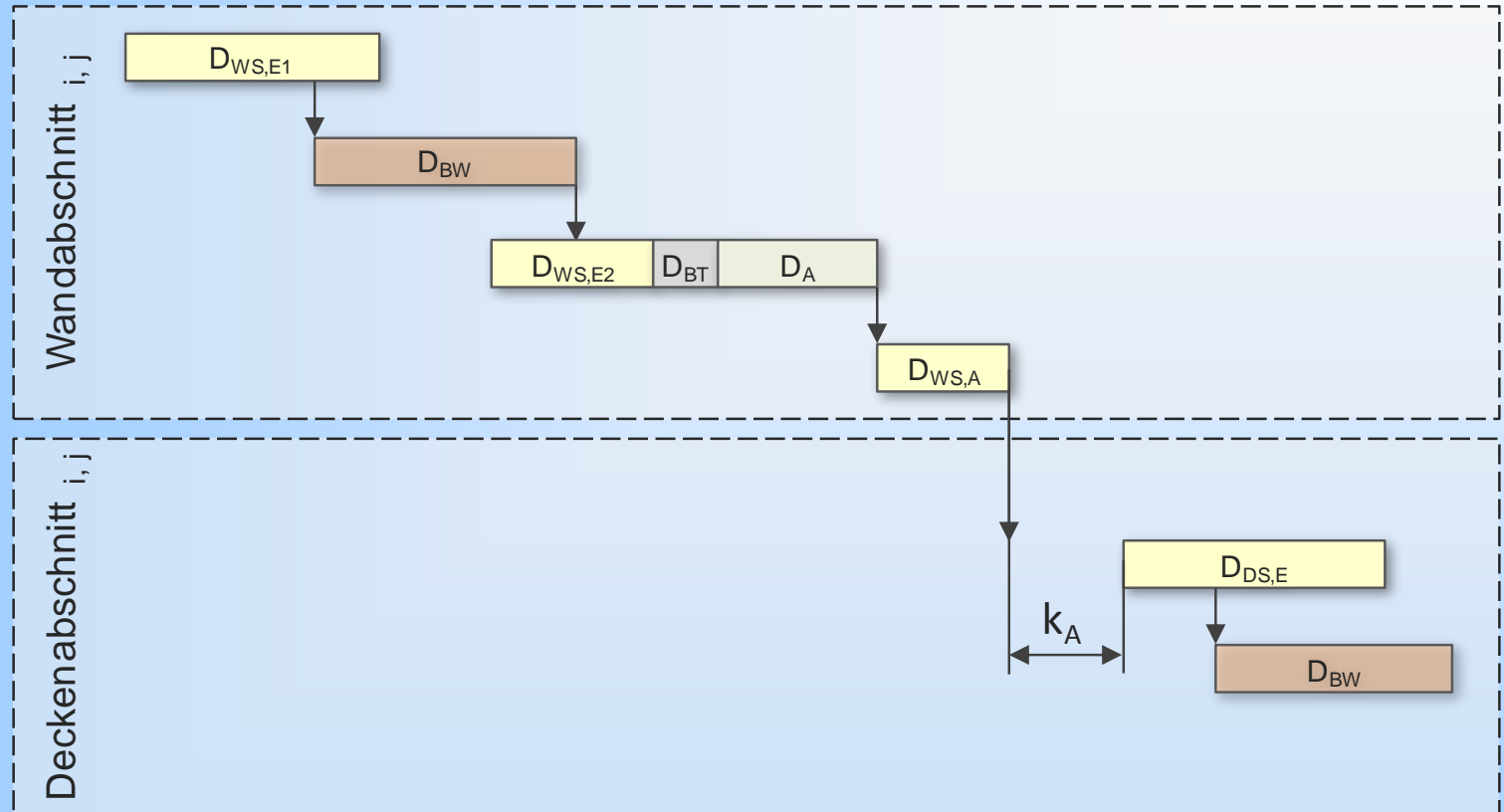
Aufwandsbezogene Daten: Aufwand: 35 Schaler Tage

Leistungsbezogene Daten: Ansatz: 4,23 m2 pro Stunde, Menge: 650,00 m2

Start: 88, Dauer: 1, Ende: 89



Leistungsabstimmung bei Wänden



Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Baubetriebliche und
bauwirtschaftliche
Bedeutung

