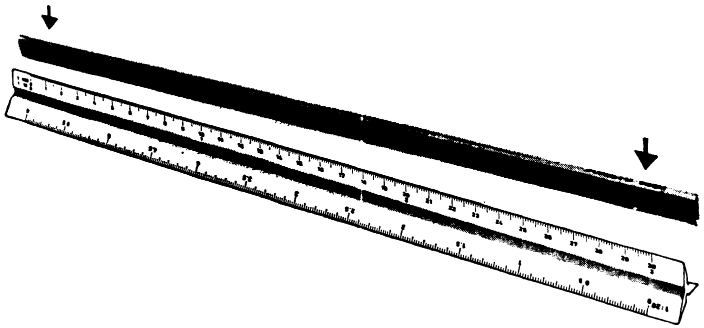
ARISTO-Dreikant-Maßstäbe mit Griffleiste

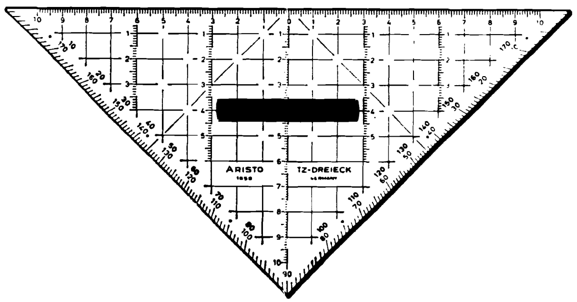
Bei allen ihren Vorzügen weisen Dreikant-Maßstäbe bisher einen Nachteil auf. Nimmt man sie zur Hand, so wird viel Zeit damit verbracht, durch Drehen und Wenden die gewünschte Teilung zu finden. Dieses Problem hat ARISTO erfolgreich gelöst.

ARISTO-Dreikant-Maßstäbe erhalten ohne Mehrpreis eine durchgehende, aufsteckbare und zweifarbige Griffleiste, die auf einen Blick die gesuchte Teilung erkennen läßt. Die sanfte Wölbung der Griffleiste „entschärft" auch die obenliegende Facette, deren Kante sich beim Arbeiten unangenehm in die Hand drückt.



ARISTO-TZ-Dreieck

Das praktische Zeichendreieck mit den unerschöpflichen Anwendungsmöglichkeiten wird aus unzerbrechlichem, maßbeständigem und transparentem ARISTOPAL gefertigt. Millimeter-Teilungen senkrecht zur Hypotenuse und das 1-cm-Gitternetz erleichtern das Schraffieren, das Zeichnen von Parallelen, symmetrischen Figuren, rechten Winkeln sowie das Auftragen und Ablesen rechtwinkliger Koordinaten. Die Winkelteilung ist in 360° oder 400^g lieferbar.



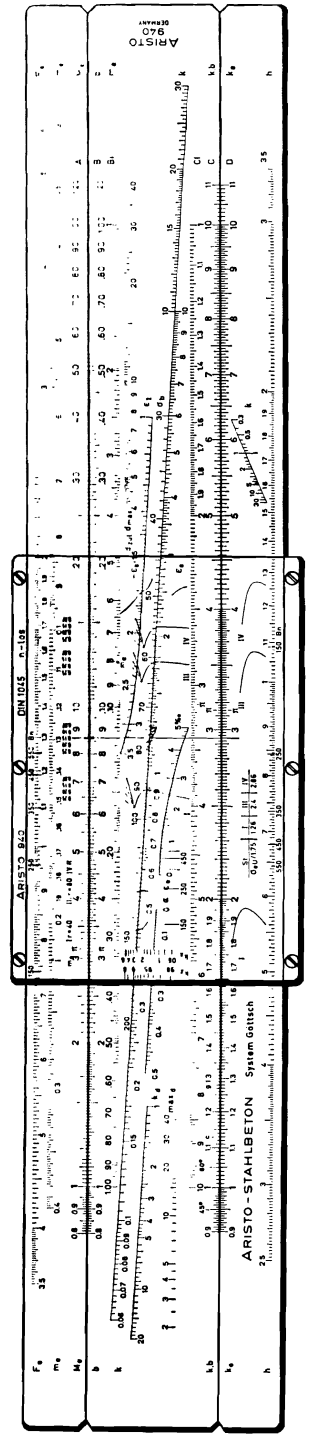
ANLEITUNG

ZUM

RECHENSTAB

STAHLBETON

940



VORWORT

Der Rechenstab ARISTO-Stahlbeton Nr. 940 ist eine Weiterentwicklung des seit über 20 Jahren im In- und Auslande bewährten ARISTO-Stahlbeton Nr. 939.

Die Ausführungsform 940/DIN 1045 n-los, durch entsprechenden Läuferaufdruck gekennzeichnet, wurde ganz speziell für die neue DIN 1045, Stand Januar 1972, entwickelt. Die Wirkungsweise wurde dabei erheblich vereinheitlicht, so daß jetzt alle Rechteckbalken und -platten mit einfacher oder doppelter Bewehrung für Biegung mit oder ohne Längskraft nach dem gleichen Einstellschema behandelt werden können. Auch für nichtrechteckige und für Plattenbalken gilt das gleiche Einstellschema genügend genau, wenn man mit einer Ersatzbreite b_i rechnet. Nach der Durchführung des Einstellschemas — wozu in vielen Fällen nur eine Zungen- und eine Läufereinstellung nötig ist — werden zugleich 14 verschiedene Bemessungswerte angezeigt bzw. zeigen sich gegenseitig an. Dabei wird nicht unterschieden zwischen Aufgaben- und Lösungswerten, d. h. die Aufgabenstellung ist nach beliebigen Richtungen umkehrbar. Im Normalfall braucht aber nur eine Ergebnisgröße k aus dem Einstellschema abgelesen zu werden, mit der dann — ähnlich wie beim ARISTO-Stahlbeton 939 — die Zugbewehrung F_e mit nur einer Zungen- und Läuferbewegung errechnet wird. Die Druckbewehrung F_e' benötigt dann nur noch eine anschließende Multiplikation.

Neu beim ARISTO-Stahlbeton 940 ist die unabhängige Möglichkeit, die Bewehrung F_e mit dem bekannten k_e-Wert zu errechnen. Ebenfalls neu ist der Nachweis der Rißbreitenbeschränkung, der für geringe Rißbreite mit einer einzigen Läufereinstellung durchzuführen ist.

Der ARISTO-Stahlbeton Nr. 940 hat außer seinen Sonderskalen und den Grundskalen A B C D zwei reziproke Skalen BI und CI erhalten, die insbesondere für statische Berechnungen sehr vorteilhaft sind.

Bei Bedarf sind austauschbare Läufer für andere Bemessungsverfahren, z. B. für n = 15 oder n = 10, vorgesehen.

Schönkirchen, im November 1972

Werner Göttsch
Beratender Ingenieur VBI
für Baustatik

Printed in Germany by Borek KG. · 7246

INHALT

1. Allgemeines

Der ARISTO-Stahlbeton Nr. 940 ist ein spezieller Rechenstab für den Stahlbetonbau.

Er trägt die für den Bauingenieur (Statiker) besonders vorteilhafte Anordnung der Quadratskalen A/B, Kehrwertskalen BI/CI und Grundskalen C/D.

Das Einstellen, Rechnen und Ablesen auf diesen Skalen wird als bekannt vorausgesetzt. Gegebenenfalls greife man nach einem Lehrbuch, z. B.:

1. Stender, R., Der moderne Rechenstab. Ein Vorbereitungsbuch für Schule und Hochschule, Otto Salle-Verlag, Frankfurt.
2. Marks, R. W., Rechenschieber — Schritt für Schritt, Humboldt-Taschenbuch Nr. 181.

Außer den allgemeinen Rechenskalen trägt der ARISTO-Stahlbeton Nr. 940 eine Anzahl spezieller Skalen für die Stahlbetonbemessung. Die zugehörigen Einstell- und Ablesemarken des Läufers

L 940/DIN 1045 n-los

sind so gestaltet, daß damit die Voraussetzungen der DIN 1045, Stand Januar 1972, für die n-freie Bemessung erfüllt werden.

Läufer für andere Bemessungsgrundlagen können alternativ auf demselben Rechenstab verwendet werden. Der Aufdruck auf dem Läufer kennzeichnet das Bemessungsverfahren, z. B. L 940/n = 15 gilt für das bisherige Bemessungsverfahren mit n = 15.

In den Abbildungen sind die Rechenstabskalen und Läufermarken schematisch dargestellt. Dreiecke ▲ symbolisieren die Ablesungen und Einstellungen. Die Anfangseinstellungen sind durch offene Dreiecke △ gekennzeichnet.

2. Die Grundlagen der Stahlbetonbemessung

Der Aufbau der Sonderskalen und die Anordnung der Läufermarken des ARISTO-Stahlbeton 940/n-los basieren auf den in DIN 1045, Stand Januar 1972, unter 17.2 und 17.6 festgelegten Bemessungsgrundlagen.

2.1 Bezeichnungen

Für die Bezeichnung der Bemessungsgrößen, Beiwerte usw. gilt z. Z. das Heft 220 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton als Vorläufer der bei Drucklegung dieser Anleitung noch nicht veröffentlichten DIN 4224.

2.2 Einheiten

Für die Bemessungsgrößen werden die gleichen Einheiten verwendet wie im Heft 220 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, nämlich

Mpm	für M_e
m	für b
cm und m	für h
cm^2	für F_e
kp/cm^2	für β_R, β_S

2.3 Anwendungsbereich

Mit dem ARISTO-Stahlbeton 940 können bemessen werden: Rechteckquerschnitte und Querschnitte mit rechteckiger oder rechteckähnlicher Druckzone mit einfacher oder doppelter Bewehrung für Biegung mit oder ohne Längskraft.

Für die einfache Bewehrung wird die Stahldehnung von 5‰ voll ausgenutzt oder bis zu 3,0‰ herabgesetzt.

Doppelte Bewehrung wird für $\varepsilon_{b1} = -3{,}5$‰ und $\varepsilon_e = 3{,}0$‰ durchgeführt. Der Sicherheitsbeiwert beträgt in allen Fällen $\nu = 1{,}75$; die Stahlspannungen sind mit $\sigma_{eU}/1{,}75$ konstant.

2.4 Symbole der Stahlsorten

Auf dem Läufer werden wegen der beschränkten Platzverhältnisse nur einfache Symbole für die verschiedenen Stahlsorten verwendet:

Es bedeuten:

I = Symbol für	BSt 22/34 GU	(IG)
	BSt 22/34 RU	(IR)
III = Symbol für	BSt 42/50 RU	(IIIU)
	BSt 42/50 RK	(IIIK)
IV = Symbol für	BSt 50/55 PK	(IVP)
	BSt 50/55 RK	(IVR)
	BSt 50/55 RK	(IVRX)

Nach DIN 1045, Bild 14, kann bei der Bemessung außerdem verwendet werden:

Symbol III für BSt 50/55 GK (IVG).

Beim Nachweis der Rißbreitenbeschränkung wird statt des Symbols IV das

Symbol IVR für BSt 50/55 RK

benutzt, das nur für Rippenstähle, nicht aber für glatte oder profilierte Stähle verwendet werden darf.

