

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		1

Festigkeitsnachweis

Bauwerk : 15m-Stele

Baustelle : Bacherach

Baujahr : 2014

Huhle	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH		D1406F		2
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach			

0. Allgemein

0.1. Inhaltsverzeichnis

0.	Allgemein	2
0.1.	Inhaltsverzeichnis	2
0.2.	Baubeschreibung	3
0.3.	Abkuerzungen	4
0.4.	Positionsplan	5
1.	Last-Annahmen	6
1.1.	Wind-Last	6
1.2.	Eigengewicht Glas	6
2.	Stahl-Konstruktion	7
3.	Fundament	15
3.1.	Verankerung	16

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr.	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		3

0.2. Baubeschreibung

Die nachfolgende Berechnung umfaßt den statischen Nachweis einer Stele.
Die Stele besteht aus 2 Stahlprofilen zwischen denen Glasscheiben vorgesehen werden.

Die beiden Stahlprofile sind in einem Fundament eingespannt.

Der Baugrund besteht aus bindigen gemischtkoernigen Boden mit steifer Konsistenz.

Die zul. Bodenpressung wird, bei einer Einbindetiefe von 1,00 m, mit 20.0 N/cm² angesetzt. Das Grundwasser steht nicht im Gruendungsbereich.

Dieser Wert ist vor Baubeginn vom verantwortlichen Bauleiter zu ueberpruefen, gegebenenfalls ist ein Baugrund-Sachverstaendiger hinzuzuziehen.

Der statischen Berechnung liegen folgende Vorschriften zugrunde :

DIN 1055	Lastannahmen für Bauten
DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1993-1-1	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1993-1-8	Bemessung von Anschlüssen
DIN EN 1993-1-10	Stahlbauten Stahlsortenauswahl im Hinblick Bruchzähigkeit
DIN 18 807	Stahltrapez-Bleche

Werkstoff: S235 DIN EN 10025
 S335 DIN EN 10025 / DIN EN 10113

Betonstahl BSt 500 S
 Beton C20/25 C25/35

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		4

0.3. Abkuerzungen

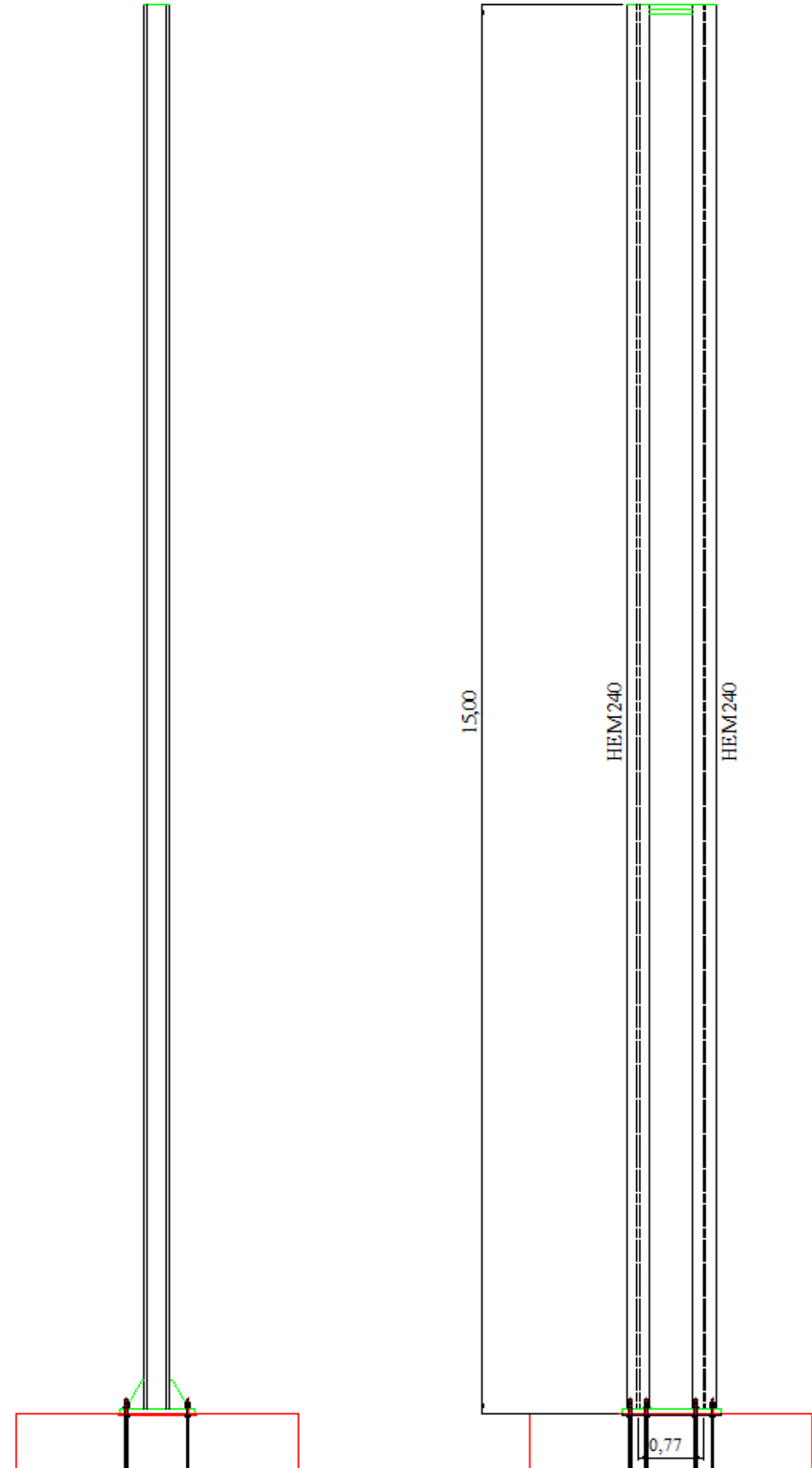
m	
m2	Meter hoch 2
cm	Centimeter
cm2	Centimeter hoch 2
cm3	Centimeter hoch 3
cm4	Centimeter hoch 4
mm	Millimeter
KN	Kilonewton
N	Newton
+	Addition
-	Substraktion
*	Multiplikation
/	Division
**	Potenz
^	Potenz
**(1/...)	Wurzel
^(1/...)	Wurzel
§	Sigma (Normalspannung)
Lam	Lambda

