

Tristan M. Mölter · Rolf H. Pfeifer · Michael Fiedler

HANDBUCH Eisenbahnbrücken

Planung · Bau · Instandhaltung · Brückensysteme

2. Auflage



EDITION

Eurail
press

eBOOK
INSIDE



Tristan M. Mölter · Rolf H. Pfeifer · Michael Fiedler

HANDBUCH
Eisenbahnbrücken

Planung · Bau · Instandhaltung · Brückensysteme

2. Auflage

EDITION

Eurail
press

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.de> abrufbar.

Verlag: PMC Media House GmbH
Espenschiedstraße 1
D-55411 Bingen
Office Hamburg: Heidenkampsweg 75 (c/o DWV Media Group GmbH)
20097 Hamburg
Telefon: +49 (0) 40 228679 506
Telefax: +49 (0) 40 228679 503
Internet: www.pmcmedia.com; E-Mail: office@pmcmedia.com

Geschäftsführung: Detlev K. Suchanek, Antonio Intini

Lektorat und
Herstellungskoordination: Ulrike Schüring, Dr. Bettina Guiot

Anzeigen: Dirk Bogisch

Vertrieb und Buchservice: Sabine Braun

Umschlaggestaltung: Andreas Gothsch

Titelbild: Jörg Lutzens

Satz und Druck: TZ-Verlag & Print GmbH, Roßdorf

© 2017 PMC Media House GmbH, Hamburg

2., komplett überarbeitete Auflage 2017

ISBN 978-3-96245-154-7

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen jeder Art, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeisung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Trotz sorgfältiger Recherche war es leider nicht in allen Fällen möglich, die Urheber der Bilder zu ermitteln. Sollten ohne Absicht Bilder in unerwünschter Weise veröffentlicht worden sein, teilen Sie dies bitte dem Verlag mit.

Eine Publikation der PMC Media House GmbH

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	15	
1	Der Eisenbahnbrückenbau in Deutschland von den Anfängen bis in die Gegenwart.....	17
1.1	Die Baustoffe am Anfang des Eisenbahnbrückenbaus	17
1.2	Die Zeit der Gewölbebrücken	22
1.2.1	Die Größe des Steingewölbes fordert die statische Berechnung	24
1.2.2	Johann Andreas Schubert beobachtet die Entwicklung des Eisenbahnbrückenbaus.....	24
1.3	Eisen und Stahl erobern größere Stützweiten.....	25
1.3.1	Mit der „Bessemer Birne“ zum Baustoff Stahl	26
1.3.2	Die modernen Formen der Stahlbrücken entstehen	29
1.4	Die Baustoffe Eisen und Cementbeton verbünden sich.....	33
1.4.1	Der Beton schlägt seine ersten Bogen.....	33
1.4.2	Der einbetonierte Träger wird zur häufigsten Bauweise	35
1.4.3	Der Stahlbeton erobert die kleinen Stützweiten	37
1.5	Hochfeste Baustoffe und neue Fertigungstechniken verändern die Bauweisen.....	40
1.5.1	Hochfeste Stähle und die Schweißtechnik geben dem Stahlbau neue Impulse.....	40
1.5.2	Die Vorspanntechnik verändert die Stahlbetonbauweise	42
1.6	Aktuelle Entwicklungen im Eisenbahnbrückenbau.....	46
1.6.1	Talbrücken in (semi-)integraler Bauweise.....	47
1.6.2	Netzwerkbogenbrücken.....	48
1.6.3	Trogbrücken aus Dickblechen.....	48
1.7	Ausblick	49
2	Anforderungen an den Entwurf einer Eisenbahnbrücke	51
2.1	Anforderungen an das Brückendeck.....	52
2.2	Anforderungen hinsichtlich statischer und dynamischer Einwirkungen..	52
2.3	Anforderungen an den Fahrkomfort	52
2.4	Die Wechselwirkung von Brücke und Gleis	54
2.5	Anforderungen an die Instandhaltung	54
2.6	Ermüdungsfestigkeit der Konstruktion.....	55

2.7	Die Übergänge Überbau/Widerlager/Damm	56
2.8	Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit	56
2.9	Bauen „unter dem rollenden Rad“	56
2.10	Grundlagen für den Bauwerksentwurf.....	57
2.11	Vorgehensweise und Abläufe der Objekt- und Tragwerksplanung	58
2.11.1	Grundlagenermittlung	58
2.11.2	Vorplanung (Objekt- und Planungsvorbereitung)	58
2.11.3	Entwurfsplanung (System- und Integrationsplanung).....	59
3	Unterscheidung der Eisenbahnbrücken in Brückengruppen.....	61
3.1	Die allgemeinen Unterscheidungsmerkmale.....	61
3.2	Die Höhenlage der Brücke über der Geländeoberkante (GOK)	62
3.2.1	Inspektion und Instandhaltung von niedrigen Brücken über dem Gelände.....	63
3.2.2	Inspektion und Instandhaltung von hohen Brücken über dem Gelände	63
3.3	Brückengruppe der kurzen Eisenbahnüberführungen.....	65
3.3.1	Merkmale für kurze Eisenbahnüberführungen	65
3.3.2	Standardbauformen für kurze Eisenbahnüberführungen.....	65
3.3.3	Übergang zur Hinterfüllung bei kurzen Eisenbahnüberführungen.....	69
3.3.4	Bauverfahren für kurze Eisenbahnüberführungen	70
3.3.5	Gestaltung von kurzen Eisenbahnüberführungen	71
3.4	Die Brückengruppe der langen Eisenbahnüberführungen	72
3.4.1	Merkmale für lange Eisenbahnüberführungen	72
3.4.2	Beispiele für Standardbauformen von langen Eisenbahnüberführungen	73
3.5	Die Brückengruppe der Talbrücken.....	76
3.5.1	Beispiele zu Standardbauformen für Talbrücken.....	76
3.5.2	Integrale und semiintegrale Bauweisen als moderne Bauformen	78
3.6	Die Gruppe der Großbrücken.....	84
3.6.1	Fachwerkträger, Fahrbahn oben liegend, Brücke über einen Fluss mit/ohne Schifffahrtsöffnung	86
3.6.2	Gevouteter Durchlaufträger über drei Felder.....	87
3.6.3	Stabbogenbrücke, Fahrbahn unten liegend, Brücke über einen Fluss mit Schifffahrtsöffnung	87
3.6.4	Netzwerkbogenbrücken.....	88
4	Die Wahl des richtigen Brückensystems	91
4.1	Planungsgrundsätze für kurze Eisenbahnüberführungen	91
4.1.1	Kurze Eisenbahnbrücken	92
4.1.2	Lagerung von kurzen Eisenbahnbrücken	92

