



Bauingenieur-Praxis

Christoph Schmitz, Karlheinz Haveresch

Leitfaden Straßenbrücken

Entwurf, Baudurchführung, Erhaltung

2. Auflage

Leitfaden Straßenbrücken

Leitfaden Straßenbrücken

Entwurf, Baudurchführung, Erhaltung

Christoph Schmitz
Karlheinz Haveresch

2. Auflage

Autoren

Dipl.- Ing. Christoph Schmitz, Köln (in Pension)

Ehemaliger Dienstsitz:
Landesbetrieb Straßenbau NRW
Wildenbruchplatz 1
45888 Gelsenkirchen

Dr.- Ing. Karlheinz Haveresch

Die Autobahn GmbH des Bundes
Niederlassung Westfalen
Otto-Krafft-Platz 8
59065 Hamm

Titelbild: Talbrücke Nuttlar im Zuge der
A 46 bei Bestwig im Sauerland

Foto: Die Autobahn GmbH des Bundes

2. Auflage 2025

Alle Bücher von Ernst & Sohn werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

© 2025 Ernst & Sohn GmbH, Rotherstraße 21,
10245 Berlin, Germany

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Print ISBN: 978-3-433-03189-6

ePDF ISBN: 978-3-433-60824-1

ePub ISBN: 978-3-433-61023-7

oBook ISBN: 978-3-433-60823-4

Umschlaggestaltung: Petra Franke/Ernst & Sohn GmbH nach einem Entwurf von Sophie Bleifuß, Berlin

Satz: Newgen KnowledgeWorks (P) Ltd.,
Chennai, India

Druck und Bindung:

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Vorwort zur 2. Auflage 2025

Aufgrund der Einführung neuer Regelwerke, wie z.B. der RE-ING, der Fortschreibung der RAB-ING, der ZTV-ING usw. sowie der Einführung der Europäischen Normengeneration DIN EN 1990 bis DIN EN 1999 mit ARS Nr. 22/2012, wurde eine Neuauflage des „Leitfadens Straßenbrücken“ erforderlich. Die für einen Bauwerksentwurf erforderlichen Informationen aus den Bereichen Straßenplanung, Nachrechnung und Abbruch von Bauwerken wurden ergänzt.

Aufgrund der immer wieder erfolgenden Bekanntmachung aktualisierter, geänderter Regelungen und Vorschriften der o.g. Regelwerke kann das Werk naturgemäß keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit erheben. Es repräsentiert den Stand der Regelwerke zum Zeitpunkt der Bearbeitung des jeweiligen Kapitels. Aktuelle überarbeitete bzw. ergänzte Regelwerke, insbesondere diejenigen des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr BMDV, stehen auf der Homepage der Bundesanstalt für Straßenwesen BAST oder der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV zur Verfügung. Alle Ausführungen sind aber dennoch weiterhin eine detaillierte Zusammenstellung der wichtigsten Themen, die im Konstruktiven Ingenieurbau anfallen und die für die Arbeit von Bedeutung sind.

Basisgrundlage für die Neuauflage des Leitfadens ist der Umdruck „Allgemeine Entwurfsgrundsätze im Konstruktiven Ingenieurbau“, der alljährlich auf dem „Technischen Lehrgang der Regierungsbaureferendare des Straßenwesens bei der BAST“ verteilt wurde.

Das Buch soll sich auch weiterhin an entwerfende und ausschreibende Verwaltungen, Ingenieurbüros, Unternehmen und Studierende der Fachrichtung Bauingenieurwesen mit der Vertieferrichtung „Konstruktiver Ingenieurbau“ richten und diese bei ihrer Arbeit unterstützen.

Für Mitarbeiter in der Straßenplanung kann das Werk ebenfalls als nützliches Hilfsmittel dienen, da diese schon im frühen Stadium der Straßenplanung ein Brückenbauwerk möglichst gut in den Trassenverlauf einer Straße bzw. eines Verkehrsweges integrieren und entwickeln sollten, um in den folgenden späteren Planungsphasen die Bauwerksplaner nicht vor unlösbare oder kostenintensive

Aufgaben zu stellen. Daher sollten sie die Grundsätze der Normen und Richtlinien sowie die baulichen Grundsätze des Konstruktiven Ingenieurbaus bzw. des Brückenbaus kennen.

Köln und Hamm, Oktober 2024

*Christoph Schmitz
Karlheinz Haveresch*

Hinweis des Verlages

Die 1. Auflage des „Leitfaden Straßenbrücken“ wurde von der Leserschaft dankbar angenommen und erreichte eine weite Verbreitung. Als eine Überarbeitung und Aktualisierung für die Neuauflage notwendig wurden, waren die beiden Initiatoren und Autoren, Dipl.-Ing. Ernst-August Kracke und Dipl.-Ing. Klaus Lodde, ehem. Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau, Hannover, leider verstorben.

Mit Dipl.-Ing. Christoph Schmitz und Dr.-Ing. Karlheinz Haveresch konnte der Verlag ebenso kompetente Autoren gewinnen, um dieses Werk fortzuführen und mit großem Engagement die 2. Auflage vorzubereiten und zu publizieren.

Vorwort zur 1. Auflage 2011

Für den Straßenbrückenbau in Deutschland gilt ein komplexes Vorschriftenwerk. Ziel des vorliegenden Buches ist es, einen Überblick über dieses Vorschriftenwerk zu geben. Grundgedanke ist dabei, die konstruktiven Forderungen verschiedener Vorschriften für einzelne Bauteile zusammengefasst zur Verfügung zu stellen. Dementsprechend wurde die Gliederung des Buches nach Bauteilen vorgenommen. Jedoch werden, um zunächst wichtige Grundlagen aufzuführen, die Kapitel „Technische Regelwerke“, „Allgemeine Einführung Straßenbrücken“ und „Bauwerksentwurf“ vorangestellt.

Wichtigste Basis für den Inhalt des Buches ist das Handbuch für den Brücken und Ingenieurbau im Bundesfernstraßenbau und daraus insbesondere die Richtzeichnungen für Brücken und Ingenieurbauwerke (RiZ-ING) sowie die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING).

