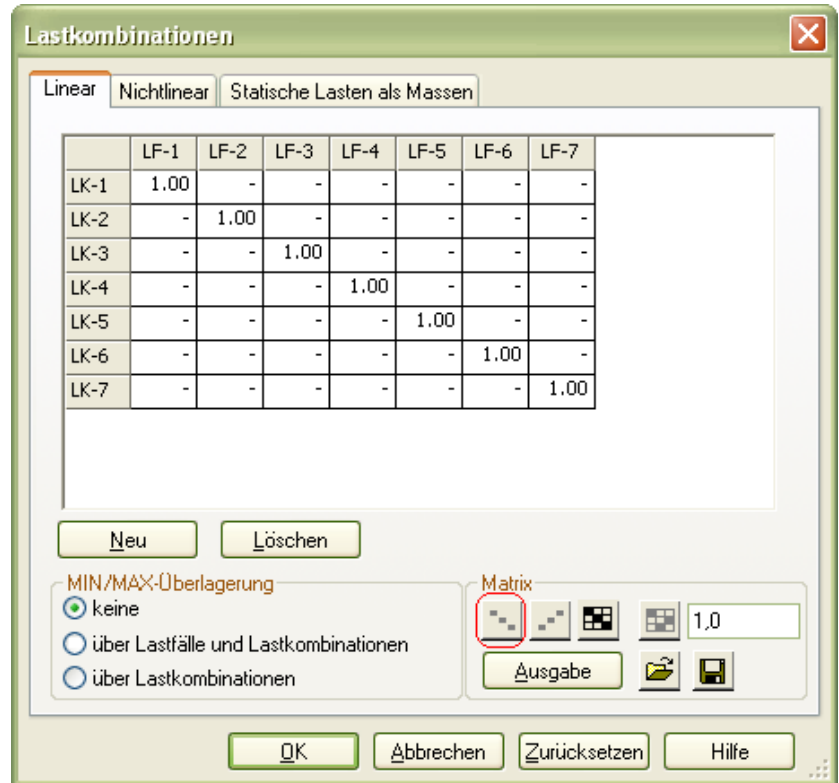


1. Berechnung nach Theorie I. Ordnung

1.1. lastfallweise Verformungen

Die Verformungen werden immer lastkombinationsweise ausgewertet. Über die Definition einer quadratische Einheitsmatrix¹ kann aber auch eine lastfallweise Auswertung erreicht werden.

Im Zusammenhang mit der quadratischen Einheitsmatrix haben die Einstellungen der MIN/MAX-Überlagerung folgende Auswirkung, die im Bild mit Ausgabeoption (1) und (2) dargestellt werden:



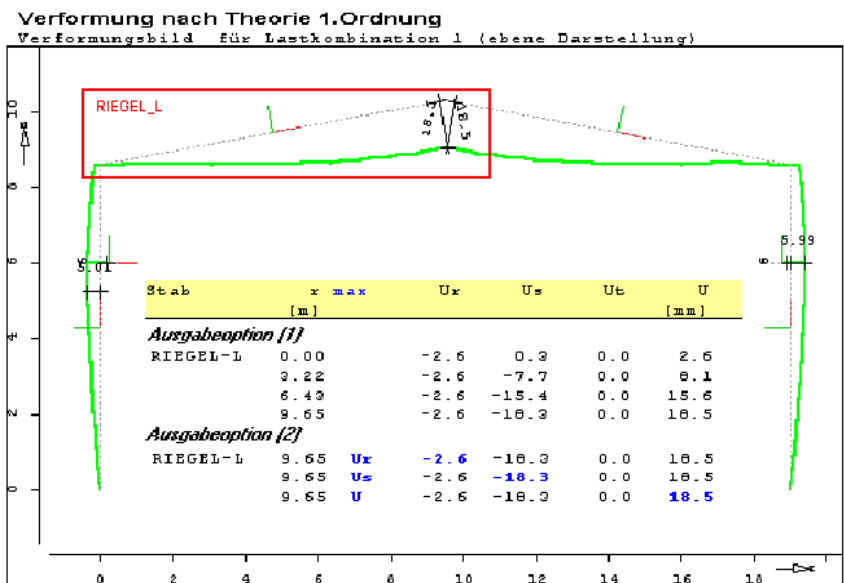
Ausgabeoption (1)


„keine MIN/MAX Überlagerung“: der Verformungsverlauf wird lastfallweise² längs der Stäbe ausgegeben, die Anzahl der Werte ist mit der Fe-Unterteilung steuerbar.

