

Wolfgang Malpricht  
Carsten Rupp



# Schalungsplanung im Baubetrieb

Ein Lehr- und Übungsbuch



2., aktualisierte und erweiterte Auflage

HANSER



# Wir denken Schalung weiter

Vieles, was in der Schalungsbranche heute weltweit Standard ist, wurde bei MEVA in Haiterbach entwickelt. Als Impulsgeber für die Baubranche arbeiten wir tagtäglich daran, Schalung noch sicherer und effizienter zu machen und unseren Kunden den Alltag auf der Baustelle zu erleichtern.

Mit unseren Lösungen, Ideen und Dienstleistungen machen wir Schalung einfach clever.



**MEVA Schalungs-Systeme GmbH**  
Industriestraße 5, 72221 Haiterbach  
[www.meva.net](http://www.meva.net)





#### **Ihr Plus – digitale Zusatzinhalte!**

Auf unserem Download-Portal finden Sie zu diesem Titel kostenloses Zusatzmaterial. Geben Sie dazu einfach diesen Code ein:

**plus-qgist-ukhl6**

**[plus.hanser-fachbuch.de](http://plus.hanser-fachbuch.de)**



#### **Bleiben Sie auf dem Laufenden!**

Hanser Newsletter informieren Sie regelmäßig über neue Bücher und Termine aus den verschiedenen Bereichen der Technik. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter

**[www.hanser-fachbuch.de/newsletter](http://www.hanser-fachbuch.de/newsletter)**

# Lehrbücher des Bauingenieurwesens

Bletzinger/Dieringer/Fisch/Philipp • *Aufgabensammlung zur Baustatik*

Dallmann • *Baustatik*

Band 1: Berechnung statisch bestimmter Tragwerke

Band 2: Berechnung statisch unbestimmter Tragwerke

Band 3: Theorie II. Ordnung und computerorientierte Methoden der Stabtragwerke

Engel/Al-Akel • *Einführung in den Erd-, Grund- und Dammbau*

Engel/Lauer • *Einführung in die Boden- und Felsmechanik*

Fouad/Zapke • *Bauwesen Taschenbuch*

Freimann • *Hydraulik in der Wasserwirtschaft*

Göttsche/Petersen • *Festigkeitslehre – klipp und klar*

Jochim/Lademann • *Planung von Bahnanlagen*

Krawietz/Heimke • *Physik im Bauwesen*

Malpricht • *Schalungsplanung im Baubetrieb*

Prüser • *Konstruieren im Stahlbetonbau*

Rjasanowa • *Mathematik für Bauingenieure*

Wolfgang Malpricht/Carsten Rupp

# Schalungsplanung im Baubetrieb

Ein Lehr- und Übungsbuch

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

HANSER

## Die Autoren:

Prof. Dipl.-Ing. Wolfgang Malpricht, Jade Hochschule Oldenburg

Dipl.-Ing. (FH) Carsten Rupp, Lehrbeauftragter an der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes in Saarbrücken



Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt geprüft und getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor(en, Herausgeber) und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Weise aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso wenig übernehmen Autor(en, Herausgeber) und Verlag die Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2022 Carl Hanser Verlag München

Internet: [www.hanser-fachbuch.de](http://www.hanser-fachbuch.de)

Lektorat: Frank Katzenmayer

Herstellung: Frauke Schafft

Covergestaltung: Max Kostopoulos

Coverkonzept: Marc Müller-Bremer, [www.rebranding.de](http://www.rebranding.de), München

Titelbild: Wolfgang Malpricht

Satz: Eberl & Koesel Studio, Altusried-Krugzell

Druck und Bindung: Hubert & Co. GmbH & Co. KG BuchPartner, Göttingen

Printed in Germany

Print-ISBN 978-3-446-46750-7

E-Book-ISBN 978-3-446-47040-8

# Vorwort

Stahlbeton ist und bleibt der weltweit bedeutendste Baustoff. Für die Herstellung von Betonbauteilen werden Schalungen benötigt. Dabei dienen Schalungen nicht nur der Formgebung des Bauteils, sondern sie haben auch eine tragende Funktion und beeinflussen die Qualität des Betons, insbesondere die Betonoberfläche von Sichtbeton.

Das vorliegende Lehr- und Übungsbuch behandelt die Konstruktion, Bemessung und Einsatzplanung von Schalungen und Gerüsten. Ebenso werden die Aufgaben der Arbeitsvorbereitung dargestellt, die bei der Herstellung von Stahlbetonbauwerken erforderlich sind. Hierzu gehören die Technologie des Sichtbetons und die Verfahrenstechnik beim Einsatz von Fertigteilen und der Ausführung von Fugen.

Das Buch ist für das Grundlagen- und Fachstudium der baukonstruktiven und baubetrieblichen Disziplinen ausgerichtet. Es empfiehlt sich Studierenden der Bauverfahrenstechnik im Bauwesen und ist für das Vertiefungsstudium in Bachelorstudiengängen sowie weiterführenden Masterstudiengängen ausgelegt. Als Lehrbuch soll es die Lehrveranstaltungen ergänzen und das Selbststudium unterstützen. Mit umfassenden Übungsbeispielen und Aufgaben fördert es als Übungsbuch die Prüfungsvorbereitung.

Als Kompendium stellt das Buch die konstruktiven Grundlagen für die Bemessung von Schalungen zur Verfügung, die sich durch die aktuell gültigen und weitgehend neuen europäischen Normen nach dem Sicherheitskonzept des Eurocodes ergeben. Insoweit eignet sich dieses Buch genauso für erfahrene Praktiker in der Arbeitsvorbereitung, die sich mit der Bemessung von Schalungen nach den aktuellen Normen befassen möchten. Für Studierende stellt das Buch einen Bezug her zwischen neuem Sicherheitskonzept und der Bemessung herkömmlicher Art.

Den Schwerpunkt des Buches bilden zahlreiche Übungsbeispiele, in denen die Bemessung von konventionellen Schalungen umfassend und ganzheitlich behandelt wird. Ergänzend sind kapitelweise Übungsaufgaben gestellt, deren Musterlösungen im Internet unter <https://plus.hanser-fachbuch.de> zu finden sind. Den Zugangscode finden Sie auf der ersten Seite des Buches.