3. Die Skalenanordnung

F_e	Skala zum Ablesen der Bewehrung	auf dem Körper
m_e	Skala für den Bemessungsrichtwert m_e	
M_e	Quadratskala A und Skala der Momente	
b	Quadratskala B und Skala der Druckbreiten	auf der Zunge
m_e	Kehrwertskala Bl zur Skala B und Skala für den Bemessungsrichtwert m_e	
d_{zul} d_{max}	kurze, grüne Umrechnungsskala für Rundstahldurchmesser beim Nachweis der Beschränkung der Rißbreite	
ε_1	gekrümmte, grüne Skala zur Ablesung der Betonausdehnung ε_{b1} in ‰	
k	schräge Skala zum Abl. des Hilfswertes k	
σ_b	rot bezifferte Skala der Betonspannungen oberhalb der k-Skala, nur für Verfahren mit konstanten n-Werten	

k_d	kurze, grüne Schrägskala zum Einstellen des k-Wertes und	auf der Zunge
max_d	zur Ablesung von max_d für geringe Rißbreiten	
α	kurze, grüne Schrägskala für den F_e'-Faktor bei Druckbewehrung	
ε_e	gekrümmte, grüne Skala für die Stahldehnung ε_e in ‰	
Cl	Kehrwertskala zur Skala C	
k, b	Grundskala C für Multiplikationen und Divisionen, speziell auch mit k und b	
k_e	Grundskala D für Multiplikationen und Divisionen, speziell auch zur Ablesung von k_e	auf dem Körper
h	Skala für die Nutzhöhe h	
k	Schrägskala zwischen den Skalen h und D für die Berechnung von k_e mit dem k-Wert	

Auf der Rückseite des Rechenstabes sind die wichtigsten Einstellungen in Diagrammdarstellungen sowie Tabellen für die Wahl von Rundstählen und Baustahlgeweben abgebildet.

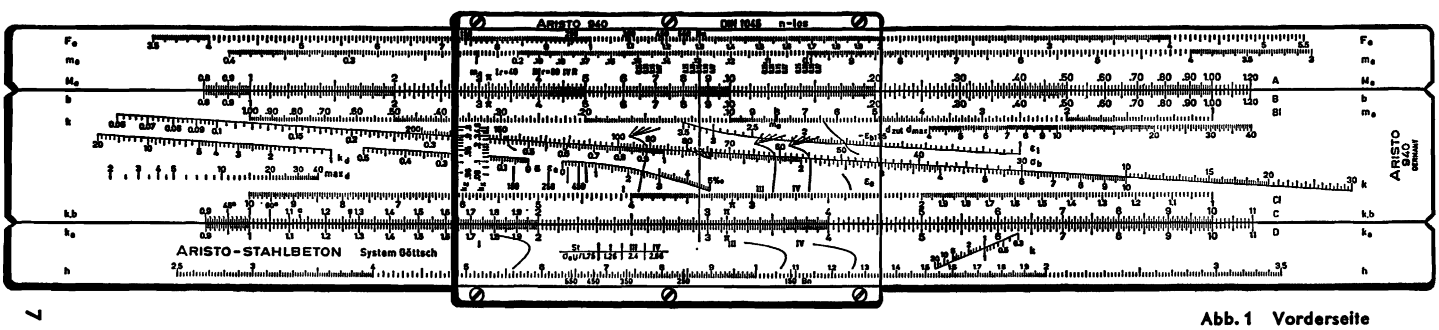


Abb. 1 Vorderseite

4. Die Marken des Läufers L 940/1045 n-los

Der Läufer hat verschiedene Gruppen von Einstell- bzw. Ablesemarken, die sich durch Form und Farbe unterscheiden.

Der lange, senkrechte Hauptstrich wird für die allgemeinen Berechnungen, wie Multiplikationen und Divisionen benutzt.

Die schwarzen, peitschenförmigen Marken mit den Strahlenbüscheln am oberen Ende gelten für die Stahlsorten I, III, IV zur Ablesung des Hilfswertes k in Skala k. Zu den Strahlenbüscheln gehören die darüber notierten Werte h'/h mit 0,7, 0,15, 0,20 und 0,25 bei doppelter Bewehrung. Das grüne Strahlenbüschel im Bereich des Hauptstriches arbeitet im Falle der doppelten Bewehrung mit der grünen Schrägskala α zusammen.

Die weiß hinterlegten Skalen am linken Läuferrand gestatten die Ablesung der Werte k_x und k_z an der schräg liegenden langen Linie der k-Skala. Die daneben angeordneten grünen Marken gelten in der oberen Reihe für die drei Stahlsorten I ($r = 40$), III ($r = 80$), IV ($r = 80$) und in der unteren Reihe für Betongüten bei der Berechnung von $\max_d$ für geringe Rißbreiten. m_e-Werte können mit der roten Marke rechts vom Hauptstrich auf der Zungenskala m_e und links oben auf der Körperskala m_e abgelesen bzw. eingestellt werden.

Mit der grünen Marke $-\varepsilon_{b1}$ wird die Betondehnung in Skala ε_1 abgelesen und mit der Marke ε_e die Stahldehnung in Skala ε_e.

Die gekrümmten Marken für Stahl I, III und IV im unteren Teil arbeiten mit der kurzen Schrägskala k zusammen und dienen zur Bestimmung von k_e.

An den kurzen Marken mit angeschriebener Betongüte am unteren Läuferrand werden h-Werte und mit den Marken am oberen Läuferrand werden F_e-Werte abgelesen bzw. eingestellt.

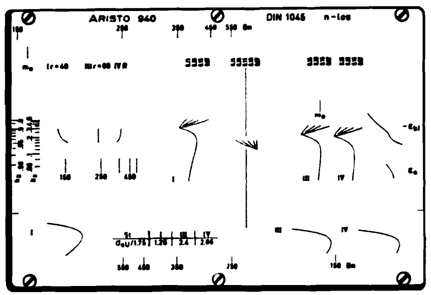


Abb. 2 Der Läufer L 940/1045 n-los

5. Das Einstellschema für den Rechteckquerschnitt mit oder ohne Druckbewehrung für Biegung mit oder ohne Längskraft

Folgende 14 Größen einer Bemessungsaufgabe werden auf dem ARISTO-Stahlbeton gleichzeitig angezeigt bzw. zeigen sich gegenseitig an (s. Abb. 3):

M_e	auf Körperskala M_e	(nach 5.1)
b	auf Zungenskala b	(nach 5.2)
h	auf Körperskala h	(nach 5.3)
Bn	als Läufermarke Bn	(nach 5.4)
k_z	auf Läuferskala k_z	(nach 5.5)
k_x	auf Läuferskala k_x	(nach 5.6)
$-\varepsilon_{b1}$	auf Zungenskala ε_1	(nach 5.7)
ε_e	auf Zungenskala ε_e	(nach 5.8)
k	auf Zungenskala k	(nach 5.9)
BSt	als Läufermarke BSt	(nach 5.10)
h'/h	als Büschelstrahl h'/h auf dem Läufer	(nach 5.11)
α	auf Zungenskala α	(nach 5.12)
m_e	auf Zungenskala m_e	(nach 6)
k_h	auf Grundskala C oder Körperskala h	(nach 7)

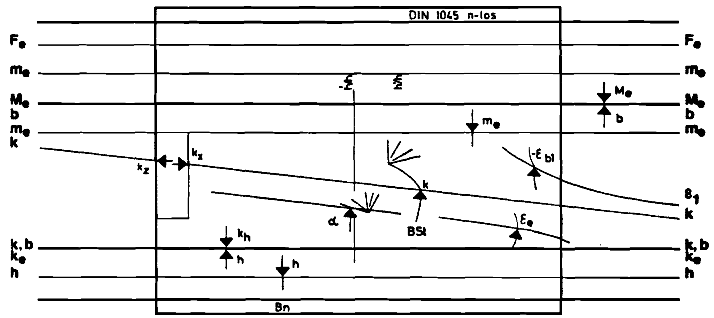


Abb. 3

Die richtige Zungen- und Läuferstellung für die jeweilige Aufgabe ergibt sich durch das Einstellen der bekannten, vorgegebenen oder konstruktiv gewählten Bemessungsgrößen. Die Anzeige der Unbekannten ergibt sich dann zwangsläufig. Die Reihenfolge der Einstellungen ist an sich beliebig, doch sollte man möglichst zuerst die Zunge einstellen. Der Läufer kann dabei als Einstellhilfe und ggfs. als Ablesehilfe für k_h (nach Abschnitt 6) dienen. Erst dann sollte man den Läufer in seine endgültige Stellung bringen.

Die wichtigsten Einstelldiagramme sind auch auf der Rückseite des Rechenstabes angegeben.

Die Zahlenbeispiele im Kap. 14 zeigen die Durchführung verschiedener Arten von Bemessungsaufgaben.

5.1 Das Bemessungsmoment M_e

Nach DIN 4224 ist

$$M_e = M - y_e \cdot N$$
$$\text{mit } y_e = h - d/2$$

(N als Druckkraft negativ, als Zugkraft positiv einsetzen)

M_e wird auf der M_e-Skala (Quadratskala A) eingestellt bzw. abgelesen, und zwar stets in Mpm:

$M_e = 0{,}10,\ 0{,}20,\ 0{,}30 \ldots\ldots 1{,}00$ Mpm
auf der rechten Skalenhälfte,

$M_e = 1{,}00,\ 2{,}00,\ 3{,}00 \ldots\ldots 10{,}00$ Mpm
auf der linken Skalenhälfte,

$M_e = 10,\ 20,\ 30, \ldots\ldots 100$ Mpm
auf der rechten Skalenhälfte.

5.2 Die Druckbreite b

Die Druckbreite b wird auf der b-Skala (Quadratskala B) unterhalb von M_e eingestellt bzw. abgelesen, und zwar in Metern:

$b = 0{,}10 \quad 0{,}20 \quad 0{,}30 \ldots\ldots 1{,}00$ m
auf der rechten Skalenhälfte

$b = 1{,}00 \quad 2{,}00 \ldots\ldots$ m
auf der linken Skalenhälfte.

5.3 Die Nutzhöhe h

Die Nutzhöhe h wird auf der h-Skala (Sonderskala auf der unteren Körperleiste) eingestellt bzw. abgelesen, und zwar mittels einer der Läufermarken Bn (s. Kap. 5.4).

5.4 Die Betongüte Bn

Die Betongüte Bn wird durch spezielle Läufermarken Bn 150, 250, 350, 450, 550 berücksichtigt. Die Bn-Marken am unteren Läuferrand dienen zur Einstellung der h-Werte nach Kap. 5.3.

5.5 Der Beiwert k_z

Der Beiwert k_z wird auf einer kurzen lotrechten Skala am linken Läuferrand abgelesen. Als Anzeige dient die lange schwarze Diagonale auf der Zunge (Grundlinie der k-Skala).

Der kleinste angezeigte Wert ist $k_z = 0{,}8$. Der Grenzwert für einfache Bewehrung $k_z = 0{,}776$ liegt in unmittelbarer Nähe, wird aber nicht mehr angezeigt. Im Bedarfsfalle, vor allem bei doppelter Bewehrung, kann sehr einfach gerechnet werden

$$k_z = \frac{1}{k_e \cdot (\sigma_{eU}/\nu)}$$

mit k_e nach Kap. 9.2, σ_{eU}/ν nach Kap. 9.1 (vgl. Kap. 14.5).

5.6 Der Beiwert k_x

Der Beiwert k_x wird auf der kurzen lotrechten Skala abgelesen, ca. 8 mm rechts von Skala k_z. Als Anzeige dient die Grundlinie der k-Skala.

