

Auftraggeber: Carl Stahl ARC GmbH
Siemensstraße 2
73079 Sülzen

Projekt: Neubau Kita Kuhweid in Weinheim,
X-TEND Seilnetze.

Statische Berechnung

Inhalt: Die Berechnung umfasst die statischen Nachweise für die Seilnetze und Seile sowie die Ermittlung der auf die bauseitige Unterkonstruktion einwirkenden Auflagerkräfte.

Vorschriften:	DIN EN 1990:2010-12:	Grundlagen der Tragwerksplanung.
	DIN EN 1991-1:2010-12:	Einwirkungen auf Tragwerke.
	DIN EN 1993-1:2010-12:	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.
	ETB-Richtlinie 06-1985:	Bauteile, die gegen Absturz sichern.
	ETA-10/0358:	I-SYS Edelstahl-Seilzugglieder.
	ETA-22/0257:	X-TEND Edelstahl-Seilnetze.
	FLL 2018:	Fassadenbegrünungsrichtlinie.

Lasten:	Dynamische Stoßenergie:	S = 100 Nm	(Horizontal)
	Begrünung:	Lastklasse 1-4	(gem. FLL-Richtlinie)
	Windzone:	WZ 1	

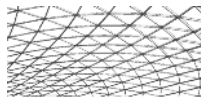
Geländernetze:	Seilnetze:	CXL 115040
	Randseile:	6x19+WSC, D=8mm

Ranknetze:	Seilnetze:	CXL 120140
	Ringseile:	6x19+WSC, D=10mm

MH Ingenieure

Jünglingstraße 8, 73079 Sülzen
Telefon: 07162 / 305 36 66
Info@mh-ing.com





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

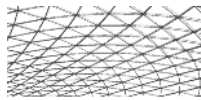
Inhaltsverzeichnis

Deckblatt	I
Inhaltsverzeichnis	II
Unterschriftenblatt	III
1. Allgemeines	1
1.1 Beschreibung	1
1.2 Programme	2
1.3 Bauteile Geländernetze	3
1.3.1 Seilnetze	3
1.3.2 Randseile	7
1.4 Bauteile Ranknetze	9
1.4.1 Seilnetze	9
1.4.2 Ringseile	13
1.5 Vorschriften	15
2. Konstruktion	16
2.1 Allgemeines	16
2.2 Geländernetze	17
2.3 Ranknetze	21
3. Lasten	24
3.1 Eigenlasten	24
3.2 Vorspannung	25
3.3 Nutzlasten	26
3.4 Begrünung	28
3.5 Vereisung	30
3.5.1 Seilnetze mit Begrünung	30
3.5.2 Seilnetze ohne Begrünung	31
3.6 Windlasten	33
3.6.1 Seilnetze mit Begrünung	33
3.6.2 Seilnetze ohne Begrünung	34
3.7 Lastkombinationen	35
4. Schnittkraftermittlung	36
5. Geländernetze	38
5.1 System Eingabedaten	38
5.2 Belastung Eingabedaten	43
5.3 Ergebnisse Seilnetze	48



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

5.4	Randseile	52
5.5	Auflagerkräfte	56
5.6	Verformungen	62
6.	Ranknetze	66
6.1	System Eingabedaten	66
6.2	Belastung Eingabedaten	70
6.3	Ergebnisse Seilnetze	75
6.4	Ringseile	77
6.5	Auflagerkräfte	79
6.6	Verformungen	82



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Aufgestellt: MH Ingenieure
Jünglingstraße 8
73079 Süßen

Süßen, den 09.03.2026



Dipl. Ing. Marc Häderle



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

1. Allgemeines

1.1 Beschreibung

Die Stadt Weinheim baut für die infolge von Setzungsrissen als nicht mehr sanierungsfähig eingestufte Kindertagesstätte Kuhweid und das im Jahr 1978 angebaute Mehrgenerationenhaus zwei neue moderne Ersatzneubauten in Holzbauweise.

In diesem Zusammenhang sollen in die Geländer der Außentreppen, der Fluchtbalkone und am Trep-
penloch Seilnetze als Geländerfüllungen und als Absturzsicherungen eingebaut werden. Zusätzlich ist
im Außenbereich der Einbau von Seilnetzen als Rankhilfen für Kletterpflanzen vorgesehen. Als Seilnetze
sollen dabei Edelstahlseilnetze vom System X-TEND der Fa. Carl Stahl ARC GmbH mit einer für diesen
Einsatzzweck Europäischen Technischen Bewertung (ETA) zur Ausführung kommen.



Ersatzneubau Kita Kuhweid in Weinheim

Die Seilnetze werden an ihren Netzrändern an Randseile und an bauseitige Rundstäbe angebunden, die in regelmäßigen Abständen auf der bauseitigen Unterkonstruktion befestigt werden.

Im Folgenden werden die Seilnetze zusammen mit den Randseilen statisch berechnet und nachgewie-
sen. Die an den Bauteilen zur Seilführung, Seilumlenkung und Seilverankerung der Randseile auftreten-
den Auflagerkräfte sowie die Einwirkungen auf die bauseitigen Rundstäbe zur Netzanbindung werden
angegeben.

Der Nachweis der Bauteile zur Seilführung, Seilumlenkung und Seilverankerung der Randseile, die
Rundstäbe zur Netzanbindung sowie die Ein- und Weiterleitung der Kräfte in der bauseitigen Unterkon-
struktion sind nicht Gegenstand der Untersuchung. Die entsprechenden Nachweise werden bauseits er-
bracht.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

1.2 Programme

Die Ermittlung der Schnittgrößen und Auflagerkräfte für die Seilkonstruktionen erfordert eine geometrisch nichtlineare Berechnung nach Theorie III. Ordnung mit Berücksichtigung der Einflüsse aus den Seilverformungen auf die Schnittgrößenverteilung.

Die Schnittgrößenermittlung erfolgt daher elektronisch mit dem räumlichen FEM-Programm Sofistik, Version 13.17-27, der Sofistik AG, Oberschleißheim.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

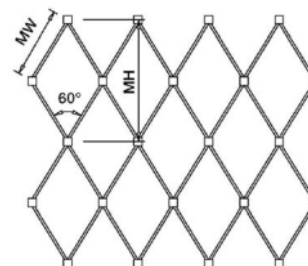
1.3 Bauteile Geländernetze

1.3.1 Seilnetze

Seilnetze gemäß ETA 22/0257

Maschengeometrie

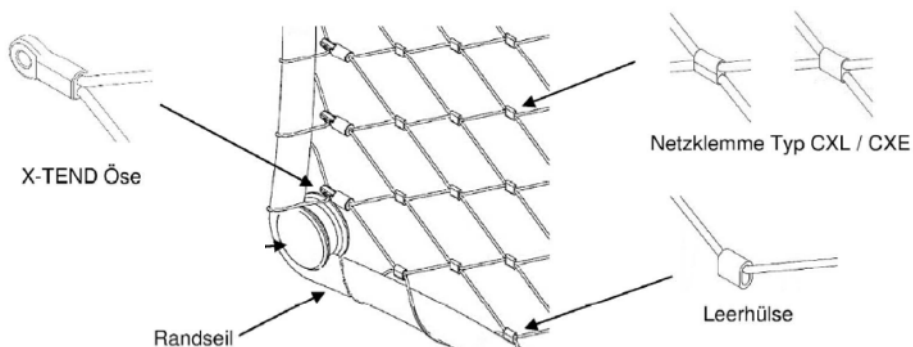
Maschenweite: MW = 40 mm
 Maschenhöhe: MH = 69 mm
 Maschenausrichtung: vertikal
 Maschenwinkel: $\alpha = 60^\circ$
 Bezeichnung: CXL 115040



Netzseile

Rundlitzenseil: 7x7
 Werkstoff Nr.: 1.4401
 Drahtzugfestigkeit: $f_{u,k} \geq 1.770 \text{ N/mm}^2$
 Elastizitätsmodul: $E_Q = 90.000 \text{ N/mm}^2$
 Seildurchmesser: $D = 1,50 \text{ mm}$
 Metallischer Querschnitt: $A_m = 0,97 \text{ mm}^2$
 Mindestbruchkraft: $F_{uk} = 1,86 \text{ kN}$
 Grenztragfähigkeit: $F_{Rd1} = F_{uk} / 1,50 = 1,240 \text{ kN}$

Netzseilkonstruktion	Netzseil- Ø [mm]	E_Q [kN/mm ²]	Drahtzugfestigkeit [N/mm ²]	Metallischer Querschnitt [mm ²]	Mindestbruchlast [kN]
Rundlitzenseil 7x7	1,0	90 ± 10	>1770	0,43	0,64
	1,5		>1770	0,97	1,86
	2,0		>1770	1,73	2,88
Rundlitzenseil 7x19	1,5	90 ± 10	>1770	0,94	1,44
	2,0		>1770	1,67	2,56
	3,0		>1570	3,76	5,12
	4,0		>1570	6,69	9,09





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Netzklemmen

Netzklemmen Typ:

CXL

Maschenwinkel:

 $\alpha = 60^\circ$

Mindestbruchkraft:

 $F_{Nak} = 2,20 \text{ kN}$

Bruchkraft Einzelseil:

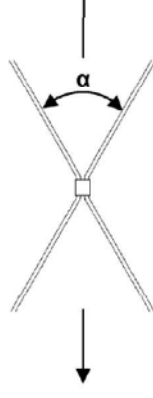
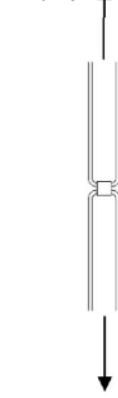
 $F_{uk} = 0,50 \times F_{Nak} / \cos(\alpha/2) = 1,270 \text{ kN}$

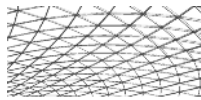
Grenztragfähigkeit Einzelseil:

 $F_{Rd2} = F_{uk} / 1,50 = 0,847 \text{ kN}$

Netz- typ	Netzseil- Ø [mm]	Artikelnummer Netzklemme	Netzseil- konstruktion	Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit [kN]					
				$F_{N,SI,k}$	$F_{N,\alpha,k}$				$F_{N,180,k}$
					45	60	75	120	
CXL	1,5	L11545	7x7	0,28	2,41	2,20	2,00	1,55	2,16
	2,0	L12045	7x7	0,22	3,73	3,56	3,07	2,53	3,16
			7x19	0,30	3,72	3,56	3,36	2,65	2,88
	3,0	L13045	7x19	0,37	7,06	6,34	5,77	4,37	5,10
CXE	1,0	CCKLE100	7x7	0,08	0,72	0,70	0,74	0,50	0,72
	1,5	CCKLE150L4.6MM	7x7	0,43	2,32	2,06	1,84	1,52	1,99
		CCKLE150SM	7x7	0,15	2,67	2,38	2,05	1,45	1,95
			7x19	0,16	2,03	1,96	1,64	1,25	1,41
	2,0	CCKLE200SM	7x7	0,34	4,15	3,66	3,50	2,65	2,84
			7x19	0,17	3,84	3,65	3,18	2,25	2,71
		CCKLE300SM	7x19	0,31	6,74	6,16	5,52	3,59	4,57
	4,0	CCKLE400	7x19	0,50	14,7	13,7	12,0	8,9	10,8
CXS	1,5	CXNK0150	7x7	1,10	2,48	2,22	2,28	1,69	1,97

Kraftrichtungen

 $F_{N,SI,k}$  $F_{N,\alpha,k}$  $F_{N,180,k}$ 



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Randklemmen Typ 1

Randklemmen Typ:

X-TEND Öse

Montageseil:

7x7, Ø 1,50mm

Mindestbruchkraft:

 $F_{ECk} =$ $= 2,160 \text{ kN}$

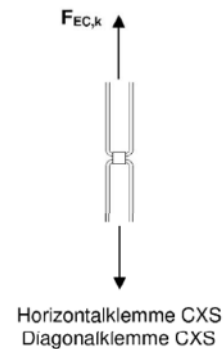
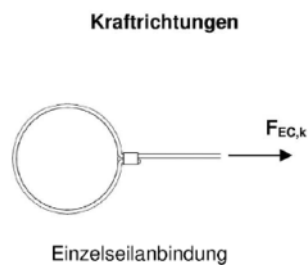
Bruchkraft Einzelseil:

 $F_{uk} = 0,50 \times F_{ECk}$ $= 1,080 \text{ kN}$

Grenztragfähigkeit Einzelseil:

 $F_{Rd3} = F_{uk} / 1,50$ $= 0,720 \text{ kN}$

Randanbindung		Netzseil-Ø [mm]	Seilkonstruktion	Montage- seil-Ø [mm]	Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit [kN]
Bezeichnung	Artikelnummer				F _{EC,k}
X-TEND Öse	CXR0015	1,0	7x7	1,0/1,5	0,81
		1,5	7x7	1,5	2,16
			7x19		1,72
			7x7	2,0	3,30
			7x19		1,77
	CXR0020	2,0	7x7	2,0/3,0	3,37
			7x19		3,30
	CXR00301 / CXR00302	3,0	7x19	3,0	5,60
				4,0	6,74
Leerröhre		entsprechend Netzklemme F _{N,180,k}			
Einzelseilanbindung	CXEV0015	1,5	7x7	--	1,25
			7x19	--	0,86
	CXEV0020	2,0	7x7	--	2,11
			7x19	--	1,89
Vertikalklemme CXS	CX900014-1 + CX900014-22	1,5	7x7	2,0	1,90
Horizontalklemme CXS	CX900016-2	1,5	7x7	2,0	2,27
Diagonalklemme CXS	CX900017-2	1,5	7x7	2,0	1,42





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Randklemmen Typ 2

Randklemmen Typ:

Leerröhre

Montageseil:

7x7, Ø 1,50mm

Mindestbruchkraft:

$$F_{N180k} = 2,160 \text{ kN}$$

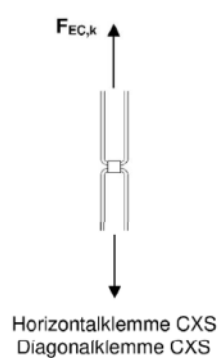
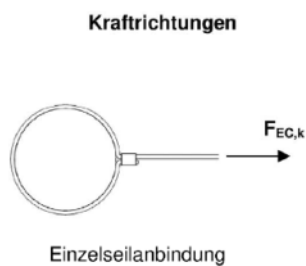
Bruchkraft Einzelseil:

$$F_{uk} = 0,50 \times F_{N180k} = 1,080 \text{ kN}$$

Grenztragfähigkeit Einzelseil:

$$F_{Rd4} = F_{uk} / 1,50 = 0,720 \text{ kN}$$

Randanbindung		Netzseil-Ø [mm]	Seilkonstruktion	Montage- seil-Ø [mm]	Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit [kN]
Bezeichnung	Artikelnummer				F _{EC,k}
X-TEND Öse	CXR0015	1,0	7x7	1,0/1,5	0,81
		1,5	7x7	1,5	2,16
			7x19		1,72
			7x7	2,0	3,30
			7x19		1,77
	CXR0020	2,0	7x7	2,0/3,0	3,37
			7x19		3,30
	CXR00301 / CXR00302	3,0	7x19	3,0	5,60
				4,0	6,74
Leerröhre	entsprechend Netzklemme F _{N,180,k}				
Einzelseilanbindung	CXEV0015	1,5	7x7	--	1,25
			7x19	--	0,86
	CXEV0020	2,0	7x7	--	2,11
			7x19	--	1,89
Vertikalklemme CXS	CX900014-1 + CX900014-22	1,5	7x7	2,0	1,90
Horizontalklemme CXS	CX900016-2	1,5	7x7	2,0	2,27
Diagonalklemme CXS	CX900017-2	1,5	7x7	2,0	1,42

Maßgebende TragfähigkeitGrenztragfähigkeit Einzelseil: $\text{Min } \{F_{Rdi}\} = 0,720 \text{ kN}$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

1.3.2 Randseile

Seile gemäß ETA 10/0358

Rundlitzenseile:	6x19+WSC
Werkstoff Nr.:	1.4401
Drahtzugfestigkeit:	$f_{uk} \geq 1.570 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul:	$E_Q = 90.000 \text{ N/mm}^2$
Seildurchmesser:	$D = 8 \text{ mm}$
Metallischer Querschnitt:	$A_m = 26,53 \text{ mm}^2$
Mindestbruchkraft:	$F_{min} = 36,40 \text{ kN}$
Verlustfaktor:	$k_e = 0,90$
Grenzzugkraft:	$F_{Rd1} = k_e \times F_{min} / 1,50 = 21,84 \text{ kN}$

Seilaufbau		Seil Ø [mm]	E_Q [kN/mm ²]	F_{min} [kN]	k_e [-]
Offene Spiralseile	1 x 19	6	130	29,7	0,9
	1 x 19	8	130	52,8	0,9
	1 x 19	10	130	82,5	0,83
	1 x 19	12	130	118,7	0,78
	1 x 19	14	130	161,6	0,82
	1 x 37	16	130	192,9	0,88
	1 x 37	18	130	244,0	0,88
	1 x 61	22	130	364,6	0,78
	1 x 61	26	130	509,3	0,78
Rundlitzenseile	6 x 19+WSC	6	90	20,5	0,9
	6 x 19+WSC	8	90	36,4	0,9
	6 x 19+WSC	10	90	56,8	0,85
	6 x 19+WSC	12	90	81,8	0,9
	6 x 19+WSC	14	90	111,4	0,9



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Endverankerungen

GEWINDEFITTING, AUFGEROLLT_EXTERNAL THREAD, ROLL SWAGED



Artikelnummer Rechtsgewinde Part number RH thread	Artikelnummer Linksgewinde Part number LH thread	a	b	c	ø d	ø Seil ø rope	kN
650-0600-045	655-0600-045	M10	117	45	12,5	6	26
650-0800-060	655-0800-060	M12	156	60	16,1	8	47
650-1000-076	655-1000-076	M14	193	76	17,8	10	74
650-1200-090	655-1200-090	M16	232	90	21,4	12	97
650-1400-110	655-1400-110	M20	259	110	24,9	14	132
650-1600-130	655-1600-130	M24	313	130	28	16	161
650-1800-140	655-1800-140	M27	357	140	34,5	18	204
650-2200-170	655-2200-170	M30	430	170	43	22	280
650-2600-170	655-2600-170	M36	475	170	45,9	26	391

Werkstoff 1.4404 | Europäische Technische Zulassung erteilt | kN = [cal_Z_{g,k}] Bruchkraft
 Material AISI 316L | European Technical Approval granted | kN = [cal_Z_{g,k}] breaking load

Mindestbruchkraft: $F_{\min} =$ = 47,00 kN

Grenzzugkraft: $F_{Rd,2} = F_{\min} / 1,50$ = 31,33 kN

Maßgebende Tragfähigkeit

Grenztragfähigkeit Randseile: $\text{Min } \{F_{Rdi}\} = 21,84 \text{ kN}$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

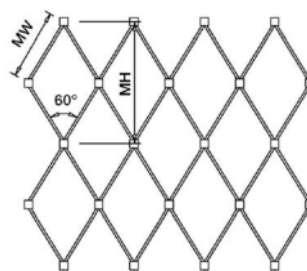
1.4 Bauteile Ranknetze

1.4.1 Seilnetze

Seilnetze gemäß ETA 22/0257

Maschengeometrie

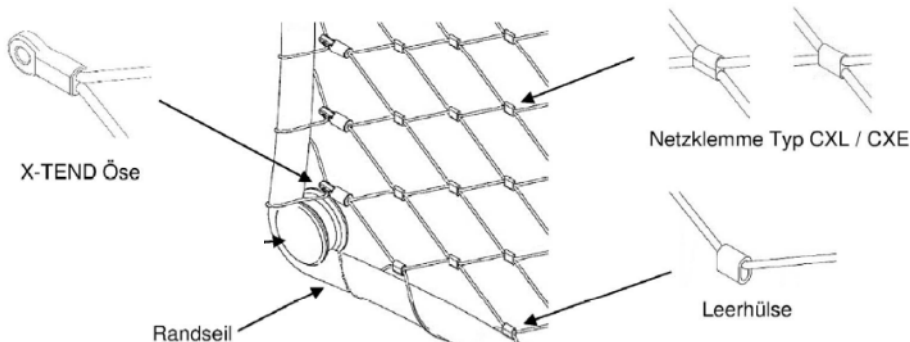
Maschenweite: MW = 140 mm
 Maschenhöhe: MH = 242 mm
 Maschenausrichtung: vertikal
 Maschenwinkel: $\alpha = 60^\circ$
 Bezeichnung: CXL 120140



Netzseile

Rundlitzenseil: 7x7
 Werkstoff Nr.: 1.4401
 Drahtzugfestigkeit: $f_{u,k} \geq 1.770 \text{ N/mm}^2$
 Elastizitätsmodul: $E_Q = 90.000 \text{ N/mm}^2$
 Seildurchmesser: D = 2,00 mm
 Metallischer Querschnitt: $A_m = 1,73 \text{ mm}^2$
 Mindestbruchkraft: $F_{uk} = 2,88 \text{ kN}$
 Grenztragfähigkeit: $F_{Rd1} = F_{uk} / 1,50 = 1,920 \text{ kN}$

Netzseilkonstruktion	Netzseil- Ø [mm]	E_Q [kN/mm ²]	Drahtzugfestigkeit [N/mm ²]	Metallischer Querschnitt [mm ²]	Mindestbruchlast [kN]
Rundlitzenseil 7x7	1,0	90 ± 10	>1770	0,43	0,64
	1,5		>1770	0,79	1,86
	2,0		>1770	1,73	2,88
Rundlitzenseil 7x19	1,5	90 ± 10	>1770	0,94	1,44
	2,0		>1770	1,67	2,56
	3,0		>1570	3,76	5,12
	4,0		>1570	6,69	9,09





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Netzklemmen

Netzklemmen Typ:

CXL

Maschenwinkel:

 $\alpha = 60^\circ$

Mindestbruchkraft:

 $F_{Nak} = 3,56 \text{ kN}$

Bruchkraft Einzelseil:

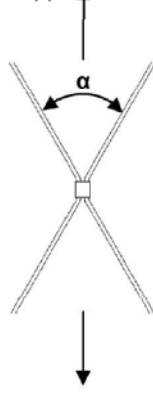
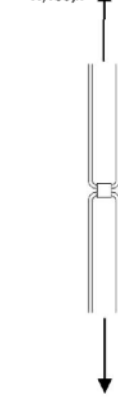
 $F_{uk} = 0,50 \times F_{Nak} / \cos(\alpha/2) = 2,055 \text{ kN}$

Grenztragfähigkeit Einzelseil:

 $F_{Rd2} = F_{uk} / 1,50 = 1,370 \text{ kN}$

Netz- typ	Netzseil- Ø [mm]	Artikelnummer Netzklemme	Netzseil- konstruktion	Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit [kN]					
				$F_{N,SI,k}$	$F_{N,\alpha,k}$				$F_{N,180,k}$
					45	60	75	120	
CXL	1,5	L11545	7x7	0,28	2,41	2,20	2,00	1,55	2,16
	2,0	L12045	7x7	0,22	3,73	3,56	3,07	2,53	3,16
			7x19	0,30	3,72	3,56	3,36	2,65	2,88
	3,0	L13045	7x19	0,37	7,06	6,34	5,77	4,37	5,10
CXE	1,0	CCKLE100	7x7	0,08	0,72	0,70	0,74	0,50	0,72
	1,5	CCKLE150L4.6MM	7x7	0,43	2,32	2,06	1,84	1,52	1,99
		CCKLE150SM	7x7	0,15	2,67	2,38	2,05	1,45	1,95
			7x19	0,16	2,03	1,96	1,64	1,25	1,41
	2,0	CCKLE200SM	7x7	0,34	4,15	3,66	3,50	2,65	2,84
			7x19	0,17	3,84	3,65	3,18	2,25	2,71
	3,0	CCKLE300SM	7x19	0,31	6,74	6,16	5,52	3,59	4,57
	4,0	CCKLE400	7x19	0,50	14,7	13,7	12,0	8,9	10,8
CXS	1,5	CXNK0150	7x7	1,10	2,48	2,22	2,28	1,69	1,97

Kraftrichtungen

 $F_{N,SI,k}$  $F_{N,\alpha,k}$  $F_{N,180,k}$ 



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Randklemmen Typ 1

Randklemmen Typ:

X-TEND Öse

Montageseil:

7x7, Ø 2mm

Mindestbruchkraft:

 $F_{ECk} =$ $= 3,370 \text{ kN}$

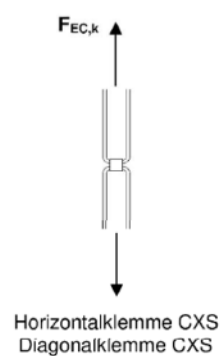
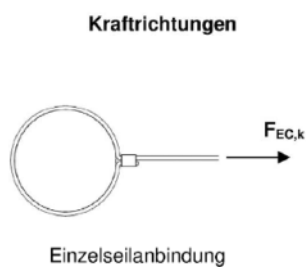
Bruchkraft Einzelseil:

 $F_{uk} = 0,50 \times F_{ECk}$ $= 1,685 \text{ kN}$

Grenztragfähigkeit Einzelseil:

 $F_{Rd3} = F_{uk} / 1,50$ $= 1,123 \text{ kN}$

Randanbindung		Netzseil-Ø [mm]	Seilkon- struktion	Montage- seil-Ø [mm]	Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit [kN]
Bezeichnung	Artikelnummer				$F_{EC,k}$
X-TEND Öse	CXR0015	1,0	7x7	1,0/1,5	0,81
		1,5	7x7	1,5	2,16
			7x19		1,72
			7x7	2,0	3,30
			7x19		1,77
	CXR0020	2,0	7x7	2,0/3,0	3,37
			7x19		3,30
	CXR00301 / CXR00302	3,0	7x19	3,0	5,60
Leerhülse				4,0	6,74
entsprechend Netzklemme $F_{N,180,k}$					
Einzelseilanbindung	CXEV0015	1,5	7x7	--	1,25
			7x19	--	0,86
	CXEV0020	2,0	7x7	--	2,11
			7x19	--	1,89
Vertikalklemme CXS	CX900014-1 + CX900014-22	1,5	7x7	2,0	1,90
Horizontalklemme CXS	CX900016-2	1,5	7x7	2,0	2,27
Diagonalklemme CXS	CX900017-2	1,5	7x7	2,0	1,42





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Randklemmen Typ 2

Randklemmen Typ:

Leerröhre

Montageseil:

7x7, Ø 2mm

Mindestbruchkraft:

$$F_{N180k} = 3,160 \text{ kN}$$

Bruchkraft Einzelseil:

$$F_{uk} = 0,50 \times F_{N180k} = 1,580 \text{ kN}$$

Grenztragfähigkeit Einzelseil:

$$F_{Rd4} = F_{uk} / 1,50 = 1,053 \text{ kN}$$

Randanbindung		Netzseil-Ø [mm]	Seilkon- struktion	Montage- seil-Ø [mm]	Charakteristische Werte der Zugtragfähigkeit [kN]
Bezeichnung	Artikelnummer				F _{EC,k}
X-TEND Öse	CXR0015	1,0	7x7	1,0/1,5	0,81
		1,5	7x7	1,5	2,16
			7x19		1,72
			7x7	2,0	3,30
			7x19		1,77
	CXR0020	2,0	7x7	2,0/3,0	3,37
			7x19		3,30
	CXR00301 / CXR00302	3,0	7x19	3,0	5,60
				4,0	6,74
Leerröhre	entsprechend Netzklemme F _{N,180,k}				
Einzelseilanbindung	CXEV0015	1,5	7x7	--	1,25
			7x19	--	0,86
	CXEV0020	2,0	7x7	--	2,11
			7x19	--	1,89
Vertikalklemme CXS	CX900014-1 + CX900014-22	1,5	7x7	2,0	1,90
Horizontalklemme CXS	CX900016-2	1,5	7x7	2,0	2,27
Diagonalklemme CXS	CX900017-2	1,5	7x7	2,0	1,42

$F_{EC,k}$

X-TEND Öse
Vertikalklemme CXS

Kraftrichtungen

Einzelseilanbindung

$F_{EC,k}$

Horizontalklemme CXS
Diagonalklemme CXS

Maßgebende TragfähigkeitGrenztragfähigkeit Einzelseil: $\text{Min } \{F_{Rdi}\} = 1,053 \text{ kN}$



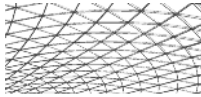
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

1.4.2 Ringseile

Seile gemäß ETA 10/0358

Rundlitzenseile:	6x19+WSC
Werkstoff Nr.:	1.4401
Drahtzugfestigkeit:	$f_{uk} \geq 1.570 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul:	$E_Q = 90.000 \text{ N/mm}^2$
Seildurchmesser:	$D = 10 \text{ mm}$
Metallischer Querschnitt:	$A_m = 41,45 \text{ mm}^2$
Mindestbruchkraft:	$F_{min} = 56,80 \text{ kN}$
Verlustfaktor:	$k_e = 0,85$
Grenzzugkraft:	$F_{Rd1} = k_e \times F_{min} / 1,50 = 32,19 \text{ kN}$

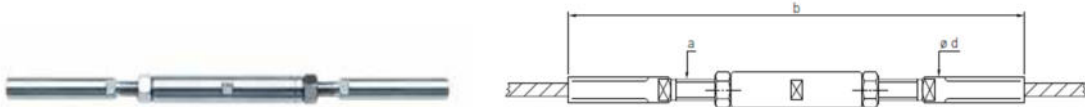
Seilaufbau		Seil Ø [mm]	E_Q [kN/mm ²]	F_{min} [kN]	k_e [-]
Offene Spiralseile	1 x 19	6	130	29,7	0,9
	1 x 19	8	130	52,8	0,9
	1 x 19	10	130	82,5	0,83
	1 x 19	12	130	118,7	0,78
	1 x 19	14	130	161,6	0,82
	1 x 37	16	130	192,9	0,88
	1 x 37	18	130	244,0	0,88
	1 x 61	22	130	364,6	0,78
	1 x 61	26	130	509,3	0,78
Rundlitzenseile	6 x 19+WSC	6	90	20,5	0,9
	6 x 19+WSC	8	90	36,4	0,9
	6 x 19+WSC	10	90	56,8	0,85
	6 x 19+WSC	12	90	81,8	0,9
	6 x 19+WSC	14	90	111,4	0,9



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Spannschlösser

SPANNSCHLOSS, AUFGEROLLT_TURNBUCKLE, ROLL SWAGED



Artikelnummer Part number	a	b	Spannweg Adjustment	ø d	ø Seil ø rope	kN
625-0600-02	M10	279	±22	12,5	6	26
625-0800-02	M12	356	±30	16,1	8	47
625-1000-02	M14	446	±38	17,8	10	74
625-1200-02	M16	532	±45	21,4	12	97
625-1400-02	M20	604	±55	24,9	14	132
625-1600-02	M24	726	±65	28	16	161
625-1800-02	M27	818	±70	34,5	18	204
625-2200-02	M30	992	±85	43	22	280
625-2600-02	M36	1082	±285	45,9	26	391

Werkstoff 1.4401 | Europäische Technische Zulassung erteilt | kN = [cal_Z_{g,k}] Bruchkraft
 Material AISI 316 | European Technical Approval granted | kN = [cal_Z_{g,k}] breaking load

Mindestbruchkraft: $F_{\min} =$ = 74,00 kN

Grenzzugkraft: $F_{Rd,2} = F_{\min} / 1,50$ = 49,33 kN

Maßgebende Tragfähigkeit

Grenztragfähigkeit Ringseile: $\text{Min } \{F_{Rdi}\} = 32,19 \text{ kN}$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

1.5 Vorschriften

Die Berechnung und Bemessung erfolgen gemäß den einschlägigen Vorschriften und Richtlinien, insbesondere der

- DIN EN 1990:2010-12: Grundlagen der Tragwerksplanung,
- DIN EN 1991-1:2010-12: Einwirkungen auf Tragwerke.
- DIN EN 1993-1:2010-12: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten.

- ETB-Richtlinie 06-1985: Bauteile, die gegen Absturz sichern.

- ETA-10/0358: I-SYS Edelstahl-Seilzugglieder.
- ETA-22/0257: X-TEND Edelstahl-Seilnetze.

- FLL 2018: Fassadenbegrünungsrichtlinie.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

2. Konstruktion

2.1 Allgemeines

Im Folgenden sind Übersichtsskizzen zur Verdeutlichung der Netzsituation als Grundlage für die statische Berechnung angegeben. Die genauen Abmessungen und die Detailausbildung der bauseitigen Unterkonstruktion sind den Schal- und Werkplänen sowie den Stahlbauzeichnungen zu entnehmen.