Das Buch kann die vielfältigen Schalungssysteme der verschiedenen Hersteller nicht umfassend und im Detail darstellen. Der Anspruch des Lehr- und Übungsbuches liegt hingegen darin, den Studierenden Kenntnisse der Bauverfahrenstechnik zur Verfügung zu stellen, um die grundlegenden Aufgaben in der Arbeitsvorbereitung von Schalungen und Gerüsten erledigen zu können. Nach diesen Studien sollen die Studierenden in der Lage sein, die vielfältigen Angebote der Schalungshersteller an Zahlenwerken, Tabellen und Bemessungsdiagrammen zu bewerten und professionell anzuwenden. Ebenso werden die Studierenden befähigt, konventionelle Schalungen systemunabhängig zu bemessen und zu konstruieren. Gleichwohl wird in die grundlegende Anwendungstechnik der wichtigsten Schalungssysteme eingeführt.

Die baukonstruktive Ausrichtung dieses Lehr- und Übungsbuches macht dabei deutlich, dass die Aufgaben der Bauverfahrenstechnik und Arbeitsvorbereitung neben den baubetrieblich wichtigen Grundlagen gleichermaßen gute Fähigkeiten in der Anwendung konstruktiver Kenntnisse erfordern. Insofern bietet die Schalungsplanung ein gelungenes Übungsfeld, die in den Bemessungsfächern Holzbau, Stahlbau und Stahlbetonbau erworbenen Kenntnisse interdisziplinär und ganzheitlich anzuwenden. Dabei dürfen die konstruktiven Anforderungen durchaus auch eine Herausforderung darstellen für baubetrieblich ausgerichtete Studierende mit Studienschwerpunkten in Baumanagement und Baubetriebswirtschaft.

Das Lehr- und Übungsbuch „Schalungsplanung“ findet seinen besonderen Platz in dieser Zeit der Veränderungen im Bereich der europäischen Normen. Bei der Ausarbeitung des Buches stellte sich allein schon die Zusammenstellung gültiger Bemessungswerte als anspruchsvoll heraus. Die Bemessung spezieller Schalungs- und Gerüstsysteme erfolgt aufgrund vorliegender bauaufsichtlicher Zulassungen durch Tabellen und Diagramme der Hersteller. Die Konstruktion und Bemessung konventioneller Schalungen und Gerüste muss vor allem auf der Grundlage gültiger Normen und Richtlinien erfolgen.

Die Anwendung und Bemessung von Baustützen und Holzschalungsträgern ist aufgrund der eingeführten neuen europäischen Normen eindeutig geklärt und zahlenmäßig festgelegt, wenngleich die Tabellenwerke der Hersteller in der Regel noch zulässige Lasten oder zulässige Schnittgrößen angeben. Auch die Bemessung von gewöhnlichem Bauholz ist durch die neue Holzbaunorm klar geregelt. Im Bereich der Schalhautplatten ist die Situation jedoch sehr unübersichtlich. Einerseits nimmt die Holzbaunorm ihre Zuständigkeit für Schalungen und Gerüste in Anspruch, andererseits unterliegen die verschiedenen Schalhautarten mehreren, teilweise noch sehr alten Normen. Die Schalhautplatten lassen sich im Einzelnen nur schwer der Holzbaunorm zuordnen. Von den Herstellern werden unterschiedliche Bemessungswerte zur Verfügung gestellt. Obwohl der Schubnachweis bei Schalungen häufig maßgebend ist, liegen Bemessungswerte für den Schubnachweis von Schalhautplatten nur teilweise vor.

Besonders schwierig ist die Tatsache zu handhaben, dass es zwar schon seit längerem eine neue Traggerüstnorm gibt, diese jedoch noch nicht bauaufsichtlich eingeführt ist. Auch hier stoßen altes und neues Sicherheitskonzept aufeinander. Bei der Festlegung von Bemessungswerten nach der neuen Holzbaunorm spielt der Modifikationsbeiwert eine bedeutende Rolle. Für die Festlegung des Modifikationsbeiwerts, insbesondere bei Schalhaut, bedarf es einer Beurteilung hinsichtlich Lasteinwirkungsdauer und Feuchtigkeitsgehalt. Hier sind die Interpretationen der Norm nicht eindeutig.

Der Anspruch dieses Lehr- und Übungsbuches liegt insofern darin, die Grundlagen der Bemessung nach dem Sicherheitskonzept der aktuellen neuen europäischen Normen auf der Grundlage des Eurocodes der herkömmlichen Bemessung gegenüberzustellen und mit ihr zu verknüpfen. Studierende lernen das Bemessen heute nur noch nach dem neuen Sicherheitskonzept und können daher allein schon mit dem Begriff „zulässige“ Lasten nichts mehr anfangen. Gleichmaßen mag mancher erfahrene Praktiker in der Arbeitsvorbereitung die Notwendigkeit sehen, sich mit der Bemessung nach neuem Sicherheitskonzept auseinanderzusetzen. Denjenigen sei dieses Lehr- und Übungsbuch ebenso empfohlen.

Mein besonderer Dank gilt allen Firmen, die mir freundlicherweise zahlreiche Bilder zur Verfügung gestellt haben. Dank sei auch allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Firmen und des Verlags, die mir beratend zur Seite standen und mich tatkräftig unterstützt haben. Auch meiner Familie möchte ich herzlichen Dank aussprechen, die mir während der Ausarbeitung des Buches mit viel Geduld den Rücken freigehalten hat.

Hinweise und Anregungen nehme ich gerne entgegen.

Oldenburg, April 2010

*Wolfgang Malpricht*

## ■ Vorwort zur zweiten Auflage

Wir freuen uns sehr, dass es uns gelungen ist, in guter Partnerschaft als Koautoren dem Wunsch des Hanser-Verlags nachzukommen und die erweiterte zweite Auflage zu erarbeiten. Besonders freuen wir uns über das neue Layout im Vierfarbdruck.

Die Kapitel der ersten Auflage geben schon einen Überblick über die große Vielfalt der Betonschalungen. Die Inhalte dieser Kapitel wurden grundlegend überarbeitet und aktualisiert. Dabei konnten alle zwischenzeitlichen Änderungen im Bereich der Normen, Richtlinien und Merkblätter eingearbeitet werden. Insbesondere im Bereich der Eurocode-Normen gab es einige Veränderungen. Die Beispiele über die

Bemessung konventioneller Schalungen wurden dementsprechend überarbeitet. Die Darstellung der gängigen Schalungssysteme wurde ebenfalls grundlegend überarbeitet und auf den aktuellen Stand gebracht. Neu hinzu kamen die Kapitel über Fundamentalschalungen und Traggerüsttürme sowie über die Schalverfahren bei Brücken und Tunneln.

