

**Baukonstruktion**  
vom Prinzip zum Detail

**José Luis Moro**

# **Baukonstruktion**

**vom Prinzip zum Detail**

**Band 3      Umsetzung**

mit

Matthias Rottner

Bernes Alihodzic

Matthias Weißbach

Vorwort von Jörg Schlaich

 **Springer**

Prof. Dipl.-Ing. José Luis Moro  
mit  
Dipl.-Ing. Matthias Rottner  
Dr.-Ing. Bernes Alihodzic  
Dr.-Ing. Matthias Weißbach

Universität Stuttgart,  
Institut für Entwerfen und Konstruieren  
Keplerstraße 11,  
70174 Stuttgart,  
Germany  
jose.moro@iek.uni-stuttgart.de

ISBN: 978-3-540-85913-0

e-ISBN: 978-3-540-85914-7

DOI 10.1007/978-3-540-85914-7

Library of Congress Control Number: 2008936467

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.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

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 waren und daher von jedermann benutzt werden dürften.

*Einbandgestaltung:* WMX Design GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem Papier

9 8 7 6 5 4 3 2 1

springer.com

*meiner Ehefrau Maria Julia  
meinen Kindern Diana, Julia und Luis*

## Vorwort

Das Planen, Entwerfen und Konstruieren, die eng miteinander verknüpften Themen dieser drei Bücher (oder dieses dritten von drei Bänden), sind im Prinzip äußerst komplexe Vorgänge, weil sie nicht linear sondern zyklisch / konzentrisch ablaufen. Sie verlaufen auf schrumpfenden Kreisen oder Schleifen, an deren Umfang bei jedem Umlauf erneut die Randbedingungen abgefragt werden, die es zu erfüllen gilt: Funktion, Standfestigkeit, Gestalt und Einfügung in das Umfeld, Wärme-, Schall- und Brandschutz, Dauerhaftigkeit, Fertigung, Montage, Wirtschaftlichkeit etc. So kommen sie schließlich auf „den Punkt“, also zu einer der vielen möglichen subjektiv befriedigenden Lösungen, aus denen dann in weiteren Iterationsschritten, vor und zurück, „die Lösung“ hervorgeht. Daraus folgt auch, dass es niemals die objektiv richtige oder gar die einzig beste Lösung gibt, sondern unzählige subjektive, weil man insbesondere das Entwerfen auch als gemischt deduktiven und induktiven Vorgang definieren kann, also einen logisch wissenschaftlichen „aus dem Kopf heraus“ und intuitiv / kreativen „aus dem Bauch heraus“. Sonst bräuchte es ja, um ein offensichtliches Beispiel zu nennen, für einen Wettbewerbsentscheid keine Jury sondern nur eine schlaue Excel-Tabelle.

Daraus folgt, dass dieser komplexe Ablauf buchstäblich seines Charakters beraubt wird, wenn er in einem „seitenweisen“ Buch notwendigerweise linearisiert wird. So addieren in der Tat die meisten Autoren, die sich mit diesem Thema beschäftigen – und das sind in letzter Zeit wirklich so viele, dass sich die Begeisterung über noch ein solches Buch zunächst sehr in Grenzen hält – Titel an Titel oder Bauteil an Bauteil, also beispielsweise Deckenplatten, Unterzüge, Stützen, Fundamente. Danach überlassen sie es dem Leser, dies alles zu einem Ganzen zu fügen und zeigen bestenfalls noch Ausführungsbeispiele ohne zu erklären, warum die so sind oder wie sie sonst noch hätten sein können.

Peinlich wird es, wenn diese Aneinanderreihung der typischen Bauteile auch noch fein säuberlich nach Werkstoffen sortiert dargeboten wird, als wolle ein Bauherr einen Beton-, Stahl- oder Holzbau. Nein, er will einen guten Bau und da bietet sich oft und heute zunehmend die Werkstoffmischung an, Misch-, Verbund- oder Schichtbauweisen.

Diese leider häufige Verkürzung eines zwar schwierigen aber gerade deshalb kreativen und einfach schönen Vorgangs auf eine Addition ist gerade für ein Lehrbuch und da besonders für Ingenieure fatal, weil die so zum Statiker oder bestenfalls zum Konstrukteur erzogen und so des schönsten Teils ihres Berufs beraubt werden, eben des kreativen subjektiven Entwerfens, in dem sie mit Begeisterung ihr erlerntes Wissen und ihre angeborene Phantasie einbringen können und sollen.

Klar worauf dies hinaus will! Die frohe Botschaft lautet, dass mit diesen Büchern, die der Leser dieser Zeilen in der Hand hat, der ausdrücklich bewusste und äußerst nachdrücklich verfolgte Versuch unternommen wurde, das Planen, Entwerfen und Konstruieren von Bauwerken in seiner Ganzheitlichkeit darzustellen, indem die einzelnen Kapitel nicht einfach addiert sondern durch ihre notwendigen Querverbindungen vielfältig und sachgerecht verknüpft werden, selbstverständlich werkstoffübergreifend und in ganzer Bandbreite. Man erfährt, warum was so ist und wie sich die verschiedenen Lösungsprinzipien aus den charakteristischen physikalischen Wirkprinzipien entwickeln. Andererseits wird nicht verschwiegen, dass die zunehmende Aufteilung des Planens auf Spezialisten konfliktträchtig und nicht unbedingt qualitätsfördernd ist, so dass ein wesentliches Ziel dieser Bücher der Blick über den Zaun ist. Eine Gruppe von Individualisten, die wir ja alle sein wollen, kann nur gemeinsam Qualität schaffen, wenn jeder auf das Wissen des anderen neugierig ist und es nicht um die Frage geht, was von wem kommt, sondern nur dass das Ganze gut ist.

Möge die wohlformulierte, intensiv argumentierende und sehr anschaulich bebilderte Botschaft dieser Bücher nicht nur bei den jungen Architekten sondern ebenso bei den Ingenieuren gehört und beherzigt werden. Sie werden belohnt mit der beglückenden Erfahrung, dass wir Bauenden noch Generalisten sind. Wir können und dürfen ein Bauwerk vom ersten Bleistiftstrich bis zum letzten Nagel begleiten und sind für seine Qualität selbst verantwortlich. Dabei wollen wir uns nicht auf unseren Lorbeeren ausruhen, sondern das Erreichte, mit unserem nächsten Entwurf vor Augen, selbstkritisch prüfen.

