

STRUCTURAL REPORT STATISCHE BERECHNUNG

PROLYTE H30V	
---------------------	--

COMMISSION AUTHORITY/ AUFTRAGGEBER:

PROLYTE PRODUCTS
Industriepark 31
9351 PA Leek

Die statische Berechnung ist ausschließlich aufgestellt für die Fa. Prolyte
Eine Weitergabe an Dritte ist nur mit vorheriger Genehmigung des Aufstellers möglich.

prepared/Aufgestellt:

Aachen, April 2003



Dipl.-Ing. Stefan Krasenbrink

The structural report comprises pages:
Die statische Berechnung umfaßt die Seiten:

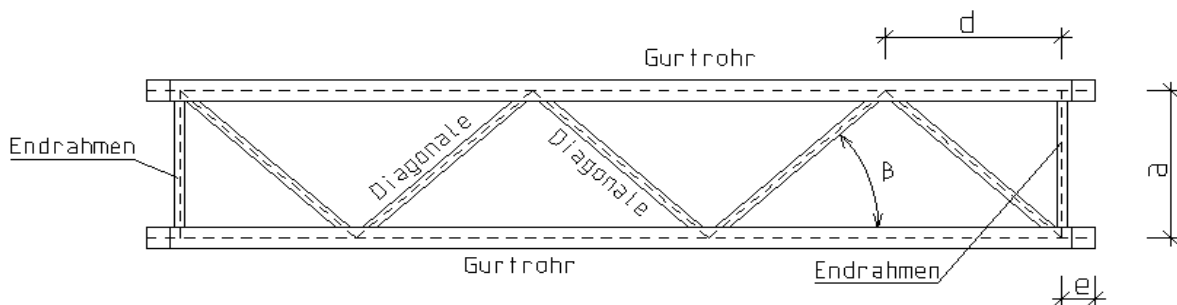
1 – 12

PROLYTE H30V

Vorbemerkung:

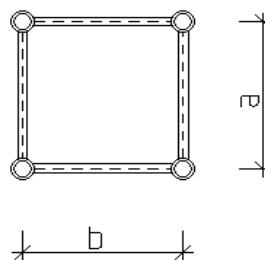
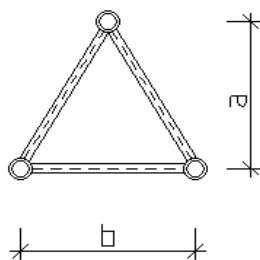
Gegenstand dieser Berechnung ist ein rechteckiger Aluminium-Fachwerkträger. Es handelt sich dabei um ein Baukastensystem, bei dem Traversen in unterschiedlichen Längen, beliebig miteinander verbunden werden können. Die Standardlängen dieses Systems beginnen bei 25 cm und können beliebig lang gebaut werden. Die Abstufungen betragen in der Regel 50 cm. Bei Einhaltung der Konstruktionsprinzipien kann jede beliebige Länge gebaut werden. Die Neigung der Diagonalen darf jedoch niemals flacher als hier berechnet ausgeführt werden. Verbunden werden die Einzellängen mittels Konusverbinder. In eine mit den Gurtrohren verschweißte Hülse wird ein sogenannter Verbinder eingesetzt und mit einem Stahlbolzen gesichert.

Prinzipielle Darstellung einer Traverse, sowie Bezeichnung der Einzelbauteile



3-Punkt-Traverse

4-Punkt-Traverse



Berechnungsgrundlagen:

DIN 4113-1	Aluminiumkonstruktionen Unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	Okt 86
DIN 4113-1 / A1	Aluminiumkonstruktionen Unter vorwiegend ruhender Beanspruchung	Sep 02
DIN 4113-2	Aluminiumkonstruktionen Unter vorwiegend ruhender Beanspruchung Berechnung geschweißter Aluminiumkonstruktionen	Sep 02