Der größte angezeigte Wert ist $k_x = 0{,}6$ und der Grenzwert für einfache Bewehrung $k_x = 0{,}538$. Im Bedarfsfalle, vor allem bei doppelter Bewehrung, kann sehr einfach gerechnet werden

$$k_x = \frac{-\varepsilon_{b1}}{-\varepsilon_{b1} + \varepsilon_e}$$

mit $-\varepsilon_{b1}$ nach Kap. 5.7, ε_e nach Kap. 5.8 (vgl. Kap. 14.5).

5.7 Die Betondehnung ε_{b1}

Die Betondehnung ε_{b1} wird auf der grünen, gekrümmten Sonderskala ε_1 abgelesen, die sich rechts auf der Zunge oberhalb der diagonalen k-Skala befindet. Die Betondehnung ε_{b1} wird in ‰ angegeben und ist bei Biegebeanspruchung immer negativ (Betonstauchung). Zur Ablesung dient die grüne Läufermarke $-\varepsilon_{b1}$ am rechten Läuferrand.

Steht die Marke $-\varepsilon_{b1}$ links vom größten ablesbaren Grenzwert 3,5‰, so gilt dieser weiterhin ohne besonderen Hinweis.

5.8 Die Stahldehnung ε_e

Die Stahldehnung ε_e wird auf der grünen, gekrümmten Sonderskala ε_e abgelesen, die sich in der Mitte der Zunge unterhalb der diagonalen k-Skala befindet.

Die Stahldehnung hat die Größenordnung ‰ und wird mit der grünen Läufermarke ε_e am rechten Läuferrand abgelesen. Steht die Marke ε_e rechts der Skala, so gilt der Grenzwert $\varepsilon_e = 5$‰ ohne besonderen Hinweis.

5.9 Der Bemessungshilfswert k

Der Bemessungshilfswert k wird auf der k-Skala abgelesen, die unterseits der langen, schwarzen Schräglinie aufgetragen ist und am rechten Ende ab $k = 10$ nach oben springt. k ist ein dimensionsloser Hilfswert, der aber stets mit eindeutiger Kommastellung abzulesen und weiterzuverwenden ist (s. Kap. 9.1).

5.10 Die Stahlsorte BSt

Die Stahlsorte BSt wird durch spezielle Läufermarken I, III, IV berücksichtigt (Bedeutung der Symbole s. Kap. 2.4). Die Marken mit dem Strahlenbüschel in Läufermitte dienen zum Ablesen der langen k-Skala auf der Zunge. Sie sind am oberen Ende für die Verhältniszahlen $h'/h = 0{,}07 \; 0{,}15 \; 0{,}20 \; 0{,}25$ aufgebüschelt. $h'/h = 0{,}07$ gilt auch für kleinere Werte von h'/h. Dieser Teil der BSt-Marken wird nur dann benutzt, wenn mit doppelter Bewehrung gearbeitet wird.

5.11 Der Verhältniswert h'/h

Der Verhältniswert h'/h spielt bei der Berechnung doppelt bewehrter Querschnitte eine Rolle und ist dann bei der Ablesung der k- und α-Werte zu berücksichtigen (s. Kap. 5.10 und 5.12).

5.12 Der F_e'-Faktor α

Der F_e'-Faktor α wird auf einer kurzen Schrägskala unterhalb der langen k-Skala abgelesen, aber nur dann, wenn die Notwendigkeit für eine Druckbewehrung gegeben ist.

α ist ein dimensionsloser Hilfswert. Er wird abgelesen mit dem grünen Strahlenbüschel in der Läufermitte, das nach den Verhältniswerten

$$h'/h = 0{,}07 \quad 0{,}10 \quad 0{,}15 \quad 0{,}20 \quad 0{,}25$$

aufgebüschelt ist.

$h'/h = 0{,}07$ gilt auch für kleinere Werte von h'/h.

5.13 Die Betonspannung σ_b

Die Betonspannung σ_b hat in dem n-freien Bemessungsverfahren der DIN 1045 und 4224 keine Bedeutung. Die rot bezifferte σ_b-Skala oberhalb der langen schwarzen Zungendiagonalen wird deshalb nicht abgelesen (s. Kap. 13).

6. Der Bemessungsrichtwert m_e

Die Bemessungsgrößen M_e, b, h und β_R (als Funktionsrechenwert der Betongüte Bn) können nach DIN 4224 zu einem dimensionslosen Richtwert

$$m_e = \frac{M_e}{bh^2 \cdot \beta_R}$$

zusammengefaßt werden. Außerdem steht m_e in direkter funktionaler Beziehung zu den Beiwerten k_z, k_x und den Dehnungen $-\varepsilon_{b1}$ und ε_e, wie im allgemeinen Bemessungsdiagramm der DIN 4224 dargestellt. m_e ist eine Zahl von der Größe 0 bis etwa 0,40 und kann auf dem ARISTO-Stahlbeton Nr. 940 auf der m_e-Skala der Zunge (reziproke Quadratskala BI) abgelesen oder eingestellt werden. Die Ablesung bzw. Einstellung erfolgt mit der roten m_e-Marke rechts vom Läufermittelstrich. Die Anzeige auf der m_e-Skala ist, von rechts beginnend, zu lesen als

m_e = 0,01 0,02 0,03 ..... 0,10 0,40
oder, als 100fache Werte
100 m_e = 1 2 3 ..... 10 ..... 40.

6.1 Das Ablesen von m_e-Werten

Der Richtwert m_e wird bei Durchführung des Einstellschemas nach Kap. 5 in der gleichen Läufer- und Zungenstellung angezeigt, in der auch k_z, k_x, ε_{b1} usw. abzulesen sind (s. Abb. 3). m_e wird in Sonderfällen benötigt, besonders für die Errechnung von $k_e \cdot \varrho$ bei doppelter Bewehrung (s. Kap. 9.2).

Die Ablesung kann aber auch in anderen Fällen vorteilhaft sein und wird deshalb bei allen Zahlenbeispielen im Kap. 14 mit angegeben.

6.2 Das Einstellen vorgegebener m_e-Werte
(vgl. Zahlenbeispiele, Kap. 14.2).

Liegt m_e bereits als zahlenmäßiges Ergebnis einer anderweitigen Berechnung (z. B. EDV-Berechnung) vor, so kann die m_e-Skala auch unabhängig vom Einstellschema wie das allgemeine Bemessungsdiagramm der DIN 4224 verwendet werden.

Man stellt dazu bei beliebiger Zungenstellung die Läufermarke m_e auf den vorgegebenen Wert der Zungenskala m_e und liest gleich die Bemessungsgrößen k_z, k_x, ε_{b1} usw. wie im Einstellschema ab (Abb. 4).

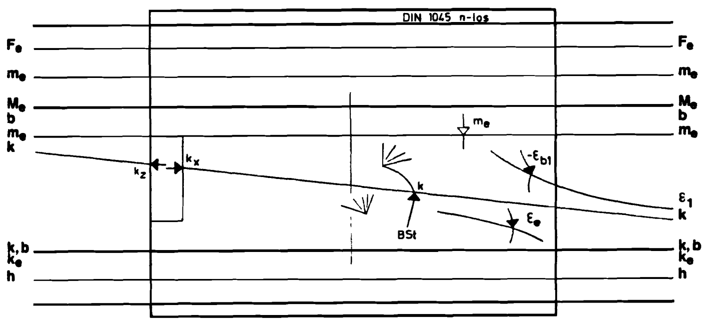


Abb. 4

7. Der Bemessungsrichtwert k_h

Die Bemessungsgrößen M_e, b und h können nach DIN 4224 zu einem Richtwert

$$k_h = \frac{h\,[\mathrm{cm}]}{\sqrt{\dfrac{M_e\,[\mathrm{Mpm}]}{b\,[\mathrm{m}]}}}$$

zusammengefaßt werden. k_h ist im Gegensatz zu m_e dimensionsbehaftet.

Außerdem steht k_h für eine vorgegebene Betongüte Bn in direktem funktionalen Zusammenhang mit m_e, k_z, k_x, ε_{b1} und ε_e.

k_h ist eine Zahl in der Größe von ca. 4 bis 30 und kann auf dem ARISTO-Stahlbeton nach 7.1 abgelesen bzw. als vorgegebener Wert nach 7.2 eingegeben werden.

7.1 Das Ablesen von k_h-Werten

Bei der Durchführung des Einstellschemas nach Kap. 5 steht über dem Wert h (Nutzhöhe) der Skala D der Richtwert k_h auf der C-Skala (s. Abb. 3). Will man k_h dort ablesen, so zieht man den Läufermittelstrich zweckmäßig zu Hilfe, bevor man ihn endgültig mit der Bn-Marke auf der h-Skala einstellt. Der Richtwert k_h wird zwar bei Bemessungen mit dem ARISTO-Stahlbeton 940 nicht benötigt. Die Ablesung kann aber als Orientierungshilfe bei Aufstellung und Prüfung statischer Berechnungen vorteilhaft sein und wird deshalb bei den Zahlenbeispielen im Anhang als Zwischenablesung mit angegeben.

7.2 Das Einstellen vorgegebener k_h-Werte
(vgl. Zahlenbeispiele, Aufgabe 3).

Liegt k_h bereits als zahlenmäßiges Ergebnis einer anderweitigen Berechnung (z. B. EDV-Berechnung) vor, so kann man mit der Einstellung k_h über h auf den Grundskalen C und D beginnen und dann den Läufer mit Marke Bn auf der h-Skala einstellen (s. Abb. 3). Damit ist das Einstellschema vollzogen und die Ablesungen erfolgen wie nach Abschnitt 5.

Unmittelbar aus k_h kann man die gleichen Ablesungen erhalten, wenn man zunächst die Zunge in Grundstellung bringt, d. h. die Skalenanfänge der Rechenskalen A und B oder C und D genau übereinanderstellt. Zu jedem mit der Bn-Marke auf Skala h eingestellten k_h-Wert sind dann die zugehörigen Werte m_e, k_z, k_x, $-\varepsilon_{b1}$ und ε_e sofort ablesbar (s. Abb. 5).

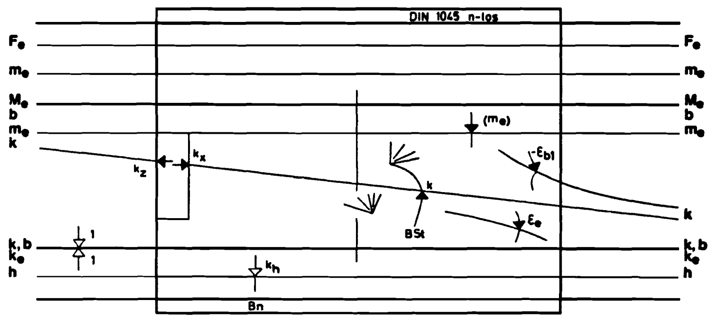


Abb. 5

Die zugehörigen k_e- und d-Werte können nach Kap. 9.2 und Kap. 11.1 durch Wiedereinstellung des jeweils abgelesenen k mit je einer Läuferverschiebung erzielt werden, ohne daß die Zunge ihre Grundstellung verlassen muß. Deshalb eignet sich diese Methode besonders gut für tabellarische Reihenbemessungen, bei denen die k_h vorweg errechnet wurden, und bei denen dann zum Schluß nur noch die F_e aller durchgeführten Bemessungen aus den jeweiligen M_e und h sowie den ermittelten k_e errechnet werden müssen.

8. Das Durchschieben der Zunge

Gelegentlich können einzelne Werte (k_h, erf M_e) oder Gruppen von Werten erst abgelesen werden, nachdem die Rechenstabzunge um eine ganze Länge der Skala B oder der Skala C nach links oder nach rechts durchgeschoben worden ist. Man stellt den Läufer auf die 1 (od. 10) der Skala C und bringt die 10 (od. 1) der Skala C unter den Läuferstrich.

