

Geneigte und geknickte Träger

Geneigte und geknickte Träger sind häufig bei Treppenwangen anzutreffen.

Vorgehen:

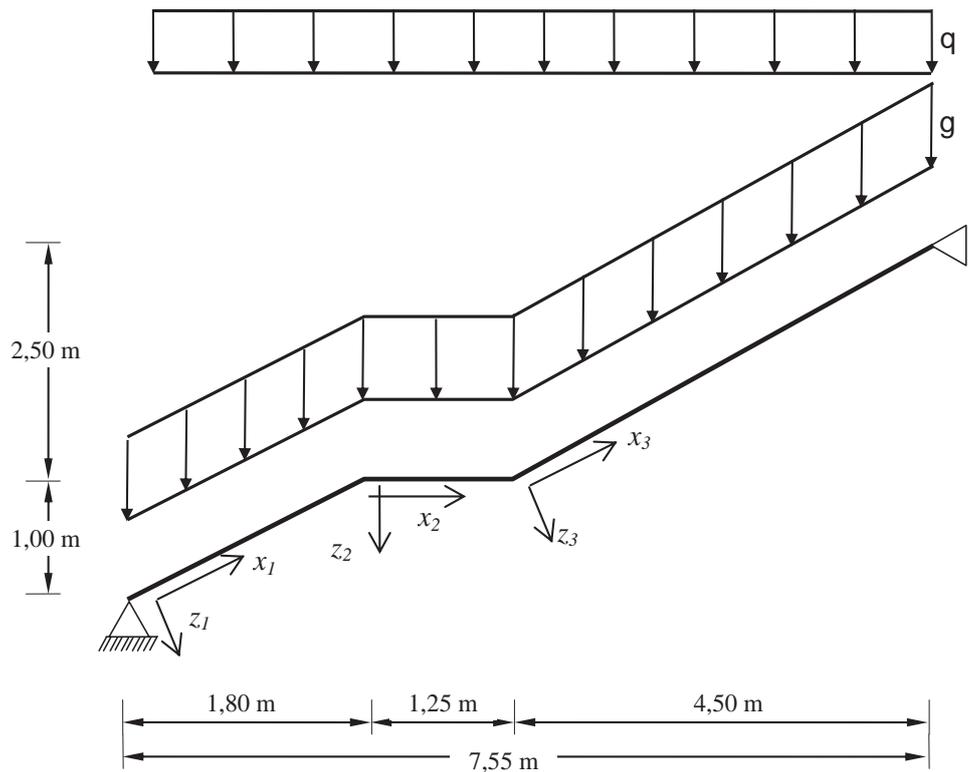
- Berechnung der ALR mit den gegebenen Lasten in H- und V-Richtung
- Umrechnung der Lasten in die lokalen Koordinatenrichtungen (\parallel und \perp)
- Berechnung der Schnittgrößen an den Auflagern (vgl. oben)
- Berechnung der Schnittgrößen an den Knickpunkten
 - o N und V jeweils links und rechts
 - o M nur ein Wert (keine Änderung durch Knick)
- Zeichnen der Verläufe

Beispiel: Treppe Foyer S-Bau



Gesamtlast geschätzt: 55 Personen \times 0,8 kN = 44 kN
Treppenfläche im Grundriss 1,5 m \times 7,55 m = 11,3 m² \rightarrow 44 / 11,3 = 3,9 kN/m²

System und Lasten



Charakteristische Lasten je Treppenwange:

