

Dipl.-Ing. David Hübel

Lagerung kippgefährdeter Träger

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls

S486.de Stahlbeton-Gabellager – EC 2, DIN EN 1992-1-1

Fertigteil-Stahlbeton- und Spannbetonträger sind aufgrund ihrer in der Regel schlanken Querschnitte häufig kippgefährdete Bauteile (z.B. schlanke Dachbinder). Diese kippgefährdeten Bauteile können über torsionssteife Gabeln aufgelagert und somit gegen ein Kippen gesichert werden. Das Modul S486.de führt den Detailnachweis einer Gabellagerung eines oder zweier Stahlbeton- oder Holzträger auf einer Stahlbetonstütze.

The screenshot displays the BauStatik 2020 software interface. The main workspace shows the design of a concrete cantilever support (Stahlbeton-Gabellager) for a beam. The design includes technical drawings of the support and the beam, along with a table of dimensions and material properties.

System

Pos. F01_A Stahlbeton-Gabellager

System M 1:25

Stahlbeton-Gabellager mit Schott

Abmessungen

Ort	Material	$b_{i,0}$ [cm]	h [cm]	a [cm]	$b_{i,G1}$ [cm]
Träger	C 25/30	50,00	30,00	30,00	12,00
Stütze	C 25/30	40,00	50,00	-	-

Gabellagerung

Ort	Material	b_i	$b_{i,1}$	h_{i1}

Allgemeines

Die Lasteinleitung des Kippmomentes kippgefährdeter Träger erfolgt über eine seitliche Vermörtelung oder angeordnete Elastomerlager. Der Lastabtrag erfolgt bei einer offenen Gabellagerung über die einzelnen Gabeln des Gabellagers.

Bei Gabellagern mit Mittelstegen, sogenannten „Schotts“, erfolgt der Lastabtrag über das Schott und die Lasteinleitung in das Schott über die Gabeln. Neben einer Anordnung eines Schotts können die Gabeln mit einem Bolzen gesichert werden.

System

Die Art der Gabellagerung kann durch die Wahl des Positionstyps bestimmt werden. Die Ausbildung des Gabellagers wird durch Vorgabe der Systemabmessungen im Auflagerbereich des Trägers sowie der Ausbildung der Fuge definiert. Die maßgebenden Systemabmessungen für die Ausbildung des Gabellagers sind Auflagertiefe, Auflagerbreite und die Feldlänge des Trägers. Durch die Vorgabe der Auflagertiefe sowie der Auflagerbreite der Träger im Gabellager sowie der Fuge ergeben sich die Querschnitte der einzelnen Gabelabschnitte.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung
Positionstyp			
Typ: Gabellager mit Schott			
Anschluss			
Art: <input type="radio"/> einseitig <input checked="" type="radio"/> zweiseitig			
Höhe Gabellager			
Art: <input type="radio"/> oben bündig <input checked="" type="radio"/> Höhe vorgeben			
h _{G1} : 100.0 cm			

Bild 1. Eingabe „System“, Auswahl Positionstyp

Folgende Positionstypen stehen zur Auswahl:

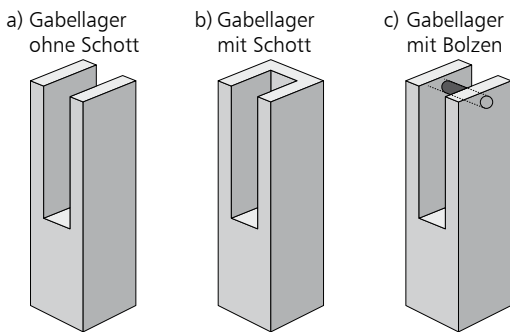


Bild 2. Positionstypen

Die Auflagerung des Trägers bzw. der Träger auf dem Gabellager kann wahlweise einseitig oder zweiseitig erfolgen. Die Höhe des Gabellagers bzw. der Gabeln kann in Abhängigkeit des gewählten Trägerquerschnitts an dessen Oberkante festgelegt oder manuell vorgegeben werden.

