

## Schalarbeiten

Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkulation

Bearbeitet von  
Christian Hofstadler

1. Auflage 2008. Buch. XX, 517 S. Hardcover

ISBN 978 3 540 85178 3

Format (B x L): 15,5 x 23,5 cm

Gewicht: 968 g

[Weitere Fachgebiete > Technik > Bauingenieurwesen](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

---

---

# 12 Kalkulation

---

In der Kalkulation werden die Kosten ermittelt, die in weiterer Folge als Grundlage für die Preisbildung dienen. Die Einzelkosten setzen sich aus den Anteilen Lohn, Gerät und Material zusammen. In der Regel werden im Leistungsverzeichnis die Geräte- und Materialanteile unter Sonstiges zusammengefasst. Zur Berechnung der Kosten wird im Bauwesen die Zuschlagskalkulation angewendet.

EDV-Programme werden meist zur Unterstützung für die Kalkulationen herangezogen bzw. ist vorgeschrieben, die Angebote auf Datenträger abzugeben. Plausibilitätskontrollen sind bei der Anwendung solcher Programme sehr wichtig, um mögliche Fehler aufzudecken. Aufwandswerte, Mittellohn und Angaben zu Material und Gerät können in diese Programme eingegeben werden. Getrennt nach den ausgeschriebenen Positionen werden die Kosten und in letzter Konsequenz die Preise ermittelt.

Für die Angebotslegung sind die „ausgepreisten“ Leistungsverzeichnisse abzugeben. Bezuglich des Standards gibt es Normen und Richtlinien, zusätzlich können auch Kalkulationsformblätter gefordert sein.

In diesem Kapitel wird auf Kalkulationsmöglichkeiten abseits der Standardkalkulationen eingegangen. Je nach Projektphase wird in Grob- und Detailkalkulation unterschieden. Die damit erzielten Ergebnisse können einfach in die Standardkalkulationen und EDV-Programme eingebunden werden.

## 12.1 Grundlagen zur Kalkulation

Für die Kalkulation wird in verschiedene Phasen und Detaillierungsstufen unterschieden.

### 12.1.1 Phasen der Kalkulation

Im Bauwesen wird in verschiedene Kalkulationsphasen (siehe Abb. 12-1) unterschieden. Im Wesentlichen gibt es zwei Phasen:

- Kalkulation vor Auftragserteilung
- Kalkulation nach Auftragserteilung

Im Zuge der Angebotslegung und gegebenenfalls nach einer zulässigen Auftragsverhandlung werden verbindliche Preise für das Bauvorhaben vereinbart.

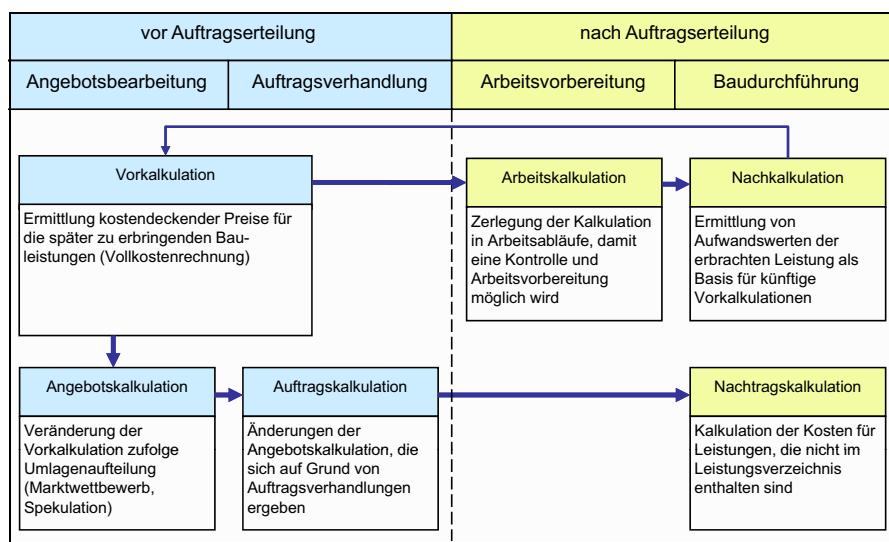


Abb. 12-1 Phasen der Kalkulation im Bauwesen [Drees/Paul<sup>1)</sup>]

Nach Auftragserteilung wird eine Arbeitskalkulation erstellt. Für Leistungen, die nicht in der Bandbreite des Vertrags enthalten waren, wird eine Nachtragskalkulation durchgeführt, die als Basis für die Nachtragsverhandlungen dient.

<sup>1)</sup> vgl. Drees/Paul. Kalkulation von Baupreisen. 20

Die Bandbreite bezieht sich qualitativ auf die Art und Umstände der Leistungserbringung sowie quantitativ auf den Umfang der Leistung. Wann diese Grenze überschritten wird, folgt aus dem Bauvertrag und der Auslegung der Bestimmungen. Qualitative und quantitative Beispiele haben Nitsche/Nöstlthaller/Raab<sup>2)</sup> in ihrer Veröffentlichung eingehend beschrieben.

Im Zuge von Soll/Ist-Vergleichen werden die tatsächlichen Aufwandswerte, Leistungswerte und die Geräte- und Materialkosten ermittelt. Anhand dieser Ist-Daten wird die Nachkalkulation durchgeführt.

Für die Kalkulation wählt man in der Regel die Vorgangsweise von der Grobkalkulation zur Detailkalkulation. Vor der Grobkalkulation werden für die Einheitspreise Erfahrungswerte angesetzt und dann eine ABC-Analyse durchgeführt. In weiterer Folge werden für alle A-Positionen und die maßgebenden B-Positionen die Kosten im Rahmen einer Grobkalkulation ermittelt. Danach wird eine neuartige ABC-Analyse durchgeführt. Für alle A-Positionen und einige ausgewählte B-Positionen (die sich hinsichtlich der Kosten deutlich von den anderen B-Positionen abheben) sowie vom AG ausgewiesene wesentliche Positionen wird in weiterer Folge eine Detailkalkulation durchgeführt. C-Positionen können mittels Grobkalkulation bearbeitet werden.

### 12.1.1.1 Angebotskalkulation

In der Angebotskalkulation werden anhand der Ausschreibungsunterlagen die Kosten und in weiterer Folge Preise ermittelt. Die Ermittlung der Kosten erfolgt unter Berücksichtigung der Bauwerks-, Baustellen-, Bauverfahrens- und Betriebsbedingungen. Im Stadium der Angebotskalkulation liegen weder detaillierte Pläne vor, noch sind die Baustellenbedingungen genau kalkulierbar. Die in der Kalkulation ermittelten Preise sind mit Unsicherheiten behaftet, die es zu berücksichtigen gilt. Bei den Bauverfahren ist es wichtig, bereits im Angebotsstadium zu erkennen, welche Verfahren und Systeme keinesfalls nicht eingesetzt werden können.

### 12.1.1.2 Auftragskalkulation

Bei privaten Auftraggebern können vor Auftragserteilung Auftragsverhandlungen durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Verhandlungen werden letzte Details geklärt.

<sup>2)</sup> Nitsche/Nöstlthaller/Raab (2004). Beitrag zur Mengenklauseln nach ÖN B 2110

Folgende Ergebnisse der Auftragsverhandlungen können in die Angebotskalkulation eingearbeitet werden:

- Preisnachlässe
- Streichen von Positionen
- Aufnahme neuer Positionen
- Ersatz von Normal- durch Wahlpositionen
- Behandlung von Alternativvorschlägen
- Mengenänderungen
- Änderungen der Bauzeit
- Qualitätsänderungen (z.B. den Sichtbeton betreffend)
- geänderte Bauherrnwünsche
- neue Erkenntnisse aus den Verhandlungsgesprächen
- neue Unterlagen etc.

### 12.1.1.3 Arbeitskalkulation

Nach Auftragerteilung wird mit der Arbeitsvorbereitung für die Bauausführung begonnen. Es wird u.a. geprüft welche Leistungen an Nachunternehmer vergeben werden und mit den Nachunternehmern über mögliche Preisnachlässe verhandelt. Im Zuge der Arbeitsvorbereitung wird mit den Planungsmaßnahmen Baustelleneinrichtung, Bauablaufplanung, Logistik und Verfahrensvergleich die wirtschaftlich optimale Herstellung des Bauwerks geplant. Wenn sich aufgrund von Änderungen in den Vertragsunterlagen Auswirkungen für Mengen und Preise ergeben, ist das in der Auftragskalkulation zu berücksichtigen.

Aus den Optimierungen und unter Berücksichtigung der Angebotskalkulation werden die Vorgaben für die Ausführung formuliert. Die Vorgaben beziehen sich auf Aufwands- und Leistungswerte sowie Geräte- und Materialkosten.

Als Controllinginstrument hat die Arbeitskalkulation eine hohe Bedeutung. Basierend auf der Arbeitskalkulation werden Soll/Ist-Vergleiche durchgeführt.

### 12.1.1.4 Nachkalkulation

Aus der Arbeitskalkulation folgen die Vorgaben für Aufwandswerte und Kosten für die Bauausführung. Durch die Nachkalkulation werden die tatsächlich erzielten Aufwandswerte und Kosten ermittelt und den Werten aus der Arbeitskalkulation gegenübergestellt. Für eine grobe Betrachtung können z.B. einzelnen Bauteilgruppen getrennt behandelt werden.

Im Rahmen einer detaillierten Bearbeitung werden die erzielten Werte für die einzelnen Fertigungsabschnitte mit Vorgaben der Arbeitskalkulation verglichen.

### 12.1.1.5 Nachtragskalkulation

Für Bauleistungen, die außerhalb der Bandbreite (z.B. Art, Umfang, Umstände) des abgeschlossenen Vertrages liegen, jedoch zur Ausführung der vertraglichen Leistung erforderlich sind oder für Leistungen, für die sich die Preisgrundlagen (Bandbreite des Vertrags beachten) geändert haben, ist die Erstellung einer Nachtragskalkulation erforderlich, die als Grundlage für einen Nachtrag dient.

Die Nachträge sind dem Grunde nach ehst möglich geltend zu machen. Über die Höhe sind im Zuge der Ankündigung ungefähre Angaben zu machen. Dem Bauherrn muss jedenfalls Gelegenheit gegeben werden, frei zu disponieren.

### 12.1.2 Zuschlagskalkulation

Im Bauwesen wird in der Regel die Zuschlagskalkulation zur Ermittlung der Kosten und in weiterer Folge der Preise herangezogen. Das Schema für die Zuschlagskalkulation ist in Abb. 12-2 dargestellt.

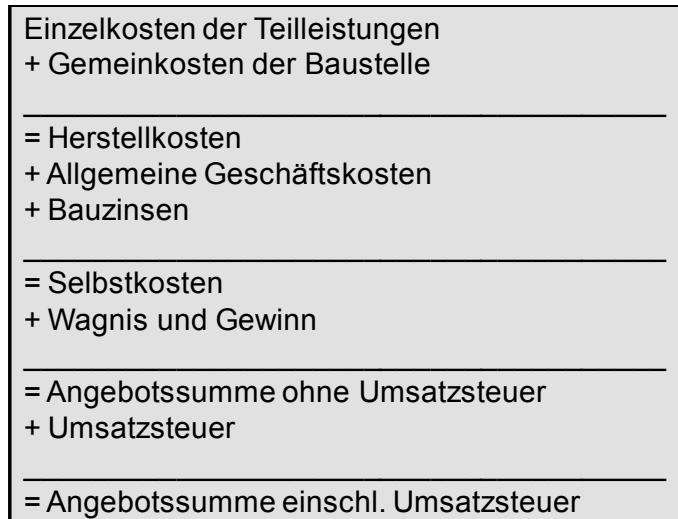


Abb. 12-2 Zuschlagskalkulation

Die Einzelkosten werden für die Teilleistungen direkt - getrennt nach Lohn-, Gerät- und Materialkosten - ermittelt.

## 12.2 Kalkulationsgrundlagen für die Lohnkosten

Durch Multiplikation des Aufwandwertes und des Mittellohns folgen die Lohnkosten für die Schalarbeiten. Je nach Betrachtungsebene - Grob- oder Detailkalkulation - werden die Schalarbeiten insgesamt oder z.B. differenziert nach Bauteilen betrachtet.

### 12.2.1 Mittellohnkosten

Je nach Betrachtungstiefe werden die Mittellohnkosten überschlägig ermittelt oder genau berechnet.

#### 12.2.1.1 Mittellohnkosten - Grobkalkulation

Für die Grobkalkulation können die Mittellohnkosten von vergleichbaren Projekten herangezogen und entsprechend zeitlich und betrieblich angepasst werden.

#### 12.2.1.2 Mittellohnkosten - Detailkalkulation

Im Rahmen einer genauen Betrachtung, werden die Mittellohnkosten anhand von Formblättern berechnet (z.B. in Österreich: K3-Blatt und Hilfsblätter). Es werden dabei folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Zusammensetzung der Mannschaft (Facharbeiter, angelernte Facharbeiter, Hilfsarbeiter etc.)
- Arbeitszeitmodell
- Kollektivvertraglicher Mittellohn
- Überkollektivvertragliche Mehrlöhne
- Aufzahlung für Mehrarbeit
- Aufzahlung für Erschwernisse
- abgabenpflichtige und nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile
- Lohnnebenkosten etc.

## 12.2.2 Aufwandswert

Aufwandswerte haben eine zentrale Bedeutung für die Kalkulation von arbeitsintensiven Tätigkeiten. Als wesentliche Einflussgröße auf die Arbeitsleistung haben Aufwandswerte auch einen hohen baubetrieblichen Stellenwert für den Verfahrensvergleich und die Planung des Bauablaufs, der Baustelleneinrichtung und der Logistik.

Den Aufwandswerten kommt auch in der Bauablaufplanung eine zentrale Bedeutung zu. Die Größenordnung der Aufwandswerte beeinflusst die Arbeitsproduktivität und damit maßgeblich die Leistung in den einzelnen Ablaufabschnitten.