Funktion der
Bewehrung

Technologie
der Bewehrung

Schneiden und Biegen
der Bewehrung

Verlegehinweise

Ausschreibung
und Vergabe

Kennzahlen

Aufwandswerte

Kalkulation

Bauablaufplanung

Bewehrungslogistik

Literaturverzeichnis

Begriffe

Abkürzungs-
verzeichnis

Abbildungs-
verzeichnis

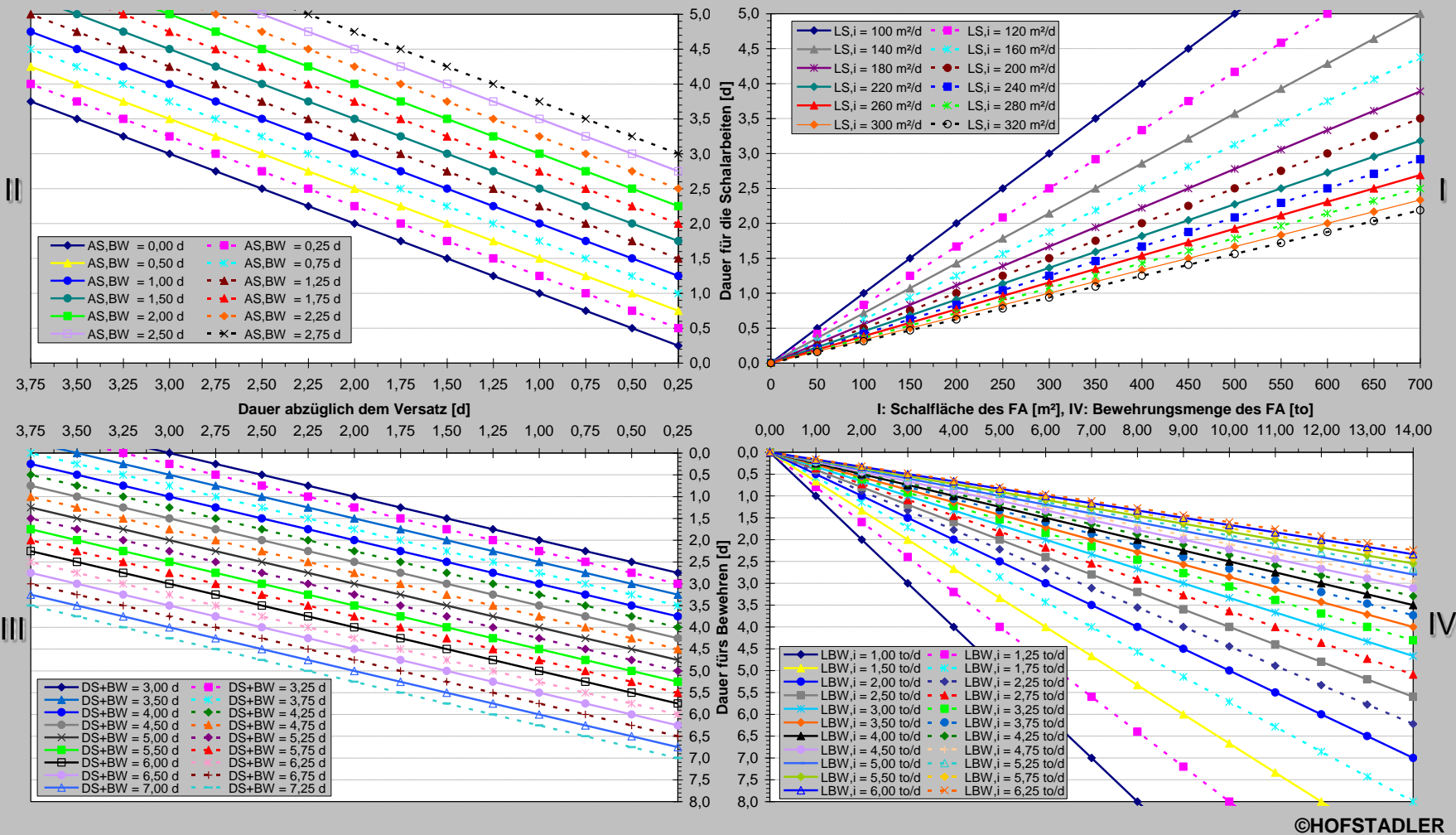
Sachverzeichnis

Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten - Interaktionsdiagramme

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion
- Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneidetechnik der Bewehrung
- Verlegetechnik
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwand
- Kalkulation
- Bauablauf
- Bewehrung
- Literatur
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Sachverzeichnis