Die Inhalte der ersten Auflage wurden im neuen Teil der zweiten Auflage durch wesentliche baubetriebliche Aspekte ergänzt, die im Kontext der Schalungsplanung von Bedeutung sind. Hierzu gehört insbesondere die Bauablaufplanung, die immer Grundlage aller Schalungsplanung sein sollte. Auf die Zusammenhänge von Taktplanung und Schalungs-Einsatzplanung wurde besonderer Wert gelegt. Und auch die speziellen Vorgehensweisen bei Angebotskalkulation und Miete von Schalungen sind in neuen Kapiteln ergänzt worden. Nicht zuletzt wird der aktuelle Stand der digitalen Schalungsplanung dargestellt.

In einem Ausblick geben wir einen Überblick über zukünftige Entwicklungen in der Schalungstechnik, die vor allem durch die Digitalisierung vorangetrieben werden.

Wir bedanken uns bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Schalungsfirmen und Lieferanten, die uns mit Bildern und fachlichem Rat unterstützt haben. Besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Jörg Messing, PERI SE, für seine unermüdliche Beratung und das Korrekturlesen. Ebenso danken wir Herrn Dipl.-Ing. (FH) Thomas Walliser, MEVA Schalungs-Systeme GmbH, für die kompetente fachliche Unterstützung.

Musterlösungen der Übungsaufgaben und ergänzende Unterlagen zum Beispielprojekt des Bürogebäudes sind im Internet unter <https://plus.hanser-fachbuch.de> zu finden. Den Zugangscodes dafür finden Sie auf der ersten Seite des Buches.

Hinweise und Anregungen nehmen wir gerne entgegen.

Oldenburg und Saarlouis, April 2022

*Wolfgang Malpricht und Carsten Rupp*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Europäische Normen .....	3
1.2 Schalungen und Traggerüste .....	4
1.3 Schalungshaut .....	6
1.3.1 Schalungshautarten .....	6
1.3.2 Brettprofile aus Massivholz .....	8
1.3.3 Sperrholzplatten .....	11
1.3.4 Kunststoff-Schalungshaut .....	11
1.3.5 Trennmittel .....	12
1.4 Unterkonstruktion .....	13
1.4.1 Unterkonstruktion von Trägerschalungen .....	13
1.4.2 Unterkonstruktion von Rahmen- und Modulschalungen .....	15
1.5 Schalungsanker .....	16
1.6 Unterrüstungen .....	18
1.6.1 Unterrüstung waagerechter Schalungen .....	18
1.6.2 Unterrüstung geneigter Schalungen .....	19
1.7 Elemente zur Lagesicherung .....	21
1.7.1 Lagesicherung lotrechter Schalungen .....	21
1.7.2 Lagesicherung waagerechter und geneigter Schalungen .....	22
1.8 Sicherheitseinrichtungen .....	23
1.8.1 Sicherheitseinrichtungen an lotrechten Schalungen .....	24
1.8.2 Sicherheitseinrichtungen an waagerechten Schalungen .....	24

<b>2</b>	<b>Grundlagen der Bemessung</b> .....	<b>27</b>
2.1	Bemessung nach DINEN 12812 .....	28
2.1.1	Tragfähigkeitsnachweis .....	29
2.1.2	Bemessungsklassen nach DINEN 12812 „Traggerüste“ .....	31
2.1.3	Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....	34
2.2	Bemessung nach DINEN 1995-1-1 „Holzbauten“ .....	35
2.2.1	Einwirkungen und Schnittgrößen .....	35
2.2.2	Tragfähigkeitsnachweis .....	36
2.2.3	Biegespannungsnachweis .....	36
2.2.4	Schubspannungsnachweis .....	36
2.2.5	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit .....	38
2.3	Statische Systeme und Lastannahmen .....	38
2.4	Frischbetondruck .....	39
2.4.1	Bemessungswert des Frischbetondrucks .....	40
2.4.2	Charakteristischer Wert des Frischbetondrucks .....	41
2.5	Nachweis der Ebenheitstoleranzen .....	47
2.6	Bemessung von Schalungshaut .....	49
2.6.1	Sperrholz-Schalungsplatten (PERI u. a.) .....	51
2.6.2	Spezielle Schalungsplatten (Westag AG) .....	53
2.6.3	Finnische Standard-Sperrholzplatten .....	54
2.6.4	Kunststoff-Schalungshaut (alkus) .....	57
2.7	Bemessung von Holzschalungsträgern .....	57
2.8	Bemessung von Baustützen .....	61
2.8.1	Bemessung der Baustützen mit dem nutzbaren Widerstand als Bemessungswert .....	63
2.8.2	Bemessung der Baustützen mit zulässigen Traglasten .....	64
2.9	Bemessung von Schalungsankern .....	67
<b>3</b>	<b>Sichtbeton</b> .....	<b>71</b>
3.1	Ausprägungen von Sichtbeton .....	72
3.1.1	Textur .....	73
3.1.2	Porigkeit .....	75
3.1.3	Farbtongleichheit .....	75
3.1.4	Ebenheit .....	76

3.1.5	Arbeitsfugen und Schalungsstöße .....	76
3.2	Planung des Sichtbetons .....	78
3.2.1	Entwurfsplanung und Ausschreibung .....	78
3.2.2	Tragwerks- und Ausführungsplanung .....	81
3.2.3	Planung der Bauausführung .....	82
3.3	Sichtbetonklassen .....	86
3.3.1	Sichtbetonklasse SB1 .....	87
3.3.2	Sichtbetonklasse SB2 .....	89
3.3.3	Sichtbetonklasse SB3 .....	93
3.3.4	Sichtbetonklasse SB4 .....	96
<b>4</b>	<b>Fundamentalschalungen .....</b>	<b>103</b>
4.1	Konventionelle Fundamentalschalungen .....	103
4.2	Schalungssysteme für Fundamente .....	104
4.2.1	Kleinflächenschalungen .....	104
4.2.2	Verlorene Fundamentalschalungen .....	107
<b>5</b>	<b>Wandschalungen .....</b>	<b>109</b>
5.1	Konventionelle Wandschalungen .....	109
5.2	Wandschalungssysteme .....	110
5.2.1	Trägerschalungen .....	110
5.2.2	Rahmenschalungen .....	111
5.3	Rundschalungen .....	115
5.3.1	Konventionelle Rundschalungen .....	115
5.3.2	Rundschalungssysteme .....	117
5.4	Kletterschalungen .....	118
5.5	Sperrenschalungen .....	120
5.6	Gleitschalungen .....	121
5.7	Schachtbühnen .....	123
5.8	Einhäuptig zu schalende Wände .....	126
5.8.1	Doppelhäuptige Schalung .....	126
5.8.2	Einhäuptige Schalung .....	127
5.8.3	Einhäuptige und ankerlose Wandschalung .....	132
5.8.4	Verankerung der Abstützböcke .....	133

