

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

Balken - Schnitt

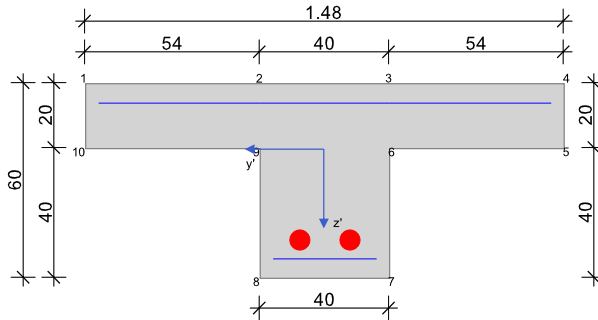
Bauwerksklasse: Ingenieurhochbau Bemessungsnorm: DIN EN 1992-1-1
 Beanspruchungstyp: Balkenquerschnitt 1-achsig Bemessungssituation: ständig/vorübergehend
 Anforderungsklasse: S3 Beanspruchungsart: Last-/Zwangsbeanspruchung

Materialkenngrößen: [N/mm²]

C30/37 fcd 17.0 fctm 2.9 Ecm 32800 Cem 32,5 R
B500S fyd 434.8 Es 200000 hoch duktil
ST1570/1770 fp01k 1500.0 fpk 1770.0 Ep 195000

Bewehrungsvorgabe [cm, cm²] dl-o dl-s dl-u minAso minAss minAsu Mindestbewehrung
 6.0 4.0 6.0 0.00 0.00 0.00 berechnen

Vorspannung [cm, N/mm², kN, cm²] z tg r.sup r.inf sig.rsk V Ap Spannsthahl
 Nachträgl. Verbund 48.2 -0.034 1.10 0.90 100.0 1733.6 16.80 ST1570/1770



Querschnittswerte

	A	I _y	I _z	z _s	W _{oy}	W _{uy}
[m ² , m ⁴ , cm, m ³]	0.4560	0.012467	0.056163	20.53	0.06074	0.03158

Lastfälle [kN, kNm]

Art	NE _k	ME _{k, y}	VE _{k, z}	ME _{k, z}	VE _{k, y}	ME _{k, x}
1 Eigengewicht	G	0.0	236.8	-11.5	0.0	0.0
2 Ausbaulast	G	0.0	160.4	-7.8	0.0	0.0
3 Schnee	S+	0.0	36.1	-0.7	0.0	0.0
4 Q, min	Q?	0.0	-21.8	-5.9	0.0	0.0
5 Q, max	Q?	0.0	126.6	0.9	0.0	0.0
6 Vorsp-Zwang tn	V	0.0	185.6	-15.0	0.0	0.0
7 Vorspannung	V0	-1732.6	-479.8	59.6	0.0	0.0

Kombinationsbeiwerte

	gam.sup	gam.inf	psi.0	psi.1	psi.2	psi.1'
Ständige Last	G	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
Vorspannung	V	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Schnee	S	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
Nutzlast/UDL	Q	1.50	0.00	0.70	0.50	0.30

Kombination [kN, kNm]

	NE _d	ME _{d, y}	VE _{d, z}	ME _{d, z}	VE _{d, y}	ME _{d, x}	Lf
Grundkombination	minMy	-1732.6	70.3	16.5	0.0	0.0	0.0 1 2
4 6 7							
Grundkombination	maxMy	-1732.6	459.1	19.4	0.0	0.0	0.0 1 2
3 5 6 7							
Grundkombination	minVz	-1732.6	236.5	9.3	0.0	0.0	0.0 1 2
3 4 6 7							
Grundkombination	maxVz	-1732.6	292.9	26.7	0.0	0.0	0.0 1 2

