

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	1
	Literatur . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Holzbau – Eine Geschichte innovativer Bautechnik</b> . . . . .	5
	Literatur . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Historische Konstruktionen und Verbindungen</b> . . . . .	23
3.1	Holzverbindungen . . . . .	23
3.2	Typologie der Konstruktionen und Bauweisen . . . . .	25
3.2.1	Dachtragwerke . . . . .	25
3.2.1.1	Typische Dachkonstruktionen/Konstruktionsprinzipien . . . . .	29
3.2.1.2	Abstützung der Sparren/Stuhlbildung beim Sparrendach . . . . .	35
3.2.1.3	Abstützung der Sparren/Stuhlbildung beim Pfettendach . . . . .	39
3.2.1.4	Auflager der Dachkonstruktion, Quer- und Längsstabilisierung, Verankerungen . . . . .	41
3.2.1.5	Holzsparende Konstruktionsprinzipien . . . . .	41
3.2.2	Deckenkonstruktionen . . . . .	48
3.2.2.1	Konstruktionstypen . . . . .	48
3.2.2.2	Auflager der Holzbalken sowie Verankerung mit dem Fach- oder Mauerwerk . . . . .	57
3.2.2.3	Einfluss der Massivdecken auf die Entwicklung der Holzbalkendecken . . . . .	60
3.2.2.4	Grundlagen für die Berechnung und Konstruktion . . . . .	61
3.2.3	Holzgebäude . . . . .	64
3.2.3.1	Fachwerkbau . . . . .	64
3.2.3.1.1	Das niedersächsische Fachwerk/niederdeutsche Fachwerk . . . . .	78
3.2.3.1.2	Das mitteldeutsch-fränkische Fachwerk . . . . .	81
3.2.3.1.3	Das alemannische Fachwerk/oberdeutsche Fachwerk . . . . .	84
3.2.3.2	Blockbau . . . . .	85

3.2.3.3	Umgebäudebau	90
3.2.3.4	Neue Hausbauweisen	94
3.2.3.5	Hallen	100
3.2.3.5.1	Hallenbinder aus Brettschichtholz	108
3.2.3.5.2	Nagelbrettbinder	109
3.2.3.5.3	Fachwerkbinder mit Nagelplatten	109
Literatur		113
<b>4</b>	<b>Schadensanalyse</b>	117
4.1	Einleitung	117
4.2	Methodik	122
4.3	Schadensschwerpunkte	130
4.3.1	Einleitung	130
4.3.2	Schadensschwerpunkte an Gebäuden	130
4.3.2.1	Mauerwerksbauten mit Holzkonstruktionen	132
4.3.2.2	Fachwerkbauten/-gebäude	134
4.3.2.2.1	Fachwerk – Gefügestruktur	139
4.3.2.2.2	Fachwerk – Ausfachung	142
4.3.2.2.3	Fachwerk – Fugenlösungen	144
4.3.2.2.4	Fachwerk – Oberflächenschutz	145
4.3.2.2.5	Baulicher Holzschutz	147
4.3.2.3	Blockhäuser	148
4.3.2.4	Umgebäudebauten	150
4.3.2.5	Neue Hausbauweisen	151
4.3.2.6	Untersuchungen zur Dauerhaftigkeit und zum Erhaltungszustand an bestehenden Bauten	153
4.3.2.7	Hallenbauten (Schadensschwerpunkte)	155
4.3.3	Schadensschwerpunkte an Konstruktionen	157
4.3.3.1	Schadensschwerpunkte an Dachkonstruktionen	157
4.3.3.2	Schadensschwerpunkte an Holzbalkendecken	165
4.3.3.3	Schadensschwerpunkte an Verbindungen	168
4.3.3.3.1	Schadensschwerpunkte an zimmermannsmäßi- gen Verbindungen	171
4.3.3.3.2	Schadensschwerpunkte an Ingenieurholzbau- verbindungen	172
4.3.3.4	Schadensschwerpunkte an Hallenbindern	175
4.4	Holzschädigungen nach Schadensarten	178
4.4.1	Einleitung	178
4.4.2	Feuchteeinwirkung und biologische Schädigung des Holzes	181
4.4.2.1	Holzerstörende Pilze	182
4.4.2.2	Holzerstörende Insekten	188
4.4.3	Mechanische Schädigung des Holzes	192

