

**Otto W. Wetzell (Hrsg.)**

# **Wendehorst Beispiele aus der Baupraxis**

Herausgegeben von:

Prof. Dr.-Ing. Otto W. Wetzell, Fachhochschule Münster

Bearbeitet von:

Prof. Dipl.-Phys. Herwig Baumgartner, Hochschule für Technik, Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Ernst Biener, Fachhochschule Aachen

Prof. Dr.-Ing. Johannes Feiser, Fachhochschule Aachen

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Haße, Fachhochschule Münster

Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Heinemann, Fachhochschule Köln

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Jäger, Technische Universität Dresden

Prof. Dr.-Ing. Rainer Joeckel, Hochschule für Technik, Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Krings, Fachhochschule Köln

Prof. Dr.-Ing. Wolfram Lohse, Fachhochschule Aachen

Prof. Dipl.-Ing. Henning Natzschka, Fachhochschule für Technik, Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Helmuth Neuhaus, Fachhochschule Münster

Prof. Dr.-Ing. Andreas Strohmeier, Fachhochschule Aachen

Prof. Dr.-Ing. Otto W. Wetzell, Fachhochschule Münster



**Teubner**

B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig · Wiesbaden

# Inhalt

<b>1 Vermessung</b> .....	1
1.1 Vorbemerkungen.....	1
1.2 Grundaufgaben.....	1
1.2.1 Richtungswinkelberechnung .....	1
1.2.2 Polarpunktberechnung.....	1
1.2.3 Höhenübertragung mit dem Tachymeter (trigonometrische Höhenübertragung).....	2
1.2.4 Transformationen .....	3
1.2.4.1 Transformation mit zwei identischen Punkten: .....	3
1.2.4.2 Transformation mit mehr als zwei identischen Punkten (Helmert-Transformation) .....	4
1.2.5 Achsenschnitte.....	7
1.2.5.1 Schnitt zweier geradliniger Achsen.....	7
1.2.5.2 Schnitt einer geradlinigen Achse mit einem Kreis .....	10
1.3 Polygonzugsberechnung .....	11
1.4 Freie Stationierung.....	14
1.5 Nivellement.....	17
1.6 Achsberechnung.....	19
1.7 Mengenberechnung.....	20
<b>2 Bauphysik</b> .....	23
2.1 Wärmeschutztechnische Berechnungen.....	23
2.1.1 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten .....	23
2.1.2 Schichtgrenztemperaturen .....	26
2.1.3 Anwendung des Temperaturfaktors .....	27
2.1.4 Wärmedurchgangskoeffizient von Fenstern nach DIN EN ISO 10077-1 .....	28
2.2 Schalltechnische Berechnungen.....	29
2.2.1 Erläuterungen .....	29
2.2.2 Luftschall - Dämmmaße von Massivbauteilen (Bauteileigenschaft).....	30
2.2.2.1 Einschalige Massivwände und -decken.....	30
2.2.2.2 Massivwände und -decken mit biegeweichen Vorsatzschalen bzw. schwim- menden Estrichen .....	31
2.2.3 Trittschalldämmung von Massivdecken.....	32
2.2.4 Schallschutznachweis .....	33
2.2.4.1 Beschreibung des Objektes.....	33
2.2.4.2 Nachweise nach DIN 4109 .....	35
2.2.4.2.1 Luftschall in vertikaler Richtung .....	35
2.2.4.2.2 Luftschall in horizontaler Richtung .....	35
2.2.4.2.3 Trittschall in vertikaler Richtung.....	35
2.2.4.3 Nachweise nach DIN EN 12354 Teil 1 und 2 .....	36
2.2.4.3.1 Luftschall in vertikaler Richtung.....	36
2.2.4.3.2 Luftschall in horizontaler Richtung.....	38
2.2.4.3.3 Trittschall nach DIN EN 12354 Teil 2.....	38

