

**Analyse von Entwicklungssträngen im
Konstruktiven Ingenieurbau anhand bestehender
Brücken und Stabtragwerke im Hochbau
in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen**

Analysis of the evolution of bearing structures by
existing bridges and framework-structures in Saxony, Saxony-Anhalt
and Thuringia

An der Fakultät Bauingenieurwesen
der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)
genehmigte

Dissertation

vorgelegt von

Dipl.-Ing. Martin Tasche

geboren am 30.03.1977 in Rostock

Erster Gutachter	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller Technische Universität Dresden
Zweiter Gutachter	Prof. Dr. sc. techn. Mike Schlaich Technische Universität Berlin
Tag der Verteidigung	21.01.2015

Berichte aus dem Bauwesen

Martin Tasche

**Analyse von Entwicklungssträngen im Konstruktiven
Ingenieurbau anhand bestehender Brücken
und Stabtragwerke im Hochbau in Sachsen,
Sachsen-Anhalt und Thüringen**

Shaker Verlag
Aachen 2016

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.

Zugl.: Dresden, Techn. Univ., Diss., 2015

Copyright Shaker Verlag 2016

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-4543-7

ISSN 0945-067X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

1	Einleitung	11
1.1	Aufgabenstellung und Zielsetzung	11
1.2	Abgrenzung der Arbeit	14
1.3	Stand der Forschung.....	15
2	Materialien.....	23
2.1	Eisen und Stahl	23
2.1.1	Eisen- und Stahlsorten.....	23
2.1.1.1	Gusseisen	24
2.1.1.2	Schmiede- beziehungsweise Schweißeisen	24
2.1.1.3	Flusseisen und Flusstahl	25
2.1.1.4	Höherfeste Stähle.....	27
2.1.1.5	Nichtrostende und wetterfeste Stähle	29
2.1.1.6	Festigkeiten und zulässige Spannungen	31
2.1.2	Schweißen und Schweißbarkeit.....	32
2.1.2.1	Gusseisen	33
2.1.2.2	Schmiede- beziehungsweise Schweißeisen	33
2.1.2.3	Flusseisen	34
2.1.2.4	St37 und St52.....	35
2.1.3	Walzprofile.....	37
2.1.4	Korrosionsschutz.....	39
2.2	Beton und Eisenbeton.....	40
2.2.1	Die Anfänge.....	40
2.2.2	Betonfestigkeiten.....	45
2.2.3	Schwinden, Wassergehalt, Kriechen	46
2.2.3.1	Schwinden.....	46
2.2.3.2	Wassergehalt	47
2.2.3.3	Kriechen	49
2.2.4	Wasserundurchlässiger Beton und Abdichtungen	51
2.2.4.1	Abdichtungen bei nach außen drückendem Wasser	52
2.2.4.2	Abdichtungen bei nach innen drückendem Wasser	53
2.2.4.3	Abdichtungen von Fugen	56
2.2.5	Ausführungs- und Bemessungsregeln	59
2.2.6	Betondeckung	61
2.2.7	Oberflächenbehandlung von Beton	62
2.2.8	Bewehrungsmaterial	66
3	Brücken	69
3.1	Lastannahmen auf Brücken	71
3.1.1	Wind und Schnee.....	71
3.1.2	Fußgängerbrücken.....	73
3.1.3	Straßenbrücken.....	75