5.9	Statischer Exkurs	135
5.10	Mögliche Fehler und Schadensursachen	146
5.11	Bemessung der Wandschalung	150
5.12	Aufgaben	162
<b>6</b>	<b>Stützenschalungen</b>	<b>169</b>
6.1	Konventionelle Stützenschalungen	169
6.2	Schalungssysteme für Stützen	170
6.2.1	Trägerschalungen	170
6.2.2	Rahmenschalungen	171
6.2.3	Rundstützenschalungen aus Stahl	175
6.2.4	Schalrohre	176
6.3	Bemessung einer konventionellen Stützenschalung	178
6.4	Ankerung durch die Sparschalung	199
6.5	Aufgaben	205
<b>7</b>	<b>Deckenschalungen</b>	<b>207</b>
7.1	Konventionelle Deckenschalungen	207
7.2	Deckenschalungssysteme	208
7.2.1	Flex-Deckenschalungen	208
7.2.2	Deckentische	215
7.2.3	Modul-Deckenschalungen	219
7.3	Ausschalfristen und Hilfsstützen	224
7.4	Konstruktion und Bemessung einer Deckenschalung	232
7.5	Bemessung einer Deckenschalung nach Tabellen	254
7.6	Auswahl der Deckenstützen	259
7.7	Aufgaben	263
<b>8</b>	<b>Unterzugschalungen</b>	<b>267</b>
8.1	Konventionelle Unterzugschalungen	268
8.2	Schalungssysteme für Unterzüge	270
8.2.1	Abschalböcke	271
8.2.2	Kleinflächenschalungen	272
8.3	Aufgaben	273

<b>9</b>	<b>Halbfertigteile</b> .....	<b>277</b>
9.1	Halbfertigteil-Decken .....	277
9.2	Halbfertigteilträger .....	278
9.3	Voll-Fertigteil-Konstruktionen .....	279
9.4	Halbfertigteil-Deckenplatten .....	280
9.4.1	Gitterträger in Halbfertigteilplatten .....	280
9.4.2	Zulagebewehrung .....	283
9.4.3	Deckenränder .....	285
9.4.4	Deckengleiche Träger .....	285
9.4.5	Montageunterstützung .....	285
9.4.6	Sonderkonstruktionen .....	291
9.5	Halbfertigteil-Wände .....	293
9.6	Systemteile zur Montage von Halbfertigteil-Wänden .....	295
9.6.1	Elementabstützung .....	295
9.6.2	Fugenabdichtung .....	296
9.6.3	Betonierbühnen .....	297
9.7	Aufgaben .....	297
<b>10</b>	<b>Traggerüsttürme</b> .....	<b>303</b>
10.1	Traggerüsttürme in Rahmenbauart .....	305
10.2	Traggerüsttürme aus Einzelstützen .....	306
<b>11</b>	<b>Arbeits- und Schutzgerüste</b> .....	<b>309</b>
11.1	Konsolgerüste .....	310
11.2	Hängegerüste .....	313
11.3	Auslegergerüste .....	313
11.4	Standgerüste .....	314
<b>12</b>	<b>Brückenschalungen</b> .....	<b>317</b>
12.1	Gründung und Unterbau .....	317
12.2	Herstellverfahren für den Überbau .....	319
12.2.1	Unterstützung durch Traggerüstkonstruktionen .....	320
12.2.2	Taktschiebeverfahren .....	328
12.2.3	Freivorbauverfahren .....	329

12.2.4	Vorschubrüstung .....	330
12.2.5	Stahlverbund-Bauweise .....	331
12.3	Gesimskappen .....	333
<b>13</b>	<b>Tunnelschalungen .....</b>	<b>335</b>
13.1	Offene Bauweise .....	335
13.1.1	Aufgelöst hergestellter Querschnitt .....	336
13.1.2	Teilmonolithisch hergestellter Querschnitt .....	338
13.1.3	Monolithisch hergestellter Querschnitt .....	340
13.2	Halboffene Bauweise (Deckelbauweise) .....	341
13.3	Bergmännische Bauweise (geschlossene Bauweise) .....	342
13.4	Tunnelportale .....	344
<b>14</b>	<b>Arbeits- und Dehnfugen .....</b>	<b>345</b>
14.1	Fugenbleche .....	347
14.2	Fugenbänder .....	348
14.3	Injektionsschläuche .....	352
14.4	Quellbänder .....	354
14.5	Arbeitsfugen bei Halbfertigteil-Wandelementen .....	355
14.5.1	Fugenbleche und Fugenbänder .....	355
14.5.2	Injektionsschläuche und Quellbänder .....	356
14.6	Rückbiege- und Schraubanschlüsse .....	357
<b>15</b>	<b>Schalungsplanung am Beispielprojekt .....</b>	<b>361</b>
15.1	Systematik der Schalungsplanung .....	361
15.2	Beispielprojekt für die Schalungsplanung .....	362
<b>16</b>	<b>Kennzahlenrechnung und Bauablaufplanung .....</b>	<b>365</b>
16.1	Kennzahlenrechnung .....	365
16.1.1	Beispiel Kennzahlenrechnung .....	366
16.1.2	Ergebnis der Kennzahlenrechnung .....	367
16.1.3	Berechnung des Kranbedarfs .....	368
16.2	Bauablaufplanung .....	369
16.2.1	Mengenermittlung und Arbeitsverzeichnis .....	369
16.2.2	Bauablaufplan .....	371

