

# Anwenderdokumentation

## SBSE

<b>Programmname</b>	SBSE 1.0
<b>Deskriptoren</b>	Stahlbetonstützen mit Rechteck- oder Kreisquerschnitt unter ein- oder zweiachsiger Biegung und Längskräften  Bemessung und Ermittlung der Momente Theorie 2. Ordnung nach Ersatzstab- od. Modellstützenverfahren
<b>Copyright</b>	Riedel SfB GmbH Bogenstraße 40, 90559 Burgthann Tel.: 09183/ 3018, Fax: 09183/ 3473 <a href="http://www.riedel-statik.de">http://www.riedel-statik.de</a>
<b>Programmautor</b>	Dipl.-Ing.(FH) Klaus Riedel Tel.: 09183/ 3018, <a href="mailto:klaus@riedel-statik.de">klaus@riedel-statik.de</a> Dipl.-Ing. Henrik Bollmann Tel.: 03643/ 414543, <a href="mailto:henrik.bollmann@riedel-statik.de">henrik.bollmann@riedel-statik.de</a>
<b>Programmiersprachen</b>	C
<b>Stand</b>	November 2006

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Aufgabe</b>	<b>3</b>
<b>2 Verfahren</b>	<b>3</b>
2.1 Knicknachweis . . . . .	3
2.2 Sicherheitskonzept und Bemessungsbeiwerte . . . . .	3
2.3 Ermittlung der Ersatzlängen . . . . .	4
2.4 Imperfektionen . . . . .	4
2.5 Kriechen . . . . .	5
2.6 Schnittgrößenermittlung nach Theorie 2. Ordnung . . . . .	5
2.7 Bemessung und Krümmungsberechnung . . . . .	6
2.8 Abspeichern der Auflagerkräfte Theorie 2. Ordnung . . . . .	6
<b>3 Definitionen</b>	<b>6</b>
3.1 Koordinatenachsen . . . . .	6
3.2 Orientierung der Schnittgrößen . . . . .	6
<b>4 Besonderheiten</b>	<b>7</b>
<b>5 Anwendungsgrenzen</b>	<b>7</b>
<b>6 Handhabung des Programmes</b>	<b>8</b>
6.1 Generelle Eingaben . . . . .	8
6.2 Optionale Eingaben . . . . .	9
<b>7 Ausgaben</b>	<b>11</b>
<b>Literatur</b>	<b>12</b>
<b>Zahlenbeispiel</b>	<b>12</b>

## 1 Aufgabe

Bemessung und Knicknachweis von Stahlbetonstützen mit Rechteck- oder Kreisquerschnitt für ein- oder zweiachsiges Knicken. Als Verfahren kann das Ersatzstabverfahren ([2], 4) oder das Modellstützenverfahren ([1], 8.6.5) gewählt werden. Beim Modellstützenverfahren ist allerdings nur einachsige Beanspruchung möglich.

Wahlweise kann die Knicklängenermittlung für verschiebliche und unverschiebliche Stützen dem Programm überlassen werden. Dazu sind entweder Trägheitsmomente und Stablängen der einspannenden Riegel oder Fundamentabmessungen und Steifezahl des Bodens einzugeben.

Kriecheinfluß und Vorverformung werden berücksichtigt.

## 2 Verfahren

### 2.1 Knicknachweis

Der Anwender kann zwischen 2 Verfahren wählen:

#### 2.1.1 Ersatzstabverfahren

Bei diesem Verfahren ist eine zweiachsige Beanspruchung möglich. Das Ersatzstabverfahren ist ein Nachweis nach Theorie 2. Ordnung, wobei folgende vereinfachende Annahmen getroffen werden:

- Längskraft, Biegemomente und Querschnittswerte bleiben über die gesamte Stablänge konstant
- Die Knickfigur entspricht einer quadratischen Parabel

Das Ersatzstabverfahren lässt sich mit Hilfe der ausgegebenen Werte für  $effEI$  und den oben beschriebenen Annahmen mit dem Programm EBR2 kontrollieren. Alle derartigen Vergleichsrechnungen zeigten eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von SBSE.

#### 2.1.2 Modellstützenverfahren

Dieses Verfahren ist in [1], Abschnitt 8.6.5 beschrieben. Es kann nur einachsige Beanspruchung verarbeiten.

Bei zahlreichen Vergleichsrechnungen hat sich gezeigt, dass sich nach dem Modellstützenverfahren oft eine erheblich geringere Bewehrung ergibt als nach dem Ersatzstabverfahren. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Zusatzausmitten für ungewollte Ausmitte ( $e_a$ ) und gegebenenfalls für Kriechen ( $e_\varphi$ ) beim Ersatzstabverfahren in den Nachweis nach Theorie 2.O. einbezogen werden, beim Modellstützenverfahren jedoch nicht. Hier scheint noch Klärungsbedarf vorzuliegen. Für fundierte Hinweise zu dieser Problematik wären wir dankbar.

