

Formelsammlung

1. Grundlagen

(1 a)	$A = \sum P_i \cdot \eta_i$	Auswertungsformeln für Lager- oder Schnittkräfte infolge von Einzellasten
(1 b)	$B = p \cdot \sum \eta_i = p \cdot A_\eta$	gleichmäßig verteilte Streckenlast
(1 c)	$Q_{xp} = p \cdot (+ A_1)$ $Q_{xp} = p \cdot (- A_2)$	gl. vert. Nutzlast (positiver Grenzwert) gl. vert. Nutzlast (negativer Grenzwert)
(1 d)	$Q_{xg} = g \cdot (A_1 - A_2)$	gl. vert. ständige Last
(1 e)	$M_{xp} = P \cdot \sum \eta_i + p \cdot A_\eta$	Einzellasten und gl. vert. Streckenlast
(2 a)	$\left. \begin{array}{l} \max Q_x = Q_{xg} + \varphi \cdot \max Q_{xp} \\ \min Q_x = Q_{xg} + \varphi \cdot \min Q_{xp} \end{array} \right\}$	Schnittkraftgrenzwerte infolge Gesamtbelastung
(2 b)		

2. und 3. Träger auf zwei Stützen und Gelenkträger

(3 a)	$\eta = 1 \cdot \xi' / l$	EL-Ordinaten für eine linke Lagerkraft
(3 b)	$\eta = 1 \cdot \xi / l$	EL-Ordinaten für eine rechte Lagerkraft
(4)	$\eta_r = +1 \cdot \xi' / l$ $\eta_l = -1 \cdot \xi / l$	EL „Q“: Last rechts vom Schnitt Last links vom Schnitt
(5 a)	$\eta_r = 1 \cdot x \cdot \xi' / l$ $\eta_l = 1 \cdot x' \cdot \xi / l$	EL „M“: Last rechts vom Schnitt Last links vom Schnitt
(5 b)	$\eta_x = 1 \cdot x \cdot x' / l$	Last im Schnitt, größte Ordinate
(6)	$\eta_c = \eta_l \cdot c' / \lambda + \eta_r \cdot c / \lambda$	EL-Ordinate bei mittelbarer Lasteintragung
(7 a)	$\left. \begin{array}{l} A_1 = a^2 / (2a + 2b) \\ A_2 = b^2 / (2a + 2b) \end{array} \right\}$	Inhalt von Einflußflächen
(7 b)		
(7 c)	$s = a + \frac{\lambda \cdot \eta_l }{ \eta_l + \eta_r }$	Abstand des Lastscheidepunktes

- (8 a) $\max M_1 = R \cdot (l - c_1)^2 / (4l)$
 bei $x_m = (l - c_1) / 2$; $c_1 = P_2 \cdot c / R$
- (8 b) $\max M_2 = R \cdot (l - c_2)^2 / (4l)$
 bei $x'_m = (l - c_2) / 2$; $c_2 = P_1 \cdot c / R$
- (8 c) $\max M = P \cdot (l - c/2)^2 / (2l)$
 bei $x_m = x'_m = l/2 - c/4$
- die beiden größten Momente bei zwei verschieden großen Einzellasten
- das größte Moment bei zwei gleich großen Einzellasten

4. Dreigelenkbögen und -rahmen

- (9 a) $A = A_0 = \Sigma P_i \cdot b_i / l$
 $B = B_0 = \Sigma P_i \cdot a_i / l$
- (9 b) $H = M_{C0} / f$
- (9 c) $Q_x = Q_{x0} \cdot \cos \varphi - H \cdot \sin \varphi$
- (9 d) $N_x = -Q_{x0} \cdot \sin \varphi - H \cdot \cos \varphi$
- (9 e) $M_x = M_{x0} - H \cdot y$
- Lager- und Schnittkräfte am Dreigelenktragwerk mit gleich hoch liegenden Kämpfern
- (10 a) $A = A_0 + H \cdot \tan \alpha$
 $B = B_0 - H \cdot \tan \alpha$
- (10 b) $H = M_{C0} / f$
- (10 c) $Q_x = Q_{x0} \cdot \cos \varphi - H \cdot \sin(\varphi - \alpha) / \cos \alpha$
- (10 d) $N_x = -Q_{x0} \cdot \sin \varphi - H \cdot \cos(\varphi - \alpha) / \cos \alpha$
- (10 e) $M_x = M_{x0} - H \cdot y$
- Lager- und Schnittkräfte am Dreigelenktragwerk mit ungleich hoch liegenden Kämpfern