Jörg Schlaich

## Einführung

Dieses Buch geht der Frage nach, *weshalb* Baukonstruktionen so sind wie sie sind. In einer hochkomplexen, fragmentierten und schwer überschaubaren Bauwelt verdient es der Bauschaffende, und hier insbesondere der junge Lernende, wieder an die Ursprünge des baukonstruktiven Umgangs mit Material heran-, man möchte sagen *zurückgeführt* zu werden, ohne deren Kenntnis jede Beschäftigung mit Bauen sinn- und ziellos, in letzter Konsequenz zur Erfolglosigkeit verurteilt ist. Gleichzeitig soll unser bilderversessener Berufsstand, die Architektenschaft, daran erinnert werden, dass unsere Arbeit ihre vielschichtigen geistigen Dimensionen nur deshalb entfalten kann, weil sie eine *materielle* Basis besitzt, nämlich die Baukonstruktion, welche – gleichgültig ob wir es anerkennen oder nicht – zu einem wesentlichen Teil von der Geometrie, der Schwerkraft und anderen physikalischen Phänomenen bestimmt ist. Es ist letzten Endes die *Baustruktur*, die wir wahrnehmen und auf unsere Sinne wirkt, welche Ausgangspunkt und Vehikel des künstlerischen Ausdrucks, in letzter Konsequenz der Baukunst, ist.

Die gleichen *Prinzipien* der Baukonstruktion, die dieses Werk im Titel trägt, liegen unserer Arbeit wie auch derjenigen unserer Vorgänger und Vorfahren zugrunde, weil sie auf Gesetzen der Materie, auf physikalischen Wirkungen und auf geometrischen Beziehungen beruhen, die gestern wie heute gültig sind. Sie sind dem wachen Verstand ganz unmittelbar zugänglich, wenn man sich, von Neugier getrieben, bereitwillig auf das Thema einlässt. Sie müssen nur unter dem Schutt eines ausufernden Spezialwissens befreit werden, das unsere (nur in ausgesuchten Teilbereichen) hoch entwickelte Bauwelt angesammelt hat, das einige Hohepriester des Spezialistentums eifersüchtig pflegen, das jedoch ohne Einbettung in einen Sinnzusammenhang unseren Verstand nur blendet und fehllieft. Diesem Ziel habe ich mich mit diesem Werk verpflichtet.

Mit dieser Zielsetzung galt es, für die einzelnen Teilgebiete des Konstruierens zunächst *Funktionen* oder *Aufgaben* herauszuarbeiten, dann verschiedene *Lösungsprinzipien* darzustellen, die zumeist auf charakteristischen physikalischen Wirkprinzipien und geometrischen Ordnungen beruhen, dann in einem letzten Schritt zur *Materialisierung* der Konstruktion überzugehen. Dieser Sequenz folgt im Wesentlichen auch die Struktur des dreibändigen Werks.

Wenn es bereits *innerhalb* einer bestimmten Fachsparte eine Herausforderung darstellt, fundamentale Lösungsprinzipien zu abstrahieren, so ist es eine bedeutend größere, Bezüge und gegenseitige Abhängigkeiten *zwischen* den Disziplinen, die in der Baukonstruktion zusammentreffen, aufzuzeigen und in eine verständliche und fassbare Form zu bringen. Ich habe hierfür den Versuch unternommen, Sachverhalte aus den verschiedenen Fachbereichen in eine möglichst konsistente und durchgängige logische Struktur zu integrieren. Dafür waren einige Termini einzuführen, um Konzepte zu benennen, für die es meines Wissens bislang keine Fachbegriffe gab. Für diese Anmaßung bitte ich die Fachwelt bereits jetzt um wohlwollendes Verständnis.

Einen sehr hohen Stellenwert hat der durchgängige, argumen-

tierende Textfluss sowie die beigeordneten Querverweise, womit die vielfältigen Verknüpfungen und gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Teilbereichen und -disziplinen deutlich werden sollen. Auch wurde eine größtmögliche Anschaulichkeit der Abbildungen angestrebt, um ein unmittelbares Verstehen der Aussage zu erleichtern. Ich habe hierfür manchmal gegen (orthodoxe) Konventionen bewusst (oder auch ahnungslos), aber wie ich glaube stets mit gutem Grund verstoßen.

Um die enorme Bandbreite der Thematik mit Konsistenz und einer adäquaten Durchdringungstiefe abzudecken, war es unumgänglich, in fremden Gefilden zu wildern. Für Ungenauigkeiten und Unschärfen bitte ich deshalb die Fachwelt bereits jetzt um Nachsicht. Mit ihrer Hilfe werde ich etwaige Unzulänglichkeiten hoffentlich nach und nach aus der Welt schaffen.

Ich wäre zufrieden, wenn andere an der Lektüre dieses Buchs die gleiche Freude fänden wie ich an seiner Ausarbeitung.

Publikationen des Umfangs und der Bandbreite des vorliegenden Werks sind immer das Resultat einer Zusammenarbeit. Der Ursprung des Projekts liegt in unserem Vorlesungsmanuskript, das im Laufe mehrerer Jahre von Grund auf neu erarbeitet wurde. Neben den Mitautoren des vorliegenden Werks Matthias Rottner und Dr. Bernes Alihodzic, zu denen etwas später auch Dr. Matthias Weißbach stieß, ohne deren Beitrag an Geduld, Konstanz und Engagement dieses ehrgeizige Projekt nicht realisierbar gewesen wäre, sind weitere, zum Teil ehemalige Mitarbeiter zu nennen: unter ihnen insbesondere Dr. Peter Bonfig, der während der konzeptionellen Entstehungsphase unseres Vorlesungsmanuskripts wesentliche Ideen beigetragen hat, aber auch Christian Büchschenschütz, Christoph Echterler, Melanie Göggerle, Karin Jentner, Magdalene Jung, Stephanie Krüger, Lukas Kohler, Christopher Kuhn, Julian Lienhard, Manuela Langenegger, Gunnar Otto, Tilman Raff, Alexandra Schieker, Ying Shen, Brigitta Stöckl, Xu Wu, sowie nicht zuletzt Ole Teucher, auf den zahlreiche Zeichenarbeiten zurückgehen.

Besonderer Dank gilt auch den Kollegen, die es auf sich genommen haben, zum Teil sehr umfangreiche Manuskriptabschnitte gegenzulesen wie Prof. K. Gertis, Prof. H. W. Reinhard und Prof. S. R. Mehra sowie auch Prof. Jörg Schlaich für sein freundliches Vorwort. Verpflichtet bin ich auch Kollegen und Freunden wie Dr. Jenö Horváth für die geduldige Beantwortung meiner Fragen, Karl Humpf für seine sorgfältige Manuskriptkorrektur sowie auch Dr. Ch. Dehlinger. Großzügig haben uns umfangreiches Bildmaterial zur Verfügung gestellt Prof. K. Ackermann, Prof. P. C. v. Seidlein, Prof. Th. Herzog, Prof. F. Haller, Prof. U. Nürnberger, Prof. P. Cheret und Prof. D. Herrmann. Herrn Lehnert vom Springer-Verlag danken wir für seine bedingungslose Unterstützung und für seine Geduld.

