

K.0003 Heißbemessung von Stützen

ein- und dreiseitiger Brandangriff

Unser Programm K.0003 wurde in der Heißbemessung um die Möglichkeit, ein- bzw. dreiseitigen Brandangriff zu berechnen, erweitert.

Hierzu waren umfangreiche Zusatzentwicklungen notwendig. Das vereinfachte Verfahren (Zonenmethode) ist im EC2 im Grunde nicht exakt beschrieben. Es wird lediglich lapidar vermerkt, dass nach Ermittlung der reduzierten Materialeigenschaften aus den thermischen Beanspruchungen die weitere Berechnung der der Kaltbemessung folgt.

Entgegen mancher Veröffentlichungen (z.B. Hosser: Leitfaden Brandschutz) werden nach unseren Erkenntnissen nur dann gute Ergebnisse erzielt, wenn bei verschieblichen Systemen auch die indirekten thermischen Einwirkungen wie Dehnungen, Krümmungen etc. berücksichtigt werden. Insbesondere entstehen bei antisymmetrischem Brandangriff (z.B. dreiseitig) aus den Temperaturdifferenzen enorme Krümmungen, die als zusätzliche Aussermitte angesetzt werden müssen.

Hierbei ist zu bedenken, dass sich die Stütze immer vom Brandherd weg verformt. Die Verschiebung des Stützenzentrums durch den einseitig auf der Brandseite reduzierten Querschnitt wirkt dem zwar entgegen ist aber größenordnungsmäßig immer wesentlich geringer.

reduzierter Betonquerschnitt

$$\begin{aligned}
 k_{cm} &= 0.88 & az &= 38.9 \text{ mm} \\
 h_x, f_i &= 56.1 \text{ cm} & h_y, f_i &= 42.2 \text{ cm} \\
 f_{c,M}(\theta) &= 35.0 \text{ N/mm}^2 \\
 E_{cd,m}(\theta) &= 25678 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

resultierende Eckbewehrung

Nr	u mm	θ_m °C	$k_s(\theta)$	$f_{sy}(\theta)$ N/mm ²	$E_s(\theta)$ N/mm ²	$\epsilon_s(\theta)$ %
1	99.0	337	0.84	421.0	168630	0.426
2	99.0	337	0.84	421.0	168630	0.426
3	70.0	205	0.93	465.1	192254	0.238
4	70.0	205	0.93	465.1	192254	0.238

reduzierter Querschnitt dreiseitiger Brandangriff von links

Je nach konstruktiver Ausbildung einer Randstütze kann dadurch eine völlig andere Kombination als bei der Kaltbemessung maßgebend werden.

Es muss deshalb auch eine Lastsituation eingegeben werden, deren Einwirkungen in Richtung der Krümmung wirken, auch wenn sie für die

Kaltbemessung offensichtlich nicht maßgebend ist.

Bewehrungslage

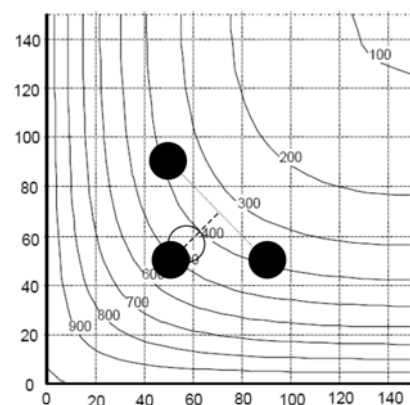
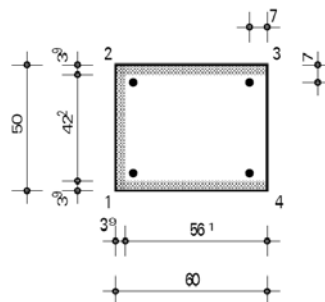


Bild A.13 — Temperaturprofile (°C) für eine Stütze, $h \times b = 300 \times 300 - R 90$

Temperaturmittelpunkt bei 3 Ecken

Die Bewehrung wird z.Zt. immer eckorientiert resultierend betrachtet. Hierbei ist zu beachten, dass bei der Heißbemessung die Ermittlung der richtigen mittleren Stahltemperatur von entscheidender Bedeutung ist. Diese Temperatur wird vom Programm ermittelt, indem von der Querschnittsecke diagonal mit der resultierenden Länge aus $d1x$ und $d1y$ in den Querschnitt gerechnet wird. Diese Randabstände sind entsprechend zu wählen. Bei mehreren Eisen in der Ecke liegt dieser Punkt immer weiter aussen als der mechanische Schwerpunkt der Eise. Als Anhalt können hier die Temperaturprofile aus EC2 Anhang A dienen.

In dem Beispiel hat das Eckenisen eine Temperatur von ca. 510° und die beiden Seiteneisen eine Temperatur von ca 390°. Die mittlere Temperatur beträgt dann 430°. Bei biegeorientierter Bewehrungslage kann das $d1$ in der Biegerichtung mit dem tatsächlichen Wert und das zweite $d1$ entsprechend eingerückt werden ($d1x$ und $d1y$ können unterschiedlich sein). Temperaturprofile sind an einer beidseitig



beflammten Ecke tendenziell gleich und damit als Anhalt immer benutzbar.

