

In dieser Ausgabe möchten wir Ihnen weitere Optionen und Detailverbesserungen unseres Programms K.0003 Heißbemessung von Stahlbetonstützen vorstellen. Außerdem haben wir unsere Dialogoberfläche und den IngText überarbeitet.

K.0003 Heißbemessung von Stützen Teil 4

runde Stützen

Seit ca. 3 Monaten unterstützt das Programm auch runde Stützen unter allseitigem Brandanriff. Hierbei werden naturgemäß keine Bewehrungsbilder erzeugt. Das Programm geht davon aus, dass mindestens 6 Eisen als Längsbewehrung vorgesehen werden.

Die Ermittlung der Querschnittsreduzierung a_z wurde für den Kreisquerschnitt aufgrund der anderen Geometrie angepasst. Die übrigen Parameter werden wie beim Rechteckquerschnitt angesetzt. Validiert wurde mit veröffentlichten Stützen der TU BS sowie mit internen Teststützen, die mit BoFire gegengerechnet wurden. Zusätzlich wurden Grenzstützen nach der erweiterten Tabelle 31 DIN 4102 untersucht.

Es werden die gleichen Genauigkeiten wie bei der Rechteckstütze erreicht.

Optimierte Bewehrungsbilder

Die Bewehrungsbildkonstruktion wurde weiter verfeinert und verbesserte Kontrollen für die Konstruierbarkeit eingebaut.

Zusatzoptionen

Aufgrund vieler Diskussionen mit den unterschiedlichsten Fachleuten haben wir den Programmkern erweitert und die Möglichkeit variabler Materialkennwerte eröffnet. Diese können in einem kleinen Zusatzdialog erfasst werden.



Bei alten bereits erfassten Stützen werden diese Parameter automatisch ergänzt, so dass Abwärtskompatibilität gewährleistet ist.

Betonfestigkeit

Die Betonfestigkeit kann nun über das Zuschlagsmaterial beeinflusst werden. Es wird die

entsprechende Kurve nach EN 1992-1-2 Bild 4.1 ausgewählt. Standardmäßig wird quarzhaltiger Zuschlag angeboten, der auch bisher der Berechnung zugrundelag.

Stahlklasse

Obwohl die Stahlklasse X in Deutschland wahrscheinlich nicht zugelassen werden wird, wurde sie der Vollständigkeit wegen ergänzt. Angeboten wird die Klasse N

Stahlherstellung

Es kann nun zwischen warmgewaltem und kaltverformtem Stahl unterschieden werden. Es werden die entsprechenden Materialwerte nach EN 1992-1-2 Tabelle 3.2 zugrundegelegt. Angeboten wird warmgewalzter Stahl. Bei evtl. Konstruktionsentscheidungen ist zu beachten, dass kaltverformter Stahl einerseits einen niedrigeren Elastizitätsmodul andererseits eine höhere Proportionalitätsgrenze aufweist.

Vergleich ENV 1992-1-2 mit EN 1992-1-2

Immer wieder erleben wir Diskussionen, ob die Heißbemessung von Stahlbetonstützen nach ENV durchgeführt werden muss oder nach EN durchgeführt werden kann. Wir haben uns deshalb die Mühe gemacht, alle für die Berechnung maßgebenden Werte beider Normen in Tabellen über den gesamten Temperaturbereich zu vergleichen. Hier besteht bis auf 2 Ausnahmen völlige Übereinstimmung der Werte. Dies ist auch nicht verwunderlich, da es nach Aussage vieler Experten keine neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse gibt.

Ein kleiner Unterschied besteht beim Beton in dem Wert ϵ_{c1} zwischen ENV Tab. A.2 und EN Tab. 3.1. In der ENV ist ein Wertebereich und ein empfohlener Wert angegeben. Die Werte der EN stellen die oberen Werte der ENV dar und liegen damit in deren Bereich.

Der zweite Unterschied liegt in der Bestimmung der verminderten Stahl-Streckgrenze für Druckbewehrung bzw. Zugbewehrung mit Dehnungen $< 2\%$. Diese wird nach ENV 3.3 (4) ohne Unterschied der Klasse und der Herstellung ermittelt. Nach EN 4.2.4.3 wird zwar zwischen den Klas-

sen N und X aber auch nicht zwischen den Herstellarten unterschieden. Die Formeln lauten hier anders.

