

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und allgemeiner Überblick</b>	1
<b>1.1</b>	<b>Entwicklungsgeschichte</b>	1
<b>1.2</b>	<b>Begriffe und Bezeichnungen</b>	2
1.2.1	Lagerung und Lager als Teil des Tragwerks	2
1.2.2	Abwälzen, Gleiten, Verformen	4
1.2.3	Lager, Gelenk, Pendel	6
1.2.4	Lagerbezeichnungen	7
<b>1.3</b>	<b>Grundsätze zur Wahl der Lagerung</b>	7
<b>1.4</b>	<b>Auflagerbewegungen</b>	9
1.4.1	Allgemeines	9
1.4.2	Verschiebungen infolge Temperatur	13
1.4.3	Verschiebungen infolge Vorspannen, Kriechen und Schwinden	14
1.4.4	Auflagerverschiebungen infolge äußerer Lasten	14
1.4.5	Auflagerdrehwinkel	15
<b>1.5</b>	<b>Lagersymbole</b>	17
<b>1.6</b>	<b>Verdrehungswiderstand</b>	17
1.6.1	Anfangsmoment	17
1.6.2	Rückstellmoment und Verdrehung	18
1.6.3	Weitere Abhängigkeiten	20
1.6.4	Einfluss der Horizontalkräfte	20
1.6.5	Auswirkung des Rückstellmomentes auf die Konstruktion	21
<b>2</b>	<b>Bauwerk und Lagerungsplan</b>	23
<b>2.1</b>	<b>Allgemeines</b>	23
<b>2.2</b>	<b>Brücken</b>	24
2.2.1	Einfluss der Brückenquerschnitte	24
2.2.2	Einfluss des Brückengrundrisses	27
2.2.2.1	Einfeldträger (orthogonal)	27
2.2.2.2	Einfeldträger (schief)	28
2.2.2.3	Zweifeldträger (orthogonal)	29
2.2.2.4	Zweifeldträger (schief)	30
2.2.2.5	Durchlaufträger (orthogonal)	30
2.2.2.6	Durchlaufträger (gekrümmt)	31
2.2.3	Lagerungsbeispiele	34
2.2.3.1	Einfeldträger (orthogonal)	34
2.2.3.2	Zweifeldträger (schief)	35
2.2.3.3	Durchlaufträger (orthogonal)	35
2.2.3.4	Durchlaufträger (gekrümmt)	36
2.2.4	Einfluss des Baugrundes	45
2.2.5	Von der Ausschreibung bis zum Einbau der Lager	46

<b>3</b>	<b>Bauwerk und Lagerkräfte</b>	49
<b>3.1</b>	<b>Vom Gelenk zum Lager</b>	49
<b>3.2</b>	<b>Berechnung von Brücken</b>	50
3.2.1	Allgemeines	50
3.2.2	Abtragung vertikaler Lasten	54
3.2.3	Abtragung horizontaler Lasten in Brückenlängsrichtung	56
3.2.4	Abtragung horizontaler Lasten in Brückenquerrichtung	58
3.2.5	Kräfte in Abhängigkeit von der Lagerart	59
3.2.6	Lagerbewegungen	61
3.2.7	Lagesicherheit	61
3.2.8	Sicherheitsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Lagereigenschaften	63
<b>3.3</b>	<b>Einfluss der Lager auf die Stabilität der Bauwerke</b>	67
3.3.1	Allgemeines	67
3.3.2	Rand- und Zwischenbedingungen für Lager	68
3.3.3	Knicklängen von Pfeilern	72
3.3.3.1	Allgemeines	72
3.3.3.2	Einzelpfeiler	73
3.3.3.3	Gerade Brücken mit beliebigen Pfeilern	73
3.3.3.4	Gerade Brücken mit nur zwei Pfeilertypen	76
3.3.3.5	Gerade Brücken mit Kipplagern	78
3.3.3.6	Gekrümmte Brücken	78
3.3.3.7	Elastische Einspannung, variable Biegesteifigkeit und Längskraft	79
3.3.4	Nachweis der Sicherheit am Gesamtsystem	80
<b>3.4</b>	<b>Nachweis nach Theorie II. Ordnung</b>	80
<b>3.5</b>	<b>Schwingungsschutzmaßnahmen für Brücken</b>	83
3.5.1	Dynamische Einwirkungen	83
3.5.1.1	Personeninduzierte Schwingungen	84
3.5.1.2	Dynamische Einwirkungen bei Erdbeben-Anregung	85
3.5.1.3	Windinduzierte Schwingungen	86
3.5.2	Maßnahmen zur Reduzierung von Schwingungen	88
3.5.2.1	Schwingungsisolierung	89
3.5.2.2	Konstruktionselemente zur Schwingungsreduzierung	93
3.5.3	Projektbeispiel: Elastisches Lagerungssystem zum Schutz vor Schienenverkehrserschütterungen und Körperschall – Xizhimen Brücke, Peking, China	102
3.5.4	Projektbeispiel: Elastisches Lagerungssystem zum Schutz vor personeninduzierten Schwingungen – Südbrücke Oberhavel, Berlin, Deutschland	103
3.5.5	Projektbeispiel: Applikation diskreter Dämpfungselemente zum Erdbebenschutz – Flughafen-Brücke Sotchi, Russland	104
3.5.6	Projektbeispiel: Einbau von Tuned Mass Control Systemen zum Erdbebenschutz – Puente Oriente, Guadalajara, Mexiko	105