Die Richtzeichnungen enthalten bewährte Lösungen für immer wiederkehrende konstruktive Detailpunkte. Sie werden durch den Arbeitskreis „Richtzeichnungen“ auf Bund/Länderebene unter Federführung der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) entworfen und fortgeschrieben. In den ZTV-ING werden Anforderungen an die Herstellung und Verarbeitung von Baustoffen, Baustoffsystemen und Bauteilen festgelegt, die stellenweise von den Normen (DIN-Fachberichte) abweichen. Die Beachtung beider Regelwerke ist sowohl für Entwurf und Baudurchführung als auch Erhaltung unerlässlich.

Das Buch richtet sich an entwerfende und ausschreibende Verwaltungen, an Ingenieurbüros, bauausführende Unternehmen sowie an Studenten des Bauingenieurwesens mit der Vertiefung „Konstruktiver Ingenieurbau“.

Hannover, Januar 2011

*Ernst-August Kracke
Klaus Lodde*

Inhaltsverzeichnis

Über die Autoren *xxi*

1	Allgemeines	1
1.1	Definitionen	2
1.1.1	Brücke	2
1.1.2	Durchlässe	2
1.1.3	Verkehrszeichen- und Signalbrücken	2
1.1.4	Stützbauwerke	2
1.1.5	Lärmschutzbauwerke	3
1.1.6	Sonstige Bauwerke	3
1.1.7	Trogbauwerke	3
1.1.8	Tunnel	3
1.2	Die Brücken des Bundesfernstraßennetzes	3
1.3	Brückenelemente	7
2	Technische Regelwerke	9
2.1	Übersicht über die Regelwerksstruktur	9
2.2	Sachgebiet Entwurf	13
2.2.1	Richtlinien für den Entwurf und die Ausbildung von Ingenieurbauwerken (RE-ING)	13
2.2.2	Richtlinien für das Aufstellen von Bauwerksplanungen von Ingenieurbauten (RAB-ING)	15
2.2.3	Regelungen und Richtlinien für die Berechnung und Bemessung von Ingenieurbauten (BEM-ING)	19
2.2.4	Bau, Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln	21
2.2.5	Richtzeichnungen für Ingenieurbauten (RiZ-ING)	22
2.2.6	Militärische Infrastruktur und zivile Verteidigung (MIZ)	23
2.3	Sachgebiet Baudurchführung	31
2.3.1	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten (ZTV-ING)	31
2.3.2	Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Ingenieurbauten (TL/TP-ING)	34

2.3.3	Merkblatt für die Bauüberwachung von Ingenieurbauten (M-BÜ-ING)	38
2.4	Sachgebiet Erhaltung	38
2.4.1	Richtlinien für die Erhaltung von Ingenieurbauten (RI-ERH-ING)	41
2.4.2	Anweisung Straßeninformationsbank, Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING)	56
2.4.3	ZTV-Funktion-ING	58
2.5	Europäische Normung, Allgemeines	58
2.5.1	DIN EN 1991-2 Einwirkungen auf Tragwerke – Verkehrslasten auf Brücken	61
2.5.1.1	Lasten aus Bremsen und Anfahren	65
2.5.1.2	Zentrifugallasten	66
2.5.1.3	Lasten auf die Kammerwand	67
2.5.1.4	Lastmodelle für Hinterfüllungen, Vertikallasten	67
2.5.1.5	Ermüdungslasten	68
2.5.1.6	Anpralllasten – Anprall an Pfeiler	70
2.5.1.7	Anprall an Überbauten	71
2.5.1.8	Einwirkungen auf Geländer	71
2.5.1.9	Anpralllasten auf Schrammborde	72
2.5.1.10	Anpralllasten auf Schutzeinrichtungen	72
2.5.1.11	Lasten auf Kappenbereichen bzw. Geh-/Radwegbrücken	73
2.5.1.12	Militärische Lasten	74
2.5.2	DIN-Fachbericht 100, DIN EN 1992-2 Beton, Stahlbeton, Spannbeton	77
2.5.2.1	Beton	77
2.5.2.2	Betonstahl	91
2.5.2.3	Spannbeton	92
2.5.2.4	Quervorspannung	97
2.5.2.5	Kriechen und Schwinden	97
2.5.3	DIN EN 1993-2 Stahl	98
2.5.4	DIN EN 1994-2 Stahl-Beton-Verbund	111
2.5.5	DIN EN 1995-2 Holz	113
2.5.6	DIN EN 1999 Aluminium	116
3	Grundlagen	119
3.1	Grundsätze	119
3.2	Streckenplanung nach RE 2012	121
3.2.1	Allgemeines	121
3.2.2	Bedarfsplanung	122
3.2.3	Bundesverkehrswegeplan (BVWP)	123
3.2.4	Vorplanung	125
3.2.5	Linienbestimmung	126

3.2.6	Entwurfsplanung	127
3.2.7	Genehmigungsplanung	128
3.2.8	Planfeststellung	128
3.2.9	Ausführungsplanung und Ausführungsentwurf	128
3.2.10	Entwurfsprüfung, Bedeutung des Gesehen-Vermerks, Genehmigung	129
3.2.11	Entwurf von Straßenbrücken	135
4	Überbauquerschnitte	151
4.1	Allgemeines	151
4.2	Betonüberbauten	153
4.2.1	Platte	156
4.2.2	Plattenbalken	158
4.2.2.1	Einstegiger Plattenbalken	158
4.2.2.2	Zweistegiger Plattenbalken	160
4.2.2.3	Mehrstegiger Plattenbalken	161
4.2.3	Kastenquerschnitt (Hohlkasten)	162
4.2.4	Überbauten aus Betonfertigteilen	165
4.2.5	Trogquerschnitt	170
4.3	Stahlverbundüberbauten	170
4.3.1	Allgemeines	170
4.3.2	Verbundquerschnitte mit eng liegenden Hauptträgern	172
4.3.3	Verbundquerschnitte mit zwei Kästen	173
4.3.4	Verbundquerschnitte mit einem Kasten	175
4.3.5	VFT-Träger	177
4.3.6	Walzträger im Beton (WIB-Träger)	180
4.4	Stahlüberbauten	183
5	Tragwerksarten und Brückensysteme	187
5.1	Allgemeines	187
5.2	Grundrissform	189
5.3	Lage des Bauwerks zum Verkehrsweg und im Gelände	190
5.4	Tragwerksformen	191
5.4.1	Durchlässe	192
5.4.2	Wellstahlrohre	192
5.4.3	Gewölbebrücken, Viadukte	193
5.4.4	Balkenbrücken	196
5.4.5	Rahmen, Sprengwerke, Integrale Brücken	196
5.4.6	Grünbrücken	199
5.4.7	Bogenbrücken	202
5.4.7.1	Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn	203
5.4.7.2	Stabbogenbrücken	205
5.4.8	Fachwerkträger	207