Wenn eine Stütze mit der vorhandenen Bewehrung eingestuft werden soll (Prüfung), kann natürlich jetzt schon über den Mindestbewehrungsgrad die Bewehrung festgelegt und durch Eingabe der Feuerwiderstandsklasse 0 die Einstufung vorgenommen werden. Das Programm erhöht jedoch diese Bewehrung, falls dies bei der Kaltbemessung erforderlich ist.

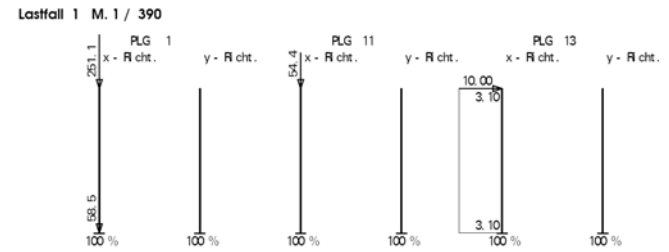
Wir planen das Programm dahingehend zu erweitern, dass Bewehrungsbilder über Parametervorgaben vom Programm automatisch konstruiert und die Temperaturen der einzelnen Eisen ermittelt werden.

Ausdruckgrafik

Die Grafik der Ansicht und der Systeme wurde verbessert.

Der reduzierte Querschnitt wird jetzt auch grafisch dargestellt und die Temperaturen und Materialwerte der einzelnen resultierenden Eckbewehrung tabellarisch dargestellt (siehe Seite 1).

Zusätzlich wurde eine Grafik der Einwirkungen ergänzt, die für jeden Lastfall die Gesamtlastbilder je Projektlastgruppe zeigt:



Lastbilder eines Lastfalles nach Projektlastgruppen

Ausblick

Im nächsten Schritt werden wir den Brandangriff über Eck und runde Stützen ergänzen. Hierfür sind jedoch noch umfangreiche theoretische und Validierungsarbeiten erforderlich. In diesem Bereich gibt es jedoch kaum veröffentlichte Referenzstützen. Für diese weiteren Arbeiten konnten wir die Zusammenarbeit mit dem Brandschutzingenieur Dr.-Ing. J. Upmeyer vereinbaren. Er ist Mitautor des Level 3-Programms BoFire. Mit diesem Programm wurden u.a. die Bemessungstabellen für Verbundstützen in der Norm entwickelt und die erw. Tab. 31 aus DIN 4102-22 gegengeprüft. Es ist vom DIBt anerkannt.

Mit diesen Erweiterungen entsteht ein umfassendes Werkzeug zur Heißbemessung der meisten in der Praxis vorkommenden Fälle.

K.0001 Stahlbetonstützen

Heißbemessung DIN 4102-2 Tab. 31

Im Programm K.0001 ist die tabellarische Heißbemessung nach DIN 1402-22 erw. Tab. 31 enthalten. Hier wird der Ausnutzungsgrad unter Berücksichtigung evtl. Momentenanteile iterativ exakt ermittelt, so dass äusserst wirtschaftliche Ergebnisse erzielt werden. Diese Bemessung gilt jedoch nur für beidseitig rotationsgehaltene Geschossstützen bis 6.00 m (eckig) bzw. 5.00 m (rund) Länge. Da für Tabelle 31 der Pendelstab (Gelenke oben und unten) vorausgesetzt wird, setzt das Programm immer bei angewählter Heißbemessung den Knicklängenbeiwert β auf 1.0, d.h. die Einspannreserven aus angrenzenden

Bauteilen können nicht genutzt werden. Bei einer Berechnung mit dem Programm K.0003 können und sollten hingegen diese Einspannreserven voll ausgenutzt werden. Da der heiße Querschnitt wesentlich weicher wird, geht die Wissenschaft davon aus, dass der heiße Stab in diesem Fall sogar voll eingespannt ist.

Ausdruckgrafik

Die im Programm K.0003 beschriebene Grafik wurde auch ins Programm K.0001 übernommen.