Hinweis Stahlbau / bauseitige Planung:

- Zur Herstellung der Netzanbindung muss zwischen den Seilen und Profilen und der angrenzenden Unterkonstruktion / Störkonturen ein lichter Mindestabstand von 20mm eingehalten werden.
- Zur Vermeidung einer Beschädigung des Korrosionsschutzes und von Kontaktkorrosion wird empfohlen, die Bauteile zur Seilführung, Seilumlenkung und Seilverankerung der Seile sowie die bauseitigen Rundstäbe zur Netzanbindung in Edelstahl auszuführen.
- Die Planung der Stahlbauteile zur Seilverankerung der Randseile mit Außengewinden erfolgt bauseits. Bei der Planung der Bauteile ist der rückseitige Gewindeüberstand sowie der erforderliche Platzbedarf für den Einbau der Scheiben und Muttern zu beachten.
- Die Planung der Stahllaschen zur Seilführung der Rand- und Ringseile erfolgt bauseits. Unabhängig von der bauseitigen Bemessung müssen die Stahllaschen eine Mindestblechdicke von 8mm besitzen. Die Bohrungen zur Seildurchführung müssen beidseitig mit einem Kegelsenker entgratet und die Kanten gebrochen werden.
- Die Planung der Stahllaschen zur Seilumlenkung der Rand- und Ringseile erfolgt bauseits. Unabhängig von der bauseitigen Bemessung müssen die Stahllaschen eine Mindestblechdicke von 10mm besitzen. Die Bohrungen zur Seildurchführung müssen mit einem Radiussenker oder Fräser vollständig ausgerundet werden.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

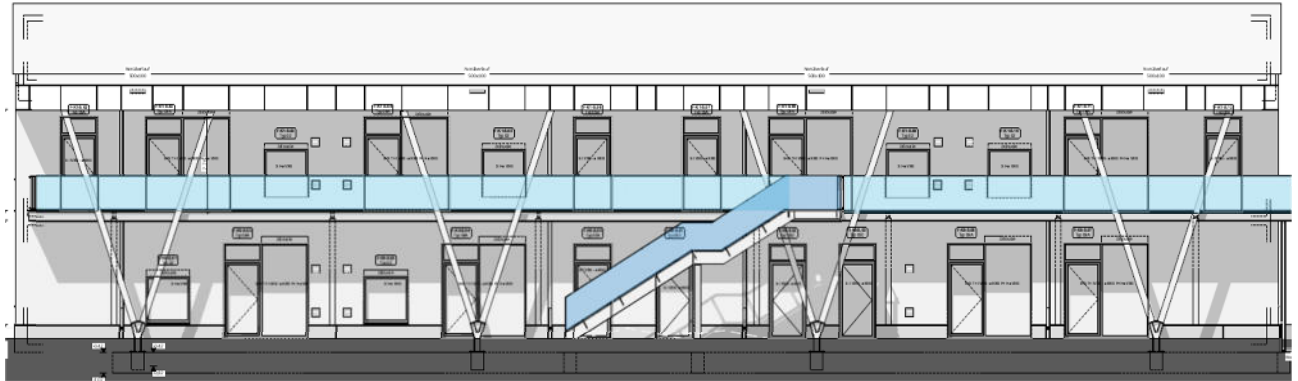
2.2 Geländernetze

Hinweis Stahlbau / bauseitige Planung:

- Die Geländernetze werden als durchlaufende Netzbahnen hergestellt, die an ihren oberen und unteren Netzrändern an Randseile angebunden werden.
- Die Randseile werden in den Achsen der Zwischenpfosten über Stahllaschen geführt. An den End- und Eckpfosten werden die Randseile jeweils mit Außengewinden endverankert. Die Randseilumlenkung am Übergang von den Treppenläufen auf die Treppenpodeste erfolgt über bauseitige Stahllaschen.
- Die Seilnetze werden an ihren seitlichen Netzrändern an den End- und Eckpfosten an bauseitige Rundstäbe angebunden. Am Übergang von den Treppenläufen auf die Treppenpodeste werden ebenfalls bauseitige Rundstäbe eingebaut, an denen die Seilnetze mit Bindeseilen angebunden werden.



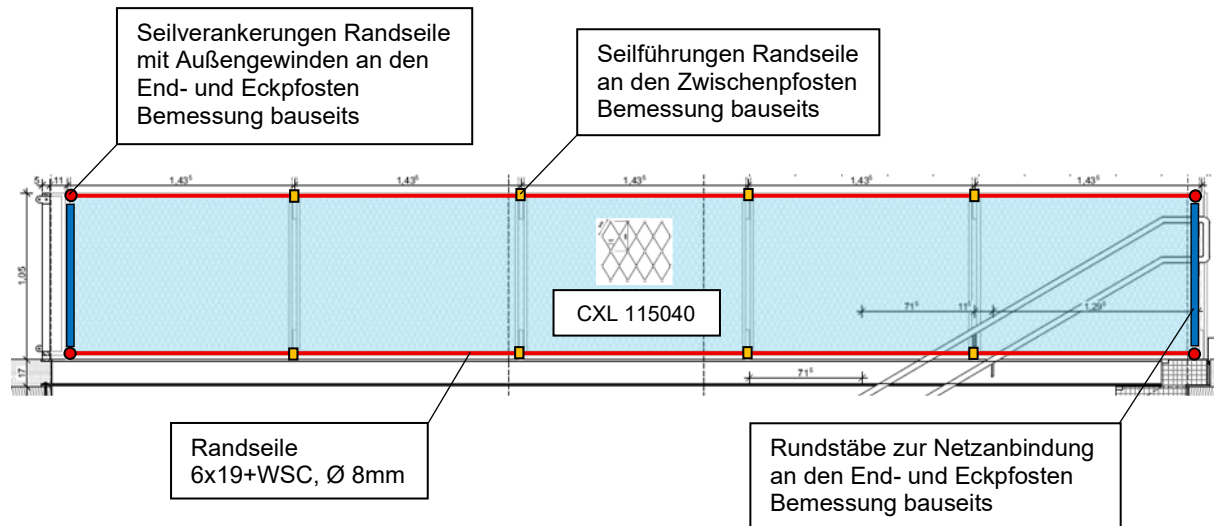
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Exemplarische Übersicht Geländernetze
Kita Südfassade



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



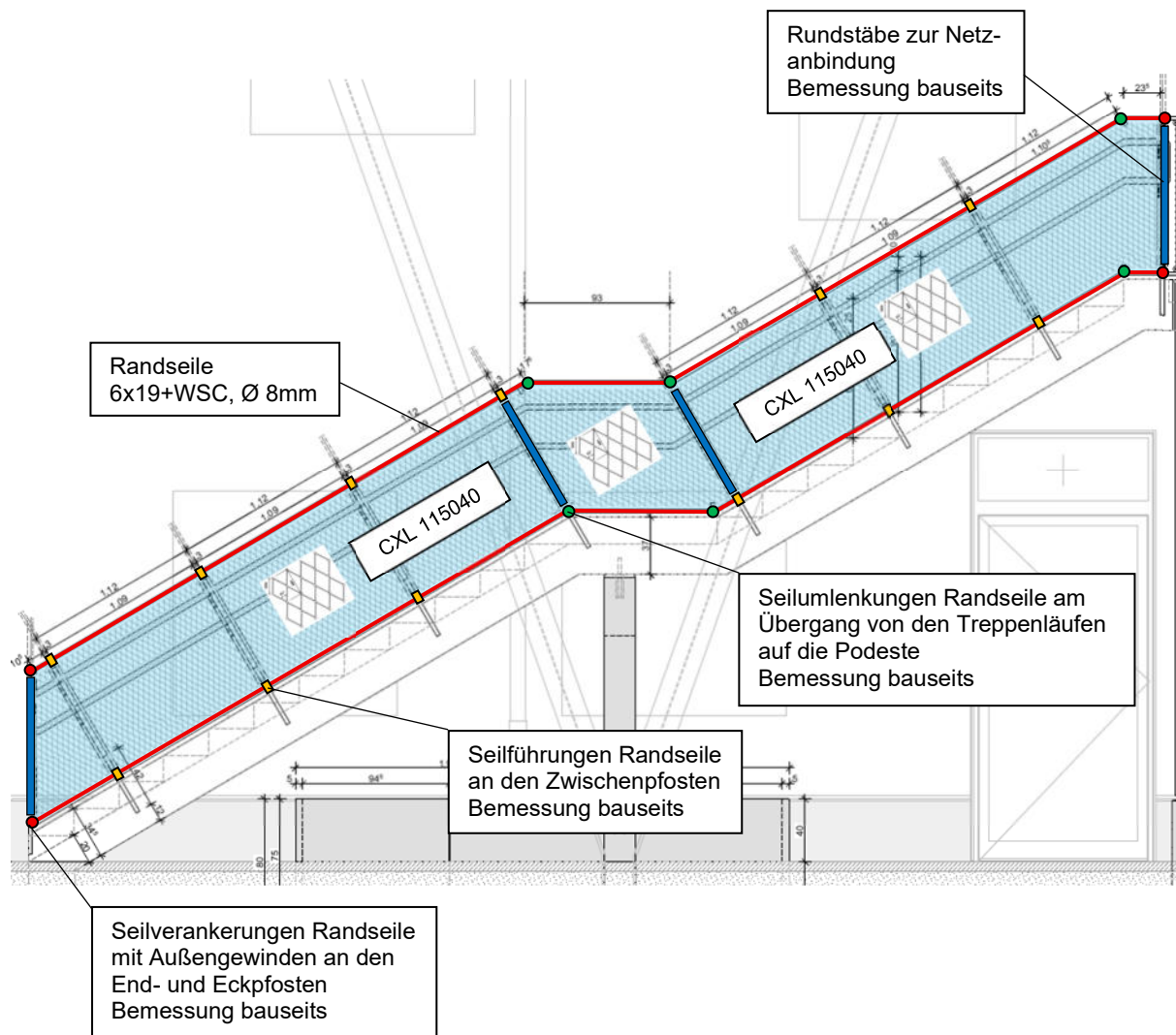
Prinzipdarstellung Geländernetze Fluchtbalkon und Treppenloch
gültig für alle Einbaubereiche

max. Pfostenabstand $\leq 1,55 \text{ m}$

Netzhöhe $\leq 1,00 \text{ m}$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Prinzipdarstellung Geländernetze Außentreppen

gültig für alle Einbaubereiche

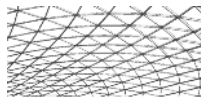


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

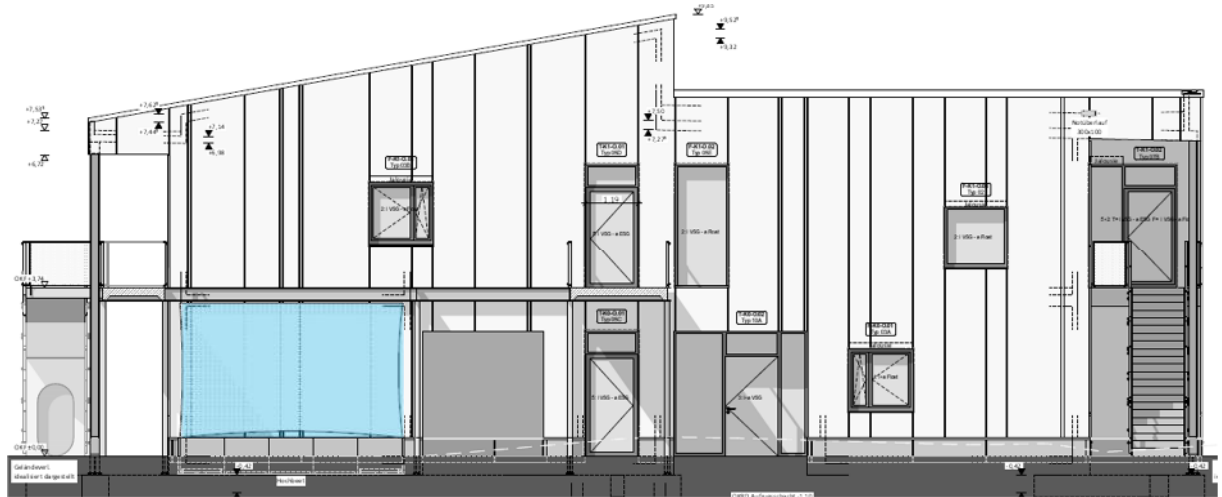
2.3 Ranknetze

Hinweis Stahlbau / bauseitige Planung:

- Entsprechend den kundenseitigen Planungsvorgaben sollen die Ranknetze in umlaufende Ringseile eingebunden werden, die am unteren Netzrand nicht zwischengeführt werden. Infolge der Netzvorspannung stellt sich dann im Ringseil am unteren Netzrand ein konstruktionsbedingt unvermeidbarer vertikaler Seilstich ein. Durch den Seilstich vergrößert sich der planmäßig vorhandene Spalt zwischen dem Ringseil und der angrenzenden Unterkonstruktion. Um dabei eine Verletzungsgefahr durch Einklemmen auszuschließen wird empfohlen, das Ringseil am unteren Netzrand mit zusätzlichen Seilführungen zwischenzuführen.



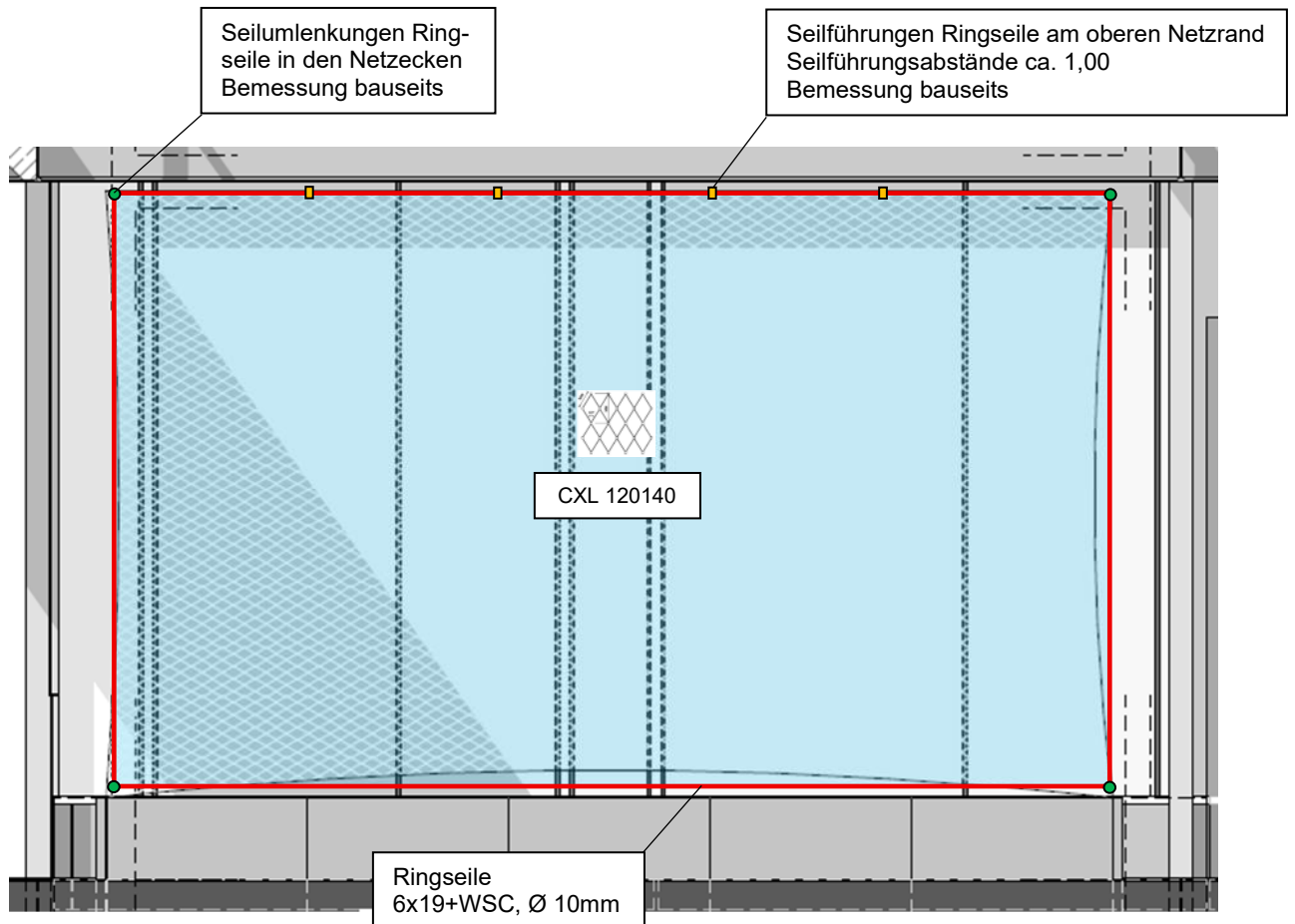
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Übersicht Ranknetze
Kita Ostfassade



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Prinzipdarstellung Ranknetze



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3. Lasten

3.1 Eigenlasten

TECHNISCHE DETAILS TECHNICAL DETAILS

X-TEND® Type	CXS	CXE	CXL micro eingetragenes Patent patent registered	CXA
--------------	-----	-----	--------------------------------------------------------	-----

Seile Cables

ø [mm]	1,5	1	4	1,5	2	3	2
Material	1.4401_AISI 316						
Construction	7 x 7	7 x 7	7 x 19	7 x 7	7 x 7	7 x 19	7 x 7
F [kN]	1,86	0,64	9,09	1,86	2,88	5,12	2,88
S [N/mm²]	1770	1770	1570	1770	1770	1570	1770

Klemmen Ferrules

Material	1.4404 AISI 316L	1.4571 AISI 316Ti	1.4571 AISI 316Ti	1.4571 AISI 316Ti
Maße [mm] LxBxH Size [mm] LxWxH	5,5 x 7,4 x 3,2	5 x 5 x 2,2 13,8 x 14,8 x 5,6	5,4 x 6,6 x 2,1 6,6 x 8,1 x 2,5	8,0 x 12,7 x 3,7 8,0 x 12,0 x 3,6

Gewicht Weight

MW [mm]	[kg/m²]						
18	-	-	-	2,12 ^{1) 3)}	-	-	-
20	-	-	-	1,96 ^{1) 3)}	-	-	-
22	-	-	-	1,85 ^{1) 3)}	-	-	-
25	-	0,91 ³⁾	-	1,44 ³⁾	-	-	-
30	-	0,68 ³⁾	-	1,12 ³⁾	2,07 ^{2) 3)}	-	-
35	-	0,54 ³⁾	-	0,91 ³⁾	1,68 ^{2) 3)}	-	-
40	0,96	0,44	-	0,76	1,41 ²⁾	3,27	-
50	0,70	0,32	-	0,57	1,00	2,41	-
60	0,54	0,25	-	0,46	0,79	1,89	1,18
70	0,44	0,20	-	0,38	0,66	1,55	0,94
80	0,37	0,17	2,63	0,32	0,56	1,31	0,78
100	0,28	-	1,97	0,25	0,43	1,00	0,57
120	0,22	-	1,56	0,20	0,35	0,80	0,45
140	0,19	-	1,29	0,17	0,29	0,67	0,37
160	0,16	-	1,10	0,15	0,25	0,57	0,31
180	0,14	-	0,95	0,13	0,22	0,50	0,27
200	-	-	0,84	0,12	0,20	0,45	0,23

Seilnetze CXL 115040:

$$g_1 = 0,760 \text{ kg/m}^2$$

Seilnetze CXL 120140:

$$g_2 = 0,290 \text{ kg/m}^2$$

Seile D = 8mm:

$$g_3 = 0,208 \text{ kg/m}$$

Seile D = 10mm:

$$g_4 = 0,325 \text{ kg/m}$$

Der Teilsicherheitsbeiwert für die Belastung aus Eigengewicht beträgt $\gamma_G = 1,35$.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.2 Vorspannung

Um das Steifigkeitsverhalten der Netze zu verbessern und um damit die Gebrauchstauglichkeit der Netzbespannungen sicherzustellen, wird auf die Netze im Zuge der Montage eine Vorspannung aufgebracht.

Die Vorspannkraften werden aufgrund von Erfahrungswerten von der Fa. Carl Stahl ARC GmbH im Vorfeld festgelegt und hängen im Wesentlichen von der Maschengometrie, den Netzabmessungen und den Seildurchmessern ab.

Für die hier vorliegenden Einbausituationen werden für die Seilnetze abhängig von der Einbausituation leichte bis mäßige Vorspannkraften an den horizontalen Netzrändern vorgegeben:

Seilnetze CXL 115040	$V_{N1} = 30 \text{ kg/m}$
Seilnetze CXL 120140	$V_{N2} = 50 \text{ kg/m}$

Die Randseile und Ringseile sind mit Außengewinden und Spannschlössern ausgestattet. Die Außengewinde und Spannschlösser dienen dabei lediglich zum Ausgleich von Montagetoleranzen. Ein planmäßiges Vorspannen der Seile über die Außengewinde und Spannschlösser ist nicht vorgesehen.

Um eine im Zuge der Seilmontage konstruktiv über die Außengewinde und Spannschlösser auf die Seile aufgebrachte Vorspannkraft mit abzudecken, wird in der statischen Berechnung für die Seile eine anfängliche Vorspannkraft wie folgt berücksichtigt:

Seile 6x19+WSC, Ø 8mm	$V_{S1} = 300 \text{ kg}$
Seile 6x19+WSC, Ø 10mm	$V_{S2} = 400 \text{ kg}$

Der Teilsicherheitsbeiwert (GZT) für die Vorspannkraft beträgt $\gamma_v = 1,00$.

Anmerkung:

Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist die genaue Größenordnung der eingebrachten Vorspannkraften von untergeordneter Bedeutung. Der Einfluss der Vorspannung auf die Bemessungsschnittgrößen ist $< 10\%$.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.3 Nutzlasten

Die Seilnetze der Geländerfüllungen dienen als Absturzsicherungen. Für die Dimensionierung der Seilnetze mit absturzsichernder Funktion gelten damit die Regelungen der bauaufsichtlich eingeführten ETB-Richtlinie „Bauteile, die gegen Absturz sichern“.

Statische Ersatzlast,

ETB-Richtlinie Abschnitt 3.1 und DIN EN 1991-1

Die Seilnetze werden gemäß ETB-Richtlinie Abschnitt 2 in den Einbaubereich 2 (Bereich mit großen Menschenansammlungen) eingestuft. Für den Einbaubereich 2 gilt entsprechend ETB-Richtlinie Abschnitt 3.1 und gemäß DIN EN 1991-1 eine horizontale statische Ersatzlast von $H_E = 1,00 \text{ kN/m}$. Bei Vorhandensein eines Handlaufs oder Geländerrahmens (wie hier der Fall) sind gemäß ETB-Richtlinie die statischen Ersatzlasten auf den Handlauf bzw. den oberen Rahmenriegel anzusetzen. Die Bemessung des Handlaufs und der Rahmenelemente erfolgt bauseits.

Der Teilsicherheitsbeiwert (GZT) für die statische Ersatzlast beträgt $\gamma_H = 1,50$.

Weicher Stoß,

ETB-Richtlinie Abschnitt 3.2.2

- Stoßkörpermasse: 50 kg.
- Aufprallgeschwindigkeit: 2,0 m/s.
- Einwirkende Energie: $S_{\text{dyn}} = 100 \text{ Nm}$.
- Aufprallort: Netzmitte (= Stelle der maximalen Biegebeanspruchung).
- Kontaktfläche: 0,30 m x 0,30 m
- Geforderter Nachweis: Kein Bruch des Bauteils oder der Verankerung.
Plastische Verformungen sind zulässig.
Außergewöhnliche Einwirkung im Sinne der DIN EN 1990.

Da das Last-Verformungsverhalten und die Widerstandsenergie-Kennlinie für die Seilnetze hochgradig nichtlinear sind, ist eine vereinfachte quasistatische Beurteilung auf Grundlage der aufnehmbaren Widerstandsenergie bzw. des Arbeitsvermögens gemäß ETB-Richtlinie Absatz 3.2.2.2 für die Seilnetze nicht möglich.

Der „weiche Stoß“ wird daher über eine nichtlineare dynamische Zeitschrittintegrationsanalyse rechnerisch in einem FE-Modell simuliert.

Der Teilsicherheitsbeiwert für den dynamischen Stoß als außergewöhnliche Einwirkung beträgt $\gamma_E = 1,00$.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Harter Stoß,

ETB-Richtlinie Abschnitt 3.2.3

- Stoßkörpermasse: 1 kg
- Aufprallgeschwindigkeit: 4,47 m/s
- Einwirkende Energie: 10 Nm
- Geforderter Nachweis: Kein lokales Versagen / Durchschlagen

Der Bauteilwiderstand gegen lokales Versagen - Durchschlagen des Netzes bzw. Durchreißen von Einzelseilen des Netzes infolge eines harten Stoßes - ist von den Gesamtabmessungen der Netzkonstruktion unabhängig.

Ein ausreichender Bauteilwiderstand gegen örtliche Zerstörung bei harter Stoßbeanspruchung wurde für die Seilnetze im Zusammenhang mit den im Zuge des Zulassungsverfahrens am DIBT durchgeführten Versuche für den Einsatz der Netze als vertikale und horizontale Absturzsicherungen versuchstechnisch nachgewiesen.

Weitere Untersuchungen zur Verifizierung eines ausreichenden Bauteilwiderstandes gegen harte Stoßbeanspruchungen sind daher nicht erforderlich.

Die Ranknetze dienen ausschließlich als Kletterhilfen für eine Fassadenbegrünung. Die Seilnetze erfüllen keine absturzsichernde Funktion. Die Pflege und der Rückschnitt der Begrünung erfolgt von bodengestützten Hubsteigern aus. Die Seilnetze werden zur Gehölzpflege nicht beklettert.

Für die Bemessung der Ranknetze werden daher keine Nutzlasten angesetzt.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.4 Begrünung

Da die endgültig vorgesehenen Kletterpflanzen für die Ranknetze noch nicht abschließend feststehen, werden die Ranknetze für Kletterpflanzen der Lastklassen 1 bis 4 gemäß der FLL-Richtlinie 2018, Richtlinie für Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen, ausgelegt. Damit sind sämtliche in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Kletterpflanzen abgedeckt.

Kletterpflanzen der Lastklasse 1 (sehr leicht)		
Botanische Bezeichnung	Kletterform	Höhe in m
<i>Clematis</i> -Hybriden [kleine]	RB	3
<i>Clematis alpina</i>	RB	3
<i>Clematis macropetala</i>	RB	4
<i>Clematis viticella</i>	RB	4
<i>Lonicera x brownii</i>	S	3
<i>Actinidia kolomikta</i>	S	4
<i>Lonicera x heckrottii</i>	S	4
<i>Lonicera japonica</i>	S	5
<i>Menispermum</i>	S	5
<i>Jasminum nudiflorum</i>	K (aa)	5

Kletterpflanzen der Lastklasse 3 (mittel)		
Botanische Bezeichnung	Kletterform	Höhe in m
<i>Clematis montana</i>	RS	12
<i>Aristolochia macrophylla</i>	S	10
<i>Celastrus scandens</i>	S	10
<i>Wisteria brachybotris</i>	S	10
<i>Rosa</i> [Climber]	K (a)	8
<i>Ampelopsis</i>	RS	10
<i>Parthenocissus inserta</i>	RS	10

Kletterpflanzen der Lastklasse 2 (leicht)		
Botanische Bezeichnung	Kletterform	Höhe in m
<i>Clematis</i> -Hybriden [große]	RB	6
<i>Clematis tangutica</i>	RB	6
<i>Clematis orientalis</i>	RB	7
<i>Clematis terniflora</i>	RB	10
<i>Akebia trifoliata</i>	S	6
<i>Aristolochia tomentosa</i>	S	6
<i>Lonicera caprifolium</i>	S	6
<i>Lonicera periclymenum</i>	S	6
<i>Lonicera x tellmanniana</i>	S	6
<i>Schisandra chinensis</i>	S	6
<i>Humulus lupulus</i>	S	7
<i>Actinidia arguta</i>	S	8
<i>Akebia quinata</i>	S	8
<i>Periploca sepium</i>	S	8
<i>Lonicera henryi</i>	S	10
<i>Periploca graeca</i>	S	10
<i>Rubus</i>	K (a)	6
<i>Vitis amurensis</i>	RS	6

Kletterpflanzen der Lastklasse 4 (schwer)		
Botanische Bezeichnung	Kletterform	Höhe in m
<i>Clematis vitalba</i>	RB	15
<i>Actinidia deliciosa</i>	S*	12
<i>Celastrus orbiculatus</i>	S*	15
<i>Wisteria floribunda</i>	S*	15
<i>Fallopia baldschuanica</i>	S*	20
<i>Rosa</i> [Rambler]	K (a)	15
<i>Vitis riparia</i>	RS	12
<i>Vitis coignetiae</i>	RS	15
<i>Vitis labrusca</i>	RS	15
<i>Vitis vinifera</i>	RS	15



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Lastklassen von Fassadenbegrünungen mit fachgerecht gepflegten Kletterpflanzen						
Kontrollierter Pflanzenwuchs (Schnitt, Triebleitung und ggf. Verjüngung)						
Lasteinfluss	Einheit	Lastklasse				
		1 sehr leicht	2 leicht	3 mittel	4 schwer	5 sehr schwer
Werte für mittleren Wuchshöhenbereich						
Gewicht bei flächigem Wuchs bis: (Kletterhilfe 2 m breit)	kg/m²	6	11	15	17	24
Gewicht bei schmalem Wuchs bis: (Kletterhilfe schmal; Bewuchs 1 m breit)	kg/m²	6	14	19	26	42
Gewicht bei linearem Wuchs bis: (Kletterhilfe aus einzelнем Profil oder Seil; Bewuchs bis 0,7 m breit)	kg/m Höhe	6	13	18	20	28
Windlasten - mögliche Abminderungen aufgrund Durchströmung	Faktor	0,55	0,6	0,6	0,65	0,7

Maßgebender Lastansatz für die Seilnetze:

Lastklasse 1-4, flächiger Bewuchs:

Flächengewicht, Laubgewicht + Holzgewicht:

$$P \leq 17 \text{ kg/m}^2$$

Völligkeitsbeiwert Begrünung:

$$\eta \leq 0,65$$

Teilsicherheitsbeiwert:

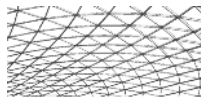
$$\gamma_P = 1,50$$

Anmerkung 1:

Obwohl sich ein Teil der oben angegebenen Flächenlasten aus dem Holzgewicht des Hauptstamms zusammensetzt der sein Eigengewicht direkt in den Pflanzgrund abträgt, wird für die weitere Berechnung angenommen, dass 100% der Vertikallasten aus dem Pflanzgewicht über die Seilnetze abgetragen werden.

Anmerkung 2:

Bei den Lasten aus der Bepflanzung handelt es sich um ständige Lasten. Aufgrund der Unsicherheiten im Hinblick auf die zukünftige Gehölzpflege und Rückschnitt wird der Teilsicherheitsbeiwert für die Bepflanzung mit 1,50 (anstatt 1,35) angenommen.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.5 Vereisung

3.5.1 Seilnetze mit Begrünung

Eisansatz gemäß DIN EN 1993-3-1 NA 2010-12 NA.B.3

(2) Muss Eisansatz berücksichtigt werden und sind keine genauen Daten erhältlich, so darf in nicht besonders gefährdeten Standorten bis zu Höhen von 400 m über NN vereinfachend ein allseitiger Eisansatz von 3 cm Dicke für alle, der Witterung ausgesetzten Konstruktionsteile angenommen werden. Dieser Ansatz schließt nicht aus, dass an einzelnen Standorten auch wesentlich höherer Eisansatz auftreten kann.

(3) Die Eisrohichte darf mit 7 kN/m^3 angesetzt werden.

Einseitige Bewitterung, Eisansatz $d = 3 \text{ cm}$

Völligkeitsbeiwert Begrünung (aus 3.4): $\eta = 0,65$

Eisrohichte: $\gamma = 700 \text{ kg/m}^2$

Eisgewicht: $E_1 = d \times \eta \times \gamma = 14 \text{ kg/m}^2$

Der Teilsicherheitsbeiwert für die Eislasten beträgt $\gamma_E = 1,50$.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.5.2 Seilnetze ohne Begrünung

In Anlehnung an die Auslegungen des Normenausschusses NA BAU 005-51-02 AA für die Bemessung von Ballfangzäunen wird als Eisbehang an den Seilnetzen ein umlaufender Eismantel an den Einzelseilen des Netzes mit einer Dicke entsprechend dem Durchmesser der Einzelseile angenommen.

Lfd. Nr.	Abschnitt	Absatz	Frage	Auslegung
72	7.2	Tabelle 1	Mit welcher allseitigen Eisummantelung ist bei Gitterstäben von Ballfangzäunen für Sportplätze zu rechnen.	Bei Ballfangzäunen ist eine allseitige Eisummantelung der Gitterstäbe mit einer Dicke des jeweiligen Stabdurchmessers d_s anzusetzen. Die Breite der Lastangriffsfläche längs des jeweiligen Stabes beträgt damit $3 d_s$.