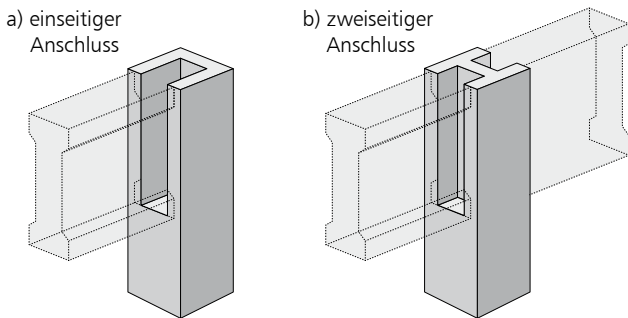


Bild 3. Anschluss

Systemabmessungen Träger

Die konstruktive Ausbildung des Gabellagers wird durch die Systemabmessungen der Träger im Auflagerbereich des Gabellagers sowie der Ausbildung der Fuge definiert.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung
Systemabmessungen Träger			
l _{T,links}	10	m	Feldlänge Feld links
l _{T,rechts}	11.000	m	Feldlänge Feld rechts
a _{links}	15.0	cm	Auflagertiefe
a _{rechts}	15.0	cm	Auflagertiefe
b _{links}	20.0	cm	Auflagerbreite links
b _{rechts}	20.0	cm	Auflagerbreite rechts
Ausmitte Auflager			
J/N	<input checked="" type="checkbox"/>	Versatz vorgeben	
e _y	2.0	cm	

Bild 4. Eingabe „System“, Systemabmessungen Träger

Bei einem zweiseitigen Anschluss können getrennt für den rechten und linken Träger die Systemabmessungen vorgegeben werden.

Weiterhin kann eine exzentrische Auflagerung der Träger durch Vorgabe eines Versatzes definiert werden.

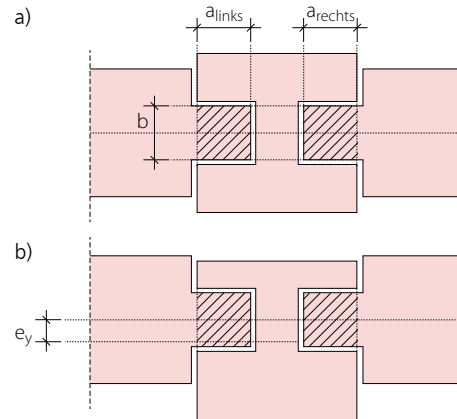


Bild 5. Auflagerbereich Träger
a) Systemabmessungen Träger
b) Versatz Träger

Ausbildung der Fuge

Die Fuge zwischen Gabellager und Träger kann umlaufend oder getrennt für jede Seite einzeln definiert werden. Neben der Dicke der Fuge kann die Art der Fuge definiert werden. Neben der Verfüllung der Fuge mit Vergussmörtel können seitlich Lagerplatten und unten Lagerplatten sowie Scherbolzen angeordnet werden.

Zur Auswahl stehen folgende Möglichkeiten, die Fuge bzw. die Auflagerung des Trägers zu berücksichtigen:

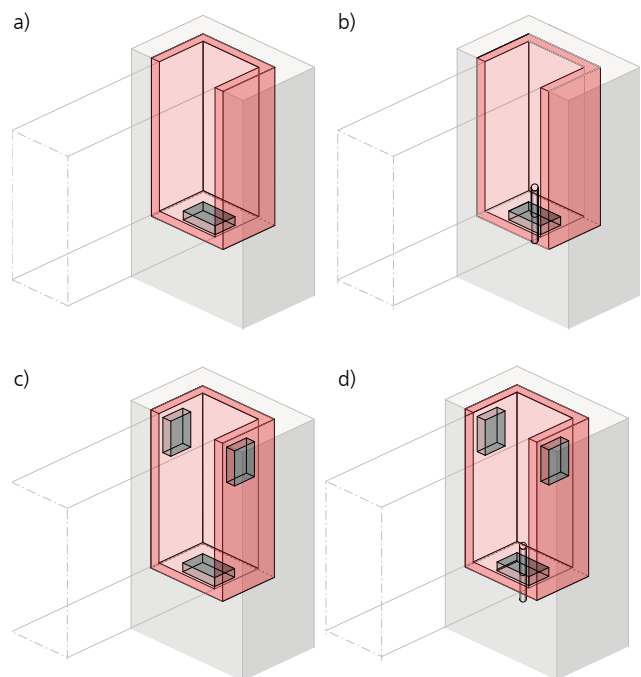


Bild 6. Ausbildung der Fuge
a) Vergussmörtel und Lager unten
b) Vergussmörtel und Scherbolzen unten
c) Lager seitlich und unten
d) Lager seitlich und Scherbolzen unten