49521
5800
5321

55321
10230
65551

49521
10230
19751

Man kann dafür ohne weiteres den Läufermittelstrich heranziehen, muß den Läufer dann aber wieder in seine vorherige Stellung zurückversetzen, bevor man abliest.

9. Die Berechnung der Bewehrung

Mit dem ARISTO-Stahlbeton 940 kann man die Bewehrung auf zwei verschiedene Weisen errechnen: Mit dem k-Wert oder mit dem k_e-Wert.

Hinsichtlich der Genauigkeit sind beide Verfahren ausreichend, das Verfahren mit dem k-Wert läßt sich etwas genauer einstellen.

Da die Ansätze völlig verschieden sind, ergibt das k-Verfahren eine gute Gegenrechnung zum k_e-Verfahren und umgekehrt. Die Zahlenbeispiele im Kap. 14 zeigen das deutlich.

9.1 Das Verfahren mit k

Für den Rechteckbalken mit einfacher oder doppelter Bewehrung für Biegung mit oder ohne Längskraft gilt allgemein:

$$F_e = F_{me} + \frac{N}{\sigma_{eU}/\nu}$$

$$F_e' = \alpha \cdot F_{me}$$

(N als Druckkraft negativ, als Zugkraft positiv ansetzen)

Darin ist F_{me} der Anteil von F_e, der sich aus M_e, dem auf die Bewehrung bezogenen Bemessungsmoment ergibt. Bei Biegung ohne Längskraft ist $F_{me} = F_e$. F_{me} ermittelt man sehr schnell und einfach wie folgt:

1. Man stellt den Läufer wie beim Einstellschema mit Bn auf h bzw. läßt ihn dort gleich stehen.
2. Man dividiert durch k, indem man den im Einstellschema abgelesenen k-Wert durch Zungenverschiebung auf der C-Skala neu einstellt, und zwar unter dem Läufermittelstrich (Abb. 6).

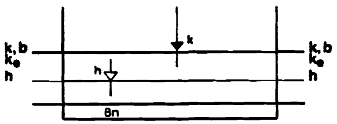


Abb. 6

3. Man multipliziert mit b, indem man den Läufermittelstrich auf der C-Skala nach b schiebt (Abb. 7).

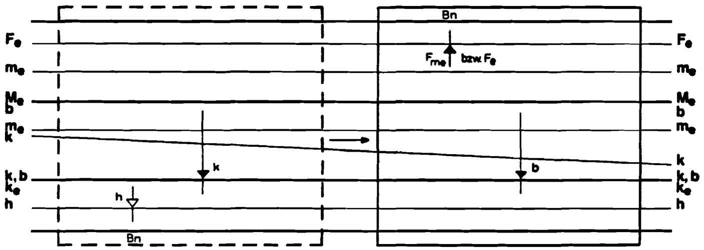


Abb. 7

4. Man liest F_{me} auf der Skala F_e ab, und zwar mit der zutreffenden Bn-Marke am oberen Läuferrand (Abb. 7).

Schreibt man

$\boxed{h}$ = h auf Sonderskala h mit Läufermarke Bn eingestellt,

$\boxed{F_{me}}$ = F_{me} auf Sonderskala F_e mit Läufermarke Bn abgelesen,

so ist

$$\frac{\boxed{h}}{k} \cdot b = \boxed{F_{me}}.$$

Das gilt auch bei doppelt bewehrten Balken. Dort ist nur zu beachten, daß die Ablesung von k im Einstellschema je nach vorliegendem Verhältnis h'/h mit einem der Büschelstrahlen 0,07 0,15 0,20 oder 0,25 vorgenommen werden muß. Der außerdem im Einstellschema abzulesende α-Wert ergibt durch einfache Multiplikation mit F_{me} die Druckbewehrung F_e'. α ist für $h'/h = 0{,}07$ 0,10 0,15 0,20 oder 0,25 abzulesen. Eine spätere Korrektur von F_{me} und F_e' durch ϱ- und ϱ'-Faktoren ist dann nicht mehr durchzuführen.

Bei Biegung mit Längskraft ist für die Zugbewehrung F_e noch der Längskraftanteil $\frac{N}{\sigma_{eU}/\nu}$ zu berücksichtigen. Bei den hier vorliegenden Verhältnissen ist für

BSt I $\nu = 1{,}75$ $\sigma_{eU}/\nu = 1{,}26$ Mp/cm²
BSt III $\nu = 1{,}75$ $\sigma_{eU}/\nu = 2{,}4$ Mp/cm²
BSt IV $\nu = 1{,}75$ $\sigma_{eU}/\nu = 2{,}86$ Mp/cm².

Diese Werte sind auf dem Läufer als Tabelle angegeben.

9.2 Das Verfahren mit k_e

Bei einfacher Bewehrung ist

$$F_e = \frac{M_e}{h} \cdot k_e + \frac{N}{\sigma_{eU}/\nu}.$$

Um den Wert k_e zu erhalten, braucht man nur den im Einstellschema abgelesenen k-Wert auf der kleinen Schrägskala am unteren Rand mit der entsprechenden Marke I, III oder IV neu einzustellen. Der Läufermittelstrich zeigt dann k_e auf Skala D an (Abb. 8).

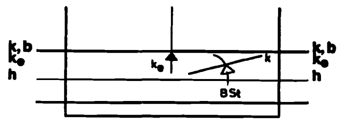


Abb. 8

Zur Weiterrechnung dividiert man zweckmäßig gleich durch h, indem man hier Skala C unter den Läuferstrich schiebt, und multipliziert anschließend mit M_e, d. h. man rechnet

$$\frac{k_e}{h} \cdot M_e \text{ statt } \frac{M_e}{h} \cdot k_e\,,$$

was ja ansatz- und zahlenmäßig dasselbe ist (Abb. 9).

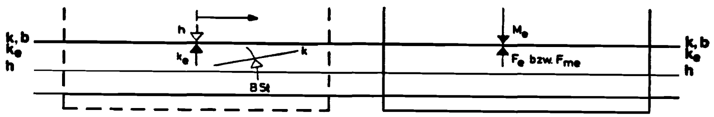


Abb. 9

Bei doppelter Bewehrung ist

$$F_e = \frac{M_e}{h} \cdot k_e\,\varrho + \frac{N}{\sigma_{eU}/\nu}$$

$$F_e' = \frac{M_e}{h} \cdot k_e'\,\varrho'.$$

Um $k_e\,\varrho$ zu erhalten, muß k im Einstellschema je nach vorliegendem Verhältnis h'/h mit einem der Büschelstrahlen 0,07 0,15 0,20 oder 0,25 abgelesen werden, außerdem aber auch der Richtwert m_e auf der Zungenskala m_e mit der roten m_e-Marke rechts vom Läufermittelstrich. Diesen Wert stellt man auf der m_e-Skala (obere Körperleiste) neu ein, und zwar mit der m_e-Marke am linken Läuferrand. Stellt man nun den abgelesenen k-Wert durch Zungenverschiebung auf der C-Skala unter dem Läufermittelstrich ein, so zeigt das Skalenende 10 der C-Skala auf Skala D den Wert $k_e \cdot \varrho$ an (Abb. 10).

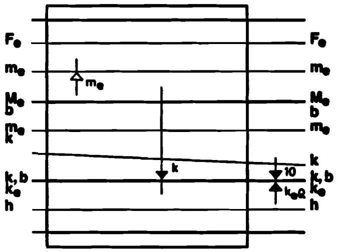


Abb. 10

Man rechnet dann, ähnlich wie bei einfacher Bewehrung

$$\frac{k_e \cdot \varrho}{h} \cdot M_e \text{ statt } \frac{M_e}{h} \cdot k_e \cdot \varrho.$$

Multipliziert man dieses Ergebnis mit dem ebenfalls im Einstellschema abgelesenen Faktor α, so erhält man

$$\frac{k_e\,\varrho}{h} \cdot M_e \cdot \alpha = F_e'.$$

$$\text{Da } \alpha \cdot k_e\,\varrho = k_e'\,\varrho'$$

$$\text{gilt } F_e' = \frac{M_e}{h} \cdot k_e'\,\varrho' = \alpha \cdot \frac{M_e}{h} \cdot k_e\,\varrho\,.$$

Bei Biegung mit Längskraft ist für die Zugbewehrung F_e sowohl bei einfacher wie bei doppelter Bewehrung noch der Längskraftanteil $\frac{N}{\sigma_{eU}/\nu}$ zu berücksichtigen. (Vgl. Kap. 9.1.)

9.3 Die Größenordnung von F_e und F_e'

Für die Berechnung mit k nach Abschnitt 9.1 gilt:

$$F_{me}\,[\text{cm}^2] = \frac{h\,[\text{cm}]}{k} \cdot b\,[\text{m}] \cdot \frac{\beta_R}{\beta_R^*}$$

mit $\beta_R^* = 220$ kp/cm² als Festwert, der die Anordnung der Sonderskalen des ARISTO-Stahlbeton 940 und die Lage der Bn-Marken auf dem Läufer berücksichtigt. Es ist somit für

Bn 150 $\beta_R = 105$	$\beta_R/\beta_R^* = 0{,}48$
Bn 250 $\beta_R = 175$	$\beta_R/\beta_R^* = 0{,}80$
Bn 350 $\beta_R = 230$	$\beta_R/\beta_R^* = 1{,}05$
Bn 450 $\beta_R = 270$	$\beta_R/\beta_R^* = 1{,}23$
Bn 550 $\beta_R = 300$	$\beta_R/\beta_R^* = 1{,}36$

Will man nur die Kommastellung festlegen, so genügt dazu meist ein Überschlag mit grob gerundeten Zahlen und $\beta_R/\beta_R^* \approx 1$, d. h. man rechnet dann

$$F_{me}\,[\text{cm}^2] \approx \frac{h\,[\text{cm}]}{k} \cdot b\,[\text{m}].$$

Für die Berechnung mit k_e nach Abschnitt 9.2 gilt:

$$F_{me}\,[\text{cm}^2] = \frac{M_e\,[\text{Mpm}]}{h\,[\text{m}]} \cdot k_e$$

oder

$$F_{me}\,[\text{cm}^2] = \frac{M_e\,[\text{Mpm}]}{h\,[\text{cm}]} \cdot 100\,k_e.$$

k_e ist eine Zahl in der Größenordnung zwischen 0,30 bis 1,20. Entsprechend ist 100 k_e eine Zahl zwischen 30 und 120. Für den Längskraftanteil gilt:

$$\triangle F_e\,[\text{cm}^2] = \frac{N\,[\text{Mp}]}{\sigma_{eU}/\nu\,[\text{Mp/cm}^2]}\,.$$

Die Druckbewehrung F_e' läßt sich aus F_{me} ohne weiteres größenmäßig bestimmen, da der Faktor α als kommabehafteter Faktor abzulesen ist.

10. Nicht-rechteckige Querschnitte

Nicht-rechteckige Querschnitte können genau wie rechteckige behandelt werden, wenn die Druckzone mit der Breite b in der mitwirkenden Höhe

$$x = k_x \cdot h$$

rechteckig ist (Abb. 11 und Abb. 12).

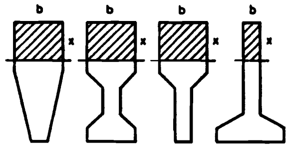


Abb. 11

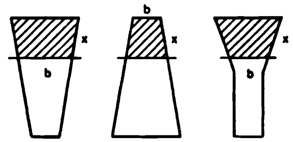


Abb. 12

Ist der Querschnitt im Bereich der Druckzone nicht genau, aber annähernd rechteckig, so liegt man auf der sicheren Seite, wenn man ihn als Rechteckquerschnitt für die kleinste in der Druckzone vorhandene Breite bemißt (Abb. 13).