4.2	Planungsgrundsätze für lange Eisenbahnüberführungen	95
4.2.1	Längskräfte im Gleis infolge von Temperaturschwankungen und Längsbewegungen am beweglichen Überbauende.....	96
4.2.2	Die Ausgleichslänge des Brückenüberbaus	97
4.2.3	Die Festpunktsteifigkeit bei einem verschieblichen System.....	99
4.2.4	Anordnung von Schienenauszugsvorrichtungen (SA)	103
4.2.5	Längskraftkopplungen	107
4.3	Beispiele für Brückensysteme	108
4.3.1	Legende und Anmerkungen zu den Beispielen für Brückensysteme	108
4.3.2	Brückensysteme ohne Schienenauszug für Brückenlängen bis 270 m.....	110
4.3.3	Brückensysteme mit einem Schienenauszug für Brückenlängen bis 880 m... ..	113
4.3.4	Brückensysteme mit zwei Schienenauszügen für Brückenlängen bis 1590 m..	117
4.4	Orientierungsdiagramme zur Wahl eines Brückensystems.....	121
5	Überbauten für Eisenbahnbrücken	125
5.1	Die Deckbrücke als Regelform des Überbaus	125
5.2	Entwurf des Brückenüberbaus in Modulen.....	127
5.2.1	Die Fahrbahn.....	127
5.2.2	Die Schutzschichten	127
5.2.3	Die Fahrbahntafel.....	128
5.2.4	Der Hauptträger.....	128
5.3	Gestaltung des Brückendecks.....	129
5.3.1	Fahrbahn	134
5.3.2	Die Schutzschichten unter der Fahrbahn	134
5.3.3	Entwässerung des Brückendecks.....	135
5.3.4	Die Randkappe.....	136
5.3.5	Anordnung der Oberleitungs- und Signalmaste.....	140
5.3.6	Seitliche Kragarme der Fahrbahntafel	141
5.3.7	Führungsschiene bei Brücken mit unten liegender Fahrbahn.....	141
5.4	Vergleich der Eigenschaften von Überbauten in Stahl- und Massivbauweise	142
5.4.1	Vergleich der Eigenlasten der Brückenüberbauten	143
5.4.2	Vergleich der Verformungen unter Verkehrslasten	143
5.4.3	Vergleich der Verformungen unter Temperatureinwirkungen	144
5.4.4	Vergleich der Lärmemission	145
5.5	Regelquerschnitte für die Hauptträger einer Deckbrücke.....	145
5.5.1	Die Deckbrücke in einer zweigleisigen Strecke.....	145
5.5.2	Hinweise zu den Diagrammen für die Konstruktionshöhen	148
5.5.3	Querschnittsformen für Deckbrücken in Stahlbauweise.....	148
5.5.4	Querschnittsformen für Deckbrücken in Massivbauweise.....	153
5.5.5	Querschnittsformen für Deckbrücken in Verbundbauweise	159
5.6	Trogbrücken.....	167

6	Lagerung der Überbauten von Eisenbahnbrücken	171
6.1	Anzahl der Brückenlager in einer Auflagerlinie	173
6.2	Minimierung des Querversatzes am Überbauende	175
6.3	Lagerung von im Grundriss gekrümmten Überbauten	178
6.4	Gleisverwindung bei schiefer Lagerung des Überbaus.....	181
6.5	Gleisverwindungen aus weiteren Verformungen des Brückenüberbaus	184
6.6	Durchlaufräger auf Einzellager über den Innenstützen	184
6.7	Neigung der Lagergleitebene bei geneigter Gleisgradienten.....	186
7	Übergänge am Brückenende	189
7.1	Die verschiedenen Gestaltungen der Übergänge am Brückenende.....	189
7.1.1	Typ A – Die Konstruktionshöhe des Überbaus stößt gegen die Hinterfüllung	192
7.1.2	Typ B – Ein Teil der Konstruktionshöhe des Überbaus stößt gegen die Hinterfüllung	193
7.1.3	Typ C – Die Konstruktionshöhe des Überbaus wird durch eine Kammerwand gegen die Hinterfüllung abgeschirmt	194
7.1.4	Typ D – Begehbare Widerlagerkammer am Ende des Brückenüberbaus.....	196
7.2	Die Trennfugen am Überbauende	196
7.2.1	Definition und Unterscheidung der Trennfugen.....	196
7.2.2	Bewegungen an der Trennfuge	197
7.2.3	Einfluss der Bewegungen an der festen und beweglichen Trennfuge auf das Gleis.....	198
7.3	Die Zwangskräfte an den Schienenbefestigungen neben der Trennfuge	199
7.3.1	Mögliche Werte der Zugzwangskraft an einem Schienenstützpunkt	200
7.3.2	Zulässige Werte für die Zugkräfte der Schienenstützpunkte	202
7.4	Bauliche Maßnahmen zur Verringerung des Vertikalversatzes zwischen den Rändern der Trennfuge am Überbauende	204
7.4.1	Vertikalversatz durch den Überstand des Überbaus.....	204
7.4.2	Vertikalversatz infolge einer Querbiegung der Fahrbahnplatte am Überbauende.....	207
7.4.3	Vertikalversprung infolge Stauchung von Elastomerlagern.....	211
7.4.4	Vertikalversatz infolge Abweichung der Neigung der Gleitebene des Endauflagers von der Neigung der Gleisgradienten.....	212
7.4.5	Widerlager- und Pfeilerkopfverdrehung	212
7.4.6	Fahrbahnüberbrückungskonstruktionen.....	212
7.5	Abstand der Schienenstützpunkte über der Trennfuge.....	216

7.6	Fugenkonstruktionen in der Trennfuge am Überbauende.....	218
7.6.1	Die geschlossene Fugenkonstruktion.....	218
7.6.2	Die offene Fugenkonstruktion	219
7.7	Der Übergang der Gleisbettung vom Brückendeck auf die Hinterfüllung	223
7.7.1	Unterschottermatte (USM)	223
7.7.2	Die Schleppplatte	223
7.7.3	Hinterfüllung	224
7.7.4	Sickerwand	227
7.7.5	Rechtwinkliger Abschluss der Fahrbahn	227
7.8	Übergang der Streckenausrüstung vom Brückendeck auf den Damm ...	231
7.8.1	Übergang der Streckenausrüstung bei einem Oberbau mit Schotterbett	231
7.8.2	Übergang des Oberbaus mit Fester Fahrbahn	234
7.8.3	Abführen des Oberflächenwassers am Übergang von der Brücke zum Damm	236
7.8.4	Übergang des Kabelkanals von der Brücke zum Damm	237
8	Unterbauten	239
8.1	Gründungen.....	239
8.2	Auflagerbank.....	241
8.3	Widerlager.....	243
8.3.1	Flügelwände	245
8.3.2	Das in die Böschung zurückgesetzte, niedrige Widerlager	251
8.3.3	Das vor die Böschung gesetzte, hohe Widerlager	252
8.3.4	Das Hohlwiderlager als Sonderbauform	253
8.4	Stützen und Pfeiler	256
8.4.1	Stützen und Wandscheiben bei niedrigen Brücken	257
8.4.2	Pfeiler bei hohen Brücken	259
8.4.3	Sonderformen für Festpunktpfeiler	261
9	Ausrüstungselemente für Eisenbahnbrücken.....	265
9.1	Erdung.....	265
9.1.1	Erdung von Eisenbahnbrücken	265
9.1.2	Erdungschutzmaßnahmen an Brücken über einer elektrifizierten Bahnstrecke	267
9.1.3	Berührungsschutz	268
9.2	Randkappen	270
9.2.1	Der Dienstweg	270
9.2.2	Kabeltröge.....	271
9.3	Ausrüstungsbalken.....	273