5. Statisch bestimmte Fachwerke

Parallelfachwerkträger:

- (11 a) $O = -M_m / h$
- (11 b) $U = +M_n / h$
- (11 c) $D_i = +Q_i / \sin \delta$
 $D_i = -Q_i / \sin \delta$
- (11 d) $V_i = -Q_{i-1}$
 $V_i = +Q_{i-1}$
 $V_i = -Q_i$
 $V_i = +Q_i$
- Gurtstabkräfte
- fallende Diagonale
 steigende Diagonale
- Vertikalstabkräfte bei
 fall. Diag., Fahrbahn oben
 steig. Diag., Fahrbahn unten
 fall. Diag., Fahrbahn unten
 steig. Diag., Fahrbahn oben

geneigte Gurtungen:

$$\begin{array}{ll}
 (12a) & O = -M_m/(h_m \cdot \cos \alpha) \\
 (12b) & U = +M_n/(h_n \cdot \cos \beta) \\
 (12c) & D = M_m/(h_m \cdot \cos \delta) - M_n/(h_n \cdot \cos \delta) \\
 (12d) & D = \pm M_d/r_d = \pm A \cdot a_d/r_d \\
 & D = \pm M_d/r_d = \pm B \cdot (a_d + l)/r_d
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Gurtstabkräfte} \\ \text{Ausfachungsstabkräfte} \\ \text{Laststellung rechts} \\ \text{Laststellung links} \end{array}$$

6. Statisch unbestimmte Tragwerke

$$\begin{array}{ll}
 (13) & X_1 = -\delta_{i1}/\delta_{11} \\
 (14) & S_x = S_{x0} + X_1 \cdot S_{x1} \\
 (15) & X_1 = -\delta_{i1}^{(n-1)}/\delta_{11}^{(n-1)} \\
 (16) & M_{ik}^* = -K \cdot (3 \cdot x'/l - 1) \\
 & M_{ki}^* = +K \cdot (3 \cdot x/l - 1) \\
 (17) & \eta_1 = M_{ik} \cdot l \cdot \omega'_D/(3K) = Z_i \cdot \omega'_D \\
 & \eta_2 = M_{ki} \cdot l \cdot \omega_D/(3K) = Z_k \cdot \omega_D \\
 (18) & A = Z \cdot l/4 \\
 (19) & A = \Delta x/3 \cdot (\eta_0 + 4\eta_1 + 2\eta_2 + \dots + 2\eta_{n-2} + 4\eta_{n-1} + \eta_n)
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Die EL der stat. Unbekannten} \\ \text{Superpositionsgleichung} \\ \text{EL der stat. Unbekannten im HS} \\ \text{Volleinspannmomente} \\ \text{im Verfahren Kani} \\ \text{Ordinatenanteile im Verfahren Kani} \\ \text{Flächeninhaltsanteil} \\ \text{numerische Integration nach Simpson} \end{array}$$

