

# 24A - Räumliches Fachwerk

## Programmbeschreibung der Bauteile 24A,24D,24G,24J,24M,24P

Dieses Programm berechnet auf der Grundlage der Methode der Finiten Elemente die Schnittgrößen räumlicher Fachwerkssysteme. Dabei werden für verschiedenen Lastfälle und Lastfallkombinationen folgende Größen ermittelt

- ///➔ Verschiebungen
- ///➔ Stabkräfte
- ///➔ Auflagerkräfte

### Programmgrenzen:

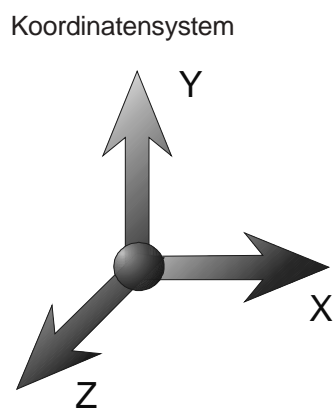
- ///➔ max. 80 Stäbe
- ///➔ max. 40 Knoten
- ///➔ max. 30 Auflagerknoten
- ///➔ max. 15 Lastfälle
- ///➔ max. 15 Lastfallkombinationen
- ///➔ max. 40 Knotenlasten pro Lastfall

### Benötigte Programme:

- ///➔ 24A - Eingabe von Knotenkoordinaten, Auflagerbedingungen und Stab-Knoten-Zuordnung
- ///➔ 24D - Eingabe der Materialdaten, Aufstellen und Inversion der Gesamtsteifigkeitsmatrix sowie Angabe der Lastfallkombinationen.
- ///➔ 24G - Eingabe der Knotenlasten und Lösung für die einzelnen Lastfälle (falls gewünscht, auch die gesonderte Ausgabe der Schnittgrößen der Lastfälle)
- ///➔ 24J - Ausgabe der Verschiebungen und Stabkräfte der Hauptlasten
- ///➔ 24M - Ausgabe der Verschiebungen und Stabkräfte aus Haupt- und Zusatzlasten
- ///➔ 24P - Ausgabe der extremalen Auflagerkraftkomponenten und, falls gewünscht, die gesonderte Ausgabe der extremalen Auflagerkraftkomponenten mit den zugehörigen übrigen Komponenten.

### Eingabe:

1. Knotenkoordinaten ( 24A ):



2. Freiheitsgrade der Auflagerknoten ( 24A ):

- ///➔ Eingetragen wird die Knotennummer und die Fesselung der einzelnen Richtungen ( fest = 0, frei = 1 ). Die Eingabe muß mit aufsteigenden Knotennummern erfolgen.

Anmerkung: *Will der Benutzer ein ebenes Fachwerk rechnen, so muss jeder Knoten senkrecht zur Ebenegefesselt werden!*

### 3. Stab-Knoten-Zuordnung ( 24A ):

- ➡ Angabe des Anfangs- und des Endknotens für jeden Stab, wobei die Knoten-Nr. i des Anfangsknotens immer kleiner als die Knoten-Nr.k des Endknotens sein muß.

### 4. Angabe der Materialkenngrößen ( 24D ):

Eingabe in Materialgruppen mit jeweils gleichem E-Modul und gleicher Querschnittsfläche. Zu jeder Materialgruppe werden dann die zugehörigen Stäbe angegeben. Dabei sind folgende Eingaben möglich :

- ➡ a) Stabnummern durch Kommata getrennt eingeben
- ➡ b) Bei Stäben einer Materialgruppe mit aufeinander folgenden Nummern Anfangs- und Endnummer durch Strich verbunden eingeben.

Beispiel : 1,3,6,7-11,13

Stabnummern müssen in aufsteigender Reihenfolge angegeben werden. Die für einen Stab zuletzt angegebene Materialgruppe gilt.

### 5. Lastfallkombinationen ( 24D ):

Es können bis zu 15 Lastfälle bzw. Lastfallkombinationen eingegeben werden. In den LF-Kombinationen werden diejenigen Lastfälle angegeben, deren Schnittgrößen überlagert werden sollen.

