

INHALTSÜBERSICHT DES GESAMTWERKS

BAND 1 – GRUNDLAGEN

I Konstruieren

II Struktur

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

III Nachhaltigkeit

- III-1 Kontext
- III-2 Ökologie
- III-3 Ökonomie
- III-4 Soziales
- III-5 Ökobilanzen
- III-6 Recycling

IV Stoffe

- IV-1 Materie
- IV-2 Werkstoff
- IV-3 Stein
- IV-4 Beton
- IV-5 Holz
- IV-6 Stahl
- IV-7 Bewehrter Beton
- IV-8 Glas
- IV-9 Kunststoff

V Bauprodukte

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

VI Funktionen

- VI-1 Spektrum
- VI-2 Kraftleitern (*mit Dr. Matthias Weißbach*)
- VI-3 Thermohygrische Funktionen
- VI-4 Schallschutz
- VI-5 Brandschutz
- VI-6 Dauerhaftigkeit

BAND 2 – KONZEPTION

VII Herstellung von Flächen

VIII Aufbau von Hüllen

IX Primärtragwerke (*mit Dr. Matthias Weißbach*)

- IX-1 Grundlagen
- IX-2 Typen
- IX-3 Verformungen
- IX-4 Gründung

- X Bauweisen**
- X-1 Mauerwerksbau
 - X-2 Holzbau
 - X-3 Stahlbau
 - X-4 Fertigteilbau
 - X-5 Ortbetonbau

XI Flächenstöße

BAND 3 – UMSETZUNG

- XII Verbindungen** (mit Dr. Matthias Weißbach)
- XII-1 Grundlagen des Fügens
 - XII-2 Kraftübertragung
 - XII-3 Fügeverfahren
 - XII-4 Zusammensetzen
 - XII-5 An- und Einpressen
 - XII-6 Fügen durch Urformen
 - XII-7 Fügen durch Umformen
 - XII-8 Fügen durch Stoffvereinigen

XIII Äußere Hüllen

- XIII-1 Grundsätzliches
- XIII-2 Erdberührte Hüllen
- XIII-3 Schalensysteme
- XIII-4 Mehrschichtverbundsysteme
- XIII-5 Rippensysteme
- XIII-6 Punktgehaltene Hüllen
- XIII-7 Addierte Funktionselemente
- XIII-8 Membransysteme
- XIII-9 Öffnungen

XIV Innere Hüllen

- XIV-1 Grundsätzliches
- XIV-2 Horizontale Raumabtrennungen
- XIV-3 Vertikale Raumabtrennungen
- XIV-4 Öffnungen

- 1** Maßstab
- 2** Nachhaltigkeit
- 3** Werkstoffe
- 4** Funktionen
- 5** Form
- 6** Flächen
- 7** Aufbau
- 8** Bauweisen
- 9** Verbinden
- 10** Konstruieren

BAND 4 – PRINZIPIEN

INHALT BAND 2**HERSTELLUNG VON FLÄCHEN**

1. Ausbildung kontinuierlicher ebener Schichtflächen aus Einzelbauteilen	4
1.1 Dimensionale Vorgaben der Ausgangselemente ...	4
1.2 Geometrische Prinzipien der Ausbildung von Flächen aus Einzelementen.....	8
1.2.1 Parkettierung der Fläche	9
1.3 Flächenbildung durch Zusammenlegen von Einzelementen.....	16
1.3.1 gegossene Ausgangselemente	16
1.3.2 bandförmige Ausgangselemente.....	18
1.3.3 plattenförmige Ausgangselemente	20
1.3.4 stabförmige Ausgangselemente.....	30
1.3.5 bausteinförmige Ausgangselemente	36
2. Formdefinition kontinuierlicher gekrümmter Schichtflächen.....	40
2.1 Besonderheiten gekrümmter Oberflächen	40
2.2 Geometrische Voraussetzungen	41
2.2.1 Tangentialebene, Normalenvektor	41
2.2.2 Krümmung	42
2.3 Regelmäßige Oberflächentypen.....	46
2.3.1 nach art der Krümmung	46
2.3.2 nach Abwickelbarkeit in die Ebene	48
2.3.3 nach Entstehungsgesetz.....	48
2.4 Digitale Methoden der Definition von Oberflächen	64
2.5 Netze.....	72
2.6 Verfeinerung von Polygonnetzen – Annäherung an eine Krümmung	74
2.7 Freiformkurven.....	74
2.7.1 Unterteilungskurven.....	76
2.7.2 Bézier-Kurven.....	78
2.7.3 B-Spline-Kurven.....	78
2.7.4 NURBS-Kurven	80
2.8 Freiformflächen aus Kurven	82
2.8.1 Unterteilungsflächen.....	82
2.8.2 Bézier-Flächen.....	84
2.8.3 B-Spline-Flächen.....	88
2.8.4 NURBS-Flächen.....	88
2.9 Freiformflächen aus abwickelbaren Teilstücken	88
3. Die konstruktive Umsetzung kontinuierlicher gekrümmter Schichtflächen	92
3.1 Ausbau einachsig gekrümmter Oberflächen	92
3.1.1 bandförmige Ausgangselemente.....	92
3.1.2 plattenförmige Ausgangselemente	96
3.1.3 stabförmige Ausgangselemente.....	96