Seilnetze CXL 115040

Seil-Außendurchmesser ohne Eis: $\varnothing_S =$ = 1,50 mm

Seil-Außendurchmesser mit Eis: $\varnothing_E = 3 \times \varnothing_S$ = 4,50 mm

Bei einer Eisrohddichte von Klareis von 9 kN/m^3 ergeben sich daraus die auf die Einzelseile einwirkende Vertikalbelastungen infolge Eis zu

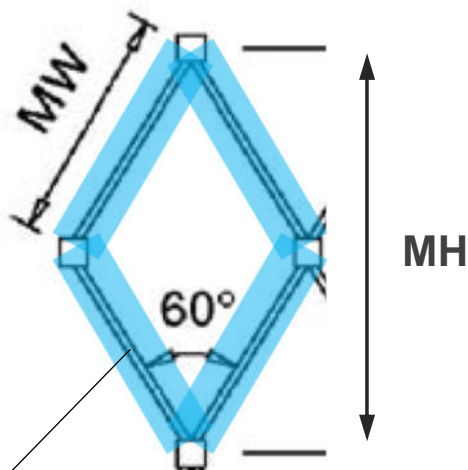
$$E_2 = \pi \times (\varnothing_E^2 - \varnothing_S^2) / 4 \times 900 = 0,013 \text{ kg/m}$$

Der Teilsicherheitsbeiwert für die Eislasten beträgt $\gamma_E = 1,50$.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Durch die Netzvereisung wird die Netztransparenz und die Durchlässigkeit der Seilnetze herabgesetzt. Für die gleichzeitig mit der Netzvereisung auftretenden Windlasten wird die Netztransparenz entsprechend dem Vereisungsgrad reduziert:



Eismantel am Einzelseil
 $\varnothing_E = 4,50\text{mm}$

TRANSPARENZ TRANSPARENCY X-TEND

MW [mm]	Seil rope $\varnothing 1,5 \text{ mm}$	Seil rope $\varnothing 2,0 \text{ mm}$	Seil rope $\varnothing 3,0 \text{ mm}$
	Transparenz in % * α Transparency in % * α		
18	ca. 73,7	-	-
20	ca. 76,9	-	-
22	ca. 79,5	-	-
25	ca. 82,4	-	-
30	ca. 85,9	ca. 81,0	-
35	ca. 88,2	ca. 84,1	-
40	ca. 89,7	ca. 86,4	ca. 78,6
50	ca. 92,1	ca. 89,4	ca. 83,5
60	ca. 93,6	ca. 91,4	ca. 86,6
70	ca. 94,6	ca. 92,7	ca. 88,7
80	ca. 95,3	ca. 93,7	ca. 90,3
100	ca. 96,3	ca. 95,0	ca. 92,4
120	ca. 96,9	ca. 95,9	ca. 93,7
140	ca. 97,4	ca. 96,5	ca. 94,7
160	ca. 97,7	ca. 97,0	ca. 95,4
180	ca. 98,0	ca. 97,3	ca. 95,9
200	ca. 98,2	ca. 97,6	ca. 96,3

Versperrungsgrad CXL 115040

Seile ohne Klemmen, ohne Eis:

$$\eta_{S0} = (\varnothing_S \times MW) / (MW/2 \times MH/2) = 8,70 \%$$

Seilnetze mit Klemmen, ohne Eis:

$$\eta_{N0} = (1 - 0,897) = 10,30 \%$$

Klemmen-Vergrößerungsfaktor:

$$\delta = \eta_{N0} / \eta_{S0} = 1,18$$

Seile ohne Klemmen, mit Eis:

$$\eta_{SE} = (\varnothing_E \times MW) / (MW/2 \times MH/2) = 26 \%$$

Seilnetze mit Klemmen, mit Eis:

$$\eta_{NE} = \delta \times \eta_{SE} = 31 \%$$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.6 Windlasten

3.6.1 Seilnetze mit Begrünung

Standort: Weinheim
 Windzone: 1
 Höhe über GOK: $z \leq 10,00 \text{ m}$
 Böengeschwindigkeitsdruck: $q = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Kraftbeiwert für durchströmte Fassadenfläche mit Begrünung:

$$C_f = 1,20$$

Völligkeitsbeiwert Begrünung:

$$\eta = 0,65$$

Tabelle 7.9 — Druckbeiwerte $c_{p,net}$ für freistehende Wände und Brüstungen

Völligkeitsgrad	Bereich		A	B	C	D
$\varphi = 1$	gerade Wand	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
	abgewinkelte Wand mit Schenkellänge $\geq h^a$		$\pm 2,1$	$\pm 1,8$	$\pm 1,4$	$\pm 1,2$
$\varphi = 0,8$			$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$	$\pm 1,2$

^a Bei Schenkellängen des abgewinkelten Wandstücks zwischen 0,0 und h darf linear interpoliert werden.

Lastklassen von Fassadenbegrünungen mit fachgerecht gepflegten Kletterpflanzen						
Kontrollierter Pflanzenwuchs (Schnitt, Triebleitung und ggf. Verjüngung)						
Lasteinfluss	Einheit	Lastklasse				
		1 sehr leicht	2 leicht	3 mittel	4 schwer	5 sehr schwer
Werte für mittleren Wuchshöhenbereich						
Gewicht bei flächigem Wuchs bis: (Kletterhilfe 2 m breit)	kg/m²	6	11	15	17	24
Gewicht bei schmalem Wuchs bis: (Kletterhilfe schmal; Bewuchs 1 m breit)	kg/m²	6	14	19	26	42
Gewicht bei linearem Wuchs bis: (Kletterhilfe aus einzelнем Profil oder Seil; Bewuchs bis 0,7 m breit)	kg/m Höhe	6	13	18	20	28
Windlasten - mögliche Abminderungen aufgrund Durchströmung	Faktor	0,55	0,6	0,6	0,65	0,7

Windflächenlast: $W_1 = 0,50 \times 1,20 \times 0,65 = 0,390 \text{ kN/m}^2$
 Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_w = 1,50$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.6.2 Seilnetze ohne Begrünung

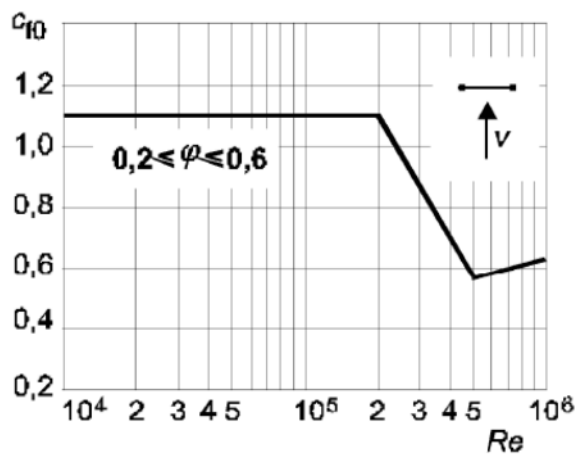
Standort: Weinheim
 Windzone: 1
 Höhe über GOK: $z \leq 10,00 \text{ m}$
 Böengeschwindigkeitsdruck: $q = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Kraftbeiwert für Fachwerkstruktur
 aus Profilen mit Kreisquerschnitt $C_{f0} = 1,10$

Seilnetze CXL 115040

Versperrungsgrad mit Eis: $\eta_{NE} = 31 \%$
 Windflächenlast mit Eis: $W_2 = 0,50 \times 1,10 \times 0,31 = 0,171 \text{ kN/m}^2$

Teilsicherheitsbeiwert: $\gamma_w = 1,50$





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

3.7 Lastkombinationen

Da bei einer Berechnung nach Theorie III. Ordnung keine Superposition der Ergebnisse einzelner Lastfälle möglich ist, werden folgende Lastkombinationen mit den Kombinationsbeiwerten gemäß DIN EN 1990:2010-12 für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit im Vorfeld zusammengestellt und anschließend einzeln berechnet.

Geländernetze

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

$$\text{LK 101} = 1,00 \times G + 1,00 \times V + 1,00 \times W_2 + 0,50 \times E_2 \quad (\text{Wind führend})$$

$$\text{LK 102} = 1,00 \times G + 1,00 \times V + 0,60 \times W_2 + 1,00 \times E_2 \quad (\text{Eis führend})$$

Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$\text{LK 201} = 1,35 \times G + 1,00 \times V + 1,50 \times W_2 + 0,75 \times E_2 \quad (\text{Wind führend})$$

$$\text{LK 202} = 1,35 \times G + 1,00 \times V + 0,90 \times W_2 + 1,50 \times E_2 \quad (\text{Eis führend})$$

Außergewöhnliche Einwirkung

$$\text{LK 1001} = 1,00 \times G + 1,00 \times V + 1,00 \times S_{\text{dyn}} + 0,20 \times W_2 \quad (\text{Dyn. Stoß in Netzmitte})$$

Ranknetze

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

$$\text{LK 101} = 1,00 \times G + 1,00 \times V + 1,00 \times P + 1,00 \times W_1 + 0,50 \times E_1 \quad (\text{Wind führend})$$

$$\text{LK 102} = 1,00 \times G + 1,00 \times V + 1,00 \times P + 0,60 \times W_1 + 1,00 \times E_1 \quad (\text{Eis führend})$$

Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$\text{LK 201} = 1,35 \times G + 1,00 \times V + 1,50 \times P + 1,50 \times W_1 + 0,75 \times E_1 \quad (\text{Wind führend})$$

$$\text{LK 202} = 1,35 \times G + 1,00 \times V + 1,50 \times P + 0,90 \times W_1 + 1,50 \times E_1 \quad (\text{Eis führend})$$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

4. Schnittkraftermittlung

Allgemeines

Die Seilnetze einschließlich der Rand- und Ringseile werden mit ihren tatsächlichen Querschnitten und den im Abschnitt 2 angegebenen Abmessungen für die unterschiedlichen Einbausituationen jeweils in einem integralen räumlichen Gesamtmodell abgebildet. Die Berechnung erfolgt dabei für die Geländernetze exemplarisch an einem Netzfeld am Fluchtbalkon bestehend aus 5 Pfostenfeldern.

Konvergenzoptimierung

Um das Konvergenzverhalten bei der schrittweisen nichtlinearen Iterationsberechnung nach Theorie III. Ordnung zu verbessern und damit die Qualität der Ergebnisse zu erhöhen, muss die Anzahl der Elemente im FE-Modell begrenzt werden.

Dazu werden für die Berechnung der engmaschigen Geländernetze jeweils 2 Seile im statischen Modell zusammengefasst. Die Steifigkeit der Seilnetze bleibt dabei durch die Zuweisung der 2-fachen Querschnittsfläche für die Seilbündel unverändert.

$$\text{Seilbündel } 2 \times 1,50 \text{ mm: } A_m = 2 \times 0,97 \text{ mm}^2 = 1,94 \text{ mm}^2$$

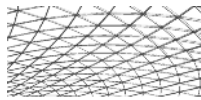
Anbindung der Seilnetze an die Randseile, Ringseile und Rundstäbe

Die Seilnetze werden an die Randseile, Ringseile und Rundstäbe mit Bindeseilen umlaufend angebunden. Am Übergang der Bindeseile können keine axialen Kräfte in Richtung der Seile und Profile übertragen werden. Im statischen Modell wird an dieser Stelle eine freie Längsverschieblichkeit zwischen den Seilnetzen und den Seilen und Rundstäben modelliert.



Seilführungen und Umlenkungen

Die Rand- und Ringseile werden an den Bauteilen zur Seilführung und Seilumlenkung nicht geklemmt sondern lose in Bohrungen geführt. An den Seilführungen und Umlenkungen können damit keine axialen Kräfte in Richtung der Seile übertragen werden. Im statischen Modell wird an diesen Stellen eine freie Längsverschieblichkeit zwischen den Seilen und der Unterkonstruktion modelliert.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

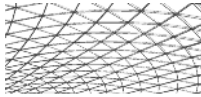
Rundstäbe zur Netzanbindung

Die Bemessung der Rundstäbe zur Netzanbindung der Geländernetze erfolgt bauseits. Im statischen Modell werden die Rundstäbe als fiktive Dummy-Stäbe mit einer großen Biegesteifigkeit modelliert. Die Befestigung der Stäbe erfolgt im Modell mit einem fiktiven Befestigungsabstand e am unteren und oberen Netzrand. Die für die Bemessung auf die Profile einwirkenden Linienlasten q_{Ed} werden anschließend im Abschnitt 5.5 direkt aus den Auflagerkräften Q_{Ed} abgeleitet:

$$q_{Ed} = \Sigma Q_{Ed} / e$$

Befestigungen auf der UK

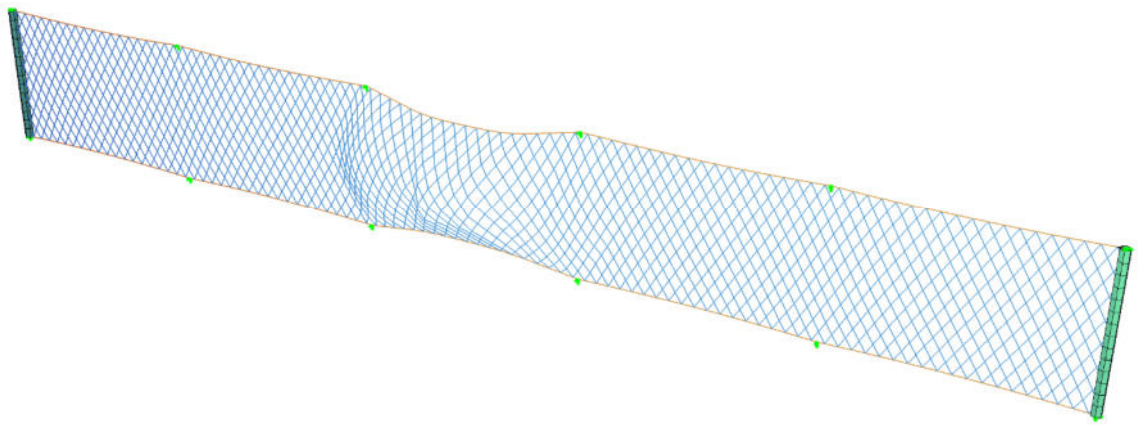
Die Befestigung der Seile und Rundstäbe auf der Unterkonstruktion wird im Modell mit Federelementen modelliert und erfolgt auf der sicheren Seite unendlich starr (Federsteifigkeit $c_s = 1E10$ kN/m). Einflüsse aus der Nachgiebigkeit der Anschlüsse und der Unterkonstruktion auf die Schnittgrößenverteilung bleiben damit unberücksichtigt. Die Steifigkeit an den Netzrändern wird dabei etwas überschätzt, die Berechnungsergebnisse liegen damit auf der sicheren Seite.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

5. Geländernetze

5.1 System Eingabedaten

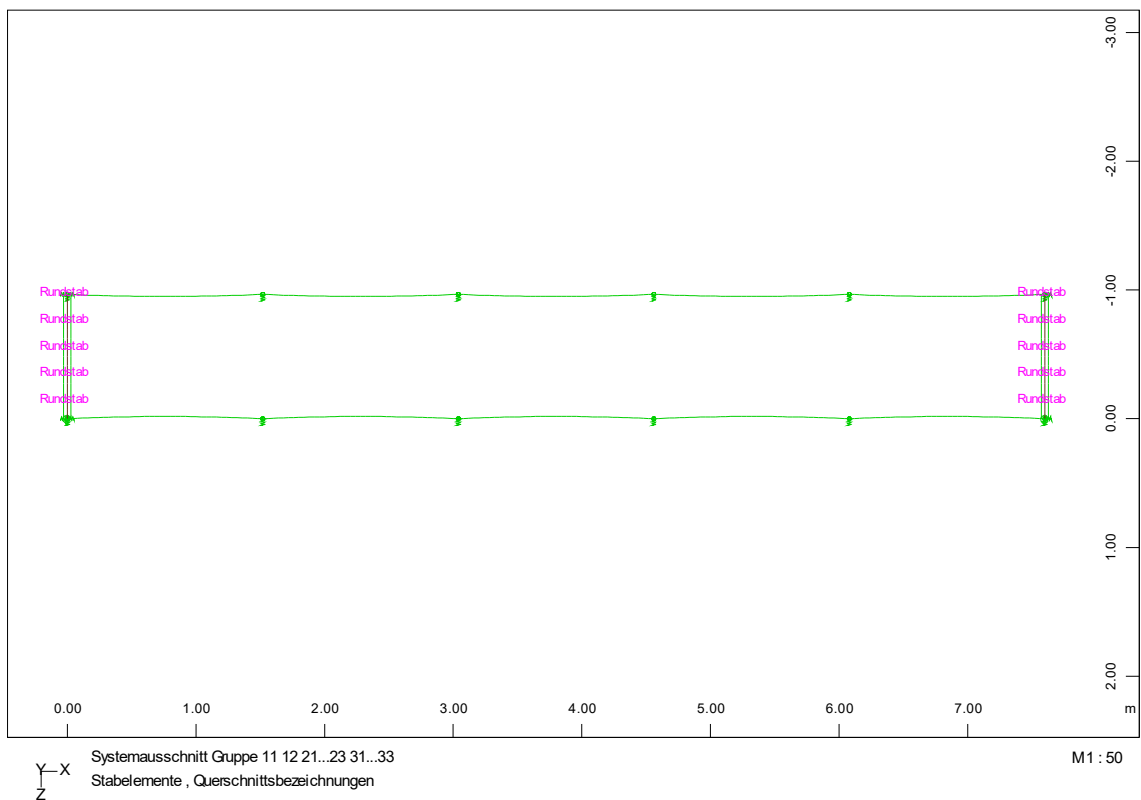
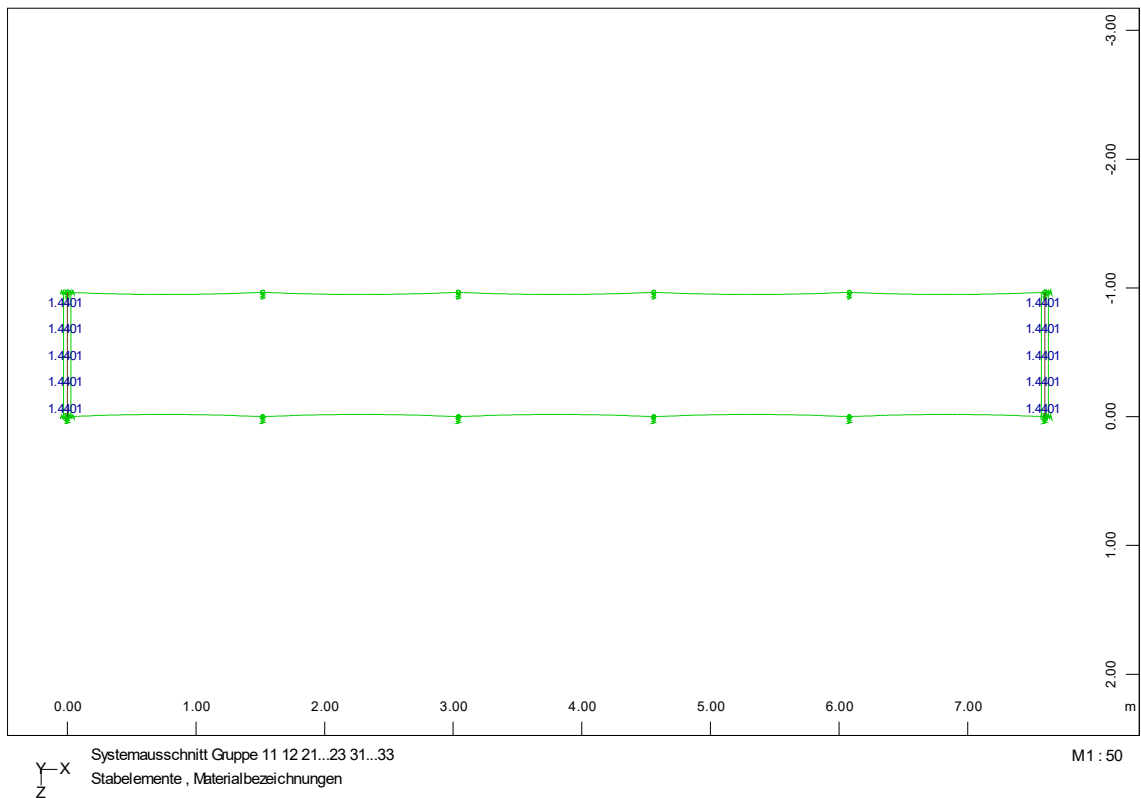


Isometrie Berechnungsmodell

Verformte Struktur, Darstellung überhöht

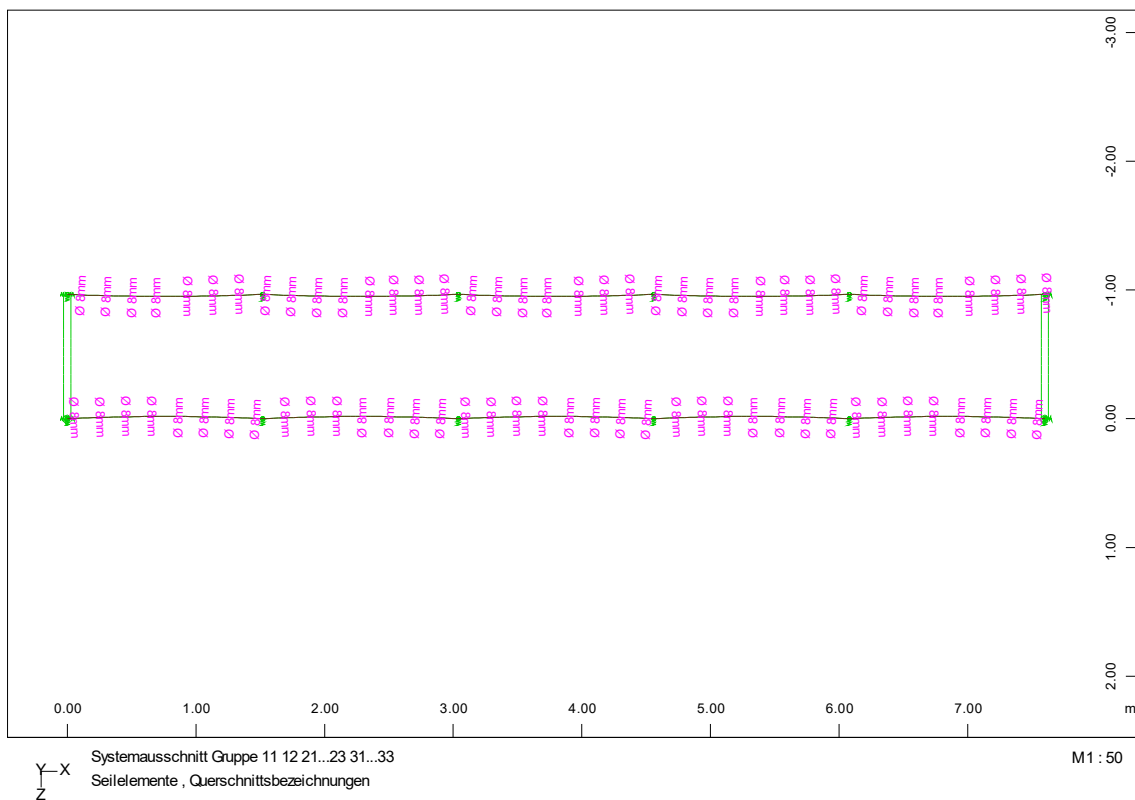
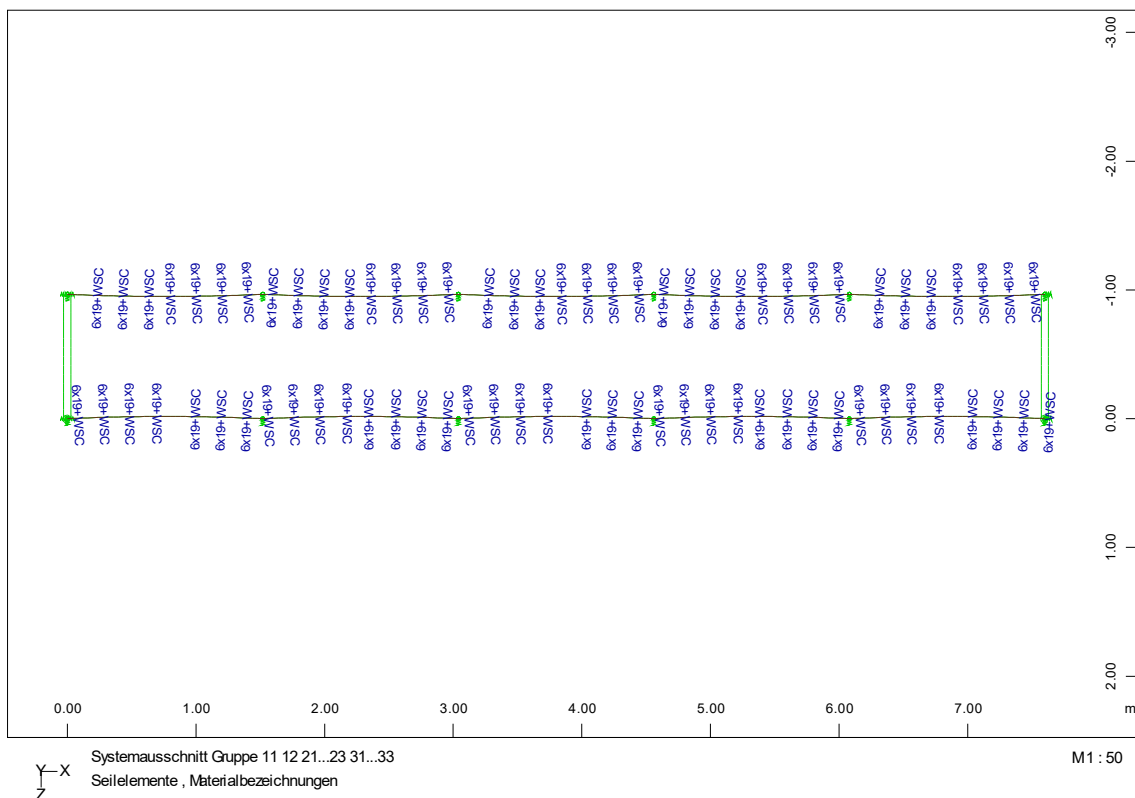


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



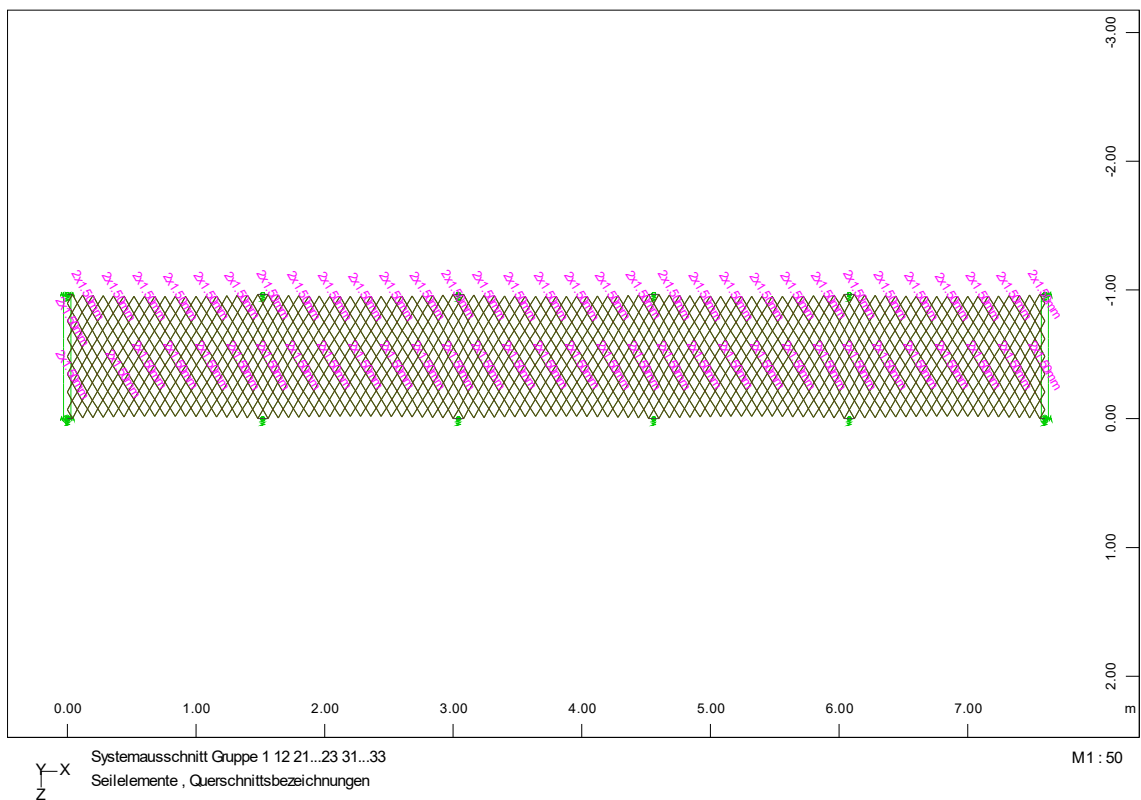
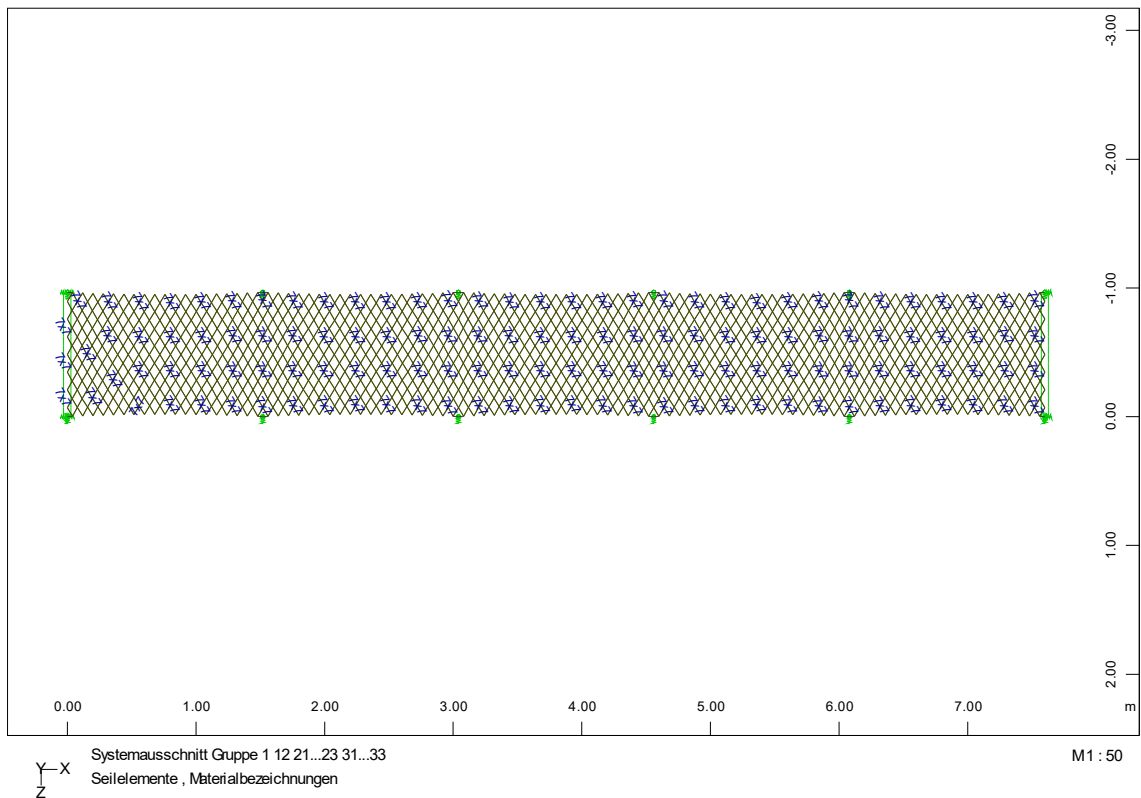


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



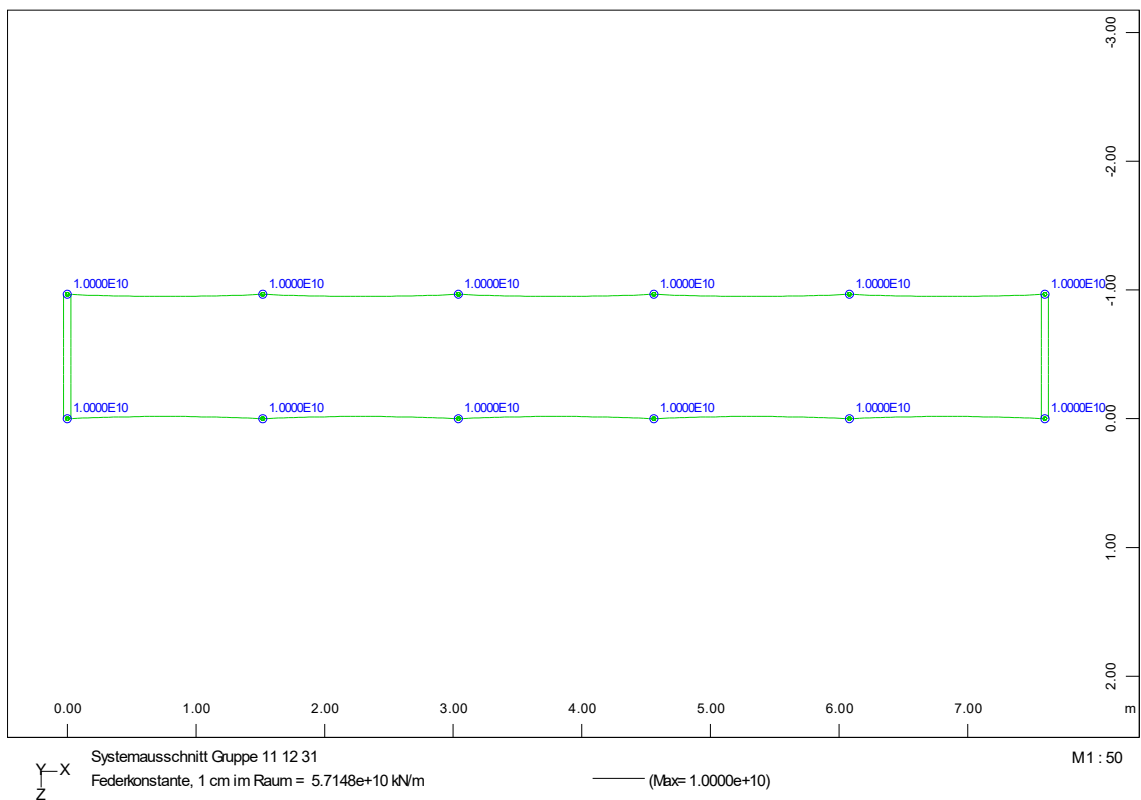
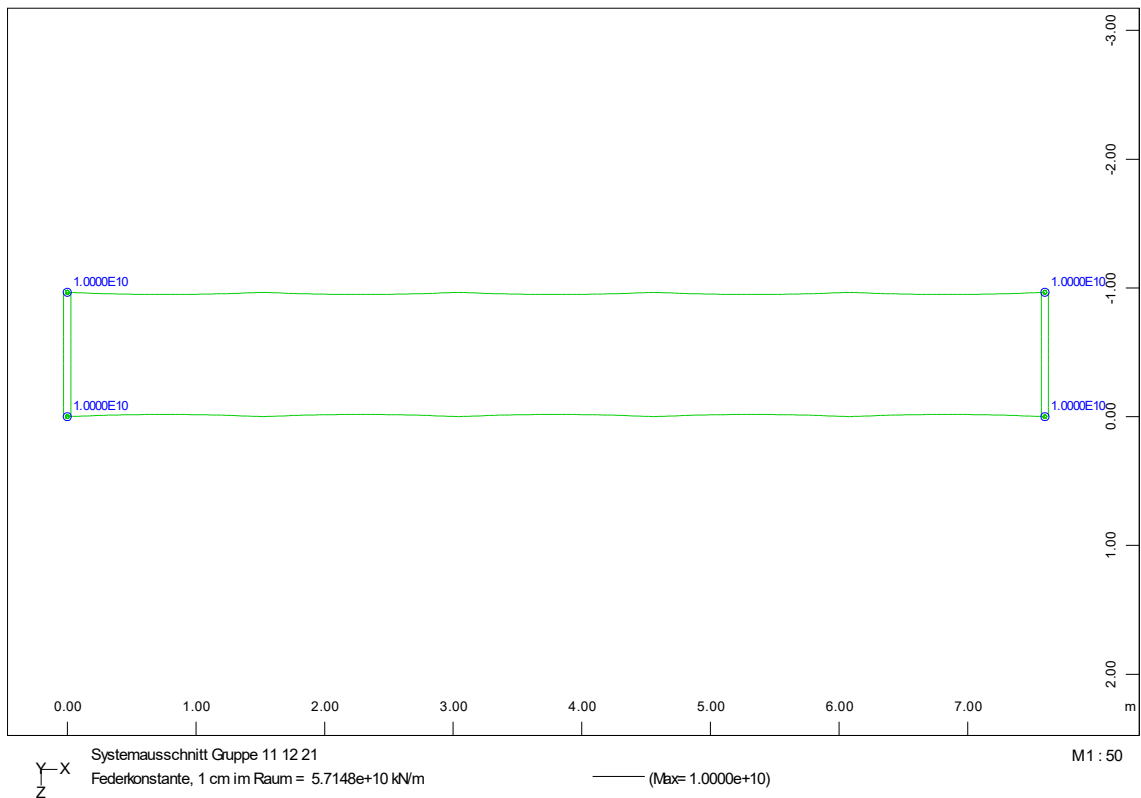