Je nach Wahl der Fugenausbildung kann die Lage sowie die Abmessung der einzelnen Lager oder Scherbolzen vorgegeben werden. Bei einem zweiseitigen Anschluss kann die Vorgabe der Lagerpositionen getrennt für den linken und rechten Träger erfolgen.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen		
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung		
Fuge					
	Seite	Dicke [mm]			
1	seitlich	15			
2	stirnseitig	15			
3	unten	20			
Art					
<input checked="" type="radio"/> Vergussmörtel und Lager unten <input type="radio"/> Vergussmörtel und Scherbolzen unten <input type="radio"/> Lager seitlich und unten <input type="radio"/> Lager seitlich und Scherbolzen unten					
unteres Lager					
	Träger	b_x [mm]	b_y [mm]	a_x [mm]	a_y [mm]
1	links	110	160	20	20
2	rechts	110	160	20	20

Bild 7. Eingabe „System“, Fugenausbildung

Die Vorgabe der Lagerplatten beeinflusst den Lastangriffspunkt für die resultierende Horizontallast, welche bei der Bemessung berücksichtigt wird.

Ist die Fuge mit Vergussmörtel ausgefüllt, erfolgt der Lastangriff an der Oberkante des Gabellagers bzw. des Trägers, falls dieser kleiner ist als das Gabellager. Sind seitliche Lagerplatten definiert, bildet der Mittelpunkt der Lagerplatten den Lastangriffspunkt.

Material/Querschnitt

Das Material kann getrennt für die Stütze und die Träger gewählt werden. Für die Stütze sowie den Stahlbetonträger stehen alle Festigkeitsklassen von Normal- und Leichtbeton als Material zur Verfügung und können getrennt für die Bauteile festgelegt werden. Wahlweise kann auch die Auflagerung eines Trägers aus Holz vorgegeben werden. Zur Verfügung stehen folgende Holz-Materialien:

- Nadelholz
- Brettschichtholz
- Laubholz
- Konstruktionsvollholz
- Balkenschichtholz (Duobalken/Triobalken)

Der Querschnitt der Stahlbetonstütze wird mit der Vorgabe des Rechteckquerschnitts definiert. Der Querschnitt der Stahlbetonträger kann durch die Wahl folgender zur Auswahl stehender Querschnittstypen definiert werden:

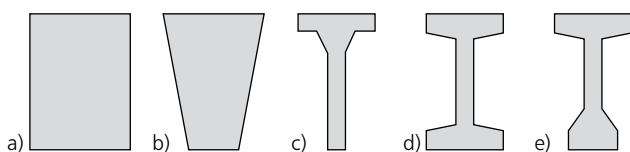


Bild 8. Querschnittstypen
 a) Rechteckquerschnitt
 b) Trapezquerschnitt
 c) T-Querschnitt
 d) I-Querschnitt (symmetrisch)
 e) I-Querschnitt (unsymmetrisch)

Bei der Auflagerung eines Holzträgers wird der Querschnitt durch Vorgabe eines Rechteckquerschnitts definiert.

Die Betondeckung kann wie gewohnt durch die programminterne Ermittlung über Expositionsclassen sowie durch die manuelle Vorgabe definiert werden.

Belastung

Als Belastungen können Auflagerkräfte aus den Trägern angesetzt werden. Neben der vertikalen Auflagerkraft können Torsionsmomente des Trägers vorgegeben werden. Weiterhin kann als Belastung eine Horizontalkraft im Auflager z.B. aus einer aufgesetzten Dachkonstruktion auf dem Träger vorgegeben werden. Diese kann mit einem Abstand zur Trägerunterkante angegeben werden.

