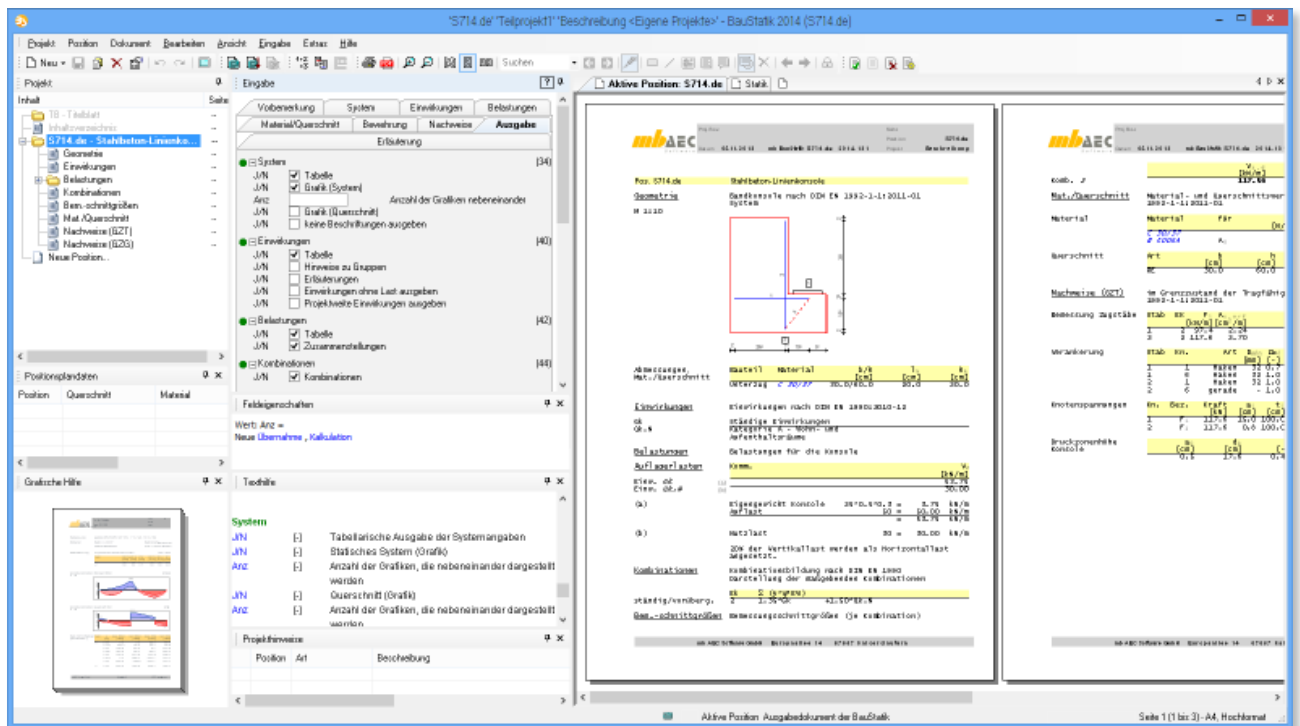


Dipl.-Ing. (FH) Swetlana Rack

# Linienkonsolen nach EC 2 bemessen

## Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S714.de Stahlbeton-Konsole, linienförmig

Konsolen werden insbesondere im Stahlbeton-Fertigteilbau zur Einleitung von Auflagerlasten aus Unterzügen, Bindern oder Decken in Stützen oder Wände verwendet. Ein weiteres häufiges Einsatzgebiet von sogenannten Bandkonsolen ist die Auflagerung von Treppen an freien Deckenrändern. Auf die Bemessung von Konsolen ist besonderes Augenmerk zu legen, da schon geringe Fehler in der Bewehrungswahl und Konstruktion erhebliche Schäden verursachen können.



### System

Im Kapitel „System“ werden alle notwendigen Vorgaben für die Definition des statischen Systems eingetragen. Neben den Bandkonsolen an eine Wand gehören die Bandkonsolen an eine Decke sowie an einen Unterzug zu den angebotenen Positionstypen. Darüber hinaus werden hier die Angaben zu den Abmessungen der Konsole und der Lagerplatte vorgenommen. Die hier getroffene Auswahl steuert den Aufbau des Fragenkatalogs und hat Auswirkungen auf die zu führenden Nachweise.

