

# HOCHBAU FÜR INGENIEURE

Eine Einführung

Hugo Bachmann  
Professor für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich

*ULB Darmstadt*



16132527

**vdf**



vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

B. G. Teubner Stuttgart

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>Inhaltsübersicht</b>	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>13</b>
1.1 Zum Hochbau und seiner Bedeutung	13
1.2 Problemstellung, Zielsetzung, Abgrenzung	15
<b>2 Grundlagen aus der Bauphysik</b>	<b>19</b>
2.1 Wärmeschutz	20
2.1.1 Transport von Wärmeenergie	20
a) Wärmeleitung	20
b) Wärmeströmung (Konvektion)	22
c) Wärmestrahlung	23
2.1.2 Wärmedurchgang bei Bauteilen	23
a) Wärmedurchgang bei Wänden und Decken	23
b) Wärmedurchgang bei Fenstern	25
c) Belüftete Bauteile	26
d) Anforderungen an <i>k</i> -Werte von Bauteilen	27
2.1.3 Wärmebrücken	28
2.1.4 Wärmeverluste ins Erdreich	29
2.1.5 Wärmedurchgang durch Gebäudehülle	30
2.2 Feuchtigkeitsschutz	32
2.2.1 Wasser und Wasserdampf	32
2.2.2 Kondensation und Schimmelpilzgefahr an Oberflächen	34
2.2.3 Kondensation im Bauteilinnern, Dampfsperre	36
a) Vorgehen bei einfacher Prüfung auf Kondensation im Bauteilinnern	37
b) Massnahmen	37
2.3 Schallschutz	40
2.3.1 Schall und Schallübertragung	40
2.3.2 Luftschalldämmung	43
2.3.3 Trittschalldämmung	48
2.3.4 Dämmung von haustechnischen Geräuschen	51
2.4 Brandschutz	54
2.4.1 Brandfolgen und Schutzziele	54
2.4.2 Organisation des Brandschutzes in der Schweiz	55

2.4.3	Baustoffe, Bauteile und Tragwerke	56
a)	Klassierung von Baustoffen	56
b)	Klassierung von Bauteilen	57
c)	Tragwerke	58
2.4.4	Planerische Massnahmen	60
2.5	Beiblätter zum 2. Kapitel	62
<b>3</b>	<b>Gebäudehülle und Ausbau</b>	<b>89</b>
3.1	Aussenwände	90
3.1.1	Mauerwerkswände	91
a)	Materialien	91
b)	Homogene Mauerwerkswände	93
c)	Zweischalen-Mauerwerkswände	93
d)	Mauerwerkswände mit verputzter Aussendämmung	94
e)	Mauerwerkswände mit Aussendämmung und hinterlüfteter Verkleidung	95
3.1.2	Betonwände	96
a)	Betonwände mit Innendämmung	96
b)	Betonwände in Sandwichkonstruktion	97
3.1.3	Leichte Metallfassaden	97
3.1.4	Kollektorfassaden	99
3.2	Innenwände	100
3.2.1	Mauerwerkswände	101
a)	Nichttragende Mauerwerkswände	101
b)	Tragende Mauerwerkswände	102
c)	Schalldämmwände aus Mauerwerk	103
3.2.2	Betonwände	105
3.2.3	Gipswände	106
a)	Gips	106
b)	Wände aus Vollgipsplatten	107
c)	Wände aus Gipskartonplatten	107
3.3	Dächer	108
3.3.1	Steildächer	108
a)	Wärme gedämmte Steildächer	110
b)	Nicht wärme gedämmte Steildächer	113
3.3.2	Flachdächer	114
a)	Warmdächer	115
b)	Durchlüftete Kaltdächer	116
c)	Umkehrdächer	116
d)	Verbunddächer	116
e)	Flachdächer ohne Schutz- und Nutzsicht	116
3.4	Fenster	117
3.4.1	Glas und Verglasungen	117
a)	Baustoff Glas	117
b)	Isolierverglasung	118
c)	Wärmeschutzverglasung	118
d)	Sonnenschutzverglasung	118
e)	Schallschutzverglasung, Sicherheitsverglasung, Brandschutzverglasung	119