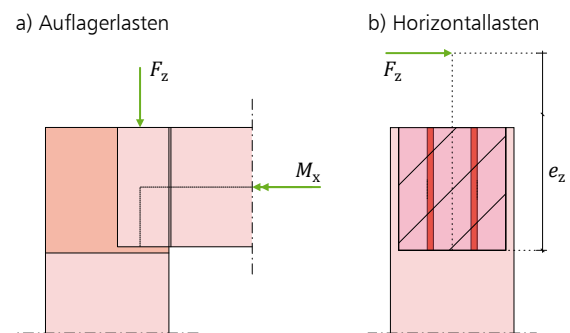


Bild 9. Belastung (Prinzipische Skizze)

Neben der Vorgabe von Auflagerkräften können Schnittgrößen im Träger als Belastung definiert werden. Die vorgegebenen Schnittgrößen dienen der Ermittlung des Mindesttorsionsmomentes, welches in der Bemessung berücksichtigt werden kann.

Bewehrung

Die Bewehrung des Gabellagers besteht aus Längseisen und Bügeln, welche die Längseisen im Schott und den Gabeln umschließen. Die Bewehrungsanordnung kann wahlweise automatisch erfolgen oder manuell vorgegeben werden.

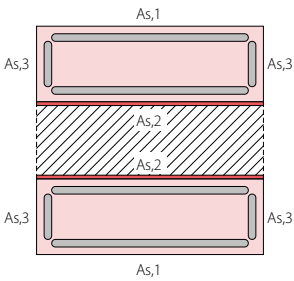
Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen	
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung	
Stützenbewehrung vorgeben				
J/N	<input type="checkbox"/> vorgeben			
Bewerungswahl				
Art				
<input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> manuell				
Bewehrungsanordnung Gabel				
Art				
<input checked="" type="radio"/> unsymmetrisch je Seite; <input type="radio"/> symmetrisch je Seite				
Längsbewehrung				
min d	6	mm		
max d	28	mm		
max n	10			
Querkraftbewehrung				
	d_s [mm]	min s_w [cm]	max s_w [cm]	n_s
1	6	5.0	30.0	2

Bild 10. Eingabe „Bewehrung“, automatische Bewehrungsanordnung

Bei der automatischen Bewehrungsanordnung der erforderlichen Längsbewehrung kann zwischen einer unsymmetrischen oder symmetrischen Bewehrungsanordnung der zusätzlichen Gabelbewehrung gewählt werden:

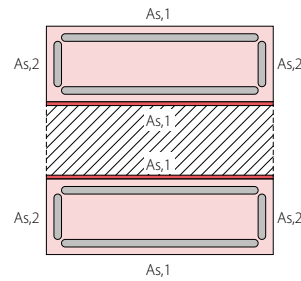
- **Unsymmetrische Bewehrungsanordnung:** Die Seiten (innen/außen) der Gabeln sowie des Schotts werden unsymmetrisch bewehrt. Die Seiten rechts und links werden symmetrisch bewehrt. Die Gabeln werden identisch bewehrt.
- **Symmetrische Bewehrungsanordnung:** Die Seiten (rechts/links/vorne/hinten) einer Gabel sowie des Schotts werden symmetrisch bewehrt. Die Gabeln werden identisch bewehrt.

Unsymmetrische Bewehrungsanordnung

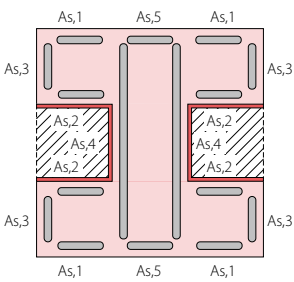


Gabellager ohne Schott

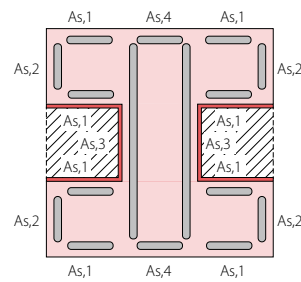
Symmetrische Bewehrungsanordnung



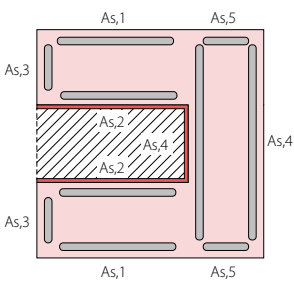
Gabellager ohne Schott



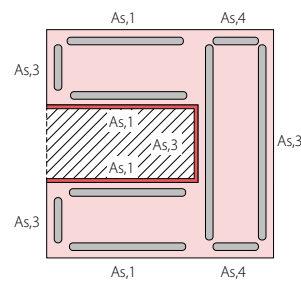
Gabellager mit Schott und zweiseitigem Anschluss