<b>17</b>	<b>Betonier- und Schalungsabschnitte</b>	<b>373</b>
17.1	Arbeitsfugen	375
17.2	Bedarfsermittlung der Schalungsmengen	375
17.3	Betonier- und Schalungsabschnitte bei Wänden	375
17.3.1	1,5-fache Schalungsvorhaltung	376
17.3.2	2,0-fache Schalungsvorhaltung	378
17.3.3	Vorhaltemengen von Wandschalungen	379
17.4	Betonier- und Schalungsabschnitte bei Stahlbetonstützen	380
17.5	Betonier- und Schalungsabschnitte bei Decken	381
17.5.1	Arbeitsfugen in Decken	382
17.5.2	Vorhaltemengen von Deckenschalungen	384
17.5.3	Anordnung von Hilfsstützen bei Decken	385
17.5.4	Vorhaltemengen von Hilfsstützen	387
<b>18</b>	<b>Angebotskalkulation von Schalungen</b>	<b>389</b>
18.1	Einflussfaktoren auf die Kosten von Schalungssystemen	390
18.1.1	Kosteneinflüsse bei Wandschalungen	390
18.1.2	Kosteneinflüsse bei Deckenschalungen	391
18.1.3	Kosteneinflüsse der Bauzeit	391
18.2	Allgemeine Vorüberlegungen zur Kalkulation	392
18.3	Höhenmatrix eines Bauvorhabens	392
18.4	Kalkulation von Wandschalungen	393
18.4.1	Vorgaben der Ausschreibung	393
18.4.2	Kalkulation der Vorhaltekosten	396
18.5	Kalkulation von Stützenschalungen	397
18.5.1	Vorgaben der Ausschreibung	397
18.5.2	Kalkulation der Vorhaltekosten	399
18.6	Kalkulation von Deckenschalungen	400
18.6.1	Vorgaben der Ausschreibung	400
18.6.2	Kalkulation der Vorhaltekosten	402
18.7	Gerätekostenermittlung gemäß Baugeräteliste	403
18.7.1	Vorhaltekosten der Wandschalung	404
18.7.2	Vorhaltekosten weiterer Schalungen	405

18.7.3 Umrechnungen .....	406
18.7.4 Vorhaltekosten für Stillliegezeiten nach BGL .....	407
18.8 Aufwandswerte für die Kalkulation der Lohnkosten .....	408
18.8.1 Aufwandswerte für Wandschalungen .....	408
18.8.2 Aufwandswerte für Stützenschalungen .....	412
18.8.3 Aufwandswerte für Deckenschalungen .....	413
<b>19 Schalungsmiete .....</b>	<b>417</b>
19.1 Preisgestaltung von Mietschalungen .....	419
19.2 Abrechnung von Schalungsmieten .....	420
19.3 Die Schalungsausschreibung .....	422
19.3.1 Grundlagen für die Schalungsausschreibung .....	423
19.3.2 Beispiele für LV-Positionen einer Schalungsausschreibung ....	426
19.4 Rahmenvertrag für die Schalungsmiete .....	434
<b>20 Einsatzplanung .....</b>	<b>435</b>
20.1 Software für die Schalungseinsatzplanung .....	436
20.1.1 Eigenständige Planungsprogramme .....	436
20.1.2 CAD-basierte Applikationen .....	437
20.2 Beispiel zur Schalungseinsatzplanung .....	438
<b>21 Ausblick .....</b>	<b>445</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>449</b>
<b>Normen und Vorschriften .....</b>	<b>451</b>
Normen .....	451
Merkblätter und Richtlinien .....	453
<b>Index .....</b>	<b>457</b>

**Ergänzendes Material auf <https://plus.hanser-fachbuch.de>:**

Musterlösungen der Aufgaben

Schalungseinsatzpläne für das Beispielprojekt eines Bürogebäudes

# 1

## Einführung

Die Planung der Schalung ist ein wesentlicher Bestandteil der Arbeitsvorbereitung im Stahlbetonbau. Da auf die Herstellung von Schalungen und Traggerüsten ein Großteil der Lohnkosten entfällt, können durch detaillierte Planung beträchtliche Rationalisierungserfolge erzielt und damit die Wirtschaftlichkeit bei der Durchführung einer Baumaßnahme positiv beeinflusst werden.

Es ist vorteilhaft, schon bei der Angebotskalkulation mit der Schalungsplanung zu beginnen und sie für die Bauausführung als wichtiges Element in die *Arbeitsvorbereitung* zu integrieren. So kann eine sinnvolle Abstimmung zwischen Bauverfahren, zeitlichem Bauablauf, Bereitstellungsplanung und Baustelleneinrichtung erfolgen.

Bis in die 1980er-Jahre unterhielten viele der größeren Bauunternehmen einen eigenen *Schalungsbau*, bestehend aus Planungsbüro und Werkstatt. In den Büros wurden Konstruktionszeichnungen und Werkpläne zur Herstellung von individuellen Schalungskonstruktionen erstellt, die dann in den Werkstätten gefertigt und auf die Baustelle geliefert wurden. Ebenso war es üblich, eigene Systemschalungen wie z. B. Wand- und Deckenschalungssysteme in ausreichenden Mengen am Bauhof vorzuhalten und bei Bedarf einzusetzen. Diese Schalungssysteme waren durch die Schalungsindustrie zu diesem Zeitpunkt schon weit entwickelt.

Mittlerweile ist bei vielen Unternehmen der Schalungsbereich zum Rationalisierungsoffer geworden. Die Möglichkeit, Schalungssysteme für fast jeden Einsatzbereich anmieten zu können, hat dazu geführt, dass viele Tätigkeiten an den *Schalungslieferanten* übertragen wurden. Das betrifft neben den Service- und Logistikleistungen, zu denen u. a. die Lagerung und der Transport der Schalung gehört, insbesondere auch die Ingenieurleistungen wie beispielsweise das Erstellen von Schalungseinsatzplänen und Materiallisten, um den Schalungsbedarf zu ermitteln.



### Service- und Logistikleistungen

- Lagerung und Kommissionierung der Schalung
- Werkseitige Schalungsvormontage
- Instandhaltung (Regeneration und Reparatur)
- Transport
- Endreinigung



### Ingenieurleistungen

- Arbeitsvorbereitung
- Schalungseinsatzplanung
- Materiallisten
- Statische Berechnungen
- Sichtbetonplanung
- Baustelleneinweisung und Beratung

Dennoch ist es von großer Wichtigkeit, dass den externen Schalungstechnikern qualifizierte und kompetente Ansprechpartner aus den Baufirmen zur Verfügung stehen, um Schalung und Bauablauf optimal aufeinander abzustimmen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Schalungsindustrie heute für fast jede Anforderung Systemschalungen anbietet, die gemäß ihrer Typenstatik eingesetzt werden, verliert der klassische Schalungsbau zunehmend an Bedeutung. Eine Ausnahme stellt hier sicherlich der Ingenieurbau dar, wo häufig sehr spezielle Schalungslösungen erforderlich sind. Unternehmen, die in diesem Bereich tätig sind, unterhalten teilweise auch heute noch einen eigenen Schalungsbau.