Möglichkeiten der Eingabe:

- ➡ a) Lastfallnummern durch Kommata getrennt eingeben
- ➡ b) Bei aufeinanderfolgenden LF-Nummern Anfangs- und Endnummer durch Strich getrennt eingeben.
- ➡ c) Soll ein Lastfall mit einem Faktor multipliziert werden, so sind Faktor und LF-Nummer mit dem \* Zeichen zu verbinden.

Beispiel : 1,3-5,0.5\*7

### 6. Knotenlasten der einzelnen Lastfälle ( 24G ):

Neben der Eingabe der Knotenlasten (in aufsteigender Reihenfolge der Knoten-Nrn.) wird für jeden Lastfall angegeben, ob er zu den Hauptlasten (H) oder zu den Zusatzlasten (Z) zu zählen ist.

Wirkt eine Kraft in Richtung der positiven Koordinatenachsen, so ist sie mit positivem Vorzeichen anzusetzen!

Das Formular 24G läßt die Eingabe von 2 Lastfällen zu. Es muß vom Benutzer also so oft positioniert werden, bis er alle Lastfälle eingeben kann!

## Ausgabe:

Folgende Schnittgrößen werden ausgegeben :

- ➡ In 24J werden die max. Verschiebungen (d.h.die Ergebnisse der LF-Kombination mit der größten Absolutverschiebung) und die extr. Stabkräfte aus Hauptlasten ausgegeben.
- ➡ In 24M werden die max Verschiebungen und die extremalen Stabkräfte aus Haupt- und Zusatzlasten ausgegeben.
- ➡ In 24P werden die extremalen Auflagerkräfte aus Hauptlasten und aus Haupt- und Zusatzlasten ausgegeben.

Zusätzliche Ausgabe:

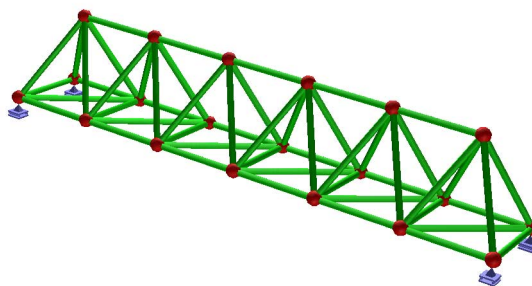
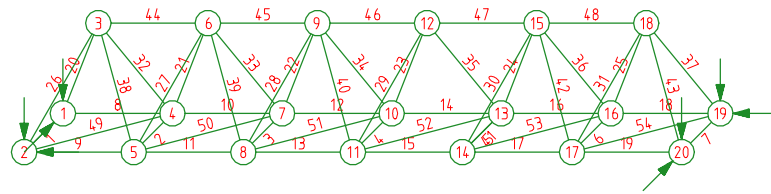
Es können auf Wunsch während der Berechnung folgende Ergebnisse gesondert ausgedruckt werden :

- ///➔ In 24G Verschiebungen, Stab-und Auflagerkräfte für jeden Lastfall
- ///➔ In 24P Verschiebungen, Stab-und Auflagerkräfte für jede Lastfallkombination
- ///➔ In 24P die extremalen Auflagerkraftkomponenten mit den zugehörigen übrigen Komponenten

Die Auflagerkräfte werden als Reaktionskräfte in Richtung der positiven Koordinatenachsen positiv ausgegeben.

Anmerkung: *Bei großen Systemen kann die Rechenzeit zur Inversion der Gesamtsteifigkeitsmatrix u.U. groß sein (bei 60 Freiheitsgraden ca. 6 min.), da die Matrix blockweise abgearbeitet werden muß!*

POS. 40 FACHWERK RÄUMLICH '24A'



Anzahl der Stäbe = 54  
 Anzahl der Knoten = 20, Anzahl der Auflagerknoten = 4

Positive Vorzeichen :  
 x nach rechts , y nach oben , z nach vorne

K N O T E N K O O R D I N A T E N

Nr.	x (m)	y (m)	z (m)	Nr.	x (m)	y (m)	z (m)
1	0.00	0.00	0.00	2	0.00	0.00	2.00
3	1.00	2.00	1.00	4	2.00	0.00	0.00
5	2.00	0.00	2.00	6	3.00	2.00	1.00
7	4.00	0.00	0.00	8	4.00	0.00	2.00
9	5.00	2.00	1.00	10	6.00	0.00	0.00
11	6.00	0.00	2.00	12	7.00	2.00	1.00
13	8.00	0.00	0.00	14	8.00	0.00	2.00
15	9.00	2.00	1.00	16	10.00	0.00	0.00
17	10.00	0.00	2.00	18	11.00	2.00	1.00
19	12.00	0.00	0.00	20	12.00	0.00	2.00

A U F L A G E R B E D I N G U N G E N (fest=0, frei=1)

Knoten	x	y	z	Knoten	x	y	z	Knoten	x	y	z	Knoten	x	y	z
1	1	0	0	2	0	0	1	19	0	0	1	20	1	0	0

Alle übrigen Knoten sind frei.