Gabellager mit Schott und zweiseitigem Anschluss



Gabellager mit Schott und einseitigem Anschluss



Gabellager mit Schott und einseitigem Anschluss

Bild 11. Automatische Bewehrungsanordnung (Prinzipischnisse)

Bei der manuellen Bewehrungsanordnung kann je Bauteil und Seite (innen, außen, rechts, links) ein Durchmesser und die Anzahl der Bewehrungsseile in der gewählten Lage definiert werden. Die gewählten Eisen werden gleichmäßig an der gewählten Kante angeordnet.

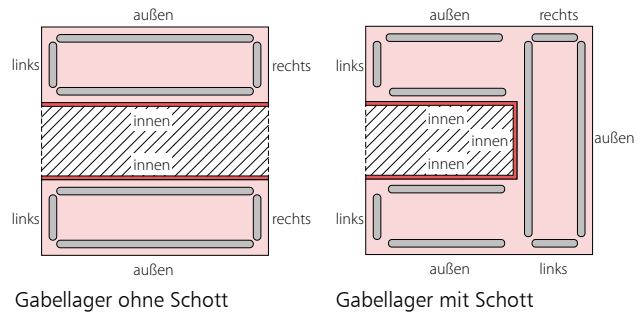


Bild 12. Manuelle Bewehrungsanordnung, Auswahl Lagen (Prinzipischnisse)

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen	
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung	
Bewehrungswahl				
Art <input type="radio"/> automatisch <input checked="" type="radio"/> manuell				
Anordnung				
	Bauteil	Lage	d [mm]	n
1	Schott	beide	12	4
2	Gabel 1	innen	10	4
3	Gabel 1	außen	10	6
4	Gabel 2	innen	10	4
5	Gabel 2	außen	10	6
Querkraftbewehrung				
	d _z [mm]	min s _w [cm]	max s _w [cm]	n _s
1	6	5.0	30.0	2

Bild 13. Eingabe „Bewehrung“, manuelle Bewehrungsanordnung

Zusätzlich zur Bewehrungswahl des Gabellagers kann eine in das Gabellager durchgehende Stützenbewehrung definiert werden. Stützenbewehrung kann durch Wahl des Bauteils (Gabel bzw. Schott) und der Lage (innen, außen, links, rechts) mit einem Durchmesser und einer Anzahl festgelegt werden. Die gewählte Bewehrung wird gleichmäßig über die gewählte Lage verteilt. Die gewählte Stützenbewehrung wird auf die erforderliche Bewehrung angerechnet, muss jedoch nicht in der Stütze verankert werden.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen	
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung	
Stützenbewehrung vorgeben				
J/N <input checked="" type="checkbox"/> vorgeben				
Anordnung				
	Bauteil	Lage	d [mm]	n
1	Gabel 1	außen	12	4
2	Schott	außen	12	4
3	Gabel 2	außen	12	4

Bild 14. Eingabe „Bewehrung“, Stützenbewehrung

Aufgrund einer vorgegebenen Stützenbewehrung kann es bei automatischer Bewehrungsanordnung trotz gewählter symmetrischer Verteilung zu einer unsymmetrischen Bewehrungsanordnung kommen

Nachweise

Die Bemessung des Gabellagers erfolgt nach DIN EN 1992-1-1. Die Bemessung erfolgt hierbei an einem Ersatzsystem aus Kragstützen.

Bei einer Gabellagerung ohne Schott erfolgt die Bemessung an zwei Kragstützen mit den Querschnitten der zwei Gabeln. Bei einer Gabellagerung mit Schott erfolgt die Bemessung an einer Kragstütze mit einem Querschnitt des Schotts. Zur Lasteinleitung über die Gabeln in das Schott werden zusätzlich Konsolnachweise für den Anschluss der Gabel an das Schott geführt.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Belastungen
Bewehrung	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung
Kombinatorik			
Art			
<input checked="" type="radio"/> automatische Kombination der Einwirkungen <input type="radio"/> manuelle Kombination der Einwirkungen			
Grenzzustand der Tragfähigkeit			
J/N <input checked="" type="checkbox"/> Nachweise führen			
Mindesttorsionsmoment berücksichtigen			
J/N <input checked="" type="checkbox"/> Mindesttorsionsmoment ansetzen			
Lasteinleitung			
Art			
<input type="radio"/> über Schott <input type="radio"/> über Gabel <input checked="" type="radio"/> verteilt			
Lastverteilung anteilig			
Schott	75.0 %	Anteilig Lastabtrag Schott	
Gabel	50.0 %	Anteilig Lastabtrag Gabel	

