

4H-BETON Detailinformationen

4H-BETON, Stb.-Detailnachweise, umfasst 12 Einzelnachweisprogramme zu Nachweis / Bemessung von Trägerdurchbrüchen, Konsolen, Lasteinleitungen sowie ein- und zweiachsiger Querschnittsbemessung (EC 2, DIN Fb, DIN 1045-1, DIN 1045, ÖNorm)

Seite überarbeitet Februar 2013

[Bestellformular](#) 

Detailinformationen

- **Trägerdurchbrüche**
- Lastkonsole 
- Auflagerkonsole 
- Lasteinleitung 
- 1-achs. Bemessung/Nachw. ... 
- 2-achs. Bemessung/Nachw. ... 

Handbuch 

Trägerdurchbruch

Infos auf dieser Seite

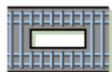
... als pdf 

- Eingabeoberfläche 
- Material 
- Geometrie 
- Belastung 
- Bemessung 
- Literatur 
- Druckdokumente 

ähnliche 4H-Programme

- Stahlbau 
- Holzbau 
- Mauerwerksbau 
- Programmübersicht 

Kontakt 



der Nachweistyp *Trägerdurchbruch* bemisst Durchbrüche in

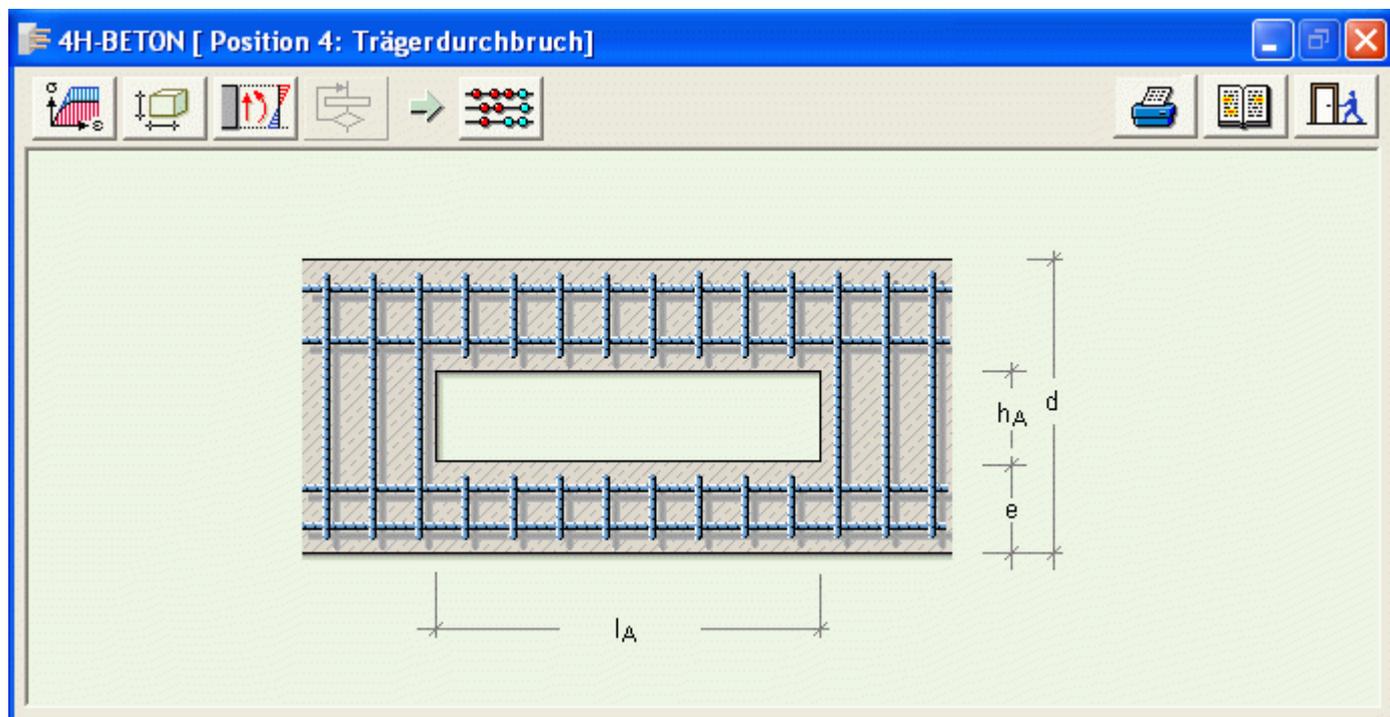
- Rechteck-,
- Plattenbalken- und
- Doppel-T-Querschnitten.