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



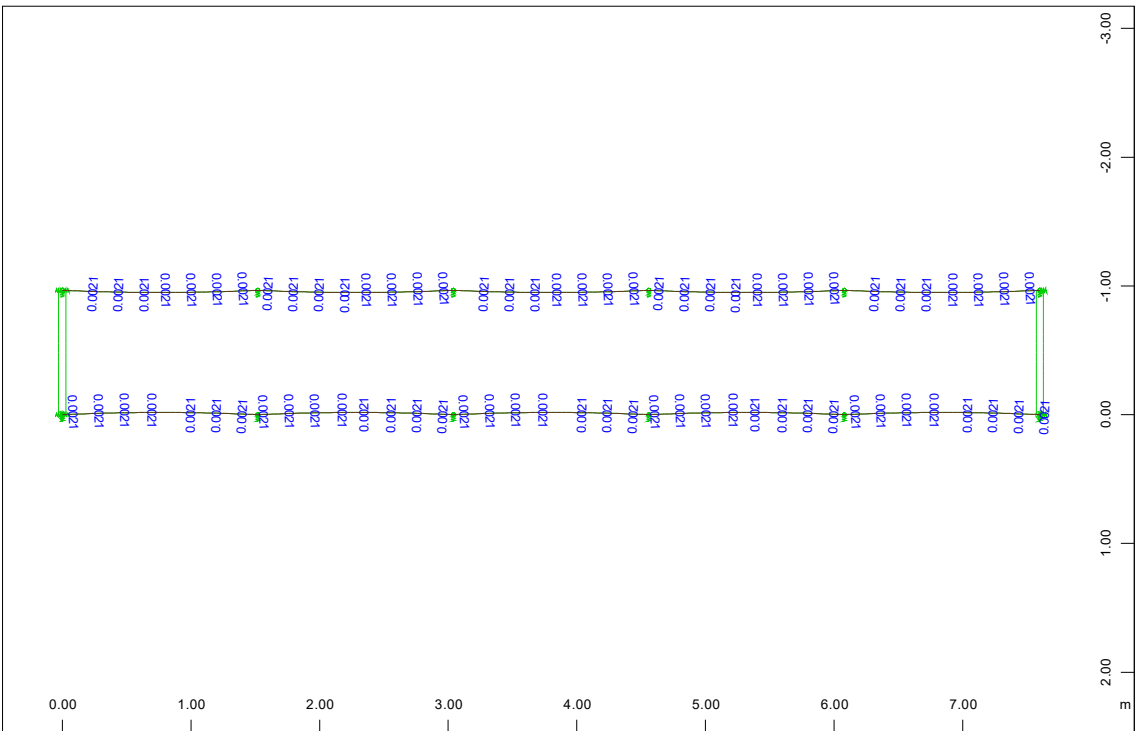


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

5.2 Belastung Eingabedaten

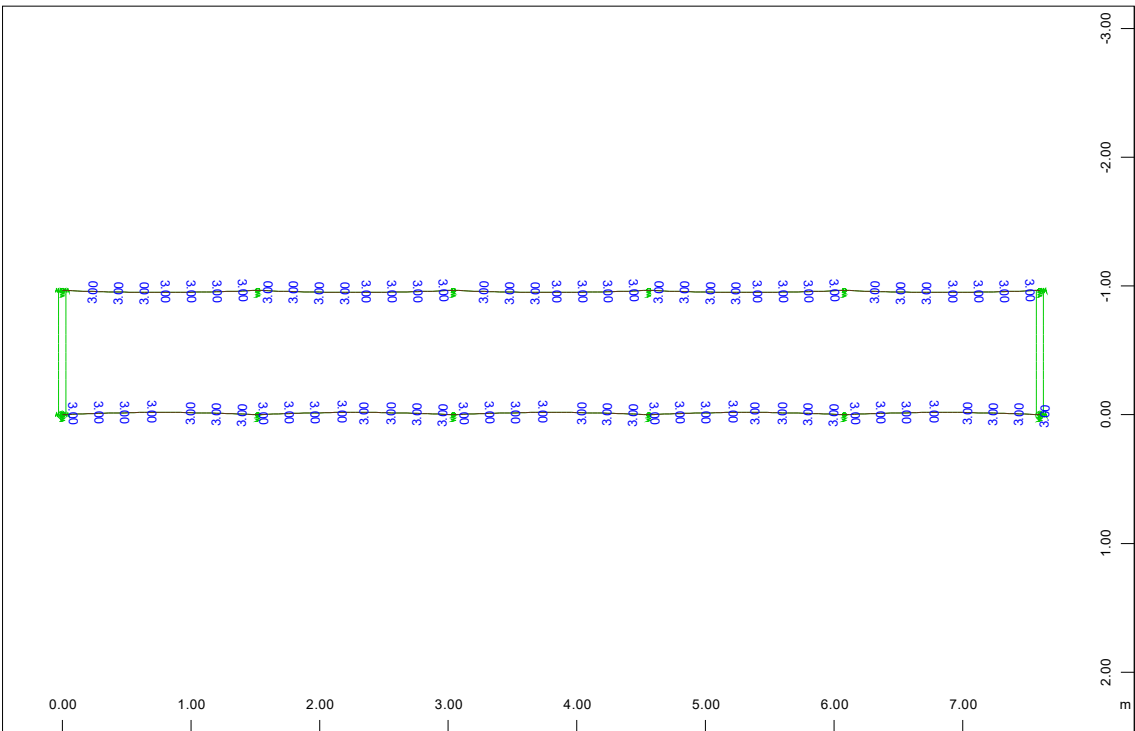


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
Seillast, Lastfall 1 Eigengewicht , (Kraft) in global Z kN/m (Max=0.0021)

M1 : 50

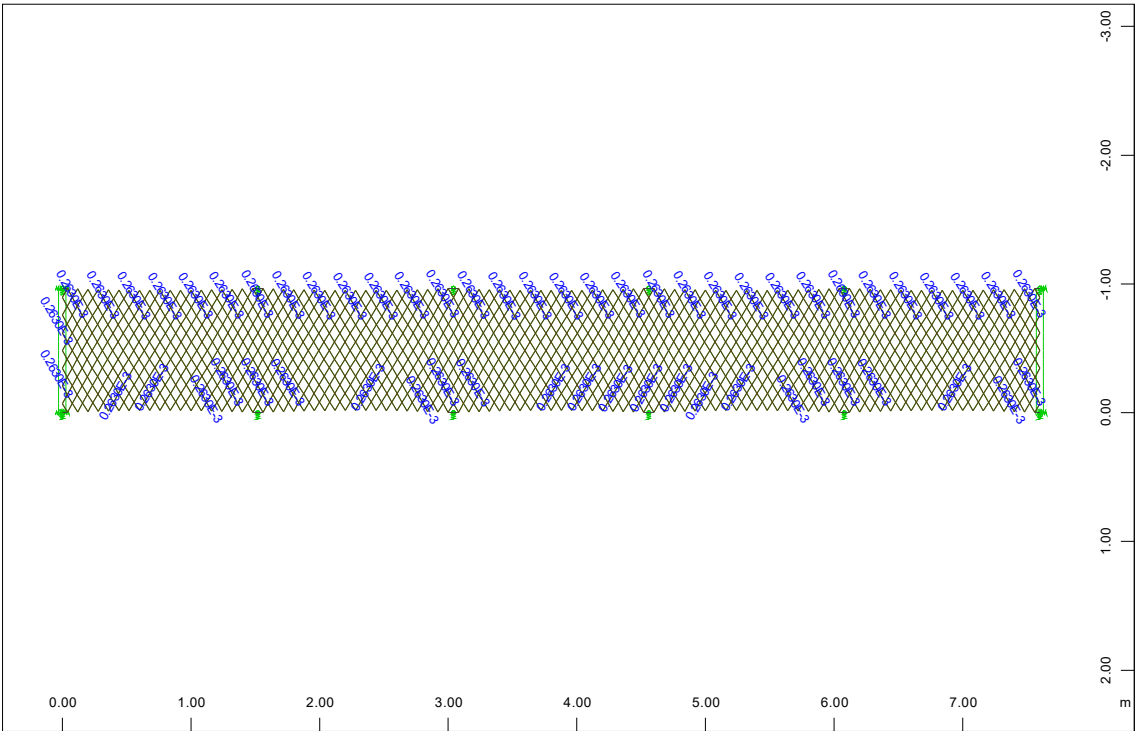


Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
Seillast, nichtlinearer Lastfall 2 Vorspannung , (Vorspannung) kN (Max=3.00)

M1 : 50

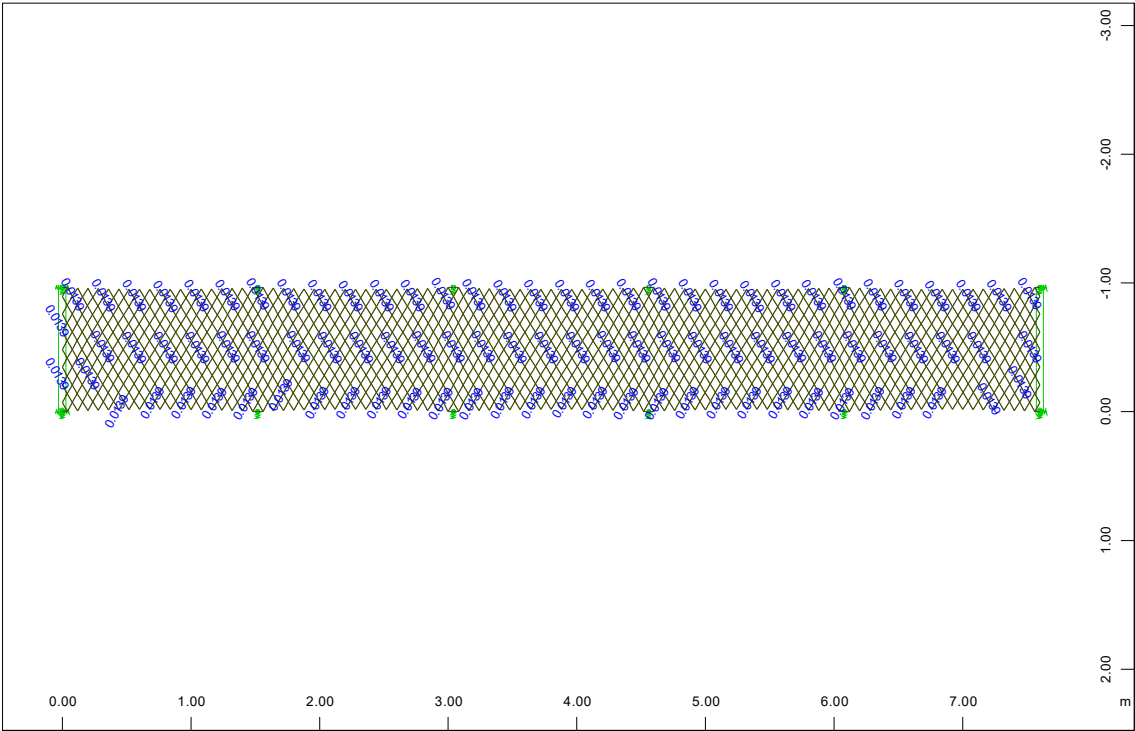


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seillast, Lastfall 1 Eigengewicht , (Kraft) in global Z kN/m (Max= 2.6300e-04)

M1 : 50

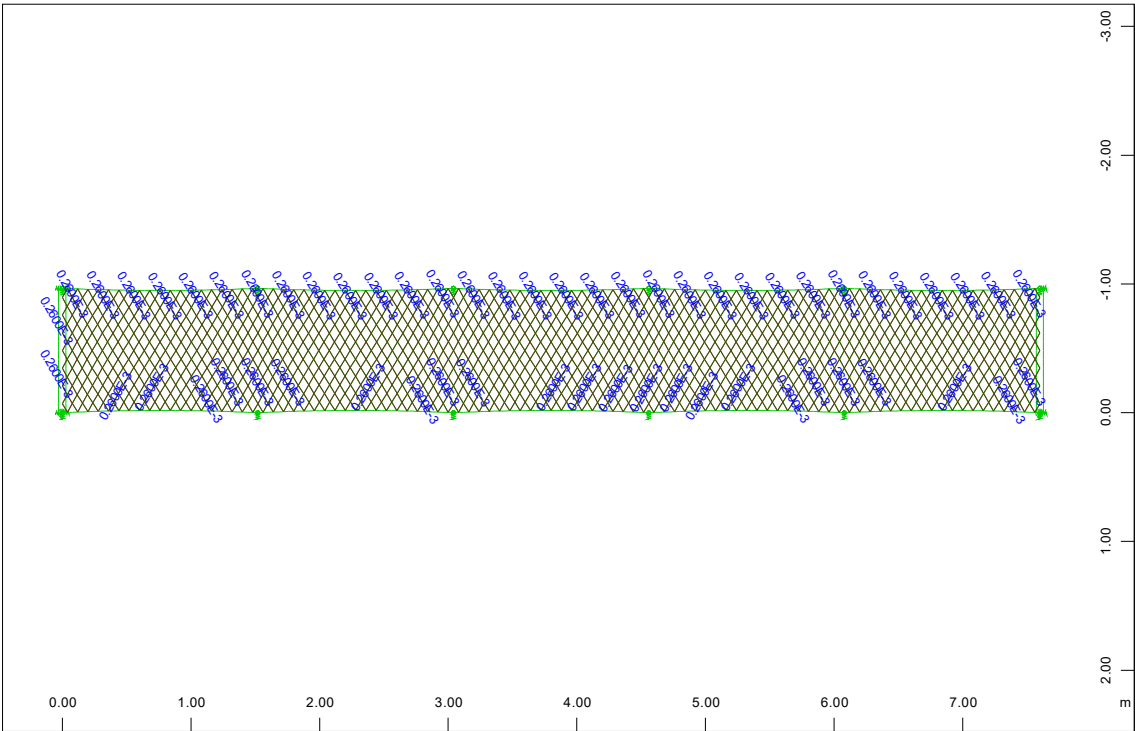


Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seillast, nichtlinearer Lastfall 2 Vorspannung , (Vorspannung) kN (Max=0.0139)

M1 : 50

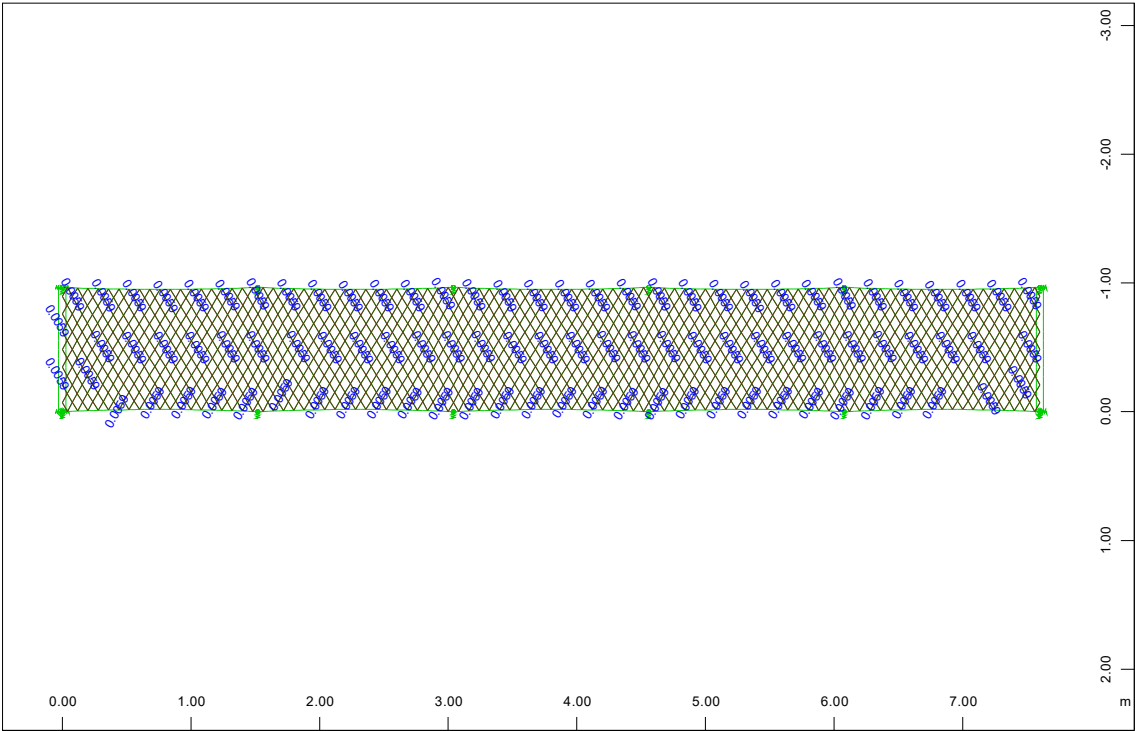


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 1 11 12 21...23 31...33
Seillast, Lastfall 4 Eisbehang, (Kraft) in global Z kN/m (Max= 2.6000e-04)

M1 : 50

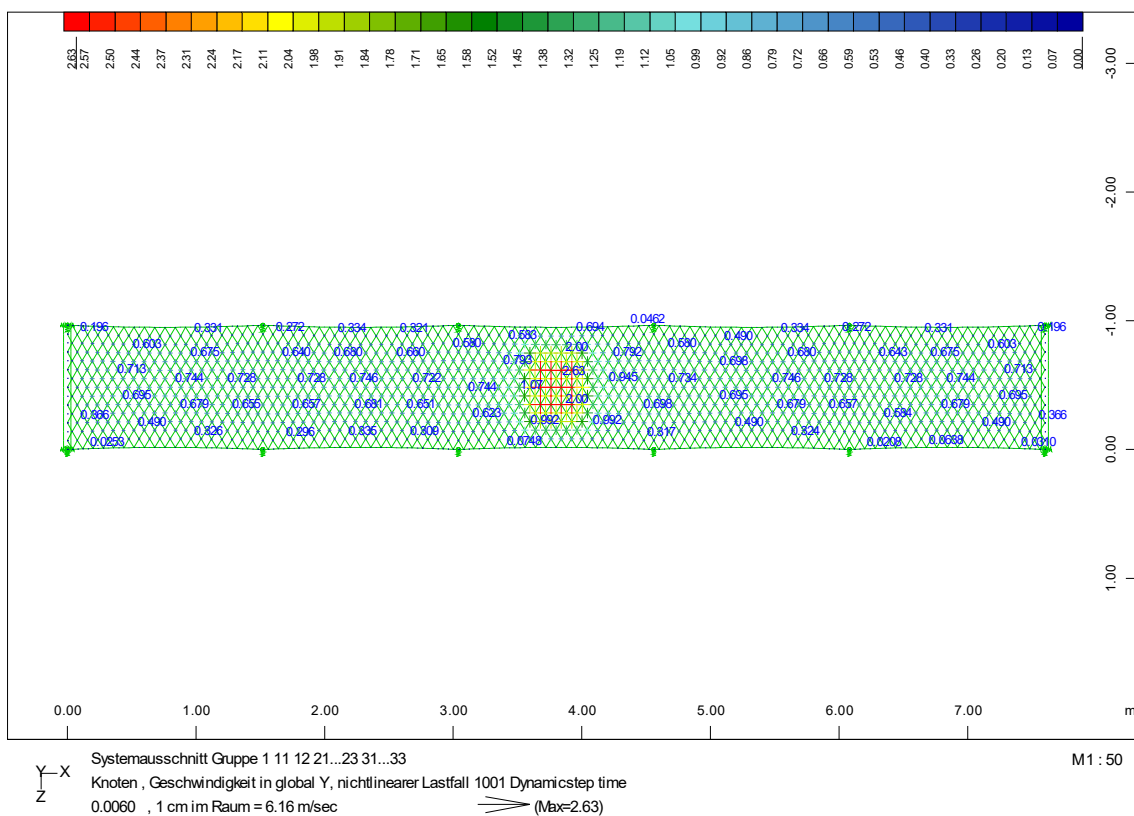
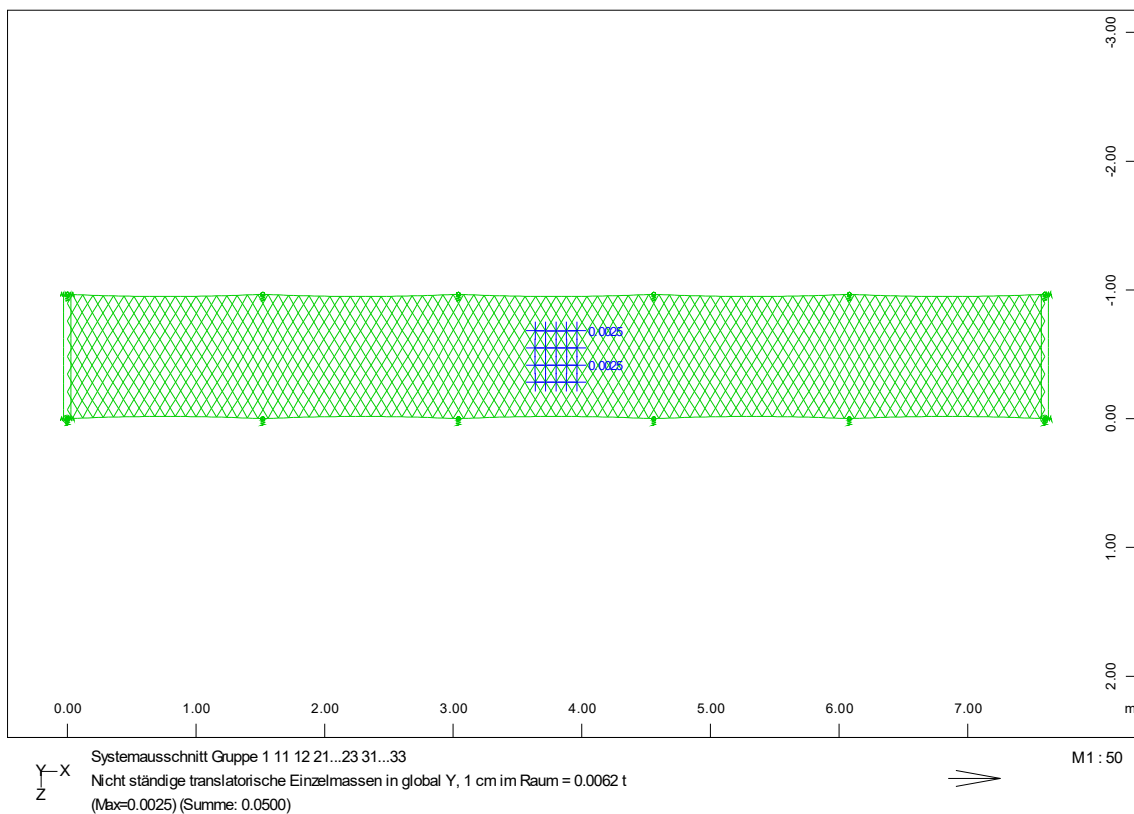


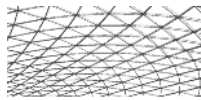
Systemausschnitt Gruppe 1 11 12 21...23 31...33
Seillast, Lastfall 5 Wind, (Kraft) in global Y kN/m (Max=0.0059)

M1 : 50



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

5.3 Ergebnisse Seilnetze

Seilnetze CXL 115040

Maximale Kraft im Seilbündel:

$$Z_{BÜ,Ed} = 0,317 \text{ kN}$$

Maximale Kraft im Einzelseil:

$$Z_{XT,Ed} = 0,159 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft 7x7, Ø 1,50mm:

$$Z_{XT,Rd} = 0,720 \text{ kN}$$

(Tragfähigkeit der Ösen und Leerhülsen maßgebend)

Ausnutzungsgrad:

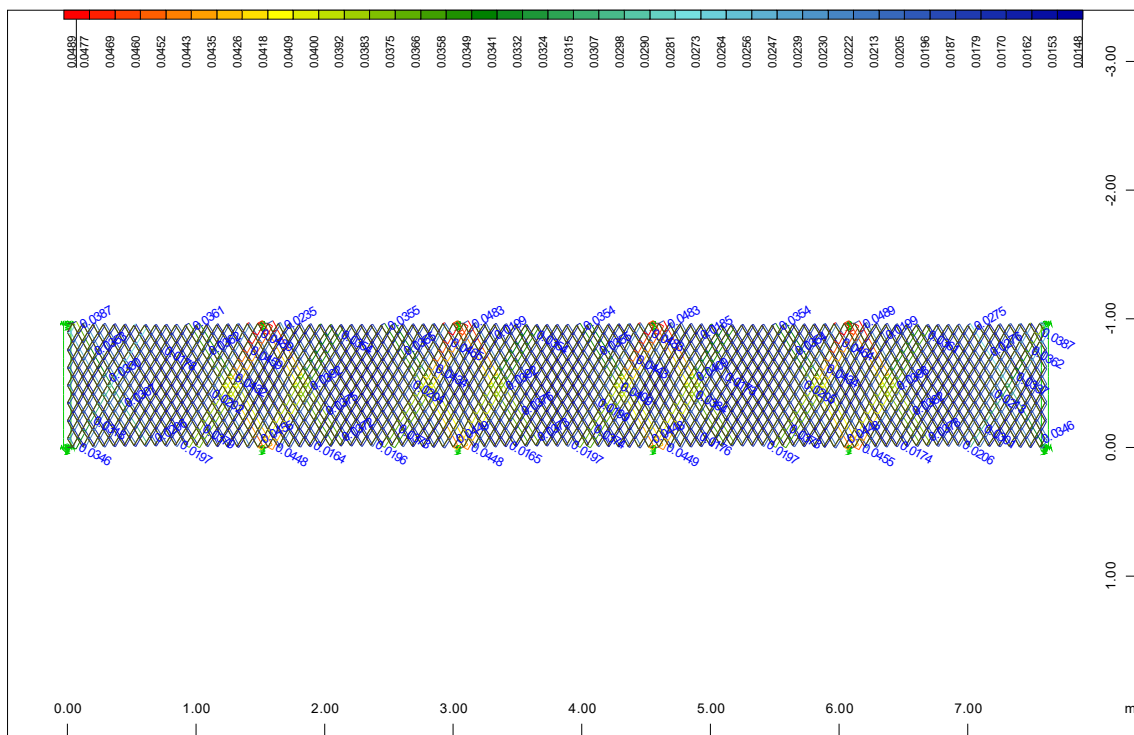
$$\eta_{XT} = 25 \%$$

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden

- die Kräfte in den Seilnetzen im GZT,
- die zeitliche Entwicklung der Netzkräfte beim dynamischen Stoß.