Profile:

- - - - -		
I	Schmale i-Träger	DIN 1025 Bl.1
IPE	Mittelbreite Träger	DIN 1025 Bl.5
HEA	Breitflansch Träger	DIN 1025 Bl.3
HEB	Breitflansch Träger	DIN 1025 Bl.2
HEM	Breitflansch Träger	DIN 1025 Bl.4
L (b*d)	Winkel	DIN 1028
L (a*b*c)	Winkel	DIN 1029
U	U-stahl	DIN 1026
o	Rundstahl	DIN 1013
Bl	Blech	

Huhle	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH		D1406F		5
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach			

0.4. Positionsplan



Huhle	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH		D1406F		6
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach			

1. Last-Annahmen

1.1. Wind-Last

Windlastzone = 1
Gelaendekategorie : Binnenland
Gebaeudehoehe = 15.0 m
Gebaeudebreite = 1,03 m

$$w = 1,7 * 0,32 * (15,00 / 10)^{0,37} = 0,65 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Druckbeiwert (DIN 1055-4 , Tabelle 9) } L/h < 3 = 2,3$$

$$\text{Abminderung für die Schlankheit } \Lambda = 15,0 / 1,03 = 14,6$$

$$\Phi = 0,74$$

Böenreaktionsfaktor

$$\text{Erste Eigenform} = 1,20 \text{ Hz} \implies T = 1 / 1,2 = 0,83$$

$$\text{Logarithmisches Dämpfungselement} = 0,1$$

