

# **Erdbebenbemessung von Stahlbetonhochbauten**

Thomas Paulay

Hugo Bachmann

Konrad Moser

Birkhäuser Verlag

Basel · Boston · Berlin

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung . . . . .	1
1.2	Zielsetzung . . . . .	5
1.3	Beanspruchungen und Widerstände . . . . .	6
1.3.1	Allgemeine Bemessungsbedingung . . . . .	6
1.3.2	Einwirkungen . . . . .	6
	a) Dauerlasten . . . . .	7
	b) Nutzlasten . . . . .	7
	c) Erdbebeneinwirkungen . . . . .	8
	d) Weitere Einwirkungen . . . . .	8
1.3.3	Beanspruchungen . . . . .	8
1.3.4	Widerstände . . . . .	10
	a) Tragwiderstand . . . . .	11
	b) Mittlerer Widerstand . . . . .	11
	c) Widerstand bei Überfestigkeit . . . . .	11
1.4	Methode der Kapazitätsbemessung . . . . .	13
1.4.1	Einführungsbeispiel . . . . .	13
1.4.2	Kapazitätsbemessung bei Hochbauten . . . . .	15
1.4.3	Andere Anwendungen der Kapazitätsbemessung . . . . .	17
1.5	Ablauf der Bemessung . . . . .	18
1.5.1	Übersicht . . . . .	18
1.5.2	Kurzbeschreibung der Schritte . . . . .	18
1.6	Hinweise zum Entwurf des Tragsystems . . . . .	20
1.6.1	Tragwerkeigenschaften . . . . .	20
1.6.2	Tragwerksarten . . . . .	21
	a) Stahlbetonrahmen . . . . .	21
	b) Stahlbetontragwände . . . . .	22
	c) Gemischte Tragsysteme . . . . .	23
1.6.3	Entwurfsgrundsätze . . . . .	23
	a) Gestaltung im Grundriss . . . . .	24
	b) Gestaltung im Aufriss . . . . .	28
	c) Allgemeine Unregelmässigkeiten . . . . .	29
1.6.4	Wahl des Tragsystems . . . . .	30
	a) Wichtigste Einflussgrössen . . . . .	30
	b) Optimierung der Gesamtkosten . . . . .	33

1.6.5	Wahl der Querschnittsabmessungen . . . . .	34
	a) Stabilitätsbedingungen bei Riegeln und Stützen . . . . .	34
	b) Stützen . . . . .	35
	c) Riegel . . . . .	35
	d) Tragwände . . . . .	36
	e) Koppelungsriegel . . . . .	36
1.7	Begriffe . . . . .	36
<b>2</b>	<b>Ermittlung der Ersatzkräfte</b> . . . . .	<b>37</b>
2.1	Grundlagen . . . . .	37
2.1.1	Entstehung und Ausbreitung von Erdbebenwellen . . . . .	38
2.1.2	Wirkungen an einem Standort . . . . .	40
	a) Bodenbewegung . . . . .	40
	b) Wirkungen auf Bauwerke . . . . .	41
2.1.3	Intensität . . . . .	42
2.1.4	Bodenbewegungsgrößen . . . . .	43
2.1.5	Antwortspektrum . . . . .	45
2.1.6	Bemessungsbeben . . . . .	48
2.2	Allgemeines Vorgehen . . . . .	49
2.2.1	Übersicht . . . . .	50
2.2.2	Auftretenswahrscheinlichkeit von Erdbeben . . . . .	51
2.2.3	Bemessungsintensität . . . . .	54
2.2.4	Bemessungsbodenbeschleunigung . . . . .	55
2.2.5	Elastisches Bemessungsspektrum . . . . .	55
2.2.6	Inelastische Bemessungsspektren . . . . .	57
	a) Empirische Abminderungsfunktionen . . . . .	59
	b) Mathematische Abminderungsfunktionen . . . . .	60
	c) Bemessungsspektren . . . . .	62
2.2.7	Wahl der Bemessungsduktilität . . . . .	62
	a) Allgemeine Erwägungen . . . . .	62
	b) Duktilitätsklassen . . . . .	64
	c) Abschätzung der Stärke des Schädengrenzbebens . . . . .	65
	d) Stockwerkverschiebungen und Schadenbegrenzung . . . . .	67
2.2.8	Erdbeben-Ersatzkraft . . . . .	70
	a) Bestimmung der Grundschwingzeit . . . . .	70
	b) Einfluss der Baugrundverformungen . . . . .	74
	c) Bestimmung der Grösse der Ersatzkraft . . . . .	75
	d) Verteilung der Ersatzkraft über die Höhe des Bauwerks . . . . .	76
2.3	Vorgehen auf der Basis einer Norm . . . . .	77
2.3.1	Allgemeines . . . . .	77
	a) Ersatzkraft . . . . .	78
	b) Berücksichtigung der Torsion . . . . .	79
	c) Normenvergleich . . . . .	80
2.3.2	Amerikanische Norm UBC (1988) . . . . .	80
	a) Ermittlung der Ersatzkraft . . . . .	80
	b) Tragsicherheitsnachweis . . . . .	82