5 6 7									
Seltene	minMy	-1732.6	81.3	19.5	0.0	0.0	0.0	1	2
4 6 7									
Seltene	maxMy	-1732.6	247.7	25.9	0.0	0.0	0.0	1	2
3 5 6 7									
Häufige	minMy	-1732.6	92.2	22.4	0.0	0.0	0.0	1	2
4 6 7									
Häufige	maxMy	-1732.6	166.4	25.8	0.0	0.0	0.0	1	2
5 6 7									
Quasi-Ständige	minMy	-1732.6	96.5	23.6	0.0	0.0	0.0	1	2
4 6 7									
Quasi-Ständige	maxMy	-1732.6	141.1	25.6	0.0	0.0	0.0	1	2
5 6 7									

gewählte Nachweise: Biegung (M+N) Schub Rissbreite Spannungen Brandschutz

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

Biegebemessung [o/oo,cm,cm2] - Zeitpunkt der Erstbelastung: 28 d

Grundkombination:	eps.c	eps.s	zi	x/d	erf Aso	erf Ass	erf Asu
	-3.5	12.5	43.7	0.22	4.22	0.00	4.16

Schubbemessung [kN,%,cm2/m] - Zeitpunkt der Erstbelastung: 28 d - alfa: 90 Grad

Grundkombination:	VEd	VRdmin	VRdct	VRdmax	rho.l	theta	as.min	erf asw
	26.7	172.6	172.6	941.6	0.19	45.0	5.94	5.94M

Rissbreitennachweis [mm,cm,cm2] - Zeitpunkt der Rissbildung: 28 d - ds (oben/unten): 20/20 mm

Häufige Kombination:	Sigc/fctm	w.prov	w.zul	xII	Asr.o	Asr.s	Asr.u
	1.15	0.09	0.30	29.0	4.22	0.00	4.16

Begrenzung der Spannungen [N/mm2] - Zeitpunkt der Erstbelastung: 28 d

Seltene Kombination:	Sigs/zul	Sigp/zul	Sigc/zul	Sigs.s	Sigp.q	Sigc.q	Sigc.s
	0.28	0.89	0.63	110.0	1029.0	-6.13	-11.31
zulässig:	1.00	1.00	1.00	400.0	1150.5	-13.50	-18.00

Brandschutz: Nachweis für R90 erbracht

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0

Bemessungsparameter

Bauwerksklasse	:Hochbau
Nutzungsart	:Ingenieurbau
Bemessungsnorm	:DIN EN 1992-1-1:2015
Bemessungssituation	:ständig
Tragwerkstyp	:Stabtragwerk
Querschnittstyp	:Plattenbalken
Beanspruchungstyp	:überwiegend Biegung
Beanspruchung	:einachsig
Expositionsklasse Tab.7.1(NDP)	:XC3
Bauteil	:vorgespannt mit Verbund
System	:statisch unbestimmt
Oberflächenbewehrung konstruktiv/vorgespannt	:ja/ja
Robustheitsbewehrung	:ja
Konstruktiver Brandschutz	:R 90

Beton C 30/ 37

fck	:	30.0	N/mm2
Ecm(28)	:	32800	N/mm2
gamc	:	1.50	
alfa.cc(28)	:	0.85	
fcd(28), n=2.00 (S-D Linie)	:	17.0	N/mm2
fctd(28)	:	1.15	N/mm2
fcd,fat(N*=10^6)	:	15.0	N/mm2
fctm(28)	:	2.90	N/mm2
fctk,0.05(28)	:	2.03	N/mm2
fcto	:	2.90	N/mm2
w,cal	:	0.30	mm
fbd	:	3.04	N/mm2
CEM N,R	:	0.25	

Betonstahl B500(B)

fyk	:	500	N/mm2
Es	:	200000	N/mm2
gams	:	1.15	
fyd	:	434.8	N/mm2
kmin = ftk / fyk (Duktilitätsklasse B)	:	1.08	

Spannstahl St 1570/1770 (intern mit Verbund)

fp0.1,k	:	1500	N/mm2
Ep	:	195000	N/mm2
gamp	:	1.15	
kmin = fpk / fp0.1,k (S-D Linie)	:	1.18	
r.inf / r.sup	:	0.90/1.10	