$$\Phi = 1 + (0,042 * 0,830 - 0,0019 * 0,830^2) * 0,1^{-0,63} = 1,14$$

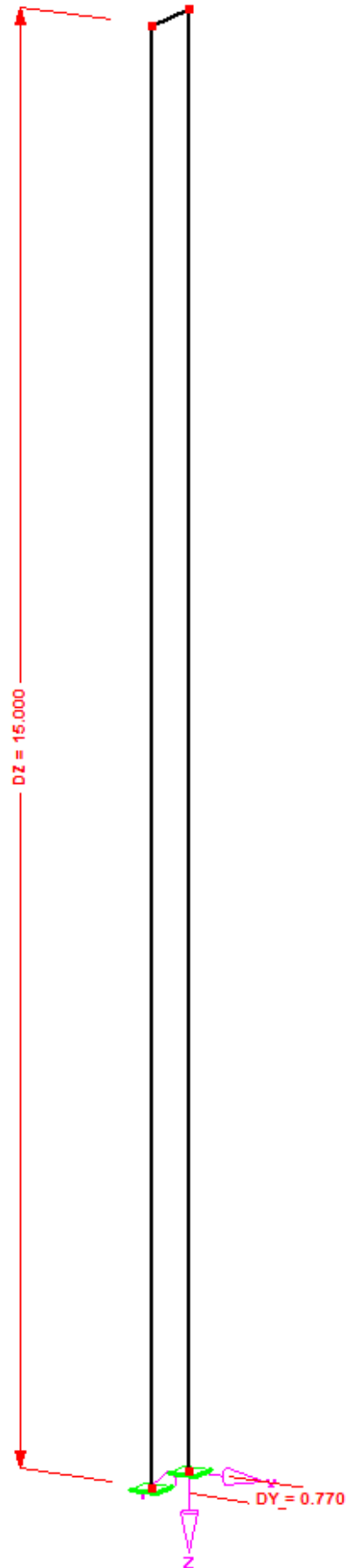
$$W1 = 1,14 * 2,3 * 0,74 * 0,65 * 1,05 = 1,32 \text{ KN/m}$$

$$W2 = 1,14 * 2,3 * 0,74 * 0,65 * 0,30 = 0,38 \text{ KN/m}^2$$

1.2. Eigengewicht Glas

$$16.\text{mm Glas} = 0,40 \text{ KN/m}^2$$

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr.	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		8



Huhle Stahl- und Metallbau GmbH 65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		9

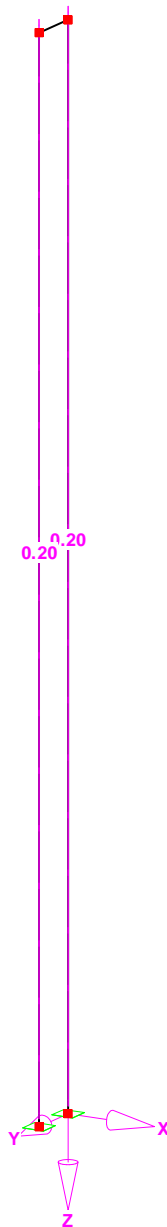
BASISANGABEN DER LASTFÄLLE

LF-Nr.	LF-Bezeichnung	Faktor	Überlagerungsart	Eigengewicht
1	Eigengewicht	1.00	Ständig	1.30
2	Wind in +X	1.00	Veränderlich	-
3	Wind in +Y	1.00	Veränderlich	-
4	Imperfektion	1.00	Imperfektion	-

STABLASTEN

LF 1

Nr.	Belastete Stäbe	Last-art	Last-Richtung	Parameter [kN, kNm, m, °C, kN/m, kNm/m]			
				P-1			
1	1,2	1	G	0.200			

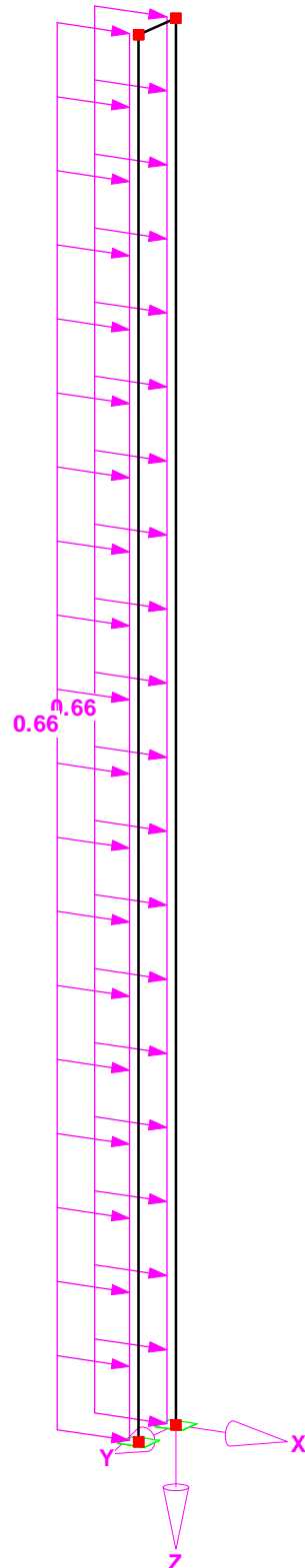


Huhle Stahl- und Metallbau GmbH 65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		10

STABLASTEN

LF 2

Nr.	Belastete Stäbe	Last-art	Last-Richtung	Parameter [kN, kNm, m, °C, kN/m, kNm/m]			
1	1,2	1	X	0.660			