3.1.4 bausteinförmige Ausgangselemente	98
3.2 Ausbau zweiachsig gekrümmter Oberflächen ..	104
3.2.1 Das hyperbolische Paraboloid.....	104
3.2.2 Die Kugel.....	110
Anmerkungen.....	126
1. Bauliche Umsetzung der Telfunktionen – grundlegende Lösungsprinzipien	130
1.1 Begriffsbestimmungen	130
1.2 Grundstrukturen von Hüllen.....	131
2. Einfache Schalensysteme	132
2.1 Einfache Schale ohne Aufbau	132
2.1.1 Äußere Hüllbauteile	133
2.1.2 Innere Hüllbauteile	134
2.2 Einfache Schale mit einseitigem Aufbau ohne Unterkonstruktion	134
2.2.1 Äußere Hüllbauteile.....	134
2.2.2 Innere Hüllbauteile	139
2.3 Einfache Schale mit einseitigem Aufbau mit Unterkonstruktion	140
2.3.1 Einfache Rippenlage	140
2.3.2 Doppelte Rippenlage.....	144
3. Doppelte Schalensysteme	145
3.1 Zwei Schalen mit Zwischenschicht.....	145
3.2 Zwei Schalen mit Zwischen- und Luftsicht....	151
4. Mehrschichtverbundsysteme.....	154
4.1 Sandwichsysteme.....	154
4.2 Wabenkernsysteme	156
5. Rippensysteme.....	158
5.1 Konstruktives Prinzip.....	158
5.2 Einachsig und mehrachsig gespannte Rippensysteme	158
5.3 Rippensysteme mit integrierter Hüllkonstruktion	160
5.3.1 Rippensystem mit einseitigem Aufbau ohne Unterkonstruktion.....	162
5.3.2 Rippensystem mit einseitigem Aufbau mit Unterkonstruktion.....	164
5.3.3 Rippensystem mit einseitigem Aufbau mit doppelter Rippung.....	165
5.4 Rippensysteme mit Trennung von Hüllkonstruktion und Rippung.....	168