Dauerhaftigkeit

min Betonklasse indikativ	:	C25/30
Feuchtigkeitsklasse Alkali-Kieselsäurereaktion	:	WF
Anforderungskategorie Bewehrung	:	S3
Betondeckung Cnom oben / unten	:	30/ 30 mm
Verlegemaß Cvl unten	:	30 mm

Bewehrung

max ds / Steg oben	:	20.0	mm
max ds / Steg unten	:	20.0	mm
max ds / Obergurt	:	10.0	mm
max ds / Untergurt	:	10.0	mm
dlx,o	:	6.00	cm
dlx,u	:	6.00	cm
cvL	:	4.00	cm

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0

lb,rqd / Steg oben (Grundwert Verankerungslänge) :	71.5	cm
lb,rqd / Steg unten :	71.5	cm
lb,rqd / Obergurt :	35.7	cm
lb,rqd / Untergurt :	35.7	cm

Betonalter

Zeitpunkt Einzelrissbildung / Mindestbewehrung :	28 d
Zeitpunkt abgeschl.Rissbildung / Rissbreitenbegrenzung :	28 d
Zeitpunkt 1.Belastung / Betondruckfestigkeit :	28 d
Zeitpunkt 1.zyklischen Belastung / Ermüdungsfestigkeit :	28 d

Beanspruchungsart

Last-und Zwangsbeanspruchung

Zwängungsart

innerer Zwang

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

DIN EN 1992-1-1:2015

Schnitt - My

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Biegung mit Längskraft

Beton: C 30/ 37 gamma.c= 1.50 alfa.cc= 0.85 **Querschnitt: Schnitt**
Betonstahl: B500 (B) gamma.s= 1.15 einachsige Biegung
Spannstahl fp0.1,d: 1304 gamma.s= 1.15 **ständige Situation**

Bemessungswerte der Einwirkungen ohne P.dir im Verbund (Grundkombination STR/GEO)

Massgebende Lf-Kombinationen	Lf	MEdy (kNm)	MEdz (kNm)	NEdx (kN)	P.k
max MEdy; zug. MEDz, NEdx	1	938.8	0.0	0.0	1.0*Pm
min MEdy; zug. MEDz, NEdx	2	550.1	0.0	0.0	1.0*Pm

erforderliche Längsbewehrung:

Kante	min.As (cm2)	max.As (cm2)	erforderl.As (cm2)	erforderl.As cm2/m	Koordinaten (m)				Eps.pmo	Mat
					y1	z1	y2	z2	o/oo	-
1- 2	1.0	539.5	1.0	1.85	-0.740	0.060	-0.200	0.060		
2- 3	2.2	399.6	2.2	5.56	-0.200	0.060	0.200	0.060		
3- 4	1.0	539.5	1.0	1.85	0.200	0.060	0.740	0.060		
7- 8	4.2	399.6	4.2	10.40	-0.200	0.540	0.200	0.540		
Spg 1	16.8	16.8	16.8		0.000	0.482			5.292	3
Summe	25.2	1894.9	25.2		erforderlich.As/Abrutto = 0.552 %					

Bemessungswerte des Tragwiderstands:

Lf	Widerstand Rd			Dehnungen (o/oo)			Beta	Gamma	Ausnu
	NRdx (kN)	MRdy (kNm)	MRdz (kNm)	Eps.1	Eps.2	Eps.s	Grad		tzung
1	-0.	1108.	0.	-3.500	14.326	12.54	0.0	1.000	0.847
2	-0.	1108.	0.	-3.500	14.325	12.54	0.0	1.000	0.496

Lf	Druck-Resultierende				Zug-Resultierende				Hebel-
	(kN)	y (m)	z (m)	Acp (m2)	(kN)	y (m)	z (m)	Act (m2)	
1	-2538.	0.000	0.050	0.1744	2538.	0.000	0.486	0.00210	0.4367
2	-2538.	-0.000	0.050	0.1744	2538.	0.000	0.486	0.00210	0.4367