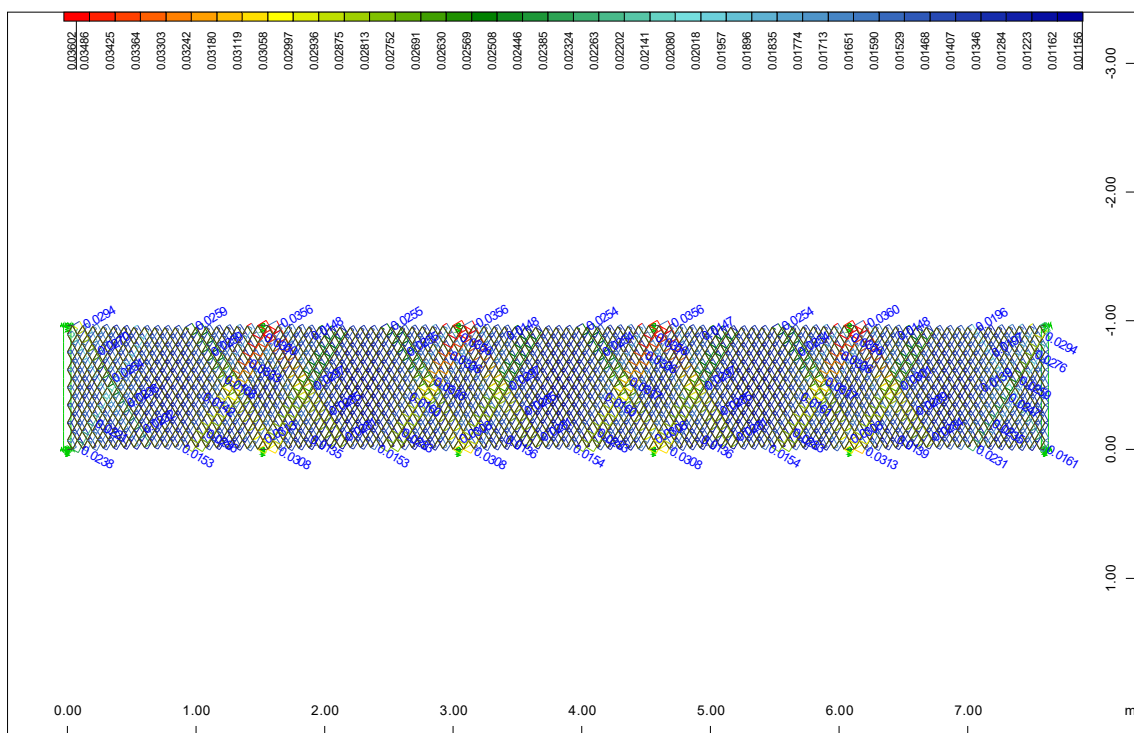


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



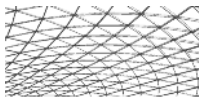
Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 201 LC 201, 1 cm im Raum = 0.571
kN (Max=0.0489)

M1 : 50

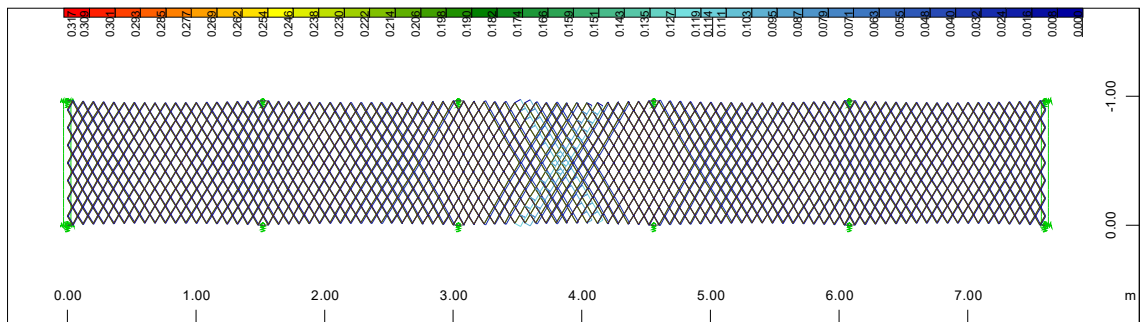


Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 202 LC 202, 1 cm im Raum = 0.229
kN (Max=0.0360)

M1 : 50

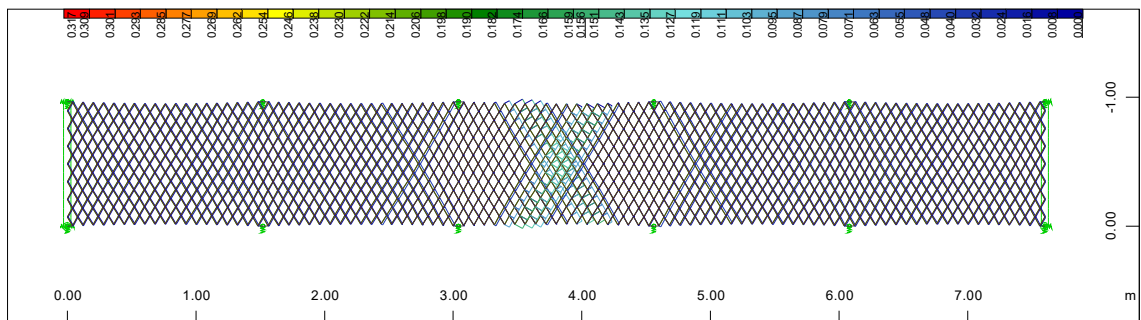


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



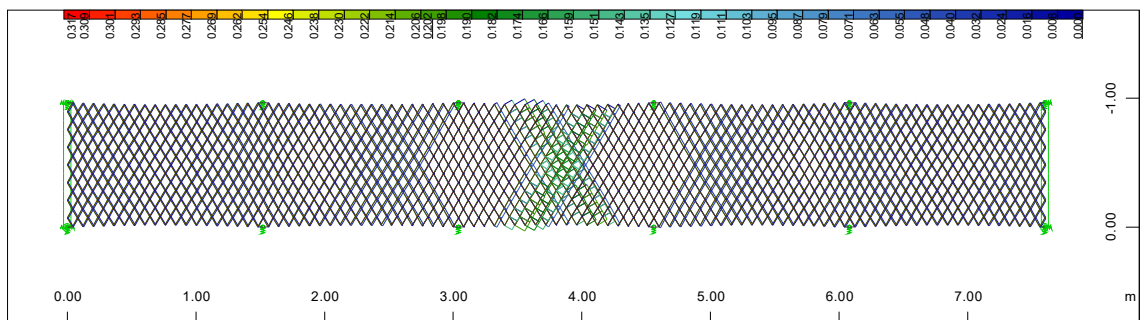
Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1009 Dynamicstep time 0.0540 , 1
cm im Raum = 1.14 kN (Max=0.114)

M1 : 50



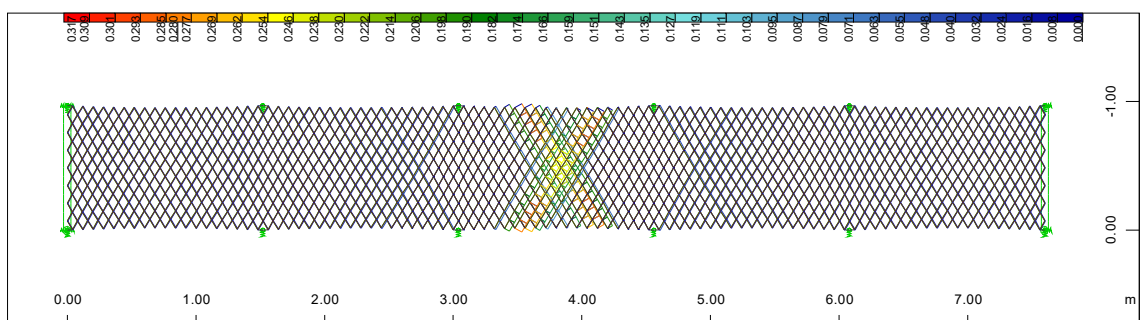
Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1012 Dynamicstep time 0.0720 , 1
cm im Raum = 1.14 kN (Max=0.156)

M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1015 Dynamicstep time 0.0900 , 1
cm im Raum = 1.14 kN (Max=0.202)

M1 : 50

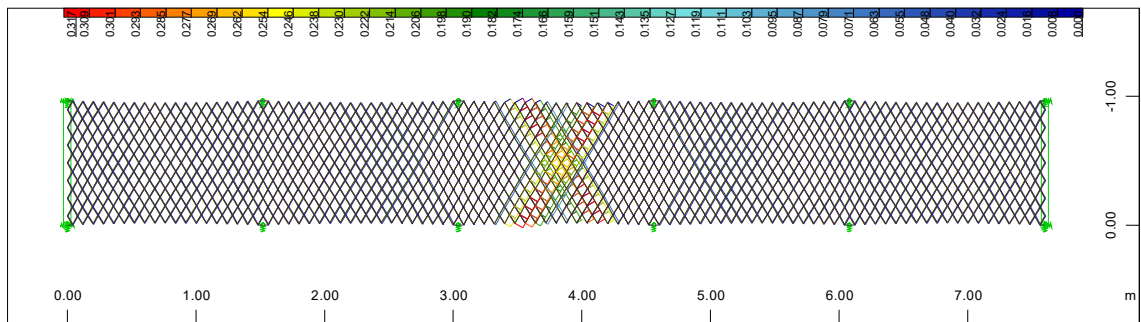


Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1018 Dynamicstep time 0.1080 , 1
cm im Raum = 2.29 kN (Max=0.280)

M1 : 50

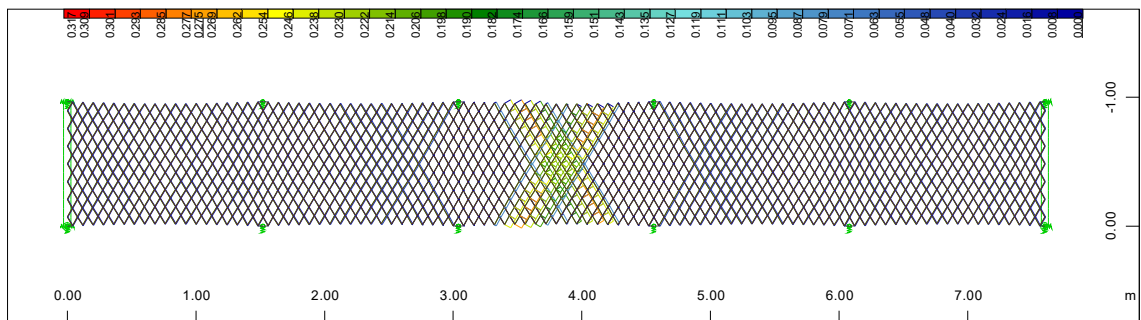


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



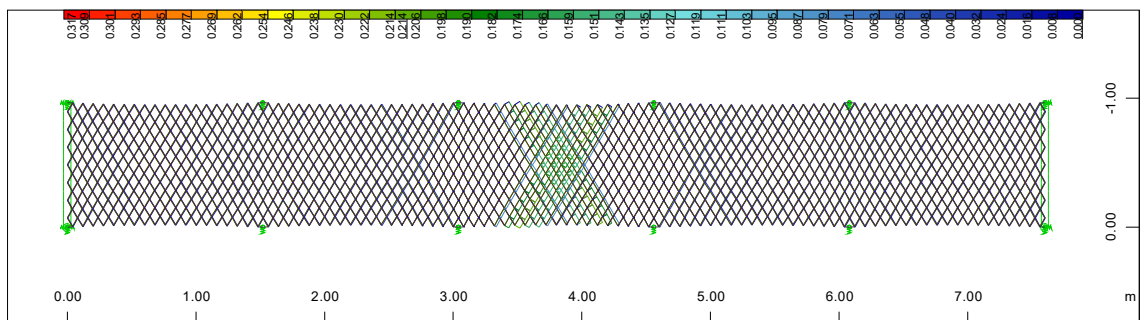
Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1021 Dynamicstep time 0.1260, 1
cm im Raum = 2.29 kN (Max=0.317)

M1: 50



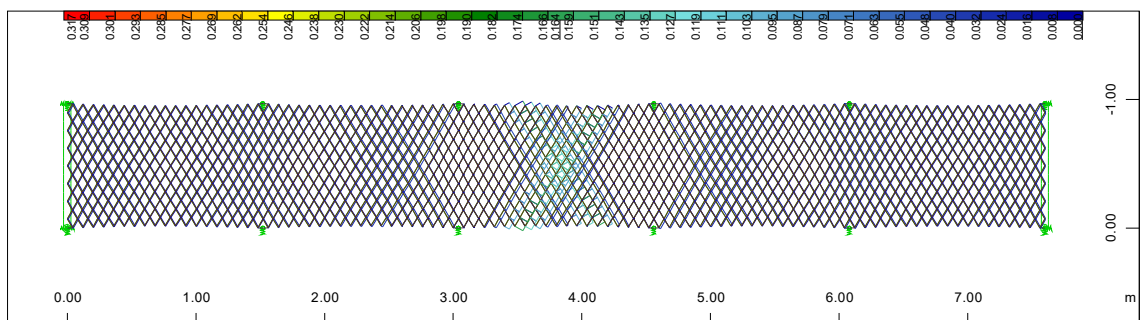
Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1024 Dynamicstep time 0.1440, 1
cm im Raum = 2.29 kN (Max=0.275)

M1: 50



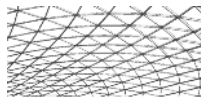
Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1027 Dynamicstep time 0.1620, 1
cm im Raum = 2.29 kN (Max=0.214)

M1: 50



Systemausschnitt Gruppe 1 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1030 Dynamicstep time 0.1800, 1
cm im Raum = 1.14 kN (Max=0.164)

M1: 50



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

5.4 Randseile

Randseile 6x19+WSC, D = 8mm

Maximale Kraft im Seil:

$$Z_{RS,Ed} = 6,84 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft Seil 6x19+WSC, Ø 8mm:

$$Z_{RS,Rd} = 21,84 \text{ kN}$$

Ausnutzungsgrad:

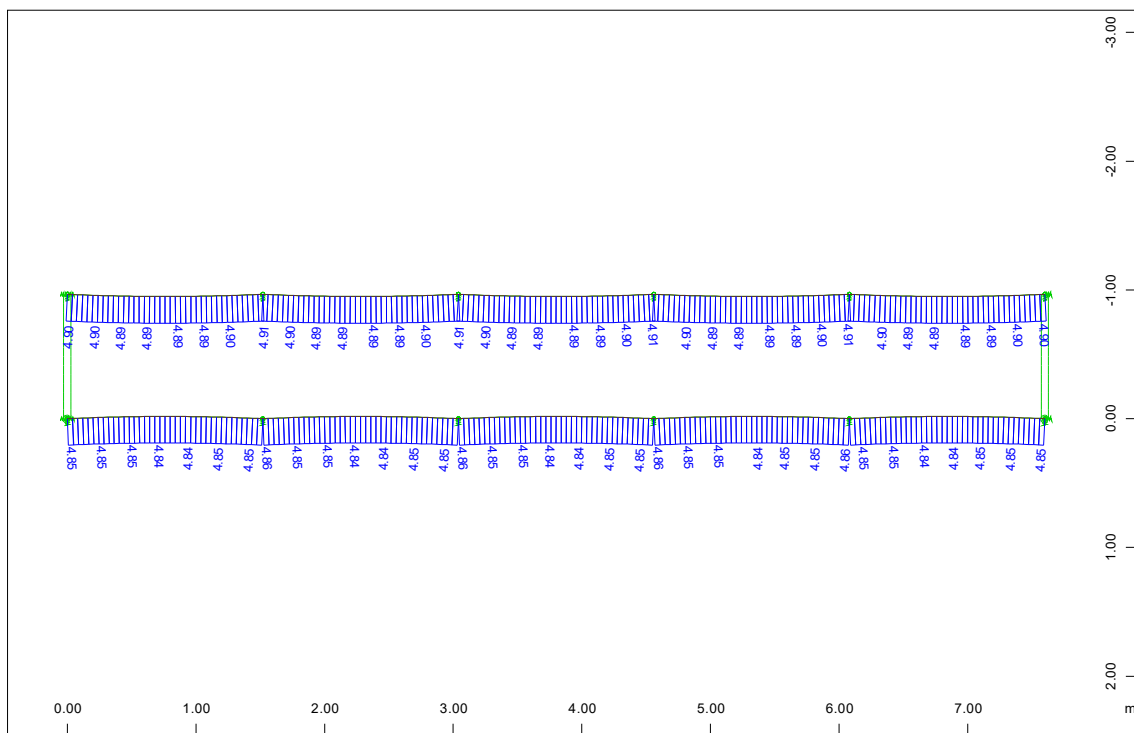
$$\eta_{HS} = 35 \%$$

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden

- die Kräfte in den Seilen im GZT,
- die zeitliche Entwicklung der Seilkräfte beim dynamischen Stoß.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

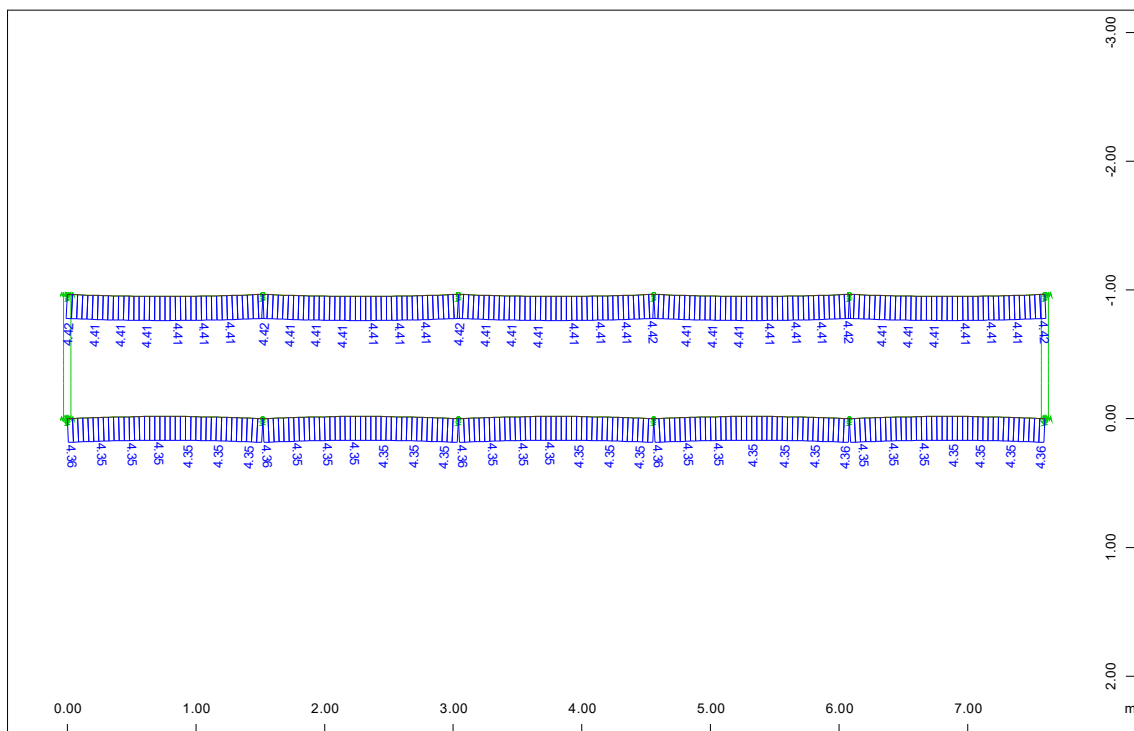
Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33

Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201, 1 cm im Raum = 11.8

kN (Max=4.91)

M1: 50

Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33

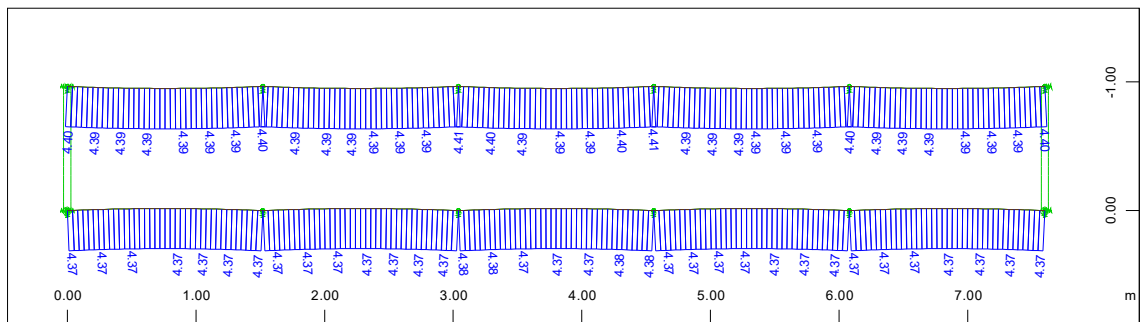
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202, 1 cm im Raum = 11.8

kN (Max=4.42)

M1: 50

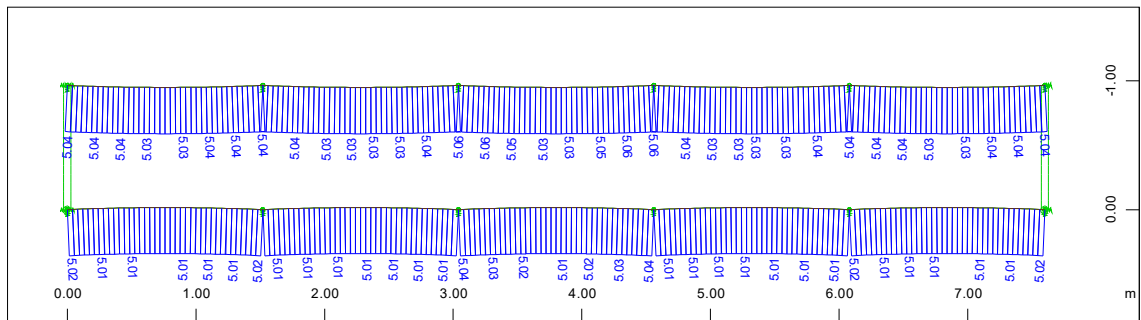


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



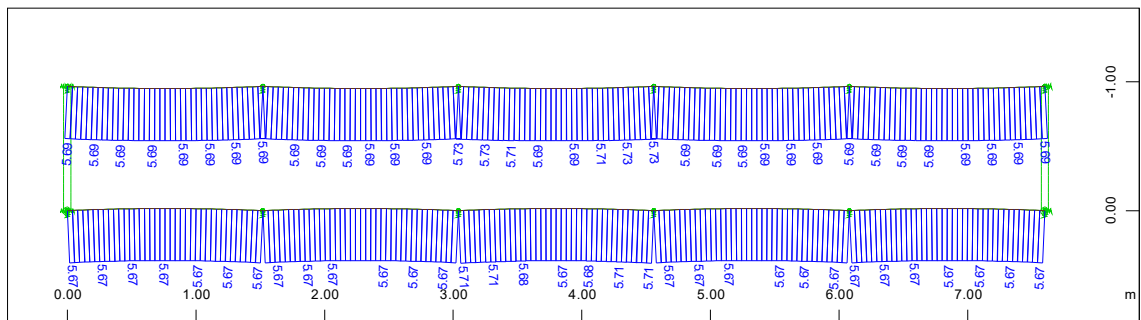
Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
 Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1009 Dynamicstep time 0.0540, 1
 cm im Raum = 7.00 kN (Max=4.41)

M1 : 50



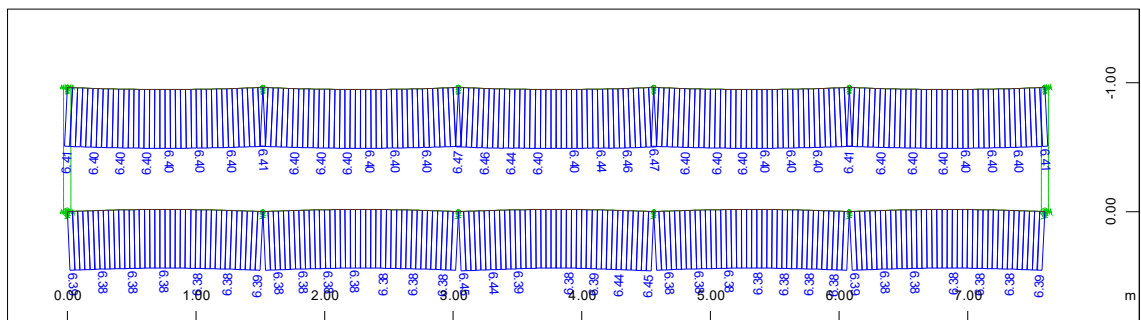
Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
 Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1012 Dynamicstep time 0.0720, 1
 cm im Raum = 7.00 kN (Max=5.06)

M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
 Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1015 Dynamicstep time 0.0900, 1
 cm im Raum = 7.00 kN (Max=5.73)

M1 : 50

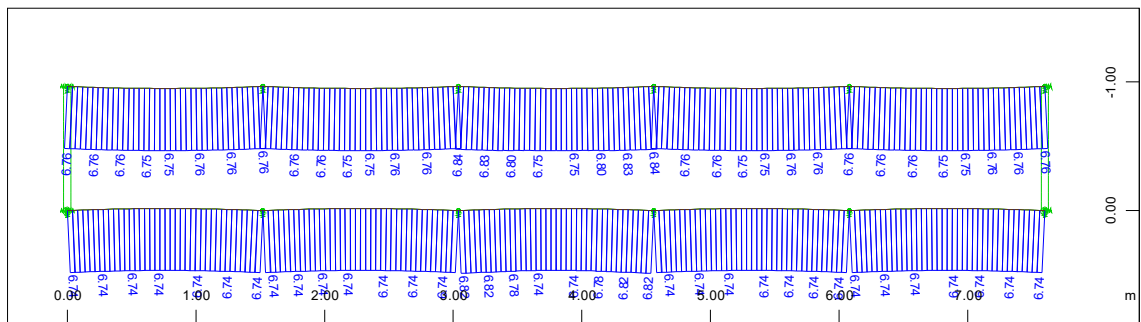


Systemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
 Seilelemente, Normalkraft N_x , nichtlinearer Lastfall 1018 Dynamicstep time 0.1080, 1
 cm im Raum = 7.00 kN (Max=6.47)

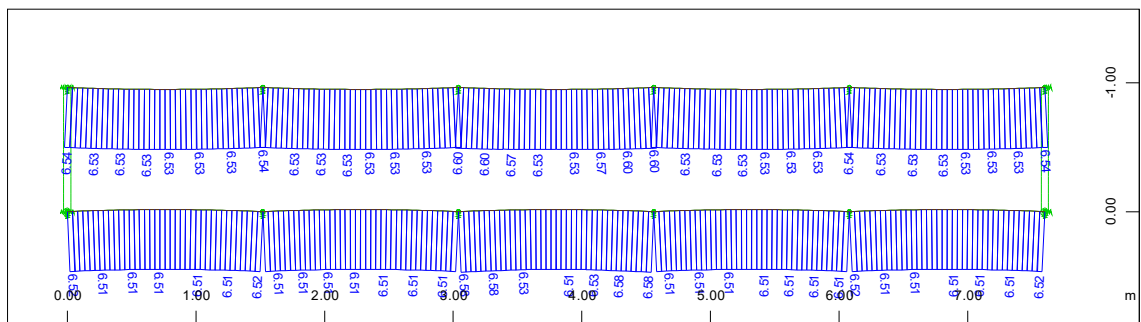
M1 : 50



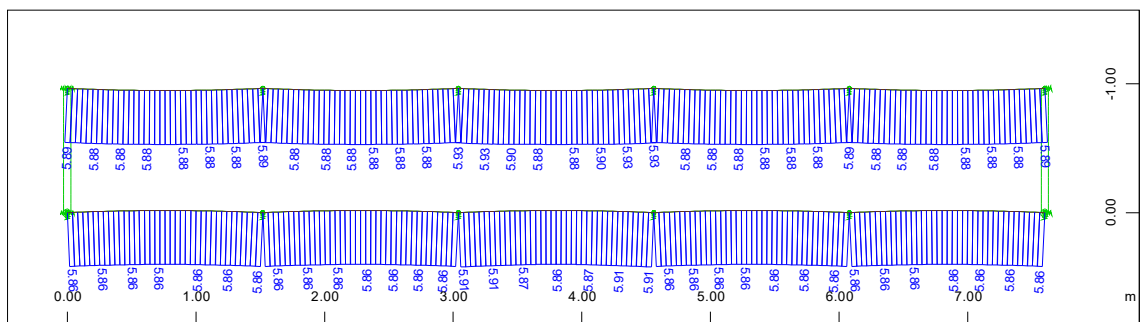
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 1021 Dynamicstep time 0.1260, 1
cm im Raum = 7.00 kN (Max=6.84)

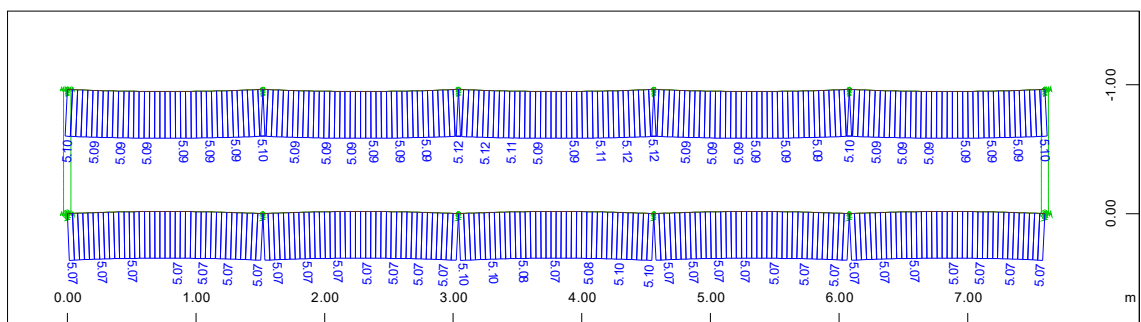
M1 : 50

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 1024 Dynamicstep time 0.1440, 1
cm im Raum = 7.00 kN (Max=6.60)

M1 : 50

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 1027 Dynamicstep time 0.1620, 1
cm im Raum = 7.00 kN (Max=5.93)

M1 : 50

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 11 12 21...23 31...33
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 1030 Dynamicstep time 0.1800, 1
cm im Raum = 7.00 kN (Max=5.12)

M1 : 50



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

5.5 Auflagerkräfte

Kräfte im GZT, γ -fach, gerundet

Randseile 6x19+WSC Ø8mm

Seilführungen der Randseile (unten und oben)

Seilführungen in den Achsen der Zwischenpfosten, Kräfte angegeben pro Seilführung

Horizontalkraft orthogonal zur Netzebene:

$$P_{Y,Ed} = 1,00 \text{ kN}$$

Kraft rechtwinklig zur Seilachse in der Netzebene:

$$P_{Z,Ed} = 2,00 \text{ kN}$$

Seilverankerungen

Seilverankerung der Randseile mit Außengewinden an den End- und Eckpfosten

Zugkraft in Richtung der Seilachse in der Netzebene:

$$P_{X,Ed} = 7,00 \text{ kN}$$

Horizontalkraft orthogonal zur Netzebene:

$$P_{Y,Ed} = 1,00 \text{ kN}$$

Kraft rechtwinklig zur Seilachse in der Netzebene:

$$P_{Z,Ed} = 1,00 \text{ kN}$$

Seilumlenkungen

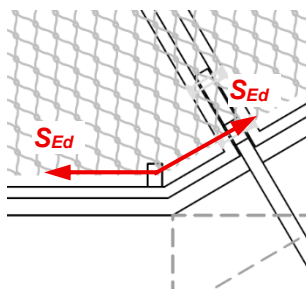
Seilumlenkungen der Randseile (oben und unten)

Zugkräfte in Richtung der anschließenden Seilabschnitte

$$S_{Ed} = 7,00 \text{ kN}$$

Horizontalkraft orthogonal zur Netzebene:

$$P_{Y,Ed} = 1,00 \text{ kN}$$



Rundstäbe zur Netzanbindung

Beanspruchungen auf die Rundstäbe

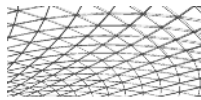
Angabe als Linienlasten in Profilachse

Zugkräfte in Richtung der anschließenden Netzebene:

$$p_{X,Ed} = 1,50 \text{ kN/m}$$

Horizontalkraft orthogonal zur Netzebene:

$$p_{Y,Ed} = 1,00 \text{ kN/m}$$



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden

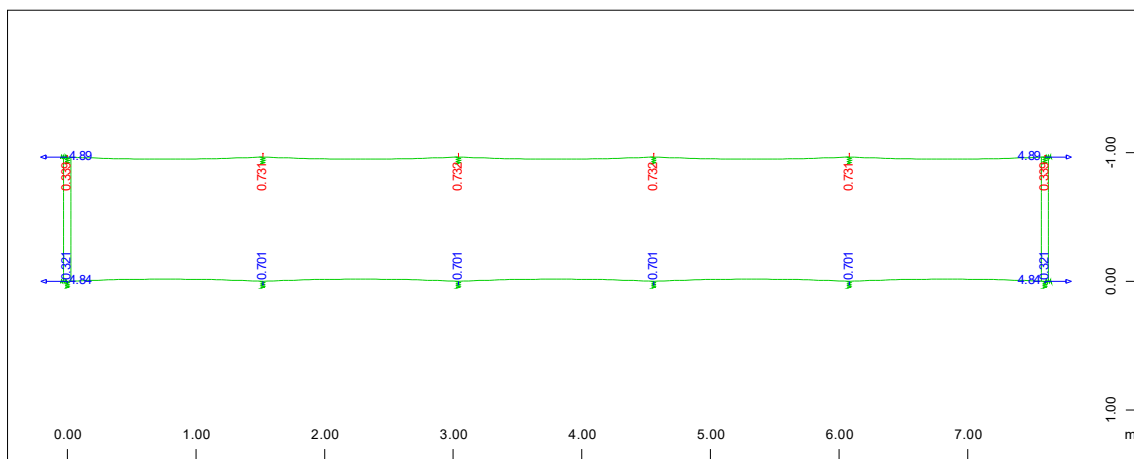
- die Auflagerkräfte im GZT,
- die Auflagerkräfte beim dynamischen Stoß im maßgebenden Zeitschritt.