Demnach müssen die im Schalungsbereich tätigen Ingenieure je nach Aufgabengebiet in der Lage sein, die am Markt erhältlichen Schalungssysteme zu beurteilen und für ihre Zwecke einzusetzen. Ebenso müssen sie die Notwendigkeit spezieller Schalungskonstruktionen erkennen und diese gegebenenfalls planen können.



Beim Einsatz von Systemschalungen ist die jeweilige *Aufbau- und Verwendungsanleitung* des Herstellers zu beachten. Darin werden Sicherheitshinweise und wichtige Angaben für die Regelanwendung gemacht. Diese sind vom Anwender genau zu befolgen. Vom Regelfall abweichende Einsätze müssen unter Beachtung gültiger Gesetze, Normen und Sicherheitsvorschriften gesondert nachgewiesen werden.

Dieses Kapitel gibt eine Einführung in die Aufgabenstellung der Arbeitsvorbereitung für Schalungen und deren Traggerüste. Die für die Schalungsplanung wichtigsten Normen und die wesentlichen Bestandteile einer Schalungskonstruktion werden in einem Überblick vorgestellt. In den folgenden Kapiteln werden einer-

seits die wichtigsten Systemschalungen und deren Einsatzmöglichkeiten und andererseits die Bemessung konventioneller Schalungen behandelt.

## ■ 1.1 Europäische Normen

Alle baukonstruktiven Bereiche unterliegen einem enormen Wandel. In den vergangenen Jahren wurden die bedeutendsten Normen europäisch harmonisiert und auf das *Sicherheitskonzept* des *Eurocode* umgestellt. Inzwischen sind alle wichtigen Normen im Stahlbetonbau (DIN EN 1992-1-1), Stahlbau (DIN EN 1993-1-1) und Holzbau (DIN EN 1995-1-1) auf das neue Sicherheitskonzept umgestellt worden.



### Die wichtigsten Normen für den Schalungsbau

- „Holzbauten“: DIN EN 1995-1-1:2010-12 / A2:2014-07 / NA:2013-08
- „Stahlbauten“: DIN EN 1993-1-1:2010-12 (2020-08 Entwurf) / A1:2014-07 / NA:2018-12
- „Traggerüste“: DIN EN 12812:2008-12
- „Arbeits- und Schutzgerüste“: DIN 4420-1:2004-03, DIN 4420-3:2006-01
- „Toleranzen im Hochbau“: DIN 18202:2019-07
- „Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen“: DIN 18218:2010-01
- „Holzschalungsträger“: DIN EN 13377:2002-11
- „Baustützen“: DIN EN 1065:1998

Die Planung von Schalungen und Gerüsten kommt aufgrund der dafür verwendeten Materialien – Holz und Stahl – und aufgrund ihrer Bestimmung – die Herstellung von Stahlbetonbauteilen – gerade mit diesen Normen häufig in Berührung. So gut wie alle Normen, die für die Schalungsplanung eine Rolle spielen, sind inzwischen auf das neue Sicherheitskonzept des Eurocode umgestellt worden oder beziehen sich darauf.

So gibt es eine neue Traggerüstnorm DIN EN 12812 (s. Abschnitt 2.1), die auch bauaufsichtlich eingeführt ist. Im Bereich der *Schalhautplatten* gibt es die neue Holzbaunorm DIN EN 1995-1-1 (s. Abschnitt 2.2), die prinzipiell auch für Schalungen gilt, und weitere zugehörige Normen, je nach Art der jeweiligen *Schalungshaut*.

In diesem Buch werden in Kapitel 2 die wichtigsten Grundlagen der aktuellen Normen nach heutigem Stand behandelt, ebenso Fragen der *Lastannahmen* bei der *Bemessung*.

## ■ 1.2 Schalungen und Traggerüste

Als „Schale“ für den Frischbeton dient die Schalung der Formgebung eines Bauteils. Die auf die Schalung einwirkenden Lasten werden in die *Unterkonstruktion* abgeleitet, die gemäß DIN EN 12812 als *Traggerüst* bezeichnet wird. Nachdem der Beton erhärtet ist und eine ausreichende Festigkeit erreicht hat, werden Schalung und Traggerüst in der Regel entfernt. Sie gelten von daher als temporäre Konstruktion und deren Unterstützung, die selbst jedoch nicht in das Bauwerk eingehen.

Bei den heute überwiegend eingesetzten Systemschalungen sind Schalung und Unterkonstruktion teilweise fest miteinander verbunden. Sie werden in der Regel als Einheit betrachtet, sodass in der Praxis (und auch hier) häufig mit dem Begriff Schalung auch das Traggerüst gemeint ist.

Hinsichtlich ihrer Lastabtragung werden Schalungen für vertikale Bauteile (lotrechte Schalungen) und Schalungen für horizontale Bauteile (waagerechte Schalungen) unterschieden.



### Beispiele für vertikale Bauteile

- Fundamente
- Wände
- Stützen

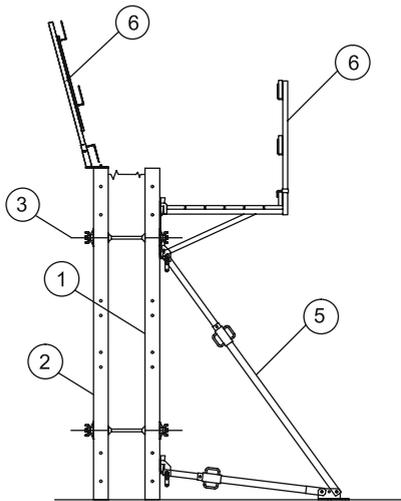


### Beispiele für horizontale Bauteile

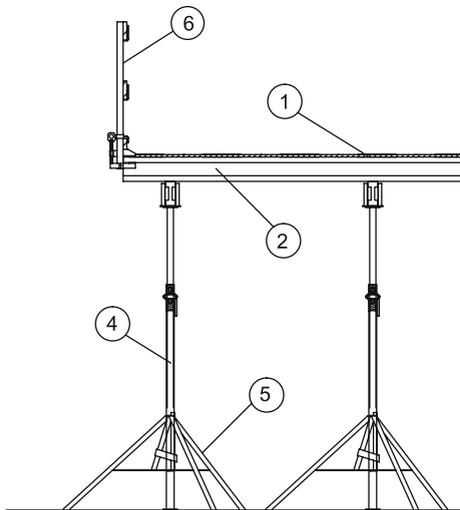
- Decken
- Podeste
- Unterzüge

Lotrechte (Bild 1.1) und waagerechte (Bild 1.2) Schalungen bestehen aus den folgenden Konstruktionselementen:

1. Schalungshaut,
2. Unterkonstruktion,
3. Schalungsanker (bei lotrechten Schalungen),
4. Unterrüstung (bei waagerechten Schalungen),
5. Elemente zur Lagesicherung (Abstützungen),
6. Sicherheitseinrichtungen (Arbeitsbühnen und Schutzgerüste).