## S T A B - K N O T E N - Z U O R D N U N G

Stab Nr.	Knoten i	k	Stab Nr.	Knoten i	k	Stab Nr.	Knoten i	k	Stab Nr.	Knoten i	k
1	1	2	2	4	5	3	7	8	4	10	11
5	13	14	6	16	17	7	19	20	8	1	4
9	2	5	10	4	7	11	5	8	12	7	10
13	8	11	14	10	13	15	11	14	16	13	16
17	14	17	18	16	19	19	17	20	20	1	3
21	4	6	22	7	9	23	10	12	24	13	15
25	16	18	26	2	3	27	5	6	28	8	9
29	11	12	30	14	15	31	17	18	32	3	4
33	6	7	34	9	10	35	12	13	36	15	16
37	18	19	38	3	5	39	6	8	40	9	11
41	13	14	42	15	17	43	18	20	44	3	6
45	6	9	46	9	12	47	12	15	48	15	18
49	2	4	50	5	7	51	8	10	52	11	13
53	14	16	54	17	19						

## M A T E R I A L D A T E N D E R S T Ä B E

Material- gruppe	E-Modul (N/mm <sup>2</sup> )	A (dm <sup>2</sup> )	zugehörige Stäbe	.
1	200000.0	0.050	1-54	.

K N O T E N L A S T E N                      Anzahl der Lastfälle = 2

Anzahl der Lastfall-Kombinationen = 2

 LF-Kombination 1:LF 1  
 LF-Kombination 2:LF 1,2

LASTFALL 1 (H) : Ständige Lasten

Knoten Nr.	Belastung (kN)			Knoten Nr.	Belastung (kN)		
	Fx	Fy	Fz		Fx	Fy	Fz.
7	0.0	-30.0	0.0	8	0.0	-30.0	0.0

LASTFALL 2 (Z) : Verkehrslasten

Knoten Nr.	Belastung (kN)			Knoten Nr.	Belastung (kN)		
	Fx	Fy	Fz		Fx	Fy	Fz.
7	0.0	-10.0	0.0	8	0.0	-10.0	0.0

## VERSCHIEBUNGEN DER KNOTEN - HAUPTLASTEN

Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)	Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)
1	-0.28	0.00	0.00	2	0.00	0.00	0.20
3	3.70	-2.70	0.69	4	-0.18	-4.53	-0.26
5	-0.41	-6.38	-0.36	6	2.90	-7.76	2.39
7	0.22	-8.27	-0.02	8	-0.31	-11.87	-0.42

Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)	Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)
9	1.30	-10.28	4.38	10	0.61	-7.80	0.22
11	-0.01	-13.06	0.13	12	0.10	-9.94	6.48
13	0.71	-5.94	0.57	14	0.18	-2.06	0.52
15	-0.70	-3.05	-2.34	16	0.51	-3.16	0.56
17	0.28	-1.16	0.46	18	-1.10	-1.02	-0.64
19	0.00	0.00	-0.10	20	0.28	0.00	0.00