9.4	Schotterhaltung und Längsverbau	274
9.5	Fugen- und Übergangskonstruktionen	275
9.5.1	Allgemeines	275
9.5.2	Aufgaben der Fugen- und Übergangskonstruktionen	275
9.5.3	Geschlossene Fugen- und Übergangskonstruktionen	276
9.5.4	Offenen Fugen- und Übergangskonstruktionen	280
9.6	Fahrbahnüberbrückungskonstruktionen	282
9.6.1	Allgemeines	282
9.6.2	Aufbau von Fahrbahnüberbrückungskonstruktionen	282
9.6.3	Konstruktive Grundsätze	284
9.7	Brückenlager	285
9.7.1	Übersicht über die wichtigsten Lagerbauarten	286
9.7.2	Sonderlager	287
9.7.3	Wichtige Planungsgrundsätze für Eisenbahnbrückenlager	289
9.8	Steuerstabsystem Meyer/Wunstorf	299
9.8.1	Einführung	299
9.8.2	Wesentliche Bauteile des Steuerstabsystems	302
9.8.3	Grundsätzliche Funktionsweise	304
9.8.4	Zusammenfassung	307
9.9	Signalmaste	308
9.10	Oberleitungsmaste	310
9.11	Geländer	310
9.12	Lärmschutzwände auf Eisenbahnbrücken	315
9.12.1	Allgemeines	315
9.12.2	Zuginduzierte Einwirkungen auf Lärmschutzwände	317
9.12.3	Lärmschutzwände	318
9.12.4	Ausführungsvarianten	322
9.12.5	Torsionsbalken	322
9.12.6	Schallabsorbierende Geländerausfachungen	324
9.12.7	Minilärmschutzwand	324
9.12.8	Niedrige Schallschutzwände	326
9.13	Befestigungselemente	328
9.13.1	Befestigungen nach Norm	328
9.13.2	Schraubensicherungen	328
9.13.3	Befestigungen im Massivbau	331
9.14	Bauteile aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK)	338
9.14.1	Grundlagen	338
9.14.2	Gegenüberstellung der mechanischen Eigenschaften von GFK mit denen anderer Baustoffe	342
9.14.3	Stand der Technik im Bauwesen	345

9.15	Korrosionsschutz.....	349
9.15.1	Kriterien für die Auswahl des Korrosionsschutzes	350
9.15.2	Festlegung eines Korrosionsschutzplans.....	350
9.15.3	Ausführung der Korrosionsschutzarbeiten.....	351
10	Entwässerung und Abdichtung	353
10.1	Entwässerung	353
10.1.1	Arten der Wasserbelastung.....	353
10.1.2	Grundlagen der Entwässerung.....	354
10.1.3	Aufbau von Entwässerungseinrichtungen.....	356
10.1.4	Hydraulischer Nachweis/Dimensionierung	362
10.2	Abdichtung	363
10.2.1	Technische Regelwerke für Abdichtungen.....	365
10.2.2	Funktionen und Anforderung der Abdichtung.....	366
10.2.3	Abdichtungsstoffe.....	366
10.2.4	Abdichtungsarten	368
10.3	Fugen	385
10.3.1	Arbeitsfugen	387
10.3.2	Scheinfugen	388
10.3.3	Bewegungsfugen.....	389
10.3.4	Pressfugen	392
10.4	Einsatzkriterien der Abdichtungsarten	393
10.4.1	Aufbau der Abdichtung bei Eisenbahnbrücken	394
10.4.2	Detailausbildungen	402
10.4.3	Prüfungen der Abdichtung.....	402
11	Oberbau auf Brücken.....	405
11.1	Allgemeine Betrachtungen zur Oberbauart in einem Streckenabschnitt ...	405
11.2	Anforderungen an den Oberbau auf Brücken	405
11.3	Überblick über die Oberbauarten auf Eisenbahnbrücken	407
11.3.1	Die direkte Schienenbefestigung und Schienenlagerung auf Brückenschwellen	407
11.3.2	Der Schotteroberbau	407
11.3.3	Die Feste Fahrbahn.....	408
11.3.4	Der Oberbau an Trennfugen und im Übergangsbereich.....	410
11.4	Oberbaukomponenten	412
11.5	Die Oberbaukomponenten des Schotteroberbaus	414
11.5.1	Schienenbefestigung	414
11.5.2	Spannklemme	415
11.5.3	Schwelle.....	416

11.5.4	Gleisschotter	416
11.5.5	Der Schutzbeton des Schotteroberbaus auf Brücken	418
11.5.6	Die Unterschottermatte.....	418
11.5.7	Gebräuchliche Bauformen des Schotteroberbaus.....	418
11.6	Die Oberbaukomponenten der Festen Fahrbahn	422
11.6.1	Die Betonfahrbahn der Festen Fahrbahn auf langen Brücken.....	422
11.6.2	Die Höckerplatte der Festen Fahrbahn auf langen Brücken.....	424
11.6.3	Die Trennebene der Festen Fahrbahn auf langen Brücken.....	426
11.6.4	Die Gleistragplatte der Festen Fahrbahn auf kurzen Brücken	426
11.6.5	Die Gleit- und Trennebene der Festen Fahrbahn auf kurzen Brücken	427
11.6.6	Die Schutzbetonplatte der Festen Fahrbahn auf Brücken.....	428
11.6.7	Die Schotterauffüllung der Festen Fahrbahn auf Brücken.....	429
11.6.8	Der Endsporn	429
11.6.9	Schienenbefestigungssysteme der Festen Fahrbahn auf Brücken.....	431
11.6.10	Zwischenlagen, Zwischenplatte und Grundplatte	431
11.7	Die Verschiebewiderstände der Gleise auf Brücken.....	433
11.7.1	Der Durchschubwiderstand	433
11.7.2	Der Längsverschiebewiderstand	434
11.7.3	Der Querverschiebewiderstand.....	434
11.7.4	Einige ausgewählte Werte der Verschiebewiderstände.....	434
11.7.5	Der reduzierte Durchschubwiderstand bei Brücken mit Fester Fahrbahn.....	436
11.8	Der längsbewegliche Oberbau	439
11.9	Der Schotteroberbau auf Brücken.....	441
11.9.1	Einführung – Historie.....	441
11.9.2	Anforderungen an den Schotteroberbau auf Brücken	442
11.9.3	Schotterbettrennung.....	444
11.10	Die Feste Fahrbahn auf Brücken	445
11.10.1	Einführung – Historie.....	445
11.10.2	Anforderungen an die Feste Fahrbahn auf Brücken.....	447
11.10.3	Systemfindung.....	448
11.10.4	Geometrische Zwangspunkte	458
11.10.5	Akustik	459
11.10.6	Bemessung	459
11.10.7	Zusammenstellung der Einwirkungen.....	459
11.10.8	Die Feste Fahrbahn auf langen Brücken.....	460
11.10.9	Der anspruchsvolle Trennfugenbereich bei der Festen Fahrbahn auf langen Brücken.....	463
11.10.10	Feste Fahrbahn auf kurzen Brücken.....	472
11.10.11	Feste Fahrbahn auf überschütteten Bauwerken	475
11.10.12	Sicherung des Schienenstützpunktabstands am beweglichen Überbauende mit Schienenausügen.....	475
11.10.13	Schotterbettrennung.....	476