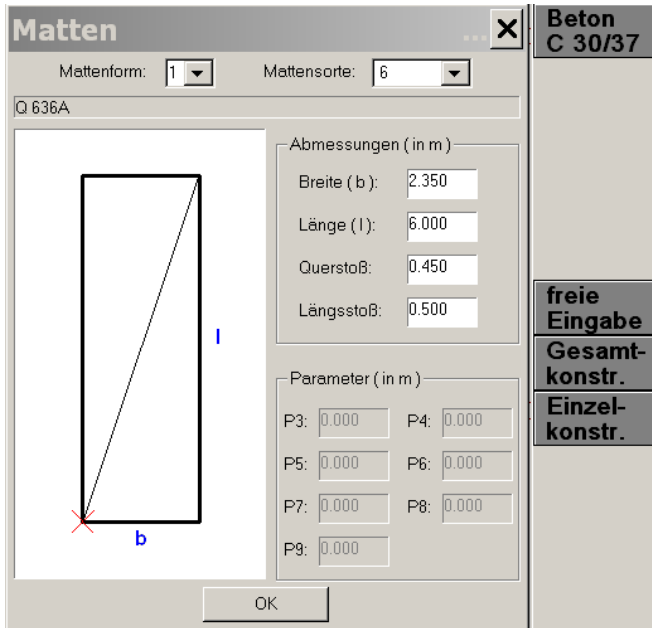
A.4002 CAD

neue Baustahlgewebematten

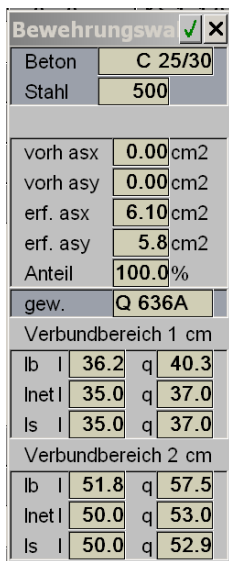
In unser CAD-Programm wurden die neuen ab 1.01.2008 geltenden Mattentypen ergänzt.

Es können wahlweise die alten oder neuen Mattentypen verarbeitet werden. Über die Betonsorte werden automatisch die Quer- und Längs-

stoßlängen nach der Maschenregel voreingestellt.



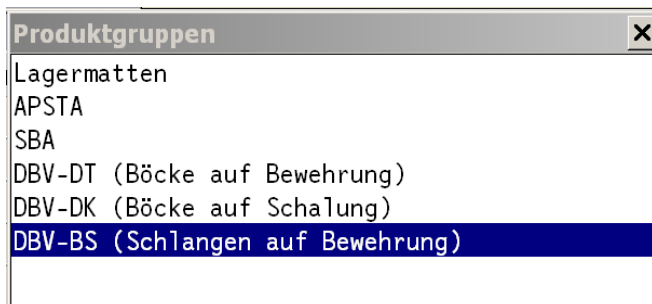
Eine Änderung der Betonsorte führt automatisch bei der gerade aktiven Matte zu neuen Parametern.



Auch bei der interaktiven Bewehrungswahl werden automatisch die neuen Mattentypen ausgewählt.

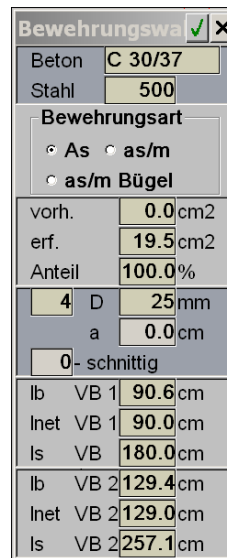
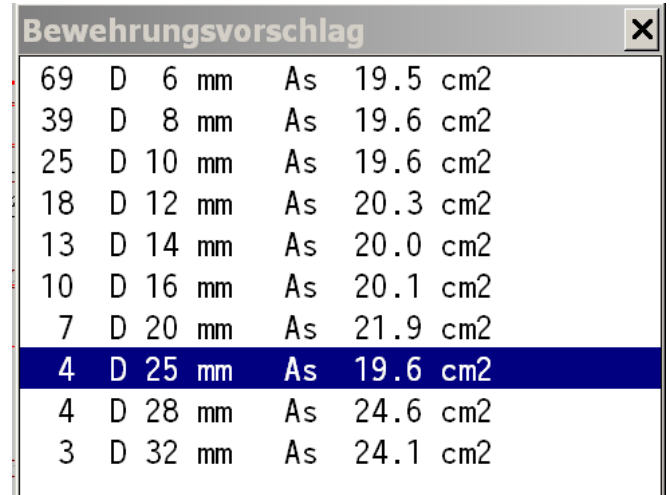
Auch hier kann die Betonsorte beliebig geändert werden. Über die Querschnitte der Längs- und Querstäbe werden die rechnerischen Verankerungs- und Übergreifungslängen angegeben.

In der Stahlliste wurden zusätzlich die Unterstützungskörbe nach DBV komplett mit ihren Gewichten erfasst und können nun direkt angewählt werden.



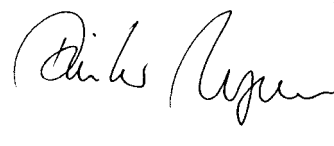
Das Schneideskizzenprogramm wurde auf die neuen Mattenabmessungen umgestellt und ergänzt sein Ergebnis automatisch in der Planstahlliste.

Bei der Bewehrungswahl Rundstahl werden alle Alternativen angeboten.



Nach Anwahl der Bewehrung werden dann alle weiteren Parameter ermittelt und angezeigt.

Neureichenau, im Januar 2008



Dipl.-Ing. Dieter Vogelsang