4.4.4	Chemische Schädigung des Holzes	194
4.4.4.1	Schädigung des Holzes	194
4.4.4.2	Korrosion von Stahlverbindungsmitteln	202
4.4.5	Zusammenstellung typischer Holzschädigungen an Holzbauteilen in Gebäuden	204
4.5	Schadenserfassung/-kartierung	204
4.6	Hilfsmittel bei der Schadenserfassung – Diagnostik, Nachweisverfahren	207
4.6.1	Einleitung	207
4.6.2	Untersuchungsverfahren, Einsatzbereiche, wirtschaftliche Gesichtspunkte	208
	Literatur	222

<b>5</b>	<b>Schadensbewertung</b>	<b>231</b>
5.1	Bauen im Bestand – Bauordnungsrechtliche Fragen, Denkmalschutz, Gestaltungssatzungen und Bestandsschutz	234
5.2	Bewertung biologischer Schäden und Holzschutz	244
5.2.1	Einleitung	244
5.2.2	Bewertung biologischer Schäden	246
5.2.2.1	Holzerstörende Pilze	247
5.2.2.2	Holzerstörende Insekten	250
5.2.3	Holzschutz	251
5.3	Bewertung Bauphysik (Wärme, Schall, Brand)	260
5.3.1	Einleitung	260
5.3.2	Wärme- und Feuchteschutz	261
5.3.2.1	Einleitung	261
5.3.2.2	Dachkonstruktionen	268
5.3.2.3	Deckenkonstruktionen	269
5.3.2.4	Gebäude	274
5.3.2.4.1	Mauerwerksbauten mit Holzkonstruktionen	274
5.3.2.4.2	Fachwerkgebäude/-bauten	275
5.3.2.4.3	Blockbauten	278
5.3.2.4.4	Umgebdebauten	278
5.3.2.4.5	Neue Hausbauweisen	281
5.3.3	Brandschutz	284
5.3.3.1	Einleitung	284
5.3.3.2	Dachkonstruktionen	299
5.3.3.3	Deckenkonstruktionen	301
5.3.3.4	Gebäude	301
5.3.3.4.1	Mauerwerksbauten mit Holzkonstruktionen	301
5.3.3.4.2	Treppen/-räume	302
5.3.3.4.3	Fachwerkgebäude	302

	5.3.3.4.4 Blockbauten . . . . .	303
	5.3.3.4.5 Umgebdebauten . . . . .	305
	5.3.3.4.6 Neue Hausbauweisen . . . . .	305
	5.3.3.4.7 Hallenkonstruktionen . . . . .	305
5.3.4	Schallschutz . . . . .	305
	5.3.4.1 Einleitung . . . . .	305
	5.3.4.2 Dachkonstruktionen . . . . .	310
	5.3.4.3 Deckenkonstruktionen . . . . .	312
	5.3.4.4 Gebäude . . . . .	317
	5.3.4.4.1 Mauerwerksbauten mit Holzkonstruktionen . . . . .	317
	5.3.4.4.2 Fachwerkgebäude . . . . .	318
	5.3.4.4.3 Blockbauten . . . . .	320
	5.3.4.4.4 Umgebdebauten . . . . .	322
	5.3.4.4.5 Neue Holzbauweisen . . . . .	322
5.4	Bewertung Standsicherheit/statisch-konstruktive Funktionsfähigkeit . . . . .	322
	5.4.1 Einleitung . . . . .	322
	5.4.2 Die Berechnung historischer Holzkonstruktionen in der Altbausubstanz auf der Grundlage der geltenden bauaufsichtlichen Bestimmungen . . . . .	328
	5.4.3 Holzbauverbindungen . . . . .	334
	5.4.3.1 Zimmermannsmäßige Verbindungen . . . . .	336
	5.4.3.1.1 Holznagelverbindungen . . . . .	336
	5.4.3.1.2 Zapfenverbindungen . . . . .	336
	5.4.3.1.3 Blattverbindungen . . . . .	336
	5.4.3.1.4 Versatzverbindungen . . . . .	344
	5.4.3.2 Bewertung der Trag- und Funktionsfähigkeit von ingenieurmäßigen Verbindungen . . . . .	344
	5.4.4 Dachkonstruktionen . . . . .	345
	5.4.5 Deckenkonstruktionen . . . . .	347
	5.4.6 Gebäude . . . . .	349
	5.4.6.1 Mauerwerksbauten mit Holzkonstruktionen . . . . .	349
	5.4.6.2 Fachwerkgebäude . . . . .	349
	5.4.6.3 Blockbauten . . . . .	349
	5.4.6.4 Umgebdehäuser . . . . .	350
	5.4.6.5 Neue Holzbauweisen . . . . .	350
	5.4.6.6 Hallenkonstruktionen . . . . .	350
	5.4.6.6.1 Rissbildungen bei Brettschichtholzbindern . . . . .	351
	5.4.6.6.2 Fachwerkbinder . . . . .	356
5.5	Bewertung der Nutzungsfähigkeit einer Konstruktion bzw. eines Bauwerkes . . . . .	358
5.6	Bewertung Brandsicherheit (heiße Bemessung) . . . . .	358