Bild 15. Eingabe „Nachweise“

Bei einem Gabellager mit Schott kann neben der Lasteinleitung über das Schott optional eine Kombination aus Abtragung über Gabel und Schott gewählt werden. Hierbei wird der prozentuale Anteil jedes Lastpfades festgelegt.

Die Bemessung der Ersatz-Kragstützen erfolgt mit Ansatz resultierender Horizontallasten, welche unter Beachtung des Kippmomentes sowie der Horizontalkraft ermittelt wurden.

Belastungen	Belastungen auf das System				
	Komm.	Träger	Fz [kN]	Mz [kNm]	
Auflagerlasten	Gk	Träger links	275.00	5.00	
		Träger rechts	180.00	3.50	
Qk.N		Träger links	180.00	35.00	
		Träger rechts	150.00	4.70	
Res. Horizontallasten	Träger		F _{Ed,u} [kN]	F _{Ed,u} [kN]	
		Gk	Träger links	-5.05	5.05
		Träger rechts	-3.54	3.54	
Qk.N		Träger links	-35.35	35.35	
		Träger rechts	-4.75	4.75	
Bem.-schnittgrößen	Res. Horizontallasten	Ek	F _{Ed,u} [kN]	F _{Ed,u} [kN]	
			1	-11.59	11.59
			2	-71.74	71.74
			3	-8.59	8.59

Bild 16. Ausgabe „Belastung“, Res. Horizontallasten

Neben res. Horizontallasten aus der Auflagerlast aus dem Träger kann wahlweise der Ansatz des Mindesttorsionsmoment nach DIN EN 1992-1-1 Abs. 5.9 berücksichtigt werden. Dies wird, falls maßgebend, für die Bemessung angesetzt.

Mindesttorsionsmoment nach DIN EN 1992-1-1 Abs. 5.9:

$$T_{Ed} = V_{Ed} \cdot \frac{l_{eff}}{300}$$

mit

l_{eff} effektive Stützweite des Trägers
 V_{Ed} Bemessungswert der Querkraft rechtwinkelig zur Trägerachse

Bewehrungswahl

Im Rahmen der Bemessung erfolgt die Bewehrungswahl bzw. ein Bewehrungsvorschlag der erforderlichen Bewehrung im Gabellager unter Beachtung der definierten Stützenbewehrung. Die erforderliche Bewehrung wird, falls gewünscht, tabellarisch und/oder grafisch ausgegeben. Unter Beachtung der vorhandenen Bewehrung sowie der erforderlichen Bewehrung erhält der Anwender eine detaillierte Skizze der Bewehrungsanordnung des Gabellagers.

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Bemessung zur Verfügung gestellt. Der Ausgabeumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden.

Dipl.-Ing. David Hübel
 mb AEC Software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2010, Eurocode 2: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken – Teil 11: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [3] Spannbetonbinder nach Eurocode 2 – Bemessung, Erläuterungen, Checkliste; Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.; Bonn 2015
- [4] Knotenverbindungen für Betonfertigteile – Hinweise für Bemessung und Konstruktion; Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V.; Bonn 2011

Preise und Angebote

S486.de Stahlbeton-Gabellager – 390,- EUR
 EC 2, DIN EN 1992-1-1
 Leistungsbeschreibung siehe www.mbaec.de

BauStatik 5er-Paket 990,- EUR
 bestehend aus 5 BauStatik-Modulen
 deutscher Norm nach Wahl*

BauStatik 10er-Paket 1.690,- EUR
 bestehend aus 10 BauStatik-Modulen
 deutscher Norm nach Wahl*

* ausgenommen S012, S018, S030, S928, S929, S141.de, S261.de, S410.de, S411.de, S414.de, S630.de, S853.de

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: Oktober 2019

Unterstützte Betriebssysteme: Windows 7 (64) / Windows 8 (64) / Windows 10 (64)