

Projekt Nr.: 23014
Auftraggeber: Amboss Metallbau AG
System: GeländerXpress Staketengeländer



SYSTEMSTATIK STAKETENGELÄNDER

Revision 0

Verfasser: Thomas Lagler, BSc FH Fassadeningenieur

Seiten: Titelblatt + 14 Seiten

Datum: 21.04.2023

Inhalt

1	Bemessungsgrundlagen	2
1.1	Aufgabenstellung	2
1.2	Bauteil	2
1.3	Systemabweichungen	2
1.4	Anschlussbauteil	2
1.5	Daten	2
1.6	Normen und Richtlinien	2
1.7	Software	2
2	Lastannahmen und Lastfallkombinationen	3
2.1	Ständige Einwirkungen	3
2.2	Veränderliche Einwirkung Windlast	3
2.3	Veränderliche Einwirkung Abschränkung	3
2.4	Lastfallkombinationen	3
3	Materialkennwerte	4
3.1	Stahl	4
3.2	Edelstahl	4
3.3	Verbindungen in Edelstahl	4
4	Systemschnitt	5
5	Bemessung Stahlkonstruktion	6
5.1	Randbedingungen	6
5.2	Geometrie	6
5.3	Querschnittswerte und Widerstände	7
5.4	Lastfälle	7
5.5	Nachweis Tragsicherheit	8
5.5.1	Handlauf	8
5.5.2	Pfosten	8
5.6	Nachweis Gebrauchstauglichkeit	11
5.7	Nachweis Blindnietmutter	12
6	Bemessung Dübel	13
6.1	Randbedingungen	13
6.2	Auflagerkräfte	13
6.3	Nachweis Dübel	14

1 Bemessungsgrundlagen

1.1 Aufgabenstellung

Statische Bemessung der Geländerkonstruktion GeländerXpresss Staketengeländer als absturzsicherndes Geländer zur Verwendung innerhalb der SIA Nutzungskategorien A, B, D. Die Konstruktion muss den einwirkenden Eigenlasten und Abschränklasten standhalten. Windlasten sind für die Bemessung von Staketengeländern nicht relevant.

1.2 Bauteil

Modulare Geländerkonstruktion bestehend aus einem CNS-Handlauf, Stahlpfosten, Staketenfüllung mit Ober- und Untergurt und Dübel. Die Geländerpfosten haben einen Abstand von 50mm zur Betonstirne. Der Pfostenabstand beträgt max. 1200mm.

Der Ober- und Untergurt und die Staketen werden miteinander verschweisst und mit Blindnietmuttern an die Pfosten befestigt.

1.3 Systemabweichungen

Der Bericht gilt auch für die Konstruktion mit Pfostenbefestigung seitlich direkt. Bei dieser Konstruktion wird der Pfosten direkt an die Betonstirne befestigt. Dadurch sind die Auflagerkräfte kleiner als bei der Montage mit 50mm Abstand. Die Randabstände der Dübel entsprechen im Mindesten denen in der vorliegenden Systemstatik.

Der Bericht gilt auch für die Konstruktion mit Pfostenbefestigung auf die Betondecke. Bei dieser Konstruktion ist die Pfostenhöhe kleiner als in der vorliegenden Systemstatik. Die Randabstände der Dübel entsprechen im Mindesten denen in der vorliegenden Systemstatik.

1.4 Anschlussbauteil

Das Anschlussbauteil ist eine Betondecke mit Dicke $\geq 250\text{mm}$. Die Betongüte ist C30/37 und der Beton wird als gerissen angenommen.