5.6.1	Brandschutztechnische Beurteilung von unbelakleierten Holzbauteilen . . . . .	358
5.6.1.1	Vereinfachtes Bemessungsverfahren nach DIN EN 1995-1-2:2010, Abschn. 4.2.2 mit ideellen Restquerschnitten . . . . .	359
5.6.1.2	Genaueres Bemessungsverfahren nach DIN EN 1995-1-2:2010, Abschn. 4.2.3 mit einem verbleibenden Restquerschnitt und mit reduzierten Festigkeiten und Steifigkeiten . . . . .	363
	Literatur . . . . .	366

## **6 Instandsetzung, Sanierung und nutzergerechte Verbesserung/**

	<b>Ertüchtigung . . . . .</b>	<b>373</b>
6.1	Einleitung . . . . .	373
6.2	Dachkonstruktionen (Sanierung, Instandsetzung und Verstärkung) . . . .	375
6.2.1	Sanierungs- und Instandsetzungsstrategien . . . . .	375
6.2.2	Bauphysikalische Sanierung bzw. Instandsetzung (Ertüchtigung) .	377
6.2.2.1	Wärmeschutztechnische Instandsetzung und Wärmedämmung von Dächern . . . . .	377
6.2.2.2	Brandschutztechnische Sanierung und Instandsetzung . .	380
6.2.2.3	Schallschutztechnische Sanierung und Instandsetzung . .	382
6.2.3	Wiederherstellung und Verbesserung der Tragfähigkeit und Standsicherheit von Dachkonstruktionen . . . . .	389
6.2.3.1	Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit .	391
6.2.3.2	Instandsetzungs- und Verstärkungsmethoden . . . . .	392
6.2.3.2.1	Sparrendach . . . . .	393
6.2.3.2.2	Pfettendach . . . . .	410
6.3	Deckenkonstruktionen (Instandsetzung und Verstärkung) . . . . .	419
6.3.1	Sanierungs- und Instandsetzungsstrategien . . . . .	419
6.3.2	Bauphysikalische Sanierung bzw. Instandsetzung (Ertüchtigung) .	421
6.3.2.1	Einleitung . . . . .	421
6.3.2.2	Wärme- und feuchteschutztechnische Sanierung und Instandsetzung . . . . .	421
6.3.2.3	Brandschutztechnische Sanierung und Instandsetzung . .	422
6.3.2.4	Schallschutztechnische Sanierung und Instandsetzung . .	426
6.3.2.5	Wiederherstellung und Verbesserung der statisch-konstruktiven Funktionsfähigkeit . . . . .	435
6.3.2.5.1	Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit . . . . .	435
6.3.2.5.2	Tragfähigkeitsverbesserung durch Entlastungen . . . . .	438

