

Fritz Leonhardt

---

# **Vorlesungen über Massivbau**

---

Zweiter Teil

Sonderfälle der Bemessung  
im Stahlbetonbau

F. Leonhardt und E. Mönning

Zweite Auflage



Springer-Verlag

Berlin · Heidelberg · New York 1975

# Inhaltsverzeichnis

<u>1. Bewehrung schiefwinklig zur Richtung der Beanspruchung</u>	1
1.1 Zur Einführung	1
1.2 Scheiben mit rechtwinkligem Bewehrungsnetz	2
1.2.1 Kräfte und ihr Gleichgewicht am Scheibenelement	2
1.2.2 Rißneigung $\varphi$ bei Beanspruchung der Bewehrung im elastischen Bereich ( $\sigma_e < \beta_S$ )	6
1.2.2.1 Lösung mit dem Minimum der Formänderungsarbeit	6
1.2.2.2 Lösung mit Hilfe der Verträglichkeit der Verformungen	7
1.2.3 Rißneigung $\varphi$ nach Erreichen der Streckgrenze ( $\epsilon_e > \beta_S/E_e$ )	9
1.3 Scheiben mit nur einer Bewehrungsschar	9
1.4 Platten mit rechtwinkligen Bewehrungsnetzen	10
1.5 Bemessungsregeln	11
1.5.1 Allgemeines	11
1.5.2 Bemessung von Scheibentragwerken bei Bewehrungen schiefwinklig zu den Hauptspannungen	12
1.5.3 Bemessung von biegebeanspruchten Platten bei Bewehrung schiefwinklig zu den Richtungen der Hauptmomente	14
<u>2. Wandartige Träger, Konsolen, Scheiben</u>	17
2.1 Definition	17
2.2 Verfahren zur Ermittlung der Spannungen im Zustand I	18
2.3 Schnittgrößen und Spannungen in wandartigen Trägern	18
2.3.1 Allgemeines	18
2.3.2 Spannungen in einfeldrigen Wandträgern	19
2.3.2.1 Gleichmäßig verteilte Lasten	19
2.3.2.2 Einzellasten	22
2.3.2.3 Einfluß von Auflagerverstärkungen	24
2.3.3 Spannungen in mehrfeldrigen Wandträgern	27
2.3.3.1 Gleichlast	27
2.3.3.2 Einzellasten	27
2.3.3.3 Einfluß von Auflagerverstärkungen	29
2.3.3.4 Zur Ermittlung der Schnittgrößen in durchlaufenden Wandträgern	29
2.3.4 Ermittlung der Spannungen nach W. Schleeh	33
2.4 Wandträger im Zustand II im Hinblick auf die Bemessung	35
2.4.1 Unmittelbar gelagerte Wandträger	35
2.4.2 Mittelbar gelagerte oder mittelbar belastete Wandträger	37