3.4.2	Fensterkonstruktionen	119
a)	Holzfenster	120
b)	Metallfenster	121
c)	Kunststofffenster	121
3.4.3	Fenstereinbau	121
3.5	Ausbau der Geschossdecken	122
3.5.1	Schwimmende Unterlagsböden	122
3.5.2	Doppelböden	123
3.5.3	Unterdecken	124
3.6	Sockelbereich	126
3.6.1	Untergeschosse im Sicker- und Hangwasser	127
a)	Drainagen	127
b)	Abdichtungen	127
c)	Wärmedämmungen	128
3.6.2	Untergeschosse im Grundwasser	129
3.7	Treppen	130
3.7.1	Podesttreppen in Treppenhäusern	131
3.7.2	Interne Treppen	131
3.8	Haustechnische Anlagen	132
3.9	Beiblätter zum 3. Kapitel	136
<b>4</b>	<b>Tragendes Mauerwerk</b>	<b>181</b>
4.1	Allgemeines	182
4.1.1	Einleitung	182
4.1.2	Beanspruchungen und Widerstände	186
4.1.3	Nachweiskonzepte	187
a)	Nachweis der Tragsicherheit	187
b)	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	188
4.2	Materialeigenschaften	189
4.2.1	Zusammenwirken von Mauersteinen und Mörtel	189
a)	Phänomenologische Betrachtung	189
b)	Modellhafte Betrachtung	189
4.2.2	Mauersteine	190
a)	Steinarten	190
b)	Anforderungen an die Steine	192
4.2.3	Mauermörtel	192
a)	Mörtelarten	192
b)	Anforderungen an den Mörtel	193
4.2.4	Mauerwerk	193
a)	Festigkeitseigenschaften	193
b)	Verformungseigenschaften	197
c)	Mauerwerksarten	199
d)	Anforderungen an das Mauerwerk	200
e)	Charakteristische Werte und Bemessungswerte von Mauerwerk	200
f)	Rechnerische Rissbreite und Verformungen von Mauerwerk	201

4.3	Normalkraftbeanspruchung zentrisch und exzentrisch	202
4.3.1	Experimentelle Untersuchungen	203
	a) Versuchsanlage	203
	b) Versuchsergebnisse	205
4.3.2	Grundlagen für die Bemessung	208
	a) Verhalten des Querschnittes	208
	b) Abgrenzung der Versagensarten	211
	c) Zentrisch beanspruchte Mauerwerkswände	214
	d) Exzentrisch beanspruchte Mauerwerkswände	215
	e) Rissbreite im Gelenk	219
	f) Laufmeterlast von Mauerwerkswänden	221
4.3.3	Einfache Nachweise nach SIA V 177	222
	a) Nachweis der Tragsicherheit	223
	b) Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	224
4.3.4	Beispiele	225
	a) Beispiel 1: Aussenwand eines einstöckigen Gebäudes	225
	b) Beispiel 2: Aussenwand mit Lagerstreifen eines einstöckigen Gebäudes	229
	c) Beispiel 3: Laufmeterlast von Wandquerschnitten eines Wohnhauses	231
	d) Beispiel 4: Aussenwand eines mehrstöckigen Wohngebäudes	236
4.4	Schubbeanspruchung mit zentrischer Normalkraft	243
4.4.1	Experimentelle Untersuchungen	244
	a) Versuche an Mauerwerkswänden	244
	b) Versuche über die zweiachsige Festigkeit von Mauerwerk	245
4.4.2	Grundlagen für die Bemessung	248
	a) Spannungsfelder in Wänden	248
	b) Einachsige Druckfestigkeit	249
	c) Rissbreiten	250
4.4.3	Nachweise nach SIA V 177	251
	a) Nachweis der Tragsicherheit	251
	b) Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	251
4.4.4	Beispiel	252
4.5	Schubbeanspruchung mit exzentrischer Normalkraft	265
4.5.1	Grundlagen für die Bemessung	265
4.5.2	Nachweise nach SIA V 177	266
	a) Nachweis der Tragsicherheit	266
	b) Nachweis der Gebrauchstauglichkeit	266
4.6	Querbelastung	267
4.6.1	Grundlagen für die Bemessung	267
	a) Druckbogen	267
	b) Plattenwirkung	267
4.6.2	Nachweise nach SIA V 177	269
	a) Nachweis der Tragsicherheit	269
4.7	Beiblätter zum 4. Kapitel	270