Während diese Werte nach ENV für vereinfachte und allgemeine Verfahren gelten, können nach EN 3.2.3 (4) bei allgemeinen Verfahren die höheren Werte nach Tab. 3.2a bzw. 3.2b auch für Druckbewehrung angesetzt werden.

Ein Vergleich zwischen ENV und EN Klasse N

zeigt, dass die Werte bis zu einer Stahltemperatur von 400° identisch sind. Darüber hinaus wachsen die Werte nach EN erheblich an.

Diese Erhöhung beträgt :

bei 450° Stahltemperatur	ca. 10%
bei 500° Stahltemperatur	ca. 24%
bei 550° Stahltemperatur	ca. 33%

Vergleich $k_s(\theta)$ Betonstahl $\epsilon \leq 2\%$ (Klasse N) kaltverformt

θ	ENV 3.3 (4)		EN 4.2.4.3 vereinf. Verfahren		3.2.3 (4) allgem. Verf.	
	Ansatz	Wert	Ansatz	Wert	Tabelle	Wert
300°	$(1100-300)/1000$	0.800	$0.7-0.3(300-400)/300$	0.800	3.2a	1.000
350°	$(1100-350)/1000$	0.750	$0.7-0.3(350-400)/300$	0.750	3.2a	0.970
400°	$(1100-400)/1000$	0.700	$0.7-0.3(400-400)/300$	0.700	3.2a	0.940
450°	$(8300-12 \times 450)/5000$	0.580	$0.57-0.13(450-500)/100$	0.635	3.2a	0.805
500°	$(8300-12 \times 500)/5000$	0.460	$0.57-0.13(500-500)/100$	0.570	3.2a	0.670
550°	$(8300-12 \times 550)/5000$	0.340	$0.1-0.47(550-700)/200$	0.4525	3.2a	0.535

Bei hohen Stahltemperaturen wird nach EN folglich mit höheren Stahlstreckgrenzen gerechnet. Wir haben inzwischen von Dr. Richter TU BS eine Erklärung für diesen Unterschied erhalten. Bei der Überarbeitung der ENV zur EN wurde festgestellt, dass diese Werte bei Stahltemperaturen über 400° wesentlich zu konservativ angesetzt und deshalb angehoben wurden. Sie können bei vereinfachten Rechenverfahren als repräsentative Werte sowohl für kaltverformten als auch für warmgewalzten Betonstahl angenommen werden.

Mehrere Vergleichsberechnungen in unserem Hause zeigen einen Ergebnisunterschied in der erforderlichen Bewehrung von ca. 5% bis 10%.

Wir haben uns deshalb entschlossen, beide Varianten in unserem Programm möglich zu machen. Bei Anwahl der Stahlstreckgrenze nach ENV entspricht das Ergebnis einer Berechnung nach ENV, da alle anderen Werte identisch sind.

bauaufsichtlicher Aspekt

Beim zur Zeit laufenden VPI-Seminar wurde auch dieses Thema behandelt.

Danach ist noch in 2008 mit dem Erscheinen des Weißdrucks der EN 1992-1-2 einschl. Nationalem Anhang zu rechnen. Spätestens nach dessen Erscheinen kann nach Vortrag von Herrn Wathling davon ausgegangen werden, dass die EN mit NA als „Stand der Technik“ gelten kann und eine Anwendung im bauaufsichtli-

chen Sinne möglich ist. Da heutige Brandschutzgutachten sich teilweise auf die EN beziehen und anerkannt sind, stellt sich für uns die Frage, warum die EN nicht längst als „Stand der Technik“ angesehen werden kann, zumal auch der Nationale Anhang in den Gremien verabschiedet ist.

Prüfung von Heißbemessungen

Wie schon in unseren bisherigen Veröffentlichungen dargelegt, reicht es beim vereinfachten Rechenverfahren (Level 2) nicht, bei der Schnittkraftermittlung II. Ordnung die Steifigkeiten am Bezugspunkt M anzusetzen. Hier ergibt sich bei Stützen $\geq 30/30$ cm bis zur Feuerwiderstandsklasse R90 i.d.R. eine Temperatur von unter 100° und damit immer die volle Betonfestigkeit. Die Steifigkeit wird dann zu groß angenommen und die Ergebnisse liegen unter denen eines allgemeinen Rechenverfahrens (Level 3). Gleichlautende Veröffentlichungen gibt es mittlerweile auch von anderen Autoren wie z.B. Prof. Quast HH. Dieser Effekt liegt teilweise darin begründet, dass das vereinfachte Rechenverfahren in der Norm nur unvollständig beschrieben ist. Unumstritten ist, dass die Ergebnisse des Level 2 Verfahrens über denen des Level 3 Verfahrens liegen müssen. Ergebnisse, die darunter liegen, sind in diesem Sinne als falsch zu bezeichnen. Es muss folglich mit einer reduzierten wirksamen Steifigkeit gerechnet werden, die

sich aus dem gesamten Temperaturprofil des Querschnitts ergibt. Es sollte also immer das Temperaturprofil und damit der Temperaturverlauf im Querschnitt mit angegeben sein. Dieser kann anhand der Profile im Anhang A der EN 1992-1-2 leicht kontrolliert werden.