PROLYTE H30V

1. Eigengewicht Traverse/deadweight truss

6,3 kg/m

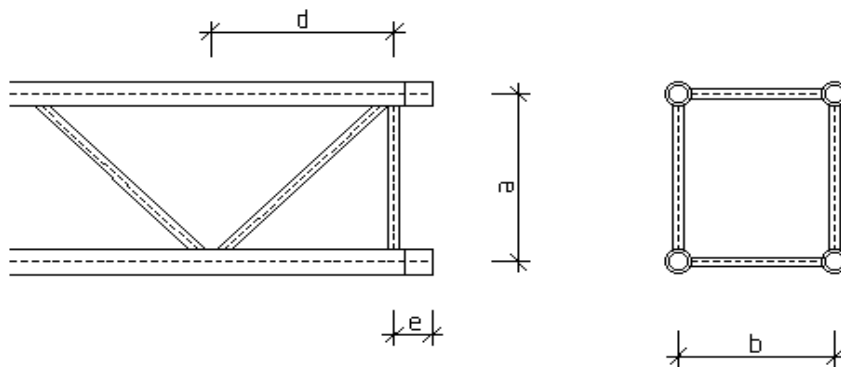
2. Querschnittswerte Einzelrohre / cross section single tubes

	D [mm]	t [mm]	A [cm ²]	W [cm ³]	I [cm ⁴]	It [cm ⁴]	i [cm]
Gurte / chords	48,000	3,000	4,241	4,493	10,783	21,566	1,595
Diagonale vertikal / diagonals vertical	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500
Diagonale horizontal / diagonals horizontal	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500
Endrahmen / end frame	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500

3. Traversengeometrie / truss-geometry

- Höhe/height
- Breite/width
- Abstand der Diagonalen/distance diagonals vertical
- Winkel der vertikalen Diagonalen/angle diagonals vertical
- Abstand der Diagonalen/distance diagonals horizontal
- Winkel der horizontalen Diagonalen/angle diagonals horizontal

a [cm]	23,90
b [cm]	23,90
d [cm]	23,90
β_v	45,00°
d [cm]	23,90
β_H	45,00°
e [cm]	5,00



4. Querschnittswerte Gesamttraverse / cross section complete truss

$$A = 4 \times A_{\text{Einzelrohr/single tube}}$$

$$I = 4 \times I_{\text{Einzelrohr/single tube}} + 4 \times A_{\text{Einzelrohr/single tube}} \times (a/2)^2$$

$$i = (I / A)^{1/2}$$

Die Trägheitsmomente werden aufgrund der nachgiebigen Verbindung Gurte-Diagonalen um 15 % abgemindert.

A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	i _y [cm]	i _z [cm]
16,96	2095,86	2095,86	11,12	11,12

PROLYTE H30V

5.Material: / material:

Gurtrohre / chords:

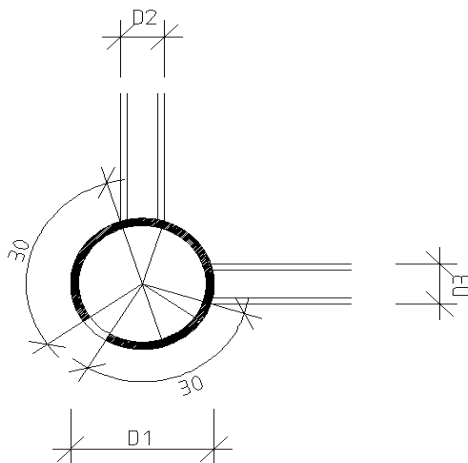
zulässige Spannung / permissible stress	AlMgSi1 F31 / EN AW 6082 T6			
	Rohre / tube	Wärmeeinflußzone / heat aff.zone	Schweißnaht / weld	WEZ Gurtrohr / HEZ chords
Sigma [kN/cm ²]	14,50	8,00	7,20	9,03
Tau [kN/cm ²]	8,40	4,60	4,20	5,23

Diagonalen / bracing:

zulässige Spannung / permissible stress	AlMgSi1 F31 / EN AW 6082 T6		
	Rohre / tube	Wärmeeinflußzone / heat aff.zone	Schweißnaht / weld
Sigma [kN/cm ²]	14,50	8,00	7,20
Tau [kN/cm ²]	8,40	4,60	4,20