## 2.2 Sicherheitskonzept und Bemessungsbeiwerte

### 2.2.1 Allgemeines

Die Berechnung der Bemessungswerte für die Stahlbetonbemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) erfolgt ausschließlich für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation (die Eingabe einer außergewöhnlichen Situation sowie einer Situation bei Erdbeben wird erst in einer zukünftigen Programmversion ermöglicht). Das Programm ermittelt die vorherrschende unabhängige veränderliche Einwirkung für die Berechnung der jeweils ungünstigsten Bemessungsschnittgrößen

nach Abschnitt 2.2.2. Bei der Ermittlung der ungünstigsten Bemessungsmomente gemäß Abschnitt 2.2.2 wird zudem immer der Fall  $\gamma_G = 1.00$  bzw.  $\gamma_Q = 0.00$  überprüft.

### 2.2.2 Ermittlung der ungünstigsten Einwirkungskombinationen

Die Ermittlung der ungünstigsten Einwirkungskombinationen kann sehr schnell zu einer äußerst unübersichtlichen Fülle an Kombinationsmöglichkeiten führen. Im Sinne einer praktikablen Lösung verwendet das Programm die folgend beschriebene Methode.

Bei einem Rechteckquerschnitt werden die Spannungen an den Eckpunkten und dem Mittelpunkt berechnet. Dies erfolgt für alle denkbaren Kombinationsmöglichkeiten (siehe Abschnitt 2.2.1). Sollte ein Kreisquerschnitt vorliegen, so werden die Eckpunkte durch ein 8-kantiges umschreibendes Polygon definiert.

Die Kombinations- und Teilsicherheitsbeiwerte, welche die maximalste Spannung aller betrachteten Eckpunkte ergeben, werden vom Programm abgespeichert. Das gleiche gilt für die minimalste Spannung (negative Spannung) aller betrachteten Eckpunkte.

Analog werden die Kombinations- und Teilsicherheitsbeiwerte der maximalsten und minimalsten Spannung für den Mittelpunkt gespeichert, so daß letztendlich je Lastfall 4 verschiedene Kombinationen aus Kombinations- und Teilsicherheitsbeiwerten entstehen.

Für jede der 4 nun zu betrachtenden Kombinationen erfolgt eine vollständige Bemessung. Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt nur für den Fall mit der größten ermittelten Bewehrung. Auflagerkräfte hingegen werden von allen 4 Fällen abgespeichert (siehe Abschnitt 2.8).

### 2.3 Ermittlung der Ersatzlängen

Die Ersatzlängen  $l_0$  werden nach [5], Abschnitt 8.6.2(4) berechnet. Eine genauere Beschreibung dieses Verfahrens ist in [3] gegeben. Die zu berechnende Ersatzlänge ergibt sich dabei infolge der Summe der Riegemomente  $M_R$  durch die einspannenden Bauwerksteile bezüglich eines Einheitsdrehwinkels  $\varphi = 1$ . Die Riegemomente  $M_R$  sind dabei von den Lagerungsbedingungen abhängig:

1. regelmäßiger verschieblicher Rahmen:  $M_R = 6EI_R/l_R$
2. regelmäßiger unverschieblicher Rahmen:  $M_R = 2EI_R/l_R$
3. abliegendes Ende gelenkig gelagert:  $M_R = 3EI_R/l_R$
4. abliegendes Ende eingespannt:  $M_R = 4EI_R/l_R$
5. Fundamenteinspannung nach [4], Gleichung (34):  $M_R = (4E_d \cdot I_F)/\sqrt{A}$   
mit  $A$ ... Fundamentfläche,  $E_d$ ... Steifzahl des Bodens für Kurzzeitbelastung,  $I_F$ ... Flächenmoment 2. Grades des Fundamentes um die betrachtete Drehachse

### 2.4 Imperfektionen

Gemäß [1], 8.6.4(1) ist die Lastausmitte infolge geometrischer Ersatzimperfektionen in ungünstigster Richtung anzusetzen. In [5], Abschnitt 8.6.6 steht: *Treten die die größten Lastausmittten in den beiden Hauptrichtungen in verschiedenen Querschnitten des Druckgliedes auf, liegt eine Querschnittsbemessung für schiefe Biegung mit den größten Lastausmittten der beiden Hauptrichtungen zwar auf der sicheren Seite, eine zutreffendere Bemessung des Druckgliedes bleibt aber sicherlich den Computerprogrammen vorbehalten.*

Im vorliegende Programm wird die Richtung der Vorverformung  $e_a$  folgendermassen einbezogen:

1.  $\lambda_x/\lambda_y = 1$ :  $e_a$  liegt in der Momentenebene
2.  $\lambda_x/\lambda_y \geq 3$ :  $e_a$  liegt Richtung der größten Schlankheit
3.  $\lambda_x/\lambda_y < 3$ :  $e_a$  Interpolation zwischen Fall 1 und Fall 2

Die Ermittlung der Imperfektionen für Einzeldruckglieder erfolgt nach Gleichung (33) aus [1].  $l_0$  wird dabei nach Abschnitt 2.3 berechnet.