10.1 Plattenbalken

Die Bemessung von Plattenbalken mit gedrungenem Querschnitt kann auf die eines Rechteckquerschnittes mit der Ersatzbreite b_i nach folgender Tafel zurückgeführt werden:

d/h =										b/b₀ =						
0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
k_x =										$100 \cdot \lambda$ =						
0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	100	100	100	100	100	100	100
	0,50	0,44	0,39	0,33	0,28	0,22	0,17	0,11	0,06	99	99	99	99	99	99	98
		0,50	0,44	0,38	0,31	0,25	0,19	0,13	0,06	97	96	95	95	95	94	94
			0,50	0,43	0,36	0,29	0,21	0,14	0,07	95	92	90	89	89	88	87
				0,50	0,42	0,33	0,25	0,17	0,08	91	87	84	82	81	80	79
					0,50	0,40	0,30	0,20	0,10	87	81	77	75	73	71	70
						0,50	0,38	0,25	0,13	83	75	70	66	64	62	60
							0,50	0,33	0,17	79	69	62	58	55	53	50
								0,50	0,25	75	62	55	50	46	44	40
									0,50	71	56	47	42	37	34	30

Beiwerte λ_b zur Bestimmung der Ersatzbreite einer rechteckigen Druckzone für die Bemessung von gedrungenen Plattenbalken. (Aus Heft 220 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton).

Man schätzt zunächst einen k_x-Wert und ermittelt nach obiger Tabelle den Wert 100λ für die Verhältnisse d/h und b/b_o. Dann führt man das Einstellschema für einen Rechteckquerschnitt mit der Ersatzbreite $b_i = \lambda \cdot b$ durch. Mit dem daraus abgelesenen k_x-Wert kann man ggfs. λ und b_i verbessern und die Rechnung wiederholen.

Die in DIN 4224 bzw. im Heft 220 angegebenen k_h*-Werte sind eingehalten, solange im Einstellschema kein α-Wert angezeigt wird. Plattenbalkenquerschnitte mit doppelter Bewehrung ($\alpha > 0$) sollte man vermeiden aus den in DIN 4224 dargelegten Gründen.

Plattenbalken mit schlankem Querschnitt ($b/b_o > 5$) können nach DIN 4224 mit den Grundskalen berechnet werden.

11. Die Beschränkung der Rißbreite

11.1 Ablesung max d für geringe Rißbreite

Der Nachweis der Beschränkung der Rißbreite nach DIN 1045, Kap. 17.6.2 kann mit dem ARISTO-Stahlbeton 940 sehr schnell und einfach durchgeführt werden. Dabei sind folgende Verhältnisse zugrundegelegt

1. Rißbreite = gering
2. Stahl I glatt: r = 40
   Stahl III gerippt: r = 80
   Stahl IV gerippt: r = 80,
3. Anteil der dauernd einwirkenden Lasten 70%.

Den vorher nach dem Einstellschema abgelesenen k-Wert stellt man unter der zutreffenden grünen Marke I, III oder IV R auf der grünen Skala k_d neu ein. Darunter ist dann an der Marke Bn der maximale Durchmesser für geringe Rißbreite auf der Skala max d gleich ablesbar (Abb. 13).

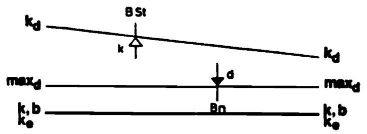


Abb. 13

Für diese Einstellung und Ablesung ist nur eine Verschiebung von Läufer oder Zunge erforderlich. Das andere Teil — Zunge oder Läufer — kann dabei in einer anschließend weiter benötigten Einstellung verbleiben. Die Ermittlung von max d kann deshalb sowohl am Schluß der Bemessung erfolgen wie auch zwischenzeitlich — etwa nach Durchführung des Einstellschemas, aber vor der Errechnung von F_e. Dabei kann dann der Läufer in seiner Einstellung verbleiben.

11.2 Umrechnung für andere r-Werte und für andere Verhältnisse von ständiger Last zu Gesamtlast.

Nach DIN 1045, Formel 21 ist

$$d = r \cdot \frac{\mu_z}{\sigma^2_{ed}}.$$

Für andere r-Werte (s. Tabelle 16 der DIN 1045) kann max d daher proportional umgerechnet werden.

Liegt ausnahmsweise ein von 0,7 abweichendes Verhältnis vor, so kann max d nach dem wirklichen Verhältnis von ständiger Last zur Gesamtlast umgerechnet werden.

Es ist dann

$$\text{zul d} = \text{max d} \times \left[\frac{0{,}7}{\text{ständ. L./Gesamtlast}}\right]^2$$

oder

$$\text{zul d} \approx \text{max d} \times \left(\frac{\text{Gesamtlast}}{\text{ständ. Last}}\right)^2 \times 0{,}5$$

11.3 Umrechnung für größer gewählten Stahlquerschnitt F_e

Wählt man F_e größer als erforderlich, so kann wegen größerem Faktor μ_z und wegen kleinerem σ_{ed} umgerechnet werden:

$$\text{zul d} = \text{max d} \times \left(\frac{\text{vorh } F_e}{\text{erf } F_e}\right)^3.$$

Diese Umrechnung ist auf dem ARISTO-Stahlbeton 940 einfach durchzuführen mit Hilfe der Skala d_{zul}, d_{max} am rechten Zungenende.

Man stellt erf F_e mit der Marke Bn auf Skala F_e ein. Dann stellt man die Zunge so, daß auf der Umrechnungsskala d_{zul}, d_{max} der vorher ermittelte Wert max d mit dem Läuferhauptstrich angezeigt wird. Versetzt man nun den Läufer von erf F_e auf den größer gewählten Wert vorh F_e nach rechts, so wird zugleich auf der Umrechnungsskala ein größerer Wert zul d angezeigt (Abb. 14).

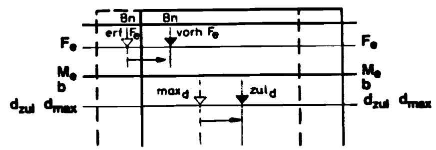


Abb. 14

12. Die Wahl der Rundstähle nach Anzahl (Abstand) und Durchmesser

Stellt man den Wert erf F_e auf Skala A ein und darunter die gewünschte Anzahl n an Rundstählen auf Skala B, so zeigt die Marke c (etwa bei 1,13 der C-Skala) sofort den erforderlichen Durchmesser auf Skala D an.

Bei Platten kann an Stelle der Anzahl n (pro Meter) gleich mit dem Kehrwert 1/n = Entfernung e der Rundstähle gerechnet werden. Statt n auf Skala B ist dann e auf Skala Bl unter F_e zu stellen (Abb. 15).

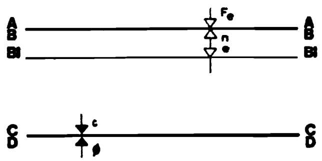


Abb. 15

Die Reihenfolge von Einstellung und Ablesung kann beliebig vertauscht werden. Dabei gilt aber immer die Zuordnung:

F_e auf Skala A, n auf Skala B, e auf Skala Bl, Marke c in Skala C, ø auf Skala D.

12.1 Die Wahl von Schrägstäben als Schubbewehrung

Stellt man die 60°-Marke (etwa bei 1,05 der C-Skala) anstelle der c-Marke über einen Durchmesserwert der Skala D, so ist über der Anzahl n (B-Skala) oder über dem Abstand e (Bl-Skala) der waagerechte Querschnitt F_{es} von n unter 60° aufgebogenen Stäben abzulesen (Abb. 16).

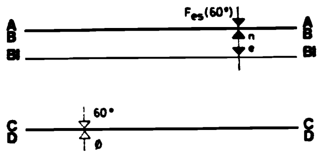


Abb. 16

Entsprechend liefert die 45°-Marke waagerechte Querschnitte F_{es} für unter 45° aufgebogene Stäbe (Abb. 17).

Die Reihenfolge der Einstellung ist ebenso umkehrbar wie im vorhergegangenen Abschnitt für den Gebrauch der Marke c beschrieben.

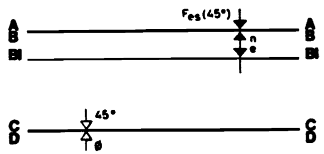


Abb. 17

13. Bemessung mit Läufern für konstantes n

Verwendet man auf dem ARISTO-Stahlbeton 940 statt des Läufers

L 940/DIN 1045 n-los

einen der Läufer L 940/n = 15 oder L 940/n = 10,

so erfolgen die durchgeführten Bemessungen nach dem Verfahren mit konstantem Wert n = 15 oder n = 10.

13.1 Grundlagen der Bemessung

Bei der Bemessung wird ein konstanter Verhältniswert

$$n = \frac{\text{Elastizitätsmodul Stahl}}{\text{Elastizitätsmodul Beton}}$$

zugrundegelegt. Je nach Wahl des Läufers kann mit n = 15 oder n = 10 bemessen werden.

In Skala σ_b sind Betonspannungen von 30 kp/cm² bis 200 kp/cm² ablesbar, als Stahlspannungen können verwendet werden:

bei n = 15: 1,4 1,6 1,8 2,0 2,2 2,4 2,6 2,8 3,0 3,2 3,4 3,6 Mp/cm²

bei n = 10: 1,0 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0 2,2 2,4 2,6 2,8 Mp/cm².

13.2 Das Einstellschema für konstantes n

Die Einstellungen und Ablesungen erfolgen nach dem Einstellschema der Abbildung 18.

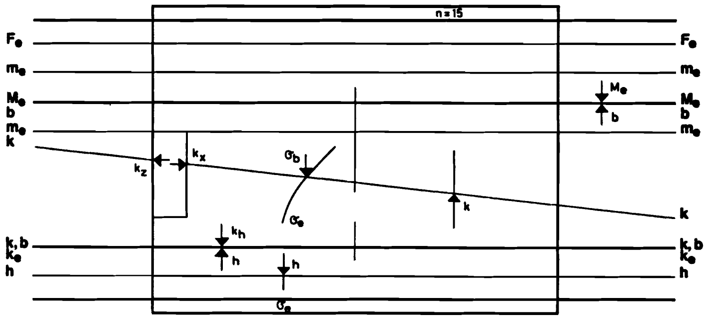


Abb. 18

13.3 Bemessungshinweise

Im einzelnen wird im Vergleich mit Kap. 5 wie folgt eingestellt bzw. abgelesen:

Das Bemessungsmoment M_e nach 5.1

Die Druckbreite b nach 5.2

Die Nutzhöhe nach 5.3,
aber mit Läufermarken σ_e (Stahlspannung) anstelle der Bn-Marken.

Die Betongüte Bn entfällt, d. h. sie erscheint nicht unmittelbar in der Rechnung. Statt dessen muß die abgelesene Betonspannung σ_b (s. u.) mit der zulässigen Betonspannung verglichen werden, die u. a. von der Betongüte abhängig ist.

Der Beiwert k_z nach 5.5,
aber ohne die obere Begrenzung 0,776.
Im Falle der Nicht-Ablesbarkeit gilt hier $k_z = \dfrac{\sigma_e + \frac{2}{3} n \sigma_b}{\sigma_e + n \sigma_b}$.