AUFBAU VON HÜLLEN

5.4.1 Rippensystem mit Schale und Aufbau ohne Unterkonstruktion.....	170
5.4.2 Rippensystem mit Schale und Aufbau mit einfacher Querrippung	172
5.4.3 Rippensystem mit Schale und Aufbau mit doppelter Rippung.....	172
5.4.4 Rippensystem mit Schale und Aufbau mit Längsrippung.....	172
6. Ergänzende Funktionselemente oder -schalen..	178
7. Membransysteme	181
7.1 Mechanisch gespannte Membransysteme	181
7.2 Pneumatisch gespannte Membransysteme.....	182
Anmerkungen	183
Normen und Richtlinien.....	184
PRIMÄRTRAGWERKE	
Grundlagen	
1. Voraussetzungen	188
1.1 Tragwerk und Gebäudeentwurf.....	188
1.2 Funktionale Wechselbeziehungen	188
1.3 Raumbildung	188
1.4 Elementare und zusammengesetzte Tragwerke	192
1.5 Planerische Grundsätze der Addition von baulichen Zellen	194
1.5.1 Horizontale Addition.....	194
1.5.2 Vertikale Addition.....	194
1.6 Die Elemente der baulichen Zelle	196
1.6.1 Das vertikale ebene Umfassungselement.....	198
1.6.2 Die Überdeckung	204
1.7 Die Grundzelle aus Umfassung und Überdeckung.....	206
1.8 Die statischen Aufgaben.....	207
1.8.1 Standsicherheit	207
1.8.2 Gebrauchstauglichkeit.....	207
2. Der Lastabtrag.....	208
2.1 Ein- und zweiachsiger Lastabtrag	208
2.1.1 Tragverhalten	208
2.2 Einflüsse des Lastabtrags auf die Geometrie der Grundzelle.....	212
2.2.1 Wahl der Spannrichtung bei einachsrigem Lastabtrag	212
2.2.2 Wechselwirkung zwischen Spannweite, statischer Höhe und Grundrissgeometrie	212
2.3 Verhältnis der Spannweiten bei zweiachsrigem Lastabtrag	216

2.4 Lastabtrag und Nutzung	218	
3. Der konstruktive Aufbau des raumabschließenden Flächenelements	222	
3.1 Vollwandiges Flächenelement	222	
3.2 Element aus Stabschar und Platte	224	
3.3 Element aus Stabrost und Platte	224	
3.4 Element aus Stabschar, nachgeordneter Querschar und Platte	226	
3.5 Das Aussteifen von Stabsystemen in ihrer Fläche	226	
3.5.1 Dreiecksmaschen	226	
3.5.2 Diagonalverbände	226	
3.5.3 Schubsteife Beplankungen	230	
3.5.4 Rahmenbildung	230	
3.6 Das Komplettieren von Stabsystemen zur Fläche mithilfe von Beplankungen	232	
3.6.1 Stabroste	232	
3.6.2 Orthogonal gestapelte, hierarchische Stablagen	232	
3.7 Einige grundlegende planerische Überlegungen zu Stabscharen	234	
4. Formfragen axial beanspruchter Tragwerke	240	
4.1 Wechselbeziehungen zwischen Lagerung, Form und Beanspruchung	240	
4.2 Die Begriffe der Seil- und Stützlinie	246	
4.2.1 Seillinie	246	
4.2.2 Stützlinie	246	
4.3 Abweichungen von der Stützlinie	248	
4.4 Flächentragwerke unter Membrankräften	258	
4.4.1 Membranzustand	260	
4.4.2 Biegezustand	260	
4.4.3 Formfindung von Flächentragwerken unter Membrankräften	260	
4.5 Konstruktive Varianten von Flächentragwerken unter Membrankräften	262	
4.5.1 Schalen	262	
4.5.2 Membranen und Seilnetze	266	
Anmerkungen	270	
1. Übersicht elementarer Tragwerke	274	Typen
2. Gerichtete Systeme	282	
2.1 Biegebeanspruchte Systeme	282	
2.1.1 Platte einachsig gespannt	282	
2.1.2 Flache Überdeckung aus Stabscharen	294	
2.1.3 Aussteifung von Skeletttragwerken	309	
2.1.4 Geneigte ebene Überdeckung aus Stabscharen	316	