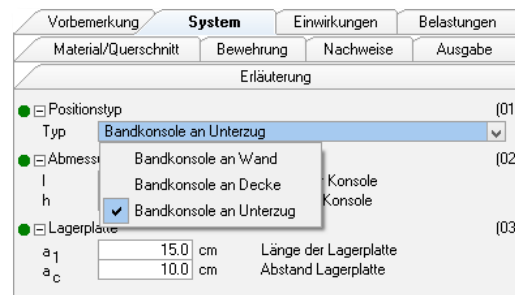


Bild 1. Eingabedialog im Kapitel „System“

## Einwirkungen

Als Einwirkungen stehen einerseits projektweite Einwirkungen aus S030.de-Positionen zur Übernahme bereit. Zum anderen können positionsbezogene Einwirkungen gemäß EC 0 manuell vorgegeben werden. Je nach Typ der Einwirkung werden diese unter Verwendung der Beiwerte nach EC 0, Tab. NA.A.1.1 automatisch miteinander kombiniert, um so die maßgebende Lastkombination herauszufinden.

Darüber hinaus können Kombinationen, denen eine Bemessungssituation zuzuordnen ist, definiert werden. Lasten, die zu diesen Kombinationen gehören, sind als Bemessungswerte einzugeben und werden nicht mit Lasten aus Einwirkungen kombiniert.

Alle manuell eingegebenen Einwirkungen und Kombinationen können, falls gewünscht, mit einem kurzen Kommentar versehen werden.

## Belastungen

Als Belastungen können Auflagerlasten aus dem lastbringenden Bauteil definiert werden. Als Lastart stehen vertikale und horizontale Auflagerkräfte zur Eingabe zur Verfügung. Vereinfacht können horizontale Lasten auch als prozentualer Anteil der Vertikallast angesetzt werden. In diesem Fall entfällt die manuelle Eingabe der Horizontallast.

## Material/Querschnitt

### Materialien

Als Materialien stehen für die Konsole die in DIN EN 1992-1-1 definierten Betonsorten - Normal- und Leichtbetone - zur Verfügung. Zusätzlich zur Festlegung der Betonfestigkeitsklasse kann an dieser Stelle die Berücksichtigung von Luftporenbildnern stattfinden.

Als Bewehrung können vom Anwender Betonstähle nach DIN 488 verwendet werden.

### Querschnitte

Weiterhin werden im Kapitel „Material/Querschnitt“ für das Bauteil, an welches die Konsole angeschlossen werden soll, die Querschnittsabmessungen festgelegt.

### Expositionsklassen

Die Lage der Bewehrung wird anhand der gewählten Expositionsklassen bestimmt. Es besteht die Möglichkeit, die Expositionsklassen für alle Bauteilseiten gemeinsam oder einzeln vorzugeben. Anhand dieser Vorgaben und den daraus resultierenden Anforderungen an die Betondeckung, wird unter Berücksichtigung des Stabdurchmessers der Achsabstand der Bewehrungsstäbe ermittelt.

Neben den Expositionsklassen für Bewehrungskorrosion gibt es auch die Möglichkeit Expositionsklassen für Betonangriff und Betonkorrosion festzulegen.

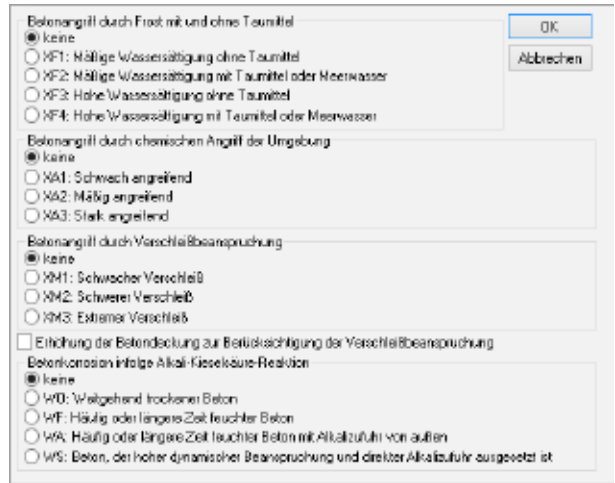


Bild 2. Expositionsklassen für Betonangriff und Betonkorrosion

## Bewehrung

Im Kapitel „Bewehrung“ werden vom Anwender alle notwendigen Angaben für die Bewehrungswahl getroffen. Unter anderem sind die Durchmesser, die Abstände und die Lagenanzahl der Bewehrungsstäbe vorzugeben.