Die Gurte werden durch die angeschweißten Diagonalen beeinträchtigt. Anteilmäßig wird die Spannung in Abhängigkeit von der Größe der Wärmeeinflusszone abgemindert. Betrachtung eines Gurtknoten mit 2 angeschweißten Diagonalen:

- D1 = 48,00 mm
- D2 = 16,00 mm
- D3 = 16,00 mm



Umfanglänge in der Wärmeeinflusszone(WEZ)

$$U_{WEZ} = \pi \times D1/4 + (D2+D3)/2 + 2 \times 30$$

$$U_{WEZ} = 113,7 \text{ mm}$$

Umfanglänge Gurtrohr

$$U_{Gesamt} = \pi \times D1$$

$$U_{WEZ} = 150,8 \text{ mm}$$

$$(U_{WEZ} / U_{ges}) = 0,75$$

Daraus folgt die reduzierte Querschnittsfläche A_k

$$k = (\beta_{0,2 WEZ} / \beta_{0,2}) = 0,5$$

$$A_k = (A \cdot 1,0) - (1 - 0,5) \cdot A \cdot (U_{WEZ} / U_{Gesamt}) = 0,62 \cdot A$$

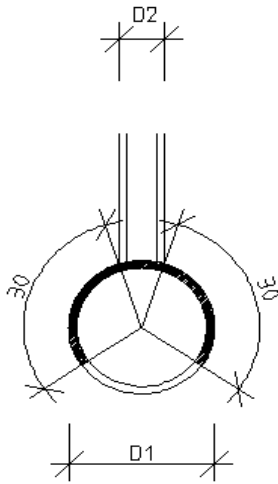
$$\text{Sigma} = 0,623 \times 14,50 = 9,03 \text{ kN/cm}^2$$

PROLYTE H30V

Betrachtung eines Gurtknoten mit 1 angeschweißten Diagonalen:

$$D1 = 48,00 \text{ mm}$$

$$D2 = 16,00 \text{ mm}$$



Umfanglänge in der Wärmeeinflußzone(WEZ)

$$U_{WEZ} = D2 + 2 \times 30$$

$$U_{WEZ} = 76,0 \text{ mm}$$

Umfanglänge Gurtrohr

$$U_{Gesamt} = \pi \times D1$$

$$U_{WEZ} = 150,8 \text{ mm}$$

$$(U_{WEZ} / U_{ges}) = 0,50$$

Daraus folgt die reduzierte Querschnittsfläche A_k

$$k = (\beta_{0,2 WEZ} / \beta_{0,2}) = 0.5$$

$$A_k = (A \cdot 1.0) - (1 - 0.5) \cdot A \cdot (U_{WEZ} / U_{Gesamt}) = 0,75 \times A$$

$$\text{Sigma} = 0,748 \times 14,50 = 10,85 \text{ kN/cm}^2$$

PROLYTE H30V

6.zulässige Normalkraft in den Einzelrohren / permissible normal force in the single tubes:

Zug-, Druckkräfte am Knoten / tension,compression at the node

$N = A \times \text{Sigma}_{WEZ}$

Gurtrohre / chord tube	N =	4,241	x	9,03=	38,31 kN
Diagonalen / diagonals vertikal	N =	0,880	x	8,00=	7,04 kN
Diagonalen / diagonals horizontal	N =	0,880	x	8,00=	7,04 kN

Druckkräfte im Rohr / compression tube

$N = A \times \text{Sigma} / \text{Omega}$

Stabilitätsnachweise der Einzelrohre / stability proof of single tube

	Knicklänge / buckling length	Schlankheit / slenderness ratio	Omega
Gurtrohre / chord tube	47,80	29,98	1,03
Diagonalen / diagonals vertikal*	25,35	50,70	1,35
Diagonalen / diagonals horizontal*	25,35	50,70	1,35

* Die Knicklängen der Füllstäbe sind mit dem Faktor 0,75 abgemindert (Einspannung in Gurt)

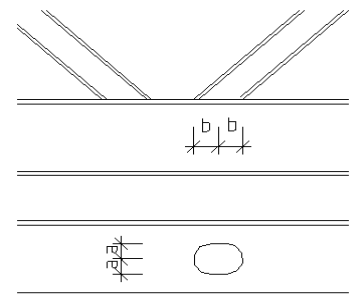
* The buckling length of the diagonals are reduced with the factor 0,75