Ausgabeoption (2)

„Über Lastfälle und Lastkombinationen“ und „Über Lastkombinationen“³:

der Verformungsverlauf wird lastfallweise mit einem Maximalwert und der zugehörigen Stelle pro lokaler Komponente⁴ ausgegeben.



¹ Die quadratische Einheitsmatrix ordnet jeder Lastkombinationsmatrix genau einen Lastfall zu. Dazu wird die lineare Lastkombinationsmatrix mit „Neu“ auf eine quadratische Einheitsmatrix erweitert, alle Zellen markiert und mit dem Wert „1“ über den Schalter  gefüllt.

² eine Lastkombination entspricht einem Lastfall

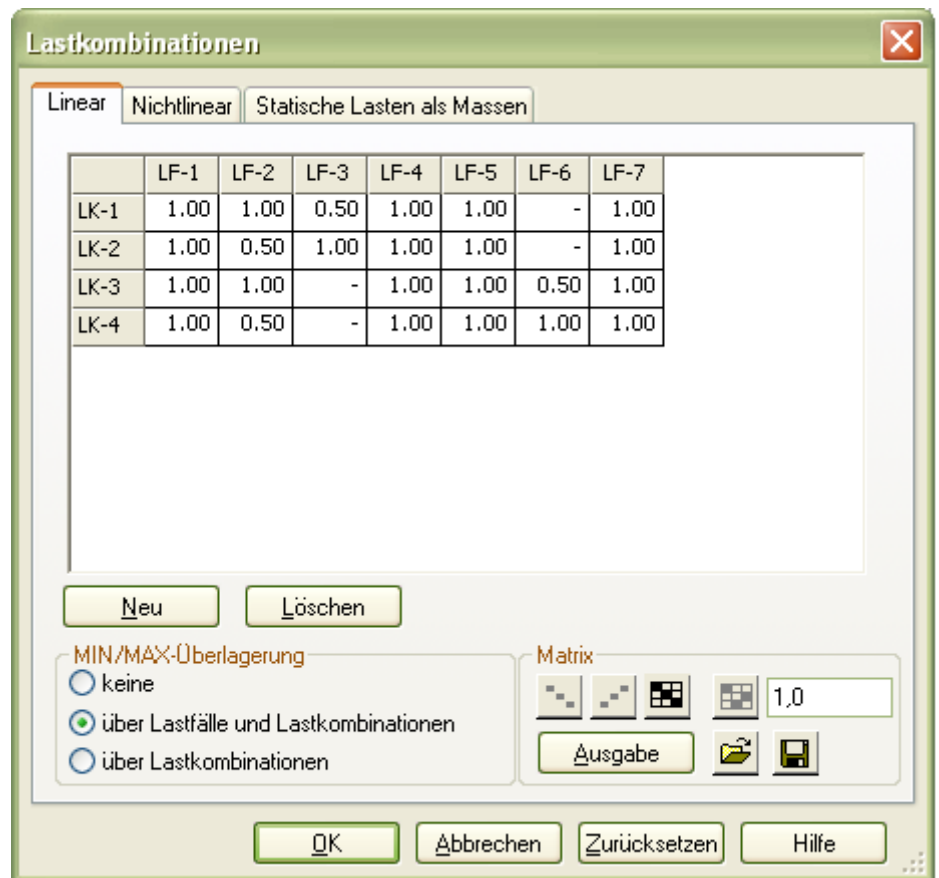
³ Die beiden Output Optionen sind bei einer Einheitsmatrix identisch.

⁴ U_x, U_s, U

1.2. Verformungen für vorgegebene lineare Lastkombinationen

Dazu können in der Lastkombinationsmatrix einzelne Lastfälle mit unterschiedlichen Faktoren belegt werden.

Innerhalb der Lastkombinationen wird für jede stablokale Verschiebungs- und Verdrehungskomponente (r-s-t) der Maximalwert und zugehörige Stelle ohne Extremierung ermittelt (u = resultierende Verschiebung). Im Bild sind nur die Verschiebungen sichtbar.



Verformungen für Lastkombination 2

Stab	r	max	U _r	U _s	U _t	U
	[m]					[mm]
RIEGEL-L	9.65	U _r	18.8	-31.9	0.0	37.0
	8.85	U _s	18.8	-32.0	0.0	37.1
	8.85	U	18.8	-32.0	0.0	37.1

Handrechnung für Riegel-L an der Stelle 9.65 m:

Lastfall	1	2	3	4	5	6	7	Σ
Faktor	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	
us[mm]	-18.3	-22.1	7.5	2.4	-10.1	-6.1	-2.4	-31.95

2. Berechnung nach Theorie II. Ordnung

Die Belegung der nichtlinearen Lastkombinationsmatrix wird für die Berechnung der Verformungen intern modifiziert, alle $\gamma_F > 0.0$ werden intern auf $\gamma_F = 1.0$ normiert (markierte Stellen).