Für die Verankerung des Zugbands stehen folgende Verankerungsarten zur Auswahl:

- gerades Stabende
- Schlaufe mit dem kleinstmöglichen Biegerollendurchmesser
- große Schlaufe mit einem Biegerollendurchmesser von  $d_{Br} = 15 \cdot d_s$
- stehende Bügel
- Ankerkörper

Zudem sind für die Ermittlung der erforderlichen Verankerungslänge die Verbundbedingungen vorzugeben.

Die erforderliche Bewehrung wird unter Berücksichtigung der Verankerungslängen und Biegerollendurchmesser in einer maßstabsgetreuen Grafik dargestellt.

M 1:10

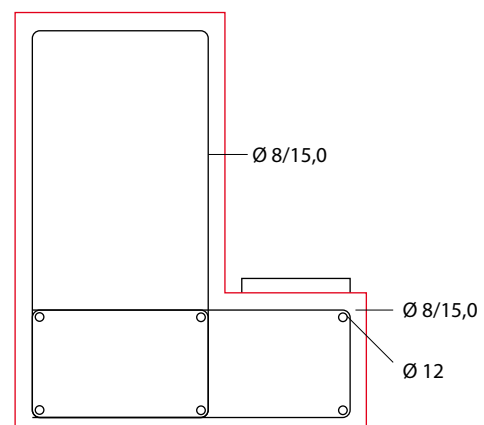


Bild 3. Beispiel einer Bewehrungsgrafik

### Nachweise

Aufgrund konzentrierter Lasten weisen Konsolen ausgeprägt nichtlineare Dehnungsverteilungen auf und können daher mit den Standardbemessungsverfahren nicht mehr nachgewiesen werden.

Mit Hilfe von Stabwerkmodellen ist eine genauere Betrachtung der D-Bereiche möglich. Die Bemessungsaufgabe besteht darin, das Fachwerkmodell zu finden mit welchem alle Nachweise erfüllt werden.

### Fachwerkmodell

Linienförmige Konsolen weisen in der Regel geringe Abmessungen auf. Für die Bemessung bedeutet das, dass die aufzunehmende Auflagerkraft über die Druckstrebe C direkt in das lastaufnehmende Bauteil eingeleitet wird. Wird der Auflagerbereich – zur Aufnahme von Längenänderungen des aufliegenden Bauteils, welche durch Kriechen, Schwinden und Temperaturänderungen hervorgerufen werden können – nicht als Gleitlager ausgebildet, sollte konstruktiv eine Horizontalkraft von mindestens 20% der Vertikallast angesetzt werden. Für diesen Fall vergrößern sich sowohl die Kraft  $F_1$  im Zugband als auch der Hebelarm  $a$  zwischen den Knoten  $K_1$  und  $K_2$ , da die Horizontalkraft eine Schiefstellung der Druckstrebe unter der Lastenleitung bewirkt. Der Nachweis erfolgt nach dem Fachwerkmodell aus Bild 4.

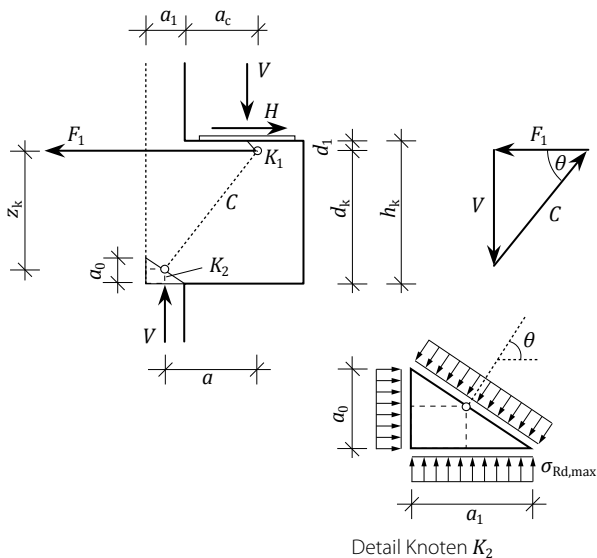


Bild 4. Fachwerkmodell für die Bemessung

### Knotennachweise

Es werden Spannungsnachweise in den Knoten  $K_1$  und  $K_2$  geführt. In Knoten  $K_1$  wird die Druckspannung direkt unter der Lagerplatte nachgewiesen. Dabei wird der Bemessungswert der vom Beton aufnehmbaren Spannung nach (1) ermittelt.

