

**1 Maßstab**

- 1. Der Bauberuf als schöpferisch-technische Disziplin ..... 4**
- 2. Der Beruf des Architekten..... 4**
- 3. Unterscheidungsmerkmale der Bauberufe ..... 5**
- 4. Der Maßstab als wesentliches Unterscheidungsmerkmal ..... 6**
- 5. Auswirkungen des Maßstabs in Natur und Bautechnik..... 8**
  - 5.1 Der Einfluss des Maßstabs auf die physikalischen Verhältnisse ..... 9
    - 5.1.1 Thermik ..... 9
    - 5.1.2 Dynamik ..... 10
    - 5.1.3 Schwerkraft..... 12
  - 5.2 Der Einfluss des Maßstabs auf den konstruktiven Entwurf ..... 13
- 6. Die gegenseitige Abhängigkeit von Größe und Tragfähigkeit ..... 13**
  - 6.1 Der Einfluss des Bauplans ..... 14
  - 6.2 Der Einfluss des Werkstoffs ..... 16
  - 6.3 Modelle ..... 17
  - 6.4 Die Abhängigkeit zwischen Bauform und absoluter Größe ..... 18
  - 6.5 Die Dominanz der Tragfunktion ..... 19
- 7. Effiziente und ineffiziente Baupläne ..... 20**
- 8. Maßstab im Kontext der geschichtlichen Entwicklung von Bauformen ..... 21**
- 9. Der Architekt und der bildende Künstler ..... 22**
  - 9.1 Der Künstler im Umgang mit der Schwerkraft .... 23
  - 9.2 Das provokante Spiel mit der Grenzgröße ..... 25
  - 9.3 Die Bedeutung des Maßstabs für Künstler und Architekten ..... 27
- Anmerkungen ..... 29

**2 Nachhaltigkeit**

- 1. Bauen, Umwelt und Kultur in vorindustrieller Zeit und Jetztzeit ..... 34**
  - 1.1 Der Einbruch des Industriezeitalters ..... 35
  - 1.2 Die Krise..... 36
  - 1.3 Nachhaltige Entwicklung ..... 37
  - 1.4 Der Begriff der Nachhaltigkeit ..... 38

**2. Nachhaltiges Konstruieren ..... 38**  
 2.1 Vom Energiesparen zur Nachhaltigkeit ..... 40

**3. Ökologie ..... 42**  
 3.1 Das Erfassen der Umweltverträglichkeit  
 von Werkstoffen und Konstruktionen ..... 42  
 3.2 Ökobilanz (Life-Cycle Assessment, LCA) ..... 44  
 3.2.1 Indikatoren der Sachbilanz ..... 45  
 3.2.2 Indikatoren der Wirkungsabschätzung ..... 45  
 3.2.3 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen von Produkten (Environmental Product Declarations, EPD)..... 47

**4. Ökonomie ..... 48**  
 4.1 Methodische Schwierigkeiten ..... 48  
 4.2 Lebensdauer ..... 50  
 4.3 Lebenszyklus ..... 51  
 4.4 Lebenszykluskosten..... 52

**5. Soziales und Kulturelles..... 52**  
 5.1 Zugänglichkeit ..... 54  
 5.2 Anpassungsfähigkeit..... 54  
 5.3 Gesundheit und Behaglichkeit ..... 54  
 5.4 Belastungen für benachbarte Bereiche ..... 55  
 5.5 Instandhaltung ..... 55  
 5.6 Sicherheit/Schutz..... 55  
 5.7 Beschaffung von Materialien  
 und Dienstleistungen ..... 56  
 5.8 Einbeziehung der Beteiligten ..... 56  
 5.9 Formalästhetische Qualität ..... 56

Anmerkungen..... 57

**1. Die Bedeutung des Werkstoffs für den Entwurf  
 und die Konstruktion ..... 60**  
 1.1 Einige Begriffsbestimmungen ..... 60  
 1.2 Der Begriff der Materialgerechtigkeit ..... 61  
 1.3 Moderne industrielle Werkstoffe..... 62  
 1.4 Gesellschaftlicher Reichtum und  
 schwindender Effizienzdruck ..... 63  
 1.5 Verbundbau ..... 64  
 1.6 „Werkstoffdesign“ ..... 64