Einige Formeln aus Teil 3

$$\begin{array}{ll}
 (1,3a) & \mathfrak{R} = P \cdot a \cdot b \cdot (l+a)/l^2 \\
 & \mathfrak{Q} = P \cdot a \cdot b \cdot (l+b)/l^2 \\
 (1,4a) & M_B = -\mathfrak{R}/2 - M_K/2 \\
 (1,4b) & M_A = -\mathfrak{Q}/2 \\
 (1,5a) & M_A = -(2 \cdot \mathfrak{Q} - \mathfrak{R})/3 \\
 & M_B = -(2 \cdot \mathfrak{R} - \mathfrak{Q})/3 \\
 (1,7a) & Q_x = Q_{x0} + (M_m - M_l)/l_l \\
 (1,7b) & Q_x = Q_{x0} + (M_r - M_m)/l_r \\
 (1,8) & M_x = M_{x0} + M_l + x \cdot (M_m - M_l)/l_l \\
 (7,33) & \bar{I} \cdot \delta_m = \Sigma S \cdot \bar{S} \cdot s/(E \cdot A)
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Belastungsglieder infolge Einzellast} \\ \text{Einspannmomente des einseitig} \\ \text{eingespannten Trägers} \\ \text{Einspannmomente des beiderseits} \\ \text{eingespannten Trägers} \\ \text{Querkraft am Durchlaufträger} \\ \text{Moment am Durchlaufträger} \\ \text{Arbeitsgleichung für Fachwerke} \end{array}$$

Sach- und Namenverzeichnis

- analytisch 65
 antimetrisch 15, 19
 A-Polygon 18
 Arbeitsgleichung 79, 90
 Arbeitssatz 30, 113
 Auflagerdruck 102
 –, maximaler 16
 Ausfachungsstabkraft 61
 Ausgleich 109, 111
 Auswertung 3, 23, 24, 79, 100, 105, 119
 Auswertungsergebnis 8

Baustellenbahn 16
 Beanspruchung, schwellende 9
 –, wechselnde 9
 Beiwerte 13
 Belastung, bewegliche 3
 –, direkte/unmittelbare 5, 11, 35
 –, gemischte 7
 –, gleichmäßig verteilte 106
 –, mittelbare 74
 –, ruhende 32
 Belastungsglied 83 ff.
 Biegelinie 12, 31, 32, 74, 76, 77, 90, 96, 104, 108
 Biegemoment 3, 7, 27
 –, maximales 18
 Biegesinn 78
 Brückenklasse 1, 57
 Brückenrahmen 107

Dauerfestigkeitsnachweis 9
 Diagonale 61, 67, 73
 –, fallende 64
 –, steigende 63
 Dimension 7
 dimensionslos 7
 Drehwinkel 12
 Dreigelenkbogen 44, 45, 48, 49, 57
 Dreigelenkrahmen 54
 Dreimomentengleichung 75, 80, 84
 DS 804 2, 23, 65, 118
 Durchbiegung 5, 7, 30
 Durchfahrt 1
 Durchlaufträger 3, 75, 83, 86, 90, 100

 Einfeldträger, eingespannt 75
 Einflußbereich 8, 24, 35, 41, 43, 65, 69, 100
 –, negativ 17
 –, positiv 17

 Einflußfläche 6, 8, 12, 25, 48, 75, 100
 Einflußlinie (EL) 4, 12, 32
 Einflußordinate 4, 6, 11, 16, 28, 32, 44, 80
 Einheitslast 16
 –, dimensionslose 5, 7, 9, 28
 Einzellast, dimensionslose 3
 Eisenbahnbrücke 22, 117
 EL, analytische Ermittlung 5
 –, kinematische Ermittlung 5
 –, punktweise Ermittlung 5
 – für Auflagerdrücke 35
 – für Biegemomente 4, 11, 40, 46, 69, 75
 – für Bogenlängskraft 48
 – für Durchbiegungen 12, 30
 – für Einspannmomente 105
 – für Formänderungen 74, 76
 – für Gelenkdruck 40
 – für Horizontalschub 44 ff.
 – für Kernpunktmoment 58
 – für Längskraft 47
 – für Lagerdruck 16
 – für Lagerkraft 6, 11, 29, 35, 40, 44, 45, 50, 61, 74, 87
 – für Querkraft 4, 40, 47, 74
 – für Schnittkräfte 74
 – für Stabkraft 62
 – für statisch Unbekannte 34, 76, 90, 114
 – für Stützenmomente 79, 99, 105, 112
 – für Vertikalstabkraft 63, 65
 Enddrehwinkel 5, 7, 32
 Ersatzgelenkträger 44 ff.
 Ersatzträger 12, 44, 55, 61 ff.
 Ersatztragwerk 53