**Bild 1.1**  
Konstruktionselemente lotrechter Schalungen



**Bild 1.2**  
Konstruktionselemente waagerechter  
Schalungen

Nachfolgend werden die Konstruktionselemente von Schalungen und deren Funktion näher beschrieben. Weiterführende Informationen zu den verschiedenen Schalungsarten sind in den jeweiligen Kapiteln zu finden.

## ■ 1.3 Schalungshaut

Die *Schalungshaut* einer Betonschalung muss mehrere Funktionen erfüllen: Die Schalungshaut gibt dem Beton seine *geometrische Form*, die sowohl ebene als auch gekrümmte Begrenzungsflächen haben kann. Die Schalungshautstruktur ist die Negativform der später sichtbaren Betonstruktur. Die *Betonstruktur* kann glatt oder rau sein, eine Brettstruktur wiedergeben sowie poröse oder geschlossene Oberflächen haben. Die Schalungshaut muss dicht sein, damit die Betonmilch nicht ausläuft und keine Kiesnester entstehen.

Die Schalungshaut muss zusammen mit ihrer Unterkonstruktion die vertraglich vorgegebenen Anforderungen an die *Ebenheit* entsprechend der Tabelle 3 in DIN 18202 „Toleranzen im Hochbau“ erfüllen (s. Abschnitt 2.5).

Die Schalungshaut muss bei waagerechten Schalungen den vertikalen *Frischbetondruck* aus dem Eigengewicht des Betons und aus Verkehrslasten sowie bei lotrechten Schalungen den horizontalen Frischbetondruck nach DIN 18218 aufnehmen und an die Unterkonstruktion weitergeben können. Der hydrostatische Frischbetondruck kann bei lotrechten Schalungen nach DIN 18218 unter gewissen Voraussetzungen abgemindert werden (s. Abschnitt 2.4).



### Funktionen der Schalungshaut

- Formgebung des Betonbauteils
- Ausbildung der Betonstruktur
- Dichtigkeit der Schalung
- Ebenheit der Betonoberfläche
- Aufnahme und Abtragung des Frischbetondrucks
- Schutz des jungen Betons vor zu schnellem Austrocknen, Umwelteinflüssen und mechanischen Beschädigungen

### 1.3.1 Schalungshautarten

Die einzelnen *Schalungshautarten* unterscheiden sich sowohl im Ergebnis der *Betonoberfläche* wie auch in ihrer *Einsatzhäufigkeit* (Tabelle 1.1).

Die Einsatzhäufigkeit von gehobelten Brettern entspricht in etwa der von *Dreischichtplatten* (Bild 1.3), wenngleich diese in der Regel imprägniert oder lackiert sind und dadurch eher häufiger eingesetzt werden können. Maßgebend sind jedoch vor allem die Schnittflächen.

**Tabelle 1.1** Schalungshautarten und mögliche Einsatzhäufigkeiten

Material	Schalungshautart	mögliche Einsatzhäufigkeit
Massivholz	Bretter, sägerau	2 – 4
	Bretter, gehobelt	10 – 15
	Bohlen, Dielen	2 – 4
Sperrholz	Dreischichtplatten	10 – 15
	Mehrschichtplatten	> 20 – 30
	Stab- und Stäbchensperrholzplatten	> 30 – 50
Holzwerkstoffe	Hartfaserplatten	2 – 3
	Holzwerkstoffplatten, Spanplatten	3 – 5
Metall	Stahl	> 100
Kunststoffe	Polyethylen	nach Profilierung und Einsatzart unterschiedlich, teilweise sehr hoch, > 100
	Polyurethan	
	Polystyrol	
	Glasfaserkunststoffe	
	Gummi	
Pappe	Pappe, kunststoffbeschichtet	1

**Bild 1.3**  
Dreischichtplatte, Bildquelle: Doka

Je nach Anforderungen muss die Schalungshaut ausgewählt werden. Einerseits muss die Schalungshaut für die verlangte Qualität der Betonoberflächen geeignet sein – ob rau oder glatt, ob *Sichtbeton* oder nicht – andererseits muss sie den mechanischen Beanspruchungen bei planmäßiger Einsatzhäufigkeit gewachsen sein. Oberflächenvergütete, d. h. kunstharzfilmbeschichtete *Mehrschichtplatten* (Bild 1.4) ergeben eine glatte Betonoberfläche. Trockene, saugende Schalungshaut ergibt eine offenporige Betonoberfläche, während eine feuchte, nichtsaugende oder beschichtete Schalungshaut eine geschlossen-porige Betonoberfläche hinterlässt.

**Bild 1.4**

Mehrschichtplatte, Bildquelle: Doka



**DIN 68791:2016-08:** Großflächen-Schalungsplatten aus Stab- und Stäbchensperrholz für Beton und Stahlbeton

**DIN 68792:2016-08:** Großflächen-Schalungsplatten aus Furniersperrholz für Beton und Stahlbeton

### 1.3.2 Brettprofile aus Massivholz

*Schalbretter* aus *Massivholz* haben eine Breite von etwa 10 cm und sind mit maximalen Lieferlängen von 4,50 m zu bekommen. Benötigt man längere durchgehende Sichtbetonflächen, müssen die Bretter in regelmäßigen oder unregelmäßigen Verbänden verlegt und gestoßen werden. Dabei ist auf einen möglichst geringen Verschnitt zu achten.

Sägeraute Bretter sind nur zur Betonseite *sägerau*, für die Maßhaltigkeit der Schalungskonstruktion sind die Bretter auf der dem Beton abgewandten Seite *gehobelt*. Die raue Brettoberfläche muss vor dem ersten Betonieren mit Beton eingeschlämmt werden, um die größten Vertiefungen in der Oberfläche zu verschließen. Dadurch wird für die ersten Einsätze ein einigermaßen gleiches Aussehen der rauen Betonoberfläche erzielt. Allerdings werden die Vertiefungen in der Schalungshaut mit jedem Betoniervorgang weiter zugesetzt, sodass sich mit jedem weiteren Betoniervorgang eine veränderte Betonoberfläche ergibt. Daher können mit einer sägerauen Schalungshaut nur sehr wenige Betonierabschnitte ausgeführt werden.