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

Schnitt - My

Begrenzung der Rissbreite bei abgeschlossener Rissbildung

Beton: C 30/37 fct.eff = 3.00 N/mm2 Querschnitt: Schnitt
 Betonstahl: B500(B) Es = 200000 N/mm2 einachsige Biegung
 Spannstahl fp0.1,d: 1304 Ksi = 0.5 **Expositionsklasse:XC3**

Beton-Spannungen unmittelbar vor der Rissbildung:

Bereich	Punkt	häufige Kombination				häufige Kombination	
		Sig.cS	Sigr.cR	Sigr.cR	h.t	Sig.c	fctm
		--- (N/mm2) ---		(m)	--- (N/mm2) ---		
oben	1	-3.45	-6.72	3.00	0.10	-4.94	
unten	7	-3.45	3.00	-15.11	0.19	3.34	> 2.90

Bemessungswerte der Einwirkungen ohne P.dir im Verbund (häufige Kombi):

Massgebende Lf-Kombinationen	Lf	MEdy (kNm)	MEdz (kNm)	NEdx (kN)	P.k
max MEdy; zug. MEDz, NEdx	3	646.1	0.0	0.0	0.90*Pm
min MEdy; zug. MEDz, NEdx	4	571.9	0.0	0.0	1.10*Pm

Dehnungsebene im gerissenen Querschnitt (Beton nicht zugfest):

Lf	Widerstand Rd			Dehnungen (o/oo)			Beta d.Sigz	XdII	
	MRdy (kNm)	MRdz (kNm)	NRdx (kN)	Eps.1	Eps.2	Eps.s Grad			
3	646.	0.	-0.	-0.247	0.262	0.21	0.0	116.0	0.29
4	572.	0.	0.	-0.151	-0.075	-0.08	0.0	66.8	0.60

Rechnerische Rissbreite bei vorgegebenen Grenzdurchmesser und zur Rissbreite =0.30 mm:

Außen-	min.As	max.As	erforderl.As	Lf	Sig.eff	Act.eff	Rho.eff	ds	w.k
Kante	(cm2)	(cm2)	(cm2)	cm2/m	N/mm2	(m2)	(-)	(mm)	
Gurt 1- 2 D	1.0	539.5	1.0	1.85	4	-28.6			
Steg 2- 3 D	2.2	399.6	2.2	5.56	4	-28.6			
Gurt 3- 4 D	1.0	539.5	1.0	1.85	4	-28.6			
Steg 7- 8 N	4.2	399.6	4.2	10.40	3	126.7+	0.0870	0.0089	20 0.09
Summe As:	8.4	1878.1	8.4						

(D:Druck; Z:nahezu mittig auf Zug; N:nicht mittig auf Zug beansprucht)
 (+:modifizierte Stahlspannung infolge unterschiedlicher Verbundwirkung)

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

Schnitt - My

Begrenzung der Beton-Druckspannungen und der Betonstahl-Spannungen:

Beton: C 30/ 37 $E_{cm} = 32800.0 \text{ N/mm}^2$ Querschnitt: Schnitt
 Betonstahl: B500(B) $0.80 \cdot f_{yk} = 400.0 \text{ N/mm}^2$ einachsige Biegung
 Betondruckfestigkeit: $f_{ck}(28) = 30.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{cc} = 1.000$ **Expositionsklasse: XC3**

Beton-Spannungen im ungerissenen Querschnitt (seltene Kombi)

Bereich	Punkt	Sig.c	fctm	zul Druckspannungen
		--- (N/mm ²) ---		(N/mm ²)
oben	1	-4.76		$0.60 \cdot f_{ck}(t) = -18.0$
unten	7	5.91	> 2.90	$0.60 \cdot f_{ck}(t) = -18.0$

Bemessungswerte der Einwirkungen ohne P.dir im Verbund (seltene Kombi):

Massgebende Lf-Kombinationen	Lf	ME _{dy} (kNm)	ME _{dz} (kNm)	NE _{dx} (kN)	P.k
max ME _{dy} ; zug. ME _{dz} , NE _{dx}	15	727.5	0.0	0.0	0.90*Pm
min ME _{dy} ; zug. ME _{dz} , NE _{dx}	16	561.0	0.0	0.0	1.10*Pm