Fachwerk, statisch
 unbestimmt 112
 Festhaltungsmoment 78, 108
 Festpunkteverfahren 75, 83, 86
 Flächenlast 1, 57, 96
 Formänderungsgröße 3
 Fünftelpunkt 8, 15, 30, 33, 75, 80, 83, 87

Gelenk 75, 107
 Gelenkträger 40, 72
 Gewicht, elastisches 96, 115
 Gleichgewichtsbedingung 61
 Grenzwert 3, 8, 45, 60, 99, 100, 102, 118
 –, negativ 7, 8, 24
 –, positiv 7, 8, 14, 24
Grenzwertbestimmung,
 zeichnerische 19
 Grenzwertlinie 8, 18, 26, 103
 – der Biegemomente 9, 27
 – der Querkraft 14, 27
Grundsystem, statisch
 bestimmtes 76, 90, 113
 Gurtstab 61

Hauptspur 1, 2, 57
Hauptsystem, statisch
 unbestimmtes 77, 103, 107
Hauptträger 5, 17, 18, 22 ff., 40, 65, 117, 118
 Hofkellerdecke 99
 –, befahrene 1
 Horizontalschub 45

Integration, numerische 80, 95, 105
 Iteration 78, 107
 Iterationsverfahren 107

Kani 78, 107
 Kernpunktmoment 57, 58, 60
 Knickwinkel 75 ff., 90, 91, 107
 Krafteck 14, 18, 19, 83, 87
 Kraftgröße 3
 Kragarm 34 ff., 41, 43, 75
 –, eingespannt 80
 Kragarmende 34, 35, 80, 87, 96
 Kran 2
 Kranbahnträger 21, 38, 69
 Kranradlast 21

Lagerkraft 7
 Längskraft 3, 7
 Längsträger 22
 Last, rollende 1, 12, 21, 76, 80, 84
 –, ständige 7, 8, 60
 Lastangriffspunkt 4, 63
 Lastbild SSW 2
 Lastbild SW 117
 Lastbild UIC 71 2, 23, 63, 64, 117, 118
 – –, vereinfachtes 118
 Lasteintragung 74
 –, indirekte/mittelbare 5, 11, 23, 28, 35, 62, 69
 –, unmittelbare 23, 61 ff.

- Lasteintragungspunkte 62, 73
 Lastenzug 7, 8, 16, 101
 Lastenzug SW 119
 Lastkraftwagen 99
 Lastscheidepunkt 12, 23, 29, 44, 45, 47, 53, 69
 Laststellung, Ermittlung der ungünstigsten 8
 –, ungünstigste 7, 18, 21, 25, 66, 119

Maxwell, Satz von 5, 12, 31, 32, 76, 104, 113
Mohr, Satz von 12, 30, 31, 33, 78, 90, 104, 107
 Moment, größtes 16, 22

 Nebenspur 57

 Obergurt 67
 Obergurtstäbe 62
 Omega-Zahlen 13, 30, 76ff., 90, 104

 Parabel 13, 14, 21
 parabolisch 14, 45, 46
 Parallelfachwerkträger 63, 64, 65
 punktweise 12, 32, 75, 80

 Querkraft 3, 7, 27
 Querträger 5, 22, 35

Rahmentragwerk 94
 Regelfahrzeug 1, 99, 101
Ritterschnitt 61, 63, 64, 67

 S-Bahnbrücke 63
 Schnittkraftgleichung 75, 81, 97
 Schwerlastwagen 1, 57
 Schwingbeiwert 8, 14ff., 22, 57, 65
 Seileck 14, 83, 87
Simpson, Formel von 80, 95
 Stabendmoment 78, 107, 111
 Stabkraft 7
 Stabmoment 109
 Straßenbrücke 2, 40
 Strebenfachwerk 72, 112
 Streckenlast 6, 7, 24
 Stützenmoment 75, 87, 93, 102, 107
 Stützlinie 45, 57
 Superpositionsgleichung 76, 79, 93
 symmetrisch 16, 21, 110

 tabellarisch 81, 85, 86, 97, 116
 Träger, beiderseits eingespannt 103
 Trägheitsmoment, feldweise unterschiedlich 75, 76, 86, 89
 –, konstantes 12, 75, 76, 90, 94