1.5 Daten

Systemsnitte Amboss Metallbau AG

1.6 Normen und Richtlinien

SIA 179:1998	Befestigungen in Beton und Mauerwerk
SIA 260:2013	Grundlagen zur Projektierung von Tragwerken
SIA 261:2020	Einwirkungen auf Tragwerke
SIA 263:2013	Stahlbau
SIA 358:2010	Geländer und Brüstungen
EN 1993-1-4:2015	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen
TR 001:2019	Metalltec Suisse – Technische Richtlinie Geländer im Metallbau, Bemessung von Geländern

1.7 Software

AxisVM X6

Hilti Profis Engineering

2 Lastannahmen und Lastfallkombinationen

2.1 Ständige Einwirkungen

Edelstahl Raumlast: $g_k = 79 \text{ kN/m}^3$

Stahl Raumlast: $g_k = 78 \text{ kN/m}^3$

2.2 Veränderliche Einwirkung Windlast

Windlasten sind für die Bemessung von Staketengeländern nicht relevant

2.3 Veränderliche Einwirkung Abschränkung

Holmlast auf Höhe des Handlaufes:

Kat. A, B, D: Wohn-, Büro-, Verkaufsflächen $q_k = 0.8 \text{ kN/m}$

Ziehen von Personen nach innen $q_k = 0.5 \text{ kN/m}$
(systemspezifisch festgelegt)

2.4 Lastfallkombinationen

Verwendete Lastbeiwerte für die Nachweise der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit gem. SIA 260:

Einwirkung	Tragsicherheit	Gebrauchstauglichkeit
Ständige Einwirkung ungünstig wirkend:	$\gamma_G = 1.35$	$\gamma_G = 1.0$
Ständige Einwirkung günstig wirkend:	$\gamma_G = 0.8$	$\gamma_G = 0.8$
Veränderliche Einwirkung:	$\gamma_Q = 1.5$	$\gamma_Q = 1.0$
Aussergewöhnliche Einwirkung:	$\gamma_{Ad} = 1.0$	$\gamma_{Ad} = 0$

Verwendete Reduktionsbeiwerte für die Bemessung gem. SIA 260:

Einwirkung	selten	häufig	quasi-ständig
Nutzlast:	$\psi_0 = 0.7$		

Gebrauchstauglichkeit, Richtwerte für Durchbiegungen:

Bauteil	selten	häufig	quasi-ständig
Handlauf, Verformungen horizontal	$l/100$		
Geländerpfosten, Verformungen horizontal	$l/50$		
Gesamte Konstruktion, Verformungen horizontal	30mm		

3 Materialkennwerte

3.1 Stahl

Werkstoff:	S235
Elastizitätsmodul:	$E = 210'000 \text{ N/mm}^2$
Querkontraktion:	$\nu = 0.30$
Therm. Ausdehnung:	$\alpha_T = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Streckgrenze:	$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ für $t < 40\text{mm}$
Zugfestigkeit:	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$ für $t < 40\text{mm}$
Teilsicherheitsbeiwert:	$\gamma_{M1} = 1.05$

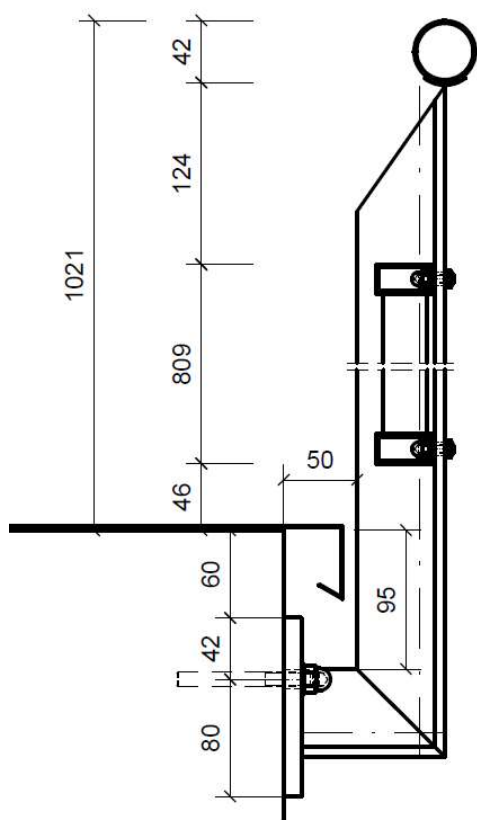
3.2 Edelstahl

Werkstoff:	CNS 1.4301
Elastizitätsmodul:	$E = 200'000 \text{ N/mm}^2$
Querkontraktion:	$\nu = 0.30$
Therm. Ausdehnung:	$\alpha_T = 16 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Streckgrenze:	$f_y = 190 \text{ N/mm}^2$ für Profile
Zugfestigkeit:	$f_u = 500 \text{ N/mm}^2$ für Profile
Teilsicherheitsbeiwert:	$\gamma_{M1} = 1.1$