Aufwandswerte stellen in der Angebotsphase eine wesentliche Grundlage zur Kosten- und Zeitberechnung dar. In der Phase der Arbeitsvorbereitung sind sie wichtiger Bestandteil für die Berechnung der Dauer der einzelnen Vorgänge und damit in weiterer Folge des gesamten Fertigungsablaufs. Auch logistische Überlegungen werden über die Leistung indirekt von der Höhe der spezifischen Aufwandswerte beeinflusst (Differenzierung siehe Abb. 12-3).

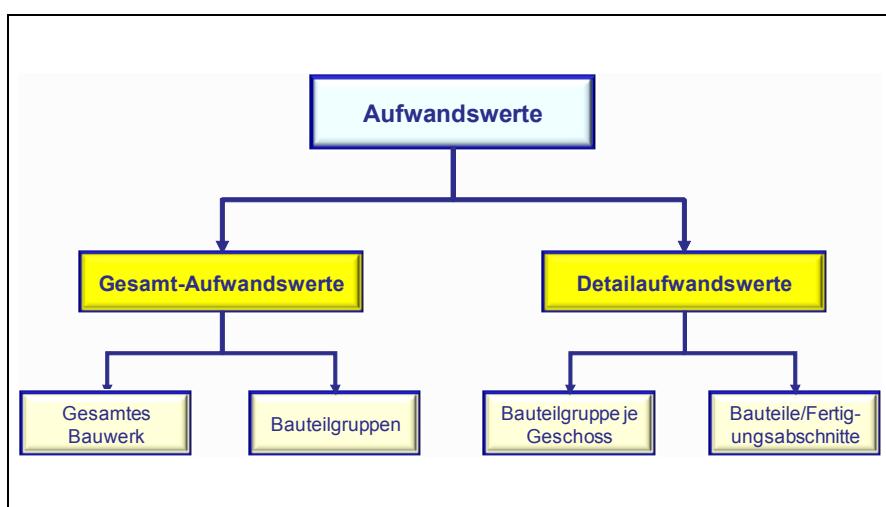


Abb. 12-3 Aufwandswerte - Differenzierungen [Hofstadler]

Im Zuge z.B. der Nachkalkulation oder des Baustellen-Controllings werden Daten aus der Bauausführung systematisch aufgezeichnet. Wenn die Gesamtstunden und die spezifische Produktionsmenge für eine Leistung erfasst sind, berechnet sich der Aufwandswert für eine Tätigkeit (oder Vorgang etc.) nach Glg.(12-1).

Der Aufwandwert ist der Quotient aus der Summe der Lohnstunden  $\sum L_{Std, a, v, i}$  und der Produktionsmenge  $M_{a, v, i}$ .

$$AW_{a, v, i} = \frac{\sum L_{Std, a, v, i}}{M_{a, v, i}} \quad (12-1)$$

### 12.2.2.1 Gesamt-Aufwandwert für die Stahlbetonarbeiten

Die Arbeitsintensität für die Stahlbetonarbeiten eines Bauwerks oder Bauteile wird hier durch die Kennzahl Gesamt-Aufwandwert ausgedrückt. Dieser gibt den Arbeitsaufwand für die Stahlbetonarbeiten bezogen auf den Kubikmeter Beton an. Der Gesamt-Aufwandwert ist der Durchschnittswert für die gesamten Stahlbetonarbeiten eines Bauwerks oder Bauteilgruppen.

In der Größenordnung des Gesamt-Aufwandwertes für die Stahlbetonarbeiten sind alle systemimmanen Tätigkeiten wie Schalen, Bewehren und Betonieren zu berücksichtigen.

#### 12.2.2.1.1 Gesamt-Aufwandwert für das Bauwerk

Zur globalen Betrachtung der Arbeitsintensität eines Bauwerks – in der Phase der Grobplanung – werden die spezifischen Aufwandwerte für das Schalen, Bewehren und Betonieren zum Gesamt-Aufwandwert zusammengefasst.

Der Gesamt-Aufwandwert gibt den Aufwand an Lohnstunden für den Kubikmeter eingebauten Beton an und wird hier nach Glg.(12-2) berechnet.

$$AW_{STB} = AW_{S, MW} \cdot s_{g, bwk} + AW_{BW, MW} \cdot bw_{g, bwk} + AW_{BT, MW} \quad (12-2)$$

Der erste Term ist das Produkt des mittleren Aufwandwertes für die Schalarbeiten [ $Std/m^2$ ] und dem Schalungsgrad [ $m^2/m^3$ ]. Aus der Multiplikation des mittleren Aufwandwertes für die Bewehrungsarbeiten [ $Std/to$ ] und dem Bewehrungsgrad [ $to/m^3$ ] folgt der zweite Term. Am Ende steht der mittlere Aufwandwert für die Betonarbeiten [ $Std/m^3$ ].

In der Grobplanung wird für eine erste Einschätzung der Arbeitsintensität für die Stahlbetonarbeiten ein Minimal- bzw. Maximalwert für die einzelnen Parameter in Glg.(12-2) eingesetzt. Damit lässt sich für den Gesamt-Aufwandwert ein minimaler und maximaler Wert berechnen.

Innerhalb dieser Bandbreite (siehe Glg.(12-3)) soll der später ermittelte Gesamt-Aufwandswert liegen, der z.B. im Zuge der Nachkalkulation ermittelt wird.

$$AW_{STB, MIN} \leq AW_{STB} \leq AW_{STB, MAX} \quad (12-3)$$

### 12.2.2.1.2 Gesamt-Aufwandswert für Bauteilgruppen

Wird der Gesamt-Aufwandswert auf einzelne Bauteilgruppen wie z.B. Fundamente, Stützen, Wände oder Decken bezogen, erfolgt die Berechnung nach Glg.(12-4).

$$AW_{STB, i} = AW_{S, MW, i} \cdot s_{g, btg, i} + AW_{BW, MW, i} \cdot bw_{g, btg, i} + AW_{BT, MW, i} \quad (12-4)$$

Aufgrund der Unsicherheiten in den Mengen und Aufwandswerten wird der Gesamt-Aufwandswert in einer Bandbreite berechnet. Der tatsächliche Wert sollte innerhalb dieser Bandbreite liegen.

$$AW_{STB, MIN, i} \leq AW_{STB, i} \leq AW_{STB, MAX, i} \quad (12-5)$$

Aus der Arbeitskalkulation wird für die Arbeitsvorbereitung ein exakter Wert vorgegeben. Dieser Gesamt-Aufwandswert sollte in der Ausführung nicht überschritten werden (Voraussetzung: realitätsnahe Ermittlung des Aufwandswertes im Zuge der Arbeitskalkulation).

Nach Berechnung der Gesamt-Aufwandswerte für die jeweilige Bauteilgruppe kann mit den Einzelwerten der Gesamt-Aufwandswert für das gesamte Bauwerk nach Glg.(12-6) ermittelt werden.

$$AW_{STB} = \frac{\sum_i^n (AW_{STB, i} \cdot BT_{M, i})}{\sum_i^n BT_{M, i}} \quad (12-6)$$

### 12.2.2.2 Mittlerer Aufwandswert für die Schalarbeiten - Hochbau

Der mittlere Aufwandswert für die Schalarbeiten eines Bauwerks im Hochbau setzt sich aus den Aufwandswerten und Schalflächen der einzelnen Bauteile

(Fundamente, Wände, Stützen, Decken, sonstige Bauteile) zusammen. Im Zähler werden die jeweiligen Produkte aus Aufwandswerten und Schalflächen der einzelnen Bauteile addiert. Die Summe der Schalflächen der einzelnen Bauteile des Bauwerks steht im Nenner.

$$\text{AW}_{S, MW} = \frac{\sum (S_{F, FU, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, FU, i}) + \sum (S_{F, WD, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, WD, i})}{\sum S_{F, FU, i} + \sum S_{F, ST, i} + \sum S_{F, WD, i} + \sum S_{F, D, i} + \sum S_{F, SO, i}} + \frac{\sum (S_{F, ST, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, ST, i}) + \sum (S_{F, D, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, D, i}) + \sum (S_{F, SO, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, SO, i})}{\sum S_{F, FU, i} + \sum S_{F, ST, i} + \sum S_{F, WD, i} + \sum S_{F, D, i} + \sum S_{F, SO, i}} \quad (12-7)$$

### 12.2.2.3 Mittlerer Aufwandswert für die Schalarbeiten - Brückenbau

Der mittlere Aufwandswert für die Schalarbeiten einer Stahlbetonbrücke setzt sich aus den Aufwandswerten und Schalflächen der einzelnen Bauteile (Fundamente, Widerlager, Pfeiler, Tragwerk, Randbalken, sonstige Bauteile) zusammen.

$$\text{AW}_{S, MW} = \frac{\sum (S_{F, FU, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, FU, i}) + \sum (S_{F, WL, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, WL, i})}{\sum S_{F, FU, i} + \sum S_{F, WL, i} + \sum S_{M, PF, i} + \sum S_{F, TW, i} + \sum S_{F, SO, i}} + \frac{\sum (S_{F, PF, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, PF, i}) + \sum (S_{F, TW, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, TW, i}) + \sum (S_{F, SO, i} \cdot \text{AW}_{S, MW, SO, i})}{\sum S_{F, FU, i} + \sum S_{F, WL, i} + \sum S_{F, PF, i} + \sum S_{F, TW, i} + \sum S_{F, SO, i}} \quad (12-8)$$

Im Zähler werden die jeweiligen Produkte aus Aufwandswerten und Schalflächen der einzelnen Bauteile addiert.

Die Summe der Schalflächen der einzelnen Bauteile des Bauwerks steht im Nenner.

### 12.2.2.4 Detailaufwandswert für einen Bauteil oder Fertigungsabschnitt

Zur Berechnung des Aufwandswertes für einen Bauteil oder Fertigungsabschnitt wird in Glg.(12-9) eingesetzt. Der Aufwandswert wird auf die Abrech-

nungsmenge bezogen, die durch Umrechnungsfaktoren in den jeweiligen Teilaufwandswerten zu berücksichtigen ist.

Im ersten und zweiten Term wird jeweils der Aufwandswert für Einschalen sowie für Ausschalen inkl. Umsetzen mit dem Faktor für die Regelfläche multipliziert. Der Aufwandswert für die Passflächen wird im dritten Term mit dem Passflächenfaktor multipliziert. Der Aufwandswert für die Einarbeitung wird mit dem Flächenfaktor für die Einarbeitung und jener für die Randabschalung mit dem Flächenfaktor für die Randabschalung multipliziert. Im letzten Term steht das Produkt aus dem Aufwandswert für Sonstiges und dem entsprechenden Flächenfaktor.

$$\begin{aligned} AW_{S,i} = & AW_{S,E,RF,i} \cdot f_{RF} + AW_{S,A,RF,i} \cdot f_{RF} + AW_{S,PF,i} \cdot f_{PF} + AW_{S,EZ,i} \cdot f_{EZ} + \\ & + AW_{S,RD,i} \cdot f_{RD} + AW_{S,SO,i} \cdot f_{SO} \end{aligned} \quad (12-9)$$

Die einzelnen Umrechnungsfaktoren werden aus dem Quotienten der spezifischen Fläche und der Abrechnungsfläche nach Glg.(12-10) berechnet.

$$f_i = \frac{S_{F,i}}{S_{F,ABR}} \quad (12-10)$$

Mit den einzelnen Aufwandswerten und Schalflächen der Fertigungsabschnitte oder Bauteile kann der Mittelwert für eine Bauteilgruppe des gesamten Bauwerks oder Geschosses nach Glg.(12-11) berechnet werden.

$$AW_{S,MW,BT,i} = \frac{\sum_i^n (AW_{S,i} \cdot S_{F,i})}{\sum_i^n S_{F,i}} \quad (12-11)$$

### 12.2.2.5 Einflüsse auf den Aufwandswert - Baubetriebliche Betrachtung

In der Abb. 12-4 sind einige Einflüsse auf die Größenordnung von Aufwandswerten dargestellt. Diese Darstellung zeigt die komplexe Zusammensetzung von Aufwandswerten (exemplarische Darstellung). Die Gliederungstiefe und -breite kann entsprechend angepasst werden.

Für eine solide Aufwandswertermittlung sind die Leistungen zeitlich und tätigkeitsbezogen klar abzugrenzen (z.B. keine Umlagerungen in andere Leistungen und keine doppelte Erfassung).

Für die systematische Darstellung der Daten sind Angaben zu den Bauwerks-, Baustellen- und Betriebsbedingungen unumgänglich. Anhand dieser zusätzlichen Informationen soll für die Verwendung der vergangenheitsbezogenen Aufzeichnungen eine Verbesserung in der Genauigkeit bei der Ermittlung (Berechnung) der Aufwandswerte für zukünftige Projekte erzielt werden.

Im Rahmen der Bauausführung sollen zeitnahe Leistungsfeststellungen durchgeführt werden. Aus diesen Leistungsfeststellungen wird auf die Ist-Aufwandswerte geschlossen. In einem zeitlich und betrieblich richtig abgegrenzten Soll/Ist-Vergleich können Abweichungen festgestellt werden. Diese Analyse zeigt, ob man im Soll liegt, zu schnell oder zu langsam baut.

In einer Abweichungsanalyse sind die Ursachen für die Störungen zu finden. Anhand von Prognosen soll ermittelt werden, ob die Projektziele gefährdet sind.