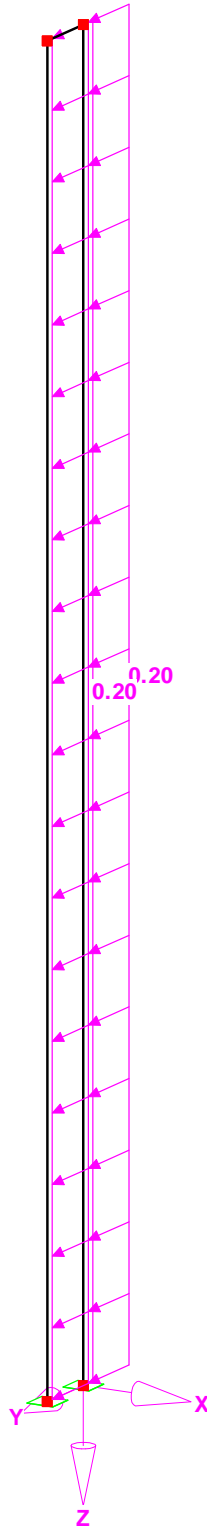


Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		11

STABLASTEN

LF 3

Nr.	Belastete Stäbe	Last-art	Last-Richtung	Parameter [kN, kNm, m, °C, kN/m, kNm/m]			
1	1,2	1	Y	0.200			

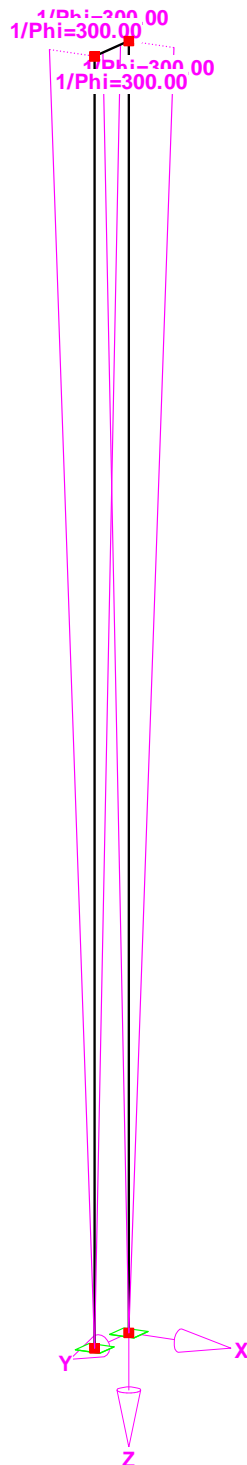


Huhle Stahl- und Metallbau GmbH 65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		12

IMPERFEKTIONEN

LF 4

Nr.	Imperfektion an Stäben	Richtung	Schiefstellung [1/phi-0]	Vorkrümmung [l/w-0]	Aktiviere w-0 ab ε
11		2	300.000	0.000	0.000
22		2	300.000	0.000	0.000
31		3	300.000	0.000	0.000
42		3	300.000	0.000	0.000



Huhle Stahl- und Metallbau GmbH 65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
	Objekt : 15m-Steile Bacherach	D1406F		13

LF-GRUPPEN

LG-Nr.	LG-Bezeichnung	Faktor	Beiwert gamma-M	Lastfälle in LG
1		1.00	1.10	1.35*LF1 + 1.50*LF2 + LF4
2		1.00	1.10	1.35*LF1 + 1.50*LF3 + LF4

DATEN ZUR THEORIE II. ORDNUNG

LG-Nr.	Faktor Ny	Anzahl Iterationen	Eps-Konvergenz		Ny-fache Ergebnisse	Entlastung durch Zugkräfte
			vorhanden	gewollt		
LG1	1.000	2	.00E+00	0.01	Ja	Nein
LG2	1.000	2	.52E-02	0.01	Ja	Nein

AUFLAGERKRÄFTE UND -MOMENTE

Knoten- Nr.	LF/LG- Nr.	Auflagerkräfte [kN]			Auflagermomente [kNm]		
		P-X	P-Y	P-Z	M-X	M-Y	M-Z
1	LF1	.000	.000	33.851	-.002	.000	.000
	LF2	9.900	.000	.000	.000	-74.250	.000
	LF3	.000	3.000	-18.678	15.309	.000	.000
	LF4	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	LG1	14.724	-.153	45.698	-.003	-118.546	.049
	LG2	-.131	4.445	16.936	23.431	1.123	.050
3	LF1	.000	.000	33.851	.002	.000	.000
	LF2	9.900	.000	.000	.000	-74.250	.000
	LF3	.000	3.000	18.678	15.309	.000	.000
	LF4	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	LG1	14.976	.153	45.698	.003	-117.722	.049
	LG2	.131	4.555	74.461	23.268	1.949	.050