	c) Zahlenbeispiel . . . . .	82
2.3.3	Neuseeländische Norm NZS 4203 (Entwurf 1986) . . . . .	83
	a) Ermittlung der Ersatzkraft . . . . .	83
	b) Tragsicherheitsnachweis . . . . .	84
	c) Zahlenbeispiel . . . . .	84
2.3.4	Deutsche Norm DIN 4149, Teil 1 (1981) . . . . .	85
	a) Ermittlung der Ersatzkräfte . . . . .	85
	b) Tragsicherheitsnachweis . . . . .	87
	c) Zahlenbeispiel . . . . .	87
2.3.5	Österreichische Norm B 4015, Teil 1 (1979) . . . . .	88
	a) Ermittlung der Ersatzkräfte . . . . .	88
	b) Tragsicherheitsnachweis . . . . .	90
	c) Zahlenbeispiel . . . . .	90
2.3.6	Schweizerische Norm SIA 160 (1989) . . . . .	91
	a) Ermittlung der Ersatzkraft . . . . .	91
	b) Tragsicherheitsnachweis . . . . .	93
	c) Zahlenbeispiel . . . . .	93
2.3.7	Vergleich der Ersatzkräfte der verschiedenen Normen . . . . .	93
<b>3</b>	<b>Bemessungsgrundlagen</b> . . . . .	<b>95</b>
3.1	Duktilitätsdefinitionen . . . . .	96
3.1.1	Dehnungsduktilität . . . . .	96
3.1.2	Krümmungsduktilität . . . . .	97
3.1.3	Rotationsduktilität . . . . .	98
3.1.4	Verschiebeduktilität . . . . .	99
3.1.5	Duktilitätsvergleich am Kragarm . . . . .	99
3.1.6	Verifikation der vorhandenen Duktilität . . . . .	101
3.2	Baustoffe . . . . .	101
3.2.1	Charakteristische Festigkeitsgrössen . . . . .	102
3.2.2	Bewehrungsstahl . . . . .	102
	a) Stahlsorten und Fliessgrenzen . . . . .	103
	b) Bestimmung des Überfestigkeitsfaktors . . . . .	103
	c) Verhalten bei zyklischer Beanspruchung . . . . .	106
3.2.3	Beton . . . . .	107
	a) Betonsorten und Festigkeiten . . . . .	107
	b) Wirkung einer Umschnürungsbewehrung . . . . .	108
3.3	Querschnittswiderstand . . . . .	111
3.3.1	Reine Biegung . . . . .	111
3.3.2	Biegung mit Normalkraft . . . . .	114
	a) Stützen . . . . .	114
	b) Tragwände . . . . .	118
3.3.3	Querkraft . . . . .	120
	a) Stabförmige Tragelemente mit Schubbewehrung . . . . .	120
	b) Gleitschub . . . . .	123
3.3.4	Kombinierte Beanspruchung . . . . .	125
3.4	Konstruktive Hinweise . . . . .	125