5.4.9	Schräggabel-/Schrägseilbrücken	208
5.4.10	Hängebrücken	211
5.4.11	Bewegliche Brücken	213
5.4.12	Behelfsbrücken	218
5.4.13	Verkehrszeichenbrücken (VZB) und Geräteträgerbrücken (GTB)	224
6	Unterbauten	245
6.1	Allgemeines	245
6.2	Pfeiler, Stützen	245
6.3	Widerlager	255
6.3.1	Allgemeines	255
6.3.2	Regelabmessungen der Widerlagerwand und Auflagerbank	258
6.3.3	Kammerwand	258
6.3.4	Schürze	258
6.3.5	Flügel	260
6.3.6	Spundwandwiderlager	268
6.3.7	Gestaltung	269
6.3.8	Hinterfüllung	273
6.3.9	Vogeleinflugschutz	281
6.3.10	Sonderform Widerlager	284
6.4	Gründungen	285
6.4.1	Allgemeines	285
6.4.2	Geotechnischer Bericht (Baugrundgutachten)	289
6.4.3	Bodenarten	291
6.4.4	Geotechnische Untersuchungen	291
6.4.5	Bodenkennwerte	294
6.4.6	Homogenbereiche	294
6.4.7	Erddruck	296
6.4.8	Standicherheit	296
6.4.9	Setzungen	296
6.4.10	Aufnehmbarer Sohldruck	297
6.4.11	Geländebruch, Grundbruch	299
6.4.12	Gleiten, Kippen	300
6.4.13	Hydraulischer Grundbruch	300
6.4.14	Auftrieb	302
6.5	Gründungsarten	302
6.5.1	Flachgründung	302
6.5.2	Rütteldruckverdichtung	305
6.5.3	Rüttelstopfverdichtung	307
6.5.4	Tiefgründungen/Pfahlgründungen	307
6.5.4.1	Probebelastungen	309
6.5.4.2	Beanspruchung der Pfähle	311
6.5.4.3	Konstruktionsregeln für Pfahlböcke	311

6.5.4.4	Rammpfähle	312
6.5.4.5	Ortbetonrammpfähle	315
6.5.4.6	Bohrpfähle	317
6.5.4.7	Sonderkonstruktionen: Brunnen und Senkkästen	320
6.6	Baugruben, Baugrubensicherungen	324
6.6.1	Baugrubensicherungen	324
6.6.1.1	Verankerungsarten	324
6.6.1.2	Rundstahlanker	324
6.6.1.3	Verpressanker	324
6.6.1.4	Mikropfähle/Kleinbohrpfähle (Durchmesser ≤ 300 mm)	325
6.6.1.5	Gerammter Ankerpfahl (MV-Anker)	326
6.6.1.6	Verpressmantelpfahl (VM-Pfahl)	327
6.6.1.7	Rüttelinjektionspfahl (RI-Pfahl)	327
6.6.2	Baugrubenverbau	327
6.6.2.1	Spundwände	327
6.6.2.2	Trägerbohlwand	329
6.6.2.3	Bohrpfahlwand	331
6.6.2.4	Schlitzwand	333
6.6.3	Wasserhaltung	336

7	Bauverfahren, Herstellungsart	339
7.1	Allgemeines	339
7.2	Schalungen für Unterbauten	345
7.2.1	Schalungen für Widerlager	345
7.2.2	Schalungen für Pfeiler	346
7.3	Traggerüste für Betonüberbauten	347
7.3.1	Ortsfestes Traggerüst	347
7.3.2	Fahrbare Traggerüste	350
7.3.3	Vorschubgerüst, Vorschubrüstung	351
7.3.4	Freivorbau mit Rüstträgern	354
7.3.5	Taktschiebeverfahren	361
7.3.6	Herstellung aus Fertigteilen	368
7.3.7	Überhöht hergestellter Überbau	369
7.4	Bau von Stahl- und Stahlverbundbrücken	369
7.4.1	Allgemeines	369
7.4.2	Taktschiebeverfahren	373
7.4.3	Herstellen der Fahrbahnplatte	376
7.4.4	Einschieben, Einschwimmen, Einheben	376

8	Brückenabdichtungen und -beläge	379
8.1	Allgemeines	379
8.2	Abdichtungen und Beläge in der Vergangenheit	381
8.3	Heutige Abdichtungen und Beläge auf Brücken	382

8.3.1	Abdichtung und Beläge auf Betonfahrbahnplatten	382
8.3.2	Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus einer Bitumen-Schweißbahn (einlagig)	385
8.3.3	Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus zwei Bitumen-Schweißbahnen	387
8.3.4	Brückenbeläge auf Beton mit einer Dichtungsschicht aus Flüssigkunststoff	389
8.3.5	Fugenausbildung am Schrammbord	392
8.3.6	Randanschlüsse	394
8.4	Abdichtungen und Beläge auf Stahlfahrbahnen	398
8.4.1	Allgemeines	398
8.4.2	Brückenbeläge auf Stahl mit einem Dichtungssystem	399
8.4.3	Fugenausbildung am Schrammbord	401
8.4.4	Reaktionsharzgebundene Dünnbeläge auf Stahl (RHD-Deckschichten)	402
8.5	Weitere Abdichtungssysteme und Beläge auf Brücken	403
8.5.1	Abdichtungssystem aus Polymethylmethacrylat (PMMA)	403
8.5.2	Offenporige Asphalt-Beläge (OPA)	405
8.5.3	Lärmgeminderte Asphaltbeläge	407
8.5.4	Abdichtungssysteme aus hohlraumreichen Asphaltträgergerüsten mit nachträglicher Verfüllung für Ingenieurbauten aus Beton (HANV)	410
8.5.5	Betondeckschichten auf kurzen Brücken	415
8.6	Zusammenstellung der zulässigen Baustoffe	416
9	Bauwerksfugen	427
9.1	Allgemeines	427
9.2	Fugenarten	429
9.2.1	Arbeitsfugen	429
9.2.2	Bewegungsfugen (Raumfugen)	431
9.2.3	Pressfugen	433
9.2.4	Abschluss des Überbaus bei kleinen Bewegungen	435
9.3	Fugenbänder	436
9.3.1	Allgemeines	436
9.3.2	Arbeitsfugenbänder (Typ A)	436
9.3.3	Raum-, Press- und Scheinfugenbänder (Typ FM oder AM)	437
9.3.4	Fugenabdeckbänder	437
9.3.5	Injektionsfugenbänder	440
9.4	Verbindungen von Fugenbändern auf der Baustelle	441
9.5	Fugenabstände	443
10	Entwässerung und Leitungen an Brücken	445
10.1	Allgemeines	445
10.2	Werkstoffe für Rohrsysteme und Entwässerungseinrichtungen	448