Der Beiwert k_x nach 5.6,
aber ohne die obere Begrenzung 0,538. Im Falle der Nicht-Ablesbarkeit gilt hier

$$k_x = \frac{n \sigma_b}{\sigma_e + n \sigma_b}.$$

Die Betondehnung ε_{b1} entfällt.

Die Stahldehnung ε_e entfällt.

Der Bemessungshilfswert k nach 5.9,
aber die Ablesung erfolgt durch eine senkrechte Marke k.
Die Stahlsorte kommt nur indirekt vor in Form von Stahlspannungsmarken σ_e.

Der Verhältniswert h'/h entfällt.

Der F_e'-Faktor α entfällt.

Die Betonspannung σ_b wird abgelesen auf der σ_b-Skala, deren Grundlinie die lange schräge Linie auf der Zunge (Grundlinie der k-Skala) darstellt und deren Teilung oberhalb dieser Linie von 30 bis 200 kp/cm² beziffert ist.

Der Bemessungsrichtwert m_e hat beim Verfahren mit konstantem n keine Bedeutung.

Der Bemessungsrichtwert k_h kann genauso abgelesen bzw. eingestellt werden, wie unter 7.1 und 7.2 beschrieben.

Die Berechnung von F_e mit k
Die Wiedereinstellung von k und die Multiplikation mit b erfolgt genau wie im Kap. 9.1 beschrieben. Die Ablesung auf der F_e-Skala erfolgt hier aber wieder mit der entsprechenden σ_e-Marke anstelle der Bn-Marke.

Die Berechnung von F_e mit k_e
Die Wiedereinstellung von k auf der kleinen k-Skala (Abb. 9) erfolgt hier mit Marken für die Stahlspannung σ_e am unteren Läuferrand. Im übrigen gilt Kap. 9.2 unverändert.

Die Größenordnung von F_e
Für die Berechnung mit k gilt

$$F_e\,[\text{cm}^2] = \frac{h\,[\text{cm}]}{k} \cdot b\,[\text{m}] \cdot \frac{15}{n}.$$

Für die Berechnung mit k_e gelten die Beziehungen des Kap. 9.3 unverändert.

Nicht-rechteckige Querschnitte
Hier gelten die gleichen Grundsätze wie im Kap. 10.

Plattenbalkenbemessung für konstantes n
Sinngemäß gilt hier das gleiche wie im Kap. 10.1 beschrieben. Zur Errechnung des Wertes λ gelten aber andere, von k_x, d/h und b_o/b abhängige Tafelwerte, die in den einschlägigen Bestimmungen festgelegt sind (z. B. alte DIN 4224, Tabelle 16).

Die Beschränkung der Rißbreite
Spezielle Nachweise sind bei Verfahren mit konstantem n nicht üblich.

Die Wahl der Rundstäbe
Die Kapitel 12 und 12.1 gelten auch hier unverändert.

14. Zahlenbeispiele für DIN 1045 n-los

14.1 Bemessung eines Rechteckbalkens

Aufgabe 1:

Bemesse den Rechteckbalken $b = 0{,}25$ m $h = 45$ cm für $M = 8$ Mpm $N = 0$ Bn 250 BSt 42/50 RU (III).

Vorberechnung:

keine, da $M_e = M$ wegen $N = 0$

Einstellungen:

Man stellt $M_e = 8$ auf der linken Seite der M_e-Skala ein und darunter $b = .25$ auf der b-Skala.

Über $h = 45$ auf Skala D ist $k_h = 7{,}96$ in C abzulesen. Dann Läufer mit Marke Bn 250 auf 45 der h-Skala stellen.

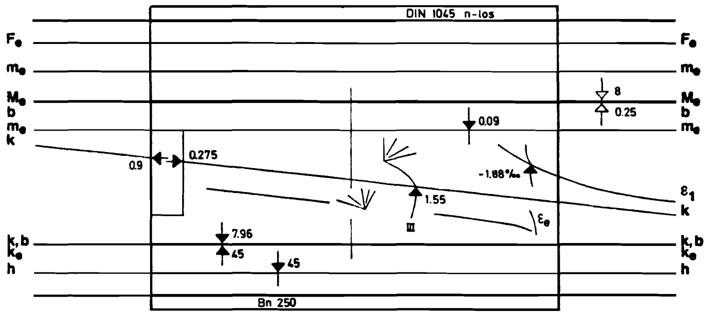


Abb. 19

Ablesungen:

(nach Abb. 3 und 19):

$k_z = 0{,}9$ $k_x = 0{,}275$ $m_e = 0{,}09$ $\varepsilon_{b1} = -1{,}88\,^0/_{00}$ $\varepsilon_e = 5\,^0/_{00}$ (ohne Anzeige) $k = 1{,}55$ (unter Marke III) α = keine Anzeige, d. h. einfache Bewehrung.

Errechnung F_e mit k (s. Abb. 6 und 7):

Man läßt den Läufer mit Bn 250 auf $h = 45$ stehen und stellt durch Verschiebung der Zungenskala C den Wert $k = 1{,}55$ unter dem Läuferstrich neu ein. Den Läuferstrich verschiebt man nach rechts auf $b = 0{,}25$ in C und liest auf der F_e-Skala unter Bn 250 ab: $F_{me} = 8{,}25$. Da keine Längskraft vorliegt, ist auch $F_e = 8{,}25$ cm².

Errechnung F_e mit k_e (s. Abb. 8 und 9):

Man stellt $k = 1{,}55$ auf der kleinen Schrägskala mit Marke III ein und erhält auf Skala D:

$k_e = 0{,}465 \mathrel{\hat{=}} 100\,k_e = 46{,}5$. Dividiert durch $h = 45$ cm und multipliziert mit $M_e = 8$ ergibt

$$F_e = \frac{46{,}5}{45} \cdot 8 = 8{,}26 \text{ cm}^2.$$

Beschränkung der Rißbreite (s. Abb. 13 und 20):

Man stellt $k = 1{,}55$ mit der grünen Marke III auf der Skala k_d ein und liest darunter bei Bn 250 max $d = 28{,}5$ mm ab. Bei kleiner gewählten Durchmessern ist also die Beschränkung der Rißbreite gewahrt.

Wahl der Bewehrung:

Es sollen 4 Stck. Rundstähle eingelegt werden. Einstellung 8,25 auf Skala A, darunter 4 auf Skala B ergibt unter der C-Marke: erf $d = 16{,}2$ mm. 4 ⌀ 16 werden also etwas zu knapp, es sind erforderlich 1 ⌀ 18 + 3 ⌀ 16. Nach Tabelle auf der Rechenstabrückseite ergibt das $2{,}54 + 6{,}03 = 8{,}57$ cm²

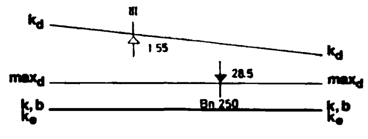


Abb. 20

14.2 Vergleich mit Tafel 2 in Heft 220, Deutscher Ausschuß für Stahlbeton.

Aufgabe 2:

Ermittle die Beiwerte k_z und k_x sowie die Dehnungen ε_{b1} und ε_e für vorgegebenen Richtwert $m_e = 0{,}15$ und vergleiche mit Tafel 2 in Heft 220 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

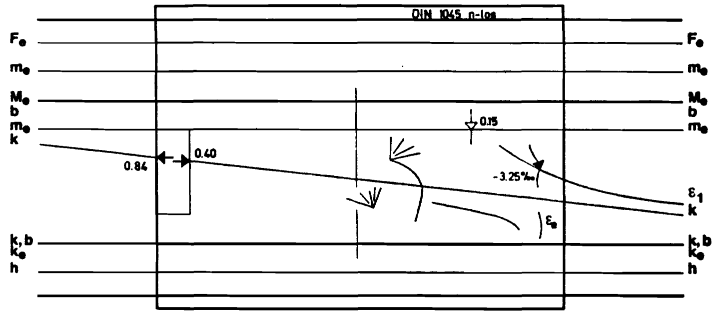


Abb. 21

Einstellungen:

Man stellt bei beliebiger Zungenstellung die Läufermarke m_e (rechts vom Läufermittelstrich) auf 0,15 der Zungenskala m_e (zwischen .10 und .20).

Ablesungen:

$k_z = 0{,}84$ $k_x = 0{,}40$ $\varepsilon_{b1} = -3{,}25\,^0/_{00}$ $\varepsilon_e = 5\,^0/_{00}$ (ohne Anzeige).

Die Ergebnisse entsprechen genau den Ablesungen der Tafel 2 in Heft 220.

14.3 Vergleich mit Tafel 5 in Heft 220, Deutscher Ausschuß für Stahlbeton

Aufgabe 3:

Ermittle die Beiwerte k_z und k_x sowie die Dehnungen ε_{b1} und ε_e für vorgegebenen Richtwert $k_h = 7{,}3$ und für Bn 350 BSt 42/50 (III) und vergleiche mit Tafel 5 in Heft 220 des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton.

Einstellungen:

Man stellt entweder $k_h = 7{,}3$ auf Skala C über einen beliebigen h-Wert auf der D-Skala ein (hier am besten $h = 10$ am rechten Ende) und schiebt dann den Läufer mit Marke Bn 350 auf den gleichen h-Wert (hier also auf die Mittel-Eins der h-Skala), **oder** man stellt die Zunge in Grundstellung, d. h. die Anfänge der Rechenskalen genau übereinander, und dann den Läufer mit Marke Bn auf $k_h = 7{,}3$ der h-Skala (s. Abb. 22).

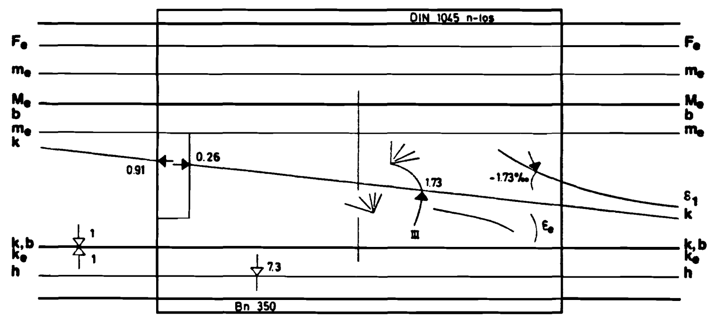


Abb. 22

Ablesungen:

$k_z = 0{,}91$ $k_x = 0{,}26$ $\varepsilon_{b1} = -1{,}73$ ‰ $\varepsilon_e = 5$ ‰ (ohne Anzeige)

$k = 1{,}73$ $\alpha = 0$ (keine Anzeige)

Nach Neueinstellung von $k = 1{,}73$ auf der unteren kleinen Schrägskala mit III ergibt sich auf Skala D: $k_e = 0{,}46 = 100\ k_e = 46{,}0$.

Alle Werte stimmen mit denen der Tafel 5 im Heft 220 überein. Eventuelle Abweichungen bei anderen Aufgaben resultieren aus den Abrundungen der Tafelwerte, insbesondere der k_h-Werte auf 2 Stellen.

14.4 Bemessung einer Deckenplatte

Aufgabe 4:

Bemesse die Deckenplatte d/h = 10/8 cm für M = 1,28 Mpm N = 0 Bn 250 BSt IV.

Vorberechnung:

Nach DIN 1045, 17.2.1 muß M im Verhältnis $\frac{15}{h+5}$ vergrößert werden, d. h.

$M = 1{,}28 \cdot \frac{15}{13} = 1{,}48$ Mpm $M_e = M = 1{,}48$, da $N = 0$.

