

Reinhold Fritsch  
Hartmut Pasternak

# Stahlbau

Grundlagen und Tragwerke

Mit 348 Abbildungen und 37 Tabellen



# Inhaltsverzeichnis

		AUTOR
<b>1 Allgemeiner Überblick</b> .....	1	<i>Fritsch</i>
1.1 Einführung.....	1	
1.2 Baubiologie, Bauökologie und Stahl.....	1	
1.3 Stahlbauarchitektur.....	3	
1.4 Normung.....	8	
<b>2 Technologie des Stahlbaues</b> .....	11	<i>Ramberger</i>
2.1 Ausgangserzeugnisse für den Stahlbau.....	11	
2.2 Eigenschaften und Arten der Baustähle.....	15	
2.2.1 Festigkeitseigenschaften der Baustähle.....	16	
2.2.2 Eigenschaften infolge der chemischen Zusammensetzung.....	19	
2.2.3 Technologische Eigenschaften.....	20	
2.2.4 Allgemeine Baustähle.....	21	
2.2.5 Feinkornbaustähle.....	25	
2.2.6 Wetterfeste Baustähle.....	26	
2.2.7 Nichtrostende Stähle.....	27	
2.2.8 Prüfbescheinigungen für Werkstoffe.....	27	
2.3 Herstellung von Stahlbauwerken.....	28	
2.3.1 Ausführungsbearbeitung und Arbeitsvorbereitung.....	28	
2.3.2 Zuschnitt und Bearbeitung der Ausgangserzeugnisse in der Werkstatt.....	30	
2.3.3 Zusammenfügen der zugeschnittenen Einzelteile.....	32	
2.3.4 Schweißnähte.....	34	
2.3.5 Schraubenverbindungen.....	40	
2.3.6 Sonstige Verbindungen.....	43	
2.4 Transport und Montage.....	44	
2.4.1 Transportwege und Transportmittel.....	44	
2.4.2 Montage.....	45	
2.5 Brand- und Korrosionsschutz.....	46	<i>Nahler</i>
2.5.1 Brandschutz von Stahlkonstruktionen.....	46	
2.5.2 Korrosionsschutz.....	54	
2.6 Kalkulationshinweise.....	57	<i>Siokola</i>
<b>3 Berechnungsgrundlagen</b> .....	65	<i>Ramberger/ Jeschko</i>
3.1 Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit.....	65	
3.1.1 Grenzzustände.....	65	
3.1.2 Modellbildung für den rechnerischen Nachweis.....	66	
3.1.3 Semiprobabilistisches Sicherheitskonzept.....	66	
3.1.4 Einwirkungen und deren Kombinationen.....	68	
3.1.5 Widerstand und Beanspruchbarkeit.....	70	

3.2	Modellbildungen zur Erfassung der Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	71
3.2.1	Verlust des statischen Gleichgewichtes (Umstürzen, Gleiten) .....	71
3.2.2	Entstehung eines Mechanismus (kinematische Kette) ohne Gefährdung der Stabilität .....	71
3.2.3	Verlust der Stabilität des Gesamttragwerks oder von Tragwerksteilen .....	73
3.2.4	Bruch oder dem Bruch gleichgestellte Verformungen von Tragwerksteilen .....	74
3.2.5	Spannungs-Dehnungsgesetz, Fließen .....	74
3.3	Tragfähigkeitsnachweis für ebene Systeme .....	76
3.3.1	Voraussetzungen und Grundlagen .....	76
3.3.2	Elastische Beanspruchung und Beanspruchbarkeit des Querschnitts .....	77
3.3.3	Plastische Beanspruchbarkeit des Querschnitts .....	81
3.4	Tragfähigkeitsnachweis für Stabtragwerke mit allgemeinen Querschnitten und allgemeiner Belastung .....	94
3.4.1	Elastische Beanspruchung des Querschnitts auf Biegung .....	94
3.4.2	Elastische Stäbe mit ausgewählten Querschnitten unter Torsionsbeanspruchung .....	95
3.4.3	Plastische Beanspruchbarkeit des Querschnitts .....	103
3.5	Grenzen der Anwendbarkeit der Stabtheorie .....	103
3.6	Stabilitätsnachweise .....	104
3.6.1	Grundlagen .....	104
3.6.2	Zentrisch gedrückter Knickstab .....	105
3.6.3	Ersatzstabverfahren .....	111
3.6.4	Gesamtstabilität von Tragwerken .....	113
3.6.5	Träger mit Druckkraft und Biegung .....	114
3.6.6	Mehrteilige Druckstäbe .....	114
3.6.7	Biegedrillknicken .....	118
3.6.8	Beulen .....	120
3.7	Gebrauchstauglichkeitsnachweis .....	124
3.8	Ermüdung – Dauerfestigkeit – Betriebsfestigkeit – Bruchmechanik .....	126
3.8.1	Allgemeines .....	126
3.8.2	Begriffe .....	127
3.8.3	Bruchentstehung .....	128
3.8.4	Gestaltfestigkeit von Bauteilen .....	128
3.8.5	Die Zeitfestigkeit – die Wöhlerlinie .....	129
3.8.6	Faktoren, die die Ermüdungsfestigkeit beeinflussen .....	131
3.8.7	Dauerfestigkeitsdiagramm .....	131
3.8.8	Betriebsfestigkeit .....	132
3.8.9	Ermüdungsnachweis .....	134
3.8.10	Hinweise zur Bruchmechanik .....	136

