

## INHALTSÜBERSICHT DES GESAMTWERKS

<b>BAND 1 – GRUNDLAGEN</b>	<b>I</b>	<b>Konstruieren</b>
	<b>II</b>	<b>Struktur</b>
	II-1	Ordnung und Gliederung
	II-2	Industrielles Bauen
	II-3	Maßordnung
	<b>III</b>	<b>Nachhaltigkeit</b>
	III-1	Kontext
	III-2	Ökologie
	III-3	Ökonomie
	III-4	Soziales
	III-5	Ökobilanzen
	III-6	Recycling
	<b>IV</b>	<b>Stoffe</b>
	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
	<b>V</b>	<b>Bauprodukte</b>
	V-1	Künstliche Steine
	V-2	Holzprodukte
	V-3	Stahlprodukte
	V-4	Glasprodukte
	V-5	Kunststoffprodukte
	<b>VI</b>	<b>Funktionen</b>
	VI-1	Spektrum
	VI-2	Kraftleitern (mit Dr. Matthias Weißbach)
	VI-3	Thermohygrische Funktionen
	VI-4	Schallschutz
	VI-5	Brandschutz
	VI-6	Dauerhaftigkeit
<b>BAND 2 – KONZEPTION</b>	<b>VII</b>	<b>Herstellung von Flächen</b>
	<b>VIII</b>	<b>Aufbau von Hüllen</b>
	<b>IX</b>	<b>Primärtragwerke</b> (mit Dr. Matthias Weißbach)
	IX-1	Grundlagen
	IX-2	Typen
	IX-3	Verformungen
	IX-4	Gründung

<b>X</b>	<b>Bauweisen</b>
X-1	Mauerwerksbau
X-2	Holzbau
X-3	Stahlbau
X-4	Fertigteilbau
X-5	Ortbetonbau

**XI Flächenstöße**

**BAND 3 – UMSETZUNG**

<b>XII Verbindungen</b> (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 Umformen
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 Glashüllen
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

<b>1</b>	Maßstab
<b>2</b>	Nachhaltigkeit
<b>3</b>	Werkstoffe
<b>4</b>	Funktionen
<b>5</b>	Form
<b>6</b>	Flächen
<b>7</b>	Aufbau
<b>8</b>	Bauweisen
<b>9</b>	Verbinden
<b>10</b>	Konstruieren

**BAND 4 – PRINZIPIEN**

## INHALT BAND 4

<b>Maßstab</b>	
<b>1. Der Bauberuf als schöpferisch-technische Disziplin</b>	4
<b>2. Der Beruf des Architekten</b>	4
<b>3. Unterscheidungsmerkmale der Bauberufe</b>	5
<b>4. Der Maßstab als wesentliches Unterscheidungsmerkmal</b>	6
<b>5. Auswirkungen des Maßstabs in Natur und Bautechnik</b>	9
5.1 Der Einfluss des Maßstabs auf die physikalischen Verhältnisse	9
5.1.1 Thermik	9
5.1.2 Dynamik	11
5.1.3 Schwerkraft	12
5.2 Der Einfluss des Maßstabs auf den konstruktiven Entwurf	13
<b>6. Die gegenseitige Abhängigkeit von Größe und Tragfähigkeit</b>	14
6.1 Der Einfluss des Bauplans	15
6.2 Der Einfluss des Werkstoffs	17
6.3 Modelle	18
6.4 Die Abhängigkeit zwischen Bauform und absoluter Größe	19
6.5 Die Dominanz der Tragfunktion	20
<b>7. Effiziente und ineffiziente Baupläne</b>	21
<b>8. Maßstab im Kontext der geschichtlichen Entwicklung von Bauformen</b>	23
<b>9. Der Architekt und der bildende Künstler</b>	23
9.1 Der Künstler im Umgang mit der Schwerkraft	25
9.2 Das provokante Spiel mit der Grenzgröße	27
9.3 Die Bedeutung des Maßstabs für Künstler und Architekten	28
Anmerkungen	32
<b>Nachhaltigkeit</b>	
<b>1. Bauen, Umwelt und Kultur in vorindustrieller Zeit und Jetzzeit</b>	40
1.1 Der Einbruch des Industriezeitalters	41
1.2 Die Krise	42
1.3 Nachhaltige Entwicklung	43
1.4 Der Begriff der Nachhaltigkeit	44