4.4.3	Schubbemessung der Riegel . . . . .	165
	a) Ermittlung der Bemessungsquerkräfte . . . . .	165
	b) Bemessung für schrägen Druck und schrägen Zug . . . . .	166
4.4.4	Abstufung und Verankerung der Längsbewehrung . . . . .	167
4.4.5	Stabilisierung der Längsbewehrung . . . . .	168
4.5	Bemessung der Stützen . . . . .	170
4.5.1	Zur Kapazitätsbemessung . . . . .	170
4.5.2	Anwendungsgrenzen . . . . .	171
4.5.3	Ausgewogenheit der Biegewiderstände bei Knoten . . . . .	171
4.5.4	Dynamischer Vergrößerungsfaktor für Momente . . . . .	174
	a) Allgemeines . . . . .	174
	b) Stützen von ebenen Rahmen . . . . .	175
	c) Stützen von räumlichen Rahmen . . . . .	175
	d) Stützen im Erdgeschoss . . . . .	176
	e) Einfluss der höheren Eigenschwingungsformen . . . . .	176
	f) Stützen mit überwiegender Kragarmwirkung . . . . .	177
4.5.5	Bemessungsnormalkräfte . . . . .	178
4.5.6	Bemessungsmomente . . . . .	179
	a) Massgebende Biegemomente . . . . .	179
	b) Reduktion der Bemessungsmomente . . . . .	181
4.5.7	Bemessungsquerkräfte . . . . .	183
	a) Querkraft in den Stützen der oberen Stockwerke . . . . .	183
	b) Querkraft in den Erdgeschossstützen . . . . .	183
	c) Querkraft in den Stützen räumlicher Rahmen . . . . .	183
	d) Querkraft in den Stützen des obersten Stockwerkes . . . . .	184
4.5.8	Bestimmung der Bemessungsschnittkräfte . . . . .	184
4.5.9	Vertikalbewehrung . . . . .	186
	a) Allgemeine Regeln . . . . .	186
	b) Anordnung der Bewehrungsstösse . . . . .	187
4.5.10	Querbewehrung . . . . .	188
	a) Stützenbereiche . . . . .	188
	b) Schubbemessung . . . . .	189
	c) Umschnürung des Betons . . . . .	191
	d) Stabilisierung der Vertikalbewehrung . . . . .	193
	e) Querbewehrung in den Stossbereichen . . . . .	194
	f) Massgebende Querbewehrung . . . . .	194
4.6	Stabilität der Rahmen . . . . .	194
4.6.1	P- $\Delta$ -Effekt . . . . .	194
4.6.2	Übliche Berechnungsmethoden . . . . .	195
4.6.3	Stabilitätsindex . . . . .	196
4.6.4	P- $\Delta$ -Effekt und inelastisches dynamisches Verhalten . . . . .	199
	a) Energiedissipation . . . . .	199
	b) Rahmensteifigkeit . . . . .	200
	c) Stockwerkverschiebungen . . . . .	200
	d) Duktilitätsanforderungen . . . . .	202
4.6.5	Kompensation des P- $\Delta$ -Effektes . . . . .	202