GLOBALE KNOTENVERFORMUNGEN

Knoten- Nr.	LF/LG- Nr.	Verschiebungen [mm]			Verdrehungen [mrad]		
		u-X	u-Y	u-Z	phi-X	phi-Y	phi-Z
1	LF4	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
2	LF1	.00000	.00000	.06087	.00104	.00000	.00000
	LF2	81.87894	.00000	.00000	.00000	-7.27813	.00000
	LF3	.00000	26.68130	-.06671	.27092	.00000	.00000
	LF4	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
	LG1	1.486E+02	.00005	.09039	.00155	-13.39309	1.57136
	LG2	-1.83514	45.39048	-.02261	.46583	.18464	1.62985
3	LF4	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
4	LF1	.00000	.00000	.06087	-.00104	.00000	.00000
	LF2	81.87894	.00000	.00000	.00000	-7.27813	.00000
	LF3	.00000	26.68130	.06671	.27092	.00000	.00000
	LF4	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
	LG1	1.472E+02	-.00005	.09039	-.00155	-13.26067	1.57136
	LG2	-3.22058	45.39044	.20339	.45201	.32315	1.62985
Maxi	LF1	.00000	.00000	.06087	.00104	.00000	.00000
Mini	LF1	.00000	.00000	.00000	-.00104	.00000	.00000
Maxi	LF2	81.87894	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
Mini	LF2	.00000	.00000	.00000	.00000	-7.27813	.00000
Maxi	LF3	.00000	26.68130	.06671	.27092	.00000	.00000
Mini	LF3	.00000	.00000	-.06671	.00000	.00000	.00000
Maxi	LF4	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
Mini	LF4	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000
Maxi	LG1	1.486E+02	.00005	.09039	.00155	.00000	1.57136
Mini	LG1	.00000	-.00005	.00000	-.00155	-13.39309	.00000
Maxi	LG2	.00000	45.39048	.20339	.46583	.32315	1.62985
Mini	LG2	-3.22058	.00000	-.02261	.00000	.00000	.00000

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Steile Bacherach	D1406F		14

STAHL1 - SPANNUNGSANALYSE

BASISANGABEN

ZU BEMESSENDE STÄBE
Alle
ZU BEMESSENDE LASTFÄLLE
LG1 - 1.35*LF1 + 1.50*LF2 + LF4
LG2 - 1.35*LF1 + 1.50*LF3 + LF4

GRENZSPANNUNGEN

Mat.-Nr.	Material-Bezeichnung	Material-Norm, Kriterium	Grenzspannungen [kN/cm ²]		
			Sigma	Tau	Sigma-v
1	S 235 JR G2	DIN 18800 t ≤ 40 mm	21.82	12.6	21.82

QUERSCHNITTE

Quer.-Nr.	Mat.-Nr.	Querschnittsbezeichnung Querschnittsdrehung	I-T [cm ⁴] A [cm ²]	I-2 [cm ⁴] Alpha pl. y	I-3 [cm ⁴] Alpha pl. z
1	1	HE-M 240	630.00	24290.00	8150.00
			200.00	1.14	1.25
2	1	Flachstahl 300/20	80.00	20.00	4500.00
			60.00	1.00	1.00

MAX. SPANNUNGEN IN QUERSCHNITTEN

Spannungsart	Stab-Nr.	x-Stelle [m]	S-Punkt Nr.	LF Nr.	Spannung [kN/cm ²]		Ausnutzung
					vorh	grenz	
Querschnitt Nr. 1 - HE-M 240							
Sigma gesamt	1	0.000	6	LG1	-6.82	21.82	0.31
Tau gesamt	1	0.000	13	LG1	0.37	12.60	0.03
Sigma-v	1	0.000	8	LG1	6.82	21.82	0.31
Querschnitt Nr. 2 - Flachstahl 300/20							
Sigma gesamt	3	0.770	3	LG2	-3.98	21.82	0.18
Tau gesamt	3	0.000	5	LG2	0.73	12.60	0.06
Sigma-v	3	0.770	3	LG2	3.98	21.82	0.18