Gurtrohre / chord tube	N =	4,241x	14,50/	1,03=	59,71 kN
Diagonalen / diagonals vertikal	N =	0,880x	14,50/	1,35=	9,45 kN
Diagonalen / diagonals horizontal	N =	0,880x	14,50/	1,35=	9,45 kN

Schweißnaht der Diagonalen / weld of the diagonals

Da die Schweißnahtspannung kleiner ist als die Spannung der Wärmeeinflusszone, folgt hier der Nachweis, daß die Fläche der Schweißnaht durch den schrägen Anschluss und die Rohrkrümmung so groß ist, das daß Diagonalrohr in der Wärmeeinflusszone maßgebend wird.

Es wird vorausgesetzt das eine HV-Naht aisgebildet ist / a butt weld is taken into account



Schweißnahtfläche/cross section of the weld Form Ellipse / form ellipse

	a[mm]	b[mm]	U[mm]	A[mm2]
Diagonale / diagonals	8,000	11,314	60,68	121,35

$U = \text{Pi} \times (a+b)/2$ $N =$ 1,21x 7,20= **8,74 kN**
 $A = U \times t_{\text{Rohr}}$ **>** **7,04 kN**

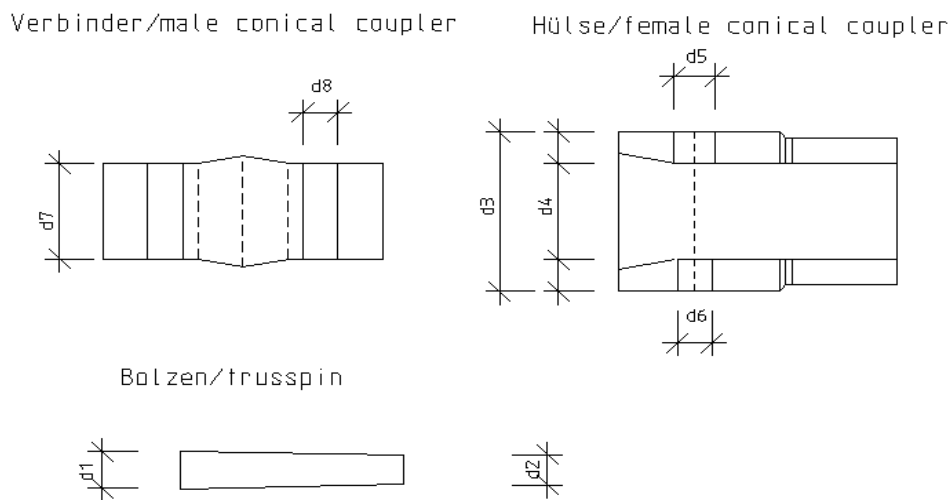
PROLYTE H30V

7.zulässige Normalkraft in den Traversenverbindern / permissible normal force in the fittings

Die Tragfähigkeit der Traversenverbinder wird durch 4 Elemente bestimmt:

1. Tragfähigkeit des Bolzens
2. Tragfähigkeit der Hülse (female conical coupler)
3. Tragfähigkeit des Verbinders (male conical coupler)
4. Tragfähigkeit der Schweißnaht Hülse-Rohr

Prinzipielle Darstellung der Einzelemente und Bezeichnung:



7.1.Bolzen / Truss pin

Material: / material:	9SMn 28 Werkst.-Nr. 1.0715		
Zugfestigkeit/tensile stress $f_{u,b,k}$		510,00	N/mm ²
Streckgrenze/yield stress $f_{y,b,k}$		410,00	N/mm ²

Querschnittswerte / cross section

d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_m [mm]	A_m [mm ²]	t [mm]	W_{pl} [mm ³]	alpha
11,75	9,50	10,63	88,66	0,50	199,91	0,60