10.2.1	Allgemeines	448
10.2.2	SML-, BML-Rohre	448
10.2.3	GFK-Rohre	448
10.2.4	Edelstahl-Rohre	449
10.2.5	Schraubverschlüsse, Rohrverbinder, Befestigungen u.a.	452
10.2.6	Abläufe	452
10.3	Entwässerung	453
10.3.1	Entwässerung im Bauwerksbereich	453
10.3.2	Entwässerung der Hinterfüllung	454
10.3.3	Entwässerung der Widerlager	454
10.3.4	Entwässerung von Kastenquerschnitten	454
10.3.5	Tropftüllen	454
10.3.6	Abläufe auf Brücken	456
10.3.7	Querleitungen	461
10.3.8	Längsleitungen	462
10.3.9	Fallleitungen	462
10.3.10	Anschluss an die Streckenentwässerung	463
10.3.11	Rohraufhängung/Rohrauflagerung	464
10.3.12	Elektrische Anlagen in Kastenquerschnitten und Blitzschutz	464
10.4	Leitungen Dritter in und an Brücken	466
10.4.1	Wasser- und Abwasserleitungen	467
10.4.2	Elektrizitäts- und Fernmeldeleitungen	467
10.4.3	Gasleitungen	468
10.4.4	Überwachung und Prüfung der Leitungen	468
11	Fahrbahnübergänge	469
11.1	Allgemeines	469
11.2	Anforderungen	471
11.3	Geräuschminderungsmaßnahmen	474
11.4	Einbau, Einbauprotokoll	478
11.5	Fahrbahnübergangsarten	478
11.5.1	Vergangenheit und Arten der Fahrbahnübergänge	478
11.5.2	Kein Fahrbahnübergang	480
11.5.3	Fahrbahnübergänge aus Asphalt	483
11.5.4	Unterflurübergänge	486
11.6	Wasserdurchlässige Konstruktionen	488
11.6.1	Rollverschlüsse, Schleppblechkonstruktionen	488
11.6.2	Fingerübergänge	490
11.7	Wasserundurchlässige Konstruktionen	493
11.7.1	Mattenkonstruktionen	493
11.7.2	Lamellenkonstruktionen mit einem Dehnprofil	495
11.7.3	Lamellenkonstruktionen mit mehreren Dehnprofilen	498
11.7.4	Ausführungsbeispiele	506

12	Lager	507
12.1	Allgemeines	507
12.2	Regelungen, Normung	509
12.3	Lagerung, Lagerungsarten	513
12.3.1	Einfeldbauwerk	519
12.3.2	Mehrfeldbauwerk	520
12.3.3	Gekrümmte Bauwerke	521
12.3.4	Elastische Lagerung, schwimmende Lagerung	523
12.3.5	Lagerung mit Festpfeilergruppe	524
12.4	Lagerarten	525
12.4.1	Gelenke	525
12.4.2	Lager der Vergangenheit	526
12.4.2.1	Rollenlager	527
12.4.2.2	Burkhardt-Rollenlager	528
12.4.2.3	Linienkipplager	528
12.4.2.4	Punktkipplager	529
12.4.2.5	Nadel- und Stelzenlager	529
12.4.3	Heutige Lager	530
12.4.3.1	Kalottenlager	530
12.4.3.2	Topflager	534
12.4.3.3	Elastomer- bzw. Verformungslager	536
12.4.3.4	Führungslager	542
12.5	Lagerzubehör	544
12.5.1	Faltenbalg	544
12.5.2	Typenschild	545
12.5.3	Lagerstellungsanzeiger	546
12.5.4	Pressenanordnung	547
12.5.5	Lagerprotokoll	549
12.6	Prüfung der Lager nach DIN 1076 und RI-EBW-PRÜF	550
13	Kappen	551
13.1	Allgemeines	551
13.2	Kappensysteme der Vergangenheit	552
13.3	Regelwerke und Regelungen	553
13.4	Kappenarten	556
13.4.1	Außenkappen	559
13.4.2	Mittelkappen	559
13.4.3	Kappen mit Brüstungswänden	561
13.4.4	Kappen mit Berührungsschutz	563
13.4.5	Sonderformen	568
13.4.5.1	Schrammbord aus Granit	568
13.4.5.2	Kappenverankerung mit Tellerankern	568

13.4.5.3	Verankerung bestehender Kappen	571
13.4.6	Kappen mit Beleuchtungseinrichtungen	572
14	Schutzeinrichtungen, Fahrzeug-Rückhaltesysteme	573
14.1	Allgemeines	573
14.2	Fahrzeug-Rückhaltesysteme in der Vergangenheit	574
14.3	Regelwerke	576
14.3.1	DIN EN 1317 Rückhaltesysteme an Straßen	577
14.3.2	DIN EN 1991-2 Lastannahmen für Brücken	581
14.3.3	Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS) und ARS Nr. 28/2010	583
14.3.4	Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme	588
14.3.5	Weitere Empfehlungen	590
14.3.6	RE-ING	594
14.3.7	ZTV-ING	594
14.4	Fahrzeug-Rückhaltesysteme unter Bauwerken	596
14.5	Arten von Fahrzeug-Rückhaltesystemen	598
14.5.1	Stahlschutzplanken	598
14.5.2	Betonschutzwände	598
14.6	Technische Übersichtsliste der BAST	599
15	Geländer	609
15.1	Allgemeines	609
15.2	Regelungen	610
15.3	Einwirkungen auf Geländer	611
15.4	Werkstoffe für Geländer	615
15.4.1	Stahlgeländer	615
15.4.2	Aluminiumgeländer	616
15.5	Handlauf für Geländer	618
15.6	Pfostenverankerung	619
15.7	Absturzsicherung, Übersteigbehinderung	622
15.7.1	Horizontale Absturzsicherung	622
15.7.2	Vertikale Absturzsicherung	622
16	Lärmschutzwände auf Brücken	629
16.1	Allgemeines	629
16.2	Regelwerke und Regelungen	629
16.3	Übergang Brücke/Strecke	634
16.4	Anschluss an andere Bauwerke	634
16.5	Pfosten und Pfostenverankerungen	635
16.6	Handlauf	637