11.11	Die offene Fahrbahn – Schienenlagerung auf Brückenbalken	478
11.11.1	Längsbewegliche Schienen auf unverschieblichen Brückenbalken	479
11.11.2	Längsbewegliche Lagerung der Brückenbalken	481
11.11.3	Lage der Brückenbalken am Überbauende	482
11.11.4	Zusätzliche Sicherung gegen Abheben des Gleisrostes	482
11.11.5	Gleisabdeckplatten auf Brückenbalken	483
11.12	Die direkte Schienenbefestigung auf der Fahrbahntafel	484
11.12.1	Brücken mit geringer Bauhöhe	484
11.12.2	Die Bauart der Schienenbefestigungen auf dem Brückendeck	486
11.12.3	Das System ERS (Embedded Rail System)	492
11.13	Führungen und Fangvorrichtungen im Gleisbereich der Brücke	500
11.14	Weichen auf Brücken	504
12	Behelfsbrücken und Hilfsbrücken	507
12.1	Grundsätzliche Betrachtungen zu Hilfsbrücken	507
12.2	Planung und Bauausführung der temporären Baubehelfe	508
12.3	Derzeitiger Bestand an disponiblen Baubehelfen	509
12.4	Anforderungen an Hilfsbrücken	509
12.5	Klein- und Zwillingsträgerhilfsbrücken	510
12.5.1	Einteilung und Bezeichnung	510
12.5.2	Zwillingsträgerhilfsbrücken des Altbestands (ZHa)	512
12.5.3	Zwillingsträgerhilfsbrücken des Neubestands (ZH)	514
12.5.4	Vergleich von Zwillingsträgerhilfsbrücken des Alt- und Neubestands	516
12.5.5	Kleinhilfsbrücken (KHB, KHB-M) und verstärkte Kleinhilfsbrücken (KHBv, KHB-KW)	516
12.6	Lagerung von Zwillingsträgerhilfsbrücken	520
12.6.1	Anwendung von Elastomerlagern bei Hilfsbrücken	521
12.6.2	Höhenverstellbare Punktkippgleitlager	522
12.6.3	Standardisierter Auflagerquerträger	525
12.6.4	Zentrierleiste	527
12.7	Geschwindigkeiten	528
12.7.1	Regelgeschwindigkeit bis 90 km/h	529
12.7.2	Geschwindigkeiten $90 \text{ km/h} < v \leq 120 \text{ km/h}$	529
12.7.3	Geschwindigkeiten $v > 120 \text{ km/h}$	530
12.8	Oberbaukomponenten	531
12.8.1	Kleineisen für feste Schienenbefestigung	531
12.8.2	Schienenbefestigung für Hilfsbrückenketten	531
12.9	Große Hilfsbrücken	531

12.9.1	SE-Brückengerät	532
12.9.2	SKB-Brücke	536
12.10	Hilfsstützen	539
12.10.1	Trestle-Stütze	539
12.10.2	PIZMO-Stütze.....	542
12.11	Geschichtliche Entwicklung von Behelfsbrücken.....	544
12.11.1	Allgemeine Historie	544
12.11.2	Hilfsbrücken der Deutschen Reichsbahn.....	548
12.11.3	Kleinhilfsbrücken der Deutsche Reichsbahn in der DDR.....	551
13	Rahmenbauwerke, Fußweg- und Bahnsteigunterführungen	555
13.1	Allgemeines zu Form und Größe von Rahmenbauwerken	555
13.2	Statische Besonderheiten bei Rahmenbauwerken.....	557
13.3	Standardisierte Rahmenbauwerke, Fußweg- und Bahnsteigunterführungen	558
13.3.1	Anwendungsbereich von standardisierten Rahmenbauwerken.....	560
13.3.2	Konstruktionsprinzip standardisierter Rahmenbauwerke	562
13.3.3	Berücksichtigung später möglicher Bauzustände.....	563
13.4	Zweigelenrahmen mit großer Stützweite.....	565
13.5	Weit gespannter Rahmen mit einer Deckenplatte in WiB-Bauweise	567
13.6	Einbau eines Rahmenbauwerks unter den Gleisen durch Vershub	567
13.6.1	Herstellung des Rahmenbauwerks.....	568
13.6.2	Vershub des Rahmenbauwerks	571
14	Bauverfahren – Baubehelfe	581
14.1	Allgemeines	581
14.2	Bauverfahren unter Eisenbahnbetrieb (Bauen unter rollendem Rad)	581
14.2.1	Bauverfahren für kurze Überbauten und für Unterbauten	582
14.2.2	Vershubsysteme	589
14.2.3	Durchpressen unter dem Gleis ohne besondere Gleissicherung.....	615
14.3	Bauverfahren bei Neubaustrecken bzw. bei Baustellenumfahrungen ...	616
14.3.1	Herstellung auf Lehrgerüst bzw. Traggerüst	617
14.3.2	Abschnittsweise Herstellung mit Vorschubrüstung	618
14.3.3	Taktschiebeverfahren	620
14.3.4	Freivorbau	622
14.3.5	Freivorbau mit Fertigteilsegmenten.....	625
14.3.6	Anforderungen an die Rohbaugradiente der Fahrbahn für Eisenbahnbrücken.....	625