<b>3</b>	<b>Statik und Festigkeitslehre</b> .....	41
3.1	Ausmittig beanspruchtes Rechteckfundament.....	41
3.1.1	Abmessungen und Lastfälle.....	41
3.1.2	Lastfall 1.....	41
3.1.3	Lastfall 2.....	42
3.1.4	Lastfall 3.....	42
3.2	Durchlaufträger nach Kraftgrößenverfahren.....	42
3.2.1	System und Belastung.....	42
3.2.2	Statisch bestimmtes Grundsystem.....	42
3.2.3	Berechnung der statisch Unbestimmten.....	43
3.2.4	Fesselkräfte, Querkraft- und Biegemomentenzustand.....	45
3.3	Einflusslinien von Durchlaufträgern.....	46
3.3.1	Einflusslinien der statisch Unbestimmten.....	46
3.3.2	Einflusslinie für Feldmoment in Feld 2.....	48
3.3.3	Einflusslinie der Querkraft in Feld 1.....	49
3.3.4	Einflusslinie der Auflagerkraft C.....	49
3.3.5	Numerische Ergebnisse.....	50
3.3.6	Graphen.....	51
3.4	Einfeldträger als UPE-Profil.....	52
3.4.1	System mit Bohlenfahrbahn.....	52
3.4.2	System mit Stahlbetonfahrbahn.....	55
3.5	Schnittgrößen eines Randträgers aus zusammengesetzten Walzprofilen.....	56
3.5.1	System und Belastung.....	56
3.5.2	Querkraft- und Biegemomentenzustand.....	57
3.5.3	Torsion.....	57
3.6	Aus Walzprofilen zusammengesetzter Querschnitt.....	61
3.6.1	Urberechnung der Querschnittswerte.....	61
3.6.2	Biegeruhepunkt- (Schwerpunkt-)Transformation.....	64
3.6.3	Hauptachsen-Transformation.....	65
3.6.4	Drillruhepunkts- (Schubmittelpunkts-) Transformation.....	65
3.6.5	Normalspannungsermittlung.....	66
3.6.6	Schubspannungsermittlung.....	68
<b>4</b>	<b>Stahlbetonbau</b> .....	73
4.1	Gebäudeaussteifung.....	76
4.2	Berechnung eines Vierfeldträgers.....	78
4.3	Kreuzweise gespannte Platte mit einer Einzelunterstützung.....	86
4.4	Mittig gedrückte Stütze.....	91
4.5	Einzelfundament.....	96
<b>5</b>	<b>Stahlbau</b> .....	99
5.1	Tragsicherheitsnachweise gegen Fließen.....	99
5.2	Knicken von Stäben und Stabwerken.....	109
5.3	Verbundkonstruktionen.....	123
5.4	Verbindungstechnik.....	128
<b>6</b>	<b>Holzbau</b> .....	137
6.1	Berechnungs- und Bemessungsbeispiele.....	139

6.1.1	Berechnung einer Schwindverformung .....	139
6.1.2	Nachweis eines Zugstabes aus Nadelvollholz .....	139
6.1.2.1	Holzbaustoff, gewählt:.....	140
6.1.2.2	Einwirkungen .....	140
6.1.2.3	Modifikationsbeiwerte.....	140
6.1.2.4	Maßgebende Kombination der Einwirkungen.....	140
6.1.2.5	Querschnittstragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit) .....	141
6.1.3	Nachweis einer Druckfläche rechtwinklig zur Faser.....	141
6.1.3.1	Holzbaustoff, gewählt.....	141
6.1.3.2	Einwirkungen .....	141
6.1.3.3	Modifikationsbeiwert.....	142
6.1.3.4	Aufstandsfläche und Beiwert $k_{c,90}$ .....	142
6.1.3.5	Querschnittstragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit) .....	142
6.1.4	Nachweis eines Biegeträgers aus Brettschichtholz, einaxiale Biegung.....	143
6.1.4.1	Holzbaustoff, gewählt.....	143
6.1.4.2	Einwirkungen .....	143
6.1.4.3	Modifikationsbeiwerte.....	143
6.1.4.4	Maßgebende Kombination der Einwirkungen.....	144
6.1.4.5	Bemessungswerte der Beanspruchungen.....	144
6.1.4.6	Querschnittstragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit) (einfache, einaxiale Biegung) .....	144
6.1.4.7	Schub (Querschnittstragfähigkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit) .....	145
6.1.4.8	Kippen (Ersatzstabverfahren im Grenzzustand der Tragfähigkeit) .....	145
6.1.4.9	Nachweis der Auflagerpressung.....	146
6.1.5	Nachweis einer Mittelpfette aus Brettschichtholz, zweiaxiale Biegung.....	147
6.1.5.1	Holzbaustoff, gewählt.....	147
6.1.5.2	Einwirkungen .....	148
6.1.5.3	Modifikationsbeiwert.....	148
6.1.5.4	Querschnittstragfähigkeit (Grenzzustand der Tragfähigkeit) .....	148
6.1.6	Nachweis eines Druckstabes mit dem Ersatzstabverfahren, mittlerer Druck ..	149
6.1.6.1	Holzbaustoff, gewählt.....	149
6.1.6.2	Einwirkungen .....	149
6.1.6.3	Modifikationsbeiwert.....	150
6.1.6.4	Knicken um die $y$ -Achse (Ersatzstabverfahren) .....	150
6.1.6.5	Knicken um die $z$ -Achse (Ersatzstabverfahren) .....	150
6.1.6.6	Querschnittsschwächungen und – tragfähigkeit im Druckstab.....	151
6.1.7	Berechnung der Ersatzlast $q_d$ und $Q_d$ für eine Aussteifungskonstruktion zwischen Brettschichtträgern (Parallelträgern).....	151
6.1.7.1	Holzbaustoff, gewählt.....	152
6.1.7.2	Aussteifungskonstruktion.....	152
6.1.7.3	Kippbeiwert $k_m$ .....	152
6.1.7.4	Mittlere Normalkraft $N_d$ im BST- Druckgurt eines jeden BS- Trägers.....	153
6.1.7.5	Ersatzlasten für eine Aussteifungskonstruktion.....	153
6.1.7.6	Anteilige Windlast $w_d$ auf Giebelwand für eine Aussteifungskon- struktion (hier nicht gesondert errechnet).....	154