Auch allen Freunden und Kollegen, die uns während der Ausarbeitung stets unterstützt und Mut zugesprochen haben, sei hiermit im Namen aller Autoren herzlich gedankt.

## Danksagung

Stuttgart, im Juni 2008  
J. L. Moro



## INHALTSÜBERSICHT

*Die einzelnen Kapitel wurden von Prof. José Luis Moro und den in Klammern aufgeführten Mitautoren erarbeitet. Die Gesamtedition wurde von Dr. Bernes Alihodzic durchgeführt.*

### BAND 1

### GRUNDLAGEN

#### **I Konstruieren**

#### **II Struktur**

- II-1 Ordnung und Gliederung
- II-2 Industrielles Bauen
- II-3 Maßordnung

#### **III Stoffe**

- III-1 Materie
- III-2 Werkstoff
- III-3 Stein
- III-4 Beton
- III-5 Holz
- III-6 Stahl
- III-7 Bewehrter Beton *(mit Matthias Rottner)*
- III-8 Kunststoff
- III-9 Glas

#### **IV Bauprodukte *(mit Matthias Rottner)***

- IV-1 Künstliche Steine
- IV-2 Holzprodukte
- IV-3 Stahlprodukte
- IV-4 Glasprodukte
- IV-5 Kunststoffprodukte

#### **V Funktionen**

- V-1 Spektrum
- V-2 Kraft leiten *(mit Dr. Matthias Weißbach)*
- V-3 Thermohygrische Funktionen
- V-4 Schallschutz
- V-5 Brandschutz
- V-6 Dauerhaftigkeit *(mit Matthias Rottner)*

<b>VI</b>	<b>Herstellung von Flächen</b>	<b>BAND 2</b>	<b>KONZEPTION</b>
<b>VII</b>	<b>Aufbau von Hüllen</b>		
<b>VIII</b>	<b>Primärtragwerke</b> <i>(mit Dr. Matthias Weißbach)</i>		
VIII-1	Grundlagen		
VIII-2	Typen		
VIII-3	Verformungen		
VIII-4	Gründung		
<b>IX</b>	<b>Bauweisen</b> <i>(mit Matthias Rottner)</i>		
IX-1	Mauerwerksbau		
IX-2	Holzbau		
IX-3	Stahlbau		
IX-4	Fertigteilbau		
IX-5	Ortbetonbau		
<b>X</b>	<b>Flächenstöße</b>		
<b>XI</b>	<b>Verbindungen</b> <i>(mit Dr. Matthias Weißbach)</i>	<b>BAND 3</b>	<b>UMSETZUNG</b>
XI-1	Grundlagen des Fügen		
XI-2	Kraftübertragung		
XI-3	Fügeverfahren		
XI-4	Zusammensetzen		
XI-5	An- und Einpressen		
XI-6	Fügen durch Urformen		
XI-7	Fügen durch Umformen		
XI-8	Fügen durch Stoffvereinigen		
<b>XII</b>	<b>Äußere Hüllen</b> <i>(mit Matthias Rottner)</i>		
XII-1	Grundsätzliches		
XII-2	Erdberührte Hüllen		
XII-3	Schalensysteme		
XII-4	Mehrschichtverbundsysteme		
XII-5	Rippensysteme		
XII-6	Punktgehaltene Hüllen		
XII-7	Addierte Funktionselemente		
XII-8	Membransysteme		
XII-9	Öffnungen		
<b>XIII</b>	<b>Innere Hüllen</b>		
XIII-1	Grundsätzliches		
XIII-2	Horizontale Raumabtrennungen		
XIII-3	Vertikale Raumabtrennungen		
XIII-4	Öffnungen		

## XI VERBINDUNGEN

### XI-1 Grundlagen des Fügens

<b>1. Fügen – grundsätzliche Gesichtspunkte</b>	<b>2</b>
<b>2. Definition des Fügens</b>	<b>2</b>
<b>3. Klassifikation von Fügungen</b>	<b>4</b>
3.1 Randbedingungen und Einflüsse auf eine Verbindung	4
3.1.1 Statische Randbedingungen	4
3.1.2 Geometrische Randbedingungen	8
3.1.3 Räumliche Randbedingungen für Montage und Wartung	10
3.1.4 Witterungseinflüsse	10
3.1.5 Andersartige externe Einflüsse	12
3.2 Funktionale Anforderungen an eine Verbindung	12
3.2.1 Kraft leiten	12
3.2.2 aus der Hüllfunktion	14
3.2.3 aus der Forderung nach dauerhafter Sicherung der Verbindung	16
3.2.4 aus der Herstellung der Verbindung	18
3.2.5 aus der Forderung nach Veränderbarkeit oder Recyclingfähigkeit der Konstruktion	20
3.3 Konstruktive Ausführung	22
3.3.1 Werkstoff	22
3.3.2 Querschnittsgeometrie	22
3.3.3 Zusammenführung der Systemlinien	24
3.3.4 Technologie des Fügens	25
3.3.5 Zusatzelemente	25
3.3.6 Effektive Fugengeometrie	26
3.3.7 Schnittigkeit	27
3.3.8 Art der Kraftleitung in der Fugenfläche oder Fugenteilfläche	27
3.3.9 Art der Dichtung in der Fugenfläche oder Fugenteilfläche	30
3.3.10 Prinzip der Kraftübertragung an der Berührfläche	30
<b>4. Fügungen für Primärtragwerke - einige Besonderheiten</b>	<b>38</b>
<b>5. Systematik von Verbindungen - grundlegende Erwägungen</b>	<b>38</b>
5.1 Ordnungsmerkmal: Werkstoff	39
5.2 Ordnungsmerkmal: Prinzip der Kraftübertragung	40
5.3 Ordnungsmerkmal: Fertigungsverfahren Fügen	40
5.4 Hierarchie der Ordnungsmerkmale	41
Anmerkungen	46