3.1.3.1 Lastannahmen bis 1925	75
3.1.3.2 Lastannahmen nach 1925	80
3.1.3.3 Schwingbeiwert	81
3.1.4 Eisenbahnbrücken	82
3.1.4.1 Lastenzüge	82
3.1.4.2 Gewölbte Brücken	89
3.1.4.3 Stoßfaktor / Schwingbeiwert	90
3.1.4.4 Seitenstoß	94
3.1.4.5 Brems- und Anfahrlasten	94
3.2 Holzbrücken	96
3.2.1 Jochbrücken	96
3.2.2 Spreng- und Hängewerke	98
3.2.3 Holzbogenbrücken	103
3.2.3.1 Wiebeking-Brücken	104
3.2.3.2 Bogenhängebrücken	106
3.2.3.3 Versteifte Holzbogenbrücken	108
3.2.3.4 Leimholz (Brettschichtholz)	110
3.2.4 Nordamerikanische Fachwerksysteme	111
3.3 Eiserne Brücken	116
3.3.1 Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn	116
3.3.1.1 Bögen mit aufgeständerter Fahrbahn aus Gusseisen	116
3.3.1.2 Schmiedeeiserne Bögen mit aufgeständerter Fahrbahn	118
3.3.1.3 Exkurs Zwei- und Dreigelenkbögen	120
3.3.1.4 Bestehende Bauten in Mitteldeutschland	122
3.3.2 Bogenbrücken mit abgehangener Fahrbahn	126
3.3.2.1 Fachwerkbögen mit abgehangener Fahrbahn	126
3.3.3 Stabbogenbrücken (Langersche Balken)	130
3.3.3.1 Das Patent von Josef Langer	131
3.3.3.2 Stabbogenbrücken mit angehängter Fahrbahn	133
3.3.3.3 Stabbogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn	134
3.3.3.4 Hängende Stabbögen/ Unterspannte Balken	136
3.3.4 Parallelgurtige Fachwerkträger	137
3.3.4.1 Gusseiserne Spreng- und Hängewerke	138
3.3.4.2 Gitterträger	140
3.3.4.3 Mehrfache Strebenfachwerke	145
3.3.4.4 Die ersten einfachen Strebenfachwerke	147
3.3.4.5 Zweifache Strebenfachwerke mit Hilfspfosten	149
3.3.4.6 Zweifache Strebenfachwerke ohne Pfosten	150
3.3.4.7 Einfache Strebenfachwerke	151

3.3.4.8 Ständerfachwerk / Mohnié-Fachwerk.....	154
3.3.5 Linsenträger	158
3.3.6 Fachwerkträger mit einem gekrümmten Gurt	163
3.3.6.1 Fischbauchträger.....	164
3.3.6.2 Parabelträger / Bogensehnenträger	167
3.3.6.3 Schwedlerträger	172
3.3.6.4 Halbparabelträger.....	177
3.3.6.5 Gegenwärtige Anwendungen	181
3.3.7 Fachwerkartige Durchlaufträger und Auslegerbrücken	182
3.3.7.1 Erste Durchlaufträger	182
3.3.7.2 Erste Auslegerbrücken	183
3.3.7.3 Gerberträger	185
3.3.7.4 Regionale Beispiele.....	187
3.3.7.5 Gegenwärtige Anwendungen	190
3.3.8 Vollwandige Träger	191
3.3.8.1 Blechträger	191
3.3.8.2 Durchlaufende Blechträger	193
3.3.8.3 Bestehende Blechträgerbrücken.....	197
3.3.8.4 Blechträger mit obenliegender Betonplatte	200
3.3.8.5 Vollwand- und Kastenträger mit orthotroper Platte	203
3.3.9 Stahlverbundbrücken	207
3.3.9.1 Walzträger in Beton (WIB)	208
3.3.9.2 Verbundmittel mit Ortbetonplatten	213
3.3.9.3 Fertigteilplatten mit HV-Schrauben, Hohldübeln oder Klebeverbund	214
3.3.9.4 Vorgefertigte Verbundbalken	218
3.4 Massive Brücken	219
3.4.1 Gemauerte Bogenbrücken	219
3.4.1.1 Die Vorreiterrolle Frankreichs	219
3.4.1.2 Bemessung der Bögen.....	220
3.4.1.3 Lehrgerüste und Herstellung der Bögen	225
3.4.1.4 Bestehende Mauerwerksbrücken in Mitteldeutschland	226
3.4.1.5 Gemauerte Eisenbahnviadukte in Mitteldeutschland	232
3.4.2 Bogenbrücken aus Bruchsteinmauerwerk in Zementmörtel (Konkretbeton)	237
3.4.3 Unbewehrte Bogenbrücken aus Beton	242
3.4.4 Gelenkige massive Bogenbrücken	246
3.4.4.1 Die Anfänge – Gelenkige Steinbogenbrücken	246
3.4.4.2 Gelenkige Stampfbetonbrücken	248