<b>2. Nachhaltiges Konstruieren .....</b>	<b>44</b>
2.1 Vom Energiesparen zur Nachhaltigkeit .....	46
<b>3. Ökologie .....</b>	<b>48</b>
3.1 Das Erfassen der Umweltverträglichkeit von Werkstoffen und Konstruktionen .....	49
3.2 Ökobilanz (Life-Cycle Assessment, LCA) .....	50
3.2.1 Indikatoren der Sachbilanz (Life-Cycle Inventory Analysis, LCI) .....	51
3.2.2 Indikatoren der Wirkungsabschätzung (Life-Cycle Impact Assessment, LCIA) .....	51
3.3.3 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen von Produkten (Environmental Product Declarations, EPD) .....	53
<b>4. Ökonomie.....</b>	<b>54</b>
4.1 Methodische Schwierigkeiten .....	55
4.2 Lebensdauer .....	56
4.3 Lebenszyklus .....	57
4.4 Lebenszykluskosten.....	58
<b>5. Soziales und Kulturelles.....</b>	<b>59</b>
5.1 Zugänglichkeit .....	60
5.2 Anpassungsfähigkeit.....	60
5.3 Gesundheit und Behaglichkeit .....	60
5.4 Belastungen für benachbarte Bereiche .....	61
5.5 Instandhaltung .....	61
5.6 Sicherheit/Schutz.....	61
5.7 Beschaffung von Materialien und Dienstleistungen .....	62
5.8 Einbeziehung der Beteiligten (Stakeholder Involvement) .....	62
5.9 Formalästhetische Qualität.....	62
Anmerkungen.....	63
<b>1. Die Bedeutung des Werkstoffs für den Entwurf und die Konstruktion.....</b>	<b>66</b>
1.1 Einige Begriffsbestimmungen .....	66
1.2 Der Begriff der Materialgerechtigkeit .....	68
1.3 Moderne industrielle Werkstoffe .....	69
1.4 Gesellschaftlicher Reichtum und schwindender Effizienzdruck .....	70
1.5 Verbundbau .....	70
1.6 „Werkstoffdesign“ .....	71
<b>2. Werkstoff und Nachhaltigkeit .....</b>	<b>73</b>
<b>3. Werkstoffkunde im Dienst der Baukonstruktion. 74</b>	
<b>4. Werkstoffeigenschaft und Stoffstruktur .....</b>	<b>75</b>

## **Werkstoffe**

<b>5. Materie .....</b>	<b>75</b>
5.1 Bindekräfte.....	75
5.1.1 Atombindung .....	77
5.1.2 Ionenbindung .....	77
5.1.3 Metallbindung .....	78
5.1.4 Nebenvalenzbindungen .....	79
5.2 Kristalle .....	79
5.3 Organische Stoffe .....	80
<b>6. Allgemeine baurelevante Gesichtspunkte .....</b>	<b>81</b>
6.1 Grenzflächen .....	82
6.2 Verformungen .....	84
6.2.1 infolge Temperaturänderung.....	84
6.2.2 infolge Krafteinwirkung.....	85
6.2.3 infolge anderer Faktoren .....	88
6.3 Bruch.....	89
6.4 Zersetzung .....	89
6.5 Brandeinwirkung.....	91
<b>7. Mineralische Werkstoffe .....</b>	<b>93</b>
7.1 Natürliches Gestein.....	93
7.2 Künstliches Gestein .....	94
7.2.1 Technisches Grundprinzip.....	94
7.2.2 Künstliches Gestein aus Wasserbindung ...	97
7.2.3 Künstliches keramisches Gestein .....	98
7.2.4 Künstliches Gestein aus nichthydraulischen Bindemitteln.....	99
7.2.5 Künstliches Gestein aus hydraulischen Bindemitteln.....	100
7.3 Verformungsverhalten .....	102
7.4 Bauprodukte.....	104
7.5 Entwurfsrelevante Eigenschaften.....	105
<b>8. Metallische Werkstoffe .....</b>	<b>109</b>
8.1 Technisches Grundprinzip .....	109
8.2 Verformungsverhalten .....	111
8.3 Bauprodukte.....	112
8.4 Entwurfsrelevante Eigenschaften.....	117
<b>9. Organische Werkstoffe.....</b>	<b>119</b>
9.1 Holz .....	120
9.1.1 Stoffgefüge .....	121
9.1.2 Technisches Grundprinzip.....	122
9.1.3 Verformungsverhalten .....	122
9.1.4 Bauprodukte.....	126
9.1.5 Entwurfsrelevante Eigenschaften.....	132
<b>10. Verbundwerkstoffe.....</b>	<b>134</b>
10.1 Stahlbeton .....	135
10.1.1 Technisches Grundprinzip .....	135
10.1.2 Verformungsverhalten.....	136
10.1.3 Brandverhalten .....	137
10.1.4 Dauerhaftigkeit .....	138