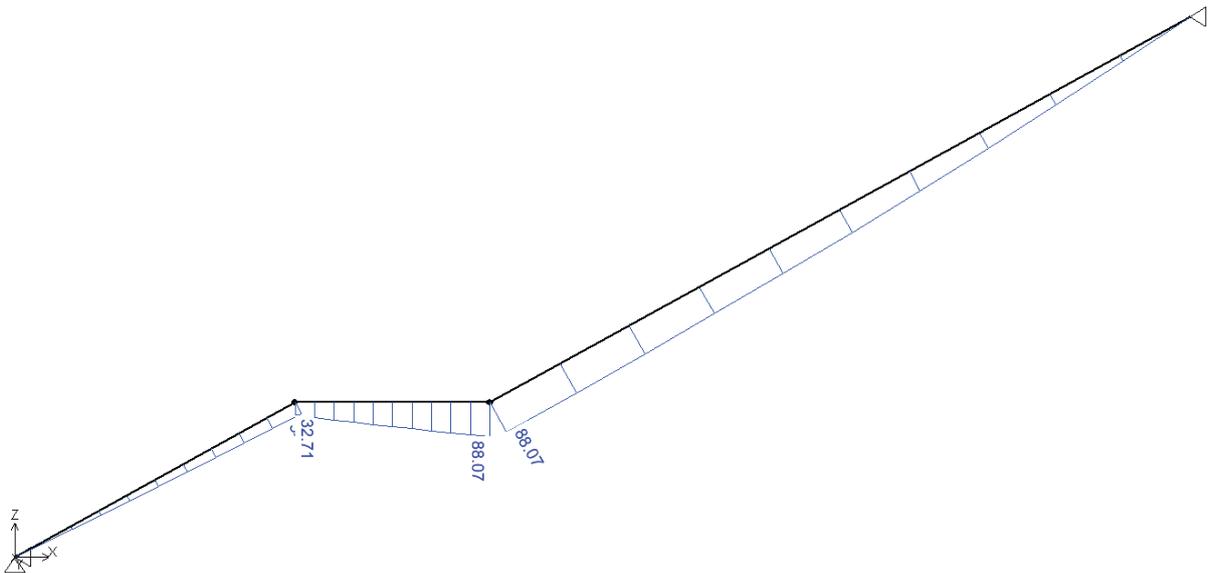
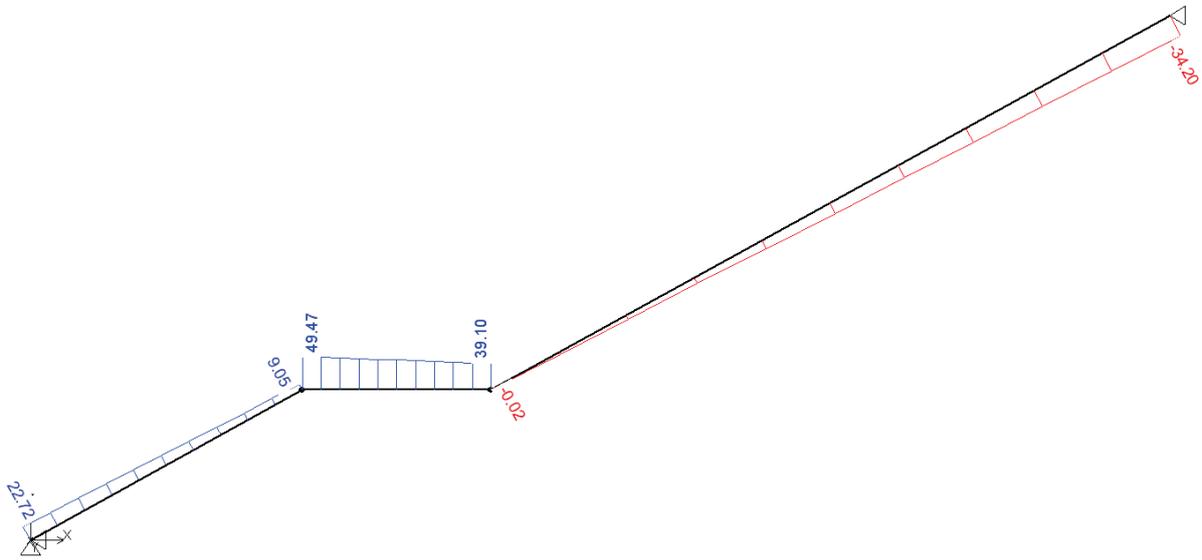
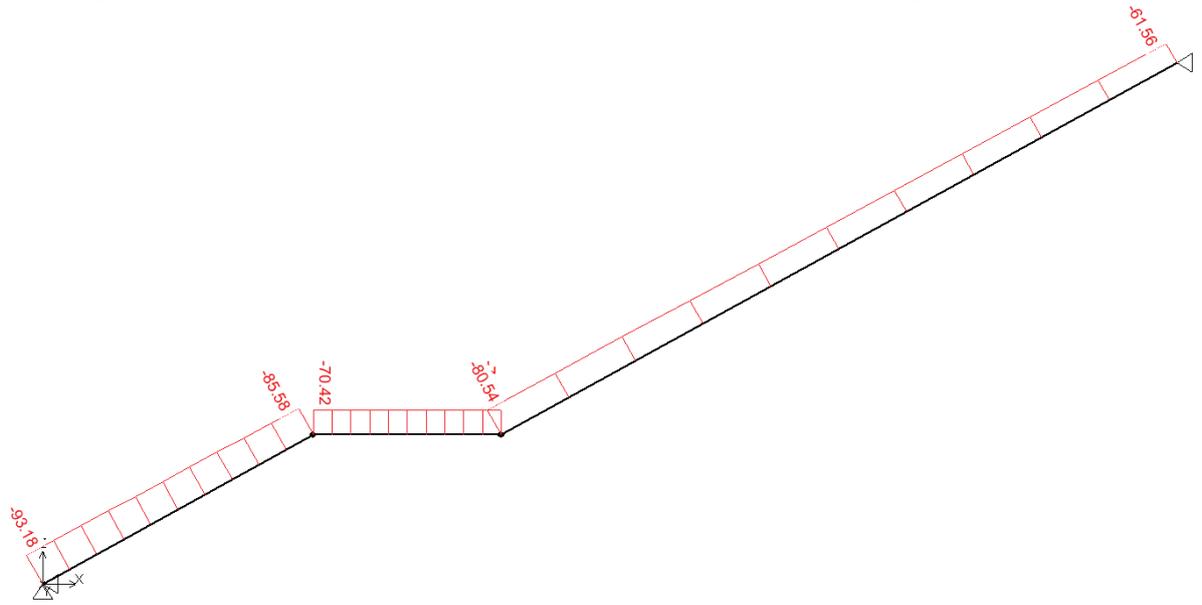
- Ständige Lasten:	Stufen $0,06 \text{ m} \times (1,50 \text{ m} / 2) \times 7 \text{ kN/m}^3$	=	0,32 kN/m
	Stahlbleche unter den Stufen ca.	=	0,8 kN/m
	Stahlwange $0,03 \text{ m} \times 0,28 \text{ m} \times 78,5 \text{ kN/m}^3$	=	0,66 kN/m
	<u>Geländer (geschätzt)</u>	=	<u>0,2 kN/m</u>
	g_k	=	2,0 kN/m