Dehnungsebene im gerissenen Querschnitt (Beton nicht zugfest):

Lf	Widerstand Rd	Dehnungen (o/oo)	Beta	H.zug				
MR _{dy} (kNm)	MR _{dz} (kNm)	NR _{dx} (kN)	Eps.1	Eps.2	Eps.s	Grad	(m)	
15	727.5	0.0	0.0	-0.345	0.651	0.55	0.0	0.39
16	561.0	0.0	-0.1	-0.145	-0.085	-0.09	0.0	0.00

Bemessungswerte

--- Betonstahl-Spannungen ---

Beton-Druckspannungen

Lage	As	Lf	Eps.s	Sig.s	Lf	Eps.s	Sig.s	Ausnu	Lf	min	Sig.c	Ausnu	
		(cm ²)	(o/oo)	N/mm ²			(o/oo)	N/mm ²	tzung			N/mm ²	tzung
1- 2	1.0	15	-0.245	-49	16	-0.139	-28	0.000	15	-11.31	0.628		
2- 3	2.2	15	-0.245	-49	16	-0.139	-28	0.000	15	-11.31	0.628		
3- 4	1.0	15	-0.245	-49	16	-0.139	-28	0.000	15	-11.31	0.628		
8- 7	4.2	16	-0.091	-18	15	0.551	110	0.275	16	-2.78	0.155		

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

Schnitt - My

Begrenzung der Beton-Druckspannungen und der Spannstahl-Zugspannungen

Beton: C 30/ 37 $E_{cm} = 32800.0 \text{ N/mm}^2$ Querschnitt: Schnitt
 Spannstahl fpk: 1770 $0.65 \cdot f_{pk} = 1150.5 \text{ N/mm}^2$ einachsige Biegung
 Betondruckfestigkeit: $f_{ck}(28) = 30.0 \beta_{cc} = 1.000$ **Expositionsklasse: XC3**

Beton-Spannungen im ungerissenen Querschnitt (seltene Kombi)

Bereich	Punkt	Sig.c	fctm	zul Druckspannungen
		--- (N/mm ²) ---		(N/mm ²)
oben	1	-4.76		$0.45 \cdot f_{ck}(t) - 13.5$
unten	7	5.91	> 2.90	$0.45 \cdot f_{ck}(t) - 13.5$

Bemessungswerte der Einwirkungen ohne P.dir im Verbund (quasi-ständ. Kombi):

Massgebende Lf-Kombinationen	Lf	MEdy (kNm)	MEdz (kNm)	NEdx (kN)	P.k
max MEdy; zug. MEdz, NEdx	11	620.8	0.0	0.0	1.00*pm
min MEdy; zug. MEdz, NEdx	12	576.3	0.0	0.0	1.00*pm

Dehnungsebene im gerissenen Querschnitt (Beton nicht zugfest):

Lf	Widerstand Rd			Dehnungen (o/oo)			Beta	H.zug
	MRdy (kNm)	MRdz (kNm)	NRdx (kN)	Eps.1	Eps.2	Eps.s		
11	620.8	0.0	0.0	-0.187	0.026	0.00	0.0	0.07
12	576.3	0.0	-0.0	-0.164	-0.018	-0.03	0.0	0.00

Bemessungswerte

--- Spannstahl-Spannungen ---

Beton-Druckspannungen

Lage	Ap (cm ²)	Eps.pmo (o/oo)	Lf	Eps.p (o/oo)	Sig.p (N/mm ²)	Lf	Eps.p (o/oo)	Sig.p (N/mm ²)	Ausnu tzung	Lf	minSig.c (N/mm ²)	Ausnu tzung
1- 2										11	-6.13	
2- 3										11	-6.13	
3- 4										11	-6.13	
8- 7										12	-0.60	
Spg	1	16.8	5.292	12	5.245	1023	11	5.276	1029	0.894		