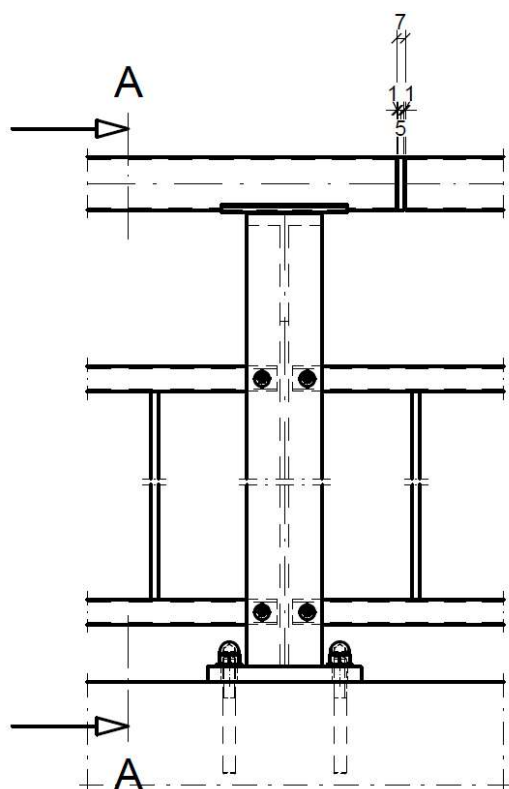
3.3 Verbindungen in Edelstahl

Festigkeitsklasse:	A2
Streckgrenze:	$f_{yb} = 210 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit:	$f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$
Teilsicherheitsbeiwert:	$\gamma_{M2} = 1.25$

