



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Statik im Stahlbetonbau

Beyer, Kurt

Berlin [u.a.], 1956

31. Allgemeine Rechenvorschrift zur Untersuchung statisch unbestimmter
Stabwerke

[urn:nbn:de:hbz:466:1-74292](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-74292)

31. Allgemeine Rechenvorschrift zur Untersuchung statisch unbestimmter Stabwerke.

1. Beschreibung der geometrischen und elastischen Eigenschaften des Stabwerks. Das Tragwerk wird in einzelne gerade oder gekrümmte Stäbe und Stabzüge zerlegt, deren Achsen durch Lage, Länge und Form, deren Querschnitte durch Umriß, Fläche und durch die Hauptträgheitsmomente beschrieben werden. Unter Umständen sind auch Angaben über die Abstände w_a, w_i der Kernpunkte a', i' notwendig. Der Spurpunkt der Stabachse ist der Schwerpunkt des Querschnitts. Die Bezugsachsen y und z fallen mit den Hauptträgheitsachsen, die Spur s der Kraftebene in der Regel auch mit einer Symmetrieachse zusammen (S. 25 ff.). Die Trägheitsmomente werden zur Berechnung der Formänderung von Bauteilen aus Eisenbeton auf den vollen Querschnitt mit oder ohne Beachtung des zehnfachen Stahlquerschnitts bezogen. Für die mittragende Plattenbreite einer Trägerrippe gelten die Bemerkungen auf S. 94.

Die Materialkonstanten werden in der Regel nach den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton festgesetzt. In diesen ist für die Berechnung von Formänderungen $E_s = 2100 \text{ t/cm}^2$, $E_b = 210 \text{ t/cm}^2$ und $\alpha_t = 0,00001$ vorgesehen.

2. Belastung und Stützung des Tragwerks. Der Festigkeitsnachweis verlangt genaue Angaben über das Eigengewicht des Tragwerks mit seiner Ausrüstung und über die Nutzlast aus stetig verteilter Belastung und Einzellasten. Hierzu treten Vorschriften über die Zerlegung der Lastenzüge zur Bildung der Grenzwerte in Verbindung mit Einflußlinien und Angaben über die Belastung durch Schnee, Wind und Nebenkkräfte, über deren Eintragung und die Verteilung der Einzellasten. Die elastischen Eigenschaften der Stützung und die möglichen Stützenverschiebungen werden in jedem Falle geschätzt und die Temperaturänderung und das Schwinden des Baustoffes durch Annahmen abgegrenzt.

3. Das Hauptsystem. Die ausgezeichneten Stützenwiderstände und Schnittkräfte X_k werden nach den Bemerkungen auf S. 170 ausgewählt. Damit sind Hauptsystem und Verträglichkeitsbedingungen $1_k \cdot \delta_k = 0$ bekannt. Diese werden nach Abschn. 24 oder für Gruppenlasten nach Abschn. 36 entwickelt. Die Stütz- und Schnittkräfte C_k, N_k, M_k, Q_k aus $-X_k = 1$ und C_0, N_0, M_0, Q_0 aus der vorgeschriebenen Belastung werden in einem statisch bestimmten Hauptsystem nach Abschn. 13 ff., in einem statisch unbestimmten Hauptsystem in der Regel mit Hilfe von Tabellen berechnet und voneinander getrennt in einzelne Stabnetze derart eingetragen, daß die Ordinaten der Schaulinien bei jeder Aufgabe einheitlich, z. B. stets an der Zugseite des Stabes erscheinen.

4. Die Vorzahlen δ_{ik} . Die Vorzahlen δ_{ik} sind unabhängig von der Belastung des Tragwerks. Sie können als Verschiebungen unmittelbar aus den Tabellen 17 bis 19 entnommen oder durch Integration nach (300) mit Hilfe der Tabellen 12 bis 16 berechnet werden. Die Funktionen $\zeta = J_h/J$ oder $J_h/J \cos \alpha$ zur Beschreibung der elastischen Eigenschaften des Stabes l_h sind in der Regel konstant oder werden zur Berechnung eines angenähert richtigen, geschlossenen Ausdrucks durch geeignete Funktionen nach (188) ersetzt.

Die Freiwerte n und r der Ansätze (188) dienen zur Angleichung der Funktion an die bauliche Ausgestaltung der Stäbe. Ist die Berechnung in dieser Form ungenügend, so werden die Vorzahlen graphisch oder numerisch mit Hilfe der Simpsonschen Reihe nach (181) integriert. Hierbei kann der Integrationsbereich auch in Stufen konstanter elastischer Wirkung eingeteilt werden. Die Zahlenrechnung läßt sich nach S. 165 durch die Arbeitsausdrücke $1_k \delta_{k\Sigma} \dots$ und $1_\Sigma \delta_{\Sigma\Sigma}$ nachprüfen.