Anmerkung:

Angegeben sind die Auflagerkräfte in den Achsen der Seile und Profile. Bei der bauseitigen Bemessung der Bauteile zur Seilführung, Seilumlenkung, Seilverankerung und Profilbefestigung sowie beim Nachweis der Ein- und Weiterleitung der Kräfte in der bauseitigen Unterkonstruktion sind die konstruktionsbedingten Exzentrizitäten zu berücksichtigen.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

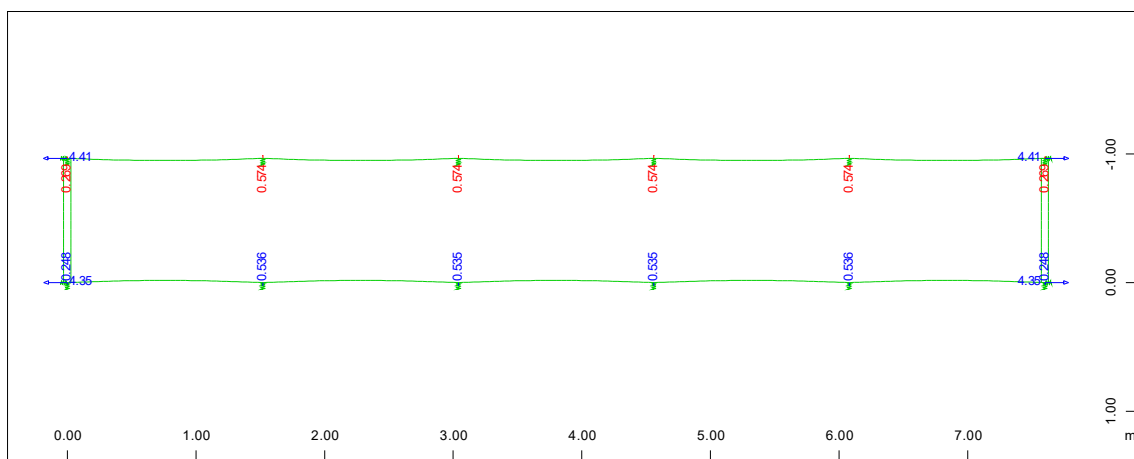


Systemausschnitt Gruppe 11 12 32 33

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201 , 1 cm im Raum = 11.8 kN

(Mn=0.732) (Max=4.89) (Summe: 19.3)

M1 : 50

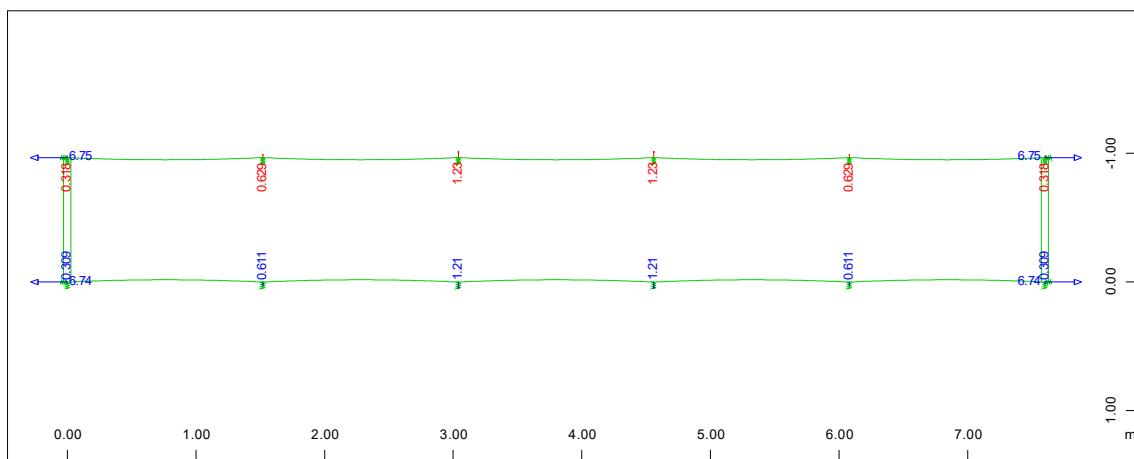


Systemausschnitt Gruppe 11 12 32 33

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202 , 1 cm im Raum = 11.8 kN

(Mn=0.574) (Max=4.41) (Summe: 17.3)

M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 11 12 32 33

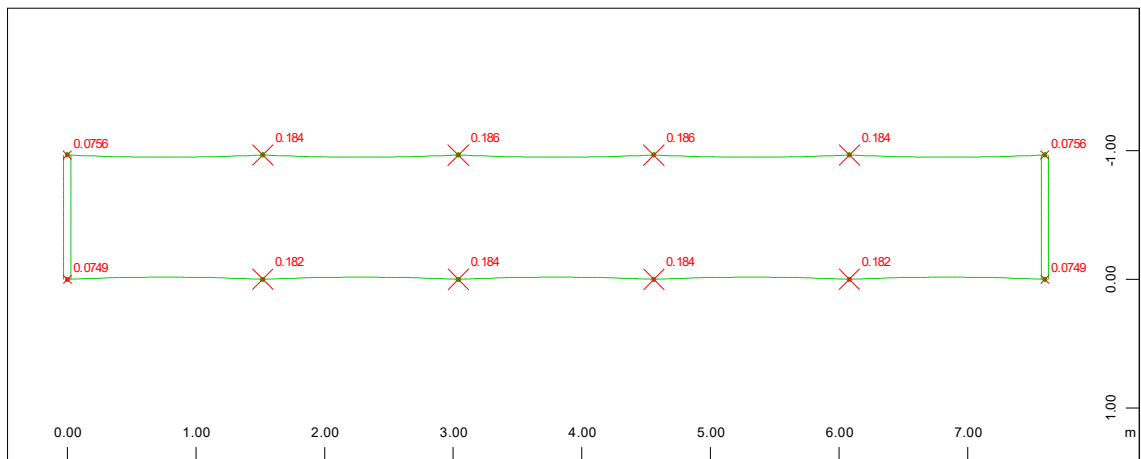
Federkraft, nichtlinearer Lastfall 1021 Dynamicstep time 0.1260 , 1 cm im Raum = 11.8

kN (Mn=1.23) (Max=6.75) (Summe: 26.9)

M1 : 50



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



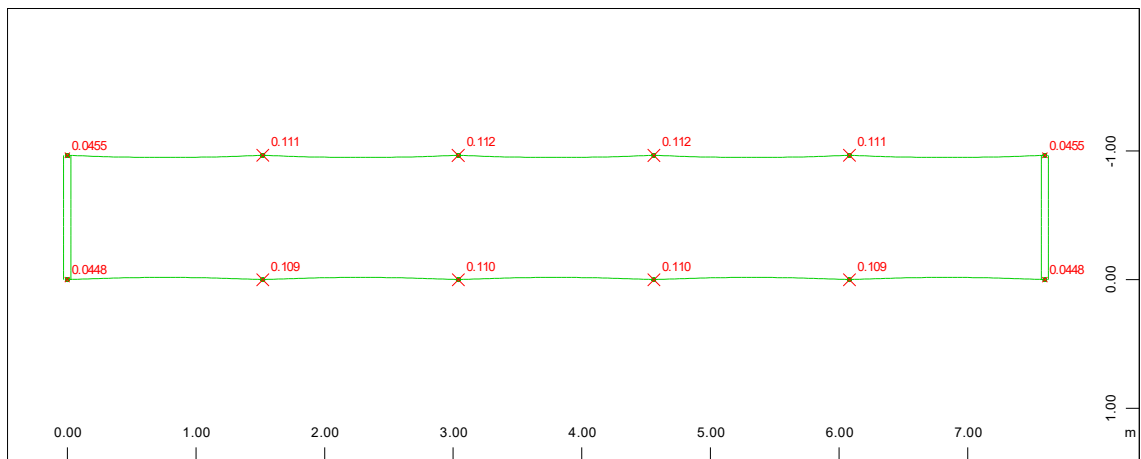
Systemausschnitt Gruppe 11 12 31

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201 , 1 cm im Raum = 0.401 kN
 (Mn=0.186) (Max=0.0749) (Summe: -1.77)

Y-X
Z



M1 : 50



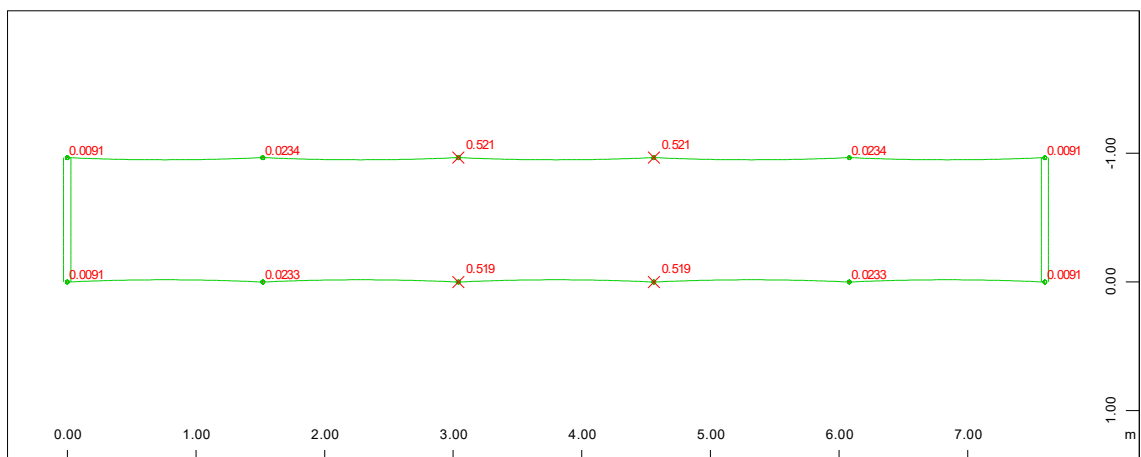
Systemausschnitt Gruppe 11 12 31

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202 , 1 cm im Raum = 0.401 kN
 (Mn=0.112) (Max=0.0448) (Summe: -1.06)

Y-X
Z



M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 11 12 31

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 1021 Dynamicstep time 0.1260 , 1 cm im Raum = 2.00 kN
 (Mn=0.521) (Max=0.0091) (Summe: -2.21)

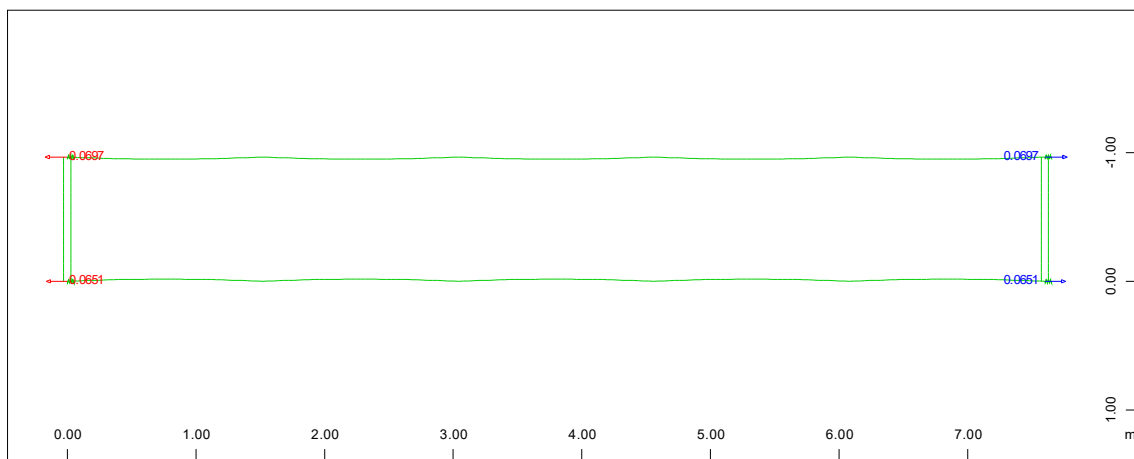
Y-X
Z



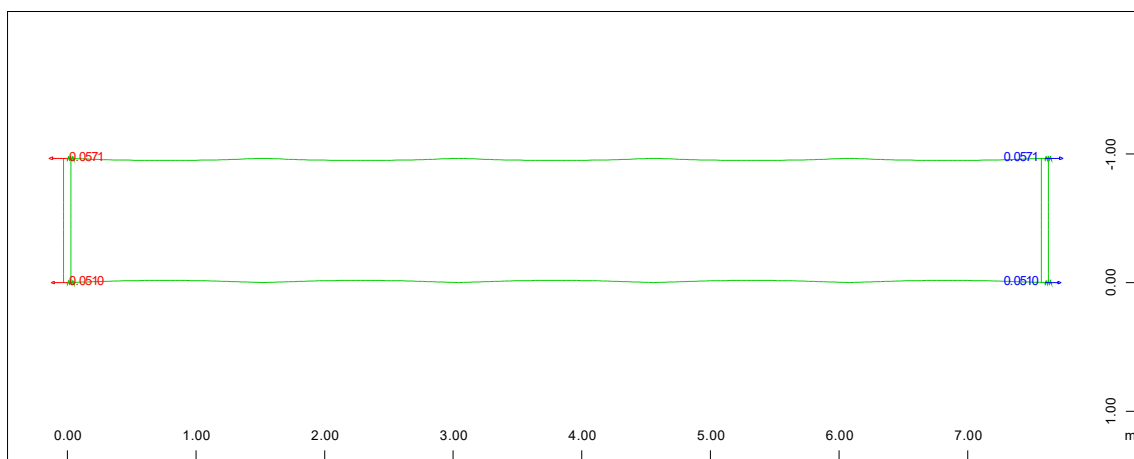
M1 : 50



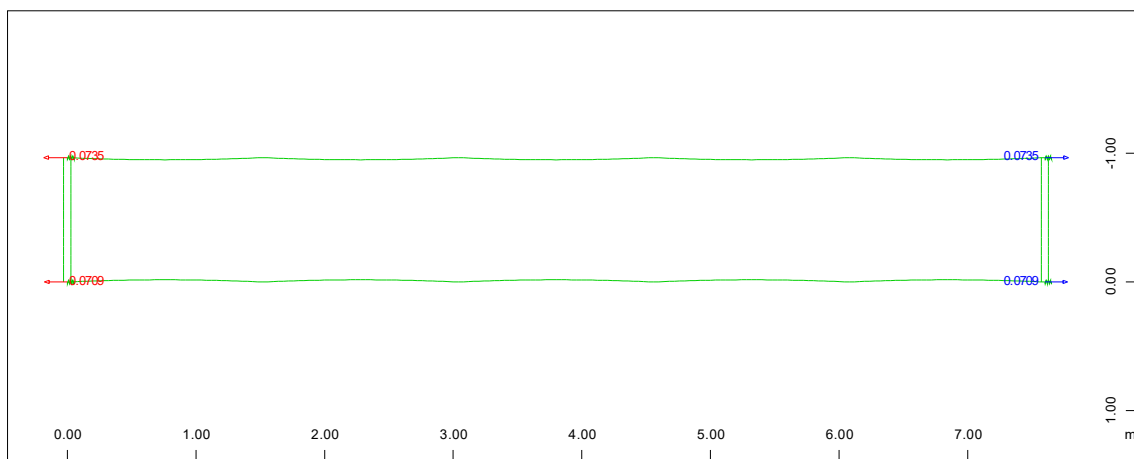
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 11 12 22

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201 , 1 cm im Raum = 0.200 kN
(Mn=0.0697) (Max=0.0697) (Summe: -2.2352e-07)

Systemausschnitt Gruppe 11 12 22

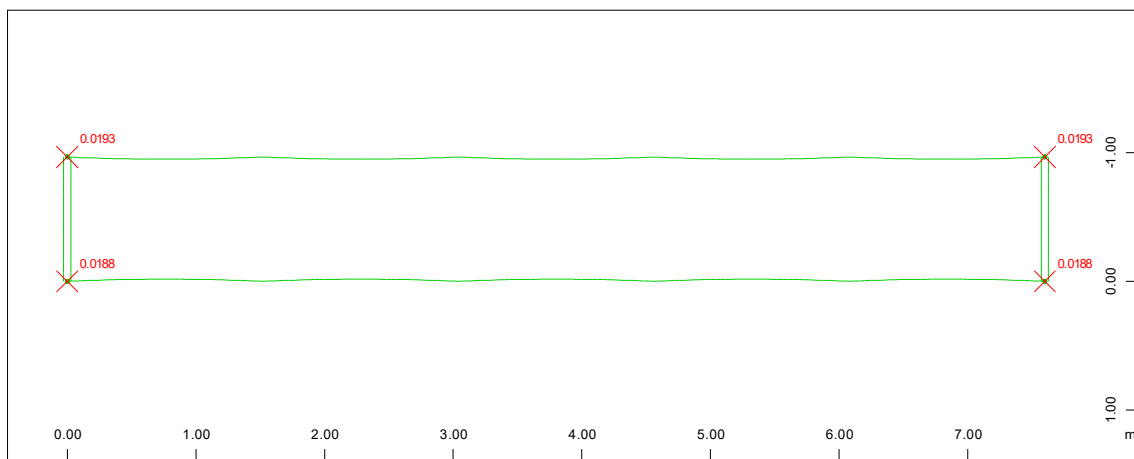
Federkraft, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202 , 1 cm im Raum = 0.200 kN
(Mn=0.0571) (Max=0.0571) (Summe: -1.7136e-07)

Systemausschnitt Gruppe 11 12 22

Federkraft, nichtlinearer Lastfall 1021 Dynamicstep time 0.1260 , 1 cm im Raum = 0.200 kN
(Mn=0.0735) (Max=0.0735) (Summe: -8.9407e-08)



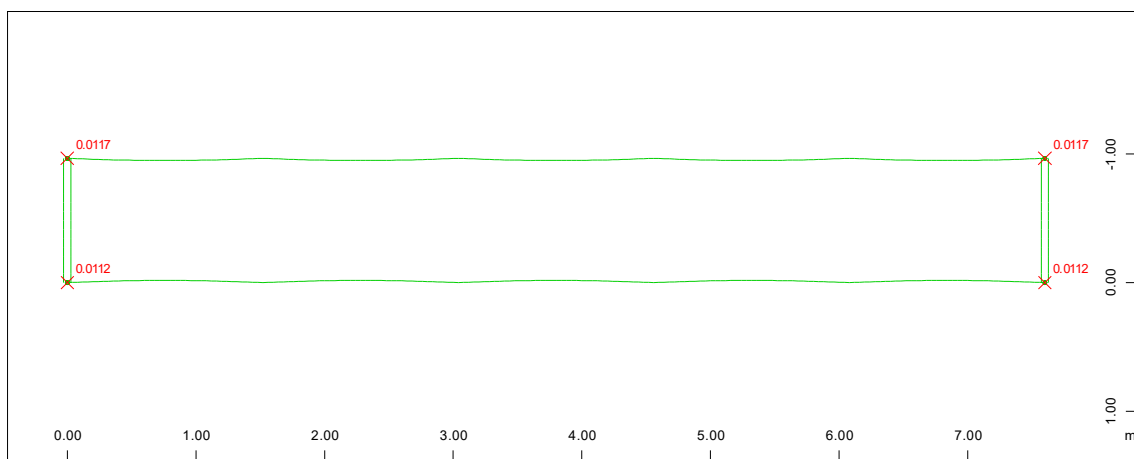
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 11 12 21
 Federkraft, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201 , 1 cm im Raum = 0.0401 kN
 (Mn=0.0193) (Max=0.0188) (Summe: -0.0762)



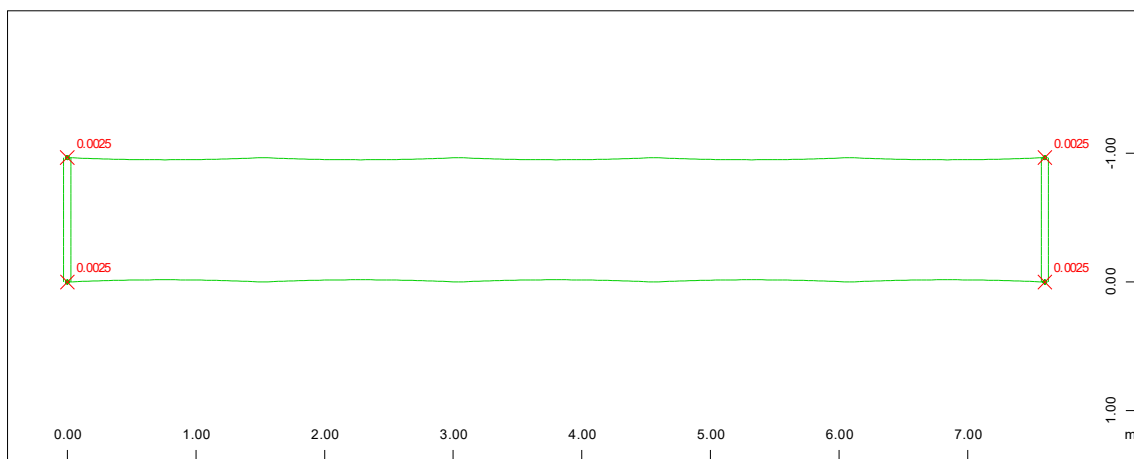
M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 11 12 21
 Federkraft, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202 , 1 cm im Raum = 0.0401 kN
 (Mn=0.0117) (Max=0.0112) (Summe: -0.0458)



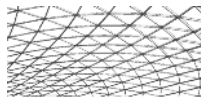
M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 11 12 21
 Federkraft, nichtlinearer Lastfall 1021 Dynamicstep time 0.1260 , 1 cm im Raum =
 0.0080 kN (Mn=0.0025) (Max=0.0025) (Summe: -0.0100)



M1 : 50



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

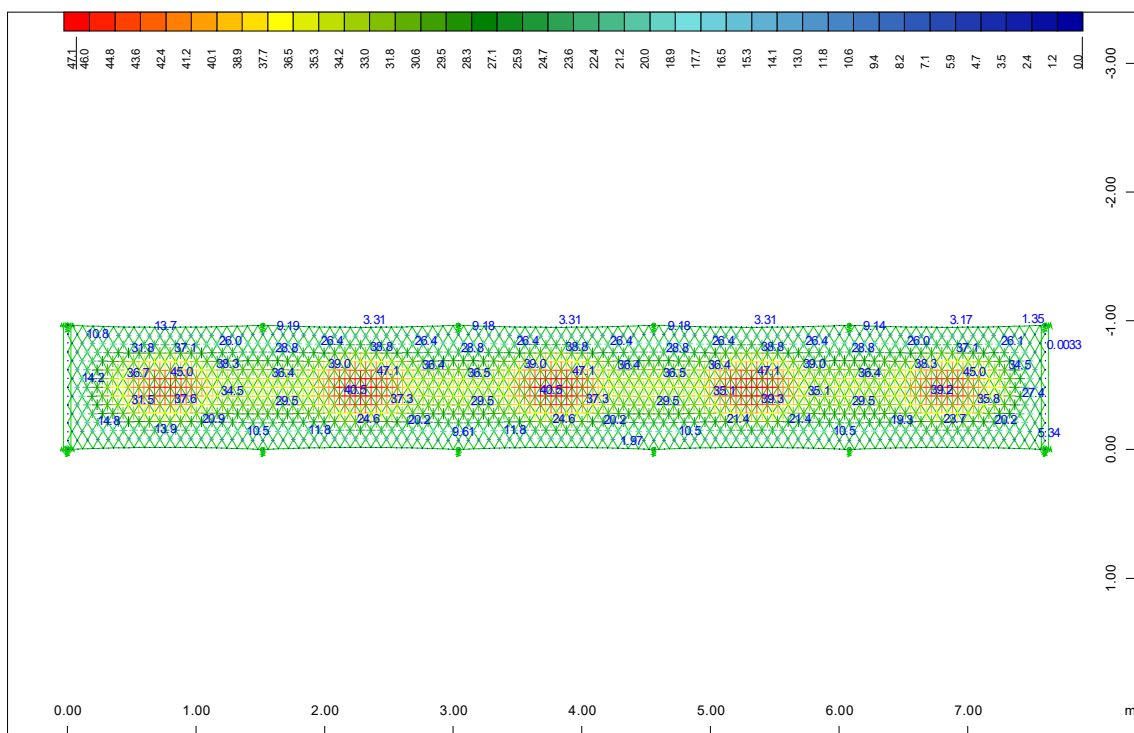
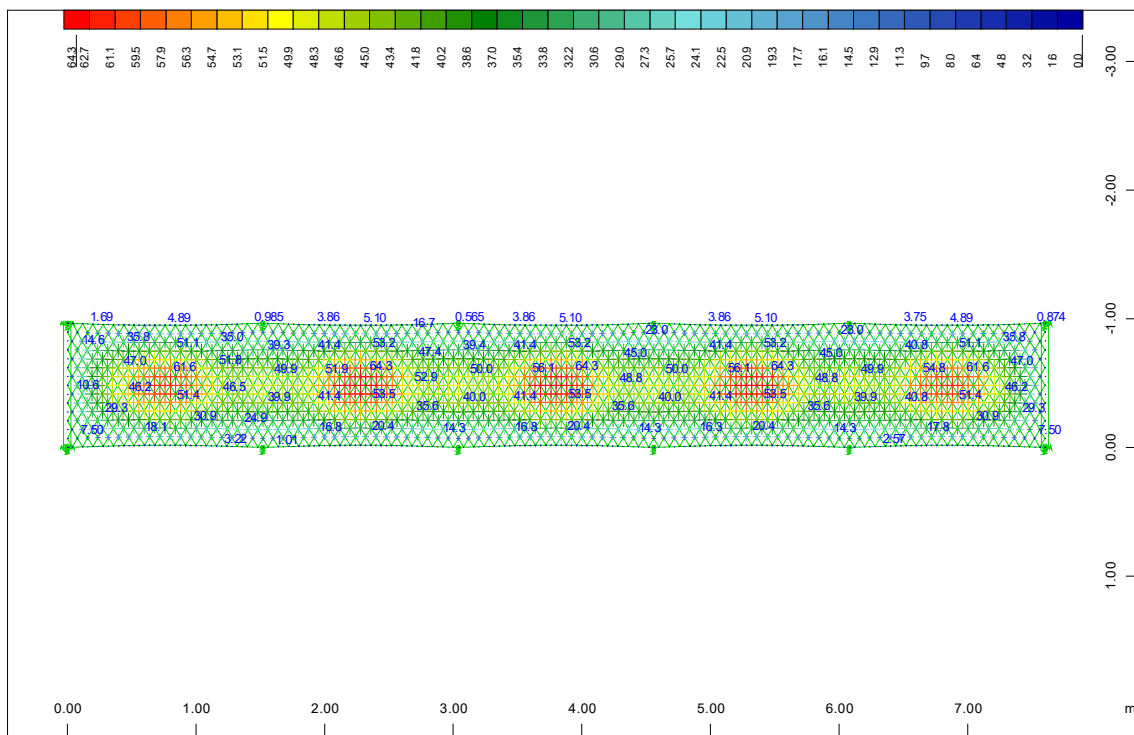
5.6 Verformungen

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden

- die Netzverformungen im GZG,
- die zeitliche Entwicklung der Netzverformungen beim dynamischen Stoß.

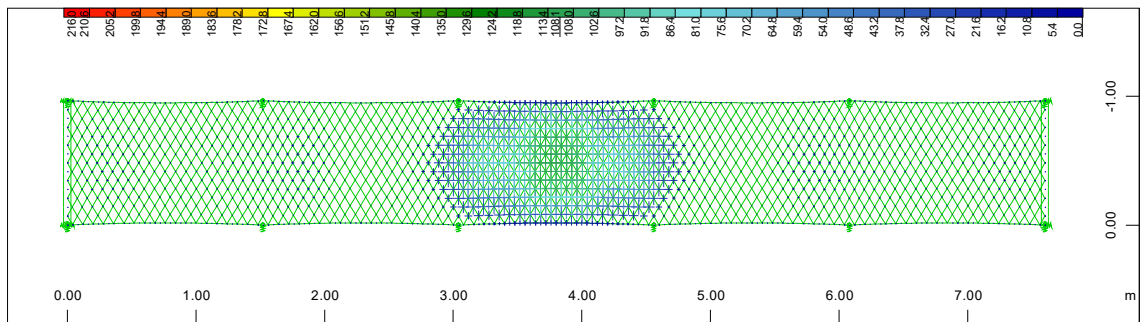


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



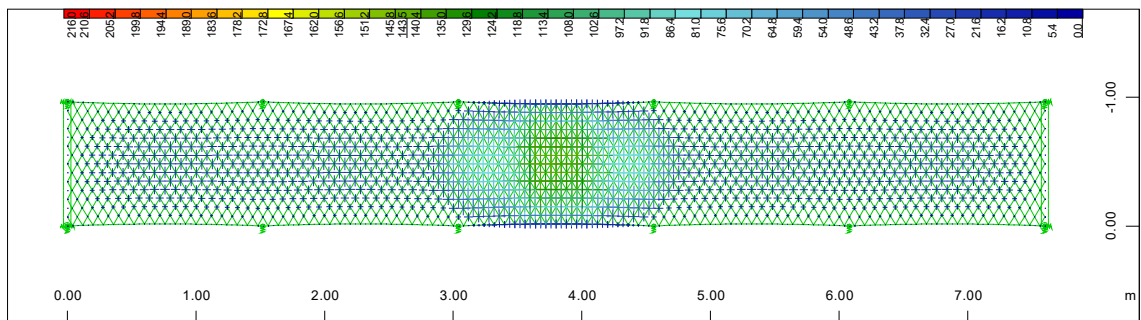


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



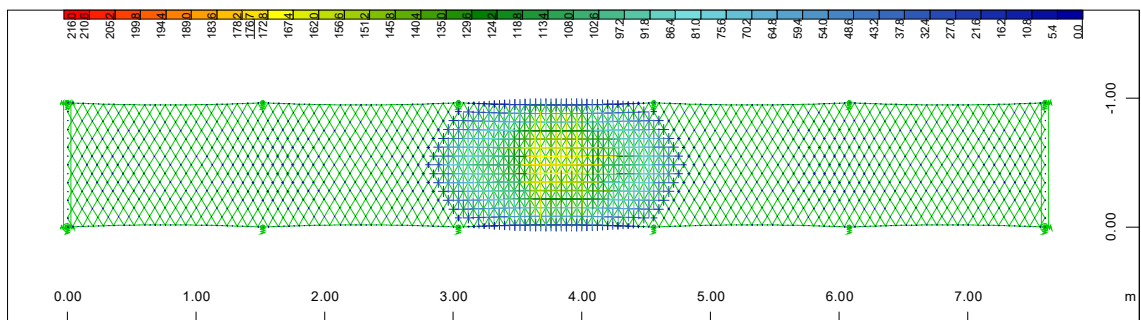
Systemausschnitt Gruppe 1 11 12 21...23 31...33
Knotenverschiebung in global Y, nichtlinearer Lastfall 1009 Dynamicstep time 0.0540 ,
1 cm im Raum = 100.0 mm \Rightarrow (Max=108.1)

M1 : 50



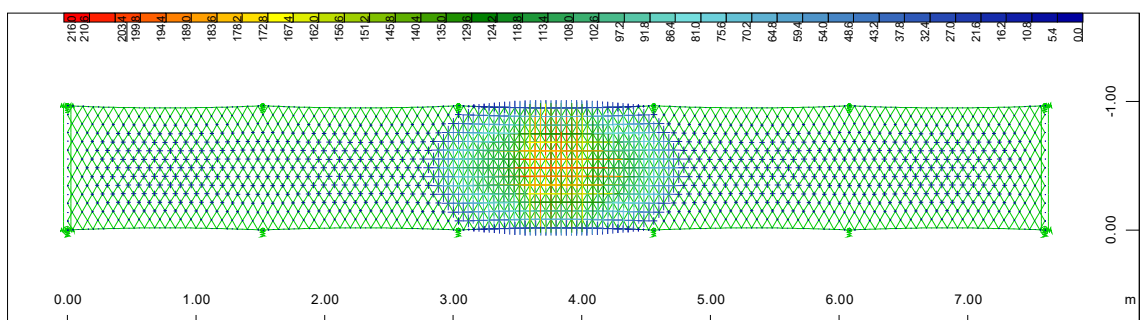
Systemausschnitt Gruppe 1 11 12 21...23 31...33
Knotenverschiebung in global Y, nichtlinearer Lastfall 1012 Dynamicstep time 0.0720 ,
1 cm im Raum = 100.0 mm \Rightarrow (Max=143.5)

M1 : 50



Systemausschnitt Gruppe 1 11 12 21...23 31...33
Knotenverschiebung in global Y, nichtlinearer Lastfall 1015 Dynamicstep time 0.0900 ,
1 cm im Raum = 100.0 mm \Rightarrow (Max=176.7)

M1 : 50

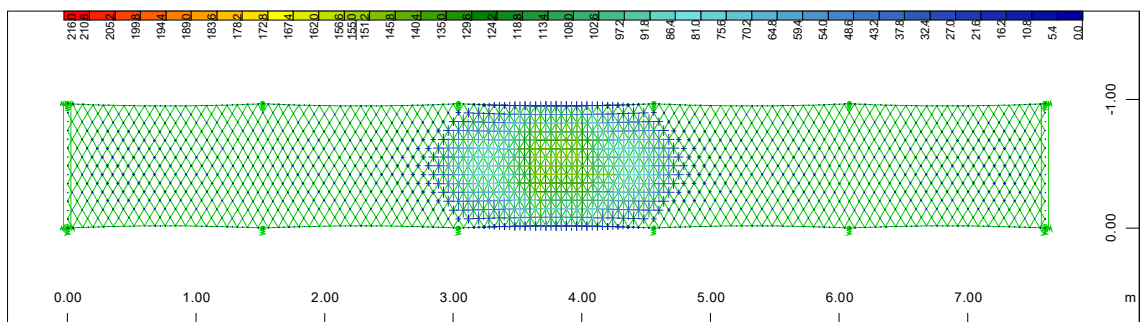
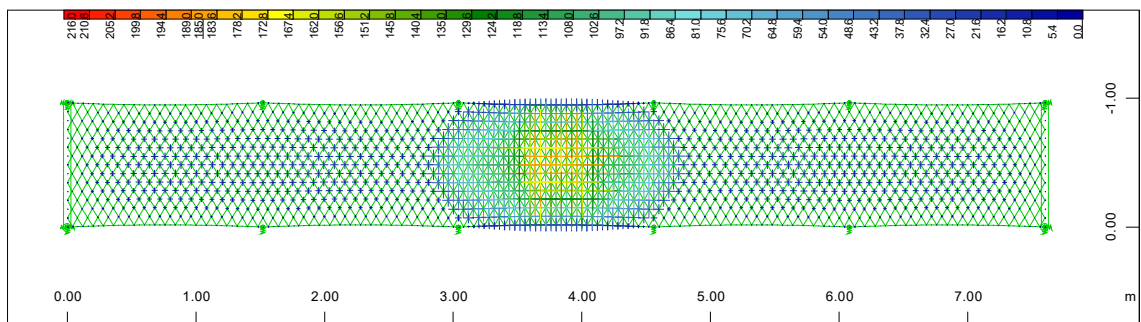
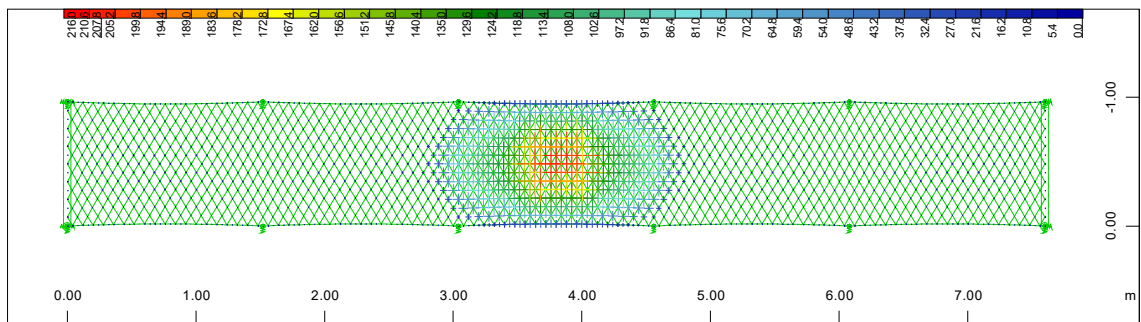
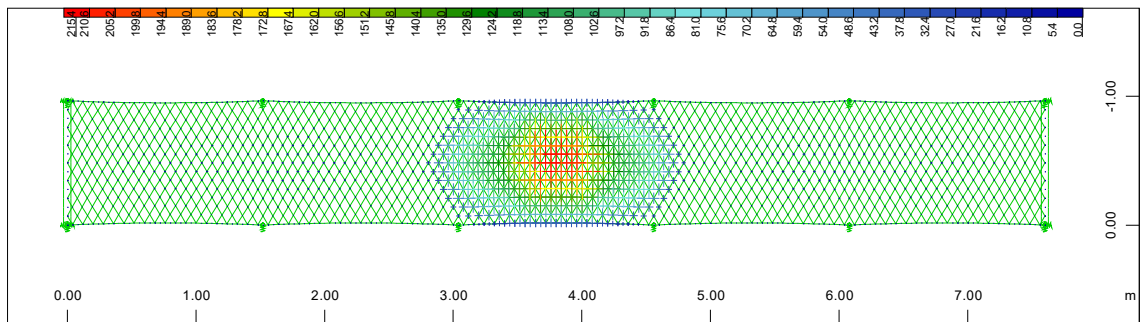