Nachweis des Bolzens auf Abscheren/transversal force of the truss pin

$$y_m = 1,1 \quad W_{pl} = 4 \times r^3 / 3$$

zul. Querkraft / perm. trans. force	$V_{a,R,d} = 0,60 \times A_m \times f_{u,b,k} / y_m =$	24,66 kN
Querkraft / trans. Force	$V_d =$	0,50 x N
	Sicherheitsbeiwert 1,5	

$(V_d / V_{a,R,d}) = 1 \quad \text{-----} > \quad 24,66 / 0,50 / 1,50 \quad N_{stift/pin} = \quad 32,89 \text{ kN}$

PROLYTE H30V

7.2.Hülse / female conical coupler

Material: / material:	AlMgSi1 F31 / EN AW 6082 T6		
Zul. Sigma / permissible stress			14,50 kN/cm ²
Lochleibungsspannung / pressure on the face of hole			21,50 kN/cm ²
Querschnittswerte/ cross section			
Aussendurchmesser Hülse / outer radius female conical coupler	d ₃		48,00 mm
Innerndurchmesser Hülse / inner radius female conical coupler	d ₄		29,00 mm
Bohrung für Stift / size of bore for truss pin	maximum	d ₅	13,00 mm
Bohrung für Stift / size of bore for truss pin	minimum	d ₆	10,50 mm
Querschnittsfläche Hülse / cross section of female conical coupler	$\frac{\pi}{4} \times (d_3^2 - d_4^2)$		
		$\times (d_5 + d_6) / 2$	A _H = 925,79 mm ²
zulässige Normalkraft der Hülse/ permissible normal force in the female conical coupler:			
	N =	A _H x 14,50	= 134,24 kN
Querschnittsfläche Lochleibung / effective bearing area	$A_L = (d_3 - d_4) \times (d_1 + d_2) / 2$		201,88 mm ²
Lochleibung/bearing	N =	A _L x 21,50	= 43,40 kN
	N_{Hülse/female conical coupler}	=	43,40 kN

7.3.Verbinder/ male conical coupler

Material: / material:	AlCuBiPb F37 / EN AW 2011 T8		
Zul. Sigma / permissible stress			16,00 kN/cm ²
Lochleibungsspannung / pressure on the face of hole			24,00 kN/cm ²
Querschnittswerte/ cross section			
Aussendurchmesser Verbinder / outer radius conical coupler	d ₇		25,30 mm
Bohrung für Stift / size of bore for truss pin		d ₈	12,00 mm
Querschnittsfläche Verbinder / cross section conical coupler	$\frac{\pi}{4} \times d_7^2$		
		- d ₇ x d ₈	A _V = 199,13 mm ²
zulässige Normalkraft Verbinder/ permissible normal force in the conical coupler:			
	N =	A _V x 16,00	= 31,86 kN
Querschnittsfläche Lochleibung / effective bearing area	$A_L = d_7 \times (d_1 + d_2) / 2$		268,81 mm ²
Lochleibung/bearing	N =	A _L x 24,00	= 64,52 kN
	N_{Verbinder/coupler}	=	31,86 kN

PROLYTE H30V

7.4 Anschluss Verbinder-Rohr/connection fitting-tube

Schweißnaht/weld: 3,00 mm
 Durchmesser/Diameter 48,00 mm
 Fläche/surface 4,241 cm²

zul.Spannung/per. Stress 7,20 kN/cm²

$$N = A_{\text{weld}} \times 7,20 = 30,54 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Schweißnaht/Weld}} = 30,54 \text{ kN}$$

8.Zusammenfassung / summary

zulässige Normalkraft Gurtrohr / permissible normal force chord: **N = +- 38,31 kN**

zulässige Normalkraft in den Traversenverbindern / permissible normal force in the fittings: **N = +- 30,54 kN**

zulässige Normalkraft Diagonalen vertikal / permissible normal force diagonal vertical: **N = +- 7,04 kN**

zulässige Normalkraft Diagonalen horizontal / permissible normal force diagonal horizontal: **N = +- 7,04 kN**

9. Allgemeine Formeln / formulae:

N Gurtrohr / chord tube = $M_y / (2 \times 0,239) + M_z / (2 \times 0,239) + N / 4$