Eine Ermittlung der Materialkennwerte über gemittelte Temperaturen ist ungenau und kann auf der unsicheren Seite liegen - die Kennlinien verlaufen nicht in allen Temperaturbereichen linear zueinander. Die Ermittlung sollte z.B. bei mehreren Eisen in einer Ecke immer für jedes Eisen getrennt nach dessen Temperatur erfolgen. Die so gewonnenen Werte können dann gemittelt werden.

Die Materialarbeitslinien weisen im heißen Zustand keinen quadratischen Verlauf aus. Die Spannungs-Dehnungsbeziehung des Betons als eine quadratische Parabel zu erfassen, führt zu einer Überschätzung der Fülligkeit der Kurve und liegt damit auf der unsicheren Seite.

Die Betonzugfestigkeit nimmt bei höheren Temperaturen stark ab und geht bei 600° auf NULL. Da die Randzonen eines Querschnittes immer sehr hohe Temperaturen aufweisen, sollten Betonzugfestigkeiten nach EN 1992-1-2 3.2.2.2 (1) nicht zum Ansatz gebracht werden, d.h. bei auch nur geringen Randzugspannungen ist der Querschnitt nicht mehr im Zustand I, zumal er i.d.R. im Grenzzustand der Tragfähigkeit im kalten Zustand gerissen ist. Die Verformungen II. Ordnung sind entsprechend höher. Antimetrischer Brandangriff – einseitig, dreiseitig, über

Eck – erzeugt immer thermische Krümmungen, die in ihrer Richtung bekannt sein und nach EN 1992-1-2 2.4.2 (4) berücksichtigt werden müssen, d.h. der Brandangriff muss exakt festgelegt werden. Nur so lässt sich beurteilen, ob die thermische Krümmung mit oder entgegen der Krümmung aus Einwirkungen verläuft. Diese Krümmung wird i.d.R. über die Dehnungsdifferenzen der Stahleinlagen und deren Abstand im Querschnitt ermittelt.

Es sollte immer auch die Lastsituation, die mit der thermischen Krümmung verläuft, mit untersucht werden, auch wenn sie bei der Kaltbemessung nicht maßgebend ist. Imperfektionen müssen nach EN 1992-1-1 5.2 (2) auch bei außergewöhnlichen Kombinationen in jeweils ungünstiger Richtung angesetzt werden, d.h. sie sind je nach Richtung der „gewollten Außermitte“ und der thermischen Krümmung wechselnd +/- anzusetzen.

Unser Programm K.0003 berücksichtigt alle vorgenannten Aspekte automatisch und entlastet den Anwender von diesen Überlegungen.

LGA Bayern prüft mit K.0003

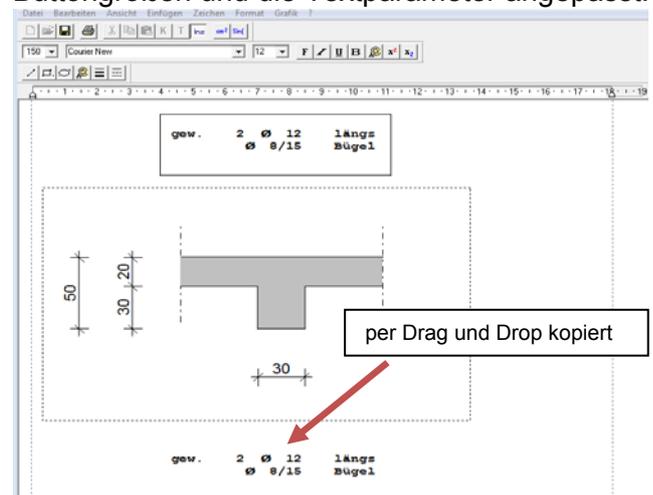
Nach ausführlichen Tests hat sich die LGA Bayern für K.0003 entschieden und prüft in Zukunft u.a. die Heißbemessung von Stahlbetonstützen mit unserem Programm. Neben der Freude über die Anerkennung unserer Arbeit bietet diese Entscheidung unseren Kunden eine zusätzliche Sicherheit bei der Anwendung des Programmes.