10.1.5 Entwurfsrelevante Eigenschaften .....	138	
<b>11. Die baugeeigneten Hauptwerkstoffgruppen in vergleichender Betrachtung.....</b>	<b>139</b>	
11.1 Funktionserfüllung gegenüber ökologischem Fußabdruck.....	139	
11.2 Wärmeleitfähigkeit.....	142	
11.3 Tragfähigkeit.....	146	
11.3.1 Festigkeit.....	146	
11.3.2 Steifigkeit, lastabhängiges Verformungsverhalten .....	148	
11.3.3 Verhältnis zwischen Festigkeit und Rohdichte.....	149	
11.4 Ökobilanz.....	150	
Anmerkungen.....	157	
<b>1. Definitionen .....</b>	<b>166</b>	<b>Funktionen</b>
1.1 Die Hauptfunktionen.....	167	
1.2 Die baulichen Telfunktionen.....	169	
<b>2. Zuweisung von Telfunktionen an Bauteile oder Schichten .....</b>	<b>170</b>	
<b>3. Lösungsprinzipien zur Erfüllung der baulichen Telfunktionen.....</b>	<b>172</b>	
Anmerkungen.....	173	
<b>1. Form als bestimmender Entwurfsparameter.....</b>	<b>176</b>	<b>Form</b>
<b>2. Form und Funktion.....</b>	<b>177</b>	
2.1 Form und Kraft.....	177	
2.1.1 Kraftumlenkung .....	178	
2.1.2 Vergleichende Betrachtung von Axial- und Biegebeanspruchung .....	180	
2.1.3 Die biegefeste Gleichgewichtsform .....	181	
2.1.4 Praxisbezogene Einschränkungen .....	184	
2.2 Entwerfen mit Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsformen.....	186	
2.3 Gewohnheiten beim Entwerfen.....	190	
<b>3. Die Dominanz des Quaders.....</b>	<b>191</b>	
<b>4. Eigenschaften des Quaders .....</b>	<b>192</b>	
4.1 Auswirkungen der äußeren Last.....	192	
4.2 Auswirkungen der inneren Beanspruchung.....	194	
4.3 Auswirkungen des Regenschutzes .....	195	
4.4 Die Überdeckung .....	196	
4.5 Feldproportionen.....	199	
4.6 Die Addition von Raumzellen .....	199	
4.7 Modularität.....	200	
4.8 Herstellung.....	201	

4.9 Ökonomische Zwänge .....	202
<b>5. Die ebene Überdeckung .....</b>	<b>203</b>
5.1 Statische Verhältnisse.....	203
5.2 Konstruktive Ausführungsarten .....	204
5.3 Die vertikale Stapelung .....	206
5.4 Der Topos des klassischen Architravbaus .....	206
<b>6. Übergang zur gewölbten Überdeckung.....</b>	<b>207</b>
<b>7. Die gewölbte Überdeckung .....</b>	<b>209</b>
7.1 Der Bautyp der Basilika.....	210
7.1.1 Aufnahme der Gewölbeschübe durch innere Zugbänder.....	210
7.1.2 Stützung durch ein äußeres Strebewerk ..	211
7.1.3 Abstrebung durch Mauerscheiben .....	211
7.1.4 Die mittelalterliche Basilika.....	212
7.1.5 Die Entwicklung zu immer größeren Höhen.....	215
7.1.6 Die Einführung des Strebebogens.....	218
7.1.7 Die Einführung des doppelten Strebebogens.....	219
7.1.8 Das konzeptionelle Gesamtsystem der überwölbten Basilika .....	219
7.2 Die Kehrtwende in der Neuzeit.....	221
7.3 Die Vollendung des basilikalen Bautypus durch Gaudí.....	224
7.4 Der Durchbruch zur reinen Gleichgewichtsform in der Moderne .....	224
<b>8. Der konstruktive Ursprung überliefelter Bauformen.....</b>	<b>229</b>
<b>9. Die neue Formenfreiheit – ein Appell .....</b>	<b>230</b>
9.1 Planerische und technische Neuerungen .....	230
9.2 Die Folgen – die Verbreitung nichtorthogonaler Bauformen .....	231
9.3 Die Entwurfsdisziplin bei nichtelementaren Bauformen .....	232
9.4 Digital gestützte Entwurfsmethoden.....	233
9.5 Was sollen wir tun?.....	234
9.6 Gesellschaftlich-kulturelle Signifikanz.....	234
9.7 Der aktuelle Zustand .....	237
9.8 Der Begriff der intelligenten Sparsamkeit.....	238
Anmerkungen.....	241
<b>1. Das Gebäude als ein Gefüge von Flächen.....</b>	<b>252</b>
<b>2. Die Schaffung von flächigen Schichten oder Schalen .....</b>	<b>253</b>