3.4.4.3 Bestehende gelenkige Stampedbetonbrücken in Mitteldeutschland	250
3.4.4.4 Dauerhafte oder nur im Bauzustand aktive Gelenke	253
3.4.4.5 Unterschiedliche Gelenkausbildungen	256
3.4.4.6 Exkurs Weißeritzbrücke Dresden	258
3.4.5 Bogenbrücken aus Eisenbeton	262
3.4.5.1 Moniergewölbe	262
3.4.5.2 Bogenbrücken mit steifer Bewehrung – System Melan	267
3.4.5.3 Bogenbrücken mit steifer Bewehrung nach Emperger	269
3.4.5.4 Aufgeständerte Fahrbahnen und Hohlkästen	270
3.4.5.5 Bögen mit aufgeständerter Fahrbahn	272
3.4.5.6 Bogenscheibenbrücken	278
3.4.5.7 Bögen mit abgehangener Fahrbahn	279
3.4.6 Balken- und Rahmenbrücken aus Eisenbeton	282
3.4.6.1 Regionale Beispiele: Balkenbrücken	284
3.4.6.2 Regionale Beispiele: Rahmenbrücken	286
3.4.6.3 Regionale Beispiele: Durchlaufträgerbrücken	288
3.4.6.4 Regionale Beispiele: Brücken mit aufgelösten Pfeilern	288
3.4.6.5 Möllerträger	292
3.4.6.6 Ausblick	296
3.4.7 Exkurs Markersdorfer Brücke	296
3.4.7.1 Geometrie	298
3.4.7.2 Betonfestigkeit	299
3.4.7.3 Festigkeit der Eisenbewehrung	301
3.4.7.4 Bewehrung	302
3.4.7.5 Widerlagerabdichtung	304
3.4.7.6 Architektonische Gestaltung	305
3.4.7.7 Belastungsannahmen 1900/2010 und Nachrechnung	306
3.4.7.8 Erhaltungszustand im Jahr 2009	307
3.4.7.9 Erhaltungsbemühungen und Abriss	308
3.4.8 Eisenbeton-Fachwerke	310
3.4.9 Spannbetonbrücken	314
3.4.9.1 Sofortiger Verbund im Spannbett	315
3.4.9.2 Gewindeverankerung	317
3.4.9.3 Keilverankerung	321
3.4.9.4 Kombinationen aus Keil- und Gewindeverankerungen	323
3.4.9.5 Schlaufenverankerungen	326

3.4.9.6 Gerüstlose Bauverfahren	329
3.4.9.7 Mängel früher Spannbetonbrücken	331
3.5 Hänge- und Schrägseilbrücken	334
3.5.1 Kettenbrücken	334
3.5.2 Drahtseil-Hängebrücken	337
3.5.3 Steife Hängebrücken	343
3.5.4 Unechte Hängebrücken (Zügelgurtbrücken)	347
3.5.5 Schrägseilbrücken	349
3.5.6 Spannbandbrücken	354
3.6 Zusammenfassung der wichtigsten Entwicklungsschritte und Erkenntnisse	355
4 Stabtragwerke im Hochbau	359
4.1 Lastannahmen im Hochbau	359
4.1.1 Schneelasten	359
4.1.2 Windlasten	361
4.2 Holzbinder	364
4.2.1 Zimmermannsmäßige Hängewerke	364
4.2.2 Bohlenbinder	368
4.2.2.1 Bauart de l'Orme	368
4.2.2.2 Bauart Emy	374
4.2.3 Leimholzbinder	376
4.2.3.1 Bauart Hetzer	376
4.2.3.2 Leimholzbinder in der DDR	382
4.2.4 Holzfachwerke	387
4.2.4.1 Ernst Noack und Paul Stephan	387
4.2.4.2 Holzfachwerke mit Dübeln besonderer Bauart	389
4.2.4.3 Bolzenverbindungen	395
4.2.5 Nagelbinder	396
4.3 Eiserne und stählerne Binder	403
4.3.1 Gusseiserne Binder	403
4.3.2 Dreiecksbinder	406
4.3.2.1 Hölzerne Hänge- und Sprengwerke mit eisernen Zugstangen	406
4.3.2.2 Englische Binder	408
4.3.2.3 Polonceauträger	410
4.3.2.4 Belgische Binder	414
4.3.3 Fachwerkträger	415
4.3.3.1 Fachwerkträger bis 1940	415
4.3.3.2 Normenbinder von 1943	422
4.3.3.3 Wirtschaftlichkeitsvergleiche	423
4.3.3.4 Verbindungsmittel und Querschnitte	425
4.3.3.5 R-Träger	427
4.3.4 Bogenförmige Binder	428

