

STAHL  EISEN

# STAHL IM HOCHBAU

Handbuch für  
die Anwendung  
von Stahl  
im Hoch- und  
Tiefbau

14. Auflage

Band II/Teil 1

Herausgeber:  
VEREIN DEUTSCHER EISENHÜTTENLEUTE, DÜSSELDORF  
in Zusammenarbeit mit der  
BERATUNGSSTELLE FÜR STAHLVERWENDUNG, DÜSSELDORF  
VERLAG STAHL EISEN MBH, DÜSSELDORF



# Inhaltsverzeichnis

<b>9.1</b>	<b>Übersicht</b> . . . . .	<b>1</b>
9.1.1	Eigenschaften und Einsatzbereiche des Verbundbaus . . . . .	1
9.1.2	Wirtschaftliches Bauen durch Verbundbau . . . . .	3
<b>9.2</b>	<b>Werkstoffe im Verbundbau</b> . . . . .	<b>5</b>
9.2.1	Werkstoff Stahl . . . . .	5
9.2.1.1	Erzeugnisformen . . . . .	5
9.2.1.2	Werkstoffeigenschaften . . . . .	8
9.2.2	Werkstoff Beton . . . . .	9
9.2.2.1	Wahl der Werkstoffsorte . . . . .	9
9.2.2.2	Werkstoffeigenschaften . . . . .	10
9.2.2.3	Kriechen und Schwinden von Normalbeton . . . . .	11
9.2.3	Werkstoffpaarung Stahlprofil — Stahlbeton . . . . .	13
9.2.3.1	Fiktiver Gesamtquerschnitt . . . . .	14
9.2.3.2	Elastische Berechnungen . . . . .	16
<b>9.3</b>	<b>Decken und Verbundträger-Betongurte</b> . . . . .	<b>19</b>
9.3.1	Aufgaben von Geschoßdecken im Verbundbau . . . . .	19
9.3.2	Lastabtragung von Geschoßdecken im Verbundbau . . . . .	20
9.3.3	Herstellung von Geschoßdecken im Verbundbau . . . . .	21
9.3.4	Geschoßdecken mit Stahlblechprofilen . . . . .	23
9.3.4.1	Statische Konzepte . . . . .	23
9.3.4.2	Konstruktive Ausbildung . . . . .	26
9.3.5	Bewertung und Auswahl geeigneter Geschoßdecken im Verbundbau . . . . .	29
9.3.6	Trag- und Verformungsverhalten von Geschoßdecken . . . . .	32
9.3.6.1	Betonierlastniveau . . . . .	33
9.3.6.2	Gebrauchslastniveau . . . . .	35
9.3.6.3	Grenzlastniveau . . . . .	36
9.3.7	Baustatische Nachweise von Geschoßdecken . . . . .	37
9.3.7.1	Übersicht über die baustatischen Nachweise für Geschoßdecken des üblichen Hochbaus . . . . .	37
9.3.7.2	Nachweis der Durchbiegungsbeschränkung . . . . .	39
9.3.7.3	Nachweis der Rißbreitenbeschränkung . . . . .	40
9.3.7.4	Nachweis der Feuerwiderstandsklasse . . . . .	40
9.3.7.5	Nachweis der Biegetragfähigkeit . . . . .	42
9.3.7.6	Nachweis der Querkrafttragfähigkeit . . . . .	46
9.3.7.7	Nachweis der Verbundsicherung . . . . .	46
9.3.8	Vorbemessungs-Diagramme für Verbunddecken unter vorwiegend ruhender Verkehrslast p (Zul.-Nr. Z-26.1-3) . . . . .	50
<b>9.4</b>	<b>Verbundträger</b> . . . . .	<b>51</b>
9.4.1	Aufgaben und Vorzüge von Verbundträgern . . . . .	51
9.4.2	Lastabtragung von Verbundträgern . . . . .	53
9.4.2.1	Tragwerke ohne Unterzüge . . . . .	53
9.4.2.2	Tragwerke mit Unterzügen . . . . .	55
9.4.3	Ausbildung von Verbundträgern . . . . .	56
9.4.3.1	Verbund-Durchlaufträger . . . . .	56
9.4.3.2	Stahlprofile für Verbundträger . . . . .	57
9.4.3.3	Querschnittsausbildung . . . . .	60
9.4.3.4	Dübelanordnung und Verdübelungsgrad . . . . .	61
9.4.3.5	Ausbildung der Unterzüge von Verbundtragwerken . . . . .	63
9.4.4	Herstellung von Verbundträgern . . . . .	65
9.4.4.1	Belastung der Stahlprofile beim Betonieren . . . . .	65
9.4.4.2	Lagerung der Stahlprofile beim Betonieren . . . . .	67
9.4.5	Trag- und Verformungsverhalten von Verbundträgern . . . . .	69
9.4.5.1	Betonierlastniveau . . . . .	69
9.4.5.2	Gebrauchslastniveau . . . . .	69
9.4.5.3	Laststeigerung über das Gebrauchslastniveau hinaus . . . . .	72
9.4.5.4	Grenzlastniveaus . . . . .	74
9.4.6	Ermittlung der Trägheitsmomente . . . . .	76
9.4.6.1	Grundwerte des Trägheitsmomentes . . . . .	76
9.4.6.2	Mitwirkende Plattenbreiten . . . . .	77
9.4.6.3	Einfluß querlaufender Rippen . . . . .	79
9.4.6.4	Einfluß des Verdübelungsgrades und der Dübelanordnung . . . . .	80