17	Korrosionsschutz	639
18	Brückenprüfung	651
18.1	Allgemeines	651
18.2	Bauwerksprüfungen und Bauwerksüberwachung nach DIN 1076	654
18.2.1	Hauptprüfung	654
18.2.2	Einfache Prüfung	654
18.2.3	Prüfung aus besonderem Anlass, Sonderprüfung	655
18.2.4	Prüfung nach besonderen Vorschriften	655
18.2.5	Besichtigung	655
18.2.6	Laufende Beobachtung	656
18.3	Unterlagen für die Prüfung und Überwachung	656
18.3.1	Bauwerksverzeichnis	656
18.3.2	Bauwerksbuch	656
18.3.3	Bauwerksakte	656
18.4	Protokollierung der Bauwerksprüfung nach RI-EBW-PRÜF	657
18.4.1	Allgemeines	657
18.4.2	Schadenserfassung nach RI-EBW-PRÜF	658
18.4.3	Schadensbewertung nach RI-EBW-PRÜF	659
18.4.3.1	Verkehrssicherheit	659
18.4.3.2	Standssicherheit	661
18.4.3.3	Dauerhaftigkeit	662
18.4.3.4	Zustandsnoten	663
18.4.3.5	Substanzkennzahl	667
18.5	Durchführung der Bauwerksprüfung	667
18.6	Bauliche Durchbildung und Ausstattung, Zugänglichkeit	669
18.6.1	Brücken mit Kastenquerschnitt	670
18.6.2	Widerlager	675
18.6.3	Pfeiler	676
18.6.4	Pylone, Seile und Verankerungen	678
18.6.5	Türen und Öffnungen	679
18.6.6	Anforderungen an stationäre Einrichtungen	683
18.6.7	Messpunkte	685
19	Instandsetzungsplanung	691
19.1	Allgemeines	691
19.2	Richtlinie für die strategische Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Ingenieurbauwerken (RPE-ING)	693
19.2.1	Allgemeines	693
19.2.2	Erhaltungsstrategien	695
19.2.2.1	Erhaltungsstrategie mit kontrollierter Schadensentwicklung	695
19.2.2.2	Erhaltungsstrategie mit regelmäßigen Intervallen	695

- 19.2.2.3 Kombinierte Erhaltungsstrategien 696
- 19.2.2.4 Zeitliche Alterung der Bauwerke 698
- 19.2.2.5 Mögliche Eingriffszeiträume, strategische Erhaltungsplanung, Erhaltungsbedarfsprognose 699
- 19.3 Betrachtungen auf Objekt- und Netzebene 700
- 19.4 Traglastindex 702
- 19.5 Bewertung der Varianten nach RI-WI-BRÜ 708
- 19.6 Richtlinien für die einheitliche Gestaltung von Erhaltungsentwürfen im Straßenbau (RE-Erhaltung) 710
- 19.7 Richtlinie für das Aufstellen von Bauwerksplanungen für Ingenieurbauten (RAB-ING) 711

20 Nachrechnung und Verstärkung von Brücken 717

- 20.1 Allgemeines 717
- 20.2 Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand (Nachrechnungsrichtlinie [NRR]) 721
 - 20.2.1 Allgemeines 721
 - 20.2.2 Durchführung der Nachrechnung 725
 - 20.2.3 Ziellastniveau 727
 - 20.2.4 Aufgabenpakete 734
 - 20.2.4.1 Bestandserfassung 734
 - 20.2.4.2 Statische Nachrechnung 736
 - 20.2.4.3 Nachrechnung Stufe 1 737
 - 20.2.4.4 Bemessungsergebnisse Betonbrücken 740
 - 20.2.4.5 Bemessungsergebnisse Stahl- und Verbundbrücken 747
 - 20.2.4.6 Bemessungsergebnisse Unterbauten 751
 - 20.2.4.7 Nachrechnung Stufe 2 752
 - 20.2.4.8 Nachrechnung Stufe 3 757
 - 20.2.4.9 Nachrechnung Stufe 4 759
 - 20.2.5 Abschließendes Vorgehen, Variantenuntersuchungen 761
 - 20.2.6 Dokumentation der Nachrechnung 765
- 20.3 Tragwerksverstärkungen 767
 - 20.3.1 Allgemeines 767
 - 20.3.2 Externe Vorspannung 769
 - 20.3.3 Schubverstärkung 771
- 20.4 Koppelfugen 772
- 20.5 Spannungsrissskorrosionsgefährdeter Spannstahl, Ankündigungsverhalten bei Spannstahlausfall 776

21 Rückbau und Abbruch von Ingenieurbauwerken 781

- 21.1 Allgemeines 781
- 21.2 Vorüberlegungen, Planungen des Abbruchs 782
- 21.3 Kriterien für die Auswahl des Abbruchverfahrens 783

21.4	Vorbereitung des Abbruchs	784
21.5	Konventioneller Abbruch	784
21.6	Abbruch durch Hebetchnik	792
21.7	Rückbau mittels Kran	793
21.8	Sprengen	794
21.9	Ausschwimmen	795
21.10	Verwertung bzw. Entsorgung der Abbruchmaterialien	795
21.11	Konstruktive Besonderheiten bei Teilabbrüchen	799

Literatur 801

Inserentenverzeichnis 805

Index 807

Über die Autoren

Dipl.-Ing. Christoph Schmitz hat an der RWTH Aachen das Bauingenieurstudium abgeschlossen. Von 1984 bis 1986 leistete er beim Landschaftsverband Westfalen-Lippe, Straßenbauverwaltung, ein Referendariat und legte die Große Staatsprüfung ab. Von 1986 bis 1989 war er Leiter der Gruppe Bau am Landesstraßenbauamt Hagen. Von 1989 bis zur Pensionierung 2021 war er in der Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau der Straßenbauverwaltung beim Landschaftsverband Westfalen-Lippe in Münster bzw. der Nachfolgeorganisation Landesbetrieb Straßenbau NRW an den Betriebssitzen Münster bzw. Gelsenkirchen tätig. Im Rahmen seiner Aufgaben war er in die Erstellung und Prüfung von Bauwerksentwürfen für die Regionalniederlassungen Südwestfalen, Sauerland-Hochstift und zeitweise auch Ostwestfalen-Lippe und Münsterland eingebunden. Daneben war er viele Jahre Referent für „Allgemeine Entwurfsgrundsätze im Konstruktiven Ingenieurbau“ beim „Technischen Lehrgang für Baureferendare des Straßenwesens“ der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), zum gleichen Thema Vortragender an der FH Münster sowie Organisator der „Seminare zum Konstruktiven Ingenieurbau“ der Vereinigung der Straßenbau- und Verkehrsingenieure (VSVI-NRW). Er arbeitet nach wie vor in Arbeitsausschüssen beim DIN (Lager im Bauwesen, Lastannahmen), bei der BASt (Fahrbahnübergänge, Lager) und beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr BMDV (RE-ING, RAB-ING) mit.