Verformungen	
1. Ursachen und Eigenschaften von Verformungen	404
1.1 Ursachen	404
1.2 Anforderungen	404
1.3 Definition	406
1.4 Spannung und Dehnung	408
1.5 Eingeprägte oder lastunabhängige innere Formänderungen	410
2. Systeme	
2.2 Druckbeanspruchte Systeme – geneigte Dächer und Gewölbe	322
2.2.1 Geneigtes Dach aus Stabscharen	322
2.2.2 Gewölbe vollwandig	324
2.2.3 Gewölbeschale vollwandig	332
2.2.4 Gewölbe aus Bogenscharen	334
2.2.5 Gewölbeschale aus Stäben	336
2.3 Zugbeanspruchte Systeme	338
2.3.1 Band	338
3. Ungerichtete Systeme	342
3.1 Biegebeanpruchte Systeme – flache Überdeckungen	342
3.1.1 Platte zweiachsig gespannt, linear gelagert	342
3.1.2 Platte zweiachsig gespannt, punktuell gelagert	346
3.1.3 Trägerrost zweiachsig gespannt, linear gelagert	348
3.1.4 Trägerrost zweiachsig gespannt, punktuell gelagert	352
3.1.5 Platte ringförmig gelagert	354
3.1.6 Stablage radial, ringförmig gelagert	354
3.2 Druckbeanspruchte Systeme	356
3.2.1 Pyramide	356
3.2.2 Zylindrische Kuppel	356
3.2.3 Kegel	358
3.2.4 Kuppel vollwandig	360
3.2.5 Kuppel aus Stäben	368
3.2.6 Schale vollwandig, synklastisch gekrümmmt, punktuell gelagert	374
3.2.7 Schale aus Stäben, synklastisch gekrümmmt, punktuell gelagert	379
3.3 Zugbeanspruchte Systeme	380
3.3.1 Membran und Seiltragwerk, mechanisch gespannt, punktuell gelagert	380
3.3.2 Membran und Seiltragwerk, mechanisch gespannt, linear gelagert	392
3.3.3 Durch Schwerkraft gespannte Membran oder Seiltragwerk	394
3.3.4 Membran und Seiltragwerk, pneumatisch gespannt	396
Anmerkungen	401

2. Auswirkungen von Verformungen auf Hochbaukonstruktionen	414
2.1 Auswirkungen auf die Tragfähigkeit.....	414
2.2 Auswirkungen auf die Funktionstüchtigkeit.....	416
3. Statische und konstruktive Lösungen des Hochbaus	418
Anmerkungen.....	422
Normen und Richtlinien.....	422
1. Allgemeines	426
2. Interaktion zwischen Tragwerk und Baugrund	428
2.1 Der Baugrund.....	428
2.2 Lastübertragung zwischen Tragwerk und Baugrund.....	430
2.3 Lastweiterleitung im Baugrund.....	432
2.4 Verformungen des Baugrunds.....	434
2.4.1 Lastbedingte Verformungen.....	434
2.4.2 Frostbedingte Verformungen.....	436
2.5 Versagen des Baugrunds.....	442
3. Gründungsarten	442
3.1 Gründung als Verbindung zwischen Bauwerk und Baugrund	442
3.2 Baugrundverbesserung und -austausch	442
3.3 Flachgründungen	446
3.4 Tiefgründungen.....	450
Normen und Richtlinien.....	456
BAUWEISEN	
1. Grundsätzliches	460
2. Kategorisierung von Bauweisen	460
2.1 Wandbau.....	460
2.2 Skelettbau	466
3. Grundlagen des gemauerten Wandbaus	468
3.1 Wechselbeziehung von Trag- und Hüllfunktion der Wand	468
3.2 Exzentrizitäten.....	472
3.3 Zellenbildung.....	472
3.4 Flexibilität	473
3.5 Lage und Form von Wandöffnungen.....	473
3.6 Besonderheiten bei Bogenöffnungen.....	474
4. Konstruktive Fragen im Einzelnen.....	477
4.1 Werkstoffe	477