IAD für die Stahlbetonarbeiten – Bauablaufplanung: Fertigungsablaufplanung der Stahlbetonarbeiten



©HOFSTADLER



Quelle: Hofstadler

©ChristianHOFSTADLER2011

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

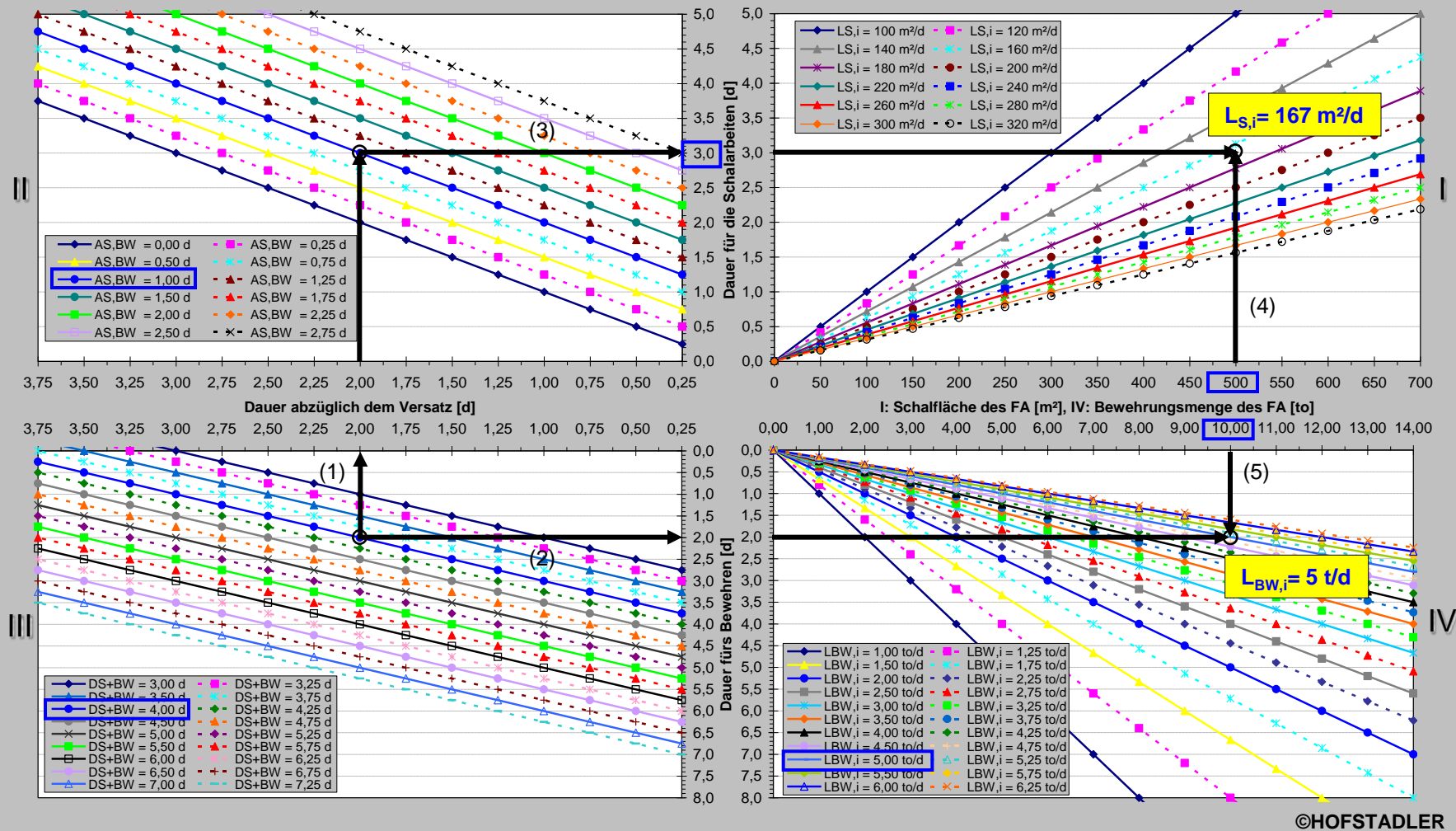
Construction Management

Leistungsabstimmung bei Stahlbetonarbeiten - Interaktionsdiagramme

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Baubetriebliche und bauwirtschaftliche Bedeutung
- Funktion
- Bewehrung
- Technologie der Bewehrung
- Schneidetechnik der Bewehrung
- Verlegetechnik
- Ausschreibung und Vergabe
- Kennzahlen
- Aufwand
- Kalkulation
- Bauablauf
- Bewehrung
- Literatur
- Begriffe
- Abkürzungsverzeichnis
- Abbildung
- Verzeichnis
- Sachverhalte

IAD für die Stahlbetonarbeiten – Bauablaufplanung: Fertigungsablaufplanung der Stahlbetonarbeiten



©HOFSTADLER



Assoc.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Hofstadler studierte an der Technischen Universität Graz Wirtschaftsingenieurwesen/Bauwesen, wo er 1990 promovierte. Im Zuge seiner Doktorarbeit befasste er sich intensiv mit baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Optimierungen von Stahlbetonarbeiten.

Von 1995 bis 2001 war er als Universitätsassistent und von 2002 bis 2006 als Assistent an der TU Graz beschäftigt. Die Auseinandersetzung mit baubetrieblichen Fragestellungen (vor allem Arbeitsvorbereitung,

Ablaufoptimierung, Optimierung von Stahlbetonarbeiten, Schalungs- und Rüsttechnik, Logistik, Risikomanagement) führte zu Lösungen, die in der Bauwirtschaft häufig Anwendung finden.

Im November 2005 wurde Dr. Hofstadler die Lehrbefugnis für das wissenschaftliche Fach Baubetrieb an der TU Graz verliehen, wo er seit 2006 als Associate Professor beschäftigt ist. Weiters ist er als Experte im Österreichischen Normungsinstitut und als „Allgemein besoldeter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger“ für das Bauwesen tätig.