	a) Kompensation für verringerte Energiedissipation . . . . .	202
	b) Abschätzung der Stockwerkverschiebungen . . . . .	203
	c) Erforderlicher Stockwerkbiegewiderstand . . . . .	204
4.6.6	Zusammenfassung des Vorgehens . . . . .	204
4.7	Bemessung der Rahmenknoten . . . . .	206
4.7.1	Allgemeine Bemessungskriterien . . . . .	206
4.7.2	Merkmale des Knotenverhaltens . . . . .	207
	a) Schubverhalten . . . . .	207
	b) Verbundverhalten . . . . .	208
	c) Steifigkeit . . . . .	209
4.7.3	Knotenarten . . . . .	209
	a) Aussen- und Innenknoten . . . . .	209
	b) 'Elastische' und 'inelastische' Knoten . . . . .	211
	c) Knoten mit speziellen Merkmalen . . . . .	211
4.7.4	Innenknoten ebener Rahmen . . . . .	212
	a) Schnittkräfte und innere Kräfte . . . . .	212
	b) Elastische Knoten . . . . .	213
	c) Besonderheiten bei inelastischen Knoten . . . . .	220
	d) Schubspannungen und Abmessungen inelastischer Knoten . . . . .	226
	e) Beitrag der Betondruckdiagonalen inelastischer Knoten . . . . .	230
	f) Beitrag der Knotenschubbewehrungen . . . . .	232
	g) Verbund und Verankerung . . . . .	234
	h) Verankerung von Riegel- und Stützenbewehrung . . . . .	237
4.7.5	Innenknoten räumlicher Rahmen . . . . .	240
4.7.6	Besonderheiten bei Innenknoten . . . . .	242
	a) Beitrag der Geschossdecken . . . . .	242
	b) Knoten mit ungewöhnlichen Abmessungen . . . . .	244
	c) Exzentrische Knoten . . . . .	246
	d) Knoten mit inelastischen Stützen . . . . .	246
4.7.7	Andere Möglichkeiten der Knotenausbildung . . . . .	247
	a) Verankerung der Riegelbewehrung mit Ankerplatten . . . . .	247
	b) Diagonale Knotenschubbewehrung . . . . .	248
	c) Riegelverbreiterungen . . . . .	250
4.7.8	Aussenknoten . . . . .	250
	a) Schnittkräfte und innere Kräfte . . . . .	250
	b) Verankerung der Riegelbewehrung . . . . .	258
	c) Elastische Aussenknoten . . . . .	261
	d) Schubbemessung von Aussenknoten . . . . .	261
4.7.9	Bemessungsbeispiele und Versuche . . . . .	262
	a) Inelastischer Aussenknoten . . . . .	262
	b) Elastischer Innenknoten und Versagen der Bewehrung . . . . .	265
	c) Innenknoten mit Riegelverbreiterungen . . . . .	267
	d) Niedrige Riegel und wandartige Stützen . . . . .	268
4.8	Schwerelastdominierte Rahmen . . . . .	269
4.8.1	Erdbebenwiderstand grösser als erforderlich . . . . .	269
4.8.2	Tragwiderstand von Riegelmechanismen . . . . .	271

4.8.3	Reduktion des horizontalen Tragwiderstandes . . . . .	275
	a) Minimaler erforderlicher Tragwiderstand . . . . .	275
	b) Riegelmechanismus mit verschobenen Gelenken . . . . .	276
	c) Rahmenmechanismus mit Riegel- und Stützengelenken . . . . .	277
	d) Optimale Lage der Fliessgelenke in den Riegeln . . . . .	278
4.8.4	Schubbemessung . . . . .	279
4.9	Erdbebendominierte Fassadenrahmen . . . . .	280
4.9.1	Merkmale . . . . .	280
4.9.2	Diagonal bewehrte Brüstungsriegel . . . . .	281
4.9.3	Konstruktive Besonderheiten . . . . .	282
4.9.4	Riegelverhalten in Versuchen . . . . .	284
4.10	Bemessungsschritte bei Rahmen : . . . . .	285
4.11	Bemessungsbeispiel für einen Rahmen . . . . .	290
4.11.1	Beschreibung des Objekts . . . . .	290
4.11.2	Materialrechenwerte : . . . . .	290
4.11.3	Einwirkungen . . . . .	290
4.11.4	Biegesteifigkeiten der Stäbe . . . . .	292
4.11.5	Schnittkräfte aus Schwerelasten . . . . .	294
4.11.6	Schnittkräfte aus Erdbebeneinwirkungen . . . . .	300
4.11.7	Randriegel 1-2-C-3-4 . . . . .	307
4.11.8	Innerer Riegel 5-6-7-8 . . . . .	310
4.11.9	Aussenstütze (5) . . . . .	316
4.11.10	Innenstütze (6) . . . . .	317
4.11.11	Stützenfuss (6) . . . . .	320
4.11.12	Aussenknoten bei Stütze (5) . . . . .	321
4.11.13	Innenknoten bei Stütze (6) . . . . .	322
<b>5</b>	<b>Duktile Tragwände</b> . . . . .	<b>325</b>
5.1	Einleitung . . . . .	325
5.2	Tragwandsysteme . . . . .	327
5.2.1	Anordnung der Tragwände im Grundriss . . . . .	327
5.2.2	Gestaltung der Tragwände . . . . .	331
	a) Querschnittsformen und mitwirkende Flanschbreiten . . . . .	331
	b) Schlanke und gedrungene Tragwände . . . . .	332
	c) Über die Höhe veränderlicher Wandquerschnitt . . . . .	334
	d) Tragwände mit Öffnungen . . . . .	335
	e) Gekoppelte Tragwände . . . . .	336
5.3	Ermittlung der Schnittkräfte . . . . .	338
5.3.1	Modellbildung . . . . .	339
	a) Querschnittswerte . . . . .	339
	b) Geometrische Idealisierungen . . . . .	341
	c) Zur Berechnung der Wandquerschnitte . . . . .	343
5.3.2	Berechnung . . . . .	345
	a) Bestimmung der Ersatzkräfte . . . . .	345
	b) Schnittkräfte in zusammenwirkenden Tragwänden . . . . .	346
	c) Schnittkräfte in gekoppelten Tragwänden . . . . .	348