**2. Werkstoff und Nachhaltigkeit ..... 66**

**3. Werkstoffkunde im Dienst der Baukonstruktion. 66**

**4. Werkstoffeigenschaft und Stoffstruktur ..... 67**

**5. Materie ..... 68**  
 5.1 Bindekräfte..... 68  
 5.1.1 Atombindung ..... 69  
 5.1.2 Ionenbindung ..... 69

**3 Werkstoffe**

5.1.3 Metallbindung .....	70
5.1.4 Nebenvalenzbindungen .....	71
5.2 Kristalle .....	71
5.3 Organische Stoffe .....	73
<b>6. Allgemeine baurelevante Gesichtspunkte .....</b>	<b>74</b>
6.1 Grenzflächen .....	74
6.2 Verformungen .....	76
6.2.1 infolge Temperaturänderung.....	76
6.2.2 infolge Krafteinwirkung .....	77
6.2.3 infolge anderer Faktoren .....	80
6.3 Bruch.....	81
6.4 Zersetzungsprozesse .....	81
6.5 Brandeinwirkung .....	83
<b>7. Mineralische Werkstoffe .....</b>	<b>84</b>
7.1 Natürliches Gestein.....	85
7.2 Künstliches Gestein .....	86
7.2.1 Technisches Grundprinzip.....	86
7.2.2 Künstliches Gestein aus Wasserbindung ...	88
7.2.3 Künstliches keramisches Gestein .....	90
7.2.4 Künstliches Gestein aus nicht-hydraulischen Bindemitteln.....	91
7.2.5 Künstliches Gestein aus hydraulischen Bindemitteln.....	92
7.3 Verformungsverhalten .....	94
7.4 Bauprodukte.....	95
7.5 Entwurfsrelevante Eigenschaften.....	97
<b>8. Metallische Werkstoffe .....</b>	<b>100</b>
8.1 Technisches Grundprinzip.....	100
8.2 Verformungsverhalten .....	102
8.3 Bauprodukte.....	103
8.4 Entwurfsrelevante Eigenschaften .....	108
<b>9. Organische Werkstoffe.....</b>	<b>110</b>
9.1 Holz .....	111
9.1.1 Stoffgefüge .....	112
9.1.2 Technisches Grundprinzip.....	114
9.1.3 Verformungsverhalten .....	115
9.1.4 Bauprodukte.....	117
9.1.5 Entwurfsrelevante Eigenschaften.....	123
<b>10. Verbundwerkstoffe.....</b>	<b>124</b>
10.1 Stahlbeton .....	125
10.1.1 Technisches Grundprinzip .....	125
10.1.2 Verformungsverhalten.....	126
10.1.3 Brandverhalten .....	128
10.1.4 Dauerhaftigkeit .....	128
10.1.5 Entwurfsrelevante Eigenschaften .....	128

<b>11. Die baueigneten Hauptwerkstoffgruppen in vergleichender Betrachtung.....</b>	<b>129</b>		
11.1 Funktionserfüllung gegenüber ökologischem Fußabdruck.....	130		
11.2 Wärmeleitfähigkeit.....	131		
11.3 Tragfähigkeit.....	134		
11.3.1 Festigkeit.....	134		
11.3.2 Steifigkeit, lastabhängiges Verformungsverhalten .....	136		
11.3.3 Verhältnis zwischen Festigkeit und Rohdichte.....	138		
11.4 Ökobilanz.....	139		
Anmerkungen.....	143		
<b>1. Funktionen .....</b>	<b>150</b>	<b>4</b>	<b>Funktionen</b>
1.1 Die Hauptfunktionen.....	151		
1.2 Die baulichen Teilfunktionen.....	153		
<b>2. Zuweisung von Teilfunktionen an Bauteile oder Schichten .....</b>	<b>154</b>		
<b>3. Lösungsprinzipien zur Erfüllung der baulichen Teilfunktionen.....</b>	<b>156</b>		
Anmerkungen.....	157		
<b>1. Form als bestimmender Entwurfsparameter.....</b>	<b>160</b>	<b>5</b>	<b>Form</b>
<b>2. Form und Funktion.....</b>	<b>161</b>		
2.1 Form und Kraft.....	161		
2.1.1 Kraftumlenkung .....	161		
2.1.2 Vergleichende Betrachtung von Axial- und Biegebeanspruchung .....	164		
2.1.3 Die biegefreie Gleichgewichtsform .....	165		
2.1.4 Praxisbezogene Einschränkungen .....	168		
2.2 Entwerfen mit Gleichgewichts- und Nichtgleichgewichtsformen .....	170		
2.3 Gewohnheiten beim Entwerfen.....	173		
<b>3. Die Dominanz des Quaders.....</b>	<b>174</b>		
<b>4. Eigenschaften des Quaders .....</b>	<b>175</b>		
4.1 Auswirkungen der äußeren Last.....	175		
4.2 Auswirkungen der inneren Beanspruchung.....	177		
4.3 Auswirkungen des Regenschutzes .....	179		
4.4 Die Überdeckung .....	180		
4.5 Feldproportionen.....	182		
4.6 Die Addition von Raumzellen .....	183		
4.7 Modularität.....	184		
4.8 Herstellung.....	185		
4.9 Ökonomische Zwänge .....	186		