6.1.7.7	Gesamtlast $q_{\max,d}$ und $Q_{\max,d}$ für eine Aussteifungskonstruktion .....	154
6.1.7.8	Einzelabstützungen, Mindeststeifigkeit .....	154
6.1.8	Nachweis der Durchbiegungen eines Parallelträgers aus Brettschichtholz in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit, .....	154
6.1.8.1	Holzbaustoff, gewählt .....	154
6.1.8.2	Einwirkungen .....	154
6.1.8.3	Querschnittswerte und Überhöhung .....	155
6.1.8.4	Verformungsbeiwert und weitere Beiwerte .....	155
6.1.8.5	Anfangs- und Enddurchbiegungen .....	155
6.1.8.6	Kombination der Durchbiegungen in der charakteristischen, seltenen (rare) <sub>s</sub> Bemessungssituation .....	156
6.1.8.7	Kombination der Durchbiegungen in der quasi-ständigen (perm) Bemessungssituation .....	156
6.1.9	Bemessung einer Verbindung mit Stabdübeln, Anschluss einer Zug-Diagonalen an einen Gurt .....	157
6.1.9.1	Holzbaustoff und Verbindungsmittel, gewählt .....	157
6.1.9.2	Einwirkungen .....	157
6.1.9.3	Modifikationsbeiwerte .....	157
6.1.9.4	Maßgebende Kombination der Einwirkungen .....	158
6.1.9.5	Abstände der Stabdübel .....	158
6.1.9.6	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit eines Stabdübels .....	159
6.1.9.7	Mindestdicken und Mindesteindringtiefen der Seiten- und Mittelhölzer .....	159
6.1.9.8	Wirksame Anzahl $n_{ef}$ der Stabdübel .....	160
6.1.9.9	Bemessungswert der Tragfähigkeit der Stabdübelverbindung zweischnittig, auf Abscheren .....	161
6.1.10	Bemessung einer Verbindung eines Zugstoßes mit Ringdübeln A1 Umgebungsklima: überdachtes Tragwerk .....	161
6.1.10.1	Holzbaustoff und Verbindungsmittel: gewählt .....	162
6.1.10.2	Einwirkungen .....	162
6.1.10.3	Modifikationsbeiwert .....	162
6.1.10.4	Einzuhaltende Bedingungen für den Basiswert der Ringdübel .....	162
6.1.10.5	Weitere Mindestabstände der Ringdübel A1 .....	163
6.1.10.6	Beiwerte zur Berechnung der charakteristischen Tragfähigkeit (Basiswert) .....	163
6.1.10.7	Charakteristischer Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit .....	164
6.1.10.8	Wirksame Anzahl der Ringdübel in Faserrichtung hintereinander .....	164
6.1.10.9	Bemessungswert der Tragfähigkeit der Ringdübelverbindung .....	164
<b>7</b>	<b>Mauerwerksbau .....</b>	<b>165</b>
7.1	Formelsammlung und allgemeine Erläuterungen .....	165
7.1.1	Anwendungsgrenzen des vereinfachten Verfahrens .....	165
7.1.2	Wandnachweis .....	166
7.1.3	Schubnachweis .....	168
7.1.4	Kellerwand .....	169