<b>3. Die funktionale Kontinuität der Schichtflächen .....</b>	<b>254</b>
<b>4. Maßnahmen zur Vermeidung oder Vereinfachung von Fugen .....</b>	<b>255</b>
<b>5. Die Schaffung kontinuierlicher Schichtflächen .</b>	<b>256</b>
<b>6. Die Parkettierung der Fläche .....</b>	<b>258</b>
<b>7. Besonderheiten gekrümmter Schichtflächen ....</b>	<b>260</b>
7.1 Ausgangselemente: Bänder, Stäbe, Platten, Bausteine.....	261
7.2 Krümmung .....	263
7.3 Abwickelbare und nichtabwickelbare Oberflächen .....	264
7.4 Die Kuppel.....	266
7.5 Geometrisch nichtelementare Oberflächen .....	266
<b>8. Neue Möglichkeiten.....</b>	<b>270</b>
8.1 Digitale Werkzeuge.....	270
8.2 Industrielle Serie und Individualisierung .....	271
8.3 Digitale Planungsmethoden.....	271
8.4 Digital gesteuerte Fertigungsmethoden.....	272
Anmerkungen.....	273
<b>1. Aufbau von Hüllbauteilen .....</b>	<b>276</b>
<b>2. Grundvarianten von Aufbauten .....</b>	<b>278</b>
2.1 Einschalige Bauteile .....	279
2.1.1 Scheibencharakteristik.....	280
2.1.2 Ausführungsarten .....	281
2.2 Einschalige Bauteile mit zusätzlichem Aufbau...	282
2.2.1 Äußere Lage des Zusatzaufbaus .....	282
2.2.2 Funktionale Zielkonflikte .....	284
2.2.3 Ausführungsvarianten .....	285
2.2.4 Schallschutz, Brandschutz .....	289
2.3 Zweischalige Bauteile .....	290
2.3.1 Inhärerente konstruktive Dilemmata.....	291
2.3.2 Verschiedene räumliche Lagen.....	293
2.4 Mehrschichtverbundsysteme .....	294
2.4.1 Funktionsprinzip.....	295
2.4.2 Schallschutz, Feuchteschutz.....	297
2.5 Rippensysteme .....	297
2.5.1 Funktionsprinzip .....	297
2.5.2 Hierarchisierung der Tragelemente .....	298
2.5.3 Konstruktive Ausführung .....	300
2.5.4 Mehrere gestufte Rippenlagen.....	302
2.5.5 Symbiose zwischen Rippe und Schale .....	304
2.5.6 Verschiedene Einbaulagen.....	304
2.5.7 Schallschutz, Brandschutz .....	304
2.6 Membransysteme.....	305

Anmerkungen .....	308
<b>1. Grundsätzliches .....</b>	<b>312</b>
<b>2. Wand- und Skelettbauweisen .....</b>	<b>312</b>
2.1 Definition von Wandbauweisen .....	312
2.2 Definition von Skelettbauweisen .....	314
2.3 Bauweise und Werkstoff .....	314
<b>3. Merkmale von Wandbauweisen.....</b>	<b>316</b>
3.1 Stabilisierung durch Wandpfeiler .....	318
3.2 Stabilisierung durch Querscheiben .....	320
3.3 Lastverteilung .....	323
3.4 Wandöffnungen .....	325
3.5 Die Rolle der Decken .....	331
3.5.1 Versteifung durch Balkendecken .....	331
3.5.2 Versteifung durch Deckenscheiben .....	332
3.5.3 Versteifung durch Ringbalken .....	333
<b>4. Wandbauweisen in verschiedenen Werkstoffen .....</b>	<b>334</b>
4.1 Wandbauweisen in Mauerwerk.....	334
4.2 Wandbauweisen in Holz .....	335
4.2.1 Palisadenbau .....	336
4.2.2 Bohlenständerbau .....	336
4.2.3 Blockbau .....	340
4.2.4 Moderne Wandbauweisen in Massivholz .....	341
4.2.5 Fachwerkbau .....	343
4.2.6 Holzrahmenbau .....	350
4.3 Wandbauweisen in Stahlbeton .....	356
4.3.1 Lastverteilung .....	357
4.3.2 Massivdecken .....	357
4.3.3 Gestaltungsregeln .....	358
4.3.4 Wandartige Träger .....	359
4.3.5 Ausführungsarten .....	360
<b>5. Skelettbauweisen .....</b>	<b>364</b>
5.1 Auswirkungen auf den Lastabtrag .....	365
5.1.1 Die statische Logik der Stütze .....	366
5.1.2 Skelettbau als Leichtbau .....	367
5.1.3 Bauweise und Material .....	370
5.2 Die horizontale Versteifung .....	370
5.2.1 Horizontale Halterung von lotrechten Tragelementen .....	371
5.2.2 Die Übertragung von Horizontallasten in der Deckenebene .....	373
5.2.3 Ausbildung der Festpunkte .....	380
5.2.4 Anordnung der Festpunkte in der horizontalen Ebene .....	388
5.2.5 Anordnung der Festpunkte in der vertikalen Ebene .....	393