In zahlreichen Veröffentlichungen, insbesondere zu Brücken mit externer Vorspannung und zu Stahlverbundbrücken, stellte er der Fachwelt sein Wissen zur Verfügung. 2004 erschien das Buch „Die Ruhrbrücken – von der Quelle bis zur Mündung, zwischen einst und jetzt“, wofür ihm der Ehrenpreis der VSVI-NRW verliehen wurde.

Dr.-Ing. Karlheinz Haveresch studierte 1982 bis 1987 Bauingenieurwesen an der RWTH Aachen und war anschließend 1988 bis 1990 beim Landschaftsverband Westfalen-Lippe tätig. Von 1990 bis 1994 war er wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl und Institut für Massivbau der RWTH Aachen, wo er sich 1994 promovierte. Er war von 1994 bis 2020 in leitender Funktion bei der Straßenbauverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen tätig und ist seit 2021 Leiter der Abteilung

Konstruktiver Ingenieurbau bei der Autobahn GmbH des Bundes, NL Westfalen, Hamm.

Seit 1999 ist er außerdem Obmann des Sachverständigenausschusses „Spannverfahren“ beim DIBt, und seit 2005 Obmann des Normenausschusses „Betonbrücken“ beim DIN. Haveresch ist Autor bzw. Koautor zahlreicher Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und im Beton-Kalender.

1

Allgemeines

Brücken sind faszinierende und technisch anspruchsvolle Bauwerke. Sie haben für das Funktionieren einer modernen Verkehrsinfrastruktur höchste Bedeutung und beeinflussen nicht selten das Erscheinungsbild im Umfeld von Städten und Landschaften (Abb. 1.1). Einschränkungen der Nutzung von Brücken haben in der Regel für die Verkehrsteilnehmer und die Menschen in einer betroffenen Region einschneidende Folgen.

Aus dem beschriebenen, komplexen Anforderungsprofil an Brücken ergibt sich für die Ingenieure die sehr reizvolle Aufgabe, optimierte Tragkonstruktionen mit funktionsgerechter und ästhetischer Gestaltung zu entwerfen und mit hoher Qualität zu bauen.

Nach Inbetriebnahme des Brückenbauwerks schließt sich die nicht minder anspruchsvolle und wichtige Aufgabe der Bauwerkserhaltung an, denn die Aufrechterhaltung der uneingeschränkten Nutzung einer Brücke über möglichst lange Zeit ist für die Mobilität auf den stark befahrenen Verkehrswegen in Deutschland von höchster gesamtwirtschaftlicher Bedeutung.

Infolge der enormen Zunahme des Schwerverkehrs auf den Straßen hat sich für Brückenbauingenieure in den letzten Jahren eine weitere, große Aufgabe



Abb. 1.1 Siegtalbrücke im Zuge der A 45 Sauerlandlinie bei Siegen. Quelle: Strassen.NRW.

herausgebildet – die Brückenertüchtigung (s. Kap. 20). Damit sind die Nachrechnung und Verstärkung älterer Brücken gemeint mit dem Ziel, die ursprünglich schwächer bemessenen, älteren Tragwerke auch zukünftig noch in vollem Umfang für den Verkehr nutzen zu können. Gelingt dies mit vernünftigem finanziellen Einsatz nicht, muss die betroffene Brücke durch einen Neubau ersetzt werden.

Diese beschriebenen Aufgabenbereiche – Entwurf, Baudurchführung und Erhaltung – sind durch große Herausforderungen an die beteiligten Ingenieure mit dem intensiven Streben nach kreativen Lösungsansätzen und Innovationen gekennzeichnet.

1.1 Definitionen

Zu Brücken, Durchlässen und Tunnel gibt es in der DIN 1076, Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung, Ausgabe 11.1999, die folgenden Definitionen:

1.1.1 Brücke

Brücken sind Überführungen eines Verkehrsweges über einen anderen Verkehrsweg, über ein Gewässer oder tiefer liegendes Gelände, wenn ihre lichte Weite rechtwinklig zwischen den Widerlagern gemessen 2,00 m oder mehr beträgt.

1.1.2 Durchlässe

Als Durchlässe gelten Bauwerke mit einer Öffnung oder einer lichten Weite von weniger als 2,00 m, rechtwinklig zwischen den Widerlagern oder Wandungen gemessen, soweit die Standsicherheit mit einer Standsicherheitsberechnung nachzuweisen ist.

1.1.3 Verkehrszeichen- und Signalbrücken

Verkehrszeichenbrücken sind Tragkonstruktionen, an denen Schilder/Zeichengeber über dem Verkehrsraum befestigt werden. Zu den Verkehrszeichenbrücken zählen auch entsprechende Tragkonstruktionen mit einseitiger oder beidseitiger Auskragung sowie Konstruktionen, die portalartig ganz oder teilweise über die Fahrbahn reichen.

1.1.4 Stützbauwerke

Stützbauwerke sind Ingenieurbauwerke, die eine Stützfunktion gegenüber dem Erdreich, dem Straßenkörper oder Gewässer ausüben und eine sichtbare Höhe von 1,50 m oder mehr aufweisen.

1.1.5 Lärmschutzbauwerke

Lärmschutzbauwerke sind Wände mit der Funktion von Lärmschirmen, die eine sichtbare Höhe von 2,00 m oder mehr aufweisen.

1.1.6 Sonstige Bauwerke

Als sonstige Ingenieurbauwerke gelten alle Bauwerke, für die ein Einzelstandsicherheitsnachweis erforderlich ist, wie z.B. Rohr- und Bandstraßenbrücken, Regenrückhaltebecken aus Stahlbeton, Schachtbauwerke.