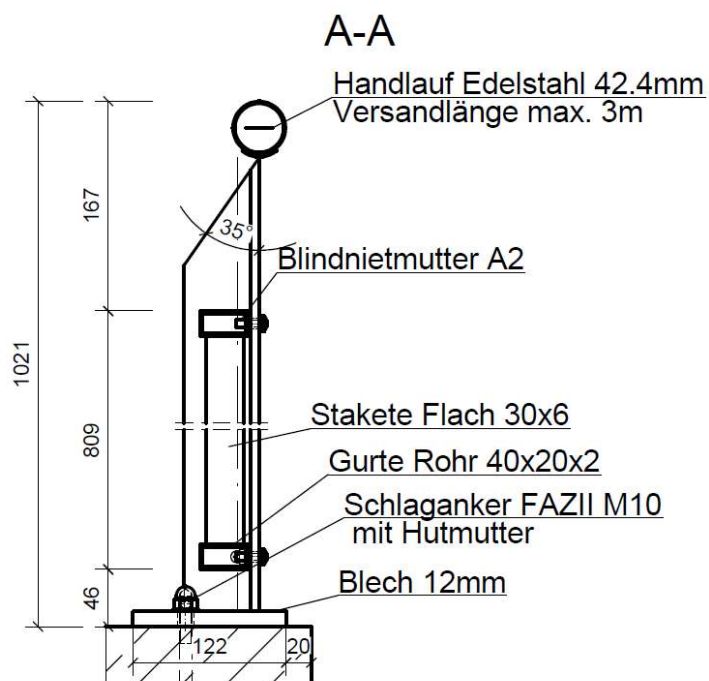
4 Systemschnitt



Befestigung seitlich mit Abstand



Befestigung auf Betondecke



5 Bemessung Stahlkonstruktion

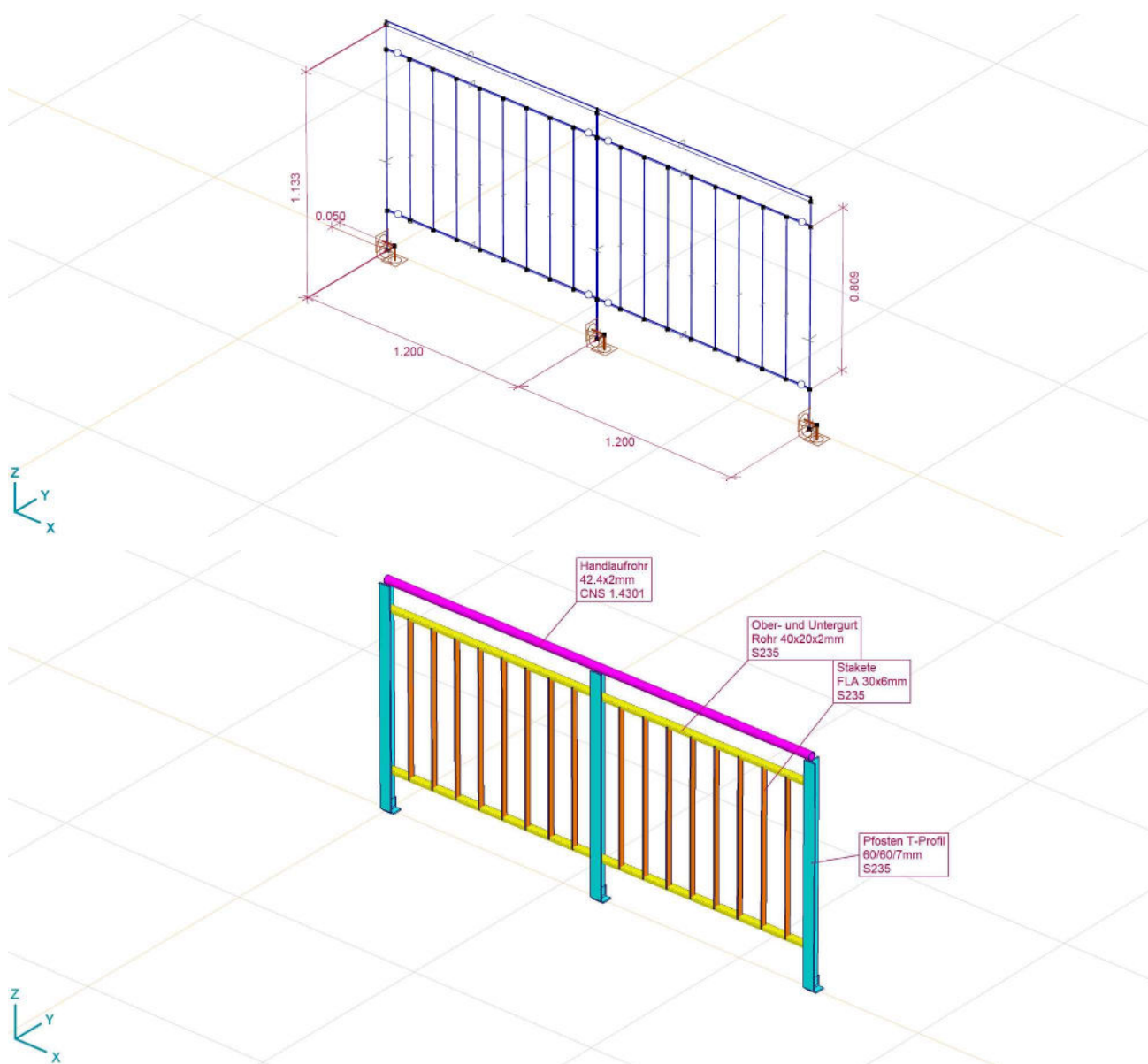
5.1 Randbedingungen

Der Nachweis für die Geländerpfosten erfolgt nach dem Verfahren EP (elastische Schnittkräfte – plastische Widerstände).