Dialogoberfläche/IngText

Neue Windows-Versionen und Bildschirmauflösungen führten dazu, dass teilweise Dialoghinweise abgeschnitten und Texte zu breit angelegt wurden. Die Button in der Fensterkopfleiste von Windows-Vista sind breiter.

Wir haben deshalb unsere Dialogoberfläche überarbeitet und den neuen Möglichkeiten angepasst. Bei allen z.Zt. gängigen Bildschirmauflösungen wird dadurch eine korrekte Schrifthöhe und -breite ermittelt, so dass bei stat. Texten keine Zeilenumbrüche und abgeschnittene Worte mehr entstehen. Da Vista die Anordnung unseres „grünen Häckchens“ in der Titelleiste im Transparent-Modus nicht zulässt, muss hier die Oberfläche Vista Basis eingestellt werden.

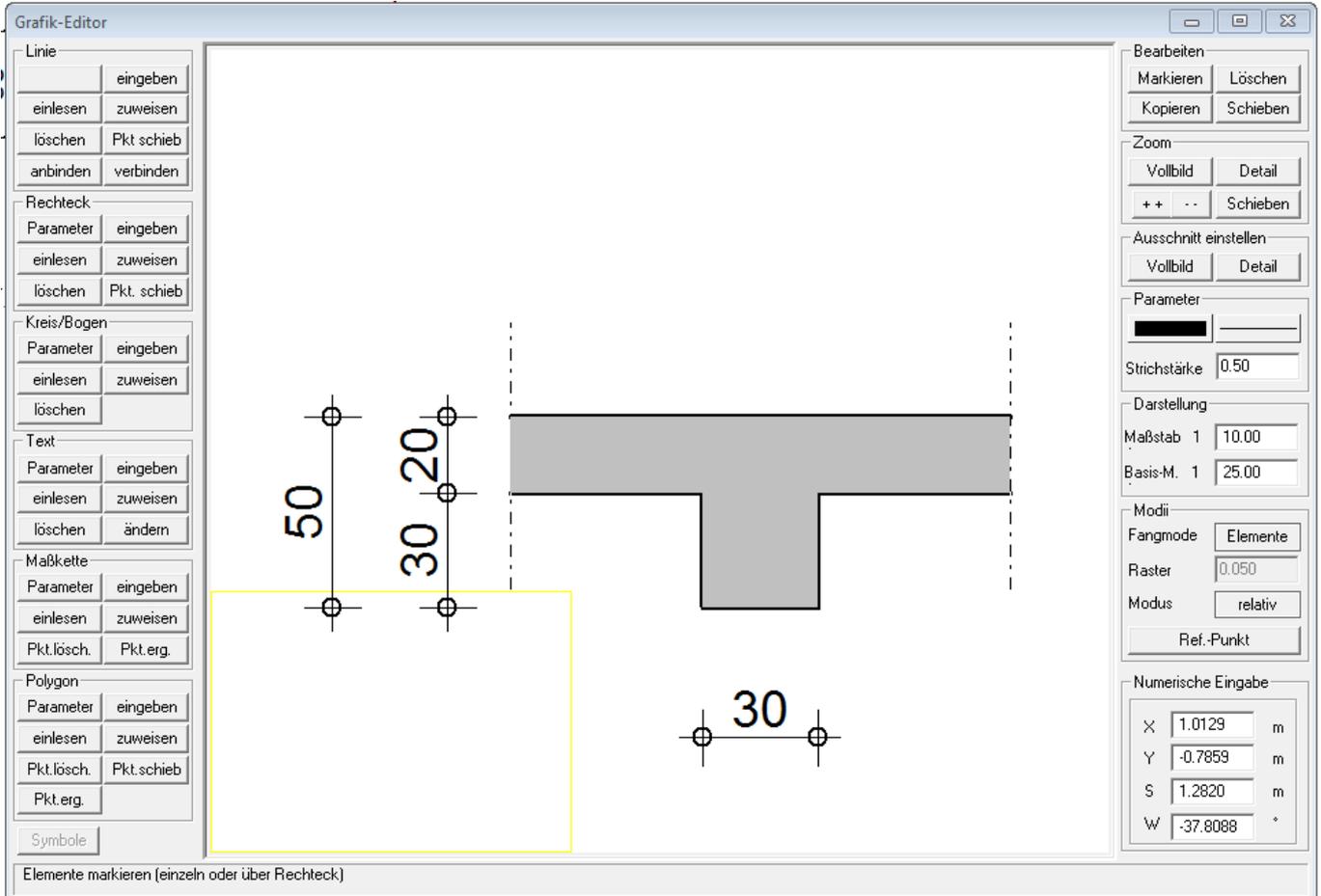
Auch die CAD-Oberfläche wurde überarbeitet. Hier wurden bei hohen Bildschirmauflösungen die Buttongrößen und die Textparameter angepasst.