1.1.7 Trogbauwerke

Trogbauwerke sind Stützbauwerke (auch Rampenbauwerke) und/oder Grundwasserwannen, die aus Stützwänden mit einer geschlossenen Sohle bestehen.

1.1.8 Tunnel

Tunnel sind dem Straßenverkehr dienende Bauwerke, die unterhalb der Erd- oder Wasseroberfläche liegen und in geschlossener Bauweise hergestellt werden oder bei offener Bauweise länger als 80 m sind. Zu den Tunneln gehören auch die für Bau und Betrieb erforderlichen Nebenanlagen, soweit sie baulich integrierte Bestandteile des Tunnelbauwerks sind.

Weiterhin gelten folgende Bauwerke ab einer Länge von 80 m als Straßentunnel:

- teilabgedeckte unter- oder oberirdische Verkehrsbauwerke (z.B. mit geschlitzten Decken, Rasterdecken),
- oberirdische Einhausungen von Straßen (z.B. Lärmschutzeinhausungen), Kreuzungsbauwerke mit anderen Verkehrswegen, Galeriebauwerke.

1.2 Die Brücken des Bundesfernstraßennetzes

Zum 01.01.2023 umfasste das Gesamtstraßennetz in der Bundesrepublik Deutschland 830 147 km. Davon waren 230 147 km überörtliche Straßen, 51 866 km (6,2 %) Bundesfernstraßen (BAB und B), 178 281 km (21,5 %) Landes- und Kreisstraßen. Im gesamten Straßennetz gab es etwa 120 000 Brücken.

In den Bundesfernstraßen gab es zum 01.03.2023 40 131 Brücken, die eine Länge von 2138 km hatten und eine Fläche von 30,81 Mio. m² bedeckten (Abb. 1.2 bis 1.4). Im kommunalen Straßennetz gibt es etwa 66 700 Brücken. Die meisten Brücken haben eine Länge von 5–30 m. Großbrücken mit Längen über 100 m repräsentieren von der Anzahl her etwa 7,5 % des Bestandes, mit 15 Mio. m² haben sie aber hier einen Anteil von 50 % an der Gesamtfläche (Abb. 1.5).

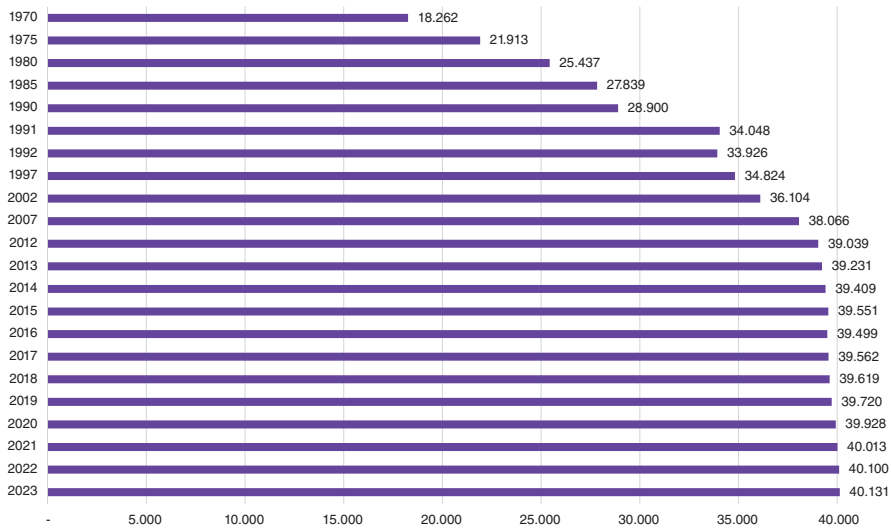


Abb. 1.2 Bestandsentwicklung der Bauwerke der Bundesfernstraßen; Stand 01.09.2023. Quelle: BASt.

Das Anlagevermögen der Bundesfernstraßen beläuft sich auf ca. 242,1 Mrd. €, das der kommunalen Straßen auf ca. 332,6 Mrd. €. Das Anlagevermögen der Brücken in den Bundesfernstraßen beläuft sich auf etwa 77 Mrd. €, Brücken repräsentieren also etwa 32 % des Anlagevermögens der Bundesfernstraßen.

Die Alterungsstruktur der Brücken in den Bundesfernstraßen geht aus Abb. 1.6 hervor. Ersichtlich ist, dass es von 1960 bis 1985 zu einem Bauboom kam. In dieser

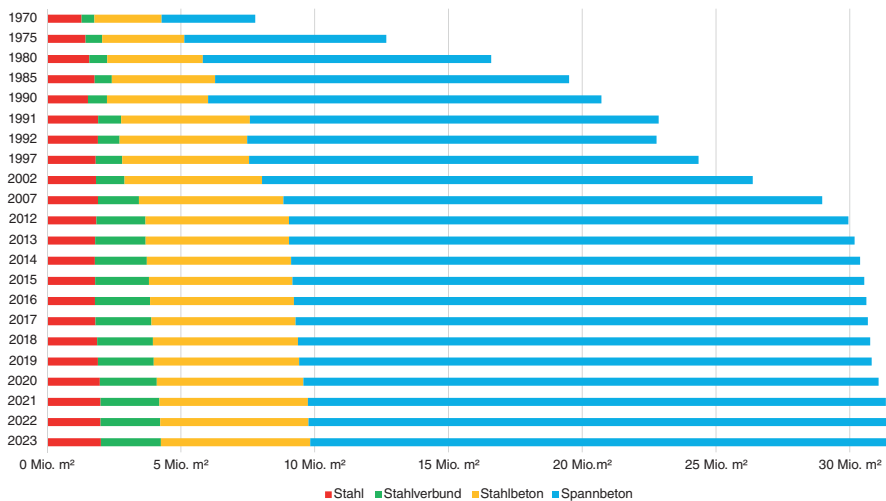


Abb. 1.3 Brücken der Bundesfernstraßen nach Brückenfläche in [Mio. m²] und Bauart; Stand 01.09.2023. Quelle: BASt.