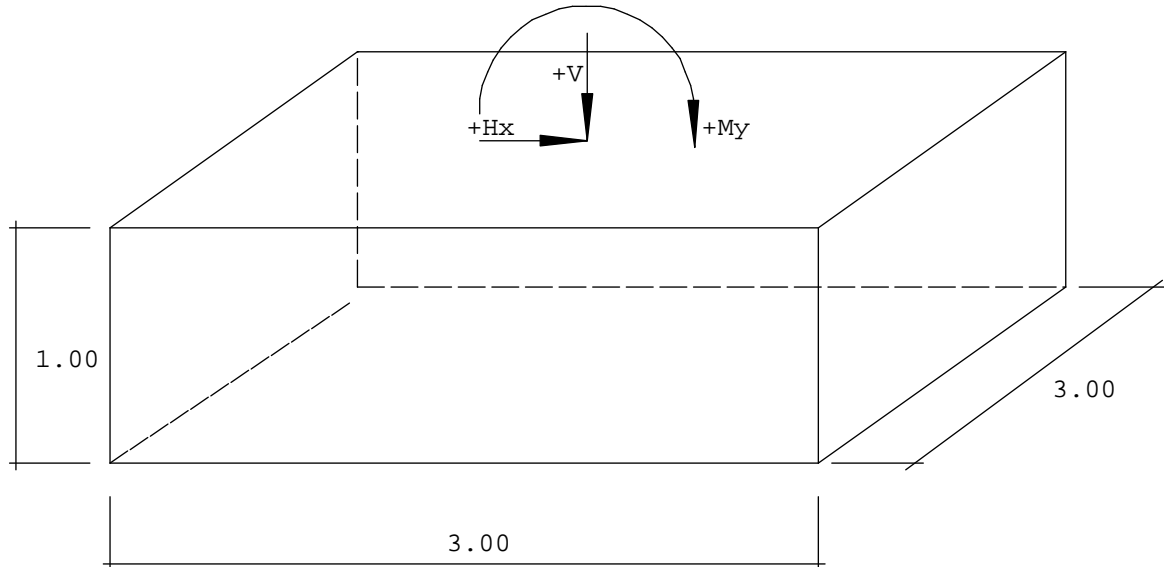
MASSGEBENDE SCHNITTGRÖSSEN - [SIGMA-V]

Stab-Nr.	x-Stelle [m]	LF Nr.	Kräfte [kN]			Momente [kNm]		
			N	Q-2	Q-3	M-T	M-2	M-3
1	0.000	LG1	-45.70	0.00	14.88	-0.05	-118.55	0.00
2	0.000	LG1	-45.70	0.00	-14.82	-0.05	117.72	0.00
3	0.770	LG2	-0.05	28.44	-0.13	0.01	-0.05	-11.19

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		15

3. Fundament

$$\begin{array}{lcl}
 H & = & 1,32 * 1,05 * 15,0 & = & 20,8 \text{ KN} \\
 M & = & 20,8 * 0,6 * 15,0 & = & 187,2 \text{ KNm} \\
 V & = & 2 * 34,0 & = & 68,0 \text{ KN}
 \end{array}$$



Betonguete C20/25

$$\begin{array}{lcl}
 G_f & = & 3.00 * 3.00 * 1.00 * 25.0 & = & 225.0 \text{ KN} \\
 R-1 & = & 68.0 + 225.0 & = & 293.0 \text{ KN} \\
 ex-1 & = & (20.8 * 1.00 + 187.2) / 293.0 & = & 0.71 \text{ m} \\
 L1'' & = & 3.00 - 2 * 0.71 & = & 1.58 \text{ m} \\
 Sig-1 & = & 293.0 / 1.58 / 3.00 & = & 61.8 \text{ KN/m}^2 \\
 & & & = & 6.2 \text{ N/cm}^2 < 20.0
 \end{array}$$