3.5.7	Projektbeispiel: Applikation von Schwingungstilgern zur Reduktion von wirbelinduzierten Schwingungen – Muiderbrug, Amsterdam, Holland .....	106
3.5.8	Projektbeispiel: Applikation von Schwingungstilgern zur Reduktion von Fußgängerinduzierten Schwingungen – Millennium Bridge, London, Großbritannien .....	107
<b>4</b>	<b>Lagerarten .....</b>	<b>109</b>
<b>4.1</b>	<b>Grundsätzliches .....</b>	<b>109</b>
<b>4.2</b>	<b>Werkstoffe – Allgemeine Konstruktions- und Bemessungsregeln .....</b>	<b>110</b>
4.2.1	Werkstoffe .....	110
4.2.1.1	Stahlsorten für Bauteile .....	110
4.2.1.2	Verbindungsmittel für Schraubenverbindungen .....	111
4.2.1.3	Schweißen .....	114
4.2.2	Schnittgrößen und Freiheitsgrade .....	115
4.2.3	Bemessungsregeln .....	116
4.2.3.1	Lagerplatten .....	116
4.2.3.2	Schraubenverbindungen .....	116
4.2.3.3	Schweißverbindungen .....	119
4.2.3.4	Pressung in den Lagerfugen .....	120
4.2.3.5	Nachweis der Lagesicherheit .....	123
4.2.3.6	Konstruktive Hinweise zur Aufnahme der Horizontalkräfte in den Lagerfugen .....	124
4.2.3.7	Verankerung durch Kopfbolzendübel .....	126
4.2.3.8	Korrosionsschutz .....	128
<b>4.3</b>	<b>Feste Lager .....</b>	<b>129</b>
4.3.1	Allgemeines .....	129
4.3.2	Stahl-Punktkipplager .....	133
4.3.2.1	Werkstoffe und Konstruktion .....	133
4.3.2.2	Konstruktions- und Bemessungsregeln .....	135
4.3.3	Topflager .....	139
4.3.4	Kalottenlager .....	145
4.3.5	Feste Verformungslager .....	148
4.3.5.1	Vorbemerkung .....	148
4.3.5.2	Zapfenlager .....	148
4.3.5.3	Topf-Verformungslager .....	150
<b>4.4</b>	<b>Gleitlager .....</b>	<b>152</b>
4.4.1	Allgemeines .....	152
4.4.2	Gleitlagersystem .....	154
4.4.3	Bemessung der Lagerplatten .....	155
4.4.3.1	Gleitplatte und Gleitwerkstoffaufnahme .....	155
4.4.3.2	Bemessung der Gleitwerkstoffaufnahme .....	158