N Diagonale / diagonals = $V_z / (2 \times \sin 45^\circ)$ vertikal / vertical

N Diagonale / diagonals = $V_y / (2 \times \sin 45^\circ)$ horizontal / horizontal

PROLYTE H30V

10. zulässige Schnittgrößen der Gesamttraverse / permissible internal force complete truss:

Biegemoment/bending moment $M_y = 2 \times N_{\text{Gurtrohr / chord tube}} \times$	0,239=	14,60 kNm
Biegemoment/bending moment $M_z = 2 \times N_{\text{Gurtrohr / chord tube}} \times$	0,239=	14,60 kNm
Normalkraft / normal force $N = 4 \times N_{\text{Gurtrohr / chord tube}} =$		122,15 kN
Querkraft / transversal force $Q_z = 2 \times N_{\text{Diagonale}} \times \sin$	45,00 ° =	9,95 kN
Querkraft / transversal force $Q_y = 2 \times N_{\text{Diagonale}} \times \sin$	45,00 ° =	9,95 kN

11. Moment und Querkraftüberlagerung/ moment and transversal force interaction

Durch die Abmessungen der Kupplung entsteht an den Kupplungsstellen infolge Querkraft ein zusätzliches Biegemoment im Gurtrohr.
 Das heißt, daß an den Stellen an denen gleichzeitig Momente und Querkräfte als Schnittgrößen auftreten, die Spannungen aus beiden Komponenten im Gurtrohr überlagert werden müssen.

$$\text{Sigma} = M_{\text{Gurtrohr/chord tube}}/W + N_{\text{Gurtrohr/chord tube}}/A$$

$$Q_{\text{Gurtrohr/chord tube}} = 0,25 \times Q_{\text{gesamt/total}}$$

$$M_{\text{Gurtrohr/chord tube}} = Q_{\text{Gurtrohr/chord tube}} \times e^*$$

Querkraft verteilt sich auf 4 Gurte

$$e^* = 5,00$$

PROLYTE H30V

**zulässige Belastung eines Einfeldträgers /
permissible loads single-span-girder**

Das Eigengewicht der Traverse ist bereits berücksichtigt / deadweight truss is already taken into account