4.2 Versteifung und Stabilisierung von Wänden im Mauerwerksbau	477
4.2.1 Schwergewichtswand	477
4.2.2 Versteifung durch Wandpfeiler	477
4.2.3 Versteifung durch Querwände	479
4.2.4 Versteifung durch Ringbalken oder Deckenscheiben	480
4.3 Ausbildung einer Schachtel.....	482
4.3.1 Teilaufgaben des Ringankers	482
5. Mauerwerksbauweisen	484
5.1 Schachtelbauweise (Allwandbauweise)	484
5.2 Schottenbauweise (Querwandbauweise).....	486
5.3 Offene Scheibenbauweise	488
5.4 Kombination der Bauweisen und Auflösung klassischer Bauweisen im Mauerwerksbau	490
6. Öffnungen in Mauerwerkswänden	492
6.1 Ausführung von Bögen im Mauerwerksbau	494
6.1.1 Rundbogen, Spitzbogen	494
6.1.2 Scheitreibung Bogen, Flach- oder Segmentbogen	495
6.2 Ausgleichs- und Entlastungsbögen	496
6.3 Ausbildung eines Sturzes.....	498
7. Wandbau mit künstlichen Steinen	502
7.1 Kelleraußenwände aus künstlichen Steinen ohne besonderen Nachweis	504
7.2 Aussteifende Wände	504
7.3 Nichttragende Innenwände	506
7.4 Nichttragende Außenwände	510
7.5 Zweischalige Außenwände	510
7.6 Schlitze und Aussparungen (Integration von Installation)	511
Anmerkungen.....	513
Normen und Richtlinien.....	513
Holzbau	
1. Geschichte des Holzbau	518
1.1 Frühe Holzbauweisen	518
1.2 Amerikanische Holzbauweisen.....	520
1.3 Der industrialisierte Holzbau	520
1.4 Moderner Holzbau	520
2. Holzbauweisen	524
3. Wandbau	524
3.1 Blockbau	526
3.2 Bohlensänderbau.....	529
3.3 Fachwerkbau.....	529
3.4 Holzrippen-, Holzrahmenbau.....	533
3.5 Holztafelbau	539
3.5.1 Statische Wirkungsweise der Holztafeln ..	542

3.5.2 Aufbau der Holztafeln	543
3.6 Moderne Massivholzbauweisen	543
3.6.1 Massivholz im baulichen Einsatz	544
3.6.2 Plattenförmige Massivholzelemente	546
3.6.3 Holzbauelemente	550
3.6.4 Ausbau	551
3.6.5 Wand-Deckenknoten	553
4. Holzskelettbau.....	556
4.1 Prinzipielle Tragwerksvarianten.....	560
4.1.1 Träger auf Stütze	560
4.1.2 Zwei Träger stirnseitig an Stütze.....	562
4.1.3 Zwillingsträger seitlich an Stütze	564
4.1.4 Träger durch Zwillingsstütze	566
4.1.5 Vier Träger stirnseitig an Stütze	567
4.1.6 Platte auf Stütze.....	569
4.1.7 Platte seitlich an Stütze.....	570
5. Holz-Beton-Verbundbau.....	578
5.1 Anwendungen der Holz-Beton-Verbundbauweise	579
5.2 Grundsätzliches.....	579
5.3 Holz-Beton-Verbunddecken	580
5.4 Wandbauweisen	580
5.5 Schubverbund	581
6. Schalenbauweisen.....	581
6.1 Werkstoff und Tragverhalten	581
6.2 Frühe Holzschalen.....	582
6.3 Neuere Schalentragwerke	584
6.3.1 Moderne Zollinger-Bauweisen.....	584
6.3.2 Lattenrostschalen	585
6.3.3 Brettrippenbauweise	585
6.3.4 Zugbeanspruchte Schalen	586
6.3.5 Bauweise mit Stahlknoten	587
6.3.6 Reine Flächentragwerke	588
Anmerkungen.....	591
Normen und Richtlinien.....	592
1. Geschichte des Eisen- und Stahlbaus.....	596
1.1 Der Brückenbau während der industriellen Revolution.....	596
1.2 Erste Hochbauten in Eisen und Stahl.....	598
1.3 Die Schule von Chicago	598
1.4 Die Entwicklung des Stahlbaus im 20. Jahrhundert.....	602
2. Grundsätzliche Aspekte des Stahlbaus.....	608
2.1 Eigenschaften von Stahltragwerken	608
2.2 Baudurchführung von Stahlbauten.....	608
2.3 Nutzungaspekte von Stahlbauten	610
2.4 Brandschutz	611