14.4	Baugruben	625
14.4.1	Baugrubenböschungen bei nichtbindigen Böden.....	626
14.4.2	Baugrubenböschungen bei bindigen Böden	627
14.4.3	Arbeitsraum in Baugruben	628
14.4.4	Standsicherheit.....	628
14.5	Baugrubenwände	630
14.5.1	Spundwände	630
14.5.2	Trägerbohlverbau.....	631
14.5.3	Bohrpfahlwände	632
14.6	Rammverfahren	633
14.6.1	Rammgeräte.....	633
14.6.2	Ansetzen und Führen der Bohlen.....	634
14.6.3	Ramm Schwierigkeiten.....	634
14.6.4	Ziehen	635
15	Brückenschäden und -instandsetzung.....	637
15.1	Begriffsbestimmung	637
15.2	Anforderungen an Brücken, Zeiteinflüsse und Verschleiß.....	638
15.2.1	Anforderungen des Verkehrs.....	638
15.2.2	Allgemeine Anforderungen an das Brückenbauwerk	639
15.2.3	Standortbedingungen	639
15.2.4	Nutzungsdauer	640
15.2.5	Veränderung der Brückeneigenschaften durch Verschleiß	641
15.2.6	Gestalterische Gesichtspunkte	642
15.2.7	Technische Kriterien.....	643
15.2.8	Sicherheitskriterien.....	643
15.3	Das Verhalten der Brücken über die Nutzungsdauer und Erscheinungsformen von Schäden.....	644
15.3.1	Allgemeines	644
15.3.2	Äußere schädigende Einflüsse	646
15.3.3	Altern der Baustoffe.....	647
15.3.4	Wesentliche Arten, Ursachen und Erscheinungsformen von Brückenschäden	649
15.4	Häufig auftretende Brückenschäden nach Bauarten	650
15.4.1	Stahl- und Stahlverbundkonstruktionen	650
15.4.2	Stahlbeton- und Spannbetonbauwerke	659
15.4.3	Gewölbebrücken aus Mauerwerk und Beton	667
15.4.4	Fahrbahnübergänge und sonstige Fugenkonstruktionen in Überbauten	672
15.4.5	Lager.....	674
15.4.6	Auflagerbänke	677
15.4.7	Schäden am Oberbau	678

15.4.8	Feuchteschäden.....	679
15.4.9	Schäden durch Planungsfehler	680
15.4.10	Ausführungsmängel.....	683
15.4.11	Schäden infolge von Bewegungen der Gründungskörper	683
15.4.12	Sonstige Schäden	685
15.5	Prüfverfahren	687
15.5.1	Überprüfung der Brücke	689
15.5.2	Prüfverfahren für Stahlbrücken.....	689
15.5.3	Prüfverfahren für Massivbrücken.....	693
15.6	Planung von Instandsetzungsmöglichkeiten	700
15.6.1	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung.....	700
15.6.2	Verfahrensauswahl.....	701
15.7	Instandhaltungs- und Instandsetzungsmöglichkeiten.....	703
15.7.1	Gewölbebrücken aus Mauerwerk und Beton	703
15.7.2	Stahl- und Stahlverbundkonstruktionen	703
15.7.3	Stahlbeton- und Spannbetonüberbauten	704
16	Definitionen wichtiger Fachbegriffe	715
	Literaturverzeichnis.....	721
	Vorschriften und Richtlinien bei der DB Netz AG.....	725
	Stichwortverzeichnis	727
	Autoren	747
	Inserentenverzeichnis	749

Vorwort

Nach dem großen Erfolg und der guten Akzeptanz der 1. Auflage des „Handbuch Eisenbahnbrücken“ haben die Autoren der Neuauflage noch mehr Tiefe gegeben und weitere Hintergrundinformationen ergänzt.

Das vorliegende, komplett überarbeitete und deutlich erweiterte Handbuch begleitet den planenden und ausführenden Ingenieur sowie alle einschlägigen Fachexperten logisch und konsequent mit verständlich formulierten Empfehlungen und Planungsgrundsätzen sowie vollständig erneuerten Skizzen durch alle Planungsphasen bis hin zum fertigen Entwurf für eine Eisenbahnbrücke, der jeder rechnerischen und bahntechnischen Überprüfung genügt.

Die nach Erscheinen der 1. Auflage entstandene Neubaustrecke Nürnberg–Leipzig–Berlin als Leuchtturmprojekt wurde mit vielen Eisenbahnbrücken gebaut, die über Wege, Flüsse und Täler hinweg führen. Dabei konnten gerade im Eisenbahnbrückenbereich zusätzlich sehr viele Erfahrungen gesammelt werden. Um die Aufgaben für einen störungsfreien Eisenbahnbetrieb erfüllen zu können, müssen Bauweisen und Tragwerksysteme sowie die Detailkonstruktionen sehr spezifische und höchste Anforderungen erfüllen.

Die Eisenbahn muss ihr Transportangebot immer attraktiver gestalten, um Güter und Personen schnell, pünktlich, zuverlässig und preisgünstig zu transportieren und den Reisenden darüber hinaus einen immer besseren Reisekomfort zu bieten. Dazu leistet der Brückenbau einen entscheidenden Beitrag. Eisenbahnbrücken müssen im Fahrweg funktionsgerecht eingeplant werden, um nicht zur „Störstelle“ im Gleis zu werden. Dies gilt besonders für das moderne Schienennetz der Hochgeschwindigkeitsstrecken.

Die Autoren haben die Vielfalt der Regeln für die gute Konstruktion einer Eisenbahnbrücke systematisch und übersichtlich geordnet. Sie vermitteln ihr umfassendes Wissen den planenden Ingenieuren in Eisenbahnunternehmen, Bauaufsichtsbehörden, Baufirmen und Ingenieurbüros sowie den Studenten in den Fakultäten des konstruktiven Ingenieurbaus.

Das Buch verzichtet auf detaillierte Konstruktionsregeln, die in vielen Vorschriften und Richtlinien niedergeschrieben sind. Vielmehr ist es Absicht des Buches, den Ingenieur mit den wichtigsten Grundsätzen für die Erarbeitung und auch Beurteilung eines Brückenentwurfs vertraut zu machen und ihm mit Hilfe von formulierten Planungsgrundsätzen, die als „roter Faden“ durch das Buch führen, die wesentlichen Regeln zu vermitteln. Alle Empfehlungen und Planungsgrundsätze werden ausführlich erklärt und begründet. Der Ingenieur kann somit erkennen, welche Anforderung im Einzelnen mit der vorgegebenen Regel erfüllt werden muss. Er kann abweichende alternative Lösungen wählen und somit seine gestalterischen Freiheiten bei der Entwurfsbearbeitung besser einsetzen.

Die Autoren verfügen aufgrund ihrer langjährigen Tätigkeit im Bahnsektor über umfassende Erfahrungen im konstruktiven Ingenieurbau, insbesondere in den Bereichen Planung, Bau und Instandhaltung von Eisenbahnbrücken. Sie schöpfen ihre Kenntnisse und Erfahrungen aus der Erarbeitung von nationalen sowie eisenbahnspezifischen Technischen Baubestimmungen, aus der unternehmensinternen Genehmigung unregelter eisenbahnspezifischer Bauweisen, Bauarten und Bauprodukte, der Beratung bei herausragenden Großprojekten sowie der Erteilung von Ausnahmegenehmigungen bei wesentlichen Abweichungen von anerkannten Regeln der Technik sowie bei der Zulassung unregelter eisenbahnspezifischer Bauprodukte.