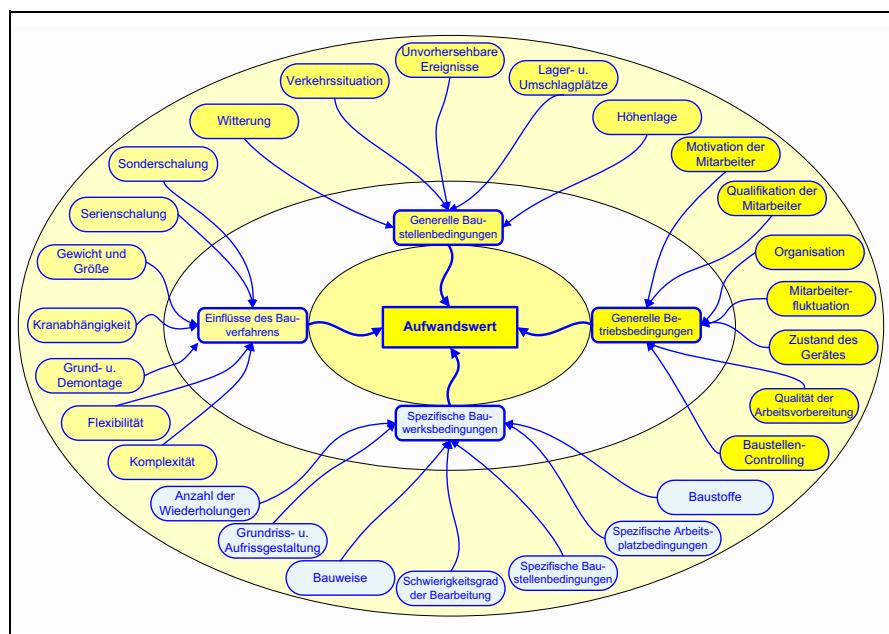


Abb. 12-4 Vielfalt der Einflüsse auf den Aufwandwert – Beispiel: Schalarbeiten [Hofstadler<sup>3)</sup>]

<sup>3)</sup> Hofstadler (2006). Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. 20

Wenn zu einem bestimmten Zeitpunkt der Soll/Ist-Vergleich durchgeführt wird, kann sich z.B. folgendes Szenario ergeben (siehe Abb. 12-5):

- mit der Zeit und Quantität liegt man im Plansoll
- mit den Kosten liegt man im Vorsprung, d.h. der Auftragnehmer produziert wirtschaftlicher als kalkuliert
- mit der Qualität ist man im Rückstand, d.h. die Qualitätsvorgaben konnten nicht bzw. nur teilweise erfüllt werden

Die Ursachen für die Qualitätsabweichungen sind zu ergründen und Verbesserungsmaßnahmen zu prüfen. Gelingt es nicht die geforderte Qualität zu erbringen, kann nach Abnahme/Übernahme der Leistungen durch Defizite in der Qualität der Kostenvorteil wieder reduziert werden. Werden im Rahmen von zeitnahen Soll/Ist-Vergleichen während der Bauausführung Abweichungen festgestellt, können nach Analyse der Gründe für die Abweichungen Gegensteuerungsmaßnahmen gesetzt und Trend-Analysen durchgeführt werden.

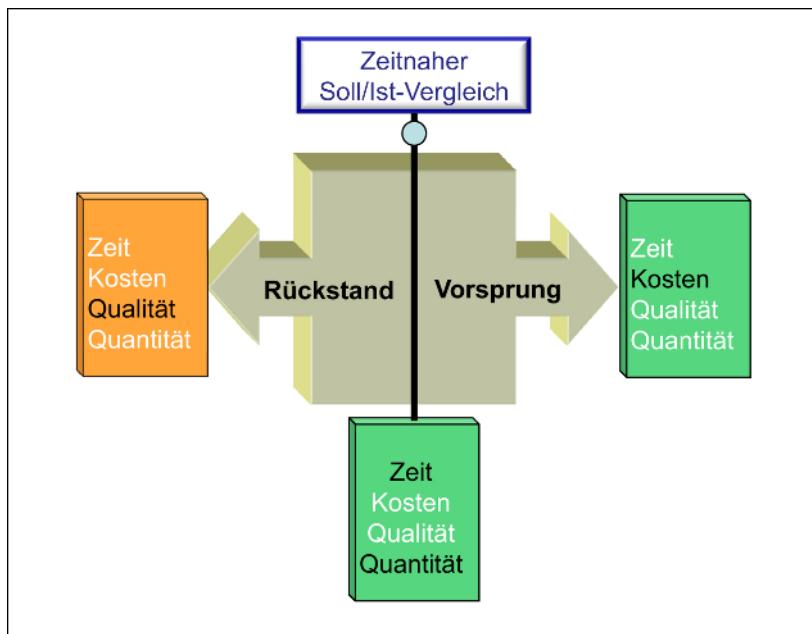


Abb. 12-5 Soll/Ist-Vergleich [Hofstadler]

Wie in *Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb*<sup>4)</sup> gezeigt wird, können mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung diese Unsicherheiten in den

<sup>4)</sup> Hofstadler (2006). Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb

Ansätzen systematisch in der Berechnung des Gesamt-Aufwandswertes und der Detailaufwandswerte sowie in weiterer Folge der Dauer berücksichtigt werden.

### 12.2.2.6 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. 12-6) ein. Grundsätzlich sollte die bauwirtschaftliche Betrachtung auf einer fundierten baubetrieblichen Betrachtung aufbauen. Erst wenn man über die wahrscheinlichsten Aufwandswerte Kenntnis besitzt, kann auf bauwirtschaftliche Interessen und Zwänge eingegangen werden.

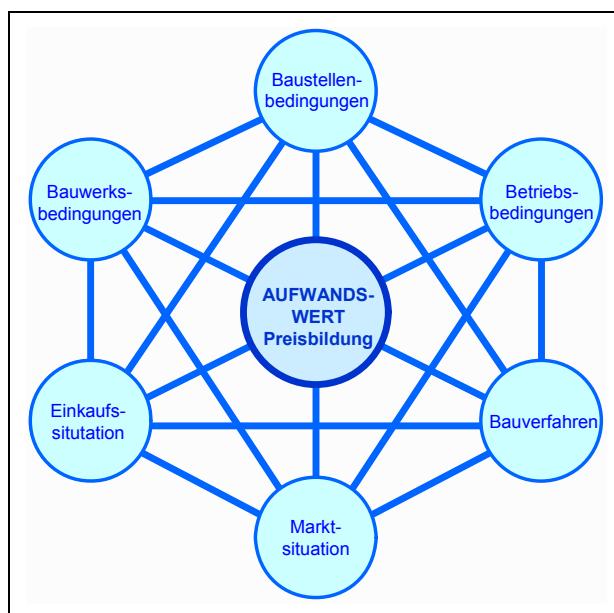


Abb. 12-6 Aufwandswert - Preisbildung [Hofstadler]

### 12.2.2.7 Quellen für Aufwandswerte

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

Wesentliche Möglichkeiten um erste Richtwerte für Aufwandswerte zu erhalten sind in Abb. 12-7 dargestellt. Hauptsächlich kann dabei auf interne oder externe Quellen zurück gegriffen werden. Mit internen Quellen sind die Datenaufzeichnungen der Auftragnehmer gemeint, welche die Leistungen erbringen. Sie können aufgrund von abgeschlossenen Projekten auf eigene Erfahrungen zurückgreifen.

Werden die Aufwandswerte systematisch erfasst und abgegrenzt, bieten sie eine ausgezeichnete Basis, neue Projekte auf deren Arbeitsaufwand hin zu beurteilen. Mit systematischer Erfassung ist die Einteilung des Bauwerks 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.

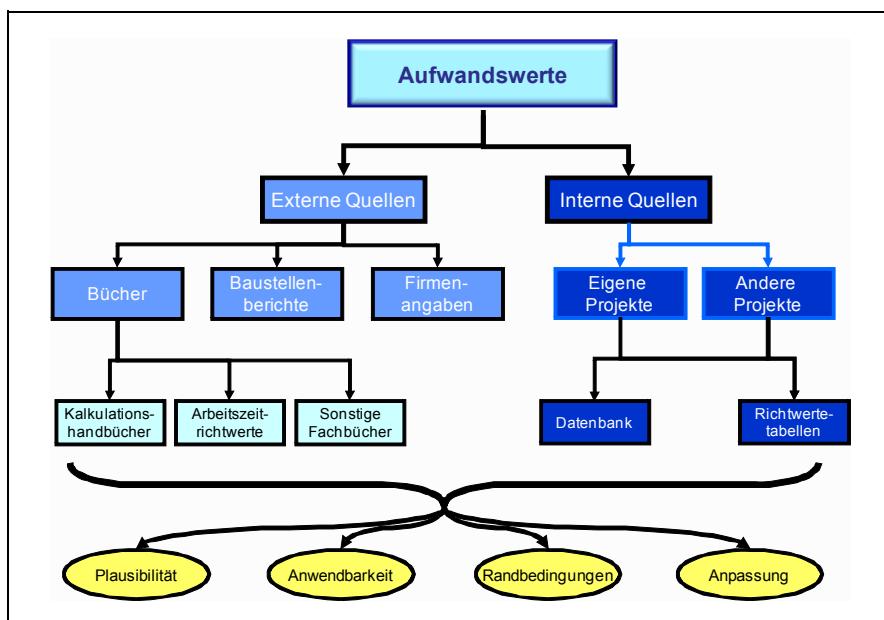


Abb. 12-7 Herkunft der Aufwandswerte [Hofstadler]

Unter externen Quellen sind hier Bücher, Baustellenberichte und Herstellerangaben zusammengefasst.

Möglichkeiten, die Größenordnung der Aufwandswerte über Bücher zu bestimmen:

- Kalkulationshandbücher
- Berechnungen – Nomogramme
- Arbeitsstudien – Richtwerte-Tabellen
- 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 Projekt-Randbedingungen sind die entsprechenden Anpassungen auf die vorherrschenden Gegebenheiten vorzunehmen.

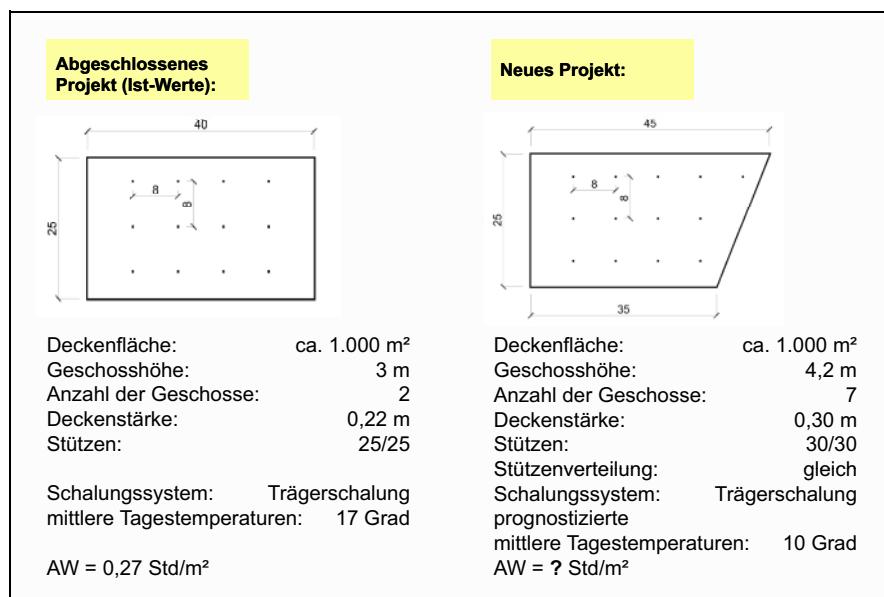


Abb. 12-8 Anpassung-Beispiel: Grundrisse und wesentliche Randbedingungen [Hofstadler]

In Abb. 12-8 ist ein Beispiel dazu dargestellt (vereinfachte Darstellung). Ein internes abgeschlossenes Projekt wird für ein aktuelles Projekt herangezogen. Auf der linken Seite ist der Grundriss (schematisch) eines vergleichbaren Projektes und auf der rechten Seite das aktuell zu bearbeitende Projekt

abgebildet. Beispielhaft sind die jeweiligen Randbedingungen auszugsweise gegenübergestellt.

Die Breite und Tiefe der Angaben über die erfassten Daten ist abhängig von der Organisation der jeweiligen Auftragnehmer und der diesbezüglichen Arbeitsanweisungen für die Baustelle. Unter Berücksichtigung der geänderten Bauwerks- und Betriebsbedingungen wird hier der mittlere Aufwandswert mit 0,35 Std/m<sup>2</sup> angesetzt.

Der höhere Aufwandswert für das geplante Projekt begründet sich hauptsächlich in folgenden Punkten:

- komplizierterer Grundriss (höherer Passflächenanteil)
- größere Geschoss Höhe
- prognostizierte niedrigere Tagestemperaturen
- größere Deckenstärke: bei Trägerschalung folgt daraus eine engere Asteilung der Träger und Stützen und damit erhöht sich die Stückliste

Diese hier vereinfacht dargestellte Betrachtung zeigt einen Ausschnitt der systematischen Vorgangsweise. In Kombination mit der später dargestellten Aufwandwertematrix kann damit eine Bandbreite für die Aufwandswerte festgelegt werden.

### 12.2.2.8 Aufwandwertematrix - Schalarbeiten

Die Ermittlung der Aufwandswerte stellt eine wesentliche Grundlage für die Kalkulation dar. Von der Höhe der Aufwandswerte hängt der Lohnanteil der kalkulierten Positionen ab. In Abb. 12-9 ist die Aufwandwertematrix für Schalarbeiten dargestellt. Anhand dieser Matrix können die Aufwandswerte systematisch ermittelt und später den Ist-Werten gegenüber gestellt werden. Diese Matrix ist in 10 Spalten unterteilt.

In Spalte 1 sind die Bauteile angeführt. Für das dargestellte Beispiel wurden die Bauteile für Hochbauprojekte herangezogen. Unter „Sonstige Bauteile“ können projektspezifische Eintragungen vorgenommen werden.

Die Mengen sind in der zweiten Spalte und der Anteil an der gesamten Schalfläche in der dritten eingetragen.

In der vierten Spalte sind Aufwandswerte von 0,20 aufsteigend bis 1,30 Std/m<sup>2</sup> auswählbar. Es kann hier jeweils ein minimaler und maximaler Aufwandswert (erste bzw. zweite Zeile eines Bauteils) ausgewählt werden. Auch andere - niedrigere oder höhere Aufwandswerte - können in die Matrix eingetragen werden. Die hinterlegten Flächen einer jeden Zeile geben die Bandbreite der Aufwandswerte aus vergangenen Projekten an.

