

Gerhard Mehlhorn (Hrsg.)

Handbuch Brücken

**Entwerfen, Konstruieren, Berechnen,
Bauen und Erhalten**

Mit Beiträgen von

Francesco Aigner, Hugo Bachmann, Manfred Curbach, Annette Detzel,
Eva-Maria Eichinger-Vill, Ekkehard Fehling, Ursula Freundt, Gerhard Girmscheid,
Masaaki Hoshino, Thomas Jahn, Manfred Keuser, Johann Kollegger,
Ulrike Kuhlmann, Ulf Lichte, Ingbert Mangerig, Gerhard Mehlhorn,
Christian Menn, Harald Michler, Joachim Naumann, Thomas Petraschek,
Günter Ramberger (†), Peter Ruse (†), Silke Scheerer und Jürgen Stritzke

2., erweiterte und bearbeitete Auflage

Inhaltsverzeichnis

Autorenverzeichnis	XVII	1.6.1	Vorbemerkung	108	
1	Brückenbau auf dem Weg vom Altertum zum modernen Brückenbau	1	1.6.2	Baukultur	110
1.1	Einführung	1	1.6.3	Initiative Baukultur und Stiftung Baukultur ..	111
1.2	Brücken im Altertum	2	1.6.4	Gestaltungsmöglichkeiten für Brücken	112
1.2.1	Brücken in China	2	1.6.5	Planungswettbewerbe im Brückenbau	114
1.2.2	Brücken in Griechenland, in den persischen Großreichen und in Mesopotamien	9	1.6.6	Deutscher Brückenbaupreis	117
1.2.3	Römische Brückenbaukunst	14	1.6.7	Gewinner und Nominierte für den Deutschen Brückenbaupreis 2006 und 2008	120
1.3	Brücken im Mittelalter	23	1.6.8	Beschreibung der für den Brückenbaupreis 2006 und 2008 nominierten Bauwerke	131
1.4	Brücken von der Renaissance bis zur Gegenwart	31	2	Ingenieuraufgaben im Brückenbau	165
1.4.1	Steinbrücken	31	2.0	Vorbemerkung	165
1.4.2	Holzbrücken	37	2.1	Genereller Entwurf	166
1.4.3	Eisen- und Stahlbrücken ..	41	2.1.1	Vorplanung	166
1.4.4	Bogen-, Balken- und Rahmenbrücken aus Beton	74	2.1.2	Entwurfsfindung im offenen oder eingeladenen Realisierungswettbewerb ..	168
1.4.5	Moderne Schrägkabelbrücken	90	2.2	Entwurfsplanung	169
1.5	Aktuelle Entwicklungen, Bemerkungen zur Gestaltung von Brücken und zu besonderen Bedeutungen	96	2.2.1	Vorschriften	169
1.5.1	Aktuelle Entwicklungen ..	96	2.2.2	Randbedingungen	171
1.5.2	Bemerkungen zur Gestaltung von Brücken ..	99	2.2.3	Baubetrieb und Baustelleneinrichtung	173
1.5.3	Brücken mit besonderer Bedeutung	104	2.2.4	Entwurfselemente, Hilfsmittel und statische Vorberechnung	173
1.6	Gestaltung von Brücken, Wettbewerbe, Brückenbaupreise	108	2.2.5	Hinweise zur Bauwerksgründung	174