Dipl.-Ing. Rolf H. Pfeifer hat diese Tätigkeit mehr als 30 Jahre lang ausgeübt, Dipl.-Ing. Tristan M. Mölter ist in diesem Gebiet seit über 25 Jahren tätig, Dipl.-Ing. Michael Fiedler verfügt ebenfalls über einen 15-jährigen Erfahrungsschatz.

Die Autoren danken den Herren Dipl.-Ing. Jörg Jutzens, Dr.-Ing. Markus Hennecke, Dipl.-Ing. Peter Dollowski, Dipl.-Ing Harald Wirth, Dipl.-Ing. Michael Liebelt, Dipl.-Ing. Hans-Jörg Polentzky, Dr.-Ing. Franz Xaver Haban, Dipl.-Ing. Arnulf Stog sowie Dipl.-Ing. Georg Göker für die sachkundigen Anregungen und Ergänzungen, die sie zu einzelnen Kapiteln beisteuerten.

Ferner danken wir auch

- Herrn Dipl.-Ing. Thomas Ritlewski der thyssenkrupp Schulte GmbH,
- Frau Dipl.-Ing. Nicole Wiethoff der Vossloh Fastening Systems GmbH und
- Herrn Dipl.-Ing. Günther Schnellbögl der edilon)(sedra GmbH.

Danken möchten wir insbesondere auch Frau Ulrike Schüring, die unsere Arbeit lektorierte und mit viel Geduld, Ausdauer und Akribie in dieses Handbuch überführte.

Velden an der Vils, Dipl.-Ing. Tristan M. Mölter

Weßling, Dipl.-Ing. Rolf H. Pfeifer

Haar, Dipl.-Ing. Michael Fiedler

im Oktober 2017

1 Der Eisenbahnbrückenbau in Deutschland von den Anfängen bis in die Gegenwart

Brückenbauwerke werden häufig wegen ihrer Kühnheit bewundert, mit der sie Täler und Flüsse überspannen. Bestaunt werden die technischen Großtaten und Rekorde in Höhe und Weite.

Es ist nicht bekannt, wann Menschen die erste Brücke bauten. Archäologische Funde belegen jedoch Holzpfade aus der Jungsteinzeit und erste Holzbrücken aus der Bronzezeit. Forscher haben an einer Untiefe des oberen Zürichsees Pfähle entdeckt, die tief in den Grund gerammt waren und wohl als Unterbauten einer über 3500 Jahre alten Brücke dienten.

Die Motivation eine Brücke zu bauen, ist wohl in erster Linie der Wunsch, über ein Tal oder Gewässer von A nach B zu gelangen. Ökonomie und Zeitersparnis bestimmten auch schon die frühen Gesellschaften. Mit Brücken ist es möglich, den Transport wichtiger Güter sicherer und effizienter zu gestalten, da gefährliche Umwege vermieden werden können. Natürlich treiben diese Brücken die Entwicklung von Gesellschaften durch Kontakt und Handel mit anderen Siedlungen und Gemeinschaften voran.

In den meisten Fällen waren und sind also wirtschaftliche Aspekte die wichtigsten Argumente für einen Brückenbau. Ob kühn und spektakulär oder unscheinbar und funktional; sie unterstützen den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technologischen Austausch. Der Großteil der Brücken ist von kleinerer Dimension, etwa 90% haben Stützweiten unter 30 m. Daher darf im historischen Rückblick die Entwicklung dieser kleinen Brückenbauwerke mit ihren verschiedenen Bauformen und Bauweisen nicht außer Acht bleiben.

1.1 Die Baustoffe am Anfang des Eisenbahnbrückenbaus

Mit dem Bau der Eisenbahnen zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde auch in der Brückenbaukunst eine neue Ära eingeleitet. War vorher der Bau einer Brücke ein seltenes Ereignis, so wurden nun in einem Jahrzehnt mehr Brücken gebaut, als früher in einem Jahrhundert. Die Besonderheiten der Eisenbahn erlaubten keinen Fahrweg, der sich in engen Kurven und großen Steigungen jeder Geländeform anpassen lässt. Der Bau vieler Brücken wurde notwendig, um tiefe Täler und Bäche, Flüsse und Wege zu überspannen.

Ein schneller Baufortschritt war für die Eisenbahngesellschaften wichtig, denn ihre Anteilseigner wollten bald Dividenden sehen. Unter diesem Gesichtspunkt musste auch der Eisenbahnbrückenbauer seine Aufgabe lösen. Nur zwei bewährte Baustoffe standen ihm damals zur Verfügung:

- der Stein als Natur- oder Ziegelstein
- das in den Wäldern noch reichlich vorhandene Holz

Nur aus dem Wunsch nach einer schnellen Bauweise ist es zu verstehen, dass damals auch Holzbrücken gebaut wurden. Bemerkenswerte Holzbrücken, die in den Jahren 1847 bis 1851 erstellt wurden, sind

- die Elbbrücke Wittenberge (Bild 1.1) mit einer Stützweite von maximal 54 m und
- die „König-Ludwig-Brücke“ über die Iller bei Kempten (Bilder 1.2 und 1.3) mit einer Mittelöffnung von 53 m.

Diese Stützweiten waren für Eisenbahnbrücken in Holzbauweise sehr beachtlich. Sie wurden erst durch die Anwendung eines Fachwerksystems technisch möglich, das von dem Amerikaner William Howe (1803–1852) entwickelt wurde:

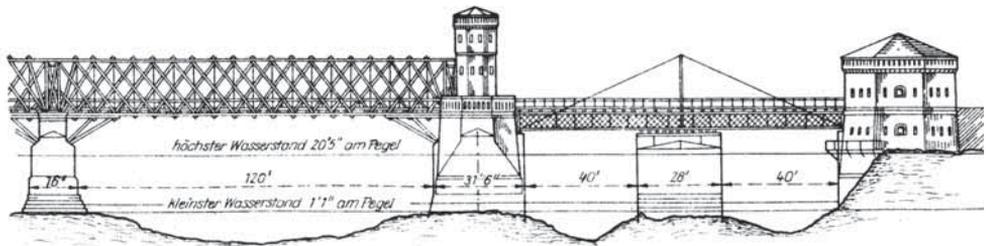
Das Howe-Fachwerk hatte Diagonalstäbe, deren Anschlussstellen am Ober- und Untergurt mit senkrechten schmiedeeisernen Stangen verbunden wurden. Durch Anziehen der Schrauben

1 Der Eisenbahnbrückenbau in Deutschland von den Anfängen bis in die Gegenwart

an den Zugstangen konnten die Holzdiagonalen und die Anschlussfugen vorgedrückt und damit ihre Zugtragfähigkeit erhöht werden (Bild 1.3).

Diese besondere Bauart eines Holzfachwerkträgers kann als einer der frühesten technologischen Know-how-Transfers von den USA nach Europa betrachtet werden.

Authentische Details zum Howe-Fachwerk sind noch heute bei der Illerbrücke von Kempten zu sehen (Bild 1.3).