Idealerweise basieren die Werte für die dargestellte Bandbreite aus ähnlichen Projekten. Beispielsweise können Projekte in verschiedenen Schwierigkeitsklassen zusammengefasst werden.

| Bauteil                              | Menge | Anteil der Menge | Aufwandswerte - Schalarbeiten                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Aufwandswerte - Minimum           |                       |                       | Aufwandswerte - Maximum |                       |                       |     |
|--------------------------------------|-------|------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|
|                                      |       |                  | 4   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 5                                 | 6                     | 7                     | 8                       | 9                     | 10                    |     |
|                                      |       |                  | [Std/m <sup>2</sup> ]   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                   | [Std/m <sup>2</sup> ] | [Std/m <sup>2</sup> ] | [%]                     | [Std/m <sup>2</sup> ] | [Std/m <sup>2</sup> ] | [%] |
|                                      |       |                  | <   | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10                              | 1,20                  | 1,30                  | >                       |                       |                       |     |
| Einzelfundamente, Streifenfundamente | 50    | 0,55             |   | 0,50 |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,50                              | 0,003                 | 0,57                  | 0,60                    | 0,003                 | 0,51                  |     |
| Fundamentplatten                     | 650   | 7,11             |   | 0,40 |      | 0,50 |      |      |      |      |      |      | 0,40                              | 0,028                 | 5,89                  | 0,50                    | 0,036                 | 5,50                  |     |
| Stützen                              | 160   | 1,75             |   | 0,50 |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,50                              | 0,009                 | 1,81                  | 0,70                    | 0,012                 | 1,88                  |     |
| Wände                                | 5.550 | 60,72            |   | 0,50 |      | 0,70 |      |      |      |      |      |      | 0,50                              | 0,304                 | 62,88                 | 0,70                    | 0,425                 | 65,69                 |     |
| Decken                               | 2.400 | 26,26            |   | 0,40 |      | 0,70 |      |      |      |      |      |      | 0,40                              | 0,105                 | 21,75                 | 0,50                    | 0,131                 | 20,29                 |     |
| Unterzüge, Überzüge                  | 0     | 0,00             |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,00                              | 0,000                 | 0,00                  | 0,00                    | 0,000                 | 0,00                  |     |
| Träger, Binder                       | 250   | 2,74             |   |      |      | 0,90 |      |      |      |      |      |      | 0,90                              | 0,025                 | 5,10                  | 1,00                    | 0,027                 | 4,23                  |     |
| Treppen, Podeste                     | 40    | 0,44             |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,20                              | 0,005                 | 1,08                  | 1,70                    | 0,007                 | 1,15                  |     |
| Sonstige Bauteile                    | 40    | 0,44             |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,00                              | 0,004                 | 0,91                  | 1,10                    | 0,005                 | 0,74                  |     |
| Sonstige Bauteile                    | 0     | 0,00             |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,10                              | 0,000                 | 0,00                  | 0,00                    | 0,000                 | 0,00                  |     |
| Summe                                | 9.140 | 100,00           |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                   | Mittlerer Aufwandwert | 0,48                  | 100                     |                       | 0,65                  | 100 |
|                                      |       |                  | Mittlerer Schalungsgrad: 3,39 [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ] |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Ansatz für mittleren Aufwandwert: |                       |                       | 0,55                    | Std/m <sup>2</sup>    |                       |     |

Abb. 12-9 Schalarbeiten - Aufwandwertematrix [Hofstadler]

In Spalte 5 sind die für die jeweiligen Bauteile gewählten Minimalwerte angeführt. Die Umrechnung auf die gesamte Schalfläche erfolgt in der sechsten Spalte und der jeweilige Anteil ist in Spalte 7 angeführt.

Für die Maximalwerte sind die entsprechenden Werte in den Spalten 8 bis 10 dargestellt.

Durch die Summenbildung in der vorletzten Zeile erhält man die Durchschnittswerte für den minimalen und maximalen Aufwandswert. In der 6. und 9. Spalte der vorletzten Zeile ist die Bandbreite der tatsächlichen Aufwandswerte aus vergangenen Projekten dargestellt. Man sieht sofort, in welchem Bereich dieser Bandbreite die ermittelten Werte liegen. In weitere Folge können die dargestellten Bandbreiten mit Verteilungsfunktionen hinterlegt und mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung<sup>5)</sup> kann eine weitere Ergebnisverbesserung erzielt werden.

Anhand dieser Matrix kann eine Entscheidung über die Höhe der Aufwandswerte getroffen werden, die in weiterer Folge als Grundlage für die Ermittlung der Lohnkosten dienen.

<sup>5)</sup> vgl. Hofstadler (2006). Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb, 413 ff

## 12.3 Kalkulationsgrundlagen für die Gerätekosten

In Abhängigkeit von der Betrachtungstiefe werden die Gerätekosten überschlägig ermittelt oder genau berechnet.

Schalung wird in der heutigen Baupraxis gekauft oder gemietet, wobei in den Bereichen der mietbaren Serienschalungen der Mietanteil heute bereits überwiegt. Die Schalungshersteller geben bei ihren Produkten an, welche Schalungssysteme bzw. -elemente mietbar und welche zu kaufen sind.

Die Vorhaltemenge für die Ausführung ergibt sich aus einer detaillierten Ermittlung für die jeweiligen Bauteile. Grobe Abschätzungen der Vorhaltemengen für die einzelnen Bauteile führen meist zu Überkapazitäten oder zu Bauablaufstörungen. Für die Kalkulation ist für die erforderliche Vorhaltemenge eine Stückliste zu erstellen, in der die einzelnen Schalungselemente tabellarisch zusammengefasst sind. Die Stückliste wird entweder händisch erstellt oder es wird ein „Schalungsprogramm“ (Auszug siehe Abb. 12-11) dafür eingesetzt (z.B. Tipos, Elpos).

### 12.3.1 Gerätekosten - Grobkalkulation

Für die Grobkalkulation werden anhand der Ausschreibungsunterlagen nach Bauteilen differenziert, die durchschnittlichen Gerätekosten ermittelt. Als Grundlage dienen Erfahrungen aus abgeschlossenen Projekten. Die Werte aus vergangenen Projekten können nur dann sinnvoll verwendet werden, wenn diese unter Angabe der wesentlichsten Bauwerks-, Baustellen- und Betriebsbedingungen systematisch erfasst wurden.

In Abb. 12-10 ist die Gerätekostenmatrix für Schalarbeiten dargestellt. Diese Matrix ist wiederum in 10 Spalten unterteilt.

In Spalte 1 sind die Bauteile angeführt. Für das dargestellte Beispiel wurden die Bauteile für Hochbauprojekte herangezogen. Unter „Sonstige Bauteile“ können projektspezifische Eintragungen vorgenommen werden.

Die Mengen sind in der zweiten Spalte und der Anteil an der gesamten Schalfläche in der dritten eingetragen.

In der vierten Spalte sind Gerätekosten (Herstellkosten) von 2 aufsteigend bis 5,25 €/m<sup>2</sup> auswählbar. Es kann hier jeweils ein minimaler und maximaler Wert für die Gerätekosten (erste bzw. zweite Zeile eines Bauteils) ausgewählt werden. Auch andere - niedrigere oder höhere Gerätekosten - können in die Matrix eingetragen werden. Die hinterlegten Flächen einer jeden Zeile geben

die Bandbreite der Gerätekosten aus vergangenen Projekten an. Idealerweise basieren die Werte für die dargestellte Bandbreite aus ähnlichen Projekten. Beispielsweise können Projekte in verschiedenen Schwierigkeitsklassen zusammengefasst werden.

| Bauteil                              | Menge | Anteil der Menge | Gerätekosten - Schalarbeiten |  |  |      |      |      |      | Gerätekosten - Minimum |                       |       | Gerätekosten - Maximum |                       |        |      |        |       |
|--------------------------------------|-------|------------------|------------------------------|--|--|------|------|------|------|------------------------|-----------------------|-------|------------------------|-----------------------|--------|------|--------|-------|
|                                      |       |                  | 4 [€/m <sup>2</sup> ]        |  |  |      |      |      |      | 5 [€/m <sup>2</sup> ]  | 6 [€/m <sup>2</sup> ] | 7 [%] | 8 [€/m <sup>2</sup> ]  | 9 [€/m <sup>2</sup> ] | 10 [%] |      |        |       |
|                                      |       |                  | <                            | 2,00                                   | 2,25                                   | 2,50 | 2,75 | 3,00 | 3,25 | 3,50                   | 3,75                  | 4,00  | 4,25                   | 4,50                  | 4,75   | 5,00 | 5,25 > |       |
| Einzelfundamente, Streifenfundamente | 50    | 0,55             |                              | 2,75                                   |  |      |      |      |      |                        |                       |       | 2,75                   | 0,015                 | 0,52   | 3,00 | 0,016  | 0,53  |
| Fundamentplatten                     | 650   | 7,11             |                              | 2,50                                   |  |      |      |      |      |                        |                       |       | 2,50                   | 0,178                 | 6,20   | 2,75 | 0,196  | 6,27  |
| Stützen                              | 160   | 1,75             |                              | 2,75                                   |  |      |      | 3,00 |      |                        |                       |       | 3,00                   | 0,053                 | 1,83   | 3,25 | 0,057  | 1,82  |
| Wände                                | 5.550 | 60,72            |                              | 3,00                                   |  |      |      | 3,25 |      |                        |                       |       | 3,00                   | 1,822                 | 63,55  | 3,25 | 1,973  | 63,30 |
| Decken                               | 2.400 | 26,26            |                              | 2,50                                   |  |      |      | 3,25 |      |                        |                       |       | 2,50                   | 0,656                 | 22,90  | 2,75 | 0,722  | 23,16 |
| Unterzüge, Überzüge                  | 0     | 0,00             |                              | 2,75                                   |  |      |      | 3,75 |      |                        |                       |       | 0,00                   | 0,000                 | 0,00   | 0,00 | 0,000  | 0,00  |
| Träger, Binder                       | 250   | 2,74             |                              |  |  |      |      | 4,00 |      |                        |                       |       | 3,75                   | 0,103                 | 3,58   | 4,00 | 0,109  | 3,51  |
| Treppen, Podeste                     | 40    | 0,44             |                              |  |  |      |      | 4,00 |      |                        |                       |       | 5,25                   | 0,023                 | 0,80   | 5,75 | 0,025  | 0,81  |
| Sonstige Bauteile                    | 40    | 0,44             |                              |  |  |      |      | 4,25 |      |                        |                       |       | 4,00                   | 0,018                 | 0,61   | 4,25 | 0,019  | 0,60  |
| Sonstige Bauteile                    | 0     | 0,00             |                              |  |  |      |      |      |      |                        |                       |       | 0,00                   | 0,000                 | 0,00   | 0,00 | 0,000  | 0,00  |
| Summe                                | 9.140 | 100,00           |                              |  |  |      |      |      |      |                        |                       |       | Mittlere Gerätekosten  | 2,87                  | 100    |      | 3,12   | 100   |
|                                      |       |                  | Mittlerer Schalungsgrad:     | 3,39 [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ] | Ansatz für die mittleren Gerätekosten: |      |      |      |      |                        |                       |       | 3,05                   | €/m <sup>2</sup>      |        |      |        |       |

Abb. 12-10 Schalarbeiten - Gerätekostenmatrix [Hofstadler]

In Spalte 5 sind die für die jeweiligen Bauteile gewählten Minimalwerte angeführt. Die Umrechnung auf die gesamte Schalfläche erfolgt in der sechsten Spalte und der jeweilige Anteil ist in Spalte 7 angeführt.

Für die Maximalwerte sind die entsprechenden Werte in den Spalten 8 bis 10 dargestellt.

Durch die Summenbildung in der vorletzten Zeile erhält man die Durchschnittswerte für den minimalen und maximalen Wert für die Gerätekosten. In der 6. und 9. Spalte der vorletzten Zeile ist die Bandbreite der tatsächlichen Gerätekosten aus vergangenen Projekten dargestellt. Man sieht sofort, in welchem Bereich dieser Bandbreite die ermittelten Werte liegen. In weiterer Folge können die dargestellten Bandbreiten mit Verteilungsfunktionen hinterlegt und mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung<sup>6)</sup> kann eine weitere Ergebnisverbesserung erzielt werden.

Anhand dieser Matrix kann eine Entscheidung über die Höhe der Gerätekosten getroffen werden.

<sup>6)</sup> vgl. Hofstadler (2006). Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb, 413 ff

### 12.3.2 Gerätekosten - Detailkalkulation

Für eine detaillierte Betrachtung wird das Bauwerk in Fertigungsabschnitte eingeteilt. Die Anzahl der Fertigungsabschnitte folgt aus Optimierungsberechnungen. Für einen Fertigungsabschnitt wird für das Schalungssystem die Stückliste mittels Bemessungshilfe oder mit EDV-Unterstützung ermittelt. In Abb. 12-11 ist ein Auszug einer Stückliste aus dem Schalungsprogramm TIPOS<sup>7)</sup> dargestellt.