$$\sigma_{Rd} = 0,85 \cdot f_{cd} \quad (1)$$

mit

$f_{cd}$  Bemessungswert der Druckfestigkeit der verwendeten Betonsorte

Die erforderliche Breite  $a_1$  des Druckknotens  $K_2$  wird direkt über den Bemessungswert der Knotendruckfestigkeit bestimmt. Für gedrungene Konsolen ergibt sich diese zu:

$$\sigma_{Rd} = 0,75 \cdot f_{cd} \quad (2)$$

Kn.	Bez.	Kraft [kN]	$a_i$ [cm]	$t_i$ [cm]	$\sigma$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{Rd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$ [-]
1	F <sub>1</sub>	117,6	15,0	100,0	0,78	16,06	0,05
2	F <sub>2</sub>	117,6	0,8	100,0	2,45	14,17	0,17

Bild 5. Nachweis der Knotenspannungen

### Begrenzung der Druckzonenhöhe

Mit größer werdender Druckzonenhöhe  $a_0$  erhöht sich auch die Gefahr eines schlagartigen Versagens des Bauteils, da die Bewehrung die Streckgrenze nicht mehr erreicht. Zur Vermeidung eines spröden Versagens der Konsole wird die Druckzonenhöhe  $a_0$  nach (3) beschränkt.

$$a_0 \leq \begin{cases} 0,45 \cdot d_k, & \leq C50/60 \\ 0,35 \cdot d_k, & > C50/60 \text{ und Leichtbeton} \end{cases} \quad (3)$$

mit

$d_k$  statische Höhe der Konsole (bei Konsole an Wand: Abstand Schwerachse Zugband bis Unterkante Konsole; bei Konsole an Unterzug oder Decke: Abstand Schwerachse Zugband bis Oberkante Aufhängebewehrung)

### Ausführung als Fertigteil

Die Ausführung als Betonfertigteil berücksichtigt die Möglichkeit der Reduzierung des Teilsicherheitsbeiwerts auf der Materialseite  $\gamma_c$  nach [1], Abs. 2.4.2.4 (3) von 1,5 auf 1,35.

### Erforderliche Bewehrung

Die für die Aufnahme der Zugkräfte erforderliche Bewehrung wird nach Gleichung (4) ermittelt.

$$A_{s,erf,i} = F_i / f_{yd} \quad (4)$$

mit

$F_i$  Zugkraft im jeweiligen Stab  
 $f_{yd}$  Bemessungswert der Stahl - Zugfestigkeit

### Mindestabmessungen

Aufgrund von geringen Bauteilabmessungen ist es besonders wichtig, die konstruktiven Kriterien für die Ausbildung der Konsole einzuhalten. Unter anderem muss eine ausreichende Verankerung der Zugbewehrung sichergestellt sein. Überprüft werden die Mindestwerte für die Abmessungen der Konsole, die Randabstände der Bewehrung und die ausreichende Knotenverankerung nach [1], Abs. 10.9.5.2.

Nachweise (GZG)		im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1992-1-1:2011-01						
Mindestabmessungen, Abs. 10.9.5.2	$\sigma_{Ed} / f_{cd}$	$a_{i,min}$	$a_1$	$\eta$	$a_{2,min}$	$a_2$	$\eta$	
		[mm]	[mm]		[mm]	[mm]		
		0,04	25	150	0,17	5	25	0,40
Randabstand Bewehrung, Bild 10.5	$a_{s,min}$	$a_s$	$\Delta a_2$	$\Delta a_3$	$a_{erf}$	$a$	$\eta$	
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		
		15	20	1,00	10	2	60	200
Knotenverankerung, Bild 10.5	$c_i$	$\Delta a_i$	$r_i$	$\Sigma_i$	$d_i$	$\eta$		
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			
		20	10	32	62	900	0,07	
	$l_{b,vorh}$	$a_1 + \Delta a + r$	$\eta$					
		[mm]	[mm]					
		155	67	0,43				

Bild 6. Kontrolle der Mindestabmessungen

### Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe zur Verfügung gestellt. Der Umfang der Ausgabe kann in gewohnter Art und Weise vom Anwender gesteuert werden. Neben der grafischen Darstellung des Systems in der Ansicht werden die Belastungen, Schnittgrößen und Nachweise unter Berücksichtigung der Einstellungen des Anwenders tabellarisch ausgegeben.