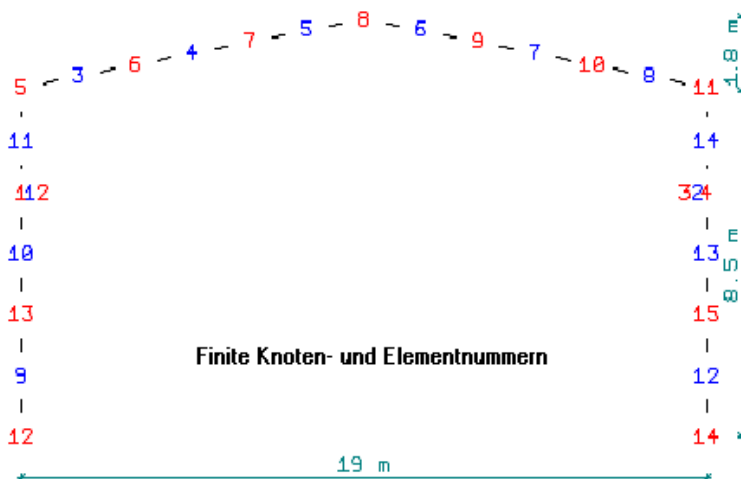
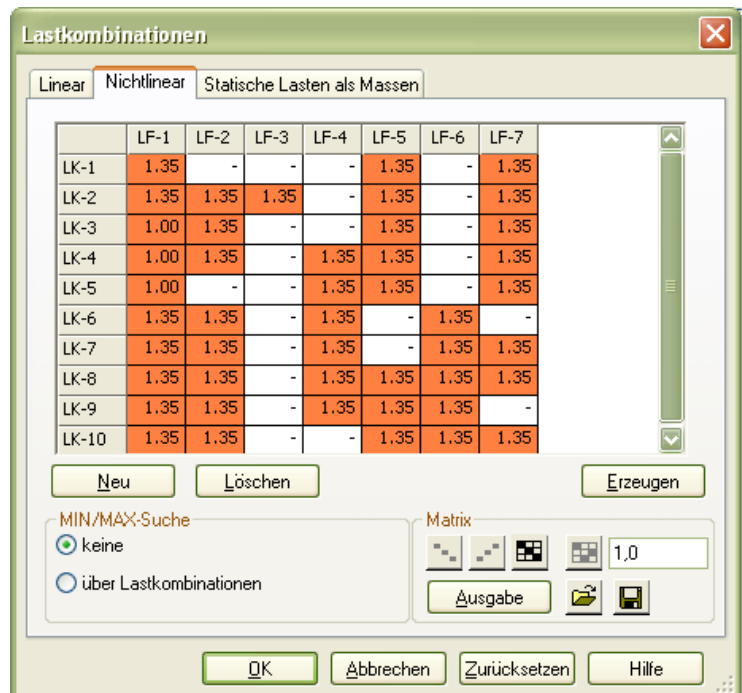
Eingabedialog und lastkombinationsweise Ergebnisse:

Die Verformungen werden gemäß dem Berechnungsweg 1.2 bestimmt. Man erhält je nichtlineare Lastkombination eine grafische und tabellarische Ausgabe mit **lokalen charakteristischen** Verformungsgrößen.

3. Extremwerte der Verformungen

Durch den Übergang zu MIC_GRAF mit Menü *Ergebnisse* → *Grafische Ausgabe oder Icon* ist eine Extremwertberechnung der globalen Deformationen der FE-Knoten möglich:

Für die dem Riegel_L zugeordneten FE-Knoten 5-8 ergibt sich z.B. folgende MIN/MAX-Tabelle mit **globalen** Deformationen aus der Kombinationsmatrix nach 1.2 :



Deformationen

Deformationen		MIN/MAX					
Kn		max Ux	max Uy	max Uz	max Rx	max Ry	max Rz
		min Ux	min Uy	min Uz	min Rx	min Ry	min Rz
		[mm]					
		[rad/1000]					
5	MAX	39.263	0.000	-0.058	0.00	6.05	0.00
	MIN	-24.759	0.000	-0.454	0.00	1.09	0.00
6	MAX	40.249	0.000	-3.999	0.00	8.13	0.00
	MIN	-20.686	0.000	-24.701	0.00	0.78	0.00
7	MAX	40.412	0.000	-5.190	0.00	5.73	0.00
	MIN	-16.567	0.000	-47.466	0.00	-0.33	0.00
8	MAX	40.230	0.000	-3.832	0.00	0.54	0.00
	MIN	-15.126	0.000	-56.913	0.00	-1.08	0.00

4. Verformungsnachweis (GTN)

Der Nachweis erfolgt für ausgewählte Stabpositionen in Abhängigkeit vom Bezugssystem und den Verformungsrichtungen.