Im IngText ist jetzt wieder das Kopieren von Textblöcken über das Clipboard möglich. Die Drag und Drop Funktion wurde korrigiert und erweitert. Sie können einen mehrzeiligen markierten Block

per Drag und Drop mit der linken Maustaste an eine neue Stelle ziehen. Führen Sie diese Funktion mit der rechten Maustaste durch, so wird der markierte Block einschl. aller SteuerCodes kopiert.

Darüber hinaus wurde die Skizzentchnik im IngText wesentlich überarbeitet:



Der Dialog wurde übersichtlicher gruppiert und um Bearbeitungsfunktionen der einzelnen geometrischen Elemente erweitert. Es ist damit ein „richtiger kleiner Skizzeneditor“ entstanden.

Alle Elemente können jetzt verändert werden. Grundsätzlich können die Parameter wie Farbe, Linienart, Strichstärke, Füllen, Kreisradien, Text- und Maßketteneinstellungen eines Elementes eingelesen und damit als Standardparameter eingestellt werden. Diese Parameter können dann per Mausklick wieder anderen Elementen zugewiesen werden. Alle Parameter sind auch über einen Parameterdialog einstellbar. Geometrische Veränderungen wie Linien anbinden, verbinden oder einen Linienpunkt verschieben sind nun direkt am bestehenden Element möglich, ohne dieses löschen und neu eingeben zu müssen. Eine Rechteckecke kann direkt verschoben und die Radien von Vollkreisen oder Anfangs- und Dreh-

winkel eines Bogens können verändert werden. Alle geometrischen Eingaben können wahlweise numerisch oder grafisch mit der Maus durchgeführt werden. Hierbei steht wahlweise ein absoluter oder relativer jederzeit umstellbarer Eingabemodus bereit. Der Referenzpunkt für den Relativmodus kann jederzeit beliebig neu gesetzt werden.

Im Fangmodus Raster wird automatisch jede Mausbewegung in Rasterkoordinaten eingepasst. Diese gelten absolut oder im Relativmodus relativ bezogen auf den aktuellen Referenzpunkt.

Vielleicht haben wir damit einen Beitrag dazu geleistet, dass Sie in Zukunft Ihre Skizzen in der Statischen Berechnung mit dem IngText erzeugen. Es geht schneller und einfacher als diese später von Hand einzufügen.

Sie können übrigens bis zu 30 Skizzen in jeden einzelnen Textbaustein integrieren.

Verfügbarkeit

Das neue Modul K.0003 steht ab sofort als Update zur Verfügung.

Der neue IngText kann ebenfalls ab sofort in unserem Download-Bereich im Ordner „gesamt“ mit der DLL.zip heruntergeladen werden. Leider können diese Module aufgrund der individuellen Installationsmöglichkeiten nicht automatisch installiert werden.

Diese DLL.zip-Datei enthält die Dateien:

VPWinW.DLL, VPCADW.DLL, STAEDIT.DLL
VPWINE.EXE

Die DLL's gelten für alle Installationsformen, während die VPWINE.EXE nur auf den Arbeitsplätzen

mit Emulation zu Linux- oder Unix-Servern notwendig ist.

Es müssen kopiert werden:

Windows-Einplatz Installation:
die 3 DLL's in den BOOT-Ordner
z.B. C:\Programme\vp2\vpsys\BOOT

Windows Server Installation:
die 3 DLL's in den Server BOOT-Ordner
z.B. F:\Programme\vp2\vpsys\BOOT

Linux bzw. Unix Server:
alle 4 Module in den Emulationsordner jeden Arbeitsplatzes
z.B. C:\Programme\Vpwin

Neureichenau, im September 2008



Dipl.-Ing. Dieter Vogelsang