Stücklistenbearbeitung

Anzeigefilter: **Als Artikel** | Gesamtstückliste |  Verwendete Artikel |  Ergänzungspflicht

| Herst | Artikelnr. | Bezeichnung                         | Fr., Stk    | Baus | Bauh. | Lief | Man | Sum. | Best. |
|-------|------------|-------------------------------------|-------------|------|-------|------|-----|------|-------|
| DOKA  | 581823000  | Ankerstab 15,0mm verzinkt 1,00m     | Auf Anfrage | 0    | 0     | 132  | 0   | 132  | 132   |
| DOKA  | 581826000  | Ankerstab 15,0mm verzinkt 1,25m     | Auf Anfrage | 0    | 0     | 2    | 0   | 2    | 2     |
| DOKA  | 588582000  | Doka-Stützenzunge 150 / 90cm        | Auf Anfrage | 0    | 0     | 14   | 0   | 14   | 14    |
| DOKA  | 588246000  | Elementszüge 340                    | Auf Anfrage | 0    | 0     | 42   | 0   | 42   | 42    |
| DOKA  | 588108500  | FrameX Xlife-Element 0,30x2,70m     | Auf Anfrage | 0    | 0     | 2    | 0   | 2    | 2     |
| DOKA  | 588106500  | FrameX Xlife-Element 0,45x2,70m     | Auf Anfrage | 0    | 0     | 4    | 0   | 4    | 4     |
| DOKA  | 588105500  | FrameX Xlife-Element 0,55x2,70m     | Auf Anfrage | 0    | 0     | 4    | 0   | 4    | 4     |
| DOKA  | 588100500  | FrameX Xlife-Element 1,35x2,70m     | Auf Anfrage | 0    | 0     | 82   | 0   | 82   | 82    |
| DOKA  | 588122500  | FrameX Xlife-Uni-Element 0,90x2,70m | Auf Anfrage | 0    | 0     | 56   | 0   | 56   | 56    |
| DOKA  | 588168000  | FrameX-Ausgleichsspanner            | Auf Anfrage | 0    | 0     | 4    | 0   | 4    | 4     |
| DOKA  | 588150000  | FrameX-Klemmschiene 0,90m           | Auf Anfrage | 0    | 0     | 9    | 0   | 9    | 9     |
| DOKA  | 588148000  | FrameX-Klemmschiene 1,50m           | Auf Anfrage | 0    | 0     | 4    | 0   | 4    | 4     |
| DOKA  | 588153400  | FrameX-Schnellspanner RU            | Auf Anfrage | 0    | 0     | 254  | 0   | 254  | 254   |
| DOKA  | 588152000  | FrameX-Spannklemme                  | Auf Anfrage | 0    | 0     | 8    | 0   | 8    | 8     |
| DOKA  | 588143000  | FrameX-Stirnanker                   | Auf Anfrage | 0    | 0     | 4    | 0   | 4    | 4     |
| DOKA  | 588158000  | FrameX-Universalverbinde 10-16cm    | Auf Anfrage | 0    | 0     | 230  | 0   | 230  | 230   |
| DOKA  | 996000031  | Füllerchner baubereit               | Auf Anfrage | 0    | 0     | 2    | 0   | 2    | 2     |
| DOKA  | 189311000  | Kantholz (baubereit)                | Auf Anfrage | 0    | 0     | 4    | 0   | 4    | 4     |
| DOKA  | 581966000  | Superplatte 15,0                    | Auf Anfrage | 0    | 0     | 418  | 0   | 418  | 418   |

Mit \* gekennzeichnete Preise sind manuell geändert

Preis auf Vorgabe | Preis ändern |  | 0 |  |  |  |  |  |

Abb. 12-11 Stückliste für eine Trägerschalung [Hofstadler, Auszug aus TIPOS]

Die Auszüge aus den Schalungsprogrammen sind auf Vollständigkeit der Schalungselemente zu überprüfen. Weiters ist zu verifizieren, ob die vorgeschlagene Stückliste bei anderer Asteilung der Schalungselemente baubetriebliche und bauwirtschaftliche Vorteile ermöglicht (z.B. durch geringere Stückanzahl).

Für die Kalkulation der Gerätekosten können die Schalungselemente in das Kalkulationsformblatt in Tab. 12-1 eingetragen werden.

Die Gerätekosten setzen sich aus den Kosten für die einzelnen Elemente der Schalung zusammen und werden dann auf die Abrechnungsfläche (siehe

<sup>7)</sup> Doka (2007)

Bestimmungen im Leistungsverzeichnis bzw. vereinbarte Werkvertragsnorm) umgelegt. Bei Trägerschalungen besteht die Schalungshaut aus Schaltafeln (mit oder ohne Kantenschutz) und bei Fallkopfsystemen aus Paneelen. Die Schalungshaut ist dort in Aluminiumrahmen befestigt.

Von den Schalungsfirmen kann das Schalungsgerät gekauft oder gemietet werden. Bei Trägerschalungen können, bis auf Schaltafeln ohne Kantenschutz, alle Deckenschalungselemente gemietet werden. Bei der Fallkopfschalung können alle Bestandteile bis auf die Abdeckleisten gemietet werden.

Wird die Schalung gekauft, gibt es zwei Möglichkeiten die Gerätekosten für das betreffende Bauvorhaben zu ermitteln.

Eine Möglichkeit wäre, die Gerätekosten für die Vorhaltezeit zu berechnen. Die andere Möglichkeit besteht darin, die Gerätekosten je Einsatz zu berechnen.

| Geräteaufstellungen für:                    |        |         |                       |                |               |               |              |                |          | Kalkulatorischer Zinsfuß: 6,5 % |    |       | Angebot-Nr.: | BAU-<br>Hofstadler |        |  |
|---|--------|---------|-----------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|----------------|----------|---------------------------------|----|-------|--------------|--------------------|--------|--|
| Lfd. Nr.                                    | Anzahl | Einheit | SCHALUNGEN<br>GERÜSTE | Bezeichnung    | Menge         |               | KAUFPREIS    |                | Einsätze | KOSTEN/EINSATZ                  |    |       |              |                    |        |  |
|   |        |         |                       |                | Einzeln<br>kg | Insges.<br>kg | Einzeln<br>€ | Insgesamt<br>€ |          | a+v                             | r  | A+v+R |              |                    |        |  |
| 1   | 2      | 3       | 4                     | 5              | 6             | 7             | 8            | 9              | 10       | 11                              | 12 | 13    | 14           | (12+13)x9/100      |        |  |
|   |        |         |                       |                | 2 x 6         |               | 2 x 8        |                |          |                                 |    |       |              |                    |        |  |
| Allfälliger Übertrag aus K 6 SRT von Seite: |        |         |                       |                |               |               |              |                |          |                                 |    |       |              |                    |        |  |
|   |        |         |                       |                |               |               |              |                |          |                                 |    |       |              |                    |        |  |
|   |        |         |                       |                |               |               |              |                |          |                                 |    |       |              |                    |        |  |
|   |        |         |                       |                |               |               |              |                |          |                                 |    |       |              |                    |        |  |
|   |        |         |                       |                |               |               |              |                |          |                                 |    |       |              |                    |        |  |
| Summen inklusive Übertrag:                  |        |         |                       | Gewicht:       | Kaufpreis:    |               |              | X              | X        | Kosten je Einsatz:              |    |       | PREISBASIS   | DATUM:             | SEITE: |  |
| Schalungsfläche je Bauabschnitt (in VE) =   |        |         |                       | m <sup>2</sup> | KP je VE:     |               |              | X              | X        | Kosten je VE:                   |    |       |              |                    |        |  |

**Tab. 12-1** Kalkulationsformblatt K6-SRT zur Berechnung der Gerätekosten für die Schalung [Hofstadler]

### Berechnung der Gerätekosten je m<sup>2</sup> und Einsatz

Mit dem Formblatt in Tab. 12-1 können die Gerätekosten je m<sup>2</sup> Schalfläche und Einsatz berechnet werden. Ausgangsbasis bildet dabei die erforderliche Stückliste für eine betrachtete Schalfläche (z.B. repräsentative Fläche eines Deckenabschnitts) und die Preisliste eines Schalungsherstellers (ev. Sonderkonditionen sind dabei zu berücksichtigen). In der zweiten Spalte wird die

Anzahl und in der dritten die jeweilige Einheit (z.B. m<sup>2</sup>, lfm, Stk. etc.) eingetragen. Es ist darauf zu achten, in welchen Einheiten die einzelnen Hersteller ihre Produkte in den Preislisten angegeben (z.B. kann eine 3 m \* 1 m [= 3 m<sup>2</sup>] Schaltfel in Stück angegeben sein). Nähere Bezeichnungen zu den Elementen können in Spalte 4 und 5 vorgenommen werden. In Spalte 6 ist das Einzelgewicht bezogen auf die Einheit einzutragen und in Spalte 7 wird das Produkt aus Anzahl und Einzelgewicht berechnet. Der Einzelpreis je Einheit ist in Spalte 8 einzutragen und daraus folgt dann der Gesamtpreis für das betrachtete Element. In den Spalten 10 und 11 sind wichtige Angaben für die Kalkulation zu treffen. Die Zahl der Einsätze (für die gesamte Nutzungsdauer) wird in Spalte 10 und die Nutzungsdauer in Spalte 11 eingefügt. Der Prozentsatz für Abschreibung und Verzinsung wird in Spalte 12, berechnet nach Glg. (12-12), eingetragen. Ein Erfahrungswert für den Reparaturanteil für das betrachtete Schalungselement wird in Spalte 13 angegeben (z.B. aus den firmeninternen Geräteaufzeichnungen). Die Summe der Kosten für Abschreibung, Verzinsung und Reparatur je Einsatz wird in Spalte 14 gebildet.

In der vorletzten Zeile der Tabelle wird die Summe für Gewicht, Kaufpreis und Kosten je Einsatz berechnet. In der letzten Zeile werden die Einzelsummen auf die betrachtete Schalfläche bezogen. Es folgt in Spalte 7 das durchschnittliche Schalungsgewicht je m<sup>2</sup>, in Spalte 9 der durchschnittliche Kaufpreis je m<sup>2</sup> und in der letzten Spalte die Kosten je m<sup>2</sup> und Einsatz.

### 12.3.2.1 Schalung wird gekauft

Wenn die Schalung gekauft wird, sind für die einzelnen Schalungselemente in Abhängigkeit von Nutzungsdauer und Anzahl der Einsätze, die Abschreibungs- und Verzinsungssätze zu ermitteln. Mit den Reparatursätzen und der Schalfläche des betrachteten Schalungssystems oder Fertigungsabschnitts können damit die Kosten je m<sup>2</sup> Schalfläche ermittelt werden.

In der ersten Methode werden die Gerätekosten je Einsatz ermittelt. Für die Anzahl der Einsätze ist nicht die projektbezogene anzusetzen, sondern jene, die sich auf das spezifische Schalungsgerät bzw. -element (z.B. differenziert nach Trägern, Stützen, Paneele, Zubehör etc.) über die gesamte Nutzungsdauer bezieht.

$$p_{as, v, e} = \frac{100}{E} + \frac{p \cdot n}{2 \cdot E} \quad (12-12)$$

Im ersten Term der Glg.(12-12) wird mit der Anzahl der Einsätze E [-] der Prozentsatz für die Abschreibung ermittelt. Zur Berechnung des zweiten Terms wird das Produkt aus kalkulatorischem Zinsfuß p [%] und Nutzung-

dauer  $n$  [-] mit der zweifachen Einsatzdauer dividiert (Faktor 2, da die Verzinsung auf das mittlere gebundene Kapital bezogen wird).

Die Gerätekosten je Einsatz  $K_{s, g, e, i}$  [€] für die jeweiligen Schalungselemente berechnen sich nach Glg.(12-13), aus dem Produkt des mittleren Neuwertes (z.B. aus der ÖBGL, BGL oder dem K6-SRT Blatt bzw. von den Herstellern) der Schalung und der entsprechenden Verrechnungssätze für Abschreibung, Verzinsung und Reparatur.

$$K_{s, g, e, i} = K_{NW} \cdot \frac{p_{as, v, e} + p_r}{100} \quad (12-13)$$

Für das komplette Schalungssystem folgen die Gerätekosten je Einsatz  $K_{S, G, E, i}$  [€] aus Glg.(12-14)

$$K_{S, G, E, i} = \sum_i^n K_{s, g, e, i} \quad (12-14)$$

Die Gesamtgerätekosten  $K_{S, G, EK, i}$  [€] berechnen sich nach Glg.(12-15) aus dem Produkt der Gerätekosten je Einsatz (Fertigungsabschnitt) und der Anzahl der Einsätze je Schalssatz für das konkrete Bauvorhaben.

$$K_{S, G, EK, i} = K_{S, G, E, i} \cdot n_{e, s} \quad (12-15)$$

Für die zweite Methode werden die Gerätekosten auf die Vorhaltemenge des betrachteten Schalungssystems (z.B. Fläche der Deckentischs, Großflächenschalung für die Wand etc.) bezogen und die Gerätekosten je  $m^2$  Schalfläche  $k_{S, G, i}$  [€/ $m^2$ ] folgen aus Glg.(12-16) ermittelt.

$$k_{S, G, i} = \frac{\sum_i^n K_{s, g, e, i}}{V_{S, i}} \quad (12-16)$$

Somit berechnen sich die Gerätekosten nach Glg.(12-17) aus dem Produkt der gesamten Schalfläche des Bauteils und der Gerätekosten je  $m^2$ .

$$K_{S, G, EK, i} = S_{F, i} \cdot k_{S, G, i} \quad (12-17)$$

Die Gerätekosten je Einsatz oder bezogen auf eine Schalfläche können auch im Kalkulationsformblatt K6-SRT ermittelt werden.

### 12.3.2.2 Gemietete Schalung

Bei gemieteter Schalung geht die Berechnung vom monatlichen Mietsatz aus, welcher von der Schalungsfirma verrechnet wird. Zu beachten ist, dass verschiedene Schalungshersteller auf verschiedene Arten ihre Mietsätze verrechnen.

Allgemein werden die monatlichen Mietsätze konstant angeboten. Um die Bauunternehmen zur längeren Miete der Schalung zu bewegen, wird gelegentlich von Vermietern für das erste Monat ein höherer Mietsatz und für die Folgemonate dafür ein niedrigerer Mietsatz angeboten.

Der monatliche Mietsatz errechnet sich für einen solchen Fall nach Glg.(12-18).

$$p_{ms} = \frac{p_{ms,1}}{a_v} + p_{ms,d} \quad (12-18)$$

Im ersten Term der Glg.(12-18) wird berücksichtigt, dass zu den konstanten Mietsätzen je Monat im ersten Monat ein zusätzlicher verrechnet wird. Umgelegt wird der Prozentsatz auf die gesamte Mietzeit. Im zweiten Term wird der konstante Mietsatz je Monat eingesetzt.

Zum Mietsatz ist noch ein Reparatursatz zu berücksichtigen. Wenn die Schalung am Ende der Mietzeit an die Schalungsvermieter zurückgegeben wird, werden die entsprechenden Reparaturen in Rechnung gestellt.

Die Gerätekosten für den gemieteten Teil der Schalung berechnen sich nach Glg.(12-19) aus dem Produkt der Vorhaltemenge, dem Geräteneuwert, dem Prozentsatz für Miete und Reparatur und der Mietdauer.

$$K_{S,G,EK,i} = V_{S,i} \cdot k_{NW} \cdot \frac{p_{ms} + p_r}{100} \cdot a_v \quad (12-19)$$

In der Vorhaltemenge ist eine entsprechende Reserve zu berücksichtigen.

## 12.4 Kalkulationsgrundlagen für die Materialkosten

Unter Materialkosten fallen alle Schalungselemente und Zubehörteile, die nicht öfter als einmal eingesetzt werden.

Weiters sind hier noch jene Materialien zu erfassen, die im Bauteil verbleiben wie z.B.:

- Hüllrohre für wiedergewinnbare Anker,
- Kleinteile und
- Ankerkonen etc.