**S T A B K R Ä F T E - HAUPTLASTEN ( in kN )**

Stab	max. S	min. S	Stab	max. S	min. S
1	10.06	10.06	2	-4.94	-4.94
3	-19.94	-19.94	4	-4.94	-4.94
5	-2.47	-2.47	6	-4.94	-4.94
7	5.06	5.06	8	5.00	5.00
9	-20.28	-20.28	10	19.94	19.94
11	4.78	4.78	12	19.89	19.89
13	14.83	14.83	14	4.83	4.83
15	9.89	9.89	16	-10.22	-10.22
17	4.94	4.94	18	-25.28	-25.28
19	0.00	0.00	20	-12.25	-12.25
21	-12.25	-12.25	22	24.49	24.49
23	24.49	24.49	24	24.49	24.49
25	24.49	24.49	26	-36.74	-36.74
27	-36.74	-36.74	28	0.00	0.00
29	0.00	0.00	30	0.00	0.00
31	0.00	0.00	32	12.25	12.25
33	12.25	12.25	34	-24.49	-24.49
35	-24.49	-24.49	36	-24.49	-24.49
37	-24.49	-24.49	38	36.74	36.74
39	36.74	36.74	40	0.00	0.00
41	-2.47	-2.47	42	0.00	0.00
43	0.00	0.00	44	-40.00	-40.00
45	-80.00	-80.00	46	-60.00	-60.00
47	-40.00	-40.00	48	-20.00	-20.00
49	6.99	6.99	50	6.99	6.99
51	6.99	6.99	52	6.99	6.99
53	6.99	6.99	54	6.99	6.99

**VERSCHIEBUNGEN DER KNOTEN - HAUPT-UND ZUSATZLASTEN**

Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)	Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)
1	-0.38	0.00	0.00	2	0.00	0.00	0.27
3	4.93	-3.61	0.92	4	-0.24	-6.04	-0.35
5	-0.54	-8.51	-0.48	6	3.86	-10.35	3.18
7	0.29	-11.03	-0.03	8	-0.41	-15.83	-0.56
9	1.73	-13.70	5.84	10	0.82	-10.41	0.30
11	-0.02	-17.41	0.17	12	0.13	-13.25	8.64
13	0.95	-7.92	0.76	14	0.25	-2.75	0.69
15	-0.94	-4.06	-3.11	16	0.67	-4.21	0.75
17	0.38	-1.54	0.62	18	-1.47	-1.35	-0.86
19	0.00	0.00	-0.13	20	0.38	0.00	0.00

**S T A B K R Ä F T E - HAUPT- UND ZUSATZLASTEN ( in kN )**

Stab	max. S	min. S	Stab	max. S	min. S
1	13.41	10.06	2	-4.94	-6.59
3	-19.94	-26.59	4	-4.94	-6.59
5	-2.47	-3.30	6	-4.94	-6.59
7	6.74	5.06	8	6.67	5.00
9	-20.28	-27.03	10	26.59	19.94
11	6.37	4.78	12	26.52	19.89
13	19.78	14.83	14	6.45	4.83
15	13.19	9.89	16	-10.22	-13.63
17	6.59	4.94	18	-25.28	-33.70
19	0.00	0.00	20	-12.25	-16.33
21	-12.25	-16.33	22	32.66	24.49
23	32.66	24.49	24	32.66	24.49
25	32.66	24.49	26	-36.74	-48.99
27	-36.74	-48.99	28	0.00	0.00
29	0.00	0.00	30	0.00	0.00
31	0.00	0.00	32	16.33	12.25
33	16.33	12.25	34	-24.49	-32.66
35	-24.49	-32.66	36	-24.49	-32.66
37	-24.49	-32.66	38	48.99	36.74
39	48.99	36.74	40	0.00	0.00
41	-2.47	-3.30	42	0.00	0.00
43	0.00	0.00	44	-40.00	-53.33
45	-80.00	-106.67	46	-60.00	-80.00
47	-40.00	-53.33	48	-20.00	-26.67
49	9.32	6.99	50	9.32	6.99
51	9.32	6.99	52	9.32	6.99
53	9.32	6.99	54	9.32	6.99