5. Die konjugierte Matrix. Die Vorzahlen β_{hk} werden bei der Untersuchung einer größeren Anzahl von Belastungsfällen nach den allgemeinen Angaben in

Abschn. 25, für Stabwerke mit wenig überzähligen Größen nach Abschn. 26 berechnet. Die Ergebnisse müssen die geometrischen Bedingungen $\delta_k = 0$ identisch erfüllen.

6. Die Belastungszahlen $\delta_{k\otimes}$. Die Belastungszahlen sind Formänderungen des Hauptsystems aus den in 2. angegebenen äußeren Ursachen. Sie werden abgekürzt nach (300) berechnet. Hierzu dienen die Tabellen 12 bis 16. Unter Umständen können die Formänderungen $\delta_{k\otimes}$ auch unmittelbar aus den Tabellen 17 bis 19 entnommen werden. In besonderen Fällen ist die numerische Integration nach Simpson oder die Berechnung mit Stufen konstanter elastischer Wirkung nach (183) notwendig. Die Beträge aus Temperaturänderung werden für jedes Element des Stabzugs konstant angenommen (173), die Verschiebungen δ_{k_s} aus der Stützenbewegung nach (174) berechnet. Die Biegelinien $\delta_{m,k}$ ($k = 1 \dots n$) des Laststabzugs des Hauptsystems zur Bildung der Einflußlinien lassen sich für die Belastungszustände $-X_k = 1$ nach Abschn. 20 und 21, in einfachen Fällen nach den Tabellen 12 bis 16 aufzeichnen.

7. Die überzähligen Stütz- und Schnittkräfte. Die überzähligen Größen X_k werden bei einzelnen Belastungsfällen unmittelbar aus den Belastungsgliedern, bei zahlreichen Belastungsfällen nach (326) berechnet. Dasselbe gilt für die Ableitung der Einflußlinien aus den Biegelinien des Laststabzugs des Hauptsystems nach (328).

8. Stütz- und Schnittkräfte C, N, M, Q des Tragwerks. Die Stütz- und Schnittkräfte des Stabwerks werden aus der vorgeschriebenen Belastung und den ihr zugeordneten überzähligen Stütz- und Schnittkräften X_k mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen graphisch oder numerisch nach Abschn. 13 und 14 berechnet. Die Aufgabe ist nunmehr statisch bestimmt und die Superposition nach (288) der allgemeine Ausdruck für die Lösung. Die Schnittkräfte C_0, N_0, M_0, Q_0 und C_k, N_k, M_k, Q_k des Ansatzes sind aus dem Absatz 3. bekannt.

Die Einflußlinien der Stütz- und Schnittkräfte werden nach derselben Rechenvorschrift durch Überlagerung der Ordinaten der Einflußlinien C_0, N_0, M_0, Q_0 des Hauptsystems mit den durch C_k, N_k, M_k, Q_k erweiterten Ordinaten der Einflußlinien X_k gefunden. Sie muß unter Umständen mit großer Stellenzahl durchgeführt werden, um Lösungsfehler aus Differenzen zu vermeiden (vgl. auch S. 168).

9. Die Nachprüfung des Ergebnisses. Die Randbedingungen der Formänderung des Stabzugs sind durch die Stützung offener Stabzüge oder durch den Zusammenhang geschlossener Stabzüge vorgeschrieben. Sie müssen für das berechnete Spannungsbild erfüllt werden. Dies wird nach S. 168 durch Nachrechnung der gegenseitigen Verschiebung geeigneter Querschnitte geprüft.

32. Zeichnerische Auflösung der Bedingungsgleichungen.

Die umfangreichen Zahlenrechnungen zur Bestimmung der Wurzeln linearer Gleichungen lassen sich zum Teil, in einzelnen Fällen auch vollständig durch graphische Methoden ersetzen. Sie sind stets nützlich, wenn die Lösung mit dem Kräftebild des Tragwerks verbunden werden kann. Dies ist bei den durchgehenden Trägern mit starren und frei oder elastisch drehbaren Stützen, bei durchgehenden Trägern mit elastisch senkbaren Stützen und bei Rahmenträgern der Fall.

Die graphische Auflösung stützt sich entweder auf die geometrischen Beziehungen der Gleichungen oder auf deren mechanische Auslegung. Die Vorzahlen $\delta_{k1} \dots \delta_{kk} \dots \delta_{kn}$ jeder Zeile k werden dabei als die n Komponenten einer im Ursprung angreifenden Kraft \mathfrak{P}_k angesehen, die nach n Achsen zerlegt worden ist. Sie bilden, nach dem Ansatz (319) mit den unbekanntenen Zahlen $X_1 \dots X_k \dots X_n$ multipliziert, die Komponenten $\delta_{10} \dots \delta_{k0} \dots \delta_{n0}$ der Resultierenden $\sum \mathfrak{P}_k X_k$ nach denselben n Achsen.