Ist das Einzeldruckglied aussteifendes Bauteil in einem Tragwerk nach [1], Bild 11 b), erfolgt ein Vergleich der Schiefstellung des gesamten Tragwerks.

## 2.5 Kriechen

Gemäß [1], 8.6.3(5) gilt: *Kriechauswirkungen dürfen in der Regel vernachlässigt werden, wenn die Stützen an beiden Enden monolithisch mit lastabtragenden Bauteilen verbunden sind oder wenn bei verschieblichen Tragwerken die Schlankheit des Druckgliedes  $\lambda < 50$  und gleichzeitig die bezogene Lastausmitte  $e_0/h > 2$  ist.* Letzterer Fall wird vom Programm geprüft.

Die Ausmitte durch Kriechen wird nach [2] ermittelt. Dafür wird die Kriechzahl nach [1], Bild 18 bzw. Bild 19 zugrunde gelegt.

Den zugrunde liegenden Formeln muß eine der kriecherzeugenden Dauerlast zugeordneten Ausmitte inbegriffen werden. Bei unverschieblichen(!) Stützen kann, sofern vom Anwender gewünscht, die Bestimmung dieser Ausmitte gemäß Modellstützenverfahren nach [1], 8.6.5(6) erfolgen. Dafür müssen im Programm die entsprechenden Momente als Designwerte angegeben werden.

Andernfalls erfolgt eine Berechnung der Kriechausmitte durch das Verhältnis des Momentes zur kriecherzeugenden Dauerlast. Für die kriecherzeugende Dauerlast wird mindestens ein Anteil von 10 Prozent der Gesamtlast oder die ständige Last angesetzt.

## 2.6 Schnittgrößenermittlung nach Theorie 2. Ordnung

Die Ansätze zur Ermittlung der Momente nach Theorie 2. Ordnung wurden [4], Abschnitt 6.3 entnommen. Dabei wird die Bewehrung solange iterativ verändert, bis die sich ergebende erforderliche Bewehrung genügend genau mit der für die Krümmungsberechnung zugrunde gelegten übereinstimmt. Ein eventuelles Stabilitätsversagen wird berücksichtigt.

Nach [1] braucht Theorie 2. Ordnung nicht nachgewiesen werden, wenn

1. bei Bauteilen des üblichen Hochbaus die Auswirkungen nach Theorie 2. Ordnung die Tragfähigkeit um weniger als 10 Prozent verringern (siehe [1], Abschnitt 8.6.1(1) und [1], Abschnitt 7.1(5))
2.  $\lambda_{vorhanden} \leq \lim\lambda = 25$  mit  $\nu_{Ed} \geq 0.41$  ([1], Abschnitt 8.6.3) oder  $\lambda_{vorhanden} \leq \lim\lambda = 16/\sqrt{\nu_{Ed}} \geq 25$  mit  $\nu_{Ed} < 0.41$
3. bei unverschieblichen Systemen [1], Abschnitt 8.6.3(4) und (9) eingehalten sind

Das Programm verzichtet nur bei Punkt 2 auf eine Ermittlung der Momente nach Theorie 2. Ordnung

Wenn auf die Stütze eine Zugkraft einwirkt, wird Theorie 2. Ordnung nicht angesetzt.

## 2.7 Bemessung und Krümmungsberechnung

Die Bemessung mit zugehöriger Krümmungsberechnung erfolgt analog bzw. auf Grundlage des Programmes PLGN. Zusätzlich werden folgende Bewehrungsgrenzen berücksichtigt:

1. Mindestbewehrung nach DIN 1045-1, 13.5.2 (1)  $A_{s_{min}} = 0.15 \cdot |N_{ed}| / f_{yd}$
2. Maximalbewehrung nach DIN 1045-1, 13.5.2(2)  $A_{s_{max}} = 0.09 \cdot A_c$ ;  
zu beachten sind die Übergreifungsstöße, so daß das Programm bereits bei 50 Prozent der Maximalbewehrung einen entsprechenden Vermerk ausgibt (siehe Abschnitt 7)

Auf eine Mindestbewehrung nach DIN 1045-1, 13.5.1 (3) hat der Anwender bei der baulichen Durchbildung selbstständig zu achten.