<b>1. Zielsetzung</b>	<b>48</b>	<b>XI-2 Kraftübertragung</b>
<b>2. Feste und bewegliche Verbindungen</b>	<b>48</b>	
<b>3. Prinzipien der Kraftübertragung an der Berührfläche – die Schlussarten und die Schluss erzeugenden Kräfte</b>	<b>50</b>	
3.1 Formschluss	50	
3.2 Stoffschluss	50	
3.3 Kraftschluss	51	
3.3.1 Normaler Kraftschluss	51	
3.3.2 Tangentialer Kraftschluss (Reibschluss)	54	
<b>4. Die Kraftübertragung im Raum</b>	<b>56</b>	
4.1 Erzeugung fester und beweglicher Verbindungen	56	
4.2 Schlussartenmatrix	56	
<b>5. Besonderheiten der Werkstoffe bei der Kraftübertragung</b>	<b>62</b>	
5.1 Werkstoff und Bauprinzip	62	
5.2 Werkstoff und Fügung	64	
5.2.1 Druckstöße	64	
5.2.2 Zugstöße	64	
5.2.3 Besonderheiten von Scherverbindungen im Holzbau	67	
5.2.4 Anordnung von stiftförmigen Verbindungsmitteln im Holzbau	68	
5.2.5 Knotenverstärkungen im Holzbau	68	
Anmerkungen	72	
<b>1. Das Fertigungsverfahren Fügen</b>	<b>74</b>	<b>XI-3 Fügeverfahren</b>
<b>2. Zusammensetzen</b>	<b>76</b>	
2.1 Auflegen, Aufsetzen, Schichten	76	
2.2 Einlegen, Einsetzen	76	
2.3 Ineinanderschieben	76	
2.4 Einhängen	76	
2.5 Einrenken	76	
2.6 Federnd Einspreizen	76	
<b>3. Füllen</b>	<b>78</b>	
3.1 Einfüllen	78	
3.2 Tränken, Imprägnieren	78	
<b>4. An- und Einpressen</b>	<b>78</b>	
4.1 Schrauben	78	
4.2 Klemmen	78	
4.3 Klammern	78	
4.4 Fügen durch Pressverbindung	78	

4.4.1	Fügen durch Einpressen, Verstiften	78
4.4.2	Fügen durch Schrumpfen	78
4.4.3	Fügen durch Dehnen	78
4.5	Nageln, Einschlagen	78
4.6	Verkeilen	80
4.7	Verspannen	80
<b>5.</b>	<b>Fügen durch Urformen</b>	<b>81</b>
5.1	Ausgießen	81
5.2	Einbetten	82
5.2.1	Umspritzen	82
5.2.2	Eingießen (Umgießen)	82
5.2.3	Ein vulkanisieren	82
5.3	Vergießen	82
5.4	Eingalvanisieren	82
5.5	Ummanteln	82
5.6	Kitten	82
<b>6.</b>	<b>Fügen durch Umformen</b>	<b>84</b>
6.1	Fügen durch Umformen drahtförmiger Körper	84
6.1.1	Drahtflechten	84
6.1.2	Gemeinsames Verdrehen	84
6.1.3	Verseilen	84
6.1.4	Spleißen	84
6.1.5	Knoten	84
6.1.6	Wickeln mit Draht	84
6.1.7	Drahtweben	84
6.1.8	Heften	84
6.2	Fügen d. Umformen bei Blech-, Rohr- und Profilteilen	84
6.2.1	Fügen durch Körnen oder Kerben	84
6.2.2	Gemeinsames Fließpressen	84
6.2.3	Gemeinsames Ziehen (Ummanteln)	86
6.2.4	Fügen durch Weiten	86
6.2.5	Fügen durch Engen	86
6.2.6	Fügen durch Bördeln	86
6.2.7	Falzen	88
6.2.8	Wickeln	88
6.2.9	Verlappen	88
6.2.10	Umformendes Einspreizen	88
6.2.11	Durchsetzfügen	88
6.2.12	Verpressen	88
6.2.13	Quetschen	88
6.3	Fügen durch Nietverfahren	88
6.3.1	Nieten	88
6.3.2	Hohl nieten	88
6.3.3	Zapfennieten	88
6.3.4	Hohlzapfennieten	88
6.3.5	Zwischenzapfennieten	88
6.3.6	Stanznieten	88

<b>7. Fügen durch Schweißen</b>	<b>92</b>	
7.1 Schweißen von Metallen	94	
7.1.1 Pressschweißen	94	
7.1.2 Schmelzschweißen	94	
7.2 Schweißen von Kunststoffen	94	
<b>8. Fügen durch Löten</b>	<b>96</b>	
8.1 Verbindungs-Weichlöten	96	
8.2 Verbindungs-Hartlöten	96	
<b>9. Kleben</b>	<b>98</b>	
9.1 Kleben mit physikalisch abbindenden Klebstoffen	98	
9.1.1 Nasskleben	98	
9.1.2 Kontaktkleben	98	
9.1.3 Aktivierkleben	98	
9.1.4 Haftkleben	100	
9.2 Kleben mit chemisch abbindenden Klebstoffen (Reaktionsklebstoffen)	100	
Anmerkungen	102	
<b>1. Allgemeines</b>	<b>104</b>	<b>XI-4 Zusammensetzen</b>
1.1 Schlussarten	104	
1.2 Merkmale	104	
1.3 Fügeverfahren und Bauweise	105	
<b>2. Zusammensetzen von Mauersteinen</b>	<b>106</b>	
<b>3. Zusammensetzen von Holzbauteilen</b>	<b>108</b>	
3.1 Verbindungen längs anstoßender Stäbe	108	
3.2 Verbindungen quer anstoßender Stäbe	108	
3.3 Verbindungen übereck anstoßender Stäbe	112	
3.4 Verbindungen schräg anstoßender Stäbe	112	
3.5 Mechanisches Wirkprinzip	114	
3.6 Geometrische Vorgaben für Versätze	114	
3.7 Moderne CNC-gefertigte formschlüssige Holzverbindungen	116	
<b>4. Zusammensetzen von Stahlbauteilen</b>	<b>117</b>	
4.1 Verbindungen durch Auflegen	118	
4.1.1 Träger auf Träger	118	
4.1.2 Träger auf Stütze	118	
4.1.3 Stützenanschlüsse	118	
4.2 Verbindungen mit Gelenkbolzen	120	
<b>5. Zusammensetzen von Stahlbetonfertigteilen</b>	<b>126</b>	
5.1 Ausführung	126	
5.2 Mechanisches Wirkprinzip	126	
5.3 Formgebung	128	