Der Nachweis für den Handlauf erfolgt nach dem Verfahren EE (elastische Schnittkräfte – elastische Widerstände).

Da die maximale Versandlänge des Systems 3.0m beträgt, werden total 3 Stk. Pfosten modelliert. Die Gesamtlänge des Modells beträgt somit 2.4m.

5.2 Geometrie



Pfosten: T-Profil 60/60/7mm, S235

Ober- und Untergurt: Rohr 40x20x2mm, S235

Stakete: FLA 30x6mm, S235

Handlaufrohr: 42.4x2mm, CNS 1.4301

5.3 Querschnittswerte und Widerstände

Pfosten:

Trägheitsmoment:

$$I_{y,P} = 0.266 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Widerstandsmoment plastisch:

$$W_{y,plast,P} = 11.29 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Biegewiderstand plastisch:

$$M_{y,Rd,plast,P} = \frac{f_y \cdot W_{y,plast,P}}{\gamma_{M1}} = 2.53 \text{ kNm}$$

Handlauf:

Trägheitsmoment:

$$I_{y,H} = 0.052 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Widerstandsmoment elastisch:

$$W_{y,elast,H} = 2.45 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

5.4 Lastfälle

Last- und Reduktionsbeiwerte gem. Pkt. 2.4.

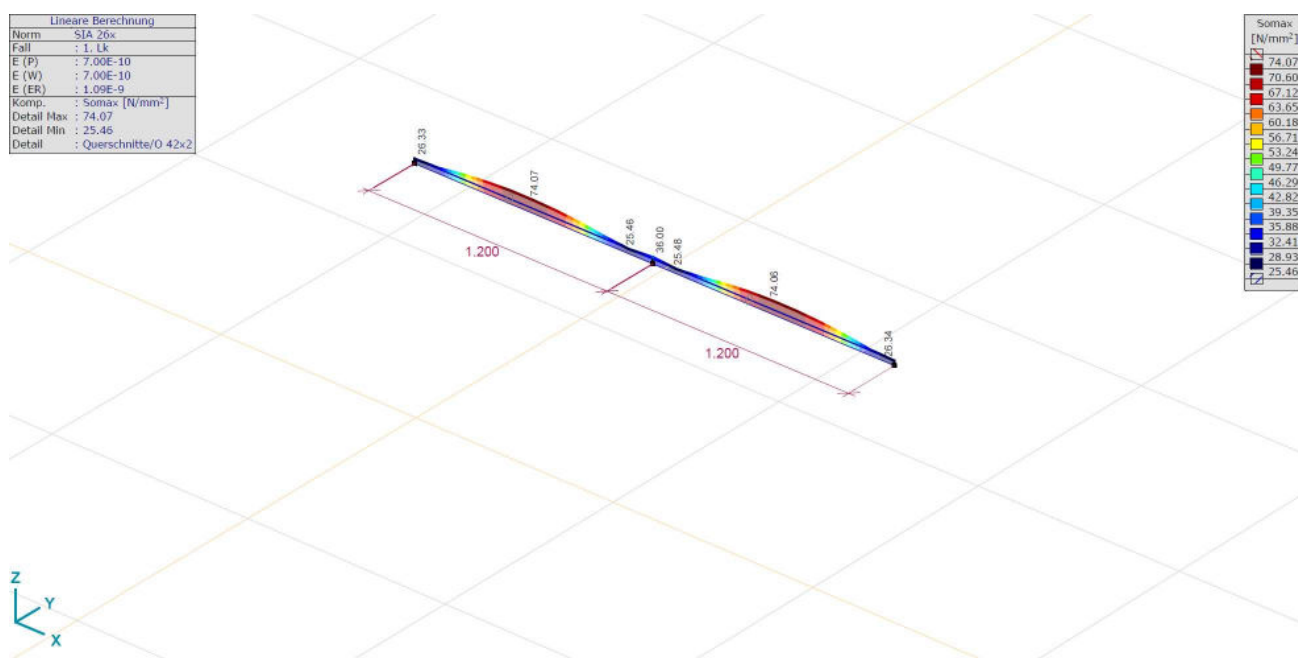
LF1 (TR):	1.35 x Eigengewicht + 1.5 x Abschränkungslast
LF2 (GT):	1.0 x Eigengewicht + 1.0 x Abschränkungslast
LF3 (TR):	1.35 x Eigengewicht + 1.5 x Zuglast nach innen
LF4 (GT):	1.0 x Eigengewicht + 1.0 x Zuglast nach innen