<b>5. Die ebene Überdeckung .....</b>	<b>186</b>
5.1 Statische Verhältnisse .....	187
5.2 Konstruktive Ausführungsarten .....	188
5.3 Die vertikale Stapelung .....	189
5.4 Der Topos des klassischen Architravbaus .....	190
<b>6. Übergang zur gewölbten Überdeckung.....</b>	<b>191</b>
<b>7. Die gewölbte Überdeckung .....</b>	<b>192</b>
7.1 Der Bautyp der Basilika.....	193
7.1.1 Aufnahme der Gewölbeschübe durch innere Zugbänder .....	193
7.1.2 Stützung durch ein äußeres Strebewerk ..	194
7.1.3 Stützung durch Mauerscheiben.....	195
7.1.4 Die mittelalterliche Basilika .....	196
7.1.5 Die Entwicklung zu immer größeren Höhen.....	197
7.1.6 Die Einführung des Strebebogens.....	201
7.1.7 Die Einführung des doppelten Strebebogens.....	202
7.1.8 Das konzeptionelle Gesamtsystem der überwölbten Basilika .....	203
7.2 Die Kehrtwende in der Neuzeit.....	203
7.3 Die Vollendung des basilikalischen Bautyps durch Gaudí.....	206
7.4 Der Durchbruch zur reinen Gleichgewichtsform in der Moderne.....	207
<b>8. Der konstruktive Ursprung überlieferter Bauformen.....</b>	<b>208</b>
<b>9. Die neue Formenfreiheit – ein Appell.....</b>	<b>209</b>
9.1 Planerische und technische Neuerungen .....	210
9.2 Die Folgen – die Verbreitung nicht-orthogonaler Bauformen.....	211
9.3 Die Entwurfsdisziplin bei nicht-elementaren Bauformen .....	212
9.4 Digital gestützte Entwurfsmethoden.....	213
9.5 Was sollen wir tun?.....	214
9.6 Gesellschaftlich-kulturelle Signifikanz.....	214
9.7 Der aktuelle Zustand.....	216
9.8 Der Begriff der intelligenten Sparsamkeit.....	217
Anmerkungen .....	220
<b>6 Flächen</b>	
<b>1. Das Gebäude als ein Gefüge von Flächen.....</b>	<b>230</b>
<b>2. Die Schaffung von flächigen Schichten oder Schalen .....</b>	<b>231</b>
<b>3. Die funktionale Kontinuität der Schichtflächen</b>	<b>232</b>