	Anmerkungen	128
<b>XI-5</b>	<b>An- und Einpressen</b>	
	<b>1. Allgemeines</b>	<b>130</b>
	<b>2. Schraubverbindungen</b>	<b>130</b>
	2.1 Mechanisches Wirkprinzip	131
	2.2 Funktionselemente einer Schraube	131
	2.2.1 Gewinde	131
	2.2.2 Kopf	134
	2.2.3 Antrieb	134
	2.2.4 Schaft	136
	2.2.5 Schaftende	136
	2.2.6 Mutter	138
	2.2.7 Normbezeichnung	138
	2.3 Schraubensicherung	140
	2.4 Merkmale einer Schraubverbindung	146
	2.5 Zweiseitig zugängliche Schraubverbindungen	150
	2.5.1 Stahl mit Stahl	151
	2.5.2 Holz mit Holz	156
	2.6 Einseitig zugängliche Schraubverbindungen	160
	2.6.1 mit vorgeformtem Gegengewinde	162
	2.6.2 mit selbstgeformtem Gegengewinde	166
	<b>3. Klemmen, Klammern</b>	<b>172</b>
	3.1 Klammerverbindungen in Holz und Holzwerkstoffen ( <i>Kl</i> )	172
	3.1.1 Klammern	172
	<b>4. Nageln</b>	<b>174</b>
	4.1 Nagelverbindungen in Holz und Holzwerkstoffen ( <i>Nä</i> )	174
	4.1.1 Nägel ( <i>Nä</i> )	174
	4.1.2 Mechanisches Wirkprinzip	174
	4.1.3 Nagelgruppierungen	178
	4.1.4 Verstärkung von Nagelverbindungen	178
	4.2 Nagelplatten	180
	4.3 Verbindungen mit Stahlblechformteilen (Holzverbindern)	180
	<b>5. Einpressen</b>	<b>182</b>
	5.1 Stabdübelverbindungen in Holz und Holzwerkstoffen	182
	5.1.1 Stabdübel	182
	5.1.2 Mechanisches Wirkprinzip	182
	5.1.3 Einsatz	182
	5.1.4 Stabdübelgruppierungen	183
	5.2 Verbindungen aus Dübeln besonderer Bauart	184
	5.2.1 Dübelarten	184
	5.2.2 Mechanisches Wirkprinzip	188
	5.2.3 Einsatz	192
	5.2.4 Gruppierungen von Dübeln besonderer Bauart	192

<b>6. Verkeilen</b>	<b>194</b>	
6.1 Mechanisches Wirkprinzip	194	
6.2 Keilverbindungen im Bauwesen	196	
Anmerkungen	198	
<b>1. Allgemeines</b>	<b>200</b>	<b>XI-6 Fügen durch Urformen</b>
1.1 Schlussarten	200	
1.2 Merkmale	202	
1.3 Fügeverfahren und Bauweise	203	
<b>2. Verbindungen durch Urformen im Stahlbetonbau</b>	<b>204</b>	
2.1 Arbeitsfugen	204	
2.2 Verbund zwischen Stahl und Beton	204	
2.3 Mechanisches Wirkprinzip	204	
2.4 Verbindungen zur lokalen Krafteinleitung in Stahlbetonbauteile	208	
2.4.1 Anker	208	
2.4.2 Verbund- oder Injektionsdübel	210	
2.4.3 Kopfbolzendübelverankerungen	212	
2.4.4 Ankerschienen	212	
2.4.5 Querkraftelemente	212	
2.5 Verbindungen zur Kraftübertragung zwischen Stahlbetonbauteilen	213	
2.5.1 Lineare Verbindungen zwischen Flächenbauteilen	213	
2.5.2 Vergussfugen bei Stützeinspannungen	216	
<b>3. Verbindungen von Stahlbauteilen durch Urformen</b>	<b>218</b>	
<b>4. Verbindungen zur Krafteinleitung in Holzbauteile</b>	<b>218</b>	
Anmerkungen	220	
<b>1. Allgemeines</b>	<b>222</b>	<b>XI-7 Fügen durch Umformen</b>
1.1 Schlussarten	222	
1.2 Merkmale	222	
1.3 Fügeverfahren und Bauweise	222	
<b>2. Nieten</b>	<b>224</b>	
2.1 Arten von Nietverbindungen	224	
2.1.1 Vollniete	224	
2.1.2 Hohlните	226	
2.1.3 Schließringniete	226	
2.1.4 Blindniete	226	
2.2 Mechanisches Wirkprinzip	230	



	<b>3. Falzen und Bördeln von Feiblech</b>	<b>231</b>
	3.1 Mechanisches Wirkprinzip	231
	<b>4. Verpressen und Quetschen</b>	<b>234</b>
	Anmerkungen	234
<b>XI-8</b>	<b>Fügen durch Stoffvereinigen</b>	
	<b>1. Allgemeines</b>	<b>236</b>
	1.1 Schlussarten	236
	1.2 Merkmale	237
	1.3 Fügeverfahren und Bauweise	237
	<b>2. Schweißen von Stahlbauteilen</b>	<b>238</b>
	2.1 Schweißverfahren	238
	2.1.1 Schmelzschweißverfahren	238
	2.1.2 Pressschweißverfahren	240
	2.2 Schweißseignung von Stählen	241
	2.3 Schweißnähte	242
	2.3.1 Stoßarten	244
	2.3.2 Schweißnahtarten	244
	2.3.3 Schweißnahtvorbereitung	247
	2.4 Einfluss der Wärme auf die Verbindung	247
	2.5 Einfluss des Stoffgefüges auf die Verbindung	249
	2.6 Sicherheit von Schweißverbindungen	250
	2.7 Mechanisches Wirkprinzip	250
	2.8 Konstruktive Standardlösungen	250
	2.9 Bolzenschweißverfahren	254
	<b>3. Kleben von Metallbauteilen</b>	<b>256</b>
	3.1 Mechanisches Wirkprinzip	256
	3.2 Einsatz	256
	3.3 Klebstoffe	258
	3.4 Konstruktive Gestaltung von Klebeverbindungen	258
	<b>4. Kleben von Holzbauteilen</b>	<b>260</b>
	4.1 Mechanisches Wirkprinzip	260
	4.2 Einsatz	260
	4.3 Klebstoffe	260
	4.4 Voraussetzungen für die Klebung	261
	4.5 Konstruktive Ausführung von Klebefugen	262
	4.5.1 Schäftungsverbindungen	262
	4.5.2 Keilzinkenverbindungen	262
	4.6 Zusammengesetzte Bauteile	264
	Anmerkungen	265