5.4	Bemessung und konstruktive Durchbildung . . . . .	354
5.4.1	Versagensarten . . . . .	354
5.4.2	Bemessung für Biege widerstand und Duktilität . . . . .	357
	a) Biegeverhalten . . . . .	357
	b) Sicherstellung der Wandstabilität . . . . .	359
	c) Erforderliche Krümmungsduktilität . . . . .	365
	d) Sicherstellung der Krümmungsduktilität . . . . .	365
	e) Umschnürung des Betons . . . . .	367
	f) Stabilisierung der Vertikalbewehrung . . . . .	369
	g) Anforderungen an die Querbewehrung . . . . .	371
	h) Begrenzungen der Vertikalbewehrung . . . . .	372
	i) Abstufung der Vertikalbewehrung . . . . .	373
5.4.3	Schubbemessung . . . . .	376
	a) Ermittlung der maximalen Querkräfte . . . . .	376
	b) Bemessung für schrägen Druck und schrägen Zug . . . . .	379
	c) Bemessung für Gleitschub . . . . .	381
5.4.4	Bemessung von Koppelungsriegeln . . . . .	382
	a) Tragverhalten . . . . .	383
	b) Bemessung der Bewehrung . . . . .	384
	c) Decken als Koppelungsriegel . . . . .	386
5.5	Bemessungsschritte bei Tragwänden . . . . .	389
5.6	Besonderheiten gedrungener Tragwände . . . . .	394
5.6.1	Arten von gedrunge n en Wänden . . . . .	394
5.6.2	Biegeverhalten und Anordnung der Bewehrung . . . . .	395
5.6.3	Schubtragverhalten . . . . .	395
	a) Versagen durch schrägen Zug . . . . .	395
	b) Versagen durch schrägen Druck . . . . .	396
	c) Versagen durch Gleitschub . . . . .	397
5.6.4	Bemessung für schrägen Druck . . . . .	398
5.6.5	Bemessung für Gleitschub . . . . .	398
	a) Bemessungsart . . . . .	398
	b) Wirkung einer Diagonalbewehrung . . . . .	399
	c) Duktilitätsanforderungen und Diagonalbewehrung . . . . .	399
	d) Dübelwirkung der Vertikalbewehrung . . . . .	400
	e) Beitrag der Biegedruckzone . . . . .	402
	f) Beitrag der Diagonalbewehrung . . . . .	403
	g) Kombinierte Tragwirkungen . . . . .	404
5.6.6	Bemessung für schrägen Zug . . . . .	404
5.6.7	Gedrungene Wände mit Randverstärkungen . . . . .	406
5.7	Bemessungsbeispiel für einzelne Tragwände . . . . .	407
5.7.1	Beschreibung und Annahmen . . . . .	407
5.7.2	Verteilung der Stockwerkquerkraft . . . . .	407
5.7.3	Bemessung einer Wand . . . . .	410
	a) Ermittlung der Schnittkräfte . . . . .	410
	b) Biegebemessung und Überfestigkeitsfaktoren . . . . .	411
	c) Bemessung für schräge Druck- und Zugkräfte . . . . .	413