## 2.8 Abspeichern der Auflagerkräfte Theorie 2. Ordnung

Eine sinnvolle Übergabe der charakteristischen Werte der Momente nach Theorie 2. Ordnung an weitere Positionen ist theoretisch nicht möglich. Daher werden die entsprechenden Momente als Designwerte abgespeichert. Um eine Näherung für die Ermittlung der charakteristischen Werte zu erreichen, werden zusätzlich die Werte  $\gamma_x$  und  $\gamma_y$  abgespeichert. Diese stellen das Verhältnis des Designwertes des Bemessungsmomentes zum charakteristischen Wert des Bemessungsmomentes dar. Beispiel: Das Moment Theorie 2. Ordnung  $M_{ed,x} = 140kNm$  und  $\gamma_x = 1.4$  ergibt einen charakteristischen Wert von  $M_{k,x} \approx 100kNm$ .

Im Regelfall werden sinnvolle Werte  $\gamma_x$  und  $\gamma_y$  errechnet. Dennoch hat der Anwender die Werte auf Plausibilität zu prüfen! Dies gilt besonders für sehr kleine Werte von  $M_{ed,x}$  bzw.  $M_{k,x}$  oder für Vorzeichenunterschiede zwischen charakteristischen und Designwerten. Sollte der charakteristische Wert des Momentes  $M_{k,x}$  gleich 0 sein, so wird in diesem Sinne das Verhältnis des Designwertes der Normalkraft zum charakteristischen Wert der Normalkraft abgespeichert.

Je Lastfall werden maximal die 4 betragsmäßig größten Fälle nach Abschnitt 2.2.2 abgespeichert.

Ebenso erfolgt beim Abspeichern der Auflagerkräfte aus Zweckmäßigkeitsgründen keine Unterscheidung zwischen den ständigen und den Verkehrslasten. Um die Verkehrslasten Theorie 2. Ordnung zu erschließen, muß der Anwender einen ausschließlich mit Verkehrslasten versehenen Lastfall berechnen.

## 3 Definitionen

### 3.1 Koordinatenachsen

Siehe Abbildung 1.

Die x-Achse verläuft horizontal und zeigt nach rechts.

Die y-Achse verläuft horizontal und zeigt nach hinten.

Die z-Achse verläuft vertikal und zeigt nach unten.

### 3.2 Orientierung der Schnittgrößen

#### 3.2.1 Äußere Schnittgrößen (Belastungen)

Eine positive Kraft zeigt in Richtung der entsprechenden Koordinatenachse.

Der Vektor eines positiven angehenden Momentes zeigt in Richtung der entsprechenden Koordinatenachse.

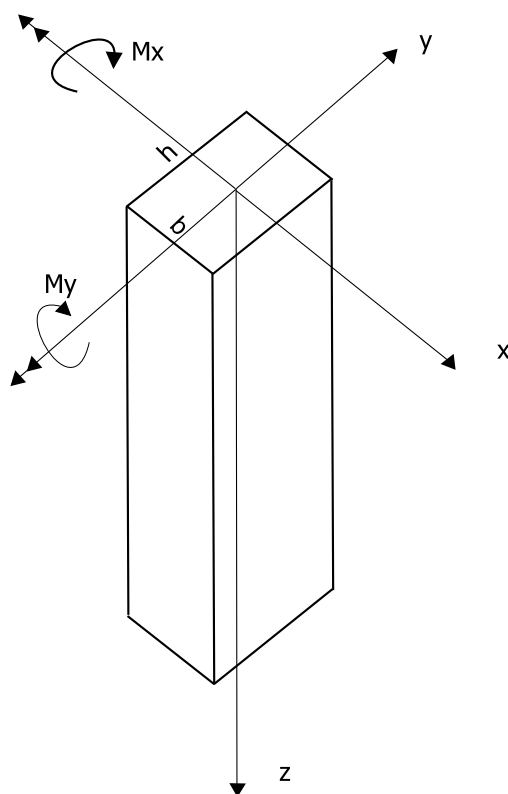


Abbildung 1: Koordinatensystem

### 3.2.2 Innere Schnittgrößen (Längskräfte, Biegemomente)

Eine positive Längskraft ist eine Zugkraft.

Ein positives  $M_x$  wirkt um die x-Achse und erzeugt im Querschnitt unten Zugspannungen.

Ein positives  $M_y$  wirkt um die y-Achse und erzeugt im Querschnitt rechts Zugspannungen.

## 5 Anwendungsgrenzen

Die im Programm verwendete Theorie gilt nur für auf Drucklängskräfte beanspruchte Stäbe.

## 6 Handhabung des Programmes

Sofern keine genaueren Angaben erfolgen, werden folgende Einheiten zugrunde gelegt:

<u>Größe</u>	<u>Einheit</u>
Längen	$m$
Kräfte	$kN$

### 6.1 Generelle Eingaben

Diese Eingaben werden immer verlangt, im Gegensatz zu den optionalen Eingaben (6.2)

#### 6.1.1 Verfahren

Über einen Kennbuchstaben kann das Verfahren für den Knicknachweis festgelegt werden (Sh. 2.1):

- E für das Ersatzstabverfahren
- M für das Modellstützenverfahren

Nach Anwahl von M entfallen alle Eingabewerte, die sich auf die y-Achse beziehen.