		<b>XII</b>	<b>ÄUSSERE HÜLLEN</b>
<b>1. Klassifikation von äußeren Hüllen</b>	<b>268</b>	<b>XII-1</b>	<b>Grundsätzliches</b>
1.1 Unterscheidung zwischen massiver und leichter Hüllkonstruktion - eine hierarchisch-lastbezogene Klassifikation	268		
1.2 Klassifikation gemäß bauphysikalischer Beanspruchung aus der Lage am Gebäude	269		
1.3 Klassifikation gemäß Werkstoff	270		
1.4 Morphologisch-strukturelle Klassifikation	270		
1.5 Gewählte Klassifikation von Gebäudehüllen	271		
<b>2. Baugeschichtliche Entwicklung von Gebäudehüllen</b>	<b>274</b>		
<b>3. Räumliche Koordination von Primärtragwerk und äußerer Hülle</b>	<b>276</b>		
<b>4. Dach und Wand</b>	<b>278</b>		
<b>5. Dach</b>	<b>280</b>		
5.1 Prinzipien der Abführung des Regenwassers	280		
5.2 Geneigtes Dach	280		
5.2.1 Ableitung des Regenwassers	282		
5.2.2 Bauphysikalische Gesichtspunkte	282		
5.2.3 Entwurfliche Gesichtspunkte	288		
5.2.4 Dachdeckung	290		
5.2.5 Primärtragwerk	292		
5.3 Flaches Dach	292		
5.3.1 Primärtragwerk	294		
5.3.2 Bauphysikalische Gesichtspunkte	296		
<b>1. Allgemeines</b>	<b>300</b>	<b>XII-2</b>	<b>Erdberührte Hüllen</b>
1.1 Einflussfaktoren	300		
1.2 Beanspruchung durch Bodenwasser	300		
<b>2. Abdichtungsprinzip</b>	<b>304</b>		
2.1 Planerische Voraussetzungen	304		
2.2 Durchgängigkeit der Dichtfläche	304		
2.3 Übergang zu luftberührten Bauteilen	305		
2.4 Werkstoffe für Abdichtungen	306		
2.5 Untergrund	308		
2.6 Wärmeschutz	308		
<b>3. Dränung</b>	<b>310</b>		
3.1 Bestandteile	310		
3.2 Einsatzfälle	310		
3.3 Flächendrängschichten	312		
3.4 Dränleitungen	314		

<b>4. Schutzschichten</b>	<b>316</b>
<b>5. Abdichtung gegen nicht drückendes Bodenwasser</b>	<b>318</b>
5.1 Idealtypischer Aufbau	318
5.1.1 Außenwände	319
5.1.2 Bodenplatten	320
5.2 Horizontale Abdichtung in oder unter erdberührten Außenwänden	322
5.3 Vertikale Abdichtung an erdberührten Außenwänden	323
5.4 Horizontales Abdichten von Bodenplatten	324
5.5 Sockel	324
5.6 Erstellung eines Kellergeschosses vom Aushub bis zum Innenausbau	326
<b>6. Abdichtung gegen Wasser unter hydrostatischem Druck</b>	<b>332</b>
6.1 Beanspruchungs- und Abdichtungsarten	332
6.2 Ausführungsprinzipien	332
6.3 Idealtypischer Aufbau	334
6.3.1 Außenwand	334
6.3.2 Bodenplatte	334
6.4 Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser	334
6.5 Abdichtung gegen drückendes Wasser	336
6.5.1 Schwarze Wanne	338
6.5.2 Weiße Wanne	340
Anmerkungen	342

**XII-3 Schalensysteme**

<b>1. Einfache Schalensysteme</b>	<b>344</b>
1.1 Außenwände	344
1.1.1 Werkstoffe	344
1.1.2 Idealtypischer Aufbau	345
1.1.3 Einschalige Außenwände aus porosiertem Mauerwerk	346
1.1.4 Außenwände aus dampfgehärtetem Porenbeton (AAC)	354
1.1.5 Außenwände aus Massivholz	366
1.1.6 Anschlüsse	366
1.2 Flache und geneigte Dächer	367
<b>2. Schalensysteme mit addiertem funktionalen Aufbau</b>	<b>368</b>
2.1 Außenwände	368
2.1.1 Außenwände mit Wärmedämmverbundsystem	368
2.1.2 Außenwände mit leichter Wetterhaut	374
2.2 Geneigte Dächer	380
2.2.1 Idealtypischer Aufbau	380
2.2.2 Anschlüsse	380
2.3 Flache Dächer auf tragender Schale	386
2.3.1 Abführen von Niederschlagswasser	386

2.3.2	Idealtypischer Aufbau	388	
2.3.3	Tragende Unterlage	388	
2.3.4	Belüftung	388	
2.3.5	Nicht belüftetes Dach	388	
2.3.6	Belüftetes Dach	400	
2.3.7	Dachan- und abschlüsse	400	
2.3.8	Dachbegrünungen	406	
2.3.9	Dächer mit nicht massiven Tragschalen	406	
<b>3.</b>	<b>Doppelte Schalensysteme</b>	<b>408</b>	
3.1	Zweischalige Außenwände ohne Luftschicht	408	
3.1.1	aus Mauersteinen	408	
3.1.2	aus Stahlbeton	415	
3.2	Zweischalige Außenwände mit Luftschicht	424	
3.2.1	aus Mauersteinen	424	
3.2.2	aus Stahlbetonfertigteilen	426	
	Anmerkungen	430	
<b>1.</b>	<b>Grundsätzliches</b>	<b>432</b>	<b>XII-4 Mehrschichtverbundsysteme</b>
<b>2.</b>	<b>Sandwichsysteme</b>	<b>433</b>	
2.1	Herstellung	433	
2.2	Formgebung und Elementierung	436	
2.3	Fugengestaltung und Befestigung	436	
2.4	Sandwichelemente aus Holz	445	
<b>3.</b>	<b>Wabensysteme</b>	<b>445</b>	
	Anmerkungen	446	
<b>1.</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>448</b>	<b>XII-5 Rippensysteme</b>
1.1	Modulare Ordnung der Grundstruktur	448	
1.1.1	Krafteinleitung	450	
1.1.2	Ausschnitte und Öffnungen	450	
1.1.3	Bauphysikalische Aspekte	454	
1.1.4	Gebäudeplanerische Aspekte	454	
1.2	Einachsig und mehrachsig gespannte Rippensysteme	454	
<b>2.</b>	<b>Rippensystem mit integriertem Hüllpaket</b>	<b>456</b>	
2.1	Außenwände	456	
2.1.1	Holzrahmenwände	457	
2.1.2	Holztafelwände	468	
2.1.3	Holzfachwerkwände	468	
2.1.4	Stahlrahmenwände	468	
2.1.5	Elementwände	470	
2.2	Geneigte Dächer	472	
2.2.1	Tragwerk	472	