Einstellungen:

Man stellt M = 1,48 auf der linken Seite der M_e-Skala ein und darunter die linke Eins der b-Skala. Über h = 8 auf D kann man $k_h = 6{,}58$ auf C ablesen. Dann Läufer mit Marke Bn 250 auf h = 8 der h-Skala stellen (vgl. Abb. 3).

Ablesungen:

($m_e = 0{,}132$ bzw. 100 $m_e = 13{,}2$) $k_z = 0{,}86$

$k_x = 0{,}36$ $\varepsilon_{b1} = -2{,}76$ ‰

$\varepsilon_e = 5{,}0$ ‰ (keine Anzeige), $k = 1{,}20$, $\alpha = 0$ (keine Anzeige).

Berechnung F_e mit k:

Läufer bleibt mit Bn 250 auf h = 8 stehen. k = 1,20 auf Skala C durch Zungenverschiebung unter Läufermittelstrich bringen, Läufer nach b = 1, d. h. auf die 1 am Anfang der C-Skala verschieben. Ablesung unter Bn 250 auf F_e-Skala: 7,56 cm² = F_e, da keine Längskraft vorhanden (vgl. Abb. 6 und 7).

Berechnung F_e mit k_e:

Man stellt k = 1,20 auf der kleinen Schrägskala mit Marke IV ein und erhält auf Skala D:

$k_e = 0{,}41 \triangleq 100\ k_e = 41$. Dividiert durch h = 8 und multipliziert nach Durchschieben der Zunge mit $M_e = 1{,}48$ ergibt: $\frac{41}{8{,}0} \cdot 1{,}48 = 7{,}6$ cm² = F_e, da keine Längskraft vorhanden (vgl. Abb. 8 und 9).

Beschränkung der Rißbreite:

Man stellt k = 1,20 mit Marke IV R auf der Skala k_d ein und liest darunter max d = 29,5 bei Marke Bn 250 ab (vgl. Abb. 13).

Wahl der Bewehrung:

Es werden Betonstahlmatten mit Abstand der Stäbe von 100 mm gewählt. Anzahl pro Meter 10 Stück.

Einstellung $F_e = 7{,}6$ cm² auf Skala A, darunter 10 auf Skala B ergibt auf Skala D unter der C-Marke d = 9,85 cm².

Gewählt: d = 10 mm.

14.5 Bemessung eines Rechteckbalkens mit Druckbewehrung für Biegung mit Längskraft

Aufgabe 5:

Bemesse den Rechteckbalken b/d/h = 0,20 m/40 cm/36 cm für M = 4,4 Mpm, N = −15 Mp, Bn 150, BSt 42/50 RU (III).

Vorberechnungen:

$h' = 4$ cm $h'/h = 0{,}09 \sim 0{,}10$ $y_e = 36 - 40/2 = 16$ cm

$M_e = 4{,}4 - (-15 \cdot 0{,}16) = 6{,}8$ Mpm (s. Kap. 5.1)

Einstellungen:

Man stellt $M_e = 6{,}8$ auf der linken Seite der M_e-Skala ein und darunter b = 0,20 (.20) der b-Skala. Über h = 36 auf Skala D ist $k_h = 6{,}17$ auf C abzulesen. Dann Läufer mit Marke Bn 150 auf h = 36 der h-Skala stellen.

Ablesungen:

$m_e = 0{,}25$ (wird hier benötigt, wenn F_e mit k_e errechnet werden soll).

k_z und k_x keine Ablesungen

$\varepsilon_{b1} = -3{,}5$ ‰ (keine Anzeige)

$\varepsilon_e = 3$ ‰ als Grenzwert nach 4.3

$k = 0{,}50$ für $h'/h = 0{,}10$ (zwischen 0,07 und 0,15)

$\alpha = 0{,}20$ für $h'/h = 0{,}10$

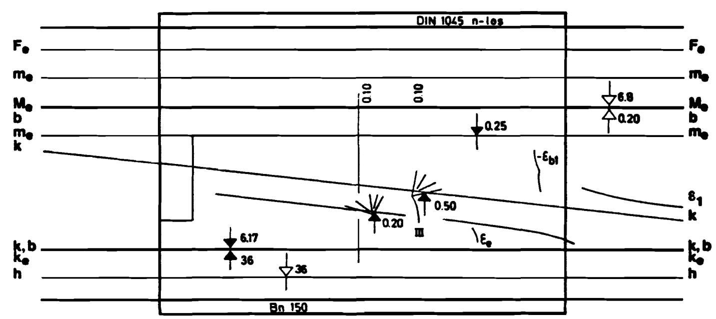


Abb. 23

Berechnung der Beiwerte:

k_x kann, falls unbedingt benötigt, aus $\frac{-\varepsilon_{b1}}{-\varepsilon_{b1} + \varepsilon_e} = \frac{3{,}5}{3{,}5 + 3} = 0{,}538$ errechnet werden.

k_z ergibt sich nach Kap. 5,5 aus der Formel $k_z = \frac{1}{k_e \cdot \sigma_{eU}/\nu}$. Für $k_e = 0{,}519$ (s. u.) und $\sigma_{eU}/\nu = 2{,}4$ also $k_z = \frac{1}{0{,}519 \cdot 2{,}4} = 0{,}803$.

Berechnung von F_e und F_e' mit k:

Man stellt den Läufer mit Bn 150 auf h = 36 zurück und bringt k = 0,50 durch Zungenverschiebung auf Skala C unter den Läufermittelstrich. Diesen zunächst auf die 10 der C-Skala und nach dem Durchschieben der Zunge nach rechts auf b = 0,20 m.

Ablesung auf F_e-Skala über Bn 150: 9,83 cm² (= F_{me}).

Es ist dann

$$F_e = 9{,}83 + \frac{-15}{2{,}4} = 3{,}58\,\text{cm}^2$$

$$F_e' = 0{,}20 \cdot 9{,}83 = 1{,}97\,\text{cm}^2$$

Berechnung F_e und F_e' mit k_e:

Man stellt $m_e = 0{,}25$ auf der oberen m_e-Skala mit der Marke am linken Läuferrand ein. Unter dem Läufermittelstrich stellt man dann durch Verschiebung der C-Skala k = 0,50 ein. Ablesung unter 10 der Skala C:

$$k_e\,\varrho = 0{,}519 \triangleq 100\,k_e\,\varrho = 51{,}9.$$

Division durch h = 36 und Multiplikation mit $M_e = 6{,}8$ ergibt $\frac{51{,}9}{36} \cdot 6{,}8 = 9{,}81$ cm² (= F_{me}).

Es ist dann:

$$F_e = 9{,}81 + \frac{-15}{2{,}4} = 3{,}56\,\text{cm}^2$$

$$F_e' = 0{,}20 \cdot 9{,}81 = 1{,}96\,\text{cm}^2.$$

14.6 Erforderliche Balkenbreite b

Aufgabe 6:

Ermittle die erforderliche Balkenbreite eines Rechteckbalkens für $M_e = 15$ Mpm h = 42 cm Bn 350 BSt III $\varepsilon_{b1} = -3{,}5$ ‰ $\varepsilon_e = 5$‰ (soll nicht herabgesetzt werden).

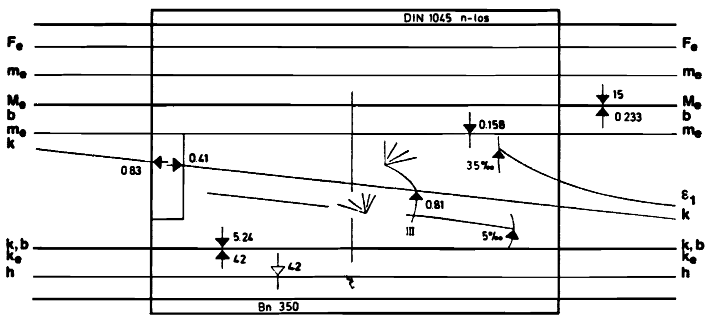


Abb. 24

Vorberechnungen:

keine.

Einstellungen:

b unter M_e kann nicht eingestellt werden, da b als Zahlenwert noch nicht bekannt. Daher zuerst den Läufer mit Bn 350 auf h = 42 stellen und dann die Zunge so verschieben, daß $\varepsilon_{b1} = -3{,}5$‰ und $\varepsilon_e = 5$‰ zugleich angezeigt werden.

Ablesungen:

b = 0,233 ≈ 0,24 m unter M = 15, ferner $m_e = 0{,}158$ $k_z = 0{,}83$ $k_x = 0{,}41$ und k = 0,81.

Hilfsablesung $k_h = 5{,}24$ über h = 42 auf C/D.

Berechnung von F_e:

sinngemäß wie Aufgabe 1

14.7 Erforderliche Nutzhöhe h

Aufgabe 7:

Ermittle die erforderliche Nutzhöhe eines Rechteckbalkens für $M_e = 15$ Mpm b = 20 cm Bn 350 BSt III $\varepsilon_{b1} = -3{,}5$ ‰ $\varepsilon_e = 5$ ‰ (soll nicht herabgesetzt werden).

Vorberechnungen: keine

Einstellungen:

Einstellung M = 15 Mpm und darunter b = 0,20 m durch Zungenverschiebung, dann Läufer so verschieben, daß $\varepsilon_{b1} = -3{,}5$ ‰ und $\varepsilon_e = 5$ ‰ genau angezeigt werden.

Ablesung:

h = 45,4 ≈ 46 cm über Marke Bn 350 am unteren Rand. Alles weitere sinngemäß wie Aufgabe 1 bzw. 6.

14.8 Erforderliche Betongüte Bn

Aufgabe 8:

Ermittle die notwendige Betongüte Bn für einen Rechteckbalken mit M = 15 Mpm b = 0,25 m h = 45 cm, wenn ε_e bis 3‰ herabgesetzt werden kann.

Vorberechnung: keine

Einstellung:

M = 15 Mpm, darunter durch Zungenverschiebung b = 0,25 m, dann den Läufer mit ε_e-Marke auf $\varepsilon_e = 3$‰ stellen.

Ablesungen:

h = 45 cm steht zwischen den Marken Bn 150 und Bn 250, d. h. Bn 150 reicht nicht aus, es ist Bn 250 notwendig.

Neueinstellung:

Stellt man bei gleicher Zungenstellung (b = 0,25 m unter M = 15 Mpm) die Läufermarke Bn 250 genau auf h = 45 cm, so ergibt sich $\varepsilon_e = 4{,}3$‰ > 3‰. Alles weitere sinngemäß wie bei Aufgabe 1 bzw. 6.

14.9 Zulässiges Moment M

Aufgabe 9:

Ermittle das zulässige Moment eines Rechteckbalkens mit $b = 0{,}20$ m $h = 42$ cm für Bn 350 BSt I. Die Betondehnung ε_{b1} soll mit $-3{,}5$‰ voll ausgenutzt und die Stahldehnung bis auf 3‰ herabgesetzt werden.

Vorberechnungen: keine

Einstellungen:

$b = 0{,}20$ kann unter M nicht eingestellt werden, da M noch nicht bekannt. Deshalb zuerst den Läufer mit Bn 350 auf $h = 42$, dann durch Verschieben der Zunge $\varepsilon_e = 3$‰ einstellen.

Ablesungen:

Nach Einstellschema Abb. 3 kann abgelesen werden: $M = 15{,}7$ Mpm über $b = .20$ $m_e = 0{,}193$ $k = 0{,}330$. k_z und k_x sind als Grenzwerte 0,776 nach Abschnitt 5.5 bzw. 0,538 nach 5.6 bekannt.