2.2.6	Hinweise zu den Unterbauten	174	2.12.3	Verstärkung von Brückenbauwerken	191
2.2.7	Hinweise zu Lagerung und Beweglichkeit	175	2.12.4	Austausch oder Verbreiterung von Tragwerksteilen oder von ganzen Tragwerken ..	192
2.2.8	Hinweise zu Brückenentwässerung und Abdichtung	176	2.12.5	Abbruch von Brückenbauwerken	193
2.2.9	Hinweise zu Bau- und Herstellungsverfahren	176	3	Entwurf	195
2.3	Genehmigungsplanung ...	178	3.1	Entwurfsgrundlagen	195
2.4	Ausschreibung	178	3.2	Bauwerkspezifische, verkehrstechnische Vorgaben	196
2.4.1	Ausschreibung mit Mengenermittlung	178	3.3	Ortspezifische Randbedingungen	197
2.4.2	Randbedingungen für Sonderentwürfe	180	3.4	Funktionelle Anforderungen	197
2.4.3	Funktionale Ausschreibung	180	3.4.1	Tragsicherheit	197
2.4.4	Verpflichtung zur Eindeutigkeit	180	3.4.2	Gebrauchstauglichkeit ...	198
2.5	Angebotsbearbeitung	181	3.4.3	Dauerhaftigkeit	201
2.6	Submission	182	3.5	Kulturelle Anforderungen	202
2.7	Vergabe	182	3.5.1	Kosten	202
2.8	Ausführungsplanung	183	3.5.2	Ästhetik	205
2.9	Prüfung	183	3.6	Ziel der Entwurfsarbeit ..	209
2.10	Bauausführung, Bauüberwachung, Abrechnung	184	3.7	Überlegungen beim konzeptionellen Entwurf .	210
2.10.1	Bauausführung	184	3.8	Ausgewählte Brücken	216
2.10.2	Örtliche Bauüberwachung	185	3.8.1	Sunnibergbrücke, Schweiz	216
2.10.3	Bauoberleitung	185	3.8.2	Fußgängerbrücke Kelheim, Deutschland	218
2.10.4	Bauüberwachung bei funktional ausgeschriebenen Brückenbauwerken	187	3.8.3	Osormort Viaduct, Spanien	220
2.10.5	Abrechnung	187	3.8.4	Sacramento river trail pedestrian bridge, USA ..	222
2.10.6	Nachträge	188	3.8.5	Puente de la Barqueta, Spanien	224
2.11	Objektbetreuung und Dokumentation	188	3.8.6	Falkensteinbrücke, Österreich	226
2.12	Ingenieuraufgaben im Brückenbestand	189	3.8.7	Le Pont de Brotonne, Frankreich	228
2.12.1	Überwachen, Bewerten und Beurteilen von Brücken	189	3.8.8	Donaukanalbrücke in Wien, Österreich	230
2.12.2	Instandsetzung und Ertüchtigung von Brücken	190	3.8.9	Mangfallbrücke, Deutschland	232

3.8.10	The Normandie Bridge, Frankreich	234	5.3.3	Rahmenbrücken als Verbund- und Mischkonstruktionen	360
3.8.11	Rheinbrücke Bendorf, Deutschland	236	5.4	Bogen- und Stabbogenbrücken	362
3.8.12	Schrägseilbrücke Dubrovnik, Kroatien	238	5.4.1	Steinbrücken	362
			5.4.2	Betonbogenbrücken	375
			5.4.3	Stahlbrücken	384
4	Querschnittsgestaltung	241	5.4.4	Verbund- und Mischkonstruktionen	396
4.1	Querschnittsgestaltung in Abhängigkeit von System und Funktion	241	5.5	Schräggabelbrücken	410
4.1.1	Allgemeines	241	5.5.1	Konstruktionsgrundsätze .	410
4.1.2	Allgemeine Erläuterungen zu den Hauptquerschnittstypen ..	244	5.5.2	Konstruktionselemente ...	414
4.1.3	Querschnitte für Straßenbrücken	246	5.5.3	Lagerbedingungen	421
4.1.4	Querschnitte für Bahnbrücken	247	5.5.4	Aerodynamisches Verhalten	423
4.1.5	Querschnitte für Fußgänger- und Radwegbrücken	248	5.5.5	Konstruktive Gestaltung der Konstruktions- elemente	424
4.1.6	Sonderquerschnitte	249	5.5.6	Ergänzungen zu Verbund- und Mischkonstruktionen	443
4.2	Querschnittsgestaltung in Abhängigkeit vom verwendeten Werkstoff ...	249	5.6	Hängebrücken	450
4.2.1	Betonbrücken	249	5.7	Spannbandbrücken	456
4.2.2	Stahlbrücken	261	5.7.1	Einleitung	456
4.2.3	Verbundbrücken	271	5.7.2	Tragwirkung	457
4.2.4	Holzbrücken	281	5.7.3	Bauverfahren	459
5	Haupttragwerke der Überbauten	291	5.7.4	Beanspruchungen	460
5.1	Beton-Plattenbrücken	291	5.7.5	Wirtschaftlichkeit	461
5.2	Balkenbrücken	302	5.7.6	Ausblick	461
5.2.1	Beton-Balkenbrücken	302	6	Lagerung	463
5.2.2	Stählerne Balkenbrücken	335	6.1	Überblick	463
5.2.3	Balkenbrücken als Verbundbrücken oder Mischkonstruktionen	340	6.2	Aufgaben und Beurteilung der Lagerung	467
5.3	Rahmenbrücken	350	6.3	Wahl der Lagerung und Anordnung der Lager	470
5.3.1	Rahmenbrücken aus Beton	350	6.4	Ermittlung der Kräfte und Bewegungen	476
5.3.2	Rahmenbrücken aus Stahl	358	6.4.1	Allgemeines	476
			6.4.2	Beispiel zur Ermittlung der Kräfte und Bewegungen und der Nachweisführung für bewehrte Elastomerlager	477
			6.5	Lagerwiderstände	487