- Nutzlasten:	Kategorie T2: $5,0 \text{ kN/m}^2 \times (1,50 \text{ m} / 2)$	q_k	=	3,75 kN/m
---------------	--	-------	---	-----------

Für die Bemessung werden die ermittelten charakteristischen Lasten mit Sicherheitsbeiwerten multipliziert:

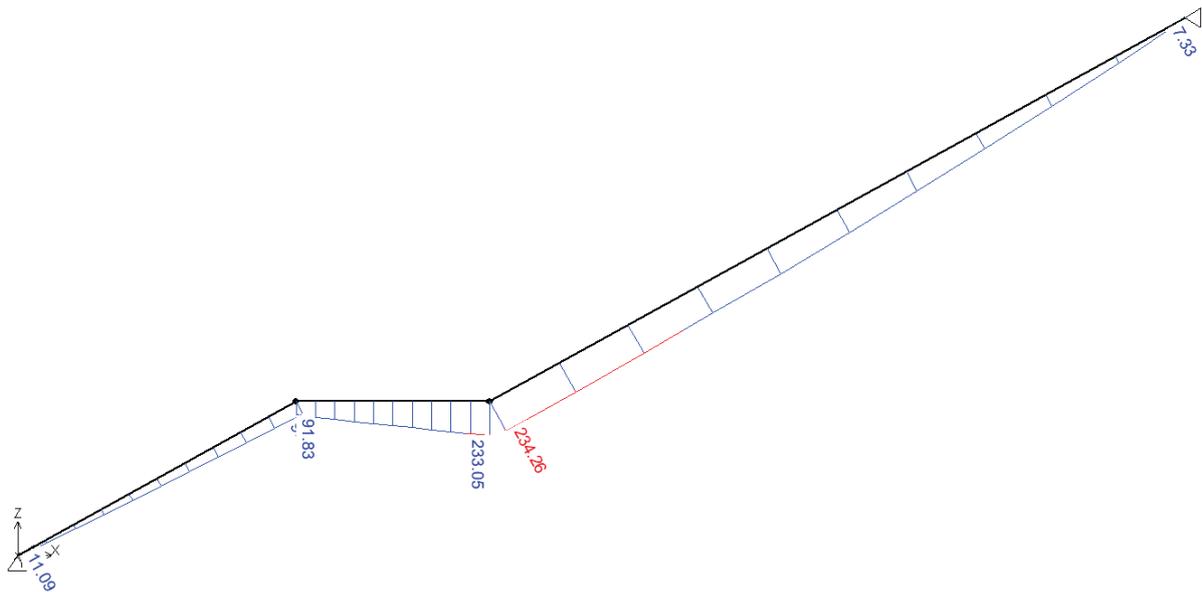
Bemessungslasten:	g_d	=	$1,35 \times g_k$	=	2,7 kN/m
	q_d	=	$1,50 \times q_k$	=	5,6 kN/m