#### **4. Maßnahmen zur Vermeidung oder Vereinfachung von Fugen .....233**

#### **5. Die Schaffung kontinuierlicher Schichtflächen .234**

#### **6. Die Parkettierung der Fläche .....236**

#### **7. Besonderheiten gekrümmter Schichtflächen ....238**

7.1 Ausgangselemente: Bänder, Stäbe, Platten, Bausteine..... 238

7.2 Krümmung ..... 241

7.3 Abwickelbare und nicht abwickelbare Oberflächen ..... 242

7.4 Die Kuppel.....244

7.5 Geometrisch nicht-elementare Oberflächen .....244

#### **8. Neue Möglichkeiten.....247**

8.1 Digitale Werkzeuge..... 248

8.2 Industrielle Serie und Individualität..... 249

8.3 Digitale Planungsmethoden..... 249

8.4 Digitale Fertigungsmethoden ..... 250

Anmerkungen ..... 251

#### **1. Aufbau von Hüllbauteilen .....254**

#### **7 Aufbau**

#### **2. Grundvarianten von Aufbauten .....256**

2.1 Einschalige Bauteile ..... 256

2.1.1 Scheibencharakteristik..... 258

2.1.2 Ausführungsarten ..... 259

2.2 Einschalige Bauteile mit zusätzlichem Aufbau...260

2.2.1 Äußere Lage des Zusatzaufbaus .....260

2.2.2 Funktionale Zielkonflikte ..... 261

2.2.3 Ausführungsvarianten ..... 263

2.2.4 Schallschutz, Brandschutz ..... 267

2.3 Zweischalige Bauteile ..... 267

2.3.1 Inhärente konstruktive Dilemmata..... 268

2.3.2 Verschiedene räumliche Lagen..... 271

2.4 Mehrschichtverbundsysteme ..... 271

2.4.1 Funktionsprinzip ..... 272

2.4.2 Schallschutz, Feuchteschutz..... 274

2.5 Rippensysteme ..... 274

2.5.1 Funktionsprinzip ..... 274

2.5.2 Hierarchisierung der Tragelemente..... 276

2.5.3 Konstruktive Ausführung ..... 277

2.5.4 Mehrere gestufte Rippenlagen..... 279

2.5.5 Symbiose zwischen Rippe und Schale..... 280

2.5.6 Verschiedene Einbaulagen..... 280

2.5.7 Schallschutz, Brandschutz ..... 280

2.6 Membransysteme..... 281

Anmerkungen ..... 284

**8 Bauweisen**

- 1. Grundsätzliches .....288**
- 2. Wand- und Skelettbauweisen .....288**
  - 2.1 Definition von Wandbauweisen .....288
  - 2.2 Definition von Skelettbauweisen .....290
  - 2.3 Bauweise und Werkstoff .....290
- 3. Merkmale von Wandbauweisen.....292**
  - 3.1 Stabilisierung durch Wandpfeiler .....294
  - 3.2 Stabilisierung durch Querscheiben .....295
  - 3.3 Lastverteilung .....298
  - 3.4 Wandöffnungen .....299
  - 3.5 Die Rolle der Decken .....305
    - 3.5.1 Versteifung durch Balkendecken .....306
    - 3.5.2 Versteifung durch Deckenscheiben .....307
    - 3.5.3 Versteifung durch Ringbalken .....308
- 4. Wandbauweisen in verschiedenen Werkstoffen308**
  - 4.1 Wandbauweisen in Mauerwerk.....309
  - 4.2 Wandbauweisen in Holz .....311
    - 4.2.1 Palisadenbau .....311
    - 4.2.2 Bohlenständerbau .....312
    - 4.2.3 Blockbau .....315
    - 4.2.4 Moderne Wandbauweisen in Holz.....316
    - 4.2.5 Fachwerkbau.....318
    - 4.2.6 Holzrahmenbau .....322
  - 4.3 Wandbauweisen in Stahlbeton .....329
    - 4.3.1 Lastverteilung .....329
    - 4.3.2 Massivdecken .....330
    - 4.3.3 Gestaltungsregeln.....331
    - 4.3.4 Wandartige Träger .....331
    - 4.3.5 Ausführungsarten .....332
- 5. Skelettbauweisen.....336**
  - 5.1 Auswirkungen auf den Lastabtrag.....338
    - 5.1.1 Die statische Logik der Stütze .....339
    - 5.1.2 Skelettbau als Leichtbau.....342
    - 5.1.3 Bauweise und Material .....342
  - 5.2 Die horizontale Versteifung .....342
    - 5.2.1 Horizontale Halterung von lotrechten Tragelementen .....343
    - 5.2.2 Die Übertragung von Horizontallasten in der Deckenebene.....345
    - 5.2.3 Ausbildung der Festpunkte .....353
    - 5.2.4 Anordnung der Festpunkte in der horizontalen Ebene .....360
    - 5.2.5 Anordnung der Festpunkte in der vertikalen Ebene .....365
- 6. Skelettbauweisen in verschiedenen Werkstoffen .....368**
  - 6.1 Skelettbauweisen in Holz.....369
    - 6.1.1 Durchlaufende Stütze .....370