Gleitsicherheit

$$Nue = 0.6 * 293.0 / 20.8 = 8.45 > 1.5$$

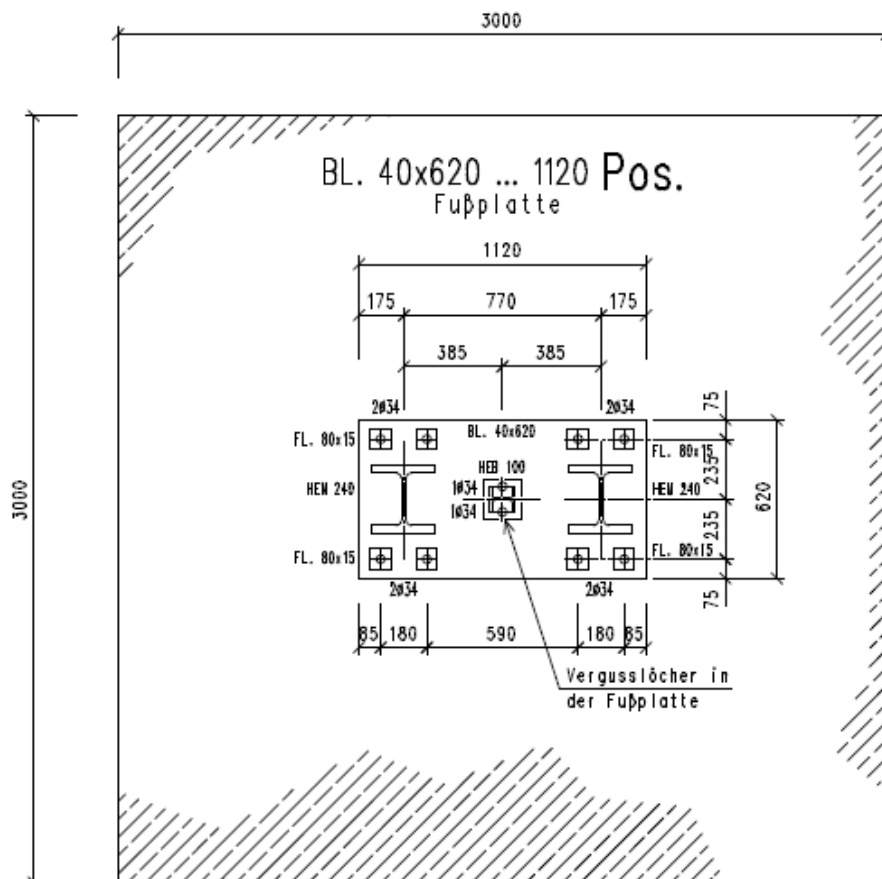
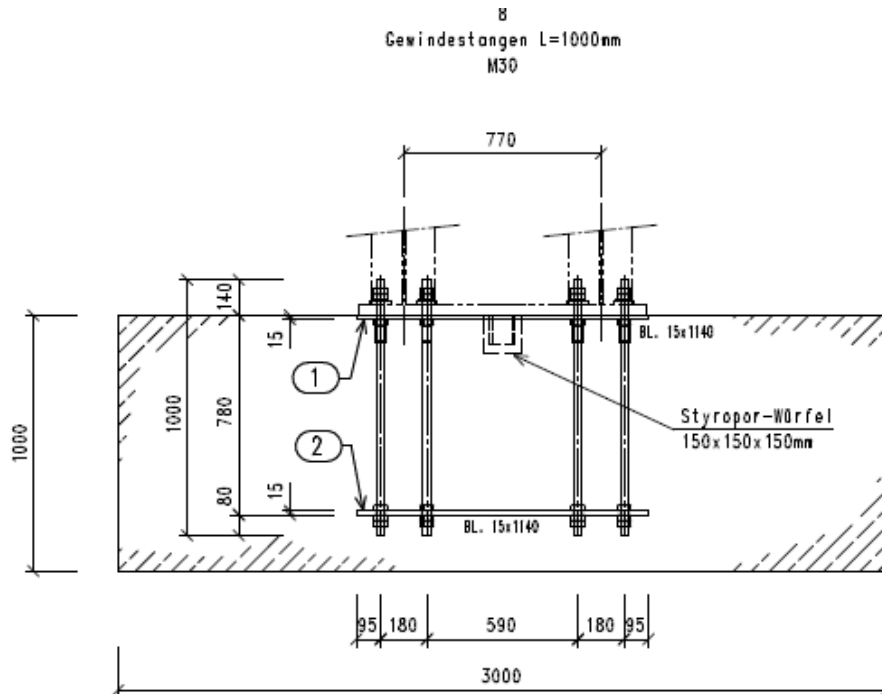
Bewehrung

$$\begin{array}{lcl}
 M & = & 61.8 * 1.50^2 / 2 & = & 69.5 \text{ KNm/m} \\
 Kh & = & 95.0 / 69.5^{0.5} = 11.4 & ==> & Ks = 3.6 \\
 As & = & 3.6 * 69.5 / 95.0 & = & 2.63 \text{ cm}^2/\text{m}
 \end{array}$$

Gewaehlt : Laengs 6,4 x Rund 12/m (oben + unten) ==> As = 7,24 cm²/m
 Quer 6,4 x Rund 12/m (oben + unten) ==> As = 7,24 cm²/m