Die *Brettprofile* können sehr unterschiedlich sein. Es stehen mehrere *Spundungsprofile* mit verschiedenen Vor- und Nachteilen zur Verfügung:

- *Stumpfer Stoß*

Stumpf gestoßene Bretter werden im Schalungsbau nur für untergeordnete Zwecke, z. B. für Abschaltungen im Bereich von Fundamenten, eingesetzt. Ansonsten sind sie nicht sinnvoll einsetzbar, da die Fugen zwischen den Brettern nicht absolut dicht sind und sich durch Quellen und Schwinden des Holzes

auch jederzeit verändern können (Bild 1.5). Dadurch besteht die Gefahr, dass durch die offenen Fugen die Betonmilch ausläuft und dadurch Kiesnester entstehen.

In Rundungen sind diese Bretter auch nicht einsetzbar, da sich zwischen den polygonartig gestoßenen Brettern *klaffende Fugen* einstellen, die dann von Beton ausgefüllt werden bzw. nicht hinreichend abgedichtet werden können. Zwischen den Brettern besteht keine Schubverbindung. Dadurch kann sich leicht ein Versatz bilden.



**Bild 1.5**  
Stumpfer Stoß, Bildquelle: PERI

#### ■ *Nut und Feder*

Die Nut-und-Feder-Spundung hingegen kann auch in Rundungen sehr gut eingesetzt werden, da die Feder bis zu einem gewissen Grad elastisch gebogen in der Nut liegt und die Fuge als solche sich zwar etwas öffnet, jedoch nicht völlig aufklafft (Bild 1.6). Dadurch entstehen lediglich *Betongrate*, die architektonisch durchaus gewollt sein können.

Sofern die Bretter einzeln ausgeschalt werden müssen, können die Bretter dabei leicht zu Bruch gehen. Die Nut- und Feder-Spundung ist bei der Handhabung der einzelnen Bretter empfindlich, die zusammengebauten Bretter stellen aber einen guten Schubverband dar.



**Bild 1.6**  
Nut und Feder, Bildquelle: PERI

#### ■ *Wechselpfalz-Spundung*

Auch die Wechselpfalz-Spundung (Bild 1.7) leistet eine gute Schubübertragung. Bei zu geringer Nagelung stellt sie aber eine instabile Verbindung dar, bei der sich die Fugen leicht öffnen können.

**Bild 1.7**

Wechselfalz-Spundung, Bildquelle: PERI

- *Doppelte Keilspundung* (untergefügte Keil- oder Spezial-Spundung)

Die doppelte Keilspundung, oder auch *Z-Profil* genannt, ist speziell für Sichtbetonschalungen sehr gut geeignet. Sie stellt eine stabile Verbindung der Bretter dar bei gleichzeitig großer Dichtigkeit, auch bei Rundungen (Bild 1.8). Ausschalen der einzelnen Bretter ist durch Aufklappen zerstörungsfrei möglich. In Schalelementen lassen sich einzelne Bretter leicht auswechseln oder reinigen. Die Schubübertragung des Profils ist gut.

**Bild 1.8**

Doppelte Keilspundung (Z-Profil), Bildquelle: PERI

- *Schweinsrücken-Spundung* (Dreieck- oder Keilspundung)

Die Schweinsrücken-Spundung eignet sich besonders für Rundungen, weil die Bretter auch dann gut in einander liegen und gegenseitig gehalten sind (Bild 1.9). Allerdings kann es leicht zu undichten Stellen in den Brettfolgen kommen.

**Bild 1.9**

Schweinsrücken-Spundung, Bildquelle: PERI



## Bemessung von Schalhautplatten

siehe Abschnitt 2.6

### 1.3.3 Sperrholzplatten

Die verwendeten *Mehrschichtplatten* sind *Sperrholzplatten*, die zu einem sehr großen Anteil aus Finnland kommen. Nachfolgend sollen daher exemplarisch die finnischen Standardsperrhölzer dargestellt werden, welche für den Einsatz in Betonschalungen verwendet werden.



**Birkensperrholz:** wird ausschließlich aus Birkenfurnieren gefertigt.

**Combi-Sperrholz:** hat je zwei Birkenfurniere als Decklagen und dazwischen abwechselnd Nadelholz- und Birkenfurniere.

**Combi Mirror-Sperrhölzer:** haben je ein Birkenfurnier als Decklagen und dazwischen abwechselnd Nadelholz- und Birkenfurniere.

**Nadelholz-Sperrholz:** besteht als Innenlagen durchgehend aus Nadelholzfurnieren, die Decklagen sind Fichte- oder Kieferfurniere.

#### Finnische Standardsperrhölzer

*Finnisches Sperrholz* besteht aus Birken- oder Nadelholzfurnieren mit Nenndicken von 1,4 mm. Bei dicken Nadelholzfurnieren von Nadelholzsperrholz kann die Furnierdicke im Bereich von 2,0 bis 3,2 mm liegen.

Die Sperrholzplatten werden für den Einsatz in Betonschalungen gewöhnlich mit Filmbeschichtungen in Stärken von 120, 170, 220 oder 440 g/m<sup>2</sup> eingesetzt. Die höheren Beschichtungen haben sich wegen ihrer besseren technischen Eigenschaften mehr durchgesetzt. Durch Versiegelung der Plattenkanten wird die Feuchtigkeitsaufnahme der Platten minimiert.

Für die Herstellung von Sichtbeton-Bauteilen ist der Einsatz einer geeigneten Schalungshaut von großer Bedeutung. Eine Einführung in die Technologie des Sichtbetons ist in Kapitel 3 ausgeführt.

### 1.3.4 Kunststoff-Schalungshaut

Besonders bei Rahmenschalungen stellen Kunststoff-Schalungshautplatten eine Alternative zur herkömmlichen Schalungshaut dar, da sie für sehr hohe Einsatzzahlen geeignet sind. Diese sind verhältnismäßig teuer und daher nur wirtschaftlich, wenn sie sehr häufig eingesetzt werden können. Im Gebrauch sind sie vergleichbar mit beschichteten Mehrschichtplatten. Sie sind gut nagelbar und können repariert und maschinell gereinigt werden.