4.4.4	Punktkippgleitlager .....	161
4.4.4.1	Allgemeines .....	161
4.4.4.2	Konstruktions- und Bemessungsregeln .....	161
4.4.4.3	Bemessung der Gleitwerkstoffaufnahme .....	162
4.4.4.4	Lastexzentrizitäten für den Nachweis der Beanspruchungen in der Gleitwerkstoff-Gleitfläche .....	164
4.4.5	Topfgleitlager .....	165
4.4.5.1	Allgemeines .....	165
4.4.5.2	Konstruktions- und Bemessungsregeln .....	166
4.4.5.3	Grundlagen zur Bemessung der Gleitwerkstoffaufnahme .....	166
4.4.5.4	Lastexzentrizitäten für den Nachweis der Pressung in der Gleitwerkstoff-Gleitfläche .....	168
4.4.5.5	Lastexzentrizitäten für den Nachweis in der oberen und unteren Lagerfuge .....	169
4.4.6	Kalottenlager .....	169
4.4.6.1	Allgemeines .....	169
4.4.6.2	Konstruktions- und Bemessungsregeln .....	170
4.4.6.3	Bemessung der Gleitwerkstoffaufnahmen .....	171
4.4.6.4	Lastexzentrizitäten für den Nachweis der Beanspruchungen in den Gleitwerkstoff-Gleitflächen .....	171
4.4.6.5	Lastexzentrizitäten für den Nachweis in der oberen und unteren Lagerfuge .....	172
4.4.6.6	Beanspruchung der Gleitwerkstoff-Führungsflächen .....	172
4.4.7	Verformungsgleitlager .....	172
4.4.7.1	Allgemeines .....	172
4.4.7.2	Konstruktions- und Bemessungsregeln .....	173
4.4.7.3	Grundlagen zur Bemessung der Gleitwerkstoffaufnahme .....	174
4.4.7.4	Lastexzentrizitäten für den Nachweis der Pressung in der Gleitwerkstoff-Gleitfläche .....	176
4.4.7.5	Lastexzentrizitäten für den Nachweis in der oberen und unteren Lagerfuge .....	177
4.4.8	Elastomer-Gleitlager .....	177
4.4.8.1	Allgemeines .....	177
4.4.8.2	Konstruktions- und Bemessungsregeln .....	178
4.4.8.3	Bemessung der Gleitwerkstoffaufnahme .....	178
4.4.8.4	Lastexzentrizitäten für den Nachweis der Pressung in der Gleitwerkstoff-Gleitfläche .....	179
4.4.8.5	Lastexzentrizitäten für den Nachweis in der oberen und unteren Lagerfuge .....	179
4.5	<b>Verformungslager .....</b>	179
4.5.1	Aufbau und Herstellung .....	179
4.5.2	Physikalische Eigenschaften .....	180
4.5.2.1	Allgemeines .....	180
4.5.2.2	Gummielastizität .....	181
4.5.2.3	Schubmodul .....	183

4.5.2.4	Elastizitätsmodul und vertikale Verformung .....	186
4.5.2.5	Verdrehwiderstand .....	187
4.5.2.6	Mullins-Effekt .....	189
4.5.2.7	Stabilität .....	190
4.5.2.8	Thermische Eigenschaften .....	190
4.5.2.9	Kriechen und Relaxation .....	193
4.5.2.10	Haftriebung .....	194
4.5.3	Elastizitätstheoretische Spannungsermittlung .....	196
4.5.3.1	Allgemeines .....	196
4.5.3.2	Druckverformung .....	196
4.5.3.3	Auflagerverdrehung .....	199
4.5.3.4	Schubverformungen .....	201
4.5.3.5	Aufnahme der Schubspannungen – Beanspruchung der Bewehrung .....	202
4.5.4	Bemessung bewehrter Elastomerlager .....	203
<b>5</b>	<b>Regelwerke/Normen .....</b>	<b>207</b>
<b>5.1</b>	<b>Allgemeine Situation .....</b>	<b>207</b>
<b>5.2</b>	<b>Die Europäische Lagernormreihe DIN EN 1337 – Lager im Bauwesen .....</b>	<b>208</b>
5.2.1	DIN EN 1337-1: 2001-02 Lager im Bauwesen Teil 1: Allgemeine Regelungen .....	209
5.2.2	DIN EN 1337-2: 2004-07 Lager im Bauwesen Teil 2: Gleitteile .....	235
5.2.3	DIN EN 1337-3: 2005-07 Lager im Bauwesen Teil 3: Elastomerlager .....	255
5.2.4	DIN EN 1337-4: 2004-08 Lager im Bauwesen Teil 4: Rollenlager .....	280
5.2.5	DIN EN 1337-5: 2005-07 Lager im Bauwesen Teil 5: Topflager .....	282
5.2.6	DIN EN 1337-6: 2004-08 Lager im Bauwesen Teil 6: Kipplager .....	297
5.2.7	DIN EN 1337-7: 2004-08 Lager im Bauwesen Teil 7: Kalotten- und Zylinderlager mit PTFE .....	308
5.2.8	DIN EN 1337-8: 2008-01 Lager im Bauwesen Teil 8: Führungslager und Festhaltekonstruktionen .....	320
5.2.9	DIN EN 1337-9: 1998-04 Lager im Bauwesen Teil 9: Schutz .....	331
5.2.10	DIN EN 1337-10: 2003-11 Lager im Bauwesen Teil 10: Inspektion und Instandhaltung .....	335
5.2.11	DIN EN 1337-11: 1998-04 Lager im Bauwesen Teil 11: Transport, Zwischenlagerung und Einbau .....	349
<b>5.3</b>	<b>Weitere Richtlinien .....</b>	<b>359</b>
5.3.1	Allgemeines .....	359
5.3.2	Richtzeichnungen Lag .....	359
5.3.3	ZTV-ING .....	374