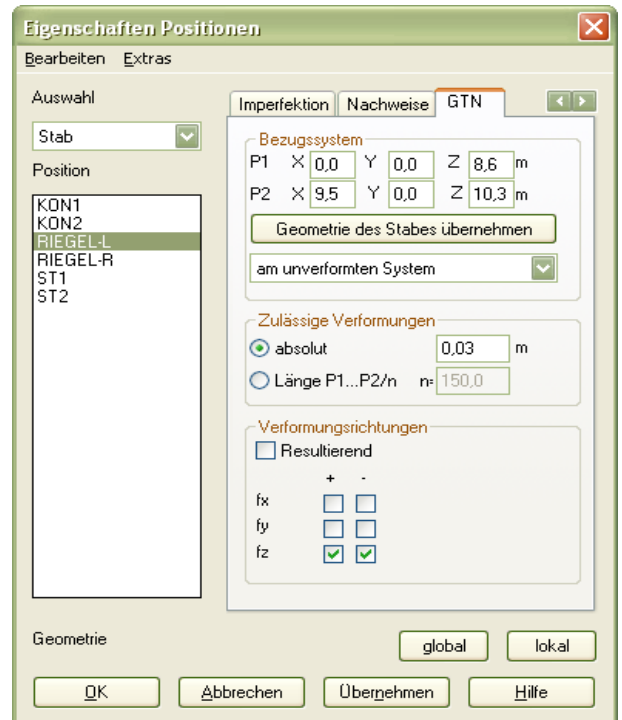
4.1. Eingabedialog und Nachweisergebnis am unverformten System

P1 und P2 sind voreingestellt als Positionsanfangspunkt bzw. -endpunkt. Andere Punkte müssen global eingegeben werden.

Zulässige Grenzwerte können als absolute Werte in [m] oder als Bezugswerte zur Länge P1_P2 festgelegt werden. Standardmäßig ist der Wert 300 eingetragen, der laut MBI. NW 1970 für Deckenträger und Unterzüge maßgebend ist (Bei Kragträgern ist $n=200$, wobei die Länge P1 bis P2 der Kraglänge entspricht).

Der Nachweis kann in wählbaren globalen Verformungsrichtungen erfolgen, hier in z-Richtung (+/-).

Die Ausgabe gibt u. a. die maßgebende „Ausnutzungsgröße“ und die zugehörige Lastkombination an.



4.2. Nachweisergebnis an lastkombinationsabhängigen mitverformten Systemen

Bezugssysteme der Positionen

Stab	Bez. Punkt 1			Bez. Punkt 2			Linie bez.
	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]	
RIEGEL-L	0.000	0.000	8.600	9.500	0.000	10.300	fest 1/ 322

Verformungsnachweis

Stab	Richtg.	Bez 1 [m]	zul f [mm]	r	neg f	pos f	rel f	lkn
				[m]	[mm]	[mm]	[mm]	
RIEGEL-L	Z	9.65	30.00	3.22	-23.23	0.00	77.43	3
				6.43	-46.38	0.00	154.58	3*
				9.65	-56.91	0.00	189.71	3*

* Zulässige Grenzwerte überschritten

Verformungsnachweis für Riegel_L an mitverformten Bezugssystemen:

Bezugssysteme der Positionen

Stab	Bez. Punkt 1			Bez. Punkt 2			Linie bez.	lkn
	x [m]	y [m]	z [m]	x [m]	y [m]	z [m]		
RIEGEL-L	-0.004	0.000	8.600	9.508	0.000	10.253	bewegl. 1/ 483	1
RIEGEL-L	0.019	0.000	8.600	9.524	0.000	10.272	bewegl. 1/ 403	2
RIEGEL-L	-0.025	0.000	8.600	9.485	0.000	10.243	bewegl. 1/ 403	3
RIEGEL-L	-0.023	0.000	8.600	9.485	0.000	10.251	bewegl. 1/ 483	4

Verformungsnachweis

Stab	Richtg.	Bez 1 [m]	zul f [mm]	r	neg f	pos f	rel f	lkn
				[m]	[mm]	[mm]	[mm]	
RIEGEL-L	RES	9.65	20.00	3.22	0.00	5.26	26.30	2
				6.43	0.00	6.42	42.12	3