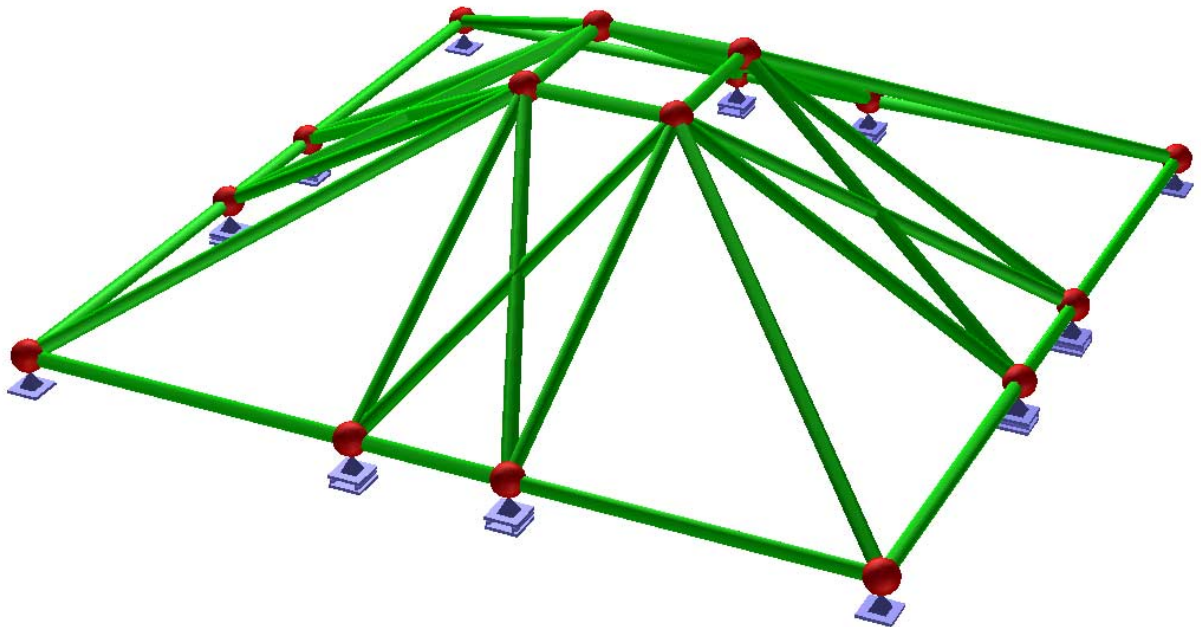
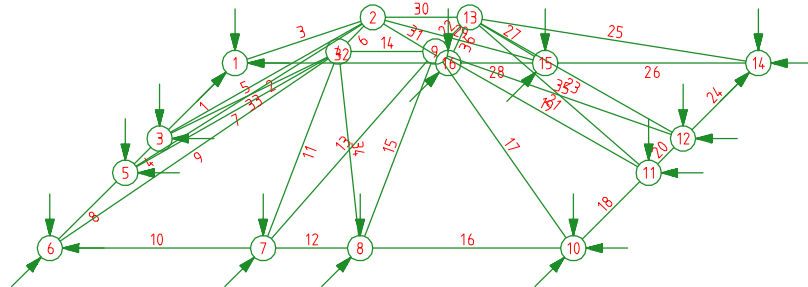
**AUFLAGERKRÄFTE - HAUPTLASTEN ( in kN )**

Knoten	max.Ax	min.Ax	max.Ay	min.Ay	max.Az	min.Az
1	0.0	0.0	10.0	10.0	-5.1	-5.1
2	30.3	30.3	30.0	30.0	0.0	0.0
19	-30.3	-30.3	20.0	20.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	5.1

**AUFLAGERKRÄFTE - HAUPT- UND ZUSATZLASTEN ( in kN )**

Knoten	max.Ax	min.Ax	max.Ay	min.Ay	max.Az	min.Az
1	0.0	0.0	13.3	10.0	-5.1	-6.7
2	40.4	30.3	40.0	30.0	0.0	0.0
19	-30.3	-40.4	26.7	20.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	5.1

**POS. 42 FACHWERK RÄUMLICH**



Anzahl der Stäbe = 36  
 Anzahl der Knoten = 16, Anzahl der Auflagerknoten = 12

Positive Vorzeichen :  
 x nach rechts , y nach oben , z nach vorne

**K N O T E N K O O R D I N A T E N**

Nr.	x (m)	y (m)	z (m)	Nr.	x (m)	y (m)	z (m)
1	0.00	0.00	0.00	2	4.40	2.50	4.40
3	0.00	0.00	4.40	4	4.40	2.50	6.40
5	0.00	0.00	6.40	6	0.00	0.00	10.80
7	4.40	0.00	10.80	8	6.40	0.00	10.80
9	6.40	2.50	6.40	10	10.80	0.00	10.80
11	10.80	0.00	6.40	12	10.80	0.00	4.40
13	6.40	2.50	4.40	14	10.80	0.00	0.00
15	6.40	0.00	0.00	16	4.40	0.00	0.00



**A U F L A G E R B E D I N G U N G E N** (fest=0,frei=1)

Knoten	x	y	z	Knoten	x	y	z	Knoten	x	y	z	Knoten	x	y	z
1	0	0	0	3	0	0	1	5	0	0	1	6	0	0	0
7	1	0	0	8	1	0	0	10	0	0	0	11	0	0	1
12	0	0	1	14	0	0	0	15	1	0	0	16	1	0	0

Alle übrigen Knoten sind frei.