---

<b>5</b>	<b>Tragwerke von Skelettbauten</b>	<b>275</b>
5.1	Allgemeines	276
5.1.1	Merkmale des Skelettbaus	276
	a) Definitionen	276
	b) Vor- und Nachteile des Skelettbaus	277
	c) Abgrenzung zu Wandbauten	278
5.1.2	Entwurfsgrundsätze	278
	a) Statische Grundsätze	279
	b) Konstruktive Grundsätze	279
	c) Wirtschaftliche Grundsätze	280
5.1.3	Einwirkungen	281
	a) Zielsetzung Tragsicherheit	281
	b) Zielsetzung Gebrauchstauglichkeit	281
	c) Charakterisierung der Einwirkungen	282
5.2	Abtragung von Lasten und Kräften	291
5.2.1	Abtragung vertikaler Lasten	291
	a) Die stehende Konstruktion	292
	b) Die abfangende Konstruktion	293
5.2.2	Abtragung horizontaler Kräfte	294
5.2.3	Modellbildung	295
	a) Steifigkeit der Tragelemente	295
	b) Steifigkeit von Verbindungen	296
	c) Gebäudemassen	297
5.3	Tragwandsysteme	298
5.3.1	Definition, Beschrieb	298
5.3.2	Entwurf von Tragwandsystemen	300
	a) Grundrissform der Geschossdecken	300
	b) Anordnung der Tragwände im Grundriss	301
	c) Schwerelaststützen in Tragwandnähe	306
	d) Gestaltung im Aufriss	306
	e) Fundation der Tragwände	308
5.3.3	Verteilung der Stockwerkquerkraft auf verschiedene Tragwände	309
	a) Statisch bestimmte Tragwandsysteme	309
	b) Statisch unbestimmte Tragwandsysteme	309
5.3.4	Ermittlung der Biegemomente in den einzelnen Tragwänden	314
5.3.5	Zusammenwirkende und gekoppelte Tragwände	315
	a) Definitionen	315
	b) Zusammenwirkende Tragwände	315
	c) Gekoppelte Tragwände	317
5.4	Rahmensysteme	320
5.4.1	Definition, Beschrieb	320
5.4.2	Entwurf von Rahmensystemen	321
	a) Sind die Verformungen "verkraftbar"?	321
	b) Anordnung der Rahmen im Grundriss	321
	c) Querschnitts-Abmessungen von Riegeln und Stützen	321
	d) Detailausbildung der Knoten	323

5.4.3	Schnittkräfte in mehrgeschossigen Rahmen	323
	a) Globale Gleichgewichtsbetrachtung	323
	b) Einfacher Sonderfall	324
5.4.4	Verformungen in mehrgeschossigen Rahmen	326
	a) Verformungen aus Biegemomenten	326
	b) Verformungen aus Querkraften	327
	c) Verformungen aus Normalkraften	327
	d) Praktische Berechnung	328
5.5	Gemischte Systeme	329
5.5.1	Tragwand-Rahmen-Systeme	329
5.5.2	Tragwandsysteme mit steifem Einzelgeschoss	331
5.6	Konstruktionselemente	332
5.6.1	Geschossdecken	332
	a) Ortsbetondecken	333
	b) Blechverbunddecken	334
	c) Vorfabrizierte Betondecken	335
	d) Hourdisdecken	337
5.6.2	Deckenträger und Unterzüge	338
5.6.3	Stützen	342
5.6.4	Knoten	345
5.7	Gebäudetrennfugen	350
5.7.1	Zwecke und Problematik	350
	a) Zwecke	350
	b) Problematik	350
	c) Folgerungen	352
5.7.2	Einwirkungen auf Gebäudetrennfugen	352
	a) Fugenbewegungen	353
	b) Kräfte aus Fugenverdornung	353
	c) Mechanische Einwirkungen	353
	d) Wasser	354
5.7.3	Entwurf und Bemessung von Gebäudetrennfugen	354
	a) Grundsatz	354
	b) Fugenanordnung, Fugenabstände	354
	c) Fugenverlauf	355
	d) Fugenbreiten	355
	e) Fugenverdornung	356
5.7.4	Konstruktive Durchbildung von Gebäudetrennfugen	356
5.8	Gebäudehülle durchdringende Tragelemente	358
5.8.1	Problemstellung und Anforderungen	358
	a) Problemstellung	358
	b) Anforderungen	358
5.8.2	Balkonanschlüsse	359
	a) Frühere Ausführung	359
	b) Heutige Anschlussysteme	360
	c) Wärmetechnische Beurteilung	360
	d) Korrosionssicherheit	361
	e) Verformbarkeit der Anschlüsse	363

---

5.8.3	Verankerung schwerer Fassadenbekleidungen	364
	a) Ankerarten	364
	b) Wärmetechnische Beurteilung	364
	c) Korrosionssicherheit	365
	d) Verformbarkeit, Bauleranzen	365
5.9	Foundationen	368
5.9.1	Örtliche Abklärungen	368
	a) Baugrundbeschaffenheit	368
	b) Grund- und Hangwasserverhältnisse	368
	c) Nachbarbauten	369
5.9.2	Anforderungen an die Foundation	369
	a) Foundation der Schwerelasten	369
	b) Foundation der horizontalen Kräfte	373
	c) Spezielle Anforderungen an erdbebenbeanspruchte Fundamente	375
5.9.3	Einzel- und Streifenfundamente	375
	a) Innenfundamente	375
	b) Aussenfundamente	376
5.9.4	Plattenfundamente	378
5.9.5	Kastenfundamente	379
5.9.6	Pfahlfoundationen	380
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>381</b>
	<b>DIN-Normen</b>	<b>385</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>391</b>