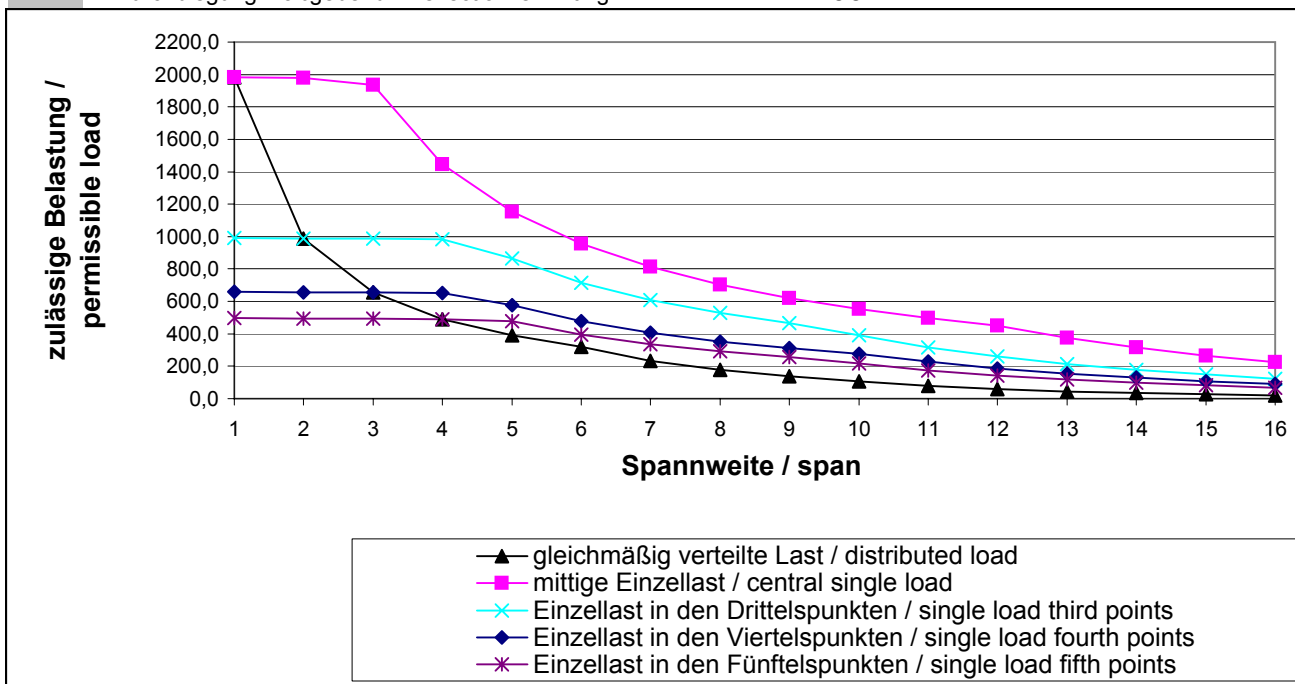
Spannweite / span	Spannweite / span	gleichmäßig verteilte Last / distributed load	gleichmäßig verteilte Last / distributed load	Durchbiegung / deflection	mittige Einzellast / central single load	mittige Einzellast / central single load	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Drittelpunkten / single load third points	Einzellast in den Drittelpunkten / single load third points	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Viertelpunkten / single load fourth points	Einzellast in den Viertelpunkten / single load fourth points	Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Fünftelpunkten / single load fifth points	Einzellast in den Fünftelpunkten / single load fifth points	Durchbiegung / deflection
m	ft	kg/m	lbs/ft	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm
1	3,3	1984,1	1335,0	0,1	1984,1	4378,9	0,1	992,1	2189,5	0,1	660,3	1457,3	0,1	496,0	1094,7	0,1
2	6,6	988,9	665,4	0,4	1977,8	4365,0	0,3	988,9	2182,5	0,4	657,2	1450,4	0,4	494,5	1091,3	0,4
3	9,8	657,2	442,2	0,9	1936,7	4274,4	0,7	985,8	2175,6	1,0	654,0	1443,4	0,9	492,9	1087,8	1,0
4	13,1	491,3	330,6	1,7	1447,0	3193,6	1,3	982,6	2168,6	1,7	650,9	1436,5	1,6	491,3	1084,3	1,7
5	16,4	391,8	263,6	2,6	1152,0	2542,4	2,1	864,0	1906,8	2,6	576,0	1271,2	2,5	478,1	1055,1	2,6
6	19,7	318,1	214,0	3,7	954,2	2105,9	3,0	715,6	1579,4	3,8	477,1	1052,9	3,5	396,0	873,9	3,8
7	23,0	232,0	156,1	5,1	812,0	1792,1	4,1	609,0	1344,1	5,2	406,0	896,1	4,8	337,0	743,7	5,2
8	26,2	176,2	118,5	6,6	704,6	1555,1	5,3	528,5	1166,3	6,8	352,3	777,5	6,3	292,4	645,4	6,8
9	29,5	137,9	92,8	8,4	620,4	1369,2	6,7	465,3	1026,9	8,6	310,2	684,6	8,0	257,5	568,2	8,6
10	32,8	106,2	71,5	10,0	552,4	1219,0	8,3	390,0	860,8	10,0	276,2	609,5	9,8	215,8	476,3	10,0
11	36,1	78,2	52,6	11,0	496,1	1095,0	10,0	315,9	697,1	11,0	228,4	504,0	11,0	174,8	385,8	11,0
12	39,4	58,8	39,6	12,0	448,7	990,4	11,9	258,9	571,4	12,0	187,5	413,9	12,0	143,3	316,2	12,0
13	42,6	44,9	30,2	13,0	375,9	829,6	13,0	214,1	472,4	13,0	155,4	343,0	13,0	118,4	261,4	13,0
14	45,9	34,7	23,4	14,0	315,3	695,9	14,0	178,0	392,8	14,0	129,6	286,1	14,0	98,5	217,3	14,0
15	49,2	27,0	18,2	15,0	265,9	586,7	15,0	148,4	327,5	15,0	108,5	239,5	15,0	82,1	181,2	15,0
16	52,5	21,2	14,2	16,0	224,8	496,1	16,0	123,8	273,2	16,0	90,9	200,7	16,0	68,5	151,2	16,0