**S T A B - K N O T E N - Z U O R D N U N G**

Stab Nr.	Knoten i	Knoten k	Stab Nr.	Knoten i	Knoten k	Stab Nr.	Knoten i	Knoten k	Stab Nr.	Knoten i	Knoten k
1	1	3	2	2	3	3	1	2	4	3	5
5	3	4	6	2	4	7	4	5	8	5	6
9	4	6	10	6	7	11	4	7	12	7	8
13	7	9	14	4	9	15	8	9	16	8	10
17	9	10	18	10	11	19	9	11	20	11	12
21	11	13	22	9	13	23	12	13	24	12	14
25	13	14	26	14	15	27	13	15	28	15	16
29	2	15	30	2	13	31	2	16	32	1	16
33	2	5	34	4	8	35	9	12	36	13	16

**M A T E R I A L D A T E N D E R S T Ä B E**

Material- gruppe	E-Modul (N/mm <sup>2</sup> )	A (dm <sup>2</sup> )	zugehörige Stäbe
1	10000.0	2000.0	1-36

**K N O T E N L A S T E N** Anzahl der Lastfälle = 1

**LASTFALL 1 (H) : Eigengewicht, Dachdeckung, Verkleidung**

Knoten Nr.	Belastung (kN)			Knoten Nr.	Belastung (kN)		
	Fx	Fy	Fz		Fx	Fy	Fz
2	0.0	-20.0	0.0	4	0.0	-20.0	0.0
9	0.0	-20.0	0.0	13	0.0	-20.0	0.0

**V E R S C H I E B U N G E N D E R K N O T E N - H A U P T L A S T E N**

Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)	Nr.	x (mm)	y (mm)	z (mm)
1	0.00	0.00	0.00	2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	12	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	14	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	16	0.00	0.00	0.00

## S T A B K R Ä F T E - HAUPTLASTEN ( in kN )

Stab	max. S	min. S	Stab	max. S	min. S
1	-0.64	-0.64	2	-9.91	-9.91
3	-4.13	-4.13	4	2.82	2.82
5	-9.43	-9.43	6	-15.49	-15.49
7	-9.91	-9.91	8	-0.64	-0.64
9	-4.13	-4.13	10	-0.64	-0.64
11	-9.91	-9.91	12	2.82	2.82
13	-9.43	-9.43	14	-15.49	-15.49
15	-9.91	-9.91	16	-0.64	-0.64
17	-4.13	-4.13	18	-0.64	-0.64
19	-9.91	-9.91	20	2.82	2.82
21	-9.43	-9.43	22	-15.49	-15.49
23	-9.91	-9.91	24	-0.64	-0.64
25	-4.13	-4.13	26	-0.64	-0.64
27	-9.91	-9.91	28	2.82	2.82
29	-9.43	-9.43	30	-15.49	-15.49
31	-9.91	-9.91	32	-0.64	-0.64
33	-9.43	-9.43	34	-9.43	-9.43
35	-9.43	-9.43	36	-9.43	-9.43

## AUFLAGERKRÄFTE - HAUPTLASTEN ( in kN )

Knoten	max.Ax	min.Ax	max.Ay	min.Ay	max.Az	min.Az
1	3.4	3.4	1.5	1.5	3.4	3.4
3	16.2	16.2	9.2	9.2	0.0	0.0
5	16.2	16.2	9.2	9.2	0.0	0.0
6	3.4	3.4	1.5	1.5	-3.4	-3.4
7	0.0	0.0	9.2	9.2	-16.2	-16.2
8	0.0	0.0	9.2	9.2	-16.2	-16.2
10	-3.4	-3.4	1.5	1.5	-3.4	-3.4
11	-16.2	-16.2	9.2	9.2	0.0	0.0
12	-16.2	-16.2	9.2	9.2	0.0	0.0
14	-3.4	-3.4	1.5	1.5	3.4	3.4
15	0.0	0.0	9.2	9.2	16.2	16.2
16	0.0	0.0	9.2	9.2	16.2	16.2