Holzbrücke aus Howe-Fachwerkträgern mit rund 54 m Stützweite, gebaut 1847 bis 1851



Fachwerkbrücke aus Flussstahl, erbaut 1883/84 als Ersatz für die Holzbrücke. Sie wurde im letzten Kriegsjahr 1945 gesprengt und zunächst durch eine Hilfsbrücke ersetzt.



Stahlfachwerkbrücke, Inbetriebnahme 1987. Sie wurde neben der Hilfsbrücke erbaut, die nach Zerstörung der alten Flussstahlbrücke vorläufig den Eisenbahnverkehr übernommen hatte.

Bild 1.1: Eisenbahn-Elbbrücke Wittenberge

Die Elbbrücke Wittenberge überquerte die Elbe mit einer Länge von rund 750 m. Um hohen Segelschiffen die Durchfahrt zu ermöglichen, musste am Ende der langen Brücke eine Drehbrücke über zwei lichte Öffnungen von 40 Fuß = 12,56 m gebaut werden (Bild 1.1). Auch aus militärischen Gesichtspunkten sollte die Eisenbahnstrecke notfalls schnell und wirkungsvoll unterbrochen werden können.

Die hölzerne Elbbrücke wurde schließlich in den Jahren 1883/84 durch eine Fachwerkbrücke mit „Schwedler-Träger“ (Bild 1.11) aus Flusseisen ersetzt. Sie diente dem Eisenbahnverkehr, bis sie am Ende des Zweiten Weltkriegs gesprengt wurde. Nachdem eine Hilfsbrücke diese Lücke wieder schloss, konnte der Eisenbahnbetrieb wieder aufgenommen werden. Im Jahr 1987 übernahm eine neue Brücke, die neben der Hilfsbrücke errichtet wurde, den Eisenbahnbetrieb.

Zum Schmunzeln soll hier eine außergewöhnliche Nutzung der alten Elbbrücke extra notiert werden: Am 23.07.1932 schreibt ein Radwanderer auf einer Postkarte mit dem Bild der Elbbrücke nach Hause: „Soeben gab es eine besondere Fahrt (mit dem Rad) über die Brücke. Man fährt einfach zwischen den Schienen der Bahn, und besondere Brückenwächter achten darauf, dass man nicht einem Zug in die Quere kommt“.

Im Gegensatz zur ersten hölzernen Elbbrücke Wittenberge ist das alte Holzfachwerk der Illerbrücke bei Kempten heute noch zu sehen (Bild 1.2). Als 1906 zwei neue Eisenbahnbrücken über die Iller neben der alten Holzbrücke errichtet wurden (Kapitel 1.4.1), übernahm die Stadt Kempten das Bauwerk, um es als Fuß- und Radwegbrücke zu nutzen.



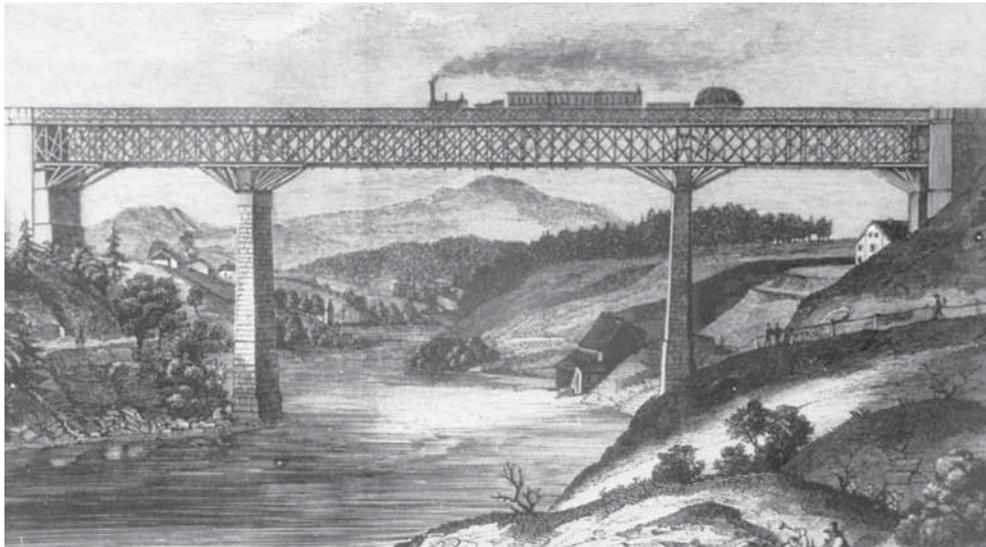
DB Engineering & Consulting Eisenbahn für die Welt von morgen.

DB Engineering & Consulting bietet technisch hochwertige und maßgeschneiderte Infrastruktur-, Mobilitäts- und Transportlösungen.

Unsere Spezialisten entwerfen ästhetische und wartungsarme Bauwerke. Vom Projektmanagement, über die Planung und Bauüberwachung bis zur Inbetriebnahme – alle Leistungen aus einer Hand.

Aunachthalbrücke bei Ennskirchen
Foto: Lothar Mantel

www.db-engineering-consulting.de



Eisenbahnbrücke über die Iller nach einer historischen Zeichnung



Etwa seit 1910 als Fuß- und Radwegbrücke genutzt, Foto Mai 2007

Bild 1.2: Illerbrücke Kempten der König-Ludwig-Nord-Süd-Bahn, erbaut 1847 bis 1852, Holzbrücke aus Howe-Fachwerkträgern, Mittelfeld 53 m Stützweite, Höhenlage der Fahrbahn über der Iller rd. 35 m

Es ist wirklich erstaunlich, dass diese schmale Brücke mit dem feinen Holzgitterwerk aus Lärchenholz, das noch von der alten Eisenbahnbrücke authentisch erhalten ist, früher einmal schwere Eisenbahnfahrzeuge überführt hat.

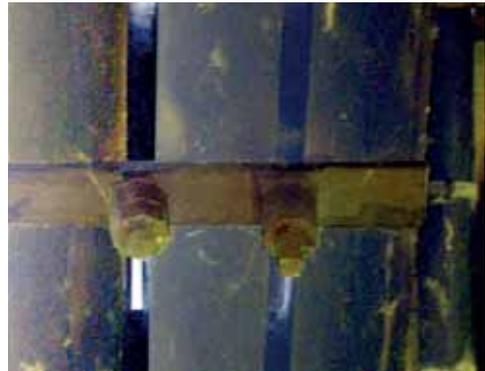
Auf dem Foto (Bild 1.2) ist eine Unterspannung des Mittelfelds zu sehen. Diese Unterspannung wurde bereits um 1880 als Eisenkonstruktion eingebaut, um das Mittelfeld der Eisenbahnbrücke zu versteifen und zu verstärken.