☐ = Querkraft maßgebend / shear is limiting

☐ = Biegemoment maßgebend / bending moment is limiting

☐ = Durchbiegung maßgebend / Deflection is limiting

L/100



PROLYTE H30V

**zulässige Belastung eines Einfeldträgers /
permissible loads single-span-girder**

Das Eigengewicht der Traverse ist bereits berücksichtigt / deadweight truss is already taken into account

Spannweite / span		gleichmäßig verteilte Last / distributed load		Durchbiegung / deflection	mittige Einzellast / central single load		Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Drittelpunkten / single load third points		Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Viertelpunkten / single load fourth points		Durchbiegung / deflection	Einzellast in den Fünftelpunkten / single load fifth points		Durchbiegung / deflection
m	ft	kg/m	lbs/ft	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm	kg	lbs	cm
1	3,3	1984,1	1335,0	0,1	1984,1	4378,9	0,1	992,1	2189,5	0,1	660,3	1457,3	0,1	496,0	1094,7	0,1
2	6,6	988,9	665,4	0,4	1977,8	4365,0	0,3	988,9	2182,5	0,4	657,2	1450,4	0,4	494,5	1091,3	0,4
3	9,8	657,2	442,2	0,9	1936,7	4274,4	0,7	985,8	2175,6	1,0	654,0	1443,4	0,9	492,9	1087,8	1,0
4	13,1	491,3	330,6	1,7	1447,0	3193,6	1,3	982,6	2168,6	1,7	650,9	1436,5	1,6	491,3	1084,3	1,7
5	16,4	391,8	263,6	2,6	1152,0	2542,4	2,1	864,0	1906,8	2,6	576,0	1271,2	2,5	478,1	1055,1	2,6
6	19,7	318,1	214,0	3,7	954,2	2105,9	3,0	715,6	1579,4	3,8	477,1	1052,9	3,5	396,0	873,9	3,8
7	23,0	232,0	156,1	5,1	812,0	1792,1	4,1	609,0	1344,1	5,2	406,0	896,1	4,8	337,0	743,7	5,2
8	26,2	176,2	118,5	6,6	704,6	1555,1	5,3	528,5	1166,3	6,8	352,3	777,5	6,3	292,4	645,4	6,8
9	29,5	137,9	92,8	8,4	620,4	1369,2	6,7	465,3	1026,9	8,6	310,2	684,6	8,0	257,5	568,2	8,6
10	32,8	110,5	74,3	10,4	552,4	1219,0	8,3	414,3	914,3	10,6	276,2	609,5	9,8	229,2	505,9	10,6
11	36,1	90,2	60,7	12,5	496,1	1095,0	10,0	372,1	821,2	12,8	248,1	547,5	11,9	205,9	454,4	12,8
12	39,4	74,8	50,3	14,9	448,7	990,4	11,9	336,6	742,8	15,3	224,4	495,2	14,2	186,2	411,0	15,3
13	42,6	62,8	42,3	17,5	408,2	900,8	14,0	306,1	675,6	17,9	204,1	450,4	16,6	169,4	373,8	17,9
14	45,9	53,3	35,8	20,3	372,9	823,1	16,3	279,7	617,3	20,8	186,5	411,5	19,3	154,8	341,6	20,8
15	49,2	45,6	30,7	23,3	342,0	754,8	18,7	256,5	566,1	23,8	171,0	377,4	22,1	141,9	313,2	23,8
16	52,5	39,3	26,5	26,5	314,5	694,1	21,2	235,9	520,6	27,1	157,3	347,1	25,2	130,5	288,1	27,1

'=Querkraft maßgebend / shear is limiting'

'=Biegemoment maßgebend / bending moment is limiting'

'= Durchbiegung maßgebend / Deflection is limiting'

OHNE DURCHBIEGUNGSBESCHRÄNKUNG