Systemausschnitt Gruppe 1 11 12 21...23 31...33
Knotenverschiebung in global Y, nichtlinearer Lastfall 1018 Dynamicstep time 0.1080 ,
1 cm im Raum = 100.0 mm \Rightarrow (Max=203.4)

M1 : 50



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

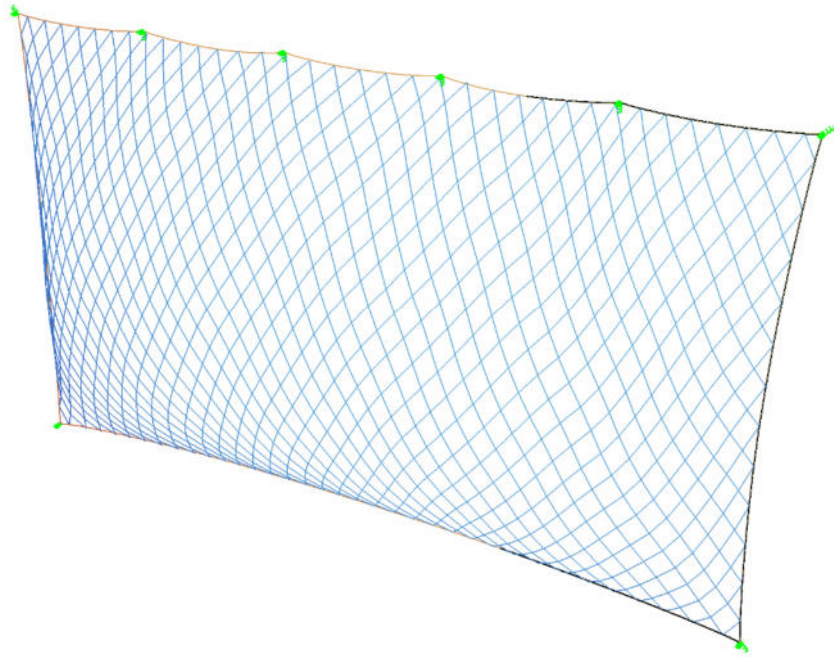




Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

6. Ranknetze

6.1 System Eingabedaten

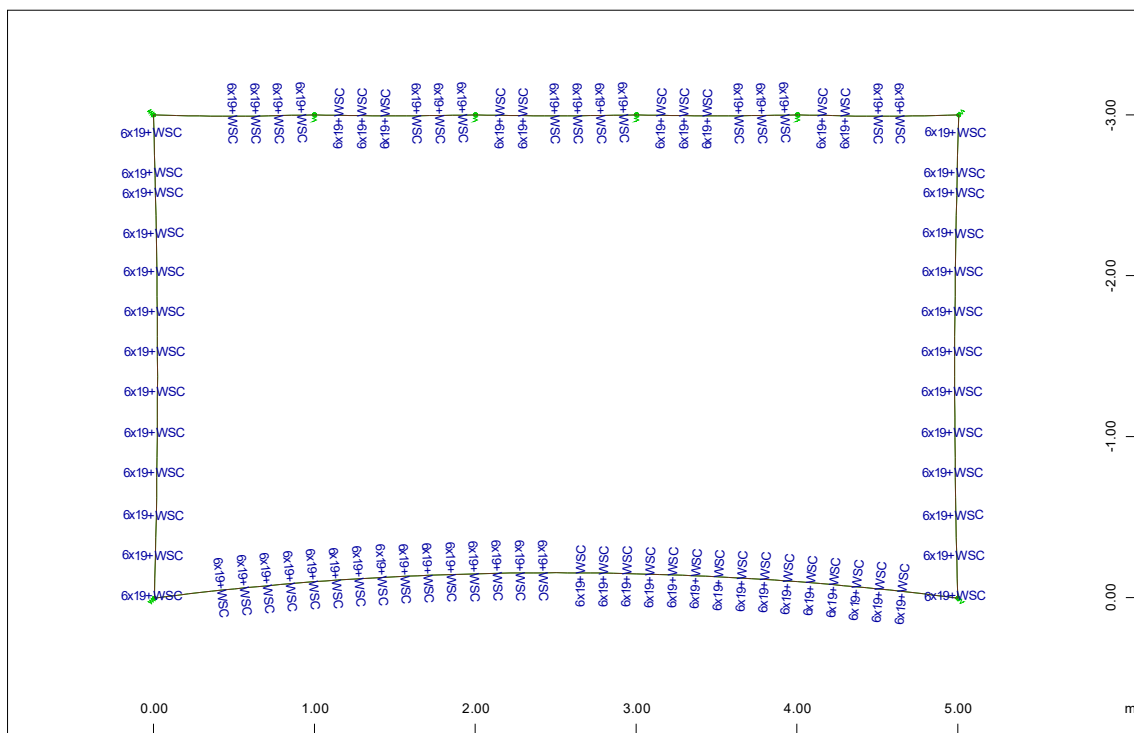


Isometrie Berechnungsmodell

Verformte Struktur, Darstellung überhöht

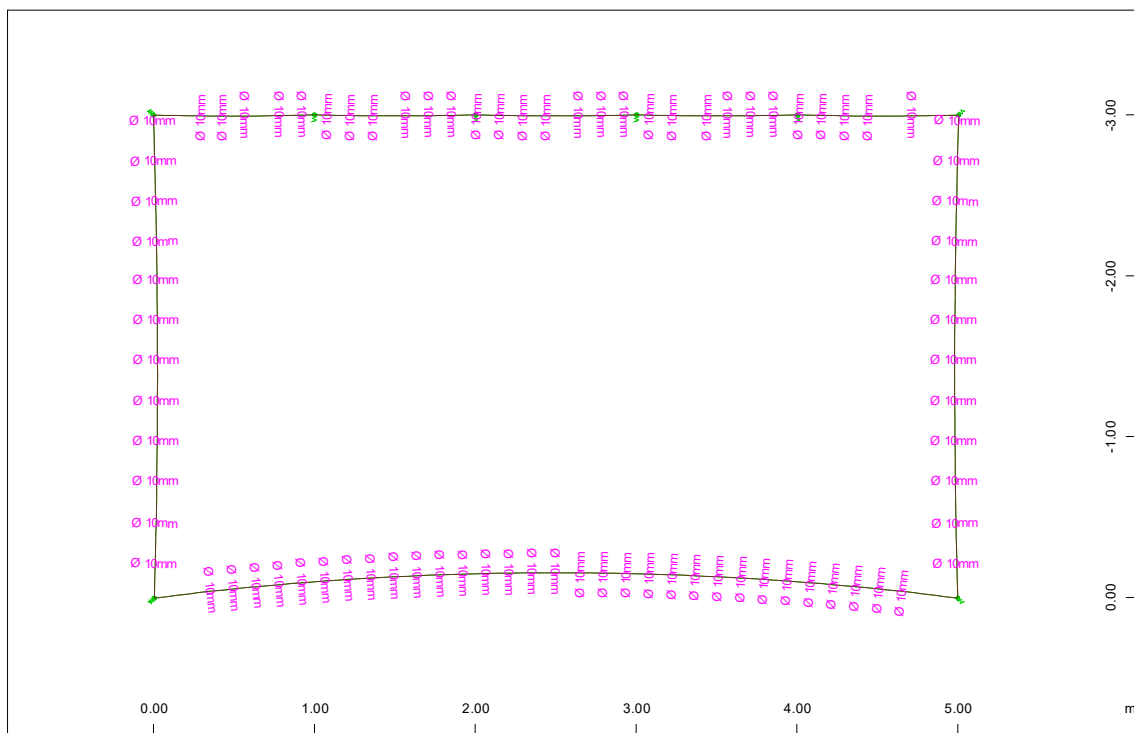


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 11 31...33
Seilelemente, Materialbezeichnungen

M1:40

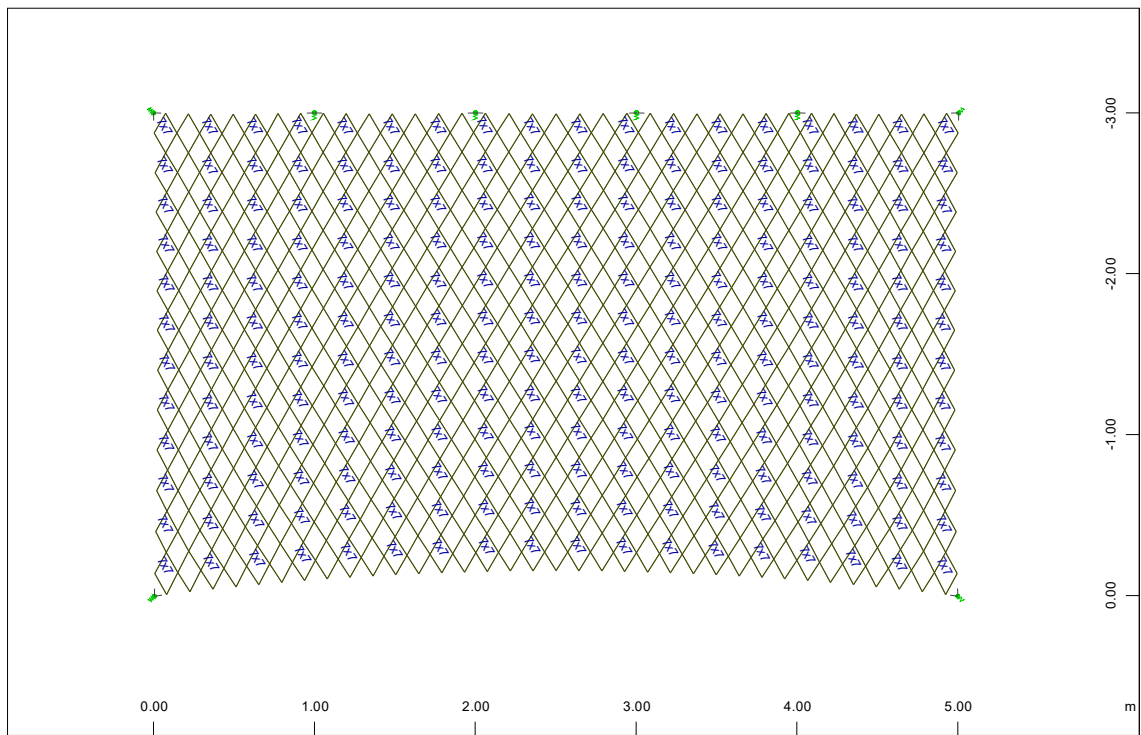


Systemausschnitt Gruppe 11 31...33
Seilelemente, Querschnittsbezeichnungen

M1:40

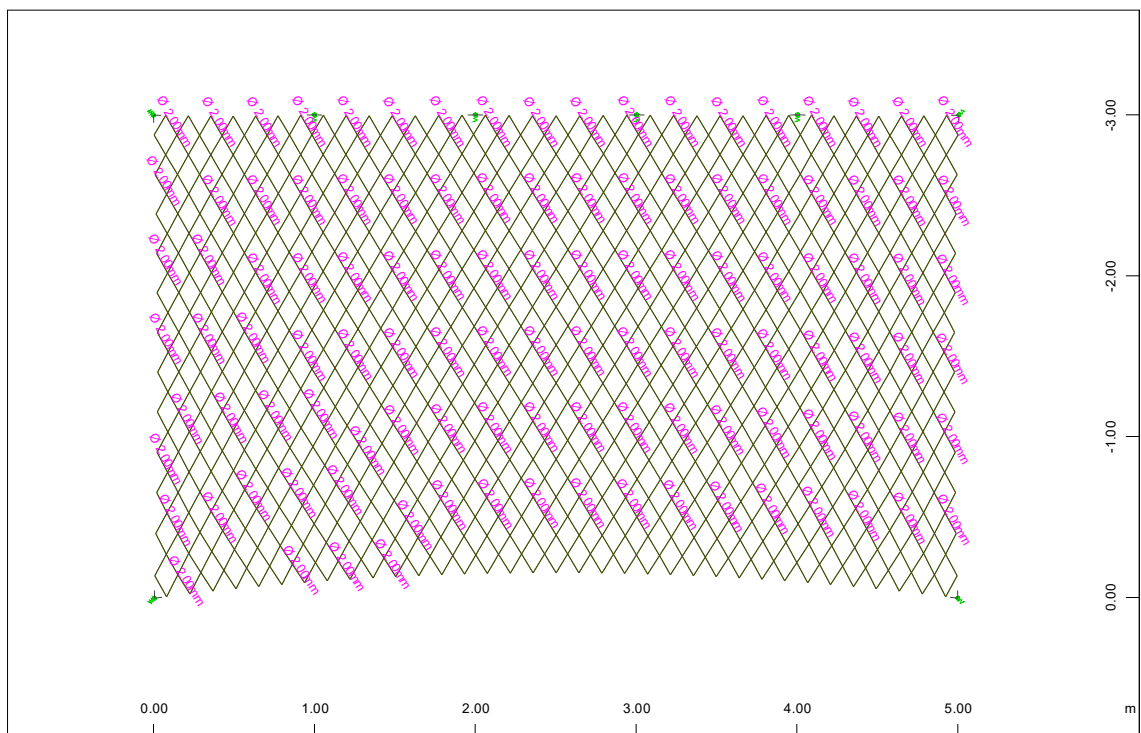


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



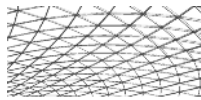
Systemausschnitt Gruppe 1 31...33
Seilelemente, Materialbezeichnungen

M1 : 40

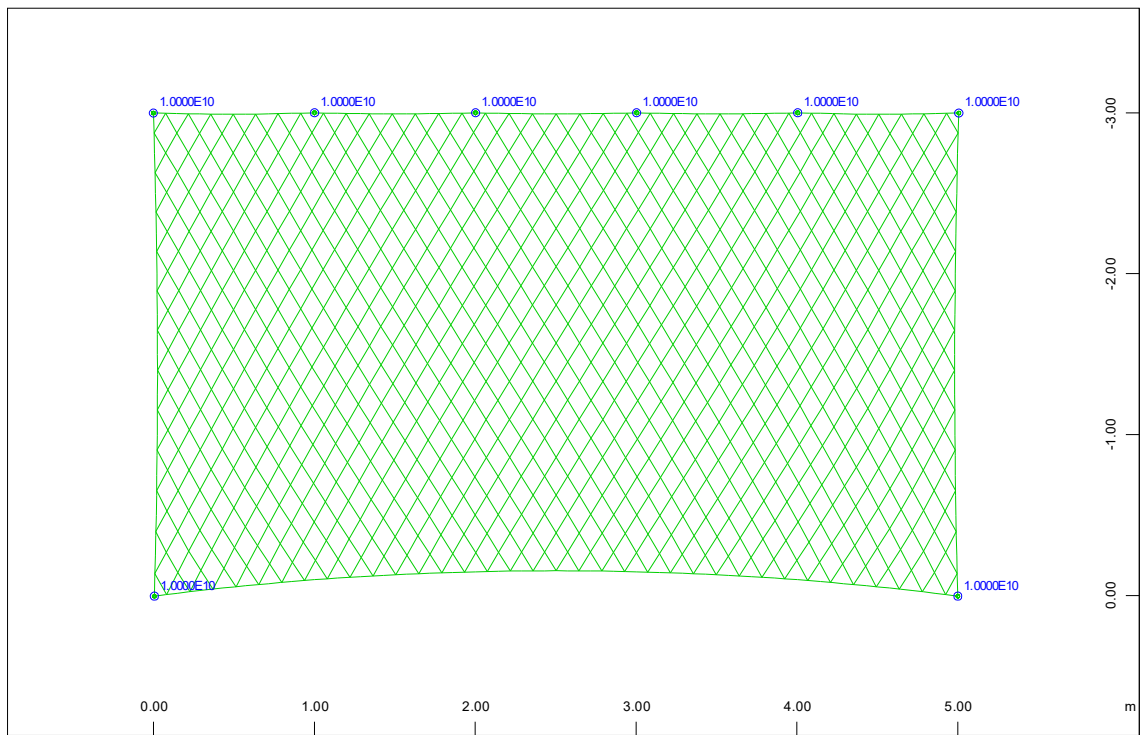


Systemausschnitt Gruppe 1 31...33
Seilelemente, Querschnittsbezeichnungen

M1 : 40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 1 11 31

Federkonstante, 1 cm im Raum = 5.7148e+10 kN/m

— (Max= 1.0000e+10)

M1 : 40

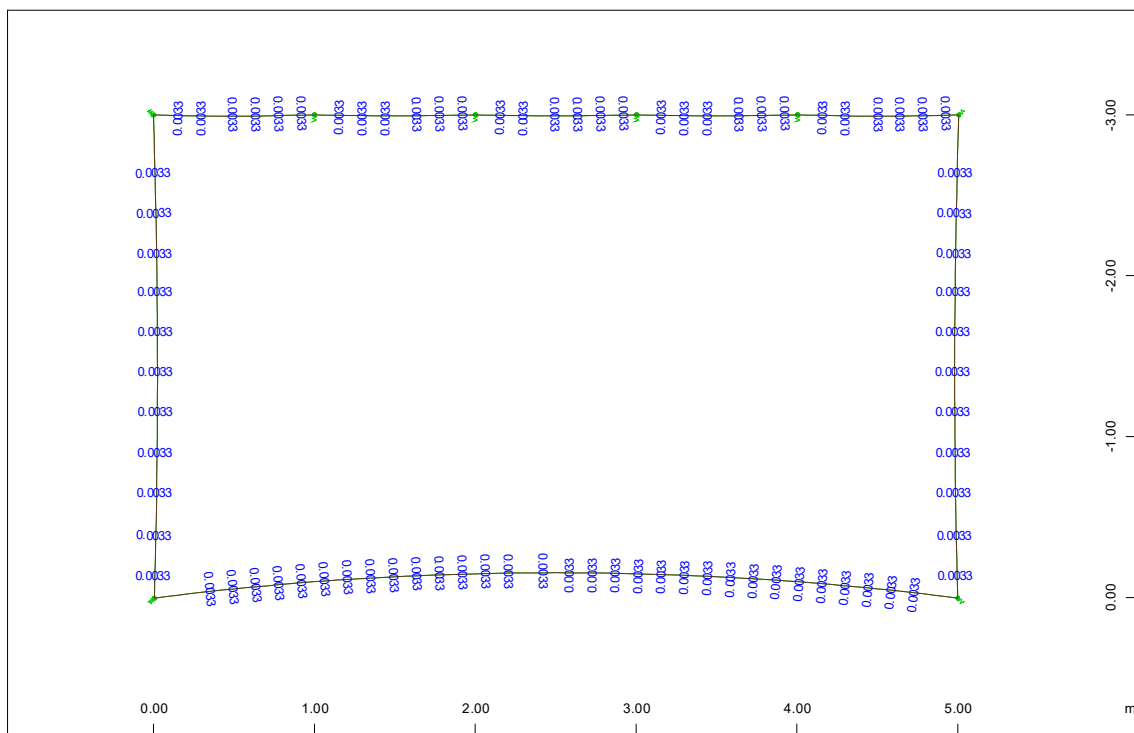


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

6.2 *Belastung Eingabedaten*

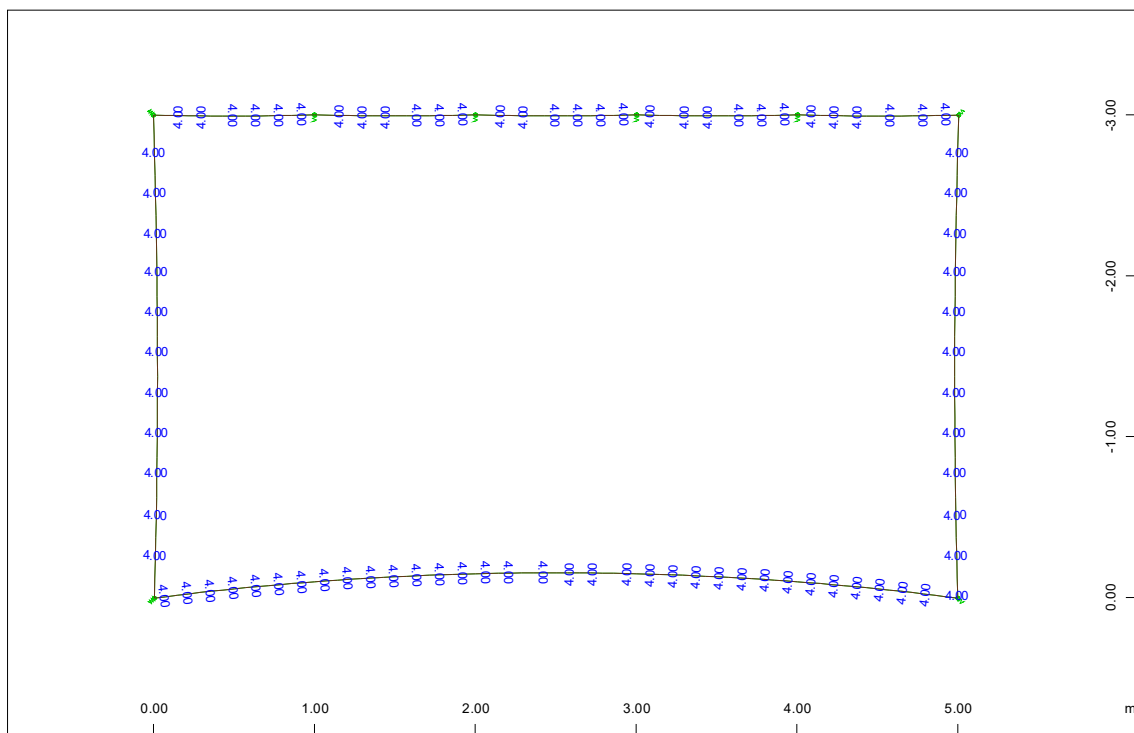


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 11 31...33
Seillast, Lastfall 1 Eigengewicht, (Kraft) in global Z kN/m (Max=0.0033)

M1 : 40

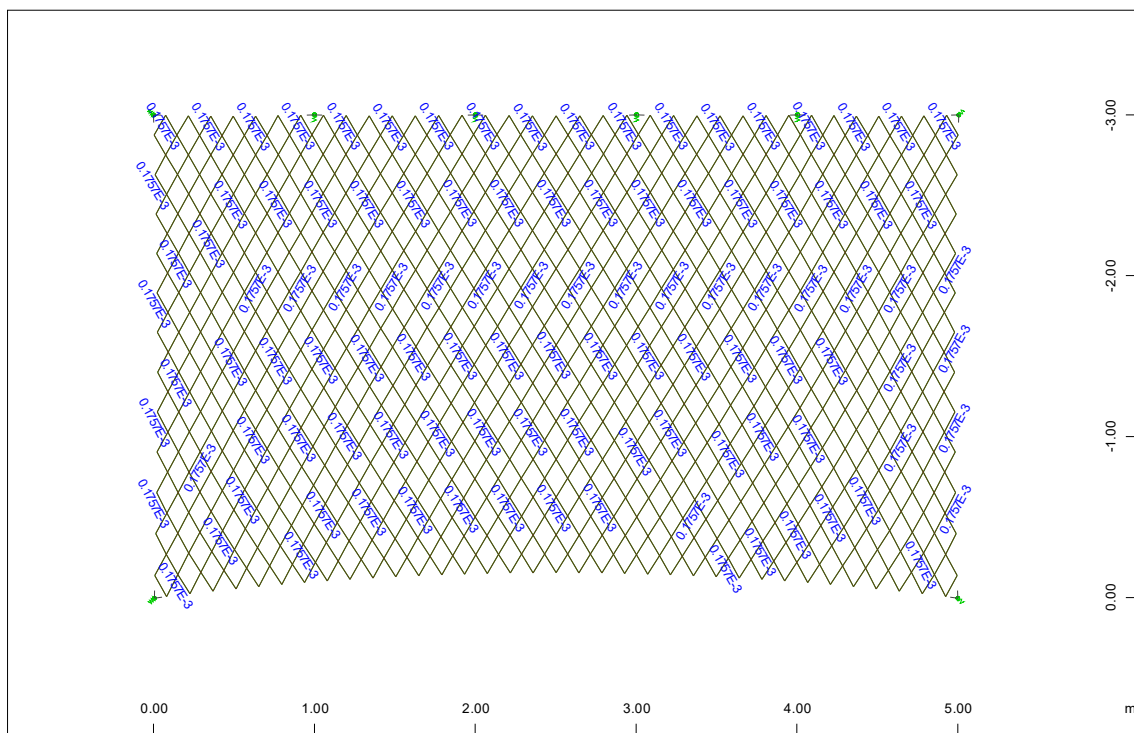


Systemausschnitt Gruppe 11 31...33
Seillast, nichtlinearer Lastfall 2 Vorspannung, (Vorspannung) kN (Max=4.00)

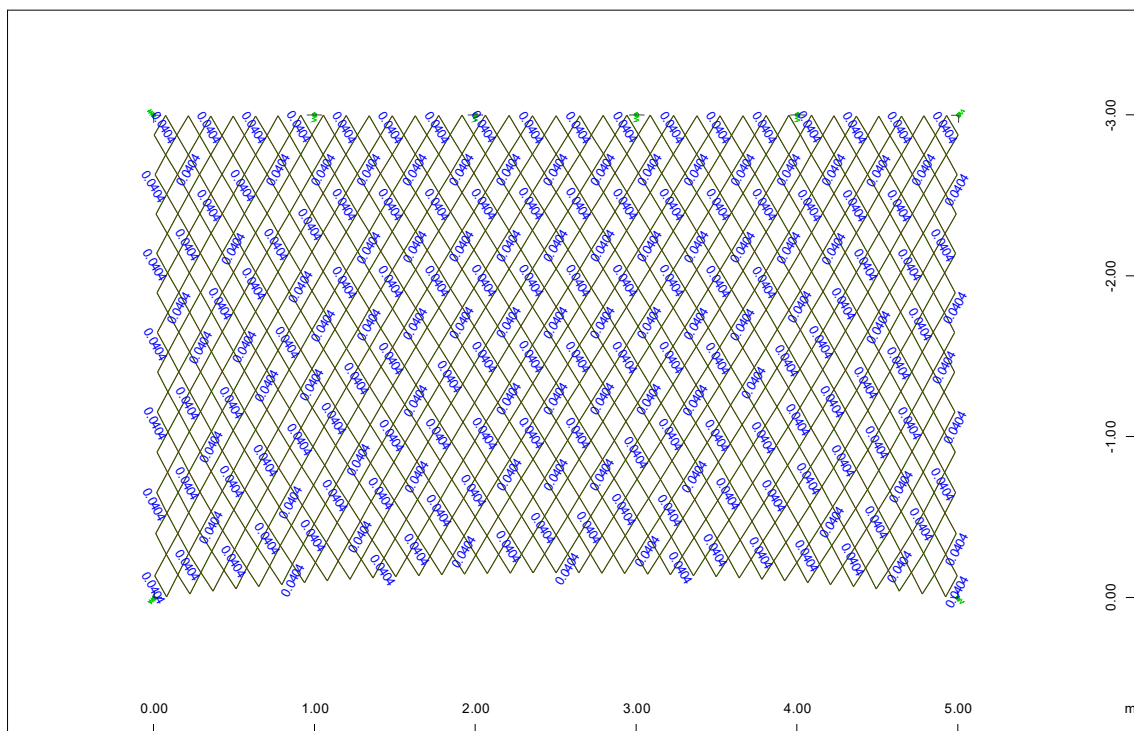
M1 : 40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 1 31...33
Seillast, Lastfall 1 Eigengewicht, (Kraft) in global Z kN/m (Max= 1.7571e-04)

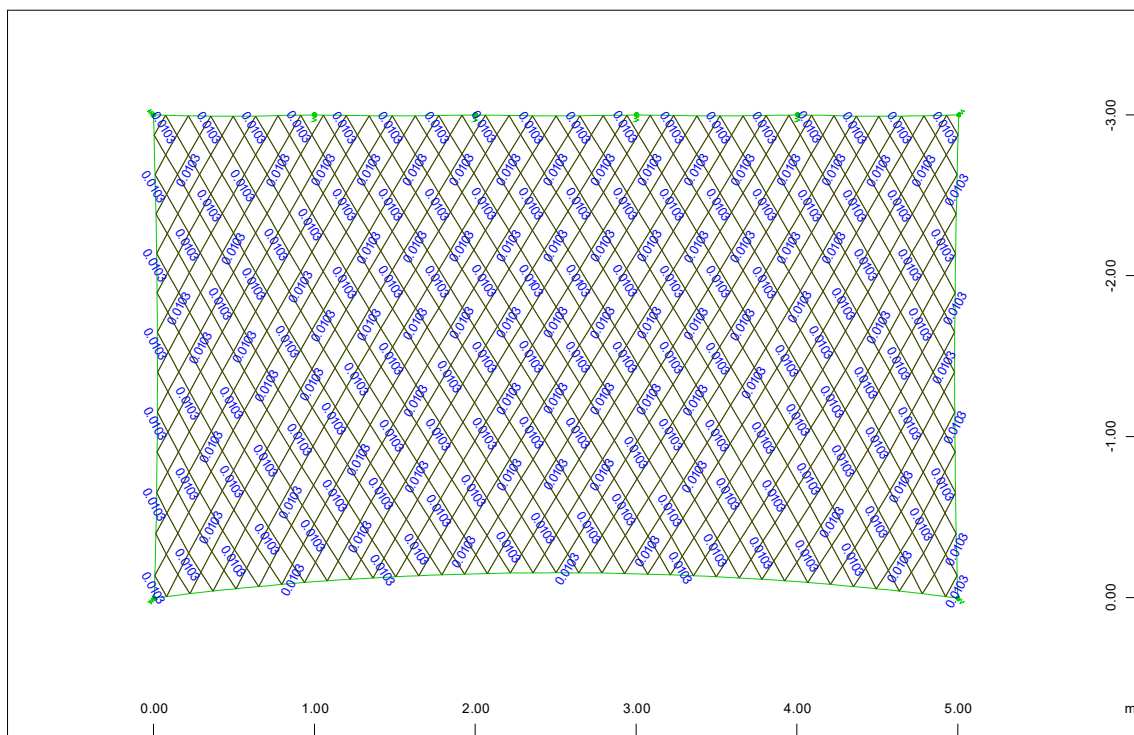
M1 : 40

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 1 31...33
Seillast, nichtlinearer Lastfall 2 Vorspannung, (Vorspannung) kN (Max=0.0404)

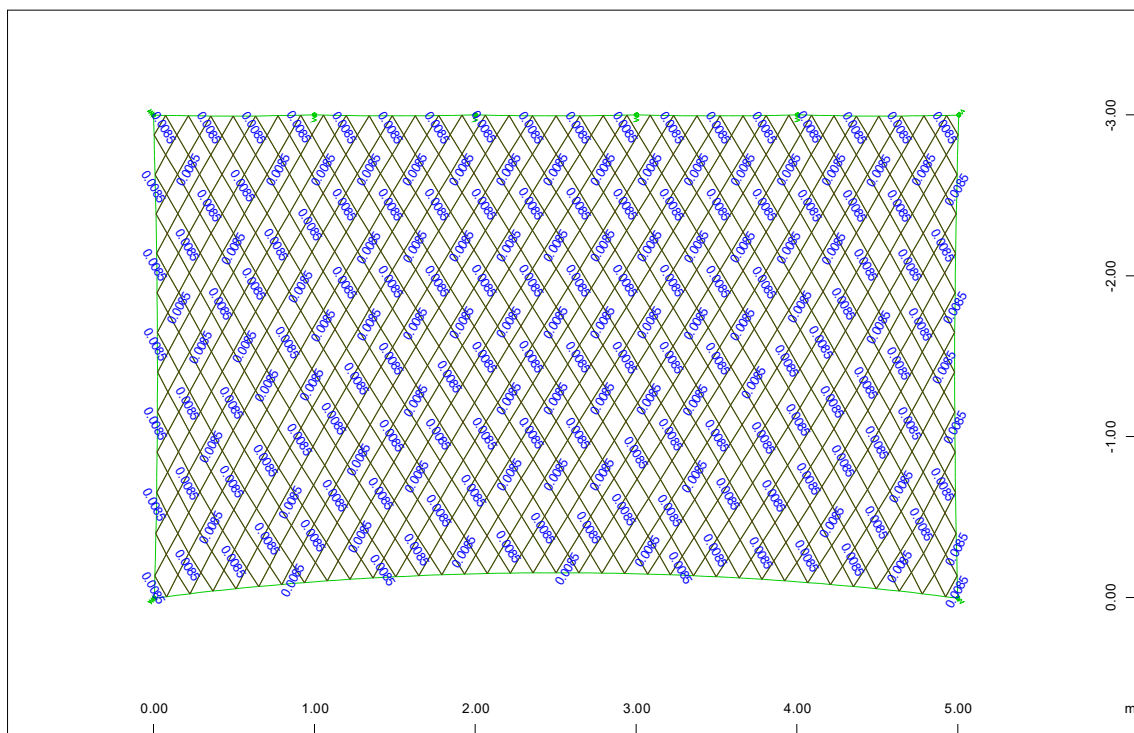
M1 : 40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 1 11 31...33
Seillast, Lastfall 3 Begrünung, (Kraft) in global Z kN/m (Max=0.0103)