2.5	Bemessungsregeln für Wandträger .....	41
2.5.1	Ermittlung der Zuggurtkräfte .....	41
2.5.2	Begrenzung der Hauptdruckspannungen .....	43
2.5.3	Aufhängebewehrung für unten angreifende Lasten .....	44
2.5.4	Netzbewehrung in der Scheibe .....	44
2.5.5	Modellvorstellung und Bemessung nach Nylander, Schweden .....	44
2.6	Spannungen in Konsolen und auskragenden Scheiben .....	45
2.7	Bemessungsregeln für Konsolen und auskragende Scheiben .....	48
3.	<u>Einleitung konzentrierter Lasten oder Kräfte</u> .....	53
3.1	Beschreibung des Spannungsverlaufes .....	53
3.2	Methoden der Spannungsermittlung .....	55
3.2.1	Theoretische Lösung .....	55
3.2.2	Lösung mit finiten Elementen .....	56
3.2.3	Spannungsoptische Ermittlung .....	56
3.2.4	Spannungsermittlung durch Dehnungsmessung an Modellen .....	56
3.2.5	Messungen an Betonkörpern .....	56
3.2.6	Einfache Näherungslösungen .....	56
3.3	Bemessung für die Spaltkräfte bei zweidimensionaler Einleitung konzentrierter Lasten oder Kräfte .....	56
3.3.1	Die mittige Einzellast .....	57
3.3.1.1	Spaltkraft bei gleichmäßiger Lastpressung $p$ .....	57
3.3.1.2	Einfluß ungleichmäßig verteilter Lastpressung $p$ .....	60
3.3.1.3	Spannungen in den Randzonen (Eckbereiche) .....	63
3.3.2	Die ausmittige Einzellast in $x$ -Richtung .....	63
3.3.3	Die ausmittige Einzellast mit Neigung zur $x$ -Achse .....	66
3.3.4	Mehrere konzentrierte Lasten oder Kräfte .....	66
3.3.5	Zusammenwirken von Spannkraft und Auflagerkraft an Enden von Spannbetonbalken .....	68
3.3.6	Zusammenwirken von Krafteinleitung und Balkenbiegung an Zwischenauflagern von Durchlaufträgern .....	68
3.3.7	Die innerhalb der Scheibe angreifende Einzelkraft .....	73
3.3.8	Durch Verbund an Stahlstäben eingeleitete Kräfte .....	74
3.3.9	Einleitung einer Einzelkraft in einen Plattenbalken .....	75
3.4	Bemessungswerte für die Spaltkräfte bei räumlicher, dreidimensionaler Einleitung konzentrierter Lasten oder Kräfte .....	77
3.4.1	Die mittige Einzellast .....	77
3.4.1.1	Die Spaltspannungen und die Spaltkraft .....	77
3.4.1.2	Die Randzonen - Zugkräfte .....	80
3.4.2	Die ausmittige Einzellast .....	82
3.5	Begrenzung der Pressung in der Lastfläche .....	82
3.6	Einleitung von Kräften parallel zur Oberfläche eines Betonkörpers .....	85
3.6.1	Krafteinleitung über Bolzen .....	85
3.6.2	Kraftübertragung durch Anpreßdruck (Vorspannung) .....	88
4.	<u>Betongelenke</u> .....	91
4.1	Beschreibung .....	91
4.2	Bemessungsregeln nach Mönning - Netzel .....	93
4.2.1	Für Linienlager mit Drehbewegungen um eine Achse .....	93
4.2.2	Für Punktlager mit Drehbewegungen in beliebigen Richtungen .....	98

<b>5. Durchstanzen von Platten</b> .....	99
5.1 Vorbemerkung .....	99
5.2 Stand der Kenntnisse .....	99
5.3 Modelle des Durchstanzvorganges ohne Schubbewehrung bei mittig belasteten Innenstützen .....	99
5.3.1 Allgemeines .....	99
5.3.2 Durchstanzlast nach Kinnunen-Nylander (ohne Schubbewehrung) .....	102
5.4 Durchstanzen bei Rand- und Eckstützen .....	104
5.5 Bemessungsregeln nach DIN 1045 .....	105
5.5.1 Regelfall der Innenstützen .....	105
5.5.2 Zur Schubbewehrung .....	107
5.5.3 Rand- und Eckstützen .....	107
5.5.4 Deckendurchbrüche, Installationsaussparungen .....	108
5.5.5 Stützenkopfverstärkungen, Pilzdecken, Stahlkragen .....	108
<b>6. Bemessung bei schwingender oder sehr häufiger Belastung</b> .....	113
6.1 Grundregeln .....	113
6.2 Bemessungsregeln .....	114
6.3 Ermittlung von Spannungen unter Gebrauchslasten .....	115
6.4 Nachweise bei schwingender Belastung nach DIN 1045 .....	117
<b>7. Leichtbeton für Tragwerke</b> .....	121
7.1 Vorbemerkung - Leichtbetonarten .....	121
7.2 Zuschläge und Zusammensetzung des Leichtbetons für Tragwerke .....	122
7.2.1 Porige Zuschläge .....	122
7.2.2 Zusammensetzung und Verarbeiten des Leichtbetons .....	124
7.3 Kraftfluß im Leichtbeton .....	125
7.4 Klassen des Leichtbetons .....	126
7.5 Wesentliche Abweichungen der Leichtbeton-Eigenschaften vom Normalbeton	127
7.5.1 Zugfestigkeit .....	127
7.5.2 Festigkeit bei Teilflächenbelastung .....	127
7.5.3 Verbundfestigkeit .....	127
7.5.4 Verformungen, $\sigma - \epsilon$ , E-Modul bei Kurzzeitlasten .....	128
7.5.5 Quellen, Schwinden und Kriechen .....	129
7.5.6 Wärmeverhalten des Leichtbetons .....	131
7.5.7 Korrosionsschutz der Bewehrung .....	133
7.6 Folgerungen für die Bemessung von bewehrtem Leichtbeton (Stahlleichtbeton, Spannleichtbeton) .....	133
7.7 Zur Wirtschaftlichkeit von Tragwerken aus Leichtbeton .....	135
7.8 Anwendungen .....	136
Schrifttumverzeichnis .....	137