Dipl.-Ing. (FH) Svetlana Rack  
 mb AEC Software GmbH  
 mb-news@mbaec.de

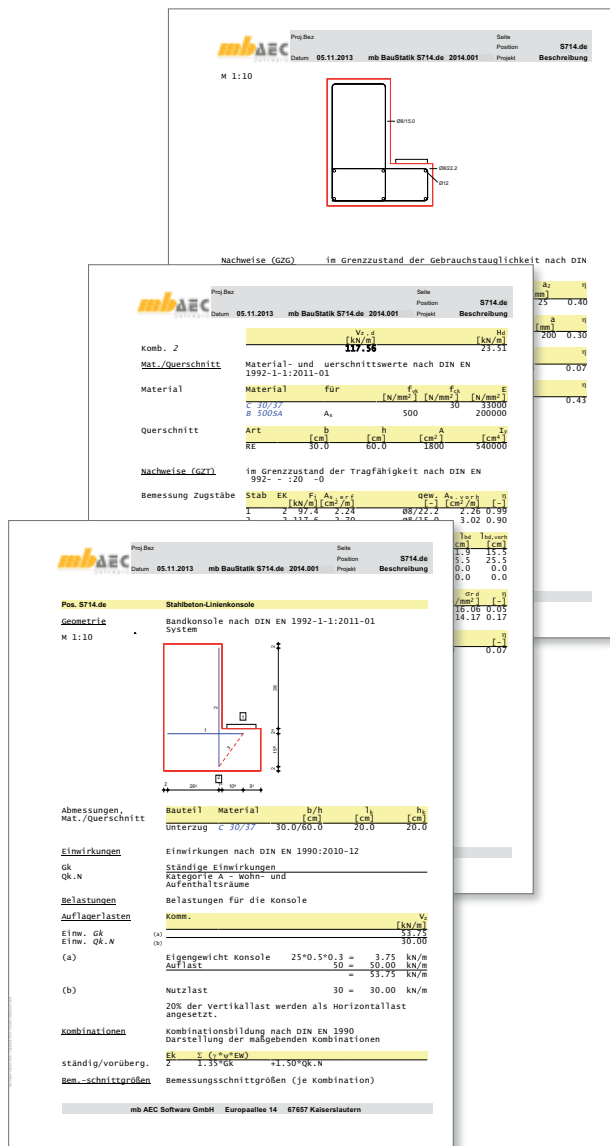


Bild 7. Beispiel einer Ausgabe

### Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, Eurocode 2: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [3] Fingerloos, F., Hegger, J., Zilch, K.: Eurocode 2 für Deutschland - DIN EN 1992-1-1 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit Nationalem Anhang, Kommentierte Fassung. Berlin: Ernst & Sohn; Beuth 2012
- [4] DafStb-Heft 600 - Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2). 1. Auflage, Ausgabe 2012
- [5] Fingerloos, F., Stenzel, G.: Konstruktion und Bemessung von Details nach DIN 1045, Betonkalender 2007, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [6] Reineck, K.H.: Modellierung der D-Bereiche von Fertigteilen, Betonkalender 2005, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [7] Bachmann, H., Steinle, A., Hahn, V.: Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau, Betonkalender 2009, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [8] Schlaich, J., Schäfer, K.: Konstruieren im Stahlbeton, Betonkalender 2001, Verlag Ernst & Sohn, Berlin
- [9] Zilch, K., Zehetmaier, G.: Bemessung im konstruktiven Betonbau, Nach DIN 1045-1 (Fassung 2008) und EN 1992-1-1 (Eurocode 2). 2. Auflage, Springer - Verlag, Berlin

## Aktuelle Angebote

**S714.de Stahlbeton-Konsole, linienförmig – EC 2, DIN EN 1992-1-1:2011-01**

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**290,- EUR**

**BauStatik 5er-Paket**  
 bestehend aus:  
**5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach freier Wahl**  
 (ausgenommen: S012, S018, S030, S928, S141.de, S261.de, S410.de, S411.de, S414.de, S630.de, S853.de)

**990,- EUR**

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: November 2013

Unterstützte Betriebssysteme:  
 Windows Vista (32/64), SP2 / Windows 7 (32/64) / Windows 8 (32/64)

Preisliste siehe: [www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)