2.5 Korrosionsschutz.....	611
2.6 Nachhaltigkeit	612
3. Konstruieren mit Stahl	613
3.1 Bauen mit genormten Profilen und gelenkigen Anschläßen	613
3.2 Rahmen und biegesteife Anschlüsse	616
3.2.1 Ausbildung von Rahmensystemen	617
3.3 Ausbildung von Dach- und Decken- tragwerken im Stahlbau	623
3.3.1 Decken in Verbundbauweise	623
3.3.2 Trapezblechdecke und -dach	626
3.4 Fachwerkkonstruktionen.....	628
3.4.1 Anwendung von Fachwerken	628
3.4.2 Regeln für die Ausbildung von Fachwerksystemen.....	630
3.4.3 Profile für den Fachwerkbau	632
3.4.4 Horizontale Fachwerkverbände zur Herstellung schubsteifer Dach- oder Deckentragwerke	633
3.5 Raumfachwerke	634
3.5.1 Ausführung von Raumfachwerken	636
3.6 Gitterschalen.....	638
3.7 Zugbeanspruchte Konstruktionen.....	640
3.7.1 Hängebrücken.....	641
3.7.2 Schrägseilbrücken.....	641
3.7.3 Seilnetzkonstruktionen.....	642
3.7.4 Seiltragwerke	643
Anmerkungen.....	647
Normen und Richtlinien.....	647
Fertigteilbau	
1. Geschichte des Fertigteilbaus.....	652
2. Fertigung.....	654
2.1 Merkmale der Werksfertigung im Betonbau	654
2.2 Folgen der Werksfertigung	655
2.3 Ort der Fertigung	655
3. Schalungstechnik	656
3.1 Lage der Schalung	656
3.2 Ausschalvorgang.....	658
4. Bewehrungstechniken.....	662
4.1 Schlaffe Bewehrung	662
4.2 Vorgespannte Bewehrung	662
4.2.1 Art der Herstellung der Vorspannung	662
4.2.2 Art der Spanngliedführung.....	664
4.2.3 Spannbettfertigung	666
4.2.4 Nachträgliche Vorspannung	666
4.3 Faserbewehrung	666

5. Einflüsse der Bewehrungstechnik	
auf die Konstruktion	668
5.1 Schlaffe Bewehrung	668
5.2 Spannbettfertigung	668
5.3 Nachträgliche Vorspannung	669
6. Allgemeine Grundsätze der Konstruktion	
und Gestaltung von Fertigteilen.....	670
6.1 Transport	670
6.2 Montage	670
6.3 Konstruktive Standardlösungen	677
6.3.1 Wandbauweisen	677
6.3.2 Skelettbauweisen eingeschossig	679
6.3.3 Skelettbauweisen mehrgeschossig.....	679
7. Einflüsse auf die Form	684
Anmerkungen.....	688
Normen und Richtlinien.....	688
1. Geschichte des Betonbaus	692
1.1 Historische Vorläufer.....	692
1.2 Entwicklungsgeschichte des	
modernen Stahlbetonbaus.....	692
1.3 Moderne Betontechnik	695
2. Der Werkstoff Stahlbeton	696
3. Vergleich mit anderen Bauweisen	696
4. Verarbeitung	700
5. Bewehrungstechnik	700
5.1 Verlegung	702
5.1.1 Arten von Bewehrung.....	704
5.1.2 Stababstände	704
5.1.3 Verankerung von Längsstäben	705
5.1.4 Querbewehrung im	
Verankerungsbereich	706
5.1.5 Verankerung der Querbewehrung	706
5.1.6 Bewehrungsstöße	706
5.1.7 Gruppierung von Stäben	708
5.2 Bewehrungsstäbe (Betonstabstahl).....	708
5.3 Bewehrungsmatten (Betonstahlmatten)	710
5.4 Gitterträger	712
5.5 Betondeckung	713
5.6 Arbeitsfugen	716
6. Schalungstechnik.....	716
6.1 Schalhaut	718
6.2 Wandschalungen	718
6.3 Spezielle Wandschalungen	720

6.3.1 Kletterschalungen	720
6.3.2 Gleitschalungen	720
6.4 Deckenschalungen.....	720
6.5 Halbfertigteile.....	722
6.5.1 Elementdecken	722
6.5.2 Elementwände.....	724
7. Entwurfliche und planerische Aspekte.....	726
8. Ortbetonbauweisen.....	728
8.1 Zellentragwerke	728
8.2 Offene Scheibentragwerke.....	728
8.3 Rahmentragwerke.....	729
8.4 Skelettrtragwerke mit Kernaussteifung	729
8.5 Freie Tragwerkskonzepte	730
8.6 Schalentragwerke	731
Anmerkungen	732
Normen und Richtlinien.....	732
ANHANG	
Register.....	736
Literaturverzeichnis	766
Bildnachweis	770
Danksagung.....	777