<b>6. Skelettbauweisen in verschiedenen Werkstoffen .....</b>	<b>396</b>
6.1 Skelettbauweisen in Holz.....	397
6.1.1 Durchlaufende Stütze .....	398
6.1.2 Gestoßene Stütze .....	400
6.1.3 Moderne Holzskelettbauweisen.....	404
6.2 Skelettbauweisen in Stahl.....	413
6.2.1 Erste Eisenskelettbaute .....	415
6.2.2 Erste Hochhäuser .....	422
6.2.3 Die Entwicklung moderner Stähle .....	423
6.2.4 Moderner Stahlskelettbau .....	425
6.3 Skelettbauweisen in Beton .....	437
6.3.1 Erste Stahlbetonbauten .....	438
6.3.2 Monolithische Verschmelzung von Traggliedern.....	439
6.3.3 Zweiachsig spannende, alseitig gelagerte Platte.....	442
6.3.4 Die punktgestützte Flachdecke .....	442
6.3.5 Fertigteilbau .....	446
Anmerkungen .....	450
<b>1. Verbinden – eine Definition .....</b>	<b>464</b>
<b>2. Das Bauprinzip.....</b>	<b>467</b>
<b>3. Die Kraftübertragung im Raum.....</b>	<b>472</b>
<b>4. Das Prinzip der Kraftübertragung.....</b>	<b>474</b>
4.1 Formschluss.....	474
4.2 Stoffschluss .....	476
4.3 Kraftschluss .....	477
<b>5. Technologie der Verbindungen .....</b>	<b>480</b>
5.1 Zusammensetzen .....	482
5.2 Füllen.....	485
5.3 An- und Eindrücken.....	485
5.3.1 Schrauben.....	486
5.3.2 Nageln.....	494
5.4 Fügen durch Urformen.....	495
5.5 Fügen durch Umformen.....	496
5.6 Stoffvereinigen.....	498
<b>6. Geometrie der Verbindung .....</b>	<b>504</b>
6.1 Geometrie und Kraftleitung .....	505
6.2 Geometrie und Thermohygrik.....	509
<b>7. Mechanik der Kraftleitung .....</b>	<b>509</b>
7.1 Übertragung von Druck.....	510
7.2 Übertragung von Zug .....	519
7.3 Übertragung von Querkraft.....	534
7.4 Übertragung von Biegung.....	540

<b>8. Toleranzen.....</b>	<b>554</b>
Anmerkungen.....	557
<b>1. Der Begriff und der Vorgang des Konstruierens im Kontext der Gesamtplanung.....</b>	<b>560</b>
<b>2. Ordnung und Gliederung von Baustrukturen ....</b>	<b>564</b>
2.1 Additive Zusammensetzung von Baustrukturen .....	565
2.2 Modulordnungen.....	566
<b>3. Wirk- und Lösungsprinzipien zur Erfüllung der baulichen Teilfunktionen.....</b>	<b>569</b>
3.1 Stetigkeit des Wirkprinzips .....	570
3.2 Stufigkeit des Wirkprinzips .....	570
3.3 Die Teilfunktionen in der Fläche.....	571
3.3.1 Feuchteschutz.....	571
3.3.2 Schutz vor Wind, Luftdichtheit .....	590
3.3.3 Wärmeschutz.....	591
3.3.4 Schallschutz .....	604
3.3.5 Brandschutz .....	611
3.3.6 Dauerhaftigkeit.....	615
3.3.7 Kraftleiten, Tragen.....	622
3.4 Die Teilfunktionen in der Fuge .....	628
3.4.1 Erschwernisse im Fugenbereich.....	628
3.4.2 Planerische Vermeidung von Fugen .....	631
3.4.3 Dichtprinzipien in der Fuge .....	631
3.4.4 Fugengeometrie.....	637
Anmerkungen .....	646
<b>Register.....</b>	<b>656</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>716</b>
<b>Bildnachweis .....</b>	<b>720</b>