Schnittgrößenverläufe (hier aus einer elektronischen Berechnung)

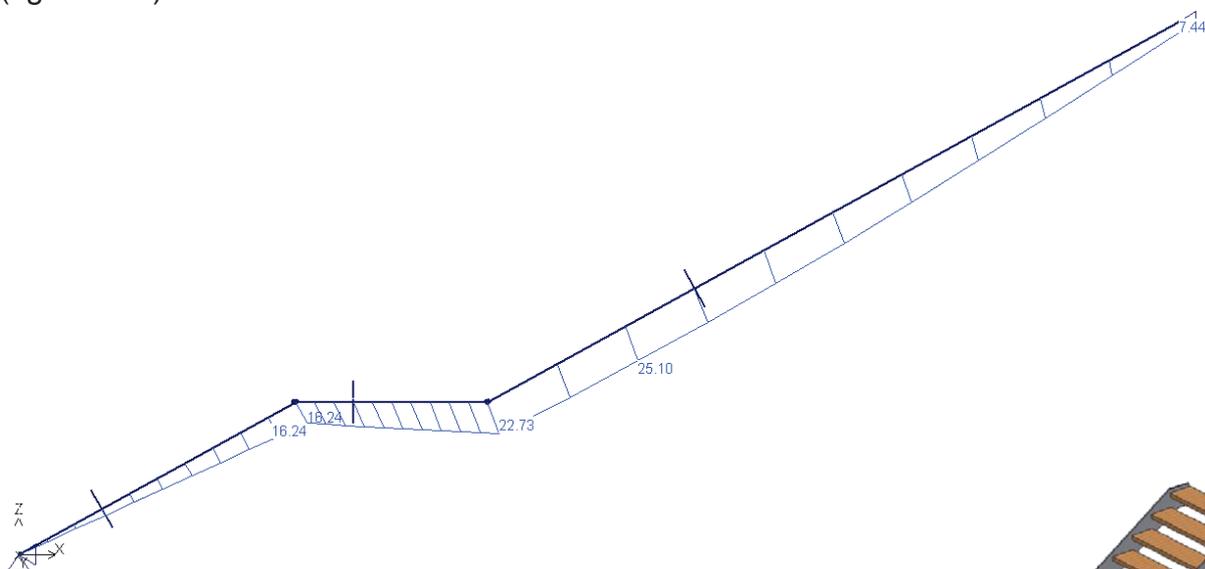


Ergänzende Ergebnisse aus der elektronischen Berechnung:

Maximale Normalspannungen in N/mm² (vgl. Teil B):



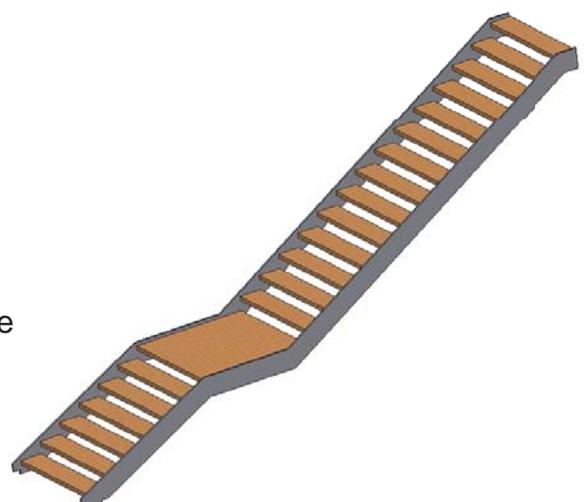
Verformungen unter Nutzlast in mm (ohne Lastsicherheitsbeiwert)
(vgl. Teil C):