	d) Umschnürungs- und der Stabilisierungsbewehrung . . . . .	414
	e) Erdbebeneinwirkung in x-Richtung . . . . .	414
5.8	Bemessungsbeispiel für gekoppelte Tragwände . . . . .	417
5.8.1	Beschreibung und Annahmen . . . . .	417
5.8.2	Bemessungsschritte . . . . .	418
5.9	Bemessungsbeispiele für gedrungene Tragwände . . . . .	436
5.9.1	Wand mit hoher Erdbebenbeanspruchung . . . . .	436
	a) Beschreibung und Annahmen . . . . .	436
	b) Vorbemessung . . . . .	436
	c) Biege widerstand der Wand . . . . .	437
	d) Ermittlung der Diagonalbewehrung . . . . .	438
	e) Bemessung für schrägen Zug . . . . .	438
5.9.2	Alternativlösung für die gedrungene Wand . . . . .	439
	a) Beschreibung und Annahmen . . . . .	439
	b) Vorbemessung . . . . .	439
	c) Biege widerstand der Wand . . . . .	439
	d) Ermittlung der Diagonalbewehrung . . . . .	440
	e) Bemessung für schrägen Zug . . . . .	440
5.9.3	Wand mit kleiner Erdbebenbeanspruchung . . . . .	441
<b>6</b>	<b>Duktile gemischte Tragsysteme</b> . . . . .	<b>442</b>
6.1	Einleitung . . . . .	442
6.2	Arten von gemischten Tragsystemen . . . . .	444
6.2.1	Zusammenwirkende Rahmen und Tragwände . . . . .	444
6.2.2	Durch Riegel verbundene Rahmen und Tragwände . . . . .	447
6.2.3	Tragwände auf nachgiebigen Foundationen . . . . .	449
	a) Elastisches Verhalten unter statischen Ersatzkräften . . . . .	450
	b) Dynamisches elastisch-plastisches Verhalten . . . . .	452
	c) Abhebende Wände und räumliche Wirkungen . . . . .	456
6.2.4	Tragwände beschränkter Höhe . . . . .	458
	a) Elastisches Verhalten unter statischen Ersatzkräften . . . . .	459
	b) Dynamisches elastisch-plastisches Verhalten . . . . .	462
6.3	Bemessungsschritte bei gemischten Tragsystemen . . . . .	464
6.4	Spezielle Fragen der Modellbildung und Bemessung . . . . .	477
6.4.1	Stark unregelmässiges Tragsystem für horizontale Kräfte . . . . .	477
6.4.2	Torsionseffekte . . . . .	477
6.4.3	Nachgiebigkeit von Deckenscheiben . . . . .	479
6.4.4	Erforderlicher Schubwiderstand der Tragwände . . . . .	480
6.4.5	Beitrag der Tragwände an den Erdbebenwiderstand gemischter Systeme . . . . .	483
<b>7</b>	<b>Tragsysteme mit beschränkter Duktilität</b> . . . . .	<b>484</b>
7.1	Einleitung . . . . .	484
7.2	Vorgehen bei der Bemessung . . . . .	486
7.3	Rahmen mit beschränkter Duktilität . . . . .	488
7.3.1	Riegel . . . . .	488
	a) Duktile Riegel . . . . .	488