RIB RTbetonbemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

Schnitt - My

Tabellarischer Brandschutznachweis

- Nachweis des konstruktiven Brandschutzes nach DIN EN 1992-1-2
- überwiegend biegebeanspruchte Balken nach Tabelle 5.6
 - statisch unbestimmte Durchlaufträger
 - dreiseitige Brandbeanspruchung durch ETK DIN EN 1992-1-2
 - obere Bewehrung über Zwischenstützen: $A_{s,req}(x)=A_{s,req}(0) (1-2.5x/l_{eff})$
 - weitere konstruktive Brandschutzmaßnahmen sind zu beachten

Beton: C 30/ 37	gamma.c= 1.50	alfa.cc= 0.85	Querschnitt: Schnitt
Betonstahl: B500 (B)	gamma.s= 1.15		Biegeglied
Spannstahl fp0.1,d: 1304	gamma.s= 1.15		außergewönl. Situation

Feuerwiderstandsklasse R 90

vorhandene Bewehrung	As.tot (cm ²) =	8.39		rho =	0.18%
Außergewöhnliche Kombination (kNm)				MEd,fi =	620.8
Grundkombination (kNm)				MEd =	938.8
As.prov/As.req				=	1.3
kritische Temperatur Betonstahl	crit.Ts =	549.9 °C		del.as =	-0.5
kritische Temperatur Spannstahl	crit.Tp =	449.9 °C		del.ap =	0.5

Steg Tabelle 5.5 modifiziert infolge *crit T*:

Stegdickte - Klasse: WC	vorh.bw (cm) =	40.0	>=	erf.bw =	10.0
Balkenbreite S-S Bewehrung	vorh.bmin(cm) =	40.0	>=	erf.bmin=	25.0
Achsabstand S-S Zugbewehr.	vorh.am (cm) =	6.0	>=	erf.amin=	2.0
Achsabstand mehrlagige Bewehrung				erf.am/2=	3.0
Achsabstand einlagige Bewehrung, Steg seitlich				erf.asd =	2.0
				=>	Nachweis erfüllt

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

Längsbewehrung

Beton: C 30/ 37 - Betonstahl: B500 (B) Expositionsklasse XC3

- (M) Robustheits- und Oberflächenbewehrung
- (B) Biegetragfähigkeit mit Längskraft
- (R) Einzel- und abgeschlossene Rissbildung
- (E) Nachweis gegen Ermüdung Biegung mit Längskraft
- (P) interne Spannstahlbewehrung mit Verbund

Elem	Schn	Ap (P)	As (M)	As (B)	As (R)	As (E)	As (Q)	As (TL)
1	0.0	16.8	8.4	8.4	8.4			

RIB RTbetonBemessung DIN EN 1992-1-1 © 2018 RIB Software SE

Auftrag: Vorspannung
Bauteil: Balken

RIB RTbetonbemessung 18.0 Stahlbetonbemessung t = 28 d

Ausnutzungsgrade

Beton: C 30/ 37 - Betonstahl: B500(B) Expositionsklasse XC3

- (B) Biegetragfähigkeit mit Längskraft
- (R) w.cal abgeschlossene Rissbildung
- (E) dSig.equ Nachweis gegen Ermüdung Betonstahl
- (Ep) dSig.equ Nachweis gegen Ermüdung Spannstahl
- (Q) Erdbeben Tragfähigkeit
- (D) Schubtragfähigkeit der Druckstrebe
- (F) dSig.sw Nachweis gegen Ermüdung Querkraft
- (C) Sig.c im gerissenen Querschnitt
- (S) Sig.s im gerissenen Querschnitt
- (P) Sig.p im gerissenen Querschnitt
- (H) Sig.I Hauptzugspannungen im ungerissenen Querschnitt

Elem	Schn	A(B)	A(R)	A(E)	(Ep)	A(Q)	A(D)	A(F)	A(C)	A(S)	A(P)	A(H)	A(Z)	GZT	GZE	GZG
1	0.00	0.85	0.30						0.63	0.28	0.89			0.85		0.89
														max Ausnutzung		
														0.85	0.00	0.89