<b>4 Konstruktionselemente</b> .....	139	<i>Fritsch</i>
4.1 Druckstäbe.....	139	<i>Nahler</i>
4.2 Zugglieder.....	141	
4.3 Biegestäbe.....	142	<i>Fritsch</i>
4.3.1 Nachweise des Regelements.....	143	
4.3.2 Nachweise der Knotenelemente.....	150	
4.3.3 Konstruktive Gestaltung der Regelemente.....	152	
4.3.4 Konstruktive Gestaltung der Knotenelemente.....	154	
4.4 Torsionsstäbe.....	161	
4.4.1 Torsionsmomente.....	161	
4.4.2 St.Venantsche oder reine Torsion und Wölbkrafttorsion.....	162	
4.4.3 Torsionsschubspannungen.....	163	
4.4.4 Konstruktive Hinweise.....	165	
4.5 Fachwerkträger.....	166	
4.5.1 Gestaltung und Berechnung.....	166	
4.5.2 Knoten und Anschlüsse.....	167	
4.6 Rahmen.....	170	<i>Pasternak</i>
4.6.1 Biegeknicke.....	170	
4.6.2 Biegedrillknicke.....	178	
4.7 Verbundbau.....	182	<i>Valentin</i>
4.7.1 Allgemeines und Begriffsbestimmungen.....	182	
4.7.2 Verbundplatten.....	184	
4.7.3 Verbundträger.....	190	
4.7.4 Verbundstützen.....	195	
4.8 Schraubverbindungen.....	201	<i>Pasternak</i>
4.8.1 Bemessung für Kräfte quer zur Schraubenachse.....	201	
4.8.2 Verhalten von Schraubverbindungen mit Vorspannung bei Beanspruchungen quer zur Schraubenachse....	210	
4.8.3 Verhalten von Schraubverbindungen ohne und mit Vorspannung bei Beanspruchungen in Richtung der Schraubenachse.....	211	
4.8.4 Kraftübertragung in Stirnplattenverbindungen.....	211	
4.8.5 Bedeutung der Vorspannung für das Verhalten von Schrauben bei nicht vorwiegend ruhender Beanspruchung.....	218	
4.9 Schweißverbindungen.....	219	
4.9.1 Grundlagen.....	219	
4.9.2 Beispiele.....	222	
<b>5 Stahlhochbau</b> .....	227	<i>Pasternak</i>
5.1 Grundsätzliches zur Standsicherheit und den Einwirkungen.....	227	
5.1.1 Zur Standsicherheit.....	227	
5.1.2 Zu den Einwirkungen.....	228	
5.2 Bauteile des Stahlhochbaus.....	230	
5.2.1 Pfetten und Wandriegel.....	230	
5.2.2 Vollwandträger.....	236	
5.2.3 Fachwerke.....	242	

5.2.4	Stützen.....	245	
5.2.5	Rahmen.....	257	
5.2.6	Hallenzubehör .....	272	
5.3	Eingeschossige Bauwerke.....	272	
5.3.1	Aussteifungen – Möglichkeiten und Beispiele .....	272	
5.3.2	Berechnung der Verbände.....	278	
5.3.3	Beispiel.....	282	
5.3.4	Zur Berechnung von Hallen als räumliche Systeme .....	284	
5.3.5	Konstruktive Details.....	287	
5.3.6	Außergewöhnliche Hallenbauwerke .....	288	
5.4	Anmerkungen zu Stahlgeschoßbauten .....	289	
5.4.1	Tragwirkung .....	290	
5.4.2	Konstruktion.....	292	
5.4.3	Decken.....	292	
5.5	Leichtbauweise .....	297	<i>Siokola</i>
5.5.1	Einleitung .....	297	
5.5.2	Berechnungsmodell .....	299	
5.5.3	Trapezbleche und Kassettenprofile .....	302	
5.5.4	Leichtbaupfetten .....	311	
5.5.5	Kantteile .....	313	
5.5.6	Rechenbeispiel für Kantprofil: Lichtkuppelauswechslung.....	313	
<b>6</b>	<b>Stahlbrückenbau.....</b>	<b>319</b>	
6.1	Allgemeine Grundlagen.....	319	<i>Ramberger</i>
6.1.1	Einwirkungen aus dem Straßenverkehr .....	319	
6.1.2	Einwirkungen aus Eisenbahnverkehr (Normalspur) .....	323	
6.1.3	Einwirkungen aus Wind und Temperatur .....	327	
6.1.4	Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen, Lastkombinationen, Kombinationsbeiwerte .....	328	
6.1.5	Hinweise zur Berechnung.....	328	
6.2	Straßenbrücken .....	330	<i>Fritsch</i>
6.2.1	Entwurfshinweise .....	330	
6.2.2	Fahrbahn.....	330	
6.2.3	Vollwandträgerbrücken .....	334	
6.2.4	Fachwerkbrücken .....	336	
6.2.5	Tragwerke von Großbrücken.....	336	
6.2.6	Lager, Fahrbahnübergänge .....	341	
6.2.7	Fußgängerbrücken .....	345	
6.3	Eisenbahnbrücken.....	346	
6.3.1	Entwurfshinweise .....	346	
6.3.2	Fahrbahn.....	346	
6.3.3	Tragwerke.....	348	
6.3.4	Brücken besonderer Bauart .....	353	
6.4	Montageverfahren.....	355	