Die Bemessung erfolgt nach

- Verfahren nach Leonhardt
- ... Heft 399 (bzw. Heft 459), DAfStb.

Eingabeoberfläche

Die Eingabeoberfläche enthält neben einer großen Prinzipskizze im Kopfbereich eine Steuerbuttonleiste, über die die Eigenschaftsblätter zur Beschreibung der Problemstellung aufgerufen werden.



Materialeigenschaften

Detaillierte Erläuterungen zu den Materialeigenschaften finden Sie hier...[→](#)

MATERIAL

Norm DIN 1045-1 (8.08)

Normalbeton DIN 1045 (7.88)
DIN 1045-1 (8.08)
DIN-Fb 102 (3.09)

ρ_c 2200 kg/m³ α_c 0.850

Bewehrung Bst 500 (B)

Spannungsdehnungslinie des Betons

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit 9.1.6 Parabel-Rechteck

Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichk. sowie Verformungen 9.1.6 Parabel-Rechteck

Kriechen und Schwinden

φ_{eff} = 0.000 $\epsilon_{cs,w}$ = 0.000 ‰

Bemessungssituation

Grundkombination

NORMALBETON γ_c 1.50

BEWEHRUNG γ_s 1.15

Expositionsklasse X0

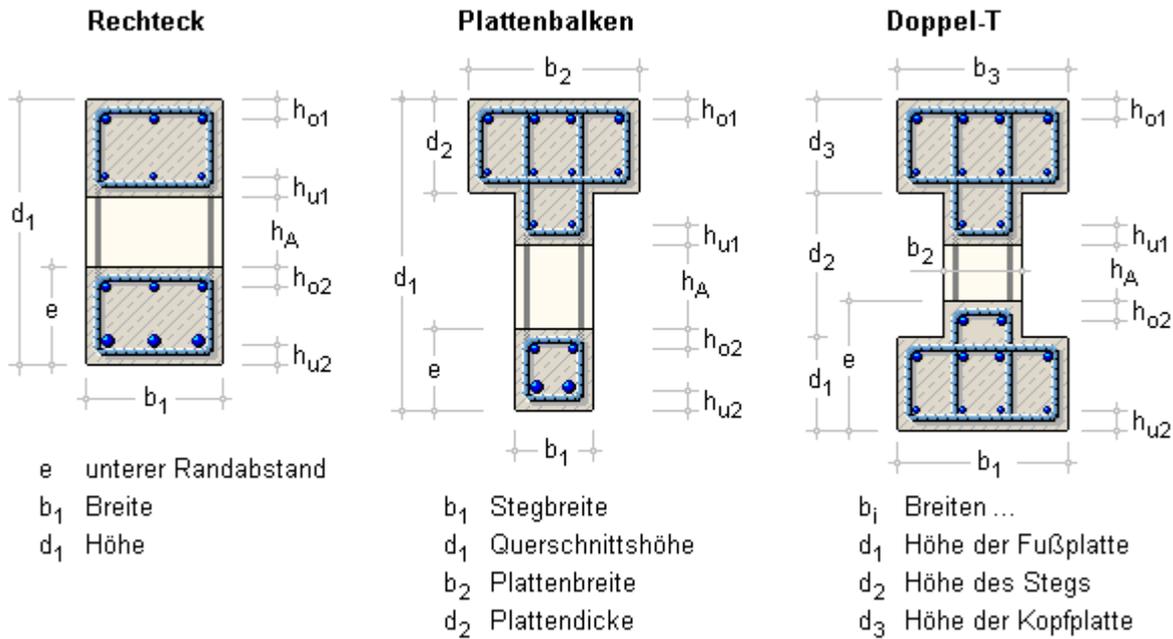
✖
?
✔

Festlegung der Geometrie



durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Beschreibung der geometrischen Daten des durchbrochenen Querschnitts aktiviert.