 –, veränderliches 75, 93, 94
 –, verhältnisgleich 90
 Überlagerung 18, 53, 65, 76, 97, 104
 Untergurtstäbe 62
 Untergurtstabkraft 65

 VEI 2
 Verbindung, geradlinige 54
 Verdrehung 12, 32, 76
 Verkehrsbelastung 45
 –, gleichmäßig verteilte 99
 Verkehrslast 8, 58
 –, bewegliche 5, 13
 –, gleichmäßig verteilte 1, 6, 13
 Verkehrslastenzug 66
 Verschiebung 76
 –, gegenseitige 74, 113
 Vertikalstab 64
 Vertikalstabkraft 61
 Vollbelastung 6
 Volleinspannmoment 78, 107
 Volleinspannzustand 107
 Vorschriften 2

 Winkelgewicht 30, 76, 96, 115

 Zehntelpunkt 8, 13, 15, 75, 84, 100, 117
 Zeichnerische Bestimmung von Einflußlinien 86
 Zustandslinie 4, 11, 18, 22, 83, 87

Literaturhinweise

1. *Graudenz*, Momenten-Einflußzahlen für Durchlaufträger mit beliebigen Stützweiten, 5. Auflage 1966
2. *Hirschfeld*, Baustatik, Theorie und Beispiele, 3. Aufl. 1969, 2. Nachdruck 1984
3. *Schneider*, Bautabellen, 7. Auflage 1986
4. *Stahleisen*, Stahl im Hochbau, Teil 1, 14. Aufl. 1983; Teil 2, 14. Aufl. 1985
5. *Wendehorst/Muth*, Bautechnische Zahlentafeln, 22. Aufl. 1985
6. *Zellerer*, Durchlaufträger, Schnittgrößen für Gleichlasten, 4. Aufl. 1978

Abkürzungen

BU	Belastungsumordnung	HT	Hauptträger
EL	Einflußlinie	LT	Längsträger
FB	Fahrbahn	QT	Querträger
FR	Fahrtrichtung	SLW	Schwerlastwagen
GS	stat. best. Grundsystem	TW	Tabellenwert
H	Hinterräder	V	Vorderräder
HS	($n - 1$)-fach unbest. Hauptsystem	Zi.	Ziffer

Zusammenstellung der im Teil 4 vorkommenden DIN-Blätter¹

DIN	Ausgabe	
1055 T3	06. 71	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten
1072	12. 85	Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen
	12. 85	Beiblatt-Erläuterungen
1073	07. 74	Stählerne Straßenbrücken; Berechnungsgrundlagen
	07. 74	Beiblatt Erläuterungen
1074	08. 41	Holzbrücken; Berechnung und Ausführung
1075	04. 81	Betonbrücken; Bemessung und Ausführung
1076	03. 83	Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung
1079	09. 70	Stählerne Straßenbrücken; Grundsätze für die bauliche Durchbildung
1080 T1	06. 76	Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen; Grundlagen
T2	03. 80	–; Statik (insgesamt neun Teile)
1182	10. 71	Wirtschaftswegebrücken; Profilmäße
4101	07. 74	Geschweißte stählerne Straßenbrücken; Berechnung und bauliche Durchbildung
4132	02. 81	Kranbahnen; Stahltragwerke; Grundsätze für Berechnung, bauliche Durchbildung und Ausführung
	02. 81	Beiblatt Erläuterungen
4212	01. 86	Kranbahnen aus Stahlbeton und Spannbeton; Berechnung und Ausführung
15018 T1	11. 84	Krane; Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung
T2	11. 84	Krane; Stahltragwerke; Grundsätze für die bauliche Durchbildung und Ausführung
T3	11. 84	Krane; Grundsätze für Stahltragwerke; Berechnung von Fahrzeugkranen
		Vorschriften der Deutschen Bundesbahn
DS 804	01. 83	Vorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke (VEI)

Weitere DIN-Blätter siehe „Führer durch die Baunormung“; aufgestellt vom Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Alleinverkauf durch Beuth Verlag GmbH, Postfach 11 45 – 1000 Berlin 30.