<b>7</b>	<b>Stahlwasserbau</b> .....	359	<i>Fritsch</i>
7.1	Stauanlagen.....	359	
7.1.1	Bewegliche Wehre.....	359	
7.1.2	Bauliche Durchbildung und Berechnungsgrundlagen.....	362	
7.1.3	Stahlrohrleitungen .....	362	
7.2	Wasserstraßen.....	362	
7.2.1	Schleusentore.....	362	
7.2.2	Schiffshebewerke.....	363	
7.3	Offshore-Konstruktionen .....	363	
7.3.1	Offshore-Plattformen.....	363	
7.3.2	Jacket-Gerüst und Pfahlgründung.....	365	
7.3.3	Deckkonstruktionen.....	366	
7.3.4	Ausrüstungs- und Unterkunftsmodule .....	366	
7.3.5	Konstruktion und Berechnung.....	366	
7.3.6	Entwicklungen im Tiefwasser.....	367	
7.3.7	Fachausdrücke .....	367	
7.3.8	Lasten und Berechnung .....	368	
7.4	Grundlegende Aspekte der Bemessung von Aufbauten .....	369	
7.4.1	Abmessungen und Entwurf.....	369	
7.4.2	Lastannahmen.....	369	
7.4.3	Schnittstellen .....	370	
<b>8</b>	<b>Tragwerke für den Maschinenbau</b> .....	373	<i>Fritsch</i>
8.1	Maschinenfundamente .....	373	
8.2	Kranbahnen.....	374	
8.2.1	Arten und Funktion.....	374	
8.2.2	Kranbahnträger .....	374	
8.2.3	Hinweise zur Berechnung.....	377	
8.3	Krane, Fördergeräte .....	379	
8.3.1	Übersicht der Hebezeuge.....	379	
8.3.2	Krane, Hinweise zur Berechnung und Normung .....	382	
8.3.3	Konstruktionshinweise.....	386	
	Wippdrehkran .....	392	
8.3.4	Fördergeräte .....	393	
<b>9</b>	<b>Sonderkonstruktionen</b> .....	395	<i>Fritsch</i>
9.1	Gerüste.....	395	
9.2	Türme und Maste .....	400	<i>Kocker</i>
9.2.1	Einleitung .....	400	
9.2.2	Lastannahmen.....	400	
9.2.3	Erfassung der dynamischen Einflüsse des böigen Windes.....	403	
9.2.4	Temperatureinwirkungen.....	404	
9.2.5	Einbauten und Antennenausrüstungen.....	404	
9.2.6	Nachweis der Tragsicherheit .....	405	
9.2.7	Gebrauchstauglichkeit .....	405	
9.2.8	Schnittkraftermittlung.....	406	

9.2.9	Hinweise zur Berechnung abgespannter Maste .....	407	
9.3	Band- und Rohrbrücken.....	410	<i>Fritsch</i>
9.4	Behälterbau.....	413	<i>Nahler/Greiner</i>
9.4.1	Allgemeines.....	413	
9.4.2	Ausführungsformen .....	413	
9.4.3	Berechnungs- und Ausführungsvorschriften.....	414	
9.4.4	Bauelemente des Behälters.....	415	
9.5	Silos.....	419	
9.5.1	Einleitung .....	419	
9.5.2	Bauformen.....	419	
9.5.3	Planungsgrundsätze .....	420	
9.5.4	Lasteinwirkung bei Silos .....	420	
9.5.5	Statische Tragwirkung.....	422	
<b>10</b>	<b>Aluminiumbau .....</b>	<b>425</b>	<i>Koser</i>
10.1	Anwendungskriterien und -gebiete mit Beispielen .....	425	
10.2	Hinweise zum Werkstoff Aluminium und dessen konstruktive Besonderheiten .....	426	
10.3	Anmerkungen zu den Nachweisen.....	432	