Folgende Abmessungen sind für die Querschnittstypen festzulegen

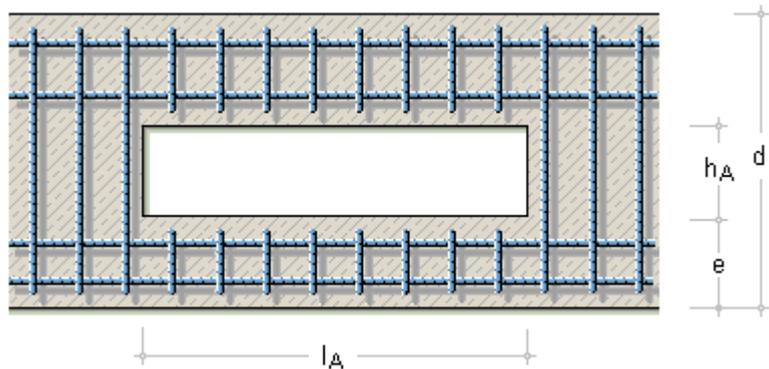


Randabstände der Bewehrung (Abstand Betonrand zum Schwerpunkt der Stahleinlagen)

h_{o1} , h_{u1} Obergurt
 h_{o2} , h_{u2} Untergurt

Aussparung

l_A Länge
 h_A Höhe
 e unterer Randabstand



Festlegung von Belastung und Anwendungsverfahren



durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird das Eigenschaftsblatt zur Wahl der Belastung, des Nachweisverfahrens sowie der Behandlung des Druckgurtes bei der Schubbemessung (nur nach DIN 1045) aktiviert.

DIN 1045-1 und DIN Fb

DIN 1045

BELASTUNG im Schnitt m

--- Bemessungsschnittgrößen ---

Normalkraft N_{Ed} 100.00 kN

Querkraft V_{Ed} 50.00 kN

Biegemoment M_{Ed} 312.50 kNm

Verteilungszahl für V_{Ed} 0.00

Nachweis nach Heft 399

BELASTUNG im Schnitt m

--- Bemessungsschnittgrößen ---

Normalkraft N_m 100.00 kN

Querkraft Q_m 50.00 kN

Biegemoment M_m 312.50 kNm

Verteilungszahl für Q_m 0.00

Nachweis nach Heft 399

Hauptdruckspannungen Heft 400

Für DIN 1045 ist die Schnittgrößenkombination (Bemessungslasten = Gebrauchslasten) N_m , Q_m , M_m im Schnitt m (in der Mitte der Aussparung) anzugeben.

Wird nach DIN 1045-1 bemessen, sind entsprechend die Bemessungsgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit N_{Ed} , Q_{Ed} , M_{Ed} im Schnitt m zu definieren.

Die Verteilungszahl für Q_m steuert die Querkrafttragfähigkeit des Druckgurts.

Ist die Verteilungszahl = 0, erfolgt die Querkraftverteilung entsprechend den Steifigkeiten des ungerissenen Gurtes I_o/I_u .

Weiterhin ist das Nachweisverfahren zu wählen, nach dem bemessen werden soll.

Im Programm 4H-BETON sind folgende Verfahren integriert:

- Verfahren nach Leonhardt
- ... Heft 399 (bzw. Heft 459), DAfStb

Da die Behandlung überdrückter Querschnitte ein wesentlicher Bestandteil der **Schubbemessung** von Trägerdurchbrüchen ist, besteht die Möglichkeit, das Vorgehen beim Nachweis der Hauptdruckstreben nach DIN 1045 zu beeinflussen. Für DIN 1045-1 ist dies nicht vorgesehen.