Je nach Betrachtungsebene werden die Materialkosten abgeschätzt oder genau ermittelt.

## 12.5 Grob- und Detailkalkulation der Stahlbetonarbeiten

In Abhängigkeit von der Projektphase (vor Auftragserteilung bzw. nach Auftragserteilung) und der kostenmäßigen Bedeutung der einzelnen Positionen (folgt aus der ABC-Analyse) wird für die Stahlbetonarbeiten die Grob- oder Detailkalkulation durchgeführt (siehe Abb. 12-12).

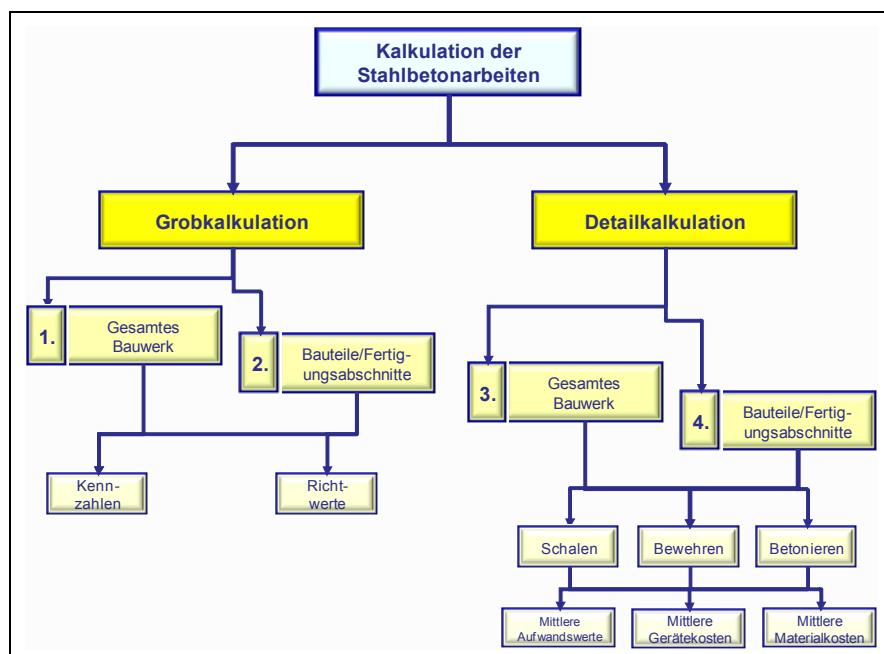


Abb. 12-12 Grob- und Detailkalkulation der Stahlbetonarbeiten [Hofstadler]

In der Grobkalkulation werden Richtwerte, Kennzahlen und Mittelwerte für den Arbeitsaufwand und die Geräte- und Materialkosten herangezogen. Für diese Betrachtungstiefe werden die Kosten für die Stahlbetonarbeiten auf die Betonmenge des gesamten Bauwerks und in der 2. Stufe auf einzelne Bauteile oder Fertigungsabschnitte bezogen.

Für die Detailkalkulation wird zunächst in der dritten Stufe das gesamte Bauwerk betrachtet. In der nächsten Stufe der Detailbetrachtung wird in Bauteile oder Fertigungsabschnitte (Abschnittsgröße und Anzahl folgt aus baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Überlegungen) differenziert.

## 12.5.1 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten

Für die Grobkalkulation werden - für die erste Kalkulationsstufe das gesamte Bauwerk und für die zweite Stufe differenziert in Bauteile (z.B. Krafthaus, Entlastungsgerinne etc.) oder Fertigungsabschnitte - Kennzahlen und Richtwerte zur Ermittlung der Lohn-, Geräte- und Materialkosten von vergleichbaren Projekten herangezogen.

### 12.5.1.1 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - gesamtes Bauwerk

Die Einzelkosten für die Stahlbetonarbeiten können für das gesamte Bauwerk nach Glg.(12-20) ermittelt werden. Für die Berechnung werden Mittelwerte für den Arbeitsaufwand  $AW_{STB}$  [€/Std] und die Geräte- und Materialkosten (für Schalung, Bewehrung und Beton)  $k_{STB, MW}$  [€/m<sup>3</sup>] herangezogen. Weiters sind Werte für den Mittellohn der Stahlbetonarbeiten (kalkulatorischer Mittellohn)  $ML_{STB, MW}$  und die Betonmenge  $BT_M$  [m<sup>3</sup>] zu ermitteln oder anzunehmen.

$$K_{STB, EK1} = BT_M \cdot (AW_{STB} \cdot ML_{STB, MW} + k_{STB, MW}) \quad (12-20)$$

Nach Glg.(12-20) werden zum Produkt von Aufwandwert und Mittellohnkosten die mittleren Kosten für Gerät und Material addiert. Die Summe wird in weiterer Folge mit der Betonmenge multipliziert.

Die Einzelkosten  $K_{STB, EK1}$  [€] für die Stahlbetonarbeiten werden zielführend in einer Bandbreite ermittelt. Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-21)).

$$K_{STB, EK1, MIN} \leq K_{STB, EK1} \leq K_{STB, EK1, MAX} \quad (12-21)$$

### 12.5.1.2 Grobkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte

Die Einzelkosten für die Stahlbetonarbeiten einzelner Bauteile (Bauteilgruppen) oder Fertigungsabschnitte werden nach Glg.(12-22) zielführend in einer Bandbreite ermittelt.

$$K_{STB, EK2, i} = BT_{M, i} \cdot (AW_{STB, i} \cdot ML_{STB, MW} + k_{STB, MW, i}) \quad (12-22)$$

Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-23)).

$$K_{STB, EK2, MIN} \leq K_{STB, EK2} \leq K_{STB, EK2, MAX} \quad (12-23)$$

Durch Addieren der Einzelkosten der gesamten Bauteile oder Fertigungsabschnitte folgen die gesamten Einzelkosten für die Stahlbetonarbeiten aus Glg. (12-24).

$$K_{STB, EK1} = \sum_i^n K_{STB, EK2, i} \quad (12-24)$$

### 12.5.2 Detailkalkulation für die Stahlbetonarbeiten

In der Detailkalkulation wird zuerst das gesamte Bauwerk betrachtet und für die vierte Stufe wird in Bauteile (Bauteilgruppen) oder Fertigungsabschnitte differenziert.

Für jede Betrachtungsebene werden, ausgehend vom mittleren Aufwandswert für die Stahlbetonarbeiten, mit dem Mittellohn für die Stahlbetonarbeiten die Lohnkosten ermittelt. In weiterer Folge werden die Geräte- und Materialkosten getrennt für Schalung, Bewehrung und Beton für die jeweiligen Bezugsmengen berechnet.

#### 12.5.2.1 Detailkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - gesamtes Bauwerk

Die Einzelkosten der Stahlbetonarbeiten für das gesamte Bauwerk werden nach Glg.(12-25) ermittelt.

$$K_{STB, EK3} = AW_{STB} \cdot BT_M \cdot ML_{STB, MW} + k_{S, MW} \cdot S_F + \\ + k_{BW, MW} \cdot BW_M + k_{BT, MW} \cdot BT_M \quad (12-25)$$

Im ersten Term der Glg.(12-25) werden die Lohnkosten aus dem Produkt von Aufwandwert, Betonmenge und Mittellohnkosten berechnet. In den weiteren Termen werden die Geräte- und Materialkosten getrennt für die Schalung  $k_{S, MW}$  [€/m<sup>2</sup>], Bewehrung  $k_{BW, MW}$  [€/to] und Beton  $k_{BT, MW}$  [€/m<sup>3</sup>], bezogen auf die jeweiligen Mengeneinheiten, ermittelt. Die Einzelkosten für die Stahlbetonarbeiten werden zielführend in einer Bandbreite berechnet. Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-26)).

$$K_{STB, EK3, MIN} \leq K_{STB, EK3} \leq K_{STB, EK3, MAX} \quad (12-26)$$

### 12.5.2.2 Detailkalkulation für die Stahlbetonarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte

Die Einzelkosten für die Stahlbetonarbeiten einzelner Bauteile (Bauteilgruppen) oder Fertigungsabschnitte werden nach Glg.(12-27) zielführend in einer Bandbreite ermittelt.

$$K_{STB, EK4, i} = AW_{STB, i} \cdot BT_{M, i} \cdot ML_{STB, MW} + k_{S, MW, i} \cdot S_{F, i} + \\ + k_{BW, MW, i} \cdot BW_{M, i} + k_{BT, MW, i} \cdot BT_{M, i} \quad (12-27)$$

Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-28)).

$$K_{STB, EK4, i, MIN} \leq K_{STB, EK4, i} \leq K_{STB, EK4, i, MAX} \quad (12-28)$$

Durch Addieren der Einzelkosten der gesamten Bauteile oder Fertigungsabschnitte folgen die gesamten Einzelkosten für die Stahlbetonarbeiten aus Glg.(12-29).

$$K_{STB, EK1} = \sum_i^n K_{STB, EK4, i} \quad (12-29)$$

## 12.6 Grob- und Detailkalkulation der Schalarbeiten

Für die Schalarbeiten wird ebenfalls in Grob- und Detailkalkulation differenziert (vgl. Abb. 12-13). Je nach Projektphase bzw. Bedeutung der Bauteile für die Kosten und den Baubetrieb wird die Grob- oder Detailkalkulation angewendet.

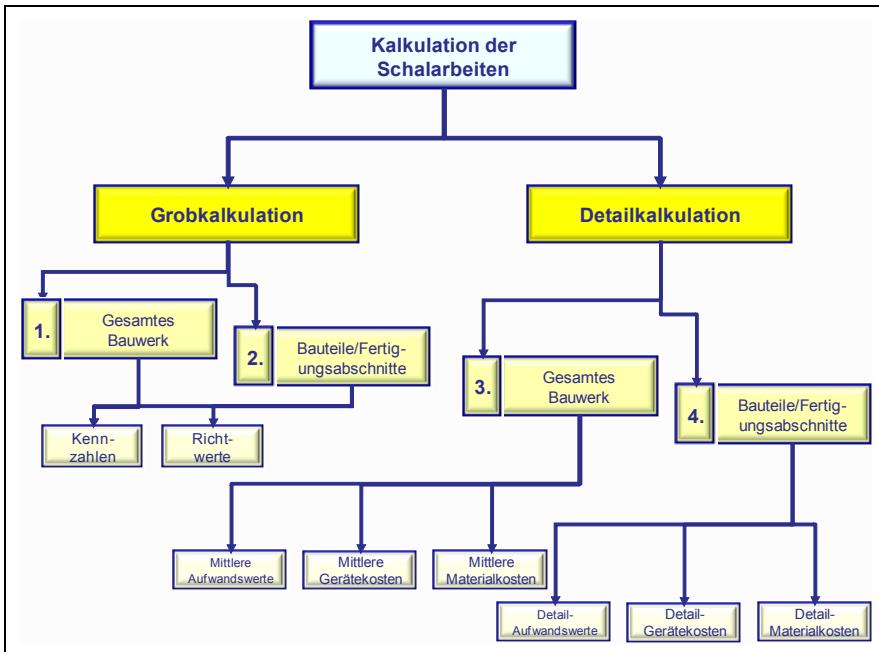


Abb. 12-13 Schalarbeiten - Grob- und Detailkalkulation [Hofstadler]

### 12.6.1 Grobkalkulation für die Schalarbeiten

In der ersten Kalkulationsstufe wird das gesamte Bauwerk betrachtet. Der Arbeitsaufwand und die Geräte- und Materialkosten werden auf die gesamte Schalfläche bezogen. In der zweiten Stufe wird in Bauteile (Bauteilgruppen) oder Fertigungsabschnitte differenziert.

### 12.6.1.1 Grobkalkulation für die Schalarbeiten - gesamtes Bauwerk

Die Einzelkosten für die Schalarbeiten werden für die gesamte Schalfläche des Bauwerks nach Glg.(12-30) berechnet.

$$K_{S, EK1} = S_F \cdot (AW_{S, MW} \cdot ML_{S, MW} + k_{S, MW}) \quad (12-30)$$

Für die Berechnung werden der mittlere Aufwandwert für die Schalarbeiten, der Mittellohn für die Schalarbeiten, der Mittelwert für die Geräte- und Materialkosten  $k_{S, MW}$  [€/m<sup>2</sup>] sowie die gesamte Schalfläche des Bauwerks benötigt. Die Einzelkosten für die Schalarbeiten werden zielführend in einer Bandbreite ermittelt. Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-31)).

$$K_{S, EK1, MIN} \leq K_{S, EK1} \leq K_{S, EK1, MAX} \quad (12-31)$$

### 12.6.1.2 Grobkalkulation für die Schalarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte

Die Einzelkosten für die Schalarbeiten werden für Bauteile (Bauteilgruppen) oder Fertigungsabschnitte eines Bauwerks nach Glg.(12-32) berechnet.

$$K_{S, EK2, i} = S_{F, i} \cdot (AW_{S, i} \cdot ML_{S, MW} + k_{S, MW, i}) \quad (12-32)$$

Für die Berechnung werden der mittlere Aufwandwert für die Schalarbeiten, der Mittellohn, der Mittelwert für die Geräte- und Materialkosten sowie die gesamte Schalfläche des Bauteils (der Bauteilgruppe) oder des Fertigungsabschnitts in die Gleichung eingesetzt. Die Einzelkosten für die Schalarbeiten werden zielführend in einer Bandbreite ermittelt. Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-33)).

$$K_{S, EK2, i, MIN} \leq K_{S, EK2, i} \leq K_{S, EK2, i, MAX} \quad (12-33)$$

Durch Aufsummieren der Einzelkosten der gesamten Bauteile oder Fertigungsabschnitte folgen die gesamten Einzelkosten für die Schalarbeiten aus Glg.(12-34).

$$K_{S, EK1} = \sum_i^n K_{S, EK2, i} \quad (12-34)$$

Zu den Bauteilen zählen im Hochbau u.a.:

- Einzelfundamente
- Bodenplatten
- Stützen
- Wände
- Decken
- Träger
- Stiegen
- Podeste
- Balken

Eine Bauteilgruppe besteht aus der Summe gleichartiger Bauteile (z.B. alle Decken eines Bauwerks).