#### 6.1.2 Material

Betongüte C; (zulässig 12 bis 100)

Dabei sollten die Mindestbetonfestigkeitsklassen nach DIN 1045-1, 6.2, Tab.3 beachtet werden. Als Stahlgüte wird immer BSt 500 S (A) angenommen.

#### 6.1.3 Text

1. 20 Zeichen beliebiger Text
2. **sx**: Stablänge für Knicken um die x-Achse
3. **sy**: Stablänge für Knicken um die y-Achse  
Sofern keine Eingaben für **EINSPANNUNG** (sh. 6.2.2) folgen, werden sx und sy als Knicklänge verstanden.
4. **verschieblich?**: bezieht sich auf das Tragwerk und muss mit J (für ja) oder N (für nein) beantwortet werden

#### 6.1.4 Abmessungen

Festlegung der Querschnittsart, Querschnittsabmessungen sowie der Anordnung der Bewehrung

1. **b**: Querschnittsbreite
2. **h**: Querschnittshöhe; Eingabe von 0 bedeutet Kreisquerschnitt
3. **d1**: Randabstand der Bewehrung
4. **n-As**: Anzahl Bewehrungsstränge je Seite (Eckstäbe zählen je Seite zur Hälfte, die Gesamtzahl der Bewehrungsstränge beträgt also **n-As** mal 4);  
Eingabe von '0' bedeutet gleichmäßig (pro m) verteilte Umfangsbewehrung  
bei Kreisquerschnitten entfällt diese Eingabe- dort wird immer Umfangsbewehrung angenommen



## 6.2 Optionale Eingaben

Da nicht immer alle Eingabezeilen benötigt werden, können diese einzeln angewählt werden. Das kann entweder durch Eingabe der beiden Anfangsbuchstaben oder, nach Drücken der (F1)-Taste, über ein Menü erfolgen.

### 6.2.1 Imperfektionen

Standard: Imperfektionen werden berücksichtigt, Gesamttragwerk nicht

1. Bestimmung, ob Imperfektionen berücksichtigt werden: IMPERFEKTIONEN: ea =
  - (a) 0: Imperfektionen werden nicht berücksichtigt
  - (b) 1: Imperfektionen werden berücksichtigt
    - Eingabe der Höhe  $h_{ges}$  des Gesamttragwerkes  
bei einer Eingabe von '\*' erfolgt keine Berücksichtigung des Gesamttragwerkes bei der Berechnung der Imperfektionen
    - Eingabe der **Designwerte** (d.h. die Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte sind inbegriffen) der Lasten auf die lotrechten, lastabtragenden Stützen im gleichen Geschoss;  
Eingabe von '\*' bedeutet keine weitere solche Last

### 6.2.2 Einspannung

Mit dieser Eingabesequenz können anhand der einspannenden Bauteile die Knicklängen berechnet werden (siehe Abschnitt 6.1.3)

Standard: Falls keine Eingaben für die Einspannverhältnisse erfolgen, wird die Ersatzlänge gleich der eingegebenen Stablänge nach Abschnitt 6.1.3 gesetzt. Falls nur für ein Stützende Einspannungen eingegeben wurden, wird das andere Stützende gelenkig angenommen.

**Achtung!!** Nach dem Abarbeiten der Schnittgrößeneingaben wird aus Zweckmäßigkeitsgründen die Einspannung auf den Standardfall zurückgesetzt (Ersatzlänge = Stablänge)

1. Ortseingabe:
  - (a) O: für oben
  - (b) U: für unten
  - (c) F: für Fundamenteinspannung
2. wenn O oder U eingegeben wurde:
  - (a) X oder Y für die Achse, um die die Einspannung wirkt
  - (b) Eingabe der Randbedingungen des linken Riegels durch den Wert n1;  
n1 stellt den Faktor zur Ermittlung der Rieгельmomente nach Abschnitt 2.3 dar;

Standard: n1 = '0'

- n1 = '0' für gelenkige Lagerung
- n1 = '2' für einen regelmäßigen, unverschieblichen Rahmen <sup>1</sup>
- n1 = '3' für ein gelenkig gelagertes abliegendes Rieгельende

---

<sup>1</sup>es wird nur eine Richtung (links oder rechts bzw. n1 oder nr) betrachtet