Endauflagerung der Brücke mit aufgefächerten Stützbalken, die die Druckkraft der drei letzten vor dem Endauflager stehenden Fachwerkdialagonalen zum Stützpfiler übertragen



Anschluss der Fachwerkdialagonalen am Obergurt, mit einer Eisenstange vorgespannt



Verankerung der Eisenstangen (gezeigt am Untergurt) mit Schrauben auf Eisenplatten

Bild 1.3: Details zum Holzfachwerk der Illerbrücke Kempten

Bei genauer Betrachtung des Holzfachwerks der Illerbrücke (Bild 1.3) ist die Klugheit der alten Baumeister erkennbar:

- Am Endauflager wird das Fachwerk von einem Fächer aus drei Balken zusätzlich gestützt. Das heißt, drei Fachwerkdialagonalen vor dem Ende des Untergurts geben ihre Druckkraft jeweils über einen der Fächerbalken direkt zum Stützpfiler ab, so dass die letzte Fachwerkdialagonale am Ende des Untergurts nur noch die verbliebene Auflagerkraft auf den Pfeiler abtragen muss. Damit wird die letzte Fachwerkdialagonale entlastet, was für den Baustoff Holz wichtig ist. Denn im Vergleich zu heutigen Stahlfachwerkbrücken muss die letzte Fachwerkdialagonale die gesamte Auflast auf das Endlager abtragen, was für den Baustoff Stahl problemlos möglich ist (Bild 3.1, Großbrücke).

- Der Anschluss der Fachwerkdigonalen an die Gurtbalken konnte mit den damaligen Holzverarbeitungswerkzeugen und Verbindungsmitteln nicht mit der nötigen Präzision und Passgenauigkeit hergestellt werden. Um dennoch einen festen Kraftschluss in dem Fachwerkknoten zu erreichen, wurden die Anschlussfugen durch eine Vorspannung mit Eisenstangen überdrückt (zusammengepresste Fugen). Die Eisenstangen wurden mit Schrauben und Eisenplatten auf den Gurtbalken verankert. Durch Anziehen der Schrauben ließ sich die Vorspannung nachregulieren.

Wegen der Brandgefahr – durch den Funkenflug der Dampflokomotiven noch erhöht – und wegen der geringen Dauerhaftigkeit wurden jedoch bald keine hölzernen Eisenbahnbrücken mehr gebaut. Die Bauingenieure der Eisenbahnen wandten sich ganz dem Steinbrückenbau zu.

1.2 Die Zeit der Gewölbebrücken

Der Stein als Natur- oder Ziegelstein war der zuverlässigste Baustoff der damaligen Zeit. Der Ziegelstein wurde bevorzugt, denn er konnte schneller verarbeitet werden als der Naturstein, der erst noch zeitraubend zu Quadern behauen werden musste.

Die erste deutsche Dampfeisenbahnstrecke von Nürnberg nach Fürth, eröffnet am 7. Dezember 1835, überquerte den Ludwigskanal schon über eine steinerne Brücke. Mit dem stürmischen Aufschwung der Eisenbahnen – das Streckennetz umfasste im Jahr 1860 in Deutschland bereits 11.633 km – mussten auch Tausende von Gewölbebrücken gebaut werden. Wege und Bäche wurden mit nur einem Bogen (Bild 1.4), überquert. Lichte Weiten bis 8 m waren beim einfachen Bogen am häufigsten.



Bild 1.4: Einzelgewölbe in Ziegelmauerwerk über einen Bachlauf im Bayerischen Wald, gebaut 1856

Noch heute liegen viele dieser ältesten Steingewölbe im Streckennetz der deutschen Eisenbahnen. Einige haben mehr als hundert Jahre lang ihre Dauerhaftigkeit eindrucksvoll bewiesen.

Nur dort, wo die Abdichtung des Gewölbes beschädigt ist und Wasser in die Fugen einsickern kann, tritt der Verfall des Gewölbes ein. Seltener ist aber dieser Verfall die Ursache für moderne Ersatzneubauten; häufiger sind es die breiter gewordenen Fahrbahnen der unterführten Straße oder auch der überführten Eisenbahn, die einen Neu- oder Umbau der alten Steingewölbe erforderlich machten (Bild 1.5).



Das Stirnmauerwerk hat sich durch den seitlichen Druck des Schotterbettes infolge der hohen Verkehrsbelastung über das Gewölbemauerwerk hinaus verschoben, so dass die Stand-sicherheit der Stirnmauern für die Fahrbahn gefährdet war.



Das Stirnmauerwerk wurde durch einen davor gesetzten Stahlbetonbalken gestützt und die Fahrbahn der zweigleisigen Strecke dabei gleichzeitig verbreitert. Außerdem erhielt die Mauerwerksoberfläche eine Spritzbeton-Verschaltung zum Schutz gegen weitere Verwitterung.

Bild 1.5: Gewölbebrücke von 1872, gemauert aus behauenen Natursteinen

Täler und Flüsse wurden mit Bogenreihen überquert (Bilder 1.6 und 1.22), wobei für Mittelöffnungen Weiten in der Regel bis 15 m, aber auch bis 30 m, gebaut wurden (Bild 1.7).



Bild 1.6: Gewölbereihe über ein niedriges Tal mit Bachlauf, gebaut 1860

Nach dem großen Erfolg und der guten Akzeptanz der 1. Auflage des „Handbuch Eisenbahnbrücken“ haben die Autoren der Neuauflage des Buches noch mehr Tiefe gegeben und weitere Hintergrundinformationen ergänzt.

Das vorliegende, komplett überarbeitete und deutlich erweiterte Handbuch begleitet den planenden und ausführenden Ingenieur sowie alle einschlägigen Fachexperten logisch und konsequent mit verständlich formulierten Empfehlungen und Planungsgrundsätzen und vollständig erneuerten Skizzen durch alle Planungsphasen bis hin zum fertigen Entwurf für eine Eisenbahnbrücke, der jeder rechnerischen und bahntechnischen Überprüfung genügt.

Nach einem geschichtlichen Rückblick auf den Eisenbahnbrückenbau informiert das Buch praxisnah und mit vielen Orientierungshilfen, Planungsgrundsätzen und Empfehlungen über Bauformen, Brückensysteme, Tragwerksformen, Unterbauten, Ausrüstungselemente sowie über Bauverfahren und Behelfs- und Hilfsbrücken. Besondere Schwerpunkte der Neuauflage sind die Themen Oberbau und Ausrüstung auf Brücken.

Die Autoren haben die Vielfalt der Regeln für die gute Konstruktion einer Eisenbahnbrücke systematisch und übersichtlich geordnet. Sie vermitteln ihr umfassendes Wissen aus jahrzehntelangen Erfahrungen in den Bereichen Planung, Bau und Instandhaltung von Eisenbahnbrücken den Ingenieuren in Eisenbahnunternehmen, Bauaufsichtsbehörden, Baufirmen und Ingenieurbüros sowie den Studenten in den Fakultäten des konstruktiven Ingenieurbaus.

ISBN 978-3-96245-154-7



9 783962 451547