9.4.6.5	Trägheitsmomente von durchlaufenden Verbundträgern . . . . .	81
9.4.6.6	Ermittlung der ideellen Trägheitsmomente von Verbundträgern . . . . .	82
9.4.7	Baustatische Nachweise von Verbundträgern . . . . .	84
9.4.7.1	Schnittgrößenermittlung . . . . .	84
9.4.7.2	Übersicht über die baustatischen Nachweise für Verbundträger . . . . .	85
9.4.7.3	Nachweis der Verformungen . . . . .	86
9.4.7.4	Nachweis der Rißbreitenbeschränkung und Mindestbewehrung . . . . .	88
9.4.7.5	Nachweis der Querkraft- und Biegetragfähigkeiten . . . . .	92
9.4.7.5.1	Querkraft-Grenztragfähigkeit . . . . .	92
9.4.7.5.2	Ermittlung der Momenten-Grenztragfähigkeiten . . . . .	92
9.4.7.5.3	Momenten-Grenztragfähigkeiten bei gedrücktem Betongurt . . . . .	94
9.4.7.5.4	Momenten-Grenztragfähigkeiten bei gezogenem Betongurt . . . . .	97
9.4.7.6	Nachweis der Verbundsicherung . . . . .	101
9.4.7.7	Nachweis des Feuerwiderstandes . . . . .	104
9.4.7.7.1	Brandschutz durch Bekleidungen . . . . .	105
9.4.7.7.2	Brandschutz durch Kammerbeton . . . . .	106
<b>9.5</b>	<b>Verbundstützen . . . . .</b>	<b>109</b>
9.5.1	Aufgabe und Vorzüge von Verbundstützen . . . . .	109
9.5.2	Ausbildung von Verbundstützen . . . . .	110
9.5.2.1	Querschnitts-ausbildung und Werkstoffe von Verbundstützen . . . . .	110
9.5.2.2	Trägeranschlüsse an Verbundstützen . . . . .	112
9.5.2.3	Flachdeckenanschlüsse und Verbundstützenstöße . . . . .	115
9.5.3	Trag- und Verformungsverhalten von Verbundstützen . . . . .	116
9.5.3.1	Betonierzustand . . . . .	116
9.5.3.2	Gebrauchslastniveau . . . . .	117
9.5.3.3	Grenzlastniveau . . . . .	117
9.5.4	Ermittlung der M/N-Interaktion . . . . .	118
9.5.4.1	Schlankheitsgrad $\lambda$ , Verzweigungslast $N_{ki}$ und Quetschlast $N_{pi}$ . . . . .	118
9.5.4.2	Ermittlung der Momenten-Grenztragfähigkeiten . . . . .	120
9.5.4.3	M/N-Interaktion . . . . .	124
9.5.5	Baustatische Nachweise von Verbundstützen . . . . .	126
9.5.5.1	Schnittgrößenermittlung . . . . .	126
9.5.5.2	Übersicht über die baustatischen Nachweise . . . . .	128
9.5.5.3	Nachweis unter planmäßig mittigem Druck . . . . .	128
9.5.5.4	Nachweis unter Druck und Biegung . . . . .	129
9.5.5.5	Nachweis der Querkraft-Aufnahme . . . . .	131
9.5.5.5.1	Querkraftaufnahme in den Teilquerschnitten . . . . .	131
9.5.5.5.2	Schubkraftübertragung infolge Querkraft . . . . .	134
9.5.5.6	Nachweis der Verbundsicherung in den Kräfteinleitungsbereichen . . . . .	135
9.5.5.6.1	Kraftfluß und Teilschnittgrößen in Kräfteinleitungsbereichen . . . . .	135
9.5.5.6.2	Nachweise in Kräfteinleitungsbereichen . . . . .	137
9.5.5.7	Nachweis des Feuerwiderstandes von Verbundstützen . . . . .	138
9.5.5.7.1	Erwärmungsverhalten und Festigkeitsabfall . . . . .	138
9.5.5.7.2	Gestaltungsregeln für Verbundstützen . . . . .	139
9.5.5.7.3	Brandschutztechnische Vorbemessungen von Verbundstützen . . . . .	142
<b>Anhang A, Verbundträger . . . . .</b>	<b>143</b>	
<b>Anhang B, Verbundstützen . . . . .</b>	<b>227</b>	
<b>Anhang C, Verbundstützen F 90-A . . . . .</b>	<b>417</b>	
<b>Anhang D, Berechnungsbeispiele . . . . .</b>	<b>435</b>	
<b>Schrifttum . . . . .</b>	<b>464</b>	