- **n1** = '4' für ein eingespanntes abliegendes Riegelende
  - **n1** = '6' für einen regelmäßigen, verschieblichen Rahmen <sup>2</sup>
  - **n1** = '\*' für eine starre Einspannung, wobei die Beiwerte  $k_i$  nach [5] minimal 0.1 sind
- (c) **IR-l**: Trägheitsmoment des linken Riegels
- (d) **LR-l**: Stützweite des linken Riegels
- (e) **nr**: Eingabe der Randbedingungen des rechten Riegels sinngemäß **n1**
- (f) **IR-r**: Trägheitsmoment des rechten Riegels
- (g) **LR-r**: Stützweite des rechten Riegels
3. wenn **F** eingegeben wurde:
- (a) **Ed**: Steifeziffer des Bodens für Kurzzeitbelastungen
- (b) **bf**: Fundamentbreite
- (c) **df**: Fundamentlänge

### 6.2.3 Kriechen

1.  $\varphi_t$ : Kriechzahl [1], Bild 18 bzw. Bild 19  
Standard:  $\varphi_t = 2.50$
2. **Dauerlastanteil** Angabe des Anteils der kriecherzeugenden Dauerlast  $N_\varphi$  an der Gebrauchslast. Ist die kriecherzeugende Dauerlast  $N_\varphi$  kleiner als die ständige Last, so wird die ständige Last verwendet.  
Standard: **Dauerlastanteil** = 70 Prozent
3. Bei unverschieblichen Stützen wird folgende Eingabe für die Berechnung der kriecherzeugenden Ausmitte  $e_{0,kriech}$  (siehe Abschnitt 2.5) verlangt:  
Standard = Fall 3a
  - (a) **e**:  
für  $e_{0,kriech} = \text{eingebenesMoment}/N$  oder die Option
  - (b) **M**:  
für die Berechnung von  $e_{0,kriech}$  nach [1], 8.6.5(6);  
im Folgenden erfolgt die Angabe der Momente für die Stützenenden. **Die eingegebenen Momente stellen Designwerte dar** (d.h. die Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte sind inbegriffen) und dienen ausschließlich zur Berechnung der Ausmitte durch Kriechen. Unterschiedliche Vorzeichen zwischen den Momenten am oberen und am unteren Stützenende sind bei der Eingabe zu beachten.
    - **Mxd,o**: Designwert des Momentes  $M_x$  am oberen Stützenende; eine Eingabe von '\*' bewirkt die Berechnung von  $e_{0,kriech}$  in x-Richtung nach 3a
    - **Mxd,u**: Designwert des Momentes  $M_x$  am unteren Stützenende
    - **Myd,o**: sinngemäß wie in x-Richtung
    - **Myd,u**: s.o.

---

<sup>2</sup>es wird nur eine Richtung (linke oder rechte Riegelenseite) bzw. **n1** oder **nr**) betrachtet

### 6.2.4 Schnittgrößen

Eingetragen sind die charakteristischen Einwirkungen. Dabei sind je Lastfall beliebig viele veränderliche und beliebig viele ständige Einwirkungen möglich. Das Programm multipliziert die Schnittgrößen mit den zugehörigen Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerten und sucht sich die ungünstigsten Lastfallkombinationen aus.

1. Bezeichnung der Lastfallkombination (maximal 16 Zeichen). Mit der Eingabe eines '\*' wird die Schnittgrößeneingabe abgeschlossen und das Programm SBSE beauftragt, den Knicknachweis zu führen. (In diesem Fall weiter bei Abschnitt 6.2)
2. Unterscheidung, ob ständige oder veränderliche Einwirkung eingegeben wird:
  - (a) 'S': für ständige Einwirkung
  - (b) 'V': für veränderliche Einwirkung
  - (c) '\*': für Abschluß, weiter bei 1 (nächste Lastfallkombination)
3.  $\gamma$  :  
Teilsicherheitsbeiwert für die entsprechenden Einwirkung;  
ist der eingegebene Wert  $> 1.00$  und liegt eine ständige Einwirkung vor, erfolgt bei der Bemessung zusätzlich eine programminterne Betrachtung für den Teilsicherheitsbeiwert 1.00;  
bei veränderlichen Einwirkungen erfolgt bei der Bemessung zusätzlich eine programminterne Betrachtung für den Teilsicherheitsbeiwert 0.00
4.  $\psi_0$ :  
Kombinationsbeiwert der DIN 1055-100 für veränderliche Einwirkungen
5. Vz:  
charakteristischer Wert der Vertikalkraft (positiver Wert heißt: von oben nach unten wirkend - siehe Abschnitt 3)
6. Mx bzw. My:  
charakteristischer Wert des Momentes um die x- bzw. y-Achse

### 6.2.5 Ende der Eingaben

Beenden der Eingaben durch '\*'

## 7 Ausgaben

Die Ausgaben werden für jeden Bemessungsschnitt 3zeilig in Tabellenform ausgegeben. Folgende Besonderheiten sind dabei zu beachten:

- die ausgegebenen Schnittgrößen  $M_x - I$ ,  $M_y - I$  stellen die Bemessungsschnittgrößen, welche sich aus den Einwirkungskombinationen ermitteln, dar;  
 $M_x - II$ ,  $M_y - II$  stellen die Bemessungsschnittgrößen inklusive Theorie 2.Ordnung dar
- sollte eine Bemessung Theorie 2. Ordnung nach Abschnitt 2.6, Punkt 2 nicht notwendig sein, werden  $M_x - II$  und  $M_y - II$  als 0 ausgegeben
- der Wert der Schlankheitszahl  $\lambda$  wird mit U für unverschieblich und V für verschieblich gekennzeichnet.
- Bewehrungsgehalt  $tot - \mu$  in Prozent

- die erforderliche Bewehrung wird mit einem \* gekennzeichnet, wenn die Mindestbewehrung maßgebend wurde
- die erforderliche Bewehrung wird mit einem !! gekennzeichnet, wenn sie 9% der Betonquerschnittsfläche überschreitet;  
werden 50% der Höchstbewehrung bzw. 4.5% der Betonquerschnittsfläche überschritten, so wird der Bewehrung nur ein ! nachgestellt (siehe Abschnitt 2.7)
- für die Imperfektionen wird der Wert  $\alpha_{a1}$  für die Schiefstellung der Sollachse nach [1], 8.6.4 ausgegeben;  
sollte eine Schiefstellung am Gesamttragwerk maßgebend werden, so wird der Wert  $\alpha_{a1}$  nach [1], 7.2(4) ausgegeben und diesem ein \* nachgestellt
- liegt ein verschiebliches System mit einer Ausmitte  $e_0/h > 2$  nach beiden Richtungen vor, so werden der Kriechzahl  $\varphi$  und dem Dauerlastanteil ein \* nachgestellt

### Fehlermeldungen

- 'Stabilitätsversagen tritt auf !!'  
Stabilitätsversagen, obwohl bereits die Maximalbewehrung von 9 Prozent angesetzt wurde
- 'Iteration der Bemessung erfolglos abgebrochen'  
Es war nicht möglich bei der Bemessung oder Krümmungsberechnung eine Nulllinienlage zu finden, für die innere und äußere Schnittgrößen übereinstimmen

### Literatur

- [1] DIN 1045-1: Stahlbetonbemessung
- [2] Deutscher Ausschuß für Stahlbeton: Heft 220.
- [3] O. Ehrksen, U. Quast: Knicklängen, Ersatzlängen und Modellstützen. Beton- und Stahlbetonbau 98, 2003, Heft 5. Berlin: Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, 2003
- [4] Kordina / Quast: Bemessung von schlanken Bauteilen – Knicksicherheitsnachweis. Betonkalender 1989/I
- [5] Deutscher Ausschuß für Stahlbeton: Heft 525. Erläuterungen zu DIN 1045-1. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2003