6.1.2	Gestoßene Stütze .....	371		
6.1.3	Moderne Holzskelettbauweisen .....	376		
6.2	Skelettbauweisen in Stahl.....	383		
6.2.1	Erste Eisenskelettbauten .....	383		
6.2.2	Erste Hochhäuser .....	390		
6.2.3	Die Entwicklung moderner Stähle .....	392		
6.2.4	Moderner Stahlskelettbau .....	393		
6.3	Skelettbauweisen in Beton .....	405		
6.3.1	Erste Stahlbetonbauten .....	405		
6.3.2	Monolithische Verschmelzung von Traggliedern.....	407		
6.3.3	Zweiachsig spannende, allseitig gelagerte Platte.....	408		
6.3.4	Die punktgestützte Flachdecke .....	410		
6.3.5	Fertigteilbau .....	414		
	Anmerkungen .....	418		
<b>1.</b>	<b>Verbinden.....</b>	<b>430</b>	<b>9</b>	<b>Verbinden</b>
<b>2.</b>	<b>Das Bauprinzip.....</b>	<b>433</b>		
<b>3.</b>	<b>Die Kraftübertragung im Raum.....</b>	<b>438</b>		
<b>4.</b>	<b>Das Prinzip der Kraftübertragung.....</b>	<b>440</b>		
4.1	Formschluss.....	440		
4.2	Stoffschluss .....	442		
4.3	Kraftschluss .....	443		
<b>5.</b>	<b>Technologie der Verbindungen .....</b>	<b>446</b>		
5.1	Zusammensetzen .....	447		
5.2	Füllen.....	450		
5.3	An- und Einpressen .....	451		
5.3.1	Schrauben.....	451		
5.3.2	Nageln.....	459		
5.4	Fügen durch Urformen.....	460		
5.5	Fügen durch Umformen.....	462		
5.6	Stoffvereinigen.....	463		
<b>6.</b>	<b>Geometrie der Verbindung .....</b>	<b>469</b>		
6.1	Geometrie und Kraftleitung .....	470		
6.2	Geometrie und Thermohygrik.....	473		
<b>7.</b>	<b>Mechanik der Kraftleitung .....</b>	<b>475</b>		
7.1	Übertragung von Druck.....	475		
7.2	Übertragung von Zug .....	485		
7.3	Übertragung von Querkraft.....	499		
7.4	Übertragung von Biegung.....	505		
<b>8.</b>	<b>Toleranzen.....</b>	<b>518</b>		
	Anmerkungen .....	521		

**10 Konstruieren**

<b>1. Der Begriff und der Vorgang des Konstruierens im Kontext der Gesamtplanung .....</b>	<b>524</b>
<b>2. Ordnung und Gliederung von Baustrukturen ....</b>	<b>528</b>
2.1 Additive Zusammensetzung von Baustrukturen.....	529
2.2 Modulordnungen.....	530
<b>3. Wirk- und Lösungsprinzipien zur Erfüllung der baulichen Teilfunktionen .....</b>	<b>533</b>
3.1 Stetigkeit des Wirkprinzips .....	533
3.2 Stufigkeit des Wirkprinzips .....	534
3.3 Die Teilfunktionen in der Fläche.....	535
3.3.1 Feuchteschutz.....	535
3.3.2 Schutz vor Wind, Luftdichtheit .....	553
3.3.3 Wärmeschutz.....	553
3.3.4 Schallschutz .....	566
3.3.5 Brandschutz .....	573
3.3.6 Dauerhaftigkeit.....	577
3.3.7 Kraftleiten, Tragen.....	584
3.4 Die Teilfunktionen in der Fuge .....	590
3.4.1 Erschwernisse im Fugenbereich.....	591
3.4.2 Planerische Vermeidung von Fugen .....	593
3.4.3 Dichtprinzipien in der Fuge .....	593
3.4.4 Fugengeometrie.....	599
Anmerkungen .....	607
<b>Register .....</b>	<b>618</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>640</b>
<b>Bildnachweis .....</b>	<b>644</b>

**Anhang**