6.3.2.6	Spezielle Instandsetzungs- und Verstärkungsmethoden . . .	438
6.3.2.6.1	Balkenkopfinstandsetzung . . . . .	440
6.3.2.6.2	Verstärkungen . . . . .	451
6.4	Sanierungs- und Instandsetzungsstrategie für Fachwerkgebäude . . . . .	491
6.4.1	Einleitung . . . . .	491
6.4.2	Bauphysikalische Sanierung bzw. Instandsetzung von Fachwerkgebäuden . . . . .	492
6.4.2.1	Wärme- und feuchteschutztechnische Sanierung und Instandsetzung von Fachwerkgebäuden . . . . .	492
6.4.2.2	Brandschutztechnische Sanierung und Instandsetzung von Fachwerkwänden . . . . .	505
6.4.2.3	Schallschutztechnische Sanierung und Instandsetzung von Fachwerkwänden . . . . .	508
6.4.3	Wiederherstellung und Verbesserung der Tragfähigkeit und Standsicherheit von Fachwerkkonstruktionen . . . . .	508
6.4.3.1	Fachwerk-/Gefügestruktur – Sanierung und Instandsetzung des Holzgerüsts . . . . .	509
6.4.3.2	Fußschwelle . . . . .	509
6.4.3.3	Ständerfußerneuerung . . . . .	509
6.4.3.4	Holzverbindungen/Holznägel . . . . .	514
6.4.3.5	Ausrichtung . . . . .	514
6.4.3.6	Wiederverwendung von Altholz . . . . .	514
6.5	Sanierungs- und Instandsetzungsstrategie für Blockbauten . . . . .	515
6.5.1	Einleitung . . . . .	515
6.5.2	Bauphysikalische Sanierung und Instandsetzung von Blockwänden . . . . .	516
6.5.2.1	Wärme- und feuchteschutztechnische Sanierung . . . . .	516
6.5.2.2	Brandschutztechnische Sanierung und Instandsetzung . . . . .	516
6.5.2.3	Wiederherstellung und Verbesserung der Tragfähigkeit und Standsicherheit von Blockbauten . . . . .	516
6.6	Sanierungs- und Instandsetzungsstrategien für Umgebinderhäuser . . . . .	517
6.7	Sanierungs- und Instandsetzungsstrategien für hölzerne Hallenkonstruktionen . . . . .	517
	Literatur . . . . .	521

<b>7</b>	<b>Verbindungen, Dach- und Deckenkonstruktionen, Fachwerk- und Umgebdebauten, typische Schadbilder, historische Holzbauvorschriften und Normung der Dübel besonderer Bauart</b> . . . . .	525
7.1	Holzverbindungen . . . . .	525
7.1.1	Holzverbindungen zur Verlängerung von Hölzern . . . . .	525
7.1.2	Holzverbindungen von unter einem Winkel zusammenstoßenden Hölzern . . . . .	529
7.1.2.1	A: Querverbindungen . . . . .	529
7.1.2.2	B: Eckverbindungen . . . . .	536
7.1.2.3	C: Schrägverbindungen . . . . .	539
7.1.3	Holzverbindungen zur Verstärkung von Bauteilen . . . . .	541
7.2	Dachkonstruktionen . . . . .	542
7.3	Deckenkonstruktionen . . . . .	559
7.4	Typische Fachwerk-Umgebdebauten . . . . .	587
7.4.1	Konstruktionsprinzip des Niedersächsischen Fachwerks (ländlich) . . . . .	588
7.4.2	Konstruktionsprinzip des Niedersächsischen Fachwerks (städtisch) . . . . .	590
7.4.3	Konstruktionsprinzip des Mitteldeutsch-fränkischen Fachwerks . . . . .	594
7.4.4	Konstruktionsprinzip des Umgebdes . . . . .	596
7.5	Typische Schadbilder . . . . .	597
7.6	Entwicklung wichtiger Holzbauvorschriften seit 1920 (nach [1]) . . . . .	605
7.7	Entwicklung der Normung der Dübel besonderer Bauart in den Holzbauvorschriften seit 1926 nach [1] . . . . .	608
	Literatur . . . . .	610
	<b>Weiterführende Literatur</b> . . . . .	611
	<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	621