Zu den Bauteilen zählen im Brückenbau u.a.:

- Einzelfundamente
- Kämpfer
- Pfeiler
- Pylone
- Widerlager
- Tragwerk
- Randbalken

## 12.6.2 Detailkalkulation der Schalarbeiten

In der Detailkalkulation werden in der dritten Stufe die Kosten der Schalarbeiten für das gesamt Bauwerk anhand der einzelnen Bauteile ermittelt. Für die vierte Stufe wird in Bauteile (Bauteilgruppen) oder Fertigungsabschnitte differenziert.

### 12.6.2.1 Detailkalkulation für die Schalarbeiten - gesamtes Bauwerk

Die Einzelkosten für die Schalarbeiten können für das gesamte Bauwerk nach Glg.(12-35) ermittelt werden. Für die einzelnen Bauteile werden die jeweiligen Mittelwerte für die Berechnung herangezogen.

$$K_{S, EK3} = \sum_i^n [S_{F, i} \cdot (AW_{S, MW, i} \cdot ML_{S, MW, i} + k_{S, G, MW, i} + k_{S, M, MW, i})] \quad (12-35)$$

Zielführend werden die Einzelkosten für die Schalarbeiten in einer Bandbreite ermittelt. Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-36)).

$$K_{S, EK3, i, MIN} \leq K_{S, EK3, i} \leq K_{S, EK3, i, MAX} \quad (12-36)$$

### 12.6.2.2 Detailkalkulation für die Schalarbeiten - Bauteile/Fertigungsabschnitte

Ein Fertigungsabschnitt ist Teil eines Bauteils oder der Bauteil selbst. Für den jeweiligen Fertigungsabschnitt werden die Lohn-, Geräte-, und Materialkosten berechnet und als Einzelkosten für den betrachteten Fertigungsabschnitt zusammengefasst (siehe Glg.(12-37)).

$$K_{S, EK4, i} = S_{F, i} \cdot (AW_{S, i} \cdot ML_{S, MW} + k_{S, G, i} + k_{S, M, i}) \quad (12-37)$$

Die vorher ermittelten Werte für den Arbeitsaufwand sowie der Geräte- und Materialkosten sind nicht exakt und gehen von den aus den Ausschreibungssunterlagen abgeleiteten Bauwerks- und Baustellenbedingungen sowie von den Einflüssen des Bauverfahrens und den noch nicht bekannten zukünftigen Betriebsbedingungen aus.

Sinnvollerweise werden die Einzelkosten der Schalarbeiten auch für die Detailkalkulation in einer Bandbreite angegeben. Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen (siehe Glg.(12-38)). Für einen Wert wird man sich für die Angebotserstellung bzw. Arbeitskalkulation auf jeden Fall festlegen müssen.

$$K_{S, EK4, i, MIN} \leq K_{S, EK4, i} \leq K_{S, EK4, i, MAX} \quad (12-38)$$

Durch Aufsummieren der Einzelkosten der gesamten Bauteile oder Fertigungsabschnitte folgen die gesamten Einzelkosten für die Schalarbeiten aus Glg.(12-39).

$$K_{S, EK1} = \sum_i^n K_{S, EK4, i} \quad (12-39)$$

## 12.7 Beispiel zur Kalkulation

Für ein Hochbauprojekt sollen die Kosten für die Schalarbeiten der Flachdecken ermittelt werden. In Abb. 12-14 ist der Grundriss des Bauwerks dargestellt, die lichte Geschoss Höhe ist gleichbleibend. Für das Kalkulationsbeispiel gelten folgende Randbedingungen:

### Angaben zum Bauwerk und Fertigungsabschnitten:

Nettogrundrissfläche:  $1.000 \text{ m}^2$

Anzahl der Geschosse: 4

Anzahl der Fertigungsabschnitte

je Geschoss: 2

lichte Geschoss Höhe: 3,20 m

Deckenstärke: 25 cm

Stützen mit quadratischem  
Querschnitt: 35 cm

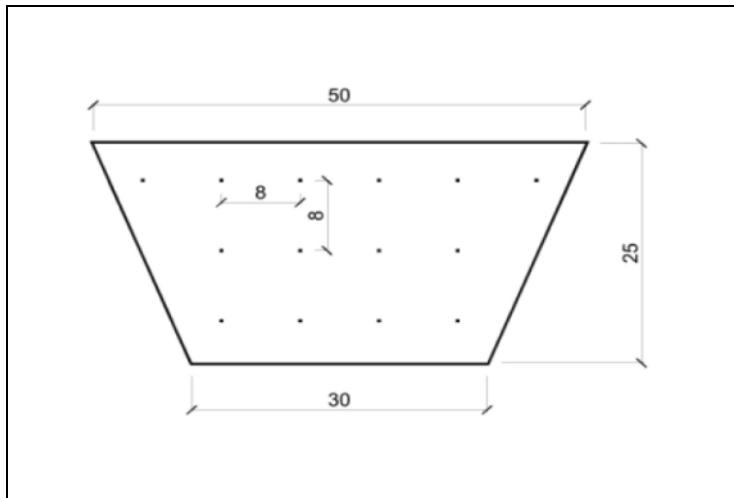


Abb. 12-14 Grundriss des Hochbau-Projekts (vereinfachte Skizze) [Hofstadler]

**Angaben zur Trägerschalung:**

|   |                         |
|---|-------------------------|
| Aufwandswert - Einschalen:                                  | 0,15 Std/m <sup>2</sup> |
| Aufwandswert - Ausschalen:                                  | 0,10 Std/m <sup>2</sup> |
| Aufwandswert - Umsetzen:                                    | 0,02 Std/m <sup>2</sup> |
| Aufwandswert - Sonstiges<br>(Aussparungen, Einbauten etc.): | 0,05 Std/m <sup>2</sup> |
| Einarbeitungszuschlag - Grundwert:                          | 0,20 Std/m <sup>2</sup> |
| Aufwandswert für die Passflächen:                           | 1 Std/m <sup>2</sup>    |
| Aufwandswert für die Randabschalung:                        | 1,5 Std/m <sup>2</sup>  |
| mittlere Materialkosten:                                    | 0,80 €/m <sup>2</sup>   |
| Anzahl der Arbeitskräfte - Schalarbeiten:                   | 8 Std/h                 |
| Anzahl der Arbeitskräfte - Bewehrungsarbeiten:              | 8 Std/h                 |
| tägliche Arbeitszeit:                                       | 9 h/d                   |
| Anzahl der Arbeitstage je Monat:                            | 20 d/Mo                 |
| Mittellohnkosten:   | 30 €/Std                |
| Transportkosten:  | 0,5 €/m <sup>2</sup>    |

**Aus der Mengenermittlung ergeben sich je Geschossdecke folgende Werte:**

|                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| horizontale Nettoschalfläche:        | 1.000 m <sup>2</sup>  |
| horizontale Passflächen:             | 160 m <sup>2</sup>    |
| horizontale Regelfläche:             | 840 m <sup>2</sup>    |
| Nettoschalfläche der Randabschalung: | ca. 40 m <sup>2</sup> |

**12.7.1 Grobkalkulation der Schalarbeiten****12.7.1.1 Gerätekosten**

Aus der Erfahrung vergangener vergleichbarer Projekte wird angenommen, dass sich die Gerätekosten zwischen 2,8 und 3,2 €/m<sup>2</sup> bewegen.

### 12.7.1.2 Lohnkosten

Die Mittellohnkosten werden mit 30 €/Std angesetzt. Für den Aufwandswert wird angenommen, dass der tatsächliche Wert zwischen 0,55 und 0,65 Std/m<sup>2</sup> liegen wird.

### 12.7.1.3 Materialkosten

Die Materialkosten werden in einer Bandbreite zwischen 0,7 und 0,8 €/m<sup>2</sup> angenommen.

### 12.7.1.4 Einzelkosten

Die Einzelkosten für die gesamte Schalfläche der sechs Geschossdecken werden nach Glg.(12-30) berechnet.

Zur Berechnung der erwarteten geringsten Einzelkosten werden niedrige Werte eingesetzt und es folgen die Einzelkosten mit:

$$K_{S, EK1, \min} = 4.000 \text{ m}^2 \cdot (0,55 \text{ Std/m}^2 \cdot 30 \text{ €/Std} + 3,5 \text{ €/m}^2) = 80.000 \text{ €}$$

Für den ungünstigsten Fall werden die entsprechenden Werte in Glg.(12-30) eingesetzt und es folgt der Maximalwert für die Einzelkosten:

$$K_{S, EK1, \max} = 4.000 \text{ m}^2 \cdot (0,65 \text{ Std/m}^2 \cdot 30 \text{ €/Std} + 4 \text{ €/m}^2) = 94.000 \text{ €}$$

Der tatsächliche Wert sollte in weiterer Folge zwischen dem Minimal- und Maximalwert liegen:

$$80.000 \text{ €} \leq K_{S, EK1} \leq 94.000 \text{ €}$$

## 12.7.2 Detailkalkulation der Schalarbeiten

Mit den Angaben zum Bauwerk, Schalungssystem und den Nebenrechnungen werden die Einzelkosten für die Schalarbeiten berechnet.

Die Geschossfläche wird in zwei gleiche Fertigungsabschnitte eingeteilt für die sich folgende Mengen ergeben (je Fertigungsabschnitt):

horizontale Nettoschalfläche: 500 m<sup>2</sup>

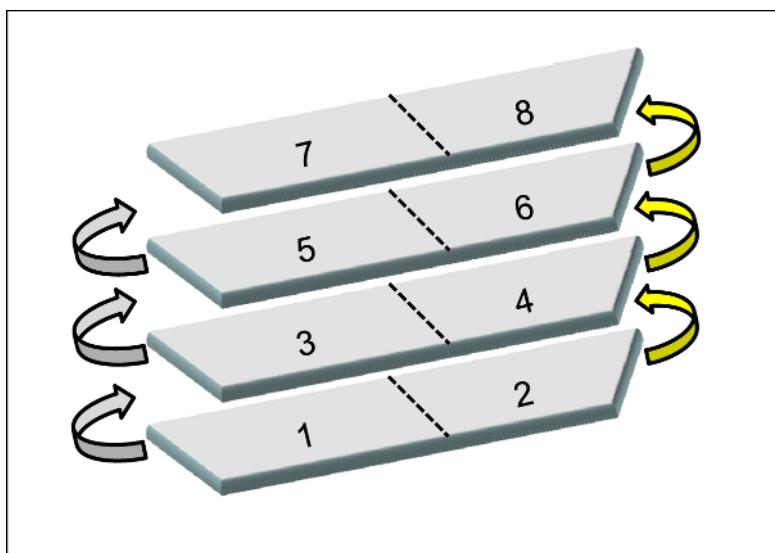
horizontale Passflächen: ca. 80 m<sup>2</sup>

horizontale Regelfläche:  $420 \text{ m}^2$

Nettoschalfläche der Randabschalung: ca.  $20 \text{ m}^2$

Insgesamt werden zwei Schalsätze vorgehalten. Die Fertigungsreihenfolge ist in Abb. 12-15 dargestellt. Nach Ablauf der Standzeit der Schalung kann die Schalung in den nächsten darüber liegenden Fertigungsabschnitt umgesetzt werden. Ein Schalsatz wird für die Fertigungsabschnitte 1, 3, 5, und 7 insgesamt viermal eingesetzt.

Der andere Schalsatz wird für die Abschnitte 2, 4, 6 und 8 ebenfalls viermal verwendet. Die Arbeitsfuge wird in der Mitte der Geschossdecke angeordnet. Die Vorhaltemenge ergibt sich damit mit ca.  $840 \text{ m}^2$  (ohne Reserve und Überstand an den Arbeitsfugen).



**Abb. 12-15** Bauablauf für die Herstellung der Stahlbetondecken (schematische Darstellung) [Hofstadler]

Schutz- und Arbeitsgerüste sowie Hilfsunterstellungen werden in eigenen Positionen erfasst, deren Kalkulation hier nicht dargestellt ist. Die Standzeit der Schalung beträgt durchschnittlich 4 Arbeitstage.

Die Kosten für Transporte und den Kraneinsatz werden in den Baustellenge- meinkosten berücksichtigt.

### 12.7.2.1 Gerätekosten

Zur Berechnung der Gerätekosten wird mit der Fertigungsabschnittsgröße die jeweilige Anzahl der einzelnen Schalungselemente der Trägerschalung ermittelt.

Als Schalungssystem wurde für das Kalkulationsbeispiel das System Dokaflex 1-2-4 von Doka gewählt. Die Werte für Nutzungsdauer, Anzahl der Einsätze und Reparatur wurden vom Verfasser angenommen, stellen aber durchwegs Durchschnittswerte aus der Baupraxis dar.

Die Nutzungsdauer und Anzahl der Einsätze hängen wesentlich von der Sorgfalt im Umgang mit den Schalungselementen ab und können im Einzelfall beträchtlich nach oben oder unten abweichen.

**Tab. 12-2 Kalkulationsformblatt K6-SRT zur Berechnung der Gerätekosten für die Schalung - Regelfläche, Bürogebäude [Hofstädler]**

Mit zwei Fertigungsabschnitten je Geschoss ergibt sich eine durchschnittliche Nettofläche (= Abrechnungsmenge je Fertigungsabschnitt) von ca. 500 m<sup>2</sup>. Die mit dem Schalungsprogramm TIPOS ermittelte Stückliste wird in das Formblatt K6-SRT übertragen.

Zur Berechnung der jeweiligen Abschreibungs- und Verzinsungssätze wird in die Glg.(12-12) eingesetzt. Exemplarisch wird der Rechengang für die Schalungsplatten dargestellt.