Eine Zwischenablesung $k_h = 4{,}74$ über $h = 42$ auf Skalenpaar C/D ist möglich. Anschließend Läufer wieder mit Bn 350 auf 42 der h-Skala stellen!

Errechnung von F_e mit k:

Man stellt $k = 0{,}330$ auf der C-Skala durch Zungenverschiebung unter den Läuferstrich und versetzt diesen dann nach $b = 0{,}20$ m auf derselben Skala. Ablesung $F_e = 38{,}1\ \text{cm}^2$ in Skala F_e.

Errechnung von F_e mit k_e:

Man stellt $k = 0{,}330$ mit der Marke I auf der unteren kleinen Schrägskala ein und kann auf Skala D mit dem Läufermittelstrich $k_e = 1{,}01$ ($100\,k_e = 101$) ablesen. Es ist dann

$$\frac{101}{42} \cdot 15{,}7 = 37{,}8\ \text{cm}^2 = F_e.$$

Auswertung des Ergebnisses:

38,1 cm² sind 4,5% des Betonquerschnittes F_b und damit nach DIN 1045, 17.2.3 noch zulässig. Es dürfte aber schwierig sein, die notwendige Anzahl Rundstähle konstruktiv sauber unterzubringen, zumal dann, wenn sich der betreffende Balken mit anderen Bauteilen wie Unterzügen, Stützen usw. kreuzt. Ggfs. wird man deshalb die Stahlspannung ε_e weniger stark reduzieren oder auf 5‰ als Normalwert belassen und die Aufgabe dann sinngemäß wiederholen. In letzterem Falle würde sich bei sonst gleicher Aufgabenstellung ergeben:

$M = 12{,}85$ Mpm $m_e = 0{,}158$ $k_z = 0{,}83$ $k_x = 0{,}41$ $k = 0{,}425$ und $k_h = 0{,}524$, ferner $F_e = 29{,}6\ \text{cm}^2$ ($k_e = 0{,}955$). Sollte dieses Ergebnis noch nicht vertretbar sein, kann man die Aufgabe auch umkehren und statt ε_e ein vertretbares F_e wählen (s. Kap. 14.10).

14.10 Zulässiges Moment M bei vorgegebenem F_e

Aufgabe 10:

Ermittle das zulässige Moment für den Rechteckbalken der Aufgabe 9, wenn aus konstruktiven Gründen höchstens 6 ⌀ 20 unterzubringen sind.

Vorberechnungen:

Man stellt $F_e = 18{,}84\ \text{cm}^2$ ($\triangleq$ 6 ⌀ 20) auf der F_e-Skala mit Bn 350 ein und durch Zungenverschiebung $b = 0{,}20$ m auf der C-Skala unter den Läuferstrich. Stellt man nun den Läufer mit der unteren Marke Bn 350 auf $h = 42$, so müßte unter dem Hauptläuferstrich auf der C-Skala der Wert k erscheinen, was in diesem Falle erst nach Durchschieben der Zunge und Wiedereinstellung des Läufers der Fall ist. Der nun abgelesene Wert $k = 0{,}665$ ergibt in der üblichen Reihenfolge der Einstellungen (vgl. Kap. 9.1) für $h = 42$ und $b = 0{,}20$. $F_e = 18{,}84\ \text{cm}^2$.

Einstellungen:

Man stellt wie in Aufgabe 9 den Läufer mit Bn 350 auf $h = 42$ und verschiebt die Zunge so, daß auf der k-Skala unter Marke BSt I der Wert $k = 0{,}665$ eingestellt ist.

Ablesungen:

$M = 8{,}8$ Mpm über $b = 0{,}20$ $m_e = 0{,}108$ $k_z = 0{,}87$ $k_x = 0{,}31$ und bei Bedarf $k_h = 6{,}33$ über $h = 42$ auf Skalen C und D.

14.11 Bemessung eines Plattenbalkens

Aufgabe 11:

Bemesse einen Plattenbalken mit $b_o = 0{,}30$ m $b = 1{,}20$ m $h = 40$ cm $d = 12$ cm für $M = 40$ Mpm Bn 250 BSt III.

Vorberechnungen:

$b/b_o = 1{,}20/0{,}30 = 4$

$d/h = 12/40 = 0{,}30$

Für geschätzten Wert $k_x = 0{,}3$ wird nach Tabelle in Kap. 10.1:

$100\,\lambda = 100$, d. h. $\lambda = 1$, $b_i = b = 1{,}20$ m

Einstellungen:

$M = 40$ auf M_e-Skala, darunter durch Zungenverschiebung $b = 1{,}20$ (hier zweckmäßig die Überteilung am rechten Zungenende wählen, um ein Durchschieben der Zunge zu vermeiden), dann Läufer mit Marke Bn 250 auf $h = 40$ cm stellen.

Ablesungen:

$k_x = 0{,}33$.

Korrektur:

In der Tabelle in Kap. 10.1 ergibt sich für $d/h = 0{,}30$ $k_x = 0{,}33$ und $b/b_o = 4$:

$100\,\lambda = 99$, $\lambda = 0{,}99$ und $b_i = 0{,}99 \cdot 1{,}20 = 1{,}19$ cm

Sehr geringfügige Korrektur der bestehenden Zungenstellung wegen $b = 1{,}19$ unter $M = 40$ ergibt keine weitere Veränderung von k_x.

Deshalb weitere Ablesungen:

$m_e = 0{,}12$ $\varepsilon_{b1} = 2{,}5$‰ $\varepsilon_e = 5$‰ (ohne Anzeige) $k = 1{,}13$.

Errechnung von F_e mit k:

Neueinstellung von $k = 1{,}13$ unter Läuferstrich durch Verschiebung der C-Skala, dann Läuferstrich auf $b = 1{,}19$ m. Ablesung $F_e = 48{,}0\ \text{cm}^2$ über Bn 250 am oberen Rand.

Errechnung von F_e mit k_e:

Man stellt $k = 1{,}13$ auf der kleinen Schrägskala am unteren Rand mit Marke III ein und liest $k_e = 0{,}48 \triangleq 100\,k_e = 48{,}0$ auf Skala D ab. Darüber auf Skala C durch Zungenverschiebung $h = 40$ cm stellen. Dann Multiplikation mit 40 Mpm, d. h. $F_e = 48{,}0\ \text{cm}^2$.

15. Zahlenbeispiele für $n = 15$ $(n = 10)$

Der Läufer L 940/n = 15 liefert die nachfolgenden Ergebniswerte ohne Klammern, der Läufer L 940/n = 10 die Werte in den Klammern.

15.1 Bemessung eines Rechteckbalkens

Aufgabe:

Bemesse den Rechteckbalken $b = 0{,}24$ m

$h = 42$ cm für $M = 4{,}1$ Mpm $N = 0$

$\sigma_e = 1{,}4$ Mp/cm² zul $\sigma_b = 70$ kp/cm²

Vorberechnung: keine, da $M_e = M$ wegen $N = 0$

Einstellungen:

Man stellt $M_e = 4{,}1$ auf der linken Seite der M_e-Skala ein und darunter durch Zungenverschiebung $b = .24$ auf der b-Skala.

Über $h = 42$ auf Skala D ist $k_h = 10{,}18$ abzulesen. Dann Läufer mit Marke $\sigma_e = 1{,}4$ auf 42 der h-Skala stellen.

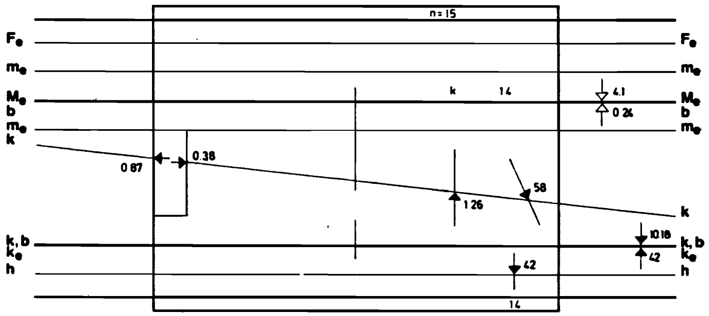


Abb. 25

Ablesungen (nach Abb. 25):

$\sigma_b = 58$ kp/cm² (67 kp/cm²)
$k = 1{,}26$ (1,94)
$k_z = 0{,}87$ (0,89)
$k_x = 0{,}38$ (0,32)
$\sigma_b < 70$ kp/cm², d. h. zulässig.

Berechnung von F_e mit k:

Man läßt den Läufer mit $\sigma_e = 1{,}4$ auf $h = 42$ stehen und stellt durch Verschieben der Zungenskala C den Wert $k = 1{,}26$ (1,94) unter dem Läuferstrich neu ein. Den Läuferstrich verschiebt man nach rechts auf $b = 0{,}24$ und liest auf der F_e-Skala unter $\sigma_e = 1{,}4$ ab: $F_e = 8{,}01$ cm² (7,8 cm²).

Berechnung von F_e mit k_e

Man stellt $k = 1{,}26$ (1,94) auf der kleinen Schrägskala mit Marke 1,4 ein und erhält auf Skala D: $k_e = 0{,}819 \triangleq 10\,k_e = 81{,}9$ $(0{,}803 \triangleq 80{,}3)$. Dividiert durch $h = 42$ cm und multipliziert mit $M_e = 9{,}1$ Mpm ergibt:

$$\frac{81{,}9}{42} \cdot 4{,}1 = 8{,}00 \text{ cm}^2 \left(\frac{80{,}3}{42} \cdot 4{,}1 = 7{,}84 \text{ cm}^2\right)$$

15.2 Bemessung einer Deckenplatte

Aufgabe:

Bemesse die Deckenplatte $d/h = 14/12$ cm für

$M = 0{,}835$ Mpm $\sigma_e = 2{,}8$ Mp/cm² zul $\sigma_b = 80$ kp/cm².

Vorberechnungen: keine

Einstellungen

Man stellt $M = 0{,}835$ Mpm auf der rechten Seite der M_e-Skala ein und darunter die rechte 1 der b-Skala.

Über $h = 12$ auf D kann man $k_h = 13{,}18$ ablesen. Dann Läufer mit Marke $\sigma_e = 2{,}8$ auf $h = 12$ der h-Skala.

Ablesungen:

$\sigma_b = 55$ kp/cm² (65 kp/cm²)
$k_z = 0{,}925$ (0,935)
$k_x = 0{,}23$ (0,19)
$k = 4{,}47$ (6,85)
$\sigma_b < 80$ kp/cm², d. h. zulässig.

Errechnung von F_e mit k

Läufer bleibt mit $\sigma_e = 2{,}8$ auf $h = 12$ stehen. $k = 4{,}47$ (6,85) durch Zungenverschiebung unter Läufermittelstrich auf Skala C neu einstellen, Läufer nach $b = 1$, d. h. auf die 10 am Ende der C-Skala verschieben. Ablesung auf F_e-Skala unter $\sigma_e = 2{,}8$: $F_e = 2{,}68$ cm² (2,63 cm²).

Errechnung von F_e mit k_e:

Man stellt $k = 4{,}47$ (6,85) auf der kleinen Schrägskala mit Marke 2,8 ein und erhält auf Skala D:

$k_e = 0{,}386 \triangleq 100\,k_e = 38{,}6$ $(0{,}383 \triangleq 38{,}3)$. Dividiert durch $h = 12$ und multipliziert mit $M = 0{,}835$ ergibt:

$$\frac{38{,}6}{12} \cdot 0{,}835 = 2{,}69 \text{ cm}^2 \left(\frac{38{,}3}{12} \cdot 0{,}835 = 2{,}66 \text{ cm}^2\right).$$