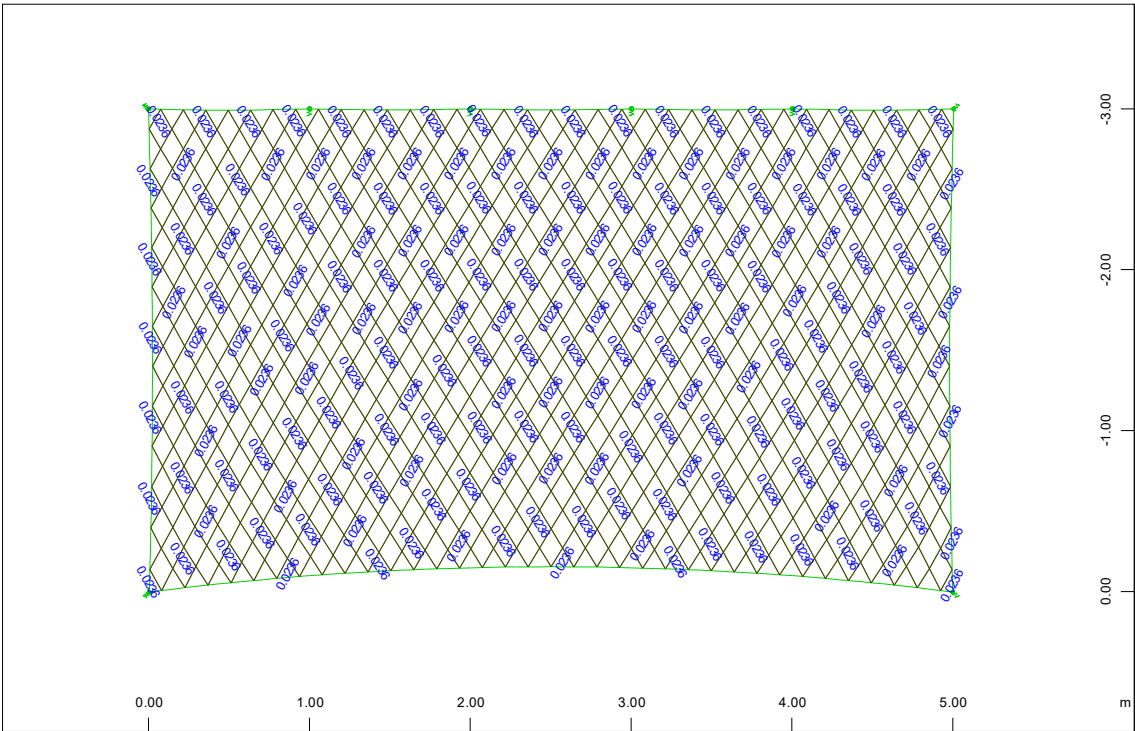
M1:40

Y-X
ZSystemausschnitt Gruppe 1 11 31...33
Seillast, Lastfall 4 Eisbehang, (Kraft) in global Z kN/m (Max=0.0085)

M1:40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 1 11 31...33
Seillast, Lastfall 5 Wind , (Kraft) in global Y kN/m (Max=0.0236)

M1 : 40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

6.3 Ergebnisse Seilnetze

Seilnetze CXL 120140

Maximale Kraft im Einzelseil:

$$Z_{XT,Ed} = 0,442 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft 7x7, Ø 2,00mm:

(Tragfähigkeit der Leerhülsen maßgebend)

$$Z_{XT,Rd} = 1,053 \text{ kN}$$

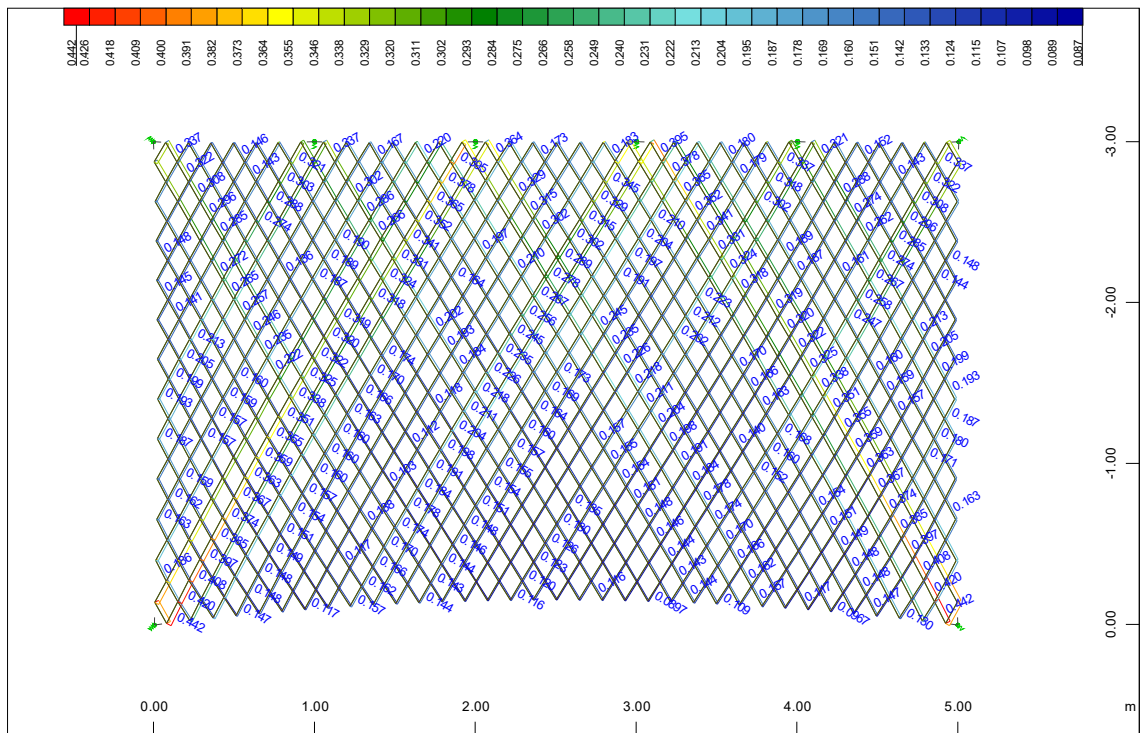
Ausnutzungsgrad:

$$\eta_{XT} = 45 \%$$

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden
- die Kräfte in den Seilnetzen im GZT.

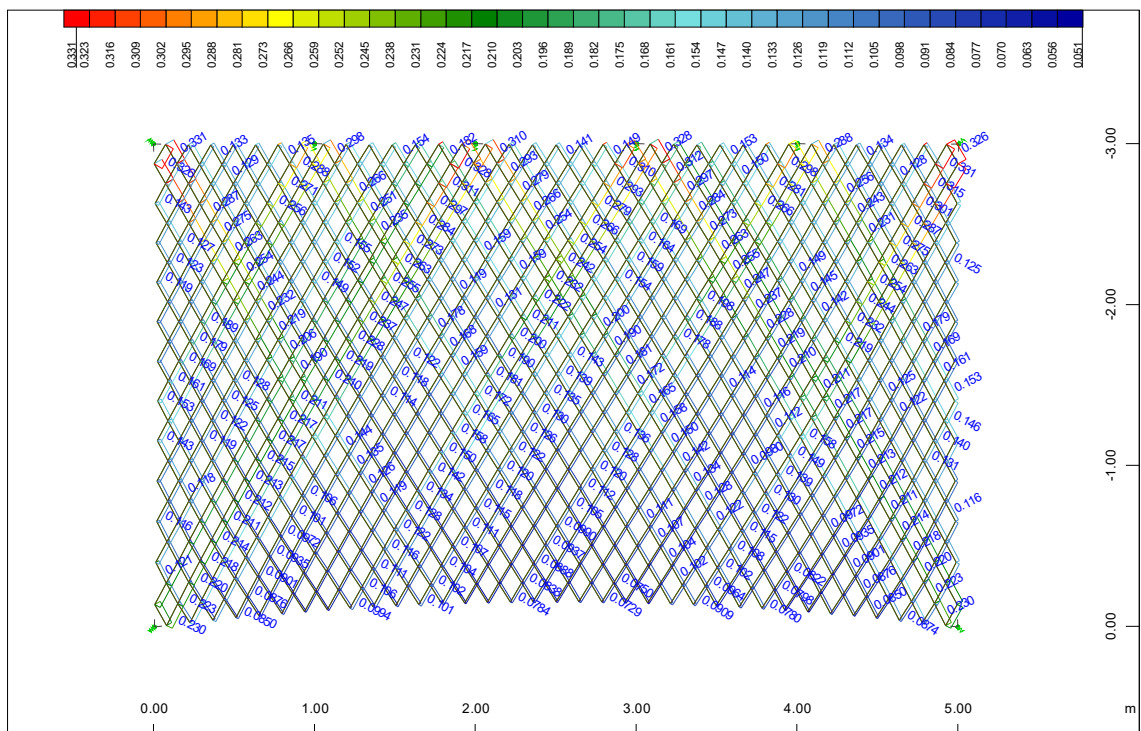


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



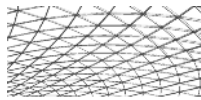
Systemausschnitt Gruppe 1 31...33
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201, 1 cm im Raum = 5.71
kN (Max=0.442)

M1 : 40



Systemausschnitt Gruppe 1 31...33
Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202, 1 cm im Raum = 2.29
kN (Max=0.331)

M1 : 40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

6.4 Ringseile

Ringseile 6x19+WSC, D = 10mm

Maximale Kraft im Seil:

$$Z_{RS,Ed} = 17,40 \text{ kN}$$

Grenzzugkraft Seil 6x19+WSC, Ø 10mm:

$$Z_{RS,Rd} = 32,19 \text{ kN}$$

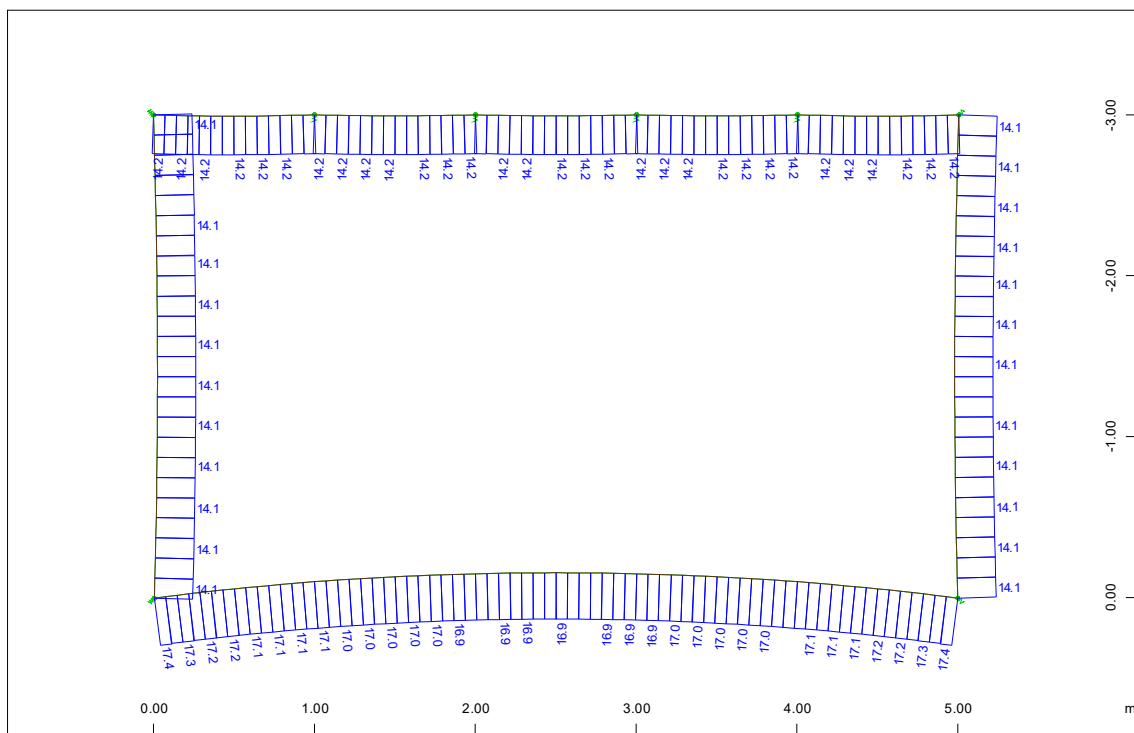
Ausnutzungsgrad:

$$\eta_{HS} = 55 \%$$

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden
- die Kräfte in den Seilen im GZT.



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

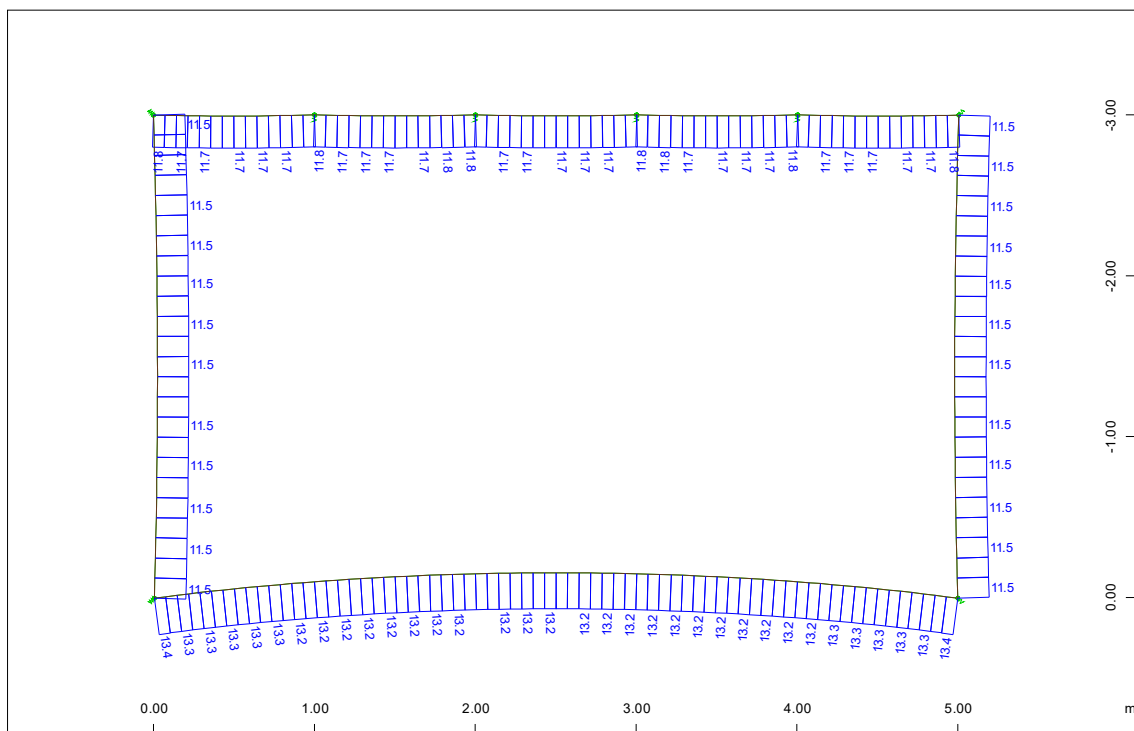
Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 11 31...33

Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201, 1 cm im Raum = 23.6

kN (Max=17.4)

M1 : 40

Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 11 31...33

Seilelemente, Normalkraft Nx, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202, 1 cm im Raum = 23.6

kN (Max=13.4)

M1 : 40



Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

6.5 Auflagerkräfte

Kräfte im GZT, γ -fach, gerundet

Ringseile 6x19+WSC Ø10mm

Seilführungen der Ringseile (oberer Netzrand)

Seilführungsabstände ca. 1,00m, Kräfte angegeben pro Seilführung

Horizontalkraft orthogonal zur Netzebene:

$$P_{Y,Ed} = 1,00 \text{ kN}$$

Kraft rechtwinklig zur Seilachse in der Netzebene:

$$P_{Z,Ed} = 3,00 \text{ kN}$$

Seilumlenkungen Ringseile (oben und unten)

Horizontale Zugkraft in der Netzebene:

$$P_{X,Ed} = 18,00 \text{ kN}$$

Horizontalkraft orthogonal zur Netzebene:

$$P_{Y,Ed} = 2,00 \text{ kN}$$

Vertikale Zugkraft in der Netzebene:

$$P_{Z,Ed} = 18,00 \text{ kN}$$

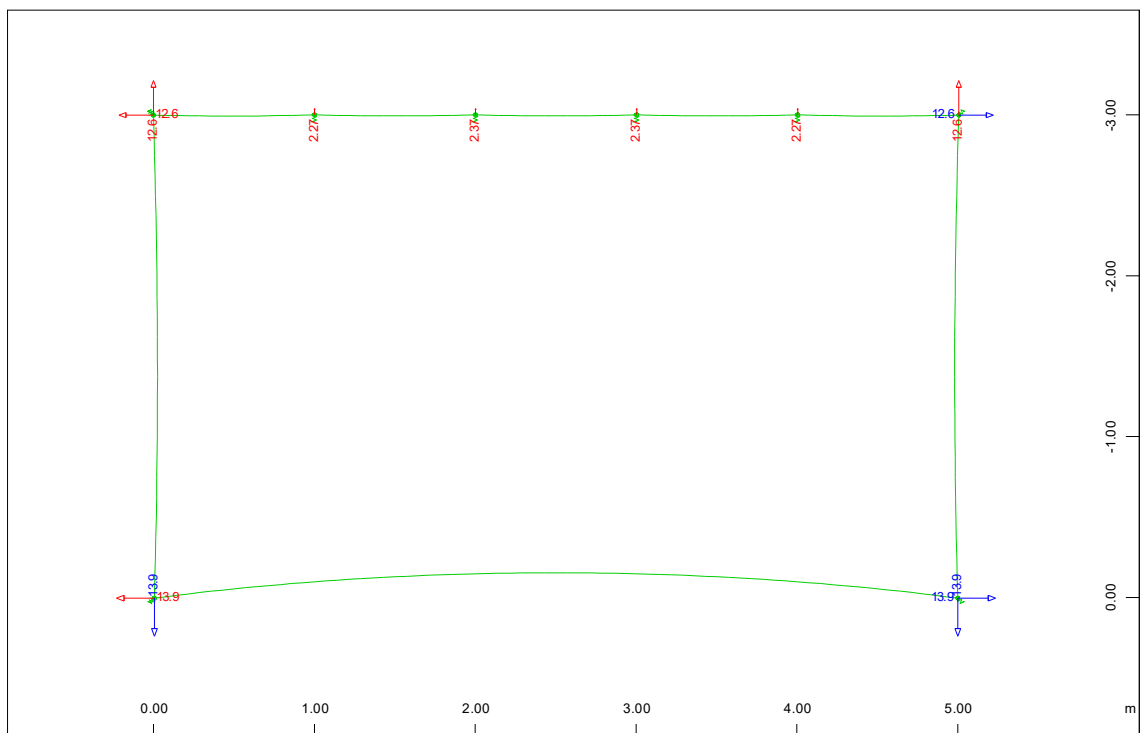
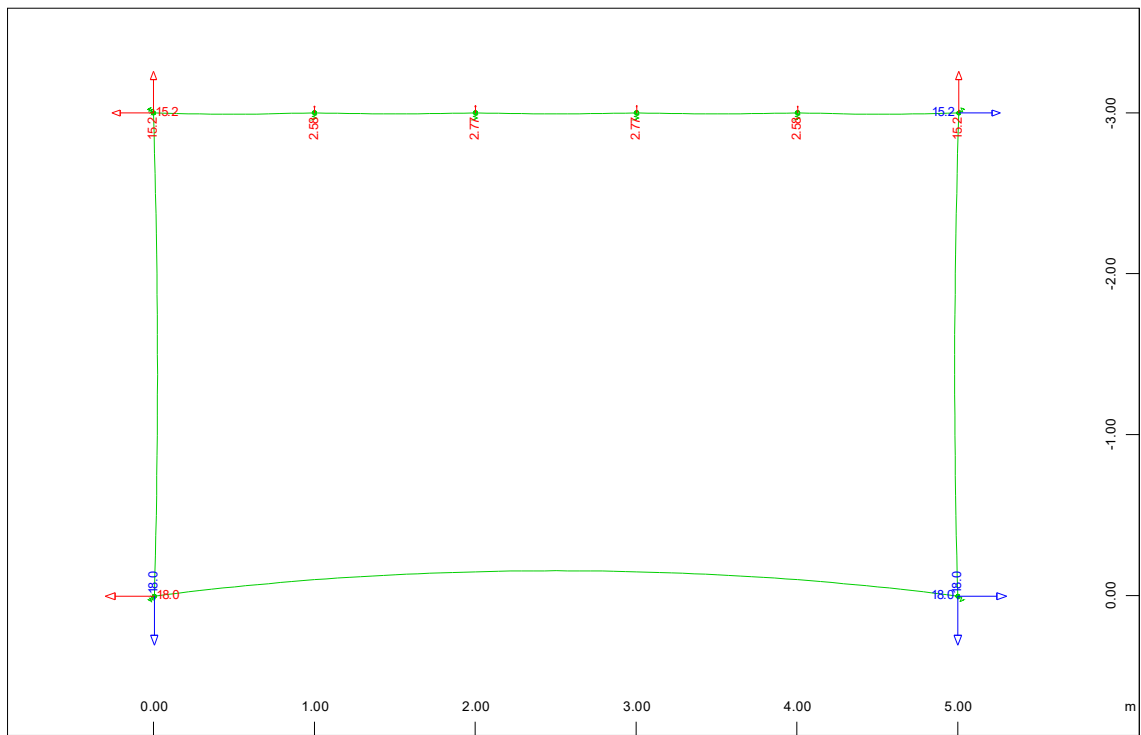
Graphisch ausgegeben sind im Folgenden
- die Auflagerkräfte im GZT.

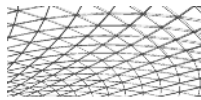
Anmerkung:

Angegeben sind die Auflagerkräfte in den Achsen der Seile. Bei der bauseitigen Bemessung der Bauteile zur Seilführung und Seilumlenkung sowie beim Nachweis der Ein- und Weiterleitung der Kräfte in der bauseitigen Unterkonstruktion sind die konstruktionsbedingten Exzentrizitäten zu berücksichtigen.

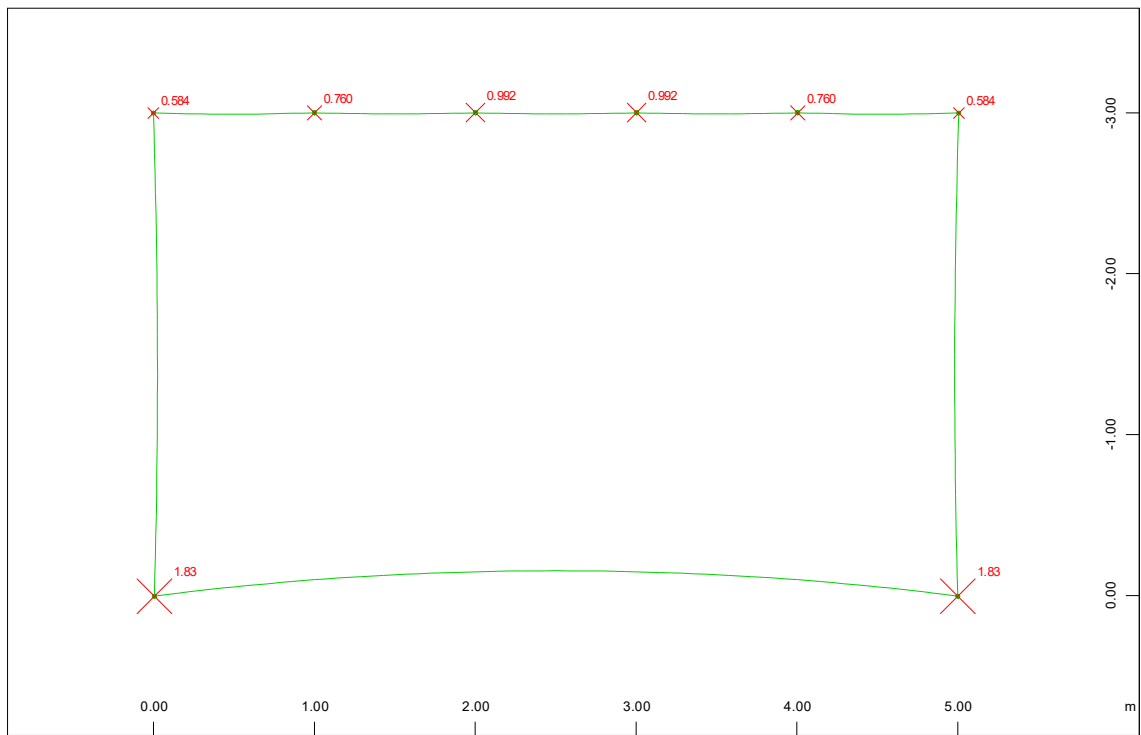


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim





Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

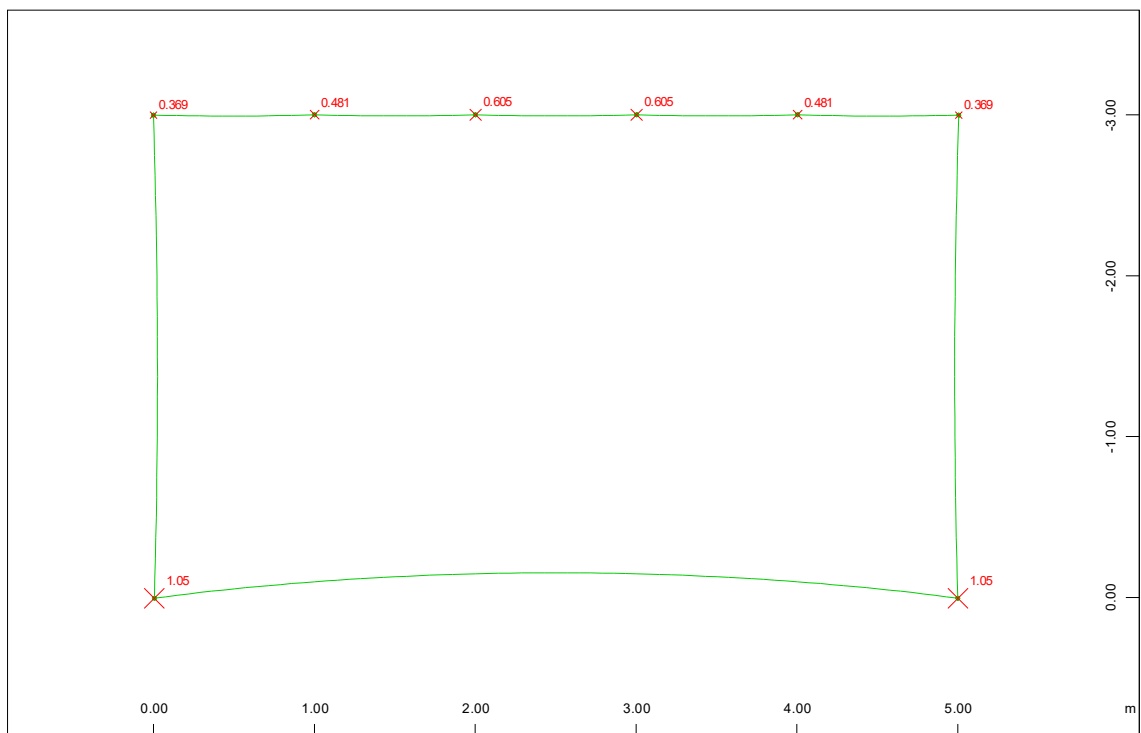


Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 11 31
Federkraft, nichtlinearer Lastfall 201 LC 201 , 1 cm im Raum = 2.36 kN
(Mn=1.83) (Max=0.584) (Summe: -8.34)



M1 : 40



Y-X
Z

Systemausschnitt Gruppe 11 31
Federkraft, nichtlinearer Lastfall 202 LC 202 , 1 cm im Raum = 2.36 kN
(Mn=1.05) (Max=0.369) (Summe: -5.00)



M1 : 40



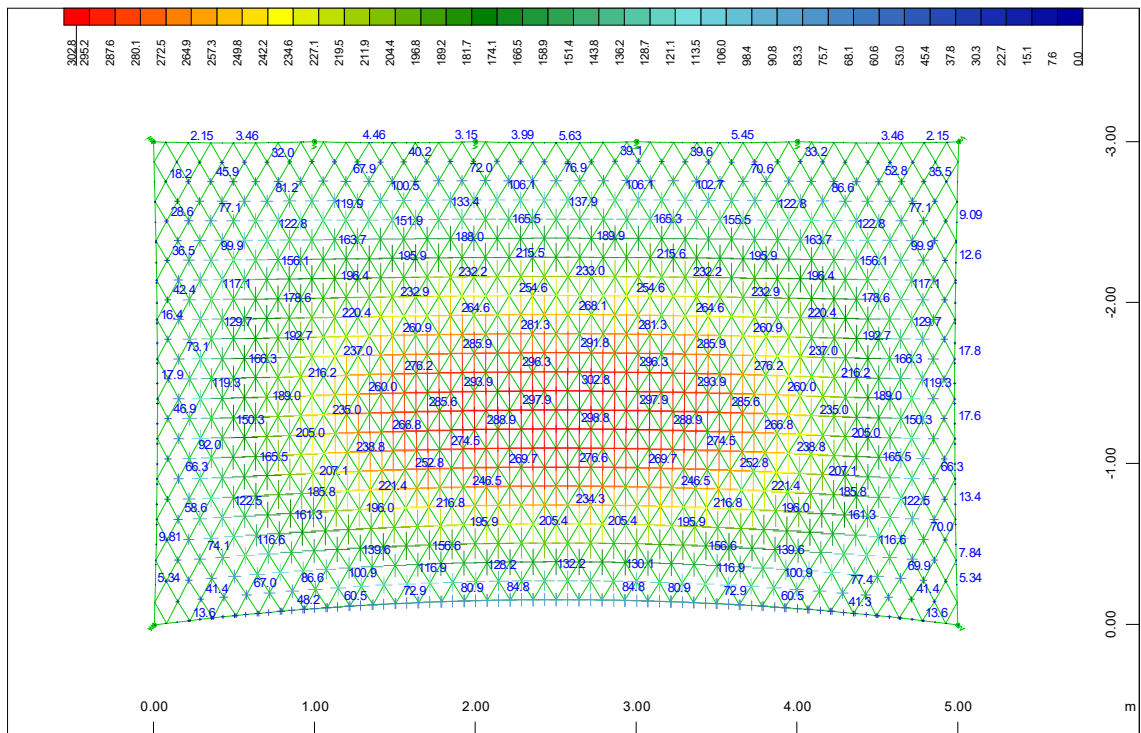
Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim

6.6 Verformungen

Graphisch ausgegeben sind im Folgenden
- die Netzverformungen im GZG.

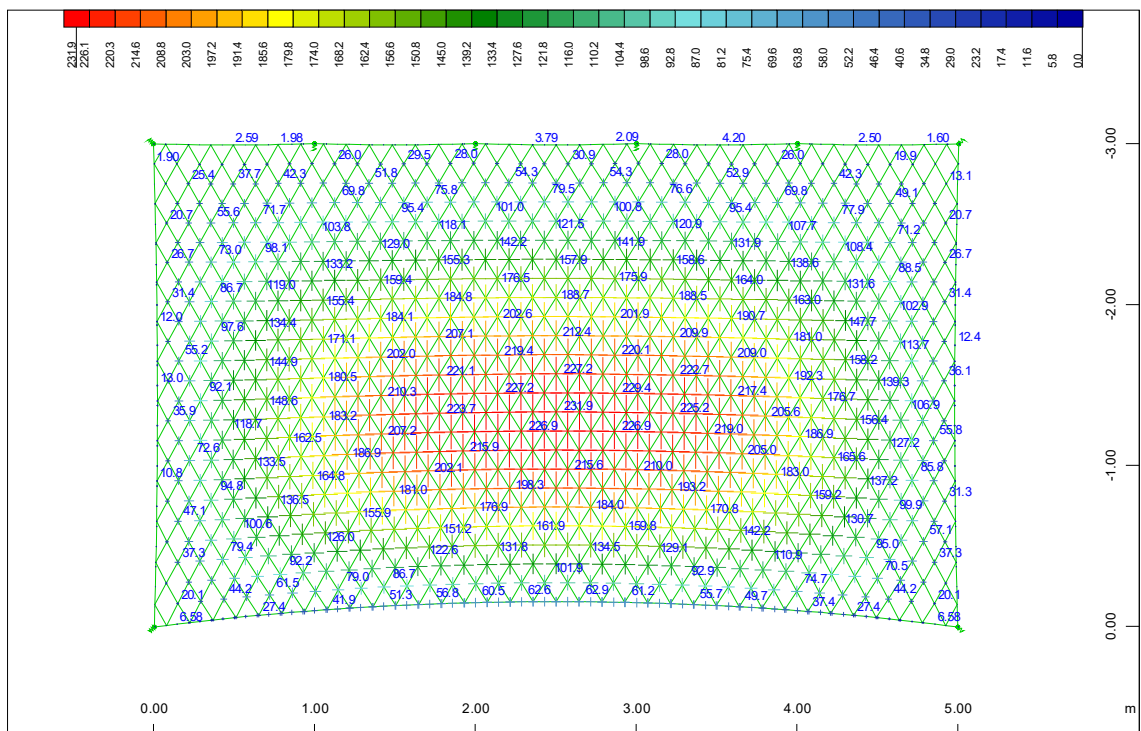


Bauwerk: X-TEND Seilnetze, Neubau Kita Kuhweid in Weinheim



Systemausschnitt Gruppe 1 11 31...33
Knotenverschiebung in global Y, nichtlinearer Lastfall 101 LC 101, 1 cm im Raum =
296.9 mm \Rightarrow (Max=302.8)

M1 : 40



Systemausschnitt Gruppe 1 11 31...33
Knotenverschiebung in global Y, nichtlinearer Lastfall 102 LC 102, 1 cm im Raum =
296.9 mm \Rightarrow (Max=231.9)

M1 : 40