6.6	Planungsunterlagen	487	8.1.4	Einwirkungen aus der Bauwerksnutzung	528
6.7	Messungen von Kräften und Bewegungen an Lagern	489	8.1.5	Einwirkungen aus der Bauwerksumgebung	534
6.8	Inspektion und Instandhaltung der Lager und Lagerungen	492	8.1.6	Bauzustände	535
7	Unterbauten	495	8.2	Systeme, Tragverhalten, Schnittgrößen	536
7.1	Überblick	495	8.2.1	Grundlagen	536
7.2	Widerlager	495	8.2.2	Überbauten	540
7.2.1	Definition, Aufgaben und Konstruktionsprinzip	495	8.2.3	Unterbauten	554
7.2.2	Anordnung von Widerlagerwand und Flügeln – Widerlagerarten	497	8.2.4	Gesamtsysteme	559
7.2.3	Konstruktion der Bauteile	500	8.3	Berechnung von Stahlbrücken	560
7.2.4	Entwurf von Widerlagern	504	8.3.1	Grundlagen	560
7.3	Stützen und Pfeiler	507	8.3.2	Ausgewählte Probleme	564
7.3.1	Definition, Aufgaben und Konstruktionsprinzip	507	8.4	Ausgewählte Nachweise bei einer Verbundbrücke	590
7.3.2	Anordnung und Querschnittsgestaltung von Pfeilern	508	8.4.1	Allgemeines	590
7.3.3	Anordnung und Querschnittsgestaltung von Stützen	510	8.4.2	Steifigkeit der Fahrbahnplatte	591
7.3.4	Pfeiler- oder Stützenkopf	511	8.4.3	Verbundtragwirkung	593
7.3.5	Herstellung	513	8.4.4	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	595
7.3.6	Pylone	513	8.4.5	Ermüdungsnachweis	602
7.4	Gründungen	514	8.4.6	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	605
7.4.1	Aufgaben und Überblick	514	8.5	Betonbrücken	606
7.4.2	Flachgründungen	514	8.5.1	Vorspannung von Betonbrücken	606
7.4.3	Pfahlgründungen	517	8.5.2	Schnittgrößen infolge Vorspannung	609
7.4.4	Auswahlkriterien und Entwurf der Gründung	519	8.5.3	Einleitung konzentrierter Kräfte	624
8	Berechnung	521	8.5.4	Vorspannkraftverluste infolge des Kriechens und Schwindens des Betons und der Relaxation des Spannstahls	629
8.1	Einwirkungen auf Brücken	521	8.5.5	Schnittgrößenum- lagerungen bei Systemänderungen und abschnittweisem Bauen	636
8.1.1	Allgemeines	521	8.5.6	Bemessungsgrundlagen	640
8.1.2	Grundlagen	525			
8.1.3	Einwirkungen aus dem Bauwerk	527			