Als Autor hat er die Bücher „Baublaufplanung und Logistik im Baubetrieb“ und „Schalarbeiten“ veröffentlicht sowie zahlreiche Beiträge zu baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themen.

Praktische Erfahrungen in der Bausauführung konnte Dr. Hofstadler auf verschiedenen Baustellen sammeln, vor allem in den Bereichen Hoch- und Brückenbau sowie in der Gebäudesanierung und bei Umbauten.

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb



Ing. Mag. Gerald Franzl MBA besuchte die Höhere Technische Lehranstalt für Tiefbau in Linz, an der er 1985 maturierte.

Fundierte praktische Erfahrungen machte er im Bereich der Bauleitung, bis er 1989 in die Betonstahlbearbeitung wechselte. Die betriebswirtschaftlichen Betrachtungen und Optimierungen für Bewehrungsunternehmen und die daraus resultierenden Unternehmensziele waren bereits in seinem Masterstudium für Executivmanagement 2004 sein zentrales Thema. Der Stellenwert und das Image der Bewehrungsarbeiten in der täglichen Praxis faszinierten ihn schon damals.

Später war er Mitinitiator des Ausbildungslehrganges für Eisenflechtvorarbeiter an der Bauakademie. Die langjährige Tätigkeit im Projektmanagement sowie in der Geschäftsführung für Bewehrungsarbeiten zeichnen ihn heute als Experten mit reichem Praxis-Know-how aus, der alle seine Erfahrungen zur bauwirtschaftlichen Bedeutung dieser im modernen Bauwesen unverzichtbaren Branche in dieses Buch eingebracht hat.

Christian Hofstadler & Gerald Franzl

Bewehrungsarbeiten im Baubetrieb

Christian Hofstadler & Gerald Franzl

ISBN 978-3-200-02149-5



VÖBV

Herausgeber: VÖBV Verband Österreichischer Eisen- und Verfertigtechnik