Im Programm 4H-BETON sind integriert:

- Verfahren nach Heft 400, DAfStb
- ... Grasser, Betonkalender 1985 & Heft 320, DAfStb

Durchführung der Bemessung



durch Anklicken des nebenstehend dargestellten Symbols wird die Bemessung des Trägerdurchbruchs gestartet.

Es können

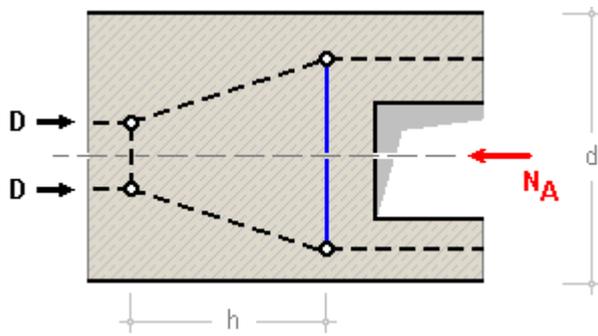
- Rechteck-,
- Plattenbalken- und
- Doppel-T-Querschnitte

mit einer großen rechteckigen Öffnung bemessen werden.

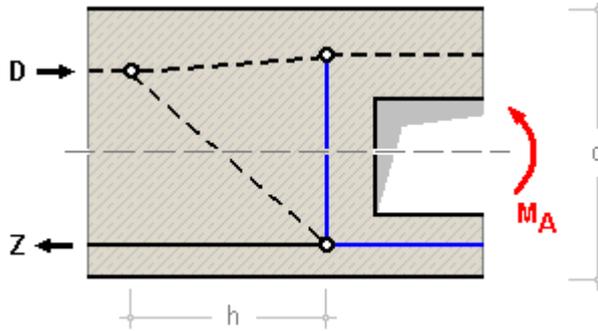
Für auflagernahe Öffnungen (d.h. $M/V < 1$) sind die Verfahren jedoch nicht geeignet.

Hierfür werden verschiedene vereinfachte Stabwerksmodelle bei unterschiedlicher Beanspruchung herangezogen, z B.:

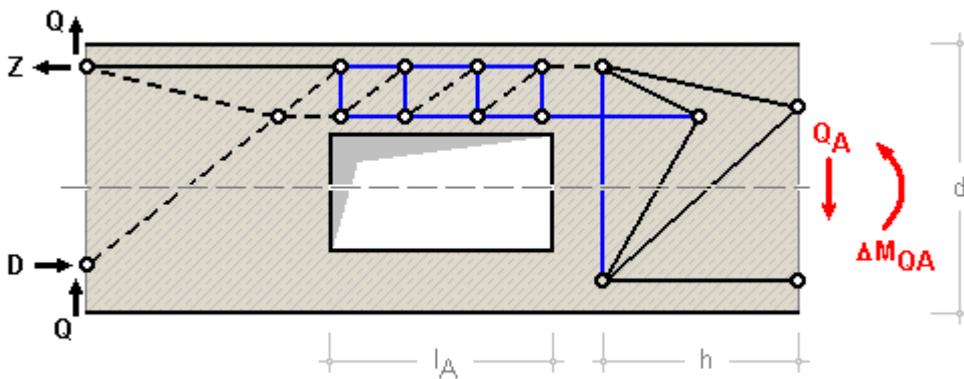
Normalkraft



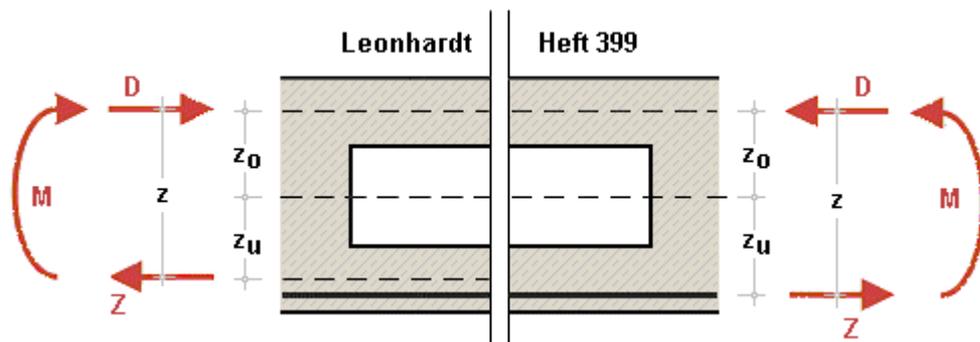
Biegemoment



Querkraft und querkraftbedingter Momentenanteil



Je nach Bemessungsverfahren ergeben sich für den Nachweis unterschiedliche Querschnittsgrößen und Schnittkraftverteilungen:



• Biegebemessung

• Verfahren nach Leonhardt

Beim Verfahren nach Leonhardt ergibt sich durch die Aussparung ein oberer und unterer Querschnitt, deren Schwerachsabstände den Hebelarm z bilden.

Es wird angenommen, dass sich das Moment gleichmäßig auf die beiden Gurte in eine Zug- und Druckkraft aufteilt.

$$(-)D = Z = M_m / z$$

Weiterhin wird angenommen, dass sich die Normalkraft N_m anteilig der Querschnitte aufteilt und in den jeweiligen

Schwerpunkten der Gurte mit den Abständen z_o bzw. z_u angreift.

D und Z werden lediglich aufaddiert:

$$N_o = N_m \cdot z_u / z + D \quad \text{und} \quad N_u = N_m \cdot z_o / z + Z$$

Entsprechend der Aufteilungszahl kann die Querkraft Q_m auf den Druck- bzw. Zuggurt verteilt werden.

Nach Leonhardt übernimmt der Druckgurt ca. 80-90% der Querkraft und der Zuggurt im Zustand 2 etwa 10-20%.

$$Q_o = 0.8 \cdot Q_m \quad \text{und} \quad Q_u = 0.2 \cdot Q_m$$

Infolge der anteiligen Querkräfte ergibt sich am Anschnitt der Aussparung eine zusätzliche Momentenbeanspruchung, wobei der Momentennullpunkt im Punkt m angenommen wird:

$$M_o = Q_o \cdot x \quad \text{mit} \quad x = 0.5 \cdot l_A \quad \text{und} \quad M_u = Q_u \cdot x$$

Aufgrund der Annahme, dass der Momentennullpunkt im Punkt m liegt, ergeben sich gleiche Anschnittsmomente links und rechts der Aussparung

$$M_{o,l} = M_{o,r} = M_o \quad \text{bzw.} \quad M_{u,l} = M_{u,r} = M_u$$

Daraus ergibt sich eine anzuordnende identische Aufhängebewehrung $A_{Q,A,l} = A_{Q,A,r}$, die für $0.8 \cdot Q_m$ bemessen wird.

• Verfahren nach Heft 399

Bei einer Bemessung nach Heft 399, DAfStb, wird angenommen, dass die anteilige Zugkraft aus dem Moment M_m ihren Angriffspunkt in der entsprechenden Stahllage hat.

Die weitere Berechnung von N_o und N_u ist ansonsten identisch.

Die Querkräfte Q_o und Q_u ergeben sich unter der Berücksichtigung der Steifigkeiten des ungerissenen Ober- bzw. Untergurts:

$$Q_o = Q \cdot K_{B,o} / (K_{B,o} + K_{B,u}) \quad \text{und} \quad Q_u = Q \cdot K_{B,u} / (K_{B,o} + K_{B,u}) \quad \text{mit}$$

$$K_{B,o} = \kappa \cdot (E \cdot I_o) \quad \text{und} \quad K_{B,u} = \kappa \cdot (E \cdot I_u)$$