4.3.4.1	Bogenbinder mit Zugband/ Bogensehnenträger	428
4.3.4.2	Sichelträger	432
4.3.4.3	Verspannte Bögen.....	433
4.3.4.4	Fachwerkbögen.....	435
4.3.5	Rahmen.....	441
4.3.5.1	Fachwerkrahmen.....	443
4.3.5.2	Vollwandige Rahmen	445
4.3.5.3	Typisierte Rahmen in der DDR	447
4.3.6	Typisierte Fachwerke in der DDR	450
4.3.6.1	Politische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	450
4.3.6.2	Typisierung und Standardisierung	451
4.3.6.3	Warschauer Symposium 1968	453
4.3.6.4	Fachwerke aus Stahlleichtprofilen	454
4.3.6.5	Pfettenlose Verbunddächer.....	456
4.3.6.6	Nicht standardisierte Fachwerkträger	458
4.3.6.7	Unterspannte Träger	459
4.3.7	Typisierte Dreigurtbinder in der DDR.....	460
4.3.7.1	Raumtragwerk Ruhland.....	461
4.3.7.2	Raumtragwerk Typ Plauen.....	463
4.3.7.3	Räumlich unterspanntes Dachtragwerk (RUD).....	464
4.3.7.4	Unterspanntes Blechdach	465
4.4	Stahl- und Spannbetonbinder	466
4.4.1	Eisenbetonrahmen	466
4.4.2	Bogenbinder	472
4.4.2.1	Bogenbinder ohne Zugband.....	472
4.4.2.2	Bogenbinder mit Zugband	473
4.4.3	Eisen- und Spannbetonfachwerke	480
4.4.3.1	Visintiniträger.....	480
4.4.3.2	Weitere Fachwerkträger aus Eisenbeton	481
4.4.3.3	Bauart Finsterwalder	482
4.4.3.4	Spannbetonfachwerkbinder in der DDR.....	484
4.4.4	Spannbeton-Vollwandbinder in der DDR.....	487
4.5	Lamellendächer.....	493
4.5.1	Zollingerdächer	493
4.5.2	Junkers-Lamellendächer.....	497
4.6	Exkurs: Baugenehmigungen von 1885 bis 1925 am Beispiel von Textilfabriken in Großschönau.....	501
4.7	Zusammenfassung der wichtigsten Entwicklungsschritte und Erkenntnisse.....	504
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	507
5.1	Übersicht der Tragwerksarten - Brücken	510

5.2	Übersicht der Tragwerksarten – Stabtragwerke im Hochbau	521
6	Verzeichnisse	531
6.1	Literaturverzeichnis	531
6.2	Internetadressen digitalisierter Zeitschriften	556
6.3	Normen und Vorschriften	556
6.3.1	Straßen- und Fußgängerbrücken.....	556
6.3.2	Eisenbahnbrücken	556
6.3.3	Hochbauten	557
6.3.3.1	Lastannahmen.....	557
6.3.3.2	Eisenbeton / Stahlbeton	557
6.4	Abkürzungen	558
6.5	Alte Maßeinheiten	559
6.6	Bildnachweis	560
7	Dank.....	571