Durch Einsetzen in Glg.(12-12) folgt für Abschreibung und Verzinsung:

$$p_{as, v, e} = \frac{100}{50} + \frac{6,5 \cdot 2}{2 \cdot 50} = 2,13 \%$$

Mit dem Abschreibungs- und Verzinsungssatz und dem Ansatz für die Reparatur folgen in Zeile 5 die Kosten je Einsatz mit 331,12 €. Für die weiteren Schalungselemente sind die Werte im Formblatt K6-SRT zusammengefasst (siehe Tab. 12-2). Nach Addition der berechneten mittleren Neuwerte je Einsatz folgt daraus die Summe mit 704,14 €. Nach Division dieses Wertes mit der durchschnittlichen Schalfläche ergeben sich die Gerätekosten für die Regelgröße mit 1,68 €/m<sup>2</sup>.

| Geräteaufstellungen für: Bürogebäude, Passflächen |        |                |                                       |        |                      |               |               |              |                | Kalkulatorischer Zinsfuß: 6,5 % |                    |                |      |       |               |
|---|--------|----------------|---------------------------------------|--------|----------------------|---------------|---------------|--------------|----------------|---------------------------------|--------------------|----------------|------|-------|---------------|
| Lfd. Nr.  | Anzahl | Einheit        | SCHALUNGEN                            |        | OBGL<br>Nummer       | MASSE         |               | KAUFPREIS    |                | Einsätze                        | Nutzungsjahre      | KOSTEN/EINSATZ |      |       | Angebots-Nr.: |
|   |        |                | GERÜSTE                               | VERBAU |                      | Einzeln<br>kg | Insges.<br>kg | Einzeln<br>€ | Insgesamt<br>€ |                                 |                    | a+v            | r    | A+v+R |               |
| 1   | 2      | 3              | 4                                     | 5      | 6                    | 7             | 8             | 9            | 10             | 11                              | 12                 | 13             | 14   |       | (12+13)x9/100 |
|   |        |                |                                       |        | 2 x 6                |               |               | 2 x 8        |                |                                 |                    |                |      |       |               |
| Allfälliger Übertrag aus K 6 SRT von Seite:       |        |                |                                       |        |                      |               |               |              |                |                                 |                    |                |      |       |               |
| 1   | 22     | Stk            | Abseinkopf H20                        |        | 586174000            | 6,1           | 134,2         | 23,23        | 511,06         | 150                             | 5                  | 0,78           |      |       | 3,96          |
| 2   | 39     | Stk            | Doka-Deckenstütze Eurex 20 250        |        | 586086000            | 12,9          | 503,1         | 51,70        | 2.016,30       | 120                             | 5                  | 0,97           |      |       | 19,53         |
| 3   | 122    | m <sup>2</sup> | Doka-Schalungsplatte 3-SO 27mm 200/50 |        | 187009000            | 13            | 1.586,0       | 15,93        | 1.943,46       | 4                               | 1                  | 25,81          | 0,25 |       | 506,51        |
| 4   | 60     | Stk            | Doka-Träger H20 top P 2,65m           |        | 189703000            | 14,28         | 856,8         | 28,62        | 1.717,20       | 100                             | 3                  | 1,10           | 0,25 |       | 23,14         |
| 5   | 13     | Stk            | Doka-Träger H20 top P 3,90m           |        | 189707000            | 20,78         | 270,1         | 42,12        | 547,56         | 100                             | 2                  | 1,07           | 0,25 |       | 7,20          |
| 6   | 22     | Stk            | Federbolzen 16mm                      |        | 582528000            | 0,25          | 5,5           | 3,14         | 69,08          | 150                             | 1                  | 0,69           |      |       | 0,48          |
| 7   | 17     | Stk            | Haltekopf H20 DF                      |        | 586179000            | 0,77          | 13,1          | 8,75         | 148,75         | 150                             | 2                  | 0,71           |      |       | 1,06          |
| 8   | 20     | Stk            | Stützbein                             |        | 586155000            | 15,6          | 312,0         | 57,30        | 1.146,00       | 120                             | 3                  | 0,91           |      |       | 10,48         |
| 9   |        |                |                                       |        |                      |               |               |              |                |                                 |                    |                |      |       |               |
|   |        |                |                                       |        |                      |               |               |              |                |                                 |                    |                |      |       |               |
|   |        |                |                                       |        |                      |               |               |              |                |                                 |                    |                |      |       |               |
| Summen inklusive Übertrag:                        |        |                |                                       |        | Gewicht:             | 3.680,8       | Kaufpreis:    | 8.099,41     |                |                                 | Kosten je Einsatz: |                |      |       | 572,36        |
| Schalungsfläche je Bauabschnitt (in VE) =         |        |                |                                       |        | 80,00 m <sup>2</sup> | 46,01         | KP je VE:     | 101,24       |                |                                 | Kosten je VE:      |                |      |       | 7,15          |

Tab. 12-3 Kalkulationsformblatt K6-SRT zur Berechnung der Gerätekosten für die Schalung - Passflächen, Bürogebäude [Hofstadler]

Für den Passflächenbereich ist die Geräteaufstellung im K6-SRT-Formblatt in Tab. 12-3 dargestellt. Die auf die Passflächen zugeschnittenen Schalungsplatten können insgesamt viermal eingesetzt werden und sind dann abgeschrieben.

Für den Passflächenbereich ergeben sich die durchschnittlichen Gerätekosten mit 7,15 €/m<sup>2</sup>. Die Gerätekosten sind deutlich höher als jene für die Regelgröße, die Ursache dafür liegt in der geringeren Einsatzzahl bei den Schalungsplatten. Die „normale“ Einsatzzahl im Bereich von Regelflächen liegt etwa bei 20.

Die Gerätekosten für Pass- und Regelfläche werden in Tab. 12-4 zusammengeführt und auf die Abrechnungsmenge umgelegt.

Für die Randabschalung (Kanthölzer, Schalungsanker, Schaltafeln) wurden die Gerätekosten mit 2,90 €/m<sup>2</sup> ermittelt (Berechnung wird hier nicht dargestellt).

Für die Aussparungen wurden Gerätekosten von 15 €/Stk und für Einbauten mit 5 €/Stk angesetzt.

| Berechnung der Gerätekosten für die Deckenschalung                                       |        |                |       |                  |          |                  |
|--|--------|----------------|-------|------------------|----------|------------------|
| Vorgänge bzw. Teilvorgänge   | Massen | Einheit        | K     | Einheit          | Kosten   | Einheit          |
| 1 Horizontal Schalung: Regelfläche   | 420,00 | m <sup>2</sup> | 1,68  | €/m <sup>2</sup> | 704,14   | €                |
| 2 Horizontale Schalung: Passflächen  | 80,00  | m <sup>2</sup> | 7,15  | €/m <sup>2</sup> | 572,36   | €                |
| 3 Vertikale Schalung: Randabschalung   | 20,00  | m <sup>2</sup> | 2,90  | €/m <sup>2</sup> | 58,00    | €                |
| 4 Aussparungen in der Decke je Fertigungsabschnitt:                                      | 4      | Stk            | 15,00 | €/Stk            | 60,00    | €                |
| 5 Einbauten in der Decke je Fertigungsabschnitt:   | 2      | Stk            | 5,00  | €/Stk            | 10,00    | €                |
| 6 Summe der Gerätekosten für die Deckschalung je Fertigungsabschnitt:                    |        |                |       |                  | 1.404,50 | €                |
| 7 Gesamte Schallfläche für die Deckenschalung je Fertigungsabschnitt (Abrechnungsmenge): |        |                |       |                  | 500,00   | m <sup>2</sup>   |
| 8 Geräte- und Materialkosten Deckenschalung - insgesamt:                                 |        |                |       |                  | 2,81     | €/m <sup>2</sup> |

Tab. 12-4 Gerätekosten für die gesamte Deckenschalung [Hofstadler]

Die Abrechnungsfläche je Fertigungsabschnitt beträgt durchschnittlich, für das gesamte Bauwerk betrachtet, 500 m<sup>2</sup>. Bezogen auf diese Fläche ergeben sich die Gerätekosten mit 2,81 €/m<sup>2</sup>.

### 12.7.2.2 Lohnkosten

Der mittlere Aufwandswert für die Schalarbeiten wird nach Glg.(12-9) berechnet. Mit den verschiedenen Flächen können die Faktoren berechnet werden, mit denen die Flächenanteile in den Aufwandswerten berücksichtigt werden können.

#### Zwischenrechnung für die Einarbeitung:

Mit dem Ansatz nach Blecken (siehe Kapitel 14) ergibt sich der Einarbeitungsverlauf wie in Abb. 12-16 dargestellt.

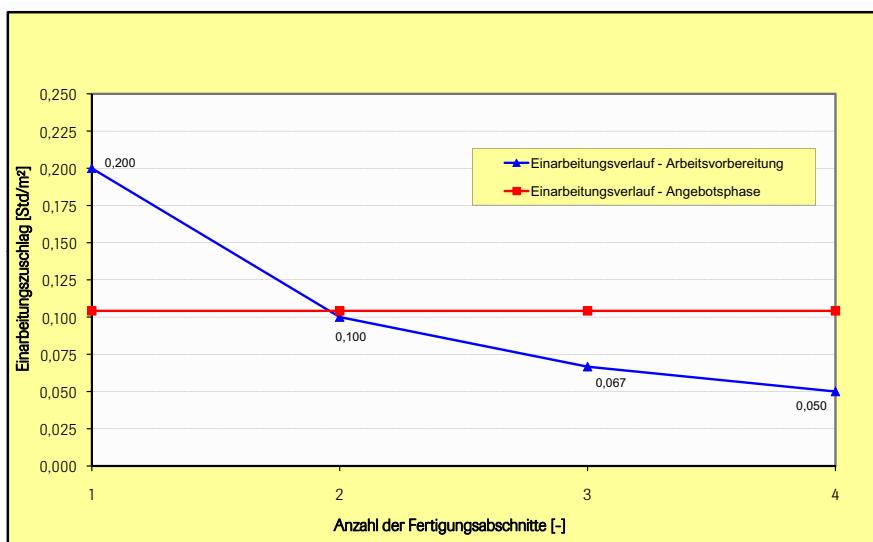


Abb. 12-16 Einarbeitungsverlauf für Schalarbeiten [Hofstadler]

Der Mittelwert für die Einarbeitung wird mit  $0,104 \text{ Std/m}^2$  berechnet und ist im Aufwandwert zur Berechnung der Lohnkosten zu berücksichtigen. Nach Berücksichtigung des Flächenfaktors von 1,04 ergibt sich der Aufwandwert mit  $0,108 \text{ Std/m}^2$ .

Mit den spezifischen Aufwandwerten und Schalungsflächen werden die jeweiligen Lohnstunden berechnet und die Summe mit der Nettoschalfläche dividiert. Daraus folgt der durchschnittliche Aufwandwert je Fertigungsabschnitt mit  $0,607 \text{ Std/m}^2$ .

| Berechnung des Aufwandwertes für die Schalarbeiten für die Deckenschalung |        |              |       |                  |         |                  |
|---|--------|--------------|-------|------------------|---------|------------------|
| Vorgänge bzw. Teilvorgänge  | Massen | Einheit      | AW    | Einheit          | Stunden | Einheit          |
| 1 Horizontal Schalung: Einschalen der Decke                               | 420,00 | $\text{m}^2$ | 0,100 | $\text{Std/m}^2$ | 42,00   | Std              |
| 2 Zuschlag für die Einarbeitung   | 520,00 | $\text{m}^2$ | 0,104 | $\text{Std/m}^2$ | 54,08   | Std              |
| 3 Horizontal Schalung: Ausschalen und Umsetzen                            | 420,00 | $\text{m}^2$ | 0,170 | $\text{Std/m}^2$ | 71,40   | Std              |
| 4 Vertikale Schalung: Randabschalung                                      | 20,00  | $\text{m}^2$ | 1,500 | $\text{Std/m}^2$ | 30,00   | Std              |
| 5 Schalarbeiten für die Passflächen:                                      | 80,00  | $\text{m}^2$ | 1,000 | $\text{Std/m}^2$ | 80,00   | Std              |
| 6 Schalarbeiten für Sonstiges:  | 520,00 | $\text{m}^2$ | 0,050 | $\text{Std/m}^2$ | 26,00   | Std              |
| 7 Summe der Lohnstunden für die Deckschalung:                             |        |              |       |                  | 303,48  | Std              |
| 8 Gesamte Schalfläche für die Deckenschalung je Fertigungsabschnitt:      |        |              |       |                  | 500,00  | $\text{m}^2$     |
| 9 Aufwandwert für die Deckenschalung - insgesamt:                         |        |              |       |                  | 0,607   | $\text{Std/m}^2$ |

Tab. 12-5 Berechnung des durchschnittlichen Aufwandwertes für die Schalarbeiten [Hofstadler]

Durch Einsetzen in Glg.(12-9) kann der Aufwandswert ebenfalls ermittelt werden:

$$\begin{aligned} AW_{S,D} &= 0,15 \text{ Std/m}^2 \cdot 0,84 + 0,12 \text{ Std/m}^2 \cdot 0,84 + 1 \text{ Std/m}^2 \cdot 0,16 + 0,104 \text{ Std/m}^2 \cdot 1,04 + \\ &+ 1,5 \text{ Std/m}^2 \cdot 0,04 + 0,05 \text{ Std/m}^2 \cdot 1,04 = 0,607 \text{ Std/m}^2 \end{aligned} \quad (12-40)$$

Der Arbeitsaufwand für die Abschalung der Arbeitsfugen mit Streckmetall wird bei den Bewehrungsarbeiten berücksichtigt.

### 12.7.2.3 Materialkosten

Für die Materialkosten werden durchschnittlich  $0,8 \text{ €/m}^2$  angesetzt (beinhaltet Kleinteile, Kanthölzer, Bretter und Trennmittel).

Das Streckmetall für die Ausbildung der Arbeitsfugen wird in den Bewehrungspositionen berücksichtigt.

### 12.7.2.4 Zusammenstellung der Einzelkosten

Zur Berechnung der Schalungskosten je Fertigungsabschnitt wurden die Eingangswerte für die Glg.(12-37) berechnet und es folgt:

$$K_{S,EK4,D} = 500 \text{ m}^2 \cdot (0,607 \text{ Std/m}^2 \cdot 30 \text{ €/Std} + 2,81 \text{ €/m}^2 + 0,8 \text{ €/m}^2) = 10.910 \text{ €}$$

Der Einheitspreis beträgt dabei  $21,82 \text{ €/m}^2$ , wobei auf den Anteil Lohn 83 %, auf Gerät 13 % und auf Material 4 % entfällt.

Für die Schalarbeiten der gesamten Decken der insgesamt vier Geschosse ergeben sich in Summe 87.280 € (durch Einsetzen in Glg.(12-39)).