2.2.2	Idealtypischer Aufbau	476
2.2.3	Luftdichtheit	477
2.2.4	Dachdeckung	477
2.2.5	Zusatzmaßnahmen zur Verbesserung der Dichtwirkung	480
2.2.6	Dächer mit Deckung aus Dachziegeln oder Dachsteinen	482
2.2.7	Dächer mit Deckung aus Faserzement-Wellplatten	498
2.2.8	Dächer mit Deckung aus ebenen Faserzementplatten	506
2.2.9	Dächer mit Deckung aus Metall	510
2.3	Flache Dächer	522
2.3.1	Idealtypischer Aufbau	522
2.3.2	Ausführungsvarianten	523
<b>3.</b>	<b>Rippensysteme mit Trennung von Hüllpaket und Rippen</b>	<b>526</b>
3.1	Außenwände	526
3.1.1	Pfostenfassade	526
3.1.2	Pfosten-Riegelfassade	528
3.1.3	Geklebte Verglasung (Structural Glazing-Fassade)	562
3.2	Geneigte Dächer	566
3.2.1	Idealtypischer Aufbau	566
3.2.2	Ausführungsvarianten	567
3.2.3	Anschlüsse	567
3.3	Flache Dächer	578
3.3.1	Idealtypischer Aufbau	578
3.3.2	Ausführungsvarianten	578
<b>4.</b>	<b>Zweiachsig gespannte Rippensysteme</b>	<b>580</b>
4.1	Gitter- und Rahmenwände	580
4.2	Dächer und Decken aus Trägerrosten	582
4.3	Überdeckungen aus Gitterschalen	584
4.3.1	Konstruktive Ausbildung des Gitters	584
4.3.2	Herstellung d. gekrümmten Schalenstabwerks	586
4.3.3	Herstellung d. gekrümmten flächenhaften Abdeckung	588
	Anmerkungen	590
<b>XII-6</b>	<b>Punktgehaltene Hüllen</b>	<b>592</b>
<b>1.</b>	<b>Punktgehaltene Hüllen</b>	<b>592</b>
<b>2.</b>	<b>Punktgehaltene Glashüllen</b>	<b>592</b>
2.1	Befestigung der Glasscheiben	593
2.2	Glassorten	596
2.3	Abdichtung der Glasscheibenstöße	596
2.4	Lagerung des Glases	598

2.5 Sekundärtragwerk	602	
2.5.1 Rippen aus Stahl	602	
2.5.2 Rippen aus Glas	602	
2.5.3 Seilbinder	606	
2.5.4 Seilverspannungen	606	
Anmerkungen	608	
<b>1. Allgemeines</b>	<b>610</b>	<b>XII-7 Addierte Funktionselemente</b>
<b>2. Systeme zur Einstrahlungsbeeinflussung</b>	<b>612</b>	
2.1 Funktionen	612	
2.1.1 Sonnenschutz	612	
2.1.2 Blendschutz	612	
2.1.3 Verteilung von Licht	614	
<b>3. Glasdoppelfassaden (GDF)</b>	<b>616</b>	
3.1 Aufbau	616	
3.2 Segmentierung des Zwischenraums	618	
3.3 Thermisches und Lüftungstechnisches Verhalten	618	
Anmerkungen	624	
<b>1. Allgemeines</b>	<b>626</b>	<b>XII-8 Membransysteme</b>
<b>2. Werkstoffe</b>	<b>628</b>	
<b>3. Herstellung</b>	<b>630</b>	
3.1 Formfindung	630	
3.2 Konfektion	630	
<b>4. Bauphysikalische Gesichtspunkte</b>	<b>632</b>	
4.1 Innenklima und Lüftung	632	
4.2 Belichtung und Energiegewinne	633	
4.3 Kondensation	633	
4.4 Schallschutz	634	
4.5 Raumakustik	634	
4.6 Brandschutz	634	
<b>5. Membranaufbauten</b>	<b>636</b>	
5.1 Einlagige Membranen	636	
5.2 Mehrlagige Membranen	636	
5.2.1 ohne Wärmedämmung	636	
5.2.2 mit Wärmedämmung	638	
<b>6. Anschlüsse</b>	<b>640</b>	
6.1 Bahnenstöße	640	
6.2 Ränder	642	

6.2.1	frei spannende Ränder	642
6.2.2	starr gehaltene Ränder	642
6.3	Punktuelle Verankerungen	644
6.4	Membranverstärkungen	648
6.5	Außenwandanschlüsse innerhalb von Membranfeldern	648
6.6	Abführung von Regenwasser	648
	Anmerkungen	650

**XII-9 Öffnungen****1. Öffnungen 652****2. Fenster 652**

2.1	Entwicklungsgeschichte	652
2.2	Funktionen	654
2.3	Fenstertypen	654
2.4	Konstruktive Voraussetzungen	656
2.5	Der Fensterrahmen	658
2.6	Das Glas	659
2.7	Die wesentlichen konstruktiven Lösungen	659
2.7.1	Der Anschlag Blend-/Flügelrahmen	659
2.7.2	Die Einfassung und Abdichtung des Glases	662
2.7.3	Der Anschluss an die Außenwand	668
2.7.4	Die äußere Fensterbank, die Sohlbank	676
2.7.5	Beschläge	678
2.8	Bauphysikalische Teilfunktionen	680
2.8.1	Luft- und Schlagregendichtigkeit	680
2.8.2	Wärmedämmung des Rahmens	681
2.8.3	Schallschutz	682
2.9	Besonderheiten des Holzfensters	686
2.9.1	Werkstoffe und Herstellung	686
2.9.2	Dauerhaftigkeit	689
2.9.3	Wärmedurchgang am Rahmen	693
2.9.4	Sonderform Holz-Aluminiumfenster	694
2.10	Besonderheiten des Aluminiumfensters	696
2.10.1	Werkstoffe und Herstellung	696
2.10.2	Dauerhaftigkeit	696
2.10.3	Wärmedurchgang am Rahmen	698
2.11	Besonderheiten des Kunststofffensters	702
2.11.1	Werkstoffe und Herstellung	702
2.11.2	Dauerhaftigkeit	703
2.11.3	Wärmedurchgang am Rahmen	706
2.12	Besonderheiten des Stahlfensters	707
2.12.1	Werkstoffe und Herstellung	707
2.12.2	Wärmedurchgang am Rahmen	707