¹ Vgl. auch Teil 1, Seite 207; Teil 2, Seite 250; Teil 3, Seite 215.

Baustatik in Beispielen und Aufgaben

Eine Sammlung von 306 durchgerechneten Beispielen sowie 272 Aufgaben mit Lösungshinweisen und Ergebnissen aus der Statik, Festigkeits- und Elastizitätslehre zur Berechnung von Bauwerken des Hoch- und Brückenbaues.

- Teil 1 Kraftsysteme. Statisch bestimmte Tragwerke und Fachwerke. Belastungsannahmen**
Zusammensetzung, Zerlegung und Gleichgewicht von Kräften ebener Kraftsysteme. Auflagerkräfte, Momente, Querkräfte und Längskräfte von statisch bestimmten Tragwerken. Zeichnerische und rechnerische Behandlung von Fachwerken. Lastermittlung bei Bauwerken.
7. Auflage 1984 208 Seiten
-
- Teil 2 Festigkeitslehre**
Zug- und Druckbeanspruchungen. Bestimmung von Schwerpunkten, Trägheits-, Zentrifugal- und Widerstandsmomenten. Gerade Biegung. Scher- und Schub-, Knickbeanspruchungen. Formänderungen bei Biegung. Doppelbiegung und schiefe Biegung. Außermittigte Längskraft. Schubmittelpunkt. Torsion. Hauptspannungen.
5. Auflage 1984 252 Seiten
-
- Teil 3 Statisch unbestimmte Tragwerke**
Die Dreimomentengleichung für den Durchlaufträger mit konstantem und veränderlichem Trägheitsmoment einschließlich Stützensenkungen und Temperaturänderungen. Das Festpunktverfahren. Das Kraftgrößen-Verfahren für einfach und für mehrfach unbestimmte Tragwerke. Statisch unbestimmte Fachwerke. Das Momentenausgleichsverfahren nach Cross für Durchlaufträger und Rahmen.
4. Auflage 1983 216 Seiten
-
- Teil 3 a Iterationsverfahren Kani**
Das Iterationsverfahren nach Kani für Durchlaufträger, für unverschiebliche und für verschiebliche Rahmentragwerke. Unabhängige Überprüfung der Stabendmomente.
1. Auflage 1965 mit Nachdrucken 64 Seiten
-
- Teil 4 Einflußlinien**
Definition, Zweck und Auswertung von Einflußlinien. Lastaufstellungen. Einflußlinien und Grenzwerte für den Träger auf zwei Stützen. Einflußlinien für Träger mit Kragarmen, für Gelenkträger, für Dreigelenkbögen und -rahmen sowie für statisch bestimmte Fachwerke. Ermittlung von Einflußlinien für statisch unbestimmte Tragwerke nach verschiedenen Verfahren.
2. Auflage 1988 127 Seiten
-

Für die Studierenden des Bauwesens an den Hochschulen sind in diesem Werk alle wesentlichen Gesetze und wichtigen Berechnungsmethoden aus dem Gebiet der Baustatik, der Festigkeitslehre sowie der Elastizitätslehre zusammengestellt und ihre richtige und zweckdienliche Anwendung anhand von zahlreichen Beispielen erläutert. Zusätzliche Aufgaben mit Lösungshinweisen und Ergebnissen geben die Möglichkeit, den Wissensstand zu überprüfen und zu vertiefen. Den in der Praxis stehenden Ingenieuren wird die Zusammenfassung aller wichtigen Formeln und Berechnungsverfahren sowie die Hinweise auf alle Vorschriften unter Angabe der neuesten Normenblätter und deren Erläuterungen eine wertvolle Hilfe sein und die vollständig durchgerechneten Beispiele werden ihnen auch bei nicht alltäglich vorkommenden Aufgaben ein schnelles Einarbeiten ermöglichen.