	b) Elastische Riegel . . . . .	489
7.3.2	Stützen bei Riegelmechanismen . . . . .	490
	a) Bestimmung der Bemessungsschnittkräfte . . . . .	490
	b) Bemessung und konstruktive Durchbildung der Stützen . . . . .	491
7.3.3	Stützen bei Stockwerkmechanismen . . . . .	492
7.3.4	Rahmenknoten . . . . .	494
	a) Ermittlung der inneren Kräfte . . . . .	494
	b) Schubspannungen im Knoten . . . . .	495
	c) Beitrag des Betons an den Schubwiderstand . . . . .	495
	d) Knotenschubbewehrung . . . . .	497
	e) Verbund und Verankerung . . . . .	497
7.4	Tragwände mit beschränkter Duktilität . . . . .	500
7.4.1	Tragwände mit dominierender Biegebeanspruchung . . . . .	500
	a) Sicherstellung der Wandstabilität . . . . .	500
	b) Sicherstellung der Krümmungsduktilität . . . . .	501
	c) Umschnürung des Betons . . . . .	501
	d) Stabilisierung der Vertikalbewehrung . . . . .	501
	e) Abstufung der Vertikalbewehrung . . . . .	502
	f) Schubbemessung . . . . .	502
	g) Koppelungsriegel . . . . .	503
7.4.2	Tragwände mit dominierender Querkraftbeanspruchung . . . . .	503
	a) Grundlagen des Bemessungsvorgehens . . . . .	503
	b) Anwendung des Bemessungsvorgehens . . . . .	506
	c) Schadenbegrenzung . . . . .	508
7.5	Gemischte Tragsysteme mit beschränkter Duktilität . . . . .	508
<b>8</b>	<b>Fundationen</b> . . . . .	<b>509</b>
8.1	Einleitung . . . . .	509
8.2	Wahl des Fundationsverhaltens . . . . .	510
8.2.1	Elastische Tragwerke des Überbaus . . . . .	510
	a) Elastische Fundationstragwerke . . . . .	510
	b) Duktile Fundationstragwerke . . . . .	510
	c) Abhebende Fundationstragwerke . . . . .	511
8.2.2	Duktile Tragwerke des Überbaus . . . . .	511
8.2.3	Bodenpressungen . . . . .	511
8.2.4	Bodenreibung . . . . .	512
8.3	Fundationen für Rahmen . . . . .	512
8.3.1	Einzelfundamente . . . . .	512
8.3.2	Verbundene Einzelfundamente . . . . .	513
8.3.3	Steife Untergeschosse . . . . .	515
8.4	Fundationen für Tragwände . . . . .	515
8.4.1	Elastische Fundationstragwerke . . . . .	515
	a) Beanspruchung . . . . .	515
	b) Bemessung der Fundation . . . . .	516
	c) Bodenpressungen . . . . .	516
	d) Konstruktive Durchbildung . . . . .	516

	e) Fundationen für Tragwände mit beschränkter Duktilität . . . . .	516
8.4.2	Duktile Foundationstragwerke . . . . .	517
	a) Fließbereiche . . . . .	517
	b) Duktilitätskontrolle . . . . .	517
	c) Querkraftbeanspruchungen . . . . .	517
	d) Inelastische zyklische Beanspruchungen . . . . .	517
	e) Elastisch bleibende Tragwände . . . . .	518
8.4.3	Abhebende Foundationstragwerke . . . . .	518
	a) Vertikalkräfte . . . . .	518
	b) Horizontalkräfte . . . . .	519
	c) Duktilitätsanforderungen . . . . .	519
	d) Bodenpressungen . . . . .	519
	e) Konstruktive Durchbildung . . . . .	520
8.4.4	Pfahlgründungen . . . . .	520
	a) Verhalten unter Erdbebeneinwirkung . . . . .	520
	b) Wirkung von Horizontalkräften auf Pfähle . . . . .	521
	c) Konstruktive Durchbildung der Pfähle . . . . .	522
8.4.5	Einfluss der Verformungen des Baugrundes . . . . .	525
8.4.6	Beispiele von Fundationen für Tragwände . . . . .	526
<b>Anhang A: Beispiel der Kapazitätsbemessung</b>		<b>532</b>
<b>Anhang B: Koeffizienten zur Rahmenberechnung</b>		<b>536</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>539</b>
<b>Sachwortverzeichnis</b>		<b>554</b>