Huhle Stahl- und Metallbau GmbH 65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Kunde : Karl-Martin Hartmann	Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		16

3.1. Verankerung



Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		17

$$\text{Verguss-Beton C25/30} \Rightarrow \text{Sig-Beton} = 0.85 * 25.0 / 1.50 = 14.2 \text{ N/mm}^2$$

$$= 1.42 \text{ KN/cm}^2$$

Schub-Rippe

$$\text{Abstand Fundament - Fussplatte} = 30.0 \text{ mm}$$

$$\text{Eingreiftiefe in das Fundament} = 100.0 \text{ mm}$$

$$M_{y,d} = 12.0 * (3.0 + 0.5 * 10.0) = 96.0 \text{ KNcm}$$

$$Q_{,d} = 12.0 \text{ KN}$$

Nachweis der Schub-Rippe

Profil : HEB 100 S235JR

$$N_{-pl} = 26.0 * 23.5 / 1.10 = 555.5 \text{ KN}$$

$$M_{y-pl} = 104.2 * 23.5 / 1.10 = 22.3 \text{ KNm}$$

$$M_{z-pl} = 50.0 * 23.5 / 1.10 = 10.7 \text{ KNm}$$

$$M_{y-Ed} / M_{y-Rd} = 1.0 / 22.3 = 0.043 < 1.00$$

Schub-Spannung

$$F\text{-Steg} = 12.0 \text{ cm}^2$$

$$Q_{,plast} = 12.0 * 23.50 / (1.732 * 1.00) = 148.0 \text{ KN}$$

$$N\text{-Ed} / N\text{-Sd} = 12.0 / 148.0 = 0.081 < 1.00$$

Schweiss-Naehnte

$$\text{Schweissnaht Flansch} \quad a = 3. \text{ mm}$$

$$\text{Schweissnaht Steg} \quad a = 3. \text{ mm}$$

$$Z_{,d} = 96.0 / 10.0 = 9.6 \text{ KN}$$

$$\text{Sigma}_{,d} = 9.6 / (2 * 0.3 * 10.0) = 1.6 \text{ KN/cm}^2 < 20.7$$

$$\text{Tau}_{,d} = 12.0 / (2 * 0.3 * 5.6) = 3.6 \text{ KN/cm}^2 < 20.7$$

Beton-Druckspannungen

mittragende Breite der Schubrippe

$$b_m = 6.0 + 1.61 * 12.0 + 5 * 10.0 = 75.0 \text{ mm}$$

$$\text{Sig-B} = 12.0 / (7.5 * 10.0) = 0.16 \text{ KN/cm}^2 < 1.42$$

Fussplatten-Bemessung

Blech T = 40.0 mm S235JRG2

Lastfall 1

$$Z_{-1,d} = 187,5 / 0,47 = 398,9 \text{ KN}$$

Anker

4 M30 Guete 4.5 1-schnittig

Huhle		Bau-Nr.	Objekt-Nr	Blatt
Stahl- und Metallbau GmbH	Kunde : Karl-Martin Hartmann			
65203 Wiesbaden-Biebrich Hagenauer Str. 25 Tel. 0611/967770 Fax 0611/967777	Objekt : 15m-Stele Bacherach	D1406F		18

Zugkraft

- - - - -

$$Z\text{-zul,d} = 0,9 * 4 * 40,0 * 5,61 / 1,25 = 646,3 \text{ KN}$$

$$Zt,Ed/Zt,Rd = 398,9 / 646,3 = 0.620 < 1.00$$

Fuss-Platte

- - - - -

Moment aus dem Gewi-Anker (pos. Moment)

$$M2,d = 398,9 * 10,0 = 3989,0 \text{ KNcm}$$

$$W = 2 * 24,7 * 4,0^2 / 4 = 197,6 \text{ cm}^3$$

$$\text{Sig-1,d} = 3989,0 / 197,6 = 20.2 \text{ KN/cm}^2 < 21.8$$

Schweiss-Naehete

- - - - -

Schweissnaht Flansch a = 5. mm

Schweissnaht Steg a = 5. mm

$$\text{Sigma,d} = 259.1 / (2 * 5.0 * 24.8) = 17.4 \text{ KN/cm}^2 < 20.7$$

$$\text{Tau,d} = 12.0 / (2 * 5.0 * 16.4) = 1.2 \text{ KN/cm}^2 < 20.7$$

Ing.Büro G.Schönhofer
Leipziger Str. 9
64331 Weiterstadt

Weiterstadt den 28.04.2014
Dipl.Ing. (FH) G. Schönhofer