$$\kappa = 0.65, \quad \text{vereinfachend nach Heft 240, DAfStb, Gl. (1.9)}$$

Genauere Untersuchungen (Hottmann/Schäfer, Schellenbach-Held/Ehmann) haben ergeben, dass der Nulldurchgang x des Momentenverlaufs über die Aussparungslänge nicht zwangsläufig in der Mitte der Aussparung liegt:

$$x = M_m / Q_m \cdot \alpha / (1 + \alpha) \quad \text{mit}$$

$$\alpha = (1/A_o + 1/A_u) \cdot (l_o + l_u) / z^2$$

Außerdem tritt das maximal Moment nicht direkt am Anschnitt auf, sondern wird im Knoten des Stabwerks bei ca. $0.2 \cdot l_A$ angenommen.

Die an der rechten bzw. linken Seite insgesamt erforderliche Aufhängebewehrung $A_{Q,A,l}$ bzw. $A_{Q,A,r}$ in Form von Bügeln berechnet sich aus der resultierenden Zugkraft infolge der Kraftumlenkung von N , Q und M am rechten bzw. linken Rand der Aussparung:

$$Z_{v,r} = Z_{u,N} + Z_{u,M} + Z_{Q+\Delta M,r} \quad \text{und} \quad Z_{v,l} = Z_{u,N} + Z_{u,M} + Z_{Q+\Delta M,l} \quad \text{mit}$$

$$Z_{u,N} = 0.25 \cdot N_m \cdot h_A / d \quad \text{unter Annahme eines Umlenk winkels von } \alpha = 30^\circ$$

$$Z_{u,M} = 0.4 \cdot D \cdot (x_1 - d_o) / h \quad \text{mit } x_1 = \text{Höhe der Druckzone außerhalb der Aussparung}$$

$$Z_{Q+\Delta M,r} = Q_o \cdot (1 + 0.1 \cdot l_A / h + 0.33 \cdot l_A / d_o)$$

$$Z_{Q+\Delta M,l} = Q_u \cdot (1 + 0.1 \cdot l_A / h + 0.33 \cdot l_A / d_u)$$

$$A_{Q,A,l} = Z_{v,r} / z_{ul} \sigma_s$$

$$A_{Q,A,r} = Z_{v,l} / z_{ul} \sigma_s$$

• Schubbemessung



• Bewehrung

Aus der **Biegebemessung** erhält man die vier Bewehrungslagen A_{s01} , A_{s1} (Obergurt) bzw. A_{s02} , A_{s2} (Untergurt), aus der Schubbemessung die Bügelbewehrung $a_{sBü,o}$ (Obergurt) und $a_{sBü,u}$ (Untergurt).

Außerdem wird eine Aufhängebewehrung $A_{Q,Al}$ und $A_{Q,Ar}$ ermittelt.

Literatur

- F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Dritter Teil: Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1977
- R. Eligehausen & R. Gerster: Das Bewehren von Stahlbetonbauteilen, Heft 399, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1993
- U. Hottmann & K. Schäfer: Bemessen von Stahlbetonbalken und -wandscheiben mit Öffnungen, Heft 459, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1996
- M. Schellenbach-Held & S. Ehmann: Stahlbetonträger mit großen Öffnungen, Heft 3, Beton- und Stahlbetonbau 97, Verlag Ernst & Sohn, 2002
- D. Bertram & N. Bunke: Erläuterungen zu DIN 1045 Beton und Stahlbeton, Ausgabe 07.88, Heft 400, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1989
- E. Grasser: Bemessung für Biegung mit Längskraft, Schub und Torsion, Betonkalender Teil I, Verlag Ernst und Sohn, 1985
- D. Bertram: Erläuterungen zu DIN 4227 Spannbeton (Teil I, Abschnitt 12), Heft 320, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1989

Druckdokumente

• Trägerdurchbrüche

- Rechteck  **engl.** 
- Plattenbalken  **engl.** 
- Doppel-T  **engl.** 

zur Hauptseite **4H-BETON** 