**3. Außentüren 710**

3.1	Allgemeine Merkmale	710
3.2	Feuchteschutz	710
	Anmerkungen	715

		<b>XIII</b>	<b>INNERE HÜLLEN</b>
<b>1. Allgemeines</b>	<b>718</b>	<b>XIII-1</b>	<b>Grundsätzliches</b>
1.1 Klassifikation	718		
1.1.1 Decken	718		
1.1.2 Wände	718		
1.2 Funktionen	720		
<b>1. Merkmale</b>	<b>724</b>	<b>XIII-2</b>	<b>Horizontale Raumabtrennungen</b>
<b>2. Konstruktiver Aufbau nach Funktionen</b>	<b>724</b>		
2.1 Fußbodenaufbau (Paket 1)	724		
2.2 Tragende Konstruktion (Paket 2)	725		
2.3 Unterdecke (Pakete 3 und 4)	728		
<b>3. Fußbodenaufbauten</b>	<b>730</b>		
3.1 Bodenbeläge	730		
3.2 Estriche	732		
3.2.1 Werkstoffe	732		
3.2.2 Monolithischer Estrich	732		
3.2.3 Verbundestrich	732		
3.2.4 Estrich auf Trennlage	733		
3.2.5 Schwimmender Estrich	733		
3.2.6 Heizestrich	736		
3.3 Hohlrumböden	736		
3.4 Doppelböden	738		
3.5 Schallschutz	738		
3.5.1 Nicht schwimmend gelagerter Estrich	738		
3.5.2 Schwimmender Estrich	740		
3.5.3 Hohlrumböden	742		
3.5.4 Doppelböden	742		
3.6 Brandschutz	745		
<b>4. Unterdecken</b>	<b>746</b>		
4.1 Werkstoffe	746		
4.2 Ausführungsvarianten	746		
4.3 Rasterung	752		
4.4 Trennwandanschlüsse	752		
4.4.1 Schalllängsleitung im Trennwandanschluss	752		
4.4.2 Brandschutz im Trennwandanschluss	755		
4.5 Akustik	756		
4.5.1 Schalldämmung	756		
4.5.2 Schallabsorption	758		
4.6 Brandschutz	758		
<b>5. Decken in Schalenbauweise</b>	<b>764</b>		
5.1 Ausführungsvarianten	764		
5.1.1 Ortbetondecke	764		
5.1.2 Vorgefertigte Deckensysteme aus Stahlbeton	766		



5.1.3	Balkendecke mit Zwischenbauteilen	785
5.1.4	Holz-Beton-Verbunddecke	789
5.1.5	Massivholzdecke	796
5.1.6	Decke aus Holzblockelementen	798
5.2	Schallschutz	799
5.2.1	Luftschalldämmung	799
5.2.2	Trittschalldämmung	801
5.3	Brandschutz	803
<b>6.</b>	<b>Decken in Rippenbauweise</b>	<b>806</b>
6.1	Decken in Rippenbauweise aus Holz	806
6.1.1	Konstruktiver Aufbau	806
6.1.2	Scheibenbildung	808
6.1.3	Holzbalkendecke	808
6.1.4	Holztafeldecke	812
6.1.5	Decke aus Holzbauelementen	813
6.1.6	Holz-Beton-Verbunddecke	822
6.2	Decken in Rippenbauweise aus Stahl	824
6.2.1	Trapezblechdecke	824
6.2.2	Stahl-Beton-Verbunddecke	830
6.3	Decken in Rippenbauweise aus Stahlbeton	836
6.4	Schallschutz	838
6.4.1	Holzbalken- und Holztafeldecken	840
6.4.2	Trägerdecken aus Stahl	842
6.4.3	Trägerdecken in Massivbauweise	842
6.5	Brandschutz	842
6.5.1	Holzbalken- und Holztafeldecken	842
6.5.2	Trägerdecken aus Stahl	843
6.5.3	Trägerdecken in Massivbauweise	844
<b>7.</b>	<b>Treppen</b>	<b>846</b>
7.1	Planerische Gesichtspunkte	846
7.2	Bauarten von Treppen	846
7.3	Trittschallschutz von Treppen	847
	Anmerkungen	854
<b>XIII-3</b>	<b>Vertikale Raumabtrennungen</b>	
<b>1.</b>	<b>Allgemeines</b>	<b>856</b>
1.1	Tragende und nicht tragende Innenwände	856
1.1.1	Tragende Innenwände	857
1.1.2	Nicht tragende Innenwände	857
<b>2.</b>	<b>Einschalige Trennwände</b>	<b>860</b>
2.1	Mauersteine und Wandbauplatten	860
2.2	Standfestigkeit	861
2.3	Anschlüsse	861
2.4	Schlitze	866
2.5	Schallschutz	866
2.6	Brandschutz	866

**3. Mehrschalige Trennwände 870****4. Trennwände in Rippenbauweise 874**

- 4.1 Einfach- und Doppelständerwände 874
- 4.2 Ständerwände mit Unterkonstruktion aus Holzprofilen 874
  - 4.2.1 Werkstoffe 874
  - 4.2.2 Abmessungen 875
  - 4.2.3 Befestigung von Rippen und Bekleidung 875
  - 4.2.4 Anschlüsse 877
  - 4.2.5 Schallschutz 880
  - 4.2.6 Brandschutz 880
- 4.3 Ständerwände mit Unterkonstruktion aus Metallprofilen 880
  - 4.3.1 Werkstoffe 880
  - 4.3.2 Standardmaße 885
  - 4.3.3 Befestigung 885
  - 4.3.4 Anschlüsse 885
  - 4.3.5 Schallschutz 890
  - 4.3.6 Brandschutz 894

Anmerkungen 896

**1. Allgemeines 898 XIII-4 Öffnungen****2. Türen 898**

- 2.1 Entwicklungsgeschichte 898
- 2.2 Funktionen 900
- 2.3 Türarten 901
- 2.4 Konventionelle Festlegungen 904
- 2.5 Grundkomponenten und Grundmaße 904
  - 2.5.1 Türblatt 904
  - 2.5.2 Zarge 911
  - 2.5.3 Dämpfungsmittel 914
  - 2.5.4 Türdrücker, Türschild, Türrosette 914
  - 2.5.5 Türschloss 914
  - 2.5.6 Türband 914
  - 2.5.7 Türschließer 914
- 2.6 Befestigung 916
- 2.7 Schallschutz 916
  - 2.7.1 Türblatt 918
  - 2.7.2 Fugen 918
  - 2.7.3 Bodenspalt 918
- 2.8 Brandschutz 920
  - 2.8.1 Rauchschutztüren 920
  - 2.8.2 Feuerschutztüren 921

Anmerkungen 926

**ANHANG**

<b>Index</b>	<b>928</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>939</b>
<b>Bildnachweis</b>	<b>948</b>
<b>Sponsoren</b>	<b>951</b>