### Zahlenbeispiel

siehe Abbildung 2

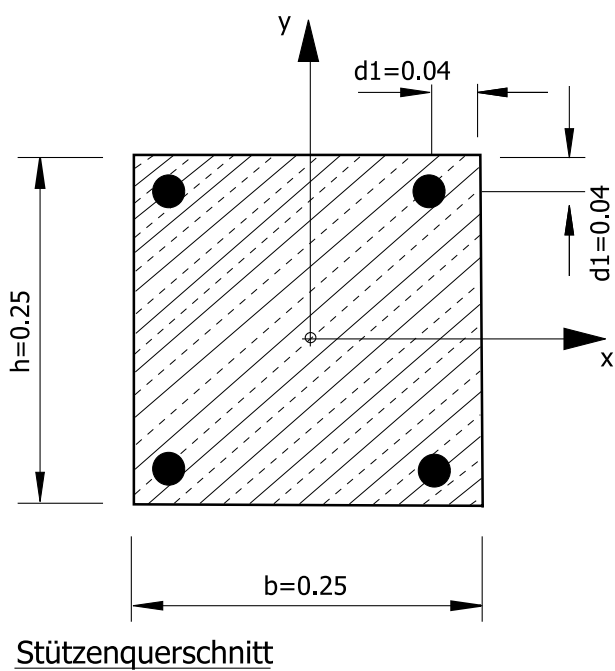
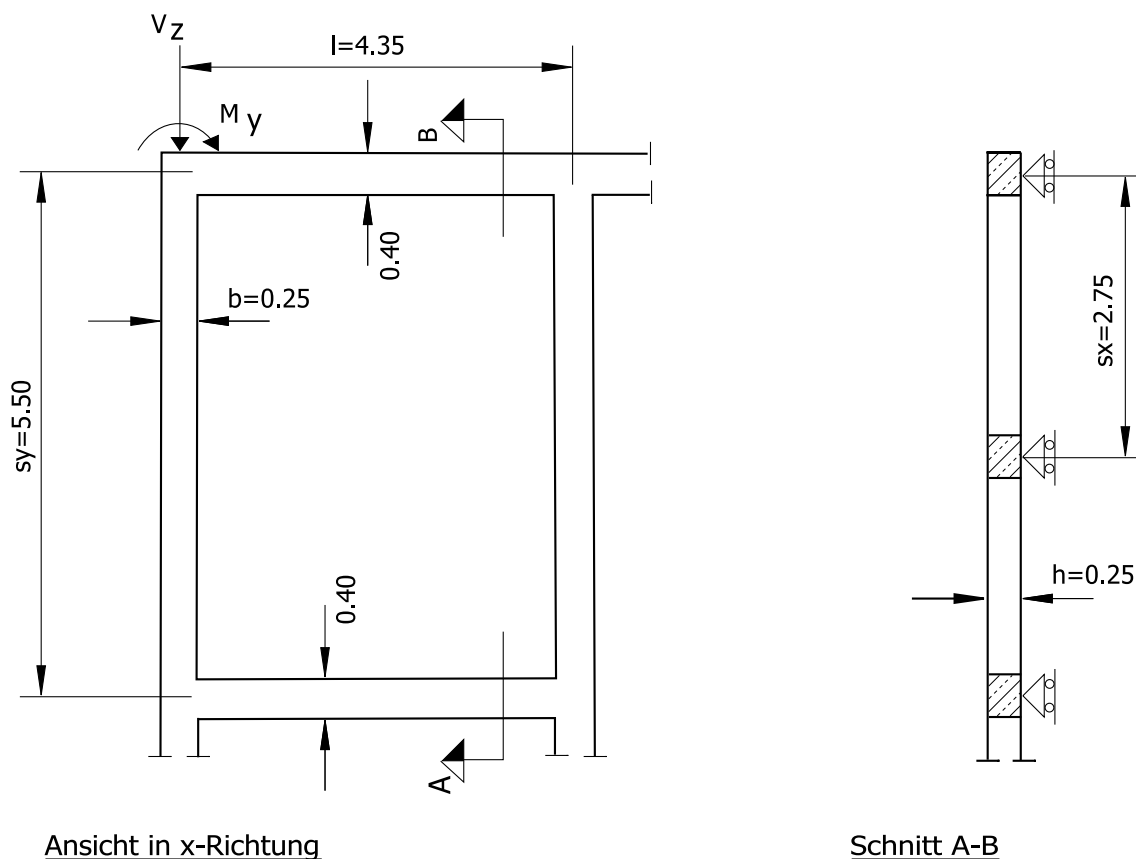


Abbildung 2: Zahlenbeispiel

Demo-Version. Bitte beachten Sie das Urheberrecht! www.riedel-statik.de

Pos AnwDok Zahlenbeispiel Anwenderdokumentation

EINGABEN:

Lastaufstellung B  
 \*

Verfahren: Ersatzstabverfahren

MATERIAL : Beton C 25/ 30; BSt 500 S (A)

TEXT: sx = 2.75 m; sy = 5.50 m; verschiebl.? N

ABMESSUNGEN [m]:  
 b h d1 n-AS  
 0.250 0.250 0.040 (Re) 1

EINSPANNG.: Oben Y-Richtung

n1	IR-l	LR-l	nr	IR-r	LR-r	IS	LS
0			2	3.330e-03	4.35	0.000e+00	

EINSPANNG.: Unten Y-Richtung

n1	IR-l	LR-l	nr	IR-r	LR-r	IS	LS
0			2	3.330e-03	4.35	0.000e+00	

SCHNITTGRÖSSEN:

Lastfallkombinat.	Einwirkung	$\gamma$	$\psi_0$	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
Gebrauchslast	Ständig	1.35		70.00	0.00	10.00
	Veränderl.	1.50	0.70	43.29	0.00	22.18

\*

\*

AUSGABEN:

MATERIAL : C 25/30 BSt 500/500

Rechteckquerschnitt: b/h = 0.250/0.250 m, d1 = 0.040 m

BRUTTOQUERSCHNITTSWERTE

xs	ys	A	Ix	Iy	Ixy
0.000	0.000	6.2500e-002	3.2552e-004	3.2552e-004	0.0000e+000
effEIx	Lastf	Nz	Mx-I	My-I	tot-As
$\varphi_t$ Dauerl	effEIy	$\alpha_{a1}$	$\delta$ -Mx	$\delta$ -My	tot- $\mu$
10_x	10_y	$\lambda$	Mx-II	My-II	tot-As
Gebra					gew.
1.2227e+003	1.2840e+003	-159.44	0.00	46.77	8.37
2.500*	70%*	0.0043*	0.81	9.85	1.77%
		45.0U	0.81	56.62	11.09