5.3.4	DIN-Fachbericht (FB) 101 Anhang O .....	374
5.3.5	Nationaler Anhang von DIN EN 1990:2010-12 Anhang NA.E Grundlegende Anforderungen an Lagersysteme von Brückentragwerken .....	374
<b>6</b>	<b>Zulassungen .....</b>	<b>375</b>
<b>6.1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>375</b>
6.1.1	Vorgeschichte und derzeitige nationale Situation .....	375
6.1.2	Europäische Situation .....	376
6.1.3	Zulassungsbestand/Antragsteller .....	376
<b>6.2</b>	<b>Ausstattungszulassungen .....</b>	<b>378</b>
6.2.1	Vorbemerkung .....	378
6.2.2	Tabelle der Ausstattungszulassungen .....	380
6.2.3	Standardtext – Zulassungsgegenstand: Ausstattung von Brückenlagern, Besondere Bestimmungen .....	382
6.2.4	Anlagen .....	392
<b>6.3</b>	<b>ETAs für Lager .....</b>	<b>399</b>
6.3.1	Vorbemerkung .....	399
6.3.2	Übersicht .....	399
6.3.3	Standardtext .....	400
<b>6.4</b>	<b>Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) .....</b>	<b>405</b>
6.4.1	Vorbemerkung .....	405
6.4.2	Verformungsgleitlager – Besondere Bestimmungen (Auszug) .....	405
	Anlagen .....	420
6.4.3	Führungslager – Besondere Bestimmungen (Auszug) .....	424
	Anlagen .....	426
6.4.4	Topfgleitlager – Besondere Bestimmungen (Auszug) .....	429
	Anlagen .....	431
6.4.5	Kalotten- und Zylinderlager – Besondere Bestimmungen (Auszug) .....	435
	Anlagen .....	442
<b>6.5</b>	<b>Schwingungsisolatoren .....</b>	<b>448</b>
6.5.1	Vorbemerkung .....	448
6.5.2	Besondere Bestimmungen (Auszug ohne Anlagen 2 bis 8) .....	448
6.5.3	Anlagen .....	456
<b>7</b>	<b>Wissenschaft und Forschung .....</b>	<b>459</b>
<b>7.1</b>	<b>Dissertationen .....</b>	<b>459</b>
<b>7.2</b>	<b>Forschungsberichte .....</b>	<b>482</b>
7.2.1	Übersicht .....	482
7.2.2	Gleitlager .....	483
7.2.3	Elastomerlager .....	492
7.2.4	Lagerplatten .....	499

---

7.2.5	Reibung ohne Gleitwerkstoff .....	504
7.2.6	Bauteile und Bauwerke .....	508
7.2.7	Sonderfragen .....	514
<b>7.3</b>	<b>Brückenlagertechnik in Deutschland / Die Geschichte einer technischen Revolution .....</b>	<b>522</b>
7.3.1	Vorbemerkungen .....	522
7.3.2	Alte Technik .....	523
7.3.3	Elastomerlager .....	528
7.3.4	Vielrollenlager (Nadellager) und Kugellager .....	532
7.3.5	Topflager .....	533
7.3.6	Stahl-Beton-Lager .....	537
7.3.7	Ein-Rollen-Lager .....	539
7.3.8	Gleitlager .....	546
7.3.9	Kalottenlager .....	554
7.3.10	Verformungsgleitlager .....	557
7.3.11	Festhaltekonstruktionen .....	558
7.3.12	Die technischen Regeln (Normen und Zulassungen) .....	559
7.3.13	Zeittafel für die Geschichte .....	560
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>563</b>
<b>8.1</b>	<b>Kurzkommentare zu einigen Veröffentlichungen .....</b>	<b>563</b>
8.1.1	Allgemeines .....	563
8.1.2	Historisch interessantes Schrifttum .....	566
8.1.3	Versuchsberichte .....	568
8.1.4	Praktische Anwendungen .....	569
8.1.5	Berechnung, Statik .....	574
<b>8.2</b>	<b>Zitierte Literaturstellen .....</b>	<b>579</b>
<b>9</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>593</b>
<b>10</b>	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>619</b>