8.5.7	Berechnungsbeispiel, über drei Felder durchlaufende, vorgespannte Plattenbrücke	660	9.3.3	Einfluss des Bauablaufs	948
8.6	Berechnung von Unterbauten	692	9.3.4	Systemabhängige Bauabläufe	954
8.6.1	Einführung	692	10	Brückenausrüstung	959
8.6.2	Berechnung von Widerlagern	692	10.1	Fahrbahnausbildung und Dichtungen	959
8.6.3	Berechnung von Pfeilern und Stützen	710	10.1.1	Fahrbahnen von Straßenbrücken	959
8.6.4	Berechnung von Gründungen	720	10.1.2	Oberbau von Eisenbahnbrücken	962
8.7	Spezielle Probleme	731	10.2	Lager	966
8.7.1	Temperaturbeanspruchung	731	10.2.1	Übersicht	966
8.7.2	Schwingungsprobleme ...	754	10.2.2	Verformungslager	966
8.7.3	Erdbebenbeanspruchung	778	10.2.3	Stahllager	974
9	Herstellung und Ausführungsmethoden	795	10.2.4	Topflager	976
9.1	Betonbrücken	795	10.2.5	Kalottenlager	978
9.1.1	Herstellung auf Lehrgerüst	795	10.2.6	Festhaltekonstruktionen und Führungslager	979
9.1.2	Herstellung auf Vorschubrüstung	813	10.2.7	Sonderlager	980
9.1.3	Freivorbau	825	10.2.8	Einbau und Austausch der Lager	980
9.1.4	Taktschieben	839	10.3	Fahrbahnübergänge	981
9.1.5	Segmentbauweise	849	10.3.1	Allgemeines	981
9.1.6	Schrägelbrücken	878	10.3.2	Fahrbahnübergänge für Straßenbrücken	982
9.2	Stahlbrücken	900	10.3.3	Schienauszugs- vorrichtungen	991
9.2.1	Werkstattfertigung	900	10.4	Schrammborde, Schutzeinrichtungen, Kappen und Geländer ...	992
9.2.2	Montage vorgefertigter Einheiten	904	10.4.1	Kappen von Straßenbrücken	992
9.2.3	Freivorbau	910	10.4.2	Kappen auf Eisenbahnbrücken	993
9.2.4	Längseinschub (Lancierien)	915	10.4.3	Geländer und Leiteinrichtungen	994
9.2.5	Spezielle Verfahren	918	10.5	Brückenentwässerungen	996
9.3	Brücken in Verbund- und Mischbauweise	935	10.6	Beleuchtung	998
9.3.1	Fertigung und Montage Stahlüberbau	935	10.7	Versorgungsleitungen ...	1000
9.3.2	Schalung und Fertigung Betonfahrbahnplatte	938	10.8	Lärmschutzanlagen	1002
			10.8.1	Überblick	1002
			10.8.2	Lärmschutzanlagen auf Brücken	1003

11	Überwachung, Prüfung, Bewertung und Beurteilung von Brücken	1009	11.7.3	Messgrößen und zugehörige Sensoren	....	1063
11.1	Einleitung	1009	11.7.4	Aufzeichnung der Messdaten	.....	1066
11.2	Ursachen für Schäden an Betonbrücken	1009	11.7.5	Aufbereitung und Verarbeitung der Messdaten	.....	1067
11.2.1	Allgemeines	1009	12	Brückeninstandsetzung und -sanierung	.....	1069
11.2.2	Schäden am Beton	1010	12.1	Einleitung	.....	1069
11.2.3	Schäden am Bewehrungsstahl	1015	12.2	Betonbrücken	.....	1069
11.2.4	Schäden an den Fugen und Lagern	1021	12.2.1	Planung von Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen	.....	1069
11.3	Schäden an Stahl- und Verbundbrücken	1024	12.2.2	Vorbereitende Maßnahmen	.....	1071
11.4	Überwachung und Prüfung von Brückenbauwerken	1035	12.2.3	Durchführung der Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen	.....	1075
11.4.1	Grundlagen zur Überwachung von Brückenbauwerken	1035	12.3	Stahlbrücken	.....	1083
11.4.2	Prüfung von Betonbrücken	1036	12.3.1	Korrosionsschutz	.....	1083
11.4.3	Prüfung von Stahl- und Verbundbrücken	1045	12.3.2	Niete und Schrauben	...	1083
11.4.4	Prüfung der Brückenausstattung	1052	12.3.3	Instandsetzung von Abrostungen	.....	1084
11.4.5	Prüfung der Brückenausrüstung	1053	12.4	Fahrbahnbeläge	.....	1084
11.5	Zustandsbewertung und -beurteilung von Brücken	1054	13	Brückenverstärkung	.....	1087
11.5.1	Allgemeines	1054	13.1	Einleitung	.....	1087
11.5.2	Verfahren zur Zustandsbewertung von Brücken	1055	13.2	Betonbrücken	.....	1087
11.6	Brückenmanagement	1059	13.2.1	Geklebte Kohlenstofffaser- verbundwerkstoffe	.....	1087
11.6.1	Allgemeines	1059	13.2.2	Externe Vorspannung	...	1096
11.6.2	Brückenmanagement- systeme	1060	13.2.3	Querschnittsergänzung	..	1100
11.7	Kontinuierliche rechnergestützte Dauerüberwachung	1062	13.3	Stahl- und Verbundbrücken	.....	1104
11.7.1	Allgemeines	1062	13.3.1	Fahrbahnverstärkung	...	1106
11.7.2	Festlegung eines Konzepts für die Dauer- überwachung	1062	13.3.2	Systemverstärkung	.....	1107
			13.3.3	Systemänderung	.....	1112
			Literatur	.....		1115
			Brückenverzeichnis	.....		1171
			Personen- und Firmenverzeichnis	....		1181
			Sachverzeichnis	.....		1185