Bemessungskriterium: $\max w \leq L/300$

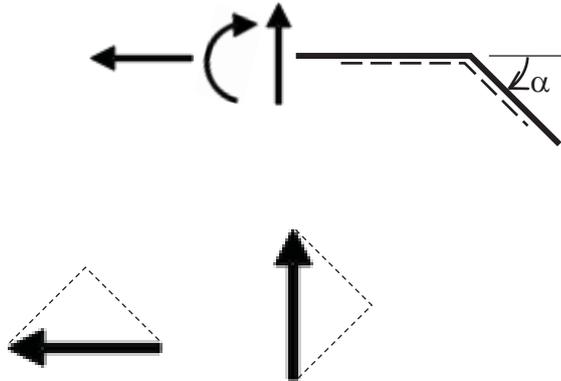
Weitere Kriterien:

- Tragfähigkeit und Verformung der Einzelstufe (Punktlast 2,0 kN)
- 1. Eigenfrequenz > 5 Hz (Querschwingung!)



Schnittgrößen am Knickwinkel

Die häufig vorkommende Winkelumrechnung kann verallgemeinert werden:



Gegeben: Schnittgrößen links

Gesucht: Schnittgrößen rechts

Gleichgewichtsbedingungen:

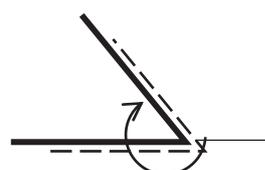
Zusammenfassung der Gleichungen:

$$\begin{aligned} N_{re} &= V_{li} \cdot \sin \alpha + N_{li} \cos \alpha \\ V_{re} &= V_{li} \cdot \cos \alpha - N_{li} \sin \alpha \\ M_{re} &= M_{li} \end{aligned}$$

Sind Schnittgrößen links vom Knickpunkt negativ, so sind diese in den Formeln mit negativem Vorzeichen einzusetzen. Der Winkel ist immer ausgehend von der x-Achse des bekannten Stabes im Uhrzeigersinn anzusetzen:

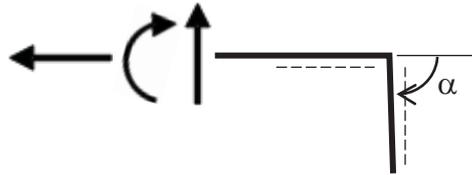


$$90^\circ < \alpha < 180^\circ$$

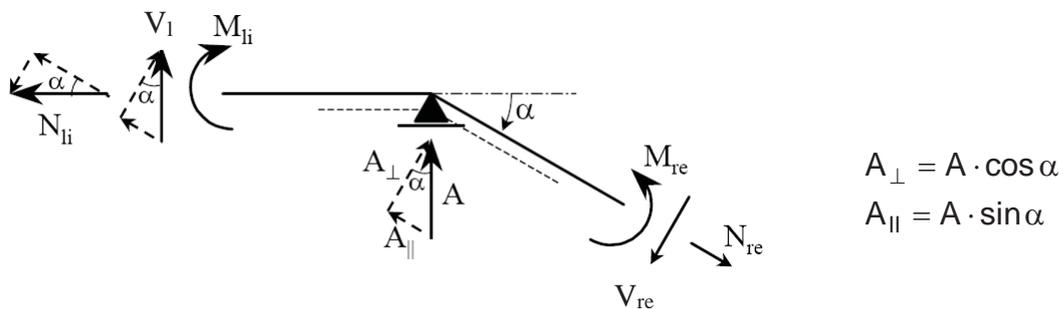


$$180^\circ < \alpha < 360^\circ$$

Wenn die positive Faser (- - - -) die Seite wechselt, ändert sich das Vorzeichen des Momentes:



Tritt eine Einzellast oder Auflagerkraft im Knickpunkt auf, so muss diese Kraft in Richtung der unbekannt Schnittrößen zerlegt und bei den Gleichgewichtsbedingungen entsprechend berücksichtigt werden.



Beispiel: $V_{re} = V_{li} \cos \alpha - N_{li} \sin \alpha + A \cos \alpha$

Tritt ein Lastmoment im Knickpunkt auf, so beeinflusst dies nur die Umrechnung des Biegemomentes, das – genauso wie beim geraden Träger – einen entsprechenden Sprung macht.