7.2	Beispiele.....	170
7.2.1	Außenwand.....	170
7.2.1.1	Beschreibung und Geometrie .....	170
7.2.1.2	Belastungen .....	171
7.2.1.3	Nachweis nach DIN 1053-1 vereinfachtes Verfahren .....	171
7.2.1.4	Nachweis nach DIN 1053-1 genaueres Verfahren .....	172
7.2.1.5	Nachweis nach DIN 1053-100 vereinfachtes Verfahren .....	176
7.2.1.6	Nachweis nach DIN 1053-100 genaueres Verfahren .....	178
7.2.2	Kellerwand .....	183
7.2.2.2	Nachweis nach DIN 1053-1 .....	185
7.2.2.3	Nachweis nach DIN 1053-100 .....	186
7.2.3	Schubwand .....	188
7.2.3.1	Nachweis nach DIN 1053-1 vereinfachtes Verfahren .....	189
7.2.3.2	Nachweis nach DIN 1053-1, genaueres Verfahren .....	191
7.2.3.3	Nachweis nach DIN 1053-100, vereinfachtes Verfahren .....	192
7.2.3.4	Nachweis nach DIN 1053-100, genaueres Verfahren .....	193
<b>8</b>	<b>Geotechnik</b> .....	<b>195</b>
8.1	Flach- und Flächengründungen.....	195
8.2	Pfahlgründungen.....	205
8.3	Baugrubenumschließungen.....	213
<b>9</b>	<b>Wasserwirtschaft</b> .....	<b>221</b>
9.1	Grundlagen.....	221
9.2	Zahlenbeispiele .....	227
9.2.1	Aufgabe zur Hydrostatik .....	227
9.2.2	Aufgabe zur Rohrhydraulik .....	230
9.2.3	Aufgabe zur Gerinneströmung und einfachen Hochwasserwahrscheinlichkeit .....	234
9.2.4	Aufgabe zur Spiegellinienberechnung .....	238
9.2.5	Aufgaben zur Wassergewinnung – Filterbrunnen.....	242
9.2.6	Aufgaben zur Wasseraufbereitung – Schnellfiltration .....	245
9.2.7	Aufgaben zur Siedlungsentwässerung – Anlagen zur Versickerung.....	248
9.2.8	Aufgaben zur Abwasserreinigung – Biologische Abwasserreinigung und Schlammbehandlung .....	251
<b>10</b>	<b>Abfallwirtschaft</b> .....	<b>255</b>
10.1.	Vorbemerkungen.....	255
10.1.1	Formelsammlung.....	255
10.1.2	Bezeichnung von dezimalen Vielfachen und Teilen von Einheiten .....	256
10.1.3	Konzentrationsangaben .....	257
10.2.	Beispiele aus der Praxis .....	257
10.2.1	Grundlagen Abfallwirtschaft.....	257
10.2.1.1	Beispiel – Abfalltechnische Kennwerte.....	257
10.2.1.2	Beispiel – Volumenreduktion bei Entwässerungsverfahren.....	259
10.2.1.3	Beispiel – Heizwertbestimmung von Abfällen .....	260
10.2.2	Deponietechnik.....	262

10.2.2.1	Beispiel – Restdurchlässigkeit von mineralischen Abdichtungen.....	262
10.2.3	Altlasten und Verwertung von Reststoffen .....	264
10.2.3.1	Beispiel – Reststoffanteil bei einer Bodenсанierung .....	264
10.2.3.2	Beispiel – Dimensionierung einer Bodenluftabsauganlage .....	267
10.2.3.3	Beispiel – Dimensionierung einer mikrobiologischen Bodenreinigung .....	268
<b>11</b>	<b>Verkehrswesen .....</b>	<b>271</b>
11.1	Berechnung der Böschungs-Durchstoßpunkte durch das Gelände .....	271
11.2	Relationstrassierung .....	273
11.3	Gradientenberechnung .....	274
11.4	Berechnung des Tangentenschnittpunktes .....	275
11.5	Festlegen der Querneigung .....	277
11.6	Fahrbahnverwindung .....	278
11.7	Fahrbahnverbreiterung in der Kurve.....	281
11.8	Aufweitung der Fahrbahn .....	283
11.9	Haltesichtweite in Kuppen.....	285
11.10	Sichtweite in Linkskurven bei Richtungsfahrbahnen .....	287
11.11	Berechnung der Knotenpunktsgeschwindigkeit $v_k$ .....	288
11.12	Leistungsfähigkeit eines kleinen Kreisverkehrsplatzes .....	289
11.13	Konstruktion der Eckausrundung ohne Mittelteiler der Nebenstraße.....	289
11.14	Gradientenführung der untergeordneten Straße.....	291
11.15	Lärmschutz an Straßen.....	293
11.16	Bestimmung der Oberbaudicke.....	298
11.17	Berechnung der bemessungsrelevanten Beanspruchung B.....	300