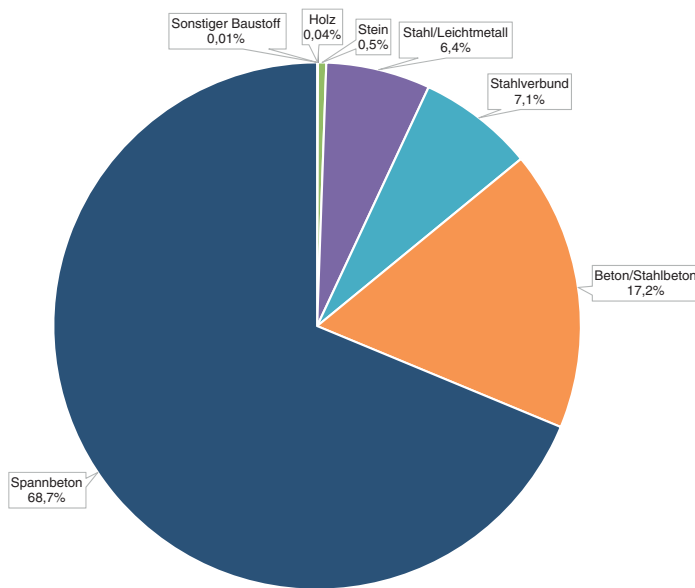


Abb. 1.4 Brücken der Bundesfernstraßen nach Brückenfläche in [%] und Bauweisen; Stand 01.09.2023. Quelle: BASt.

Zeit wurden u.a. 1700 Großbrücken mit einer Fläche von etwa 7 Mio. m² errichtet. Vor dem Hintergrund, dass nach 30 bis 50 Jahren Standzeit an den Bauwerken größere Instandsetzungsarbeiten erforderlich werden, die zuvor durch entsprechende Schadensfeststellungen bei den Bauwerksprüfungen dokumentiert wurden, ergibt sich für die heutige Zeit ein immer größer werdender Mittelbedarf für diesen Bereich.

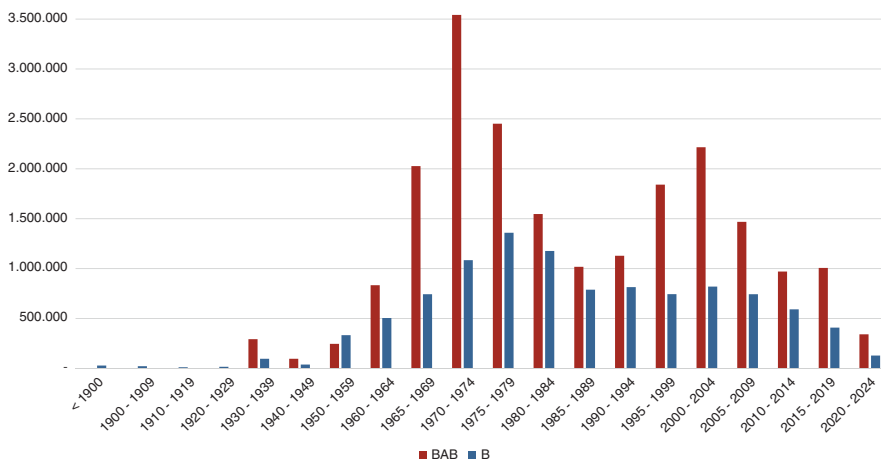


Abb. 1.5 Längenklassen der Brücken der Bundesfernstraßen nach Länge in [%]; Stand 01.09.2023. Quelle: BASt.

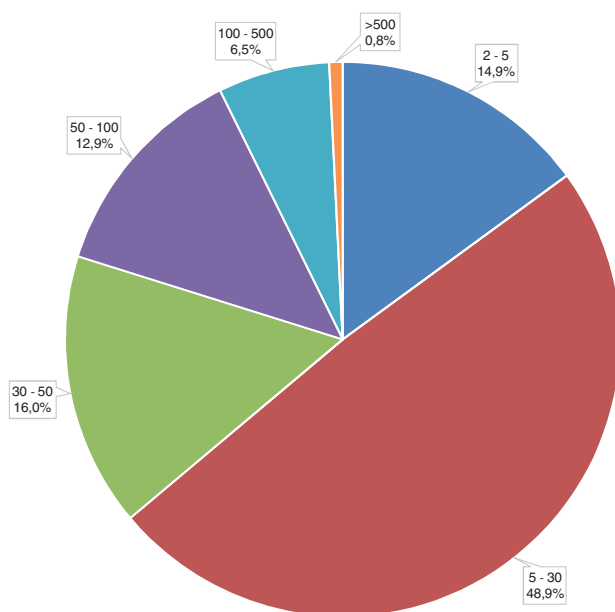


Abb. 1.6 Altersstruktur der Brücken der Bundesfernstraßen nach Brückenfläche in [m²]; Stand 01.09.2023. Quelle: BASt.

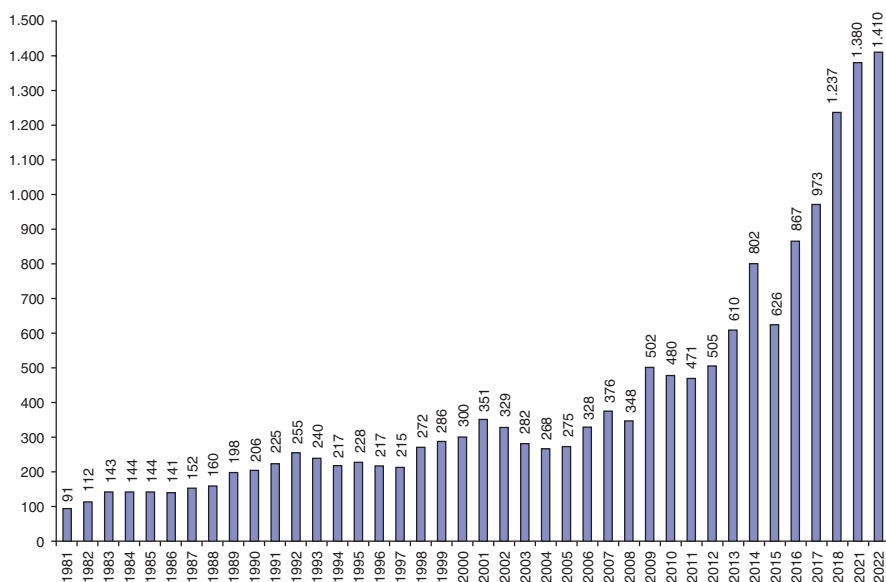


Abb. 1.7 Ausgaben für die Erhaltung von Brücken und anderen Ingenieurbauwerken der Bundesfernstraßen (mit ZIP-Ausgaben). Quelle: BMVI, 2024.