5.5 Nachweis Tragsicherheit

Massgebend LF1.

5.5.1 Handlauf

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	1. Lk
E (P)	7.00E-10
E (W)	7.00E-10
E (ER)	1.09E-9
Komp.	Somax [N/mm²]
Detail Max	74.07
Detail Min	25.46
Detail	Querschnitte/O 42x2



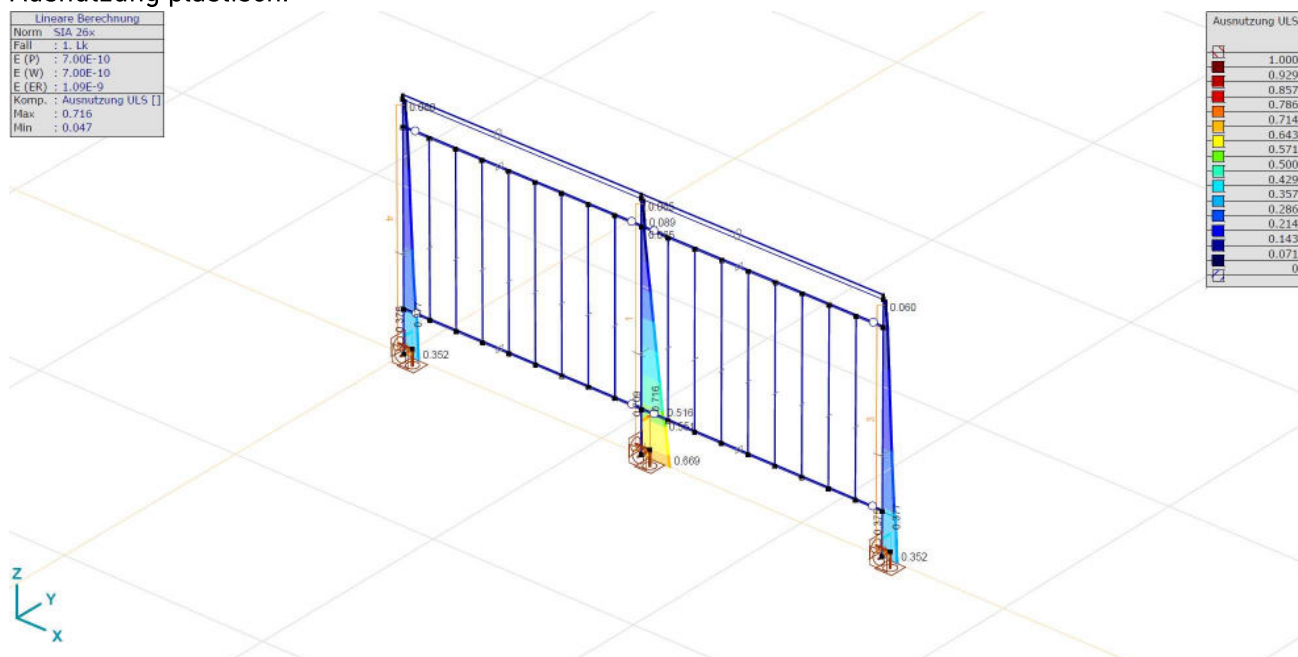
$$\sigma_{Ed} = 74.07 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 172.7 \text{ N/mm}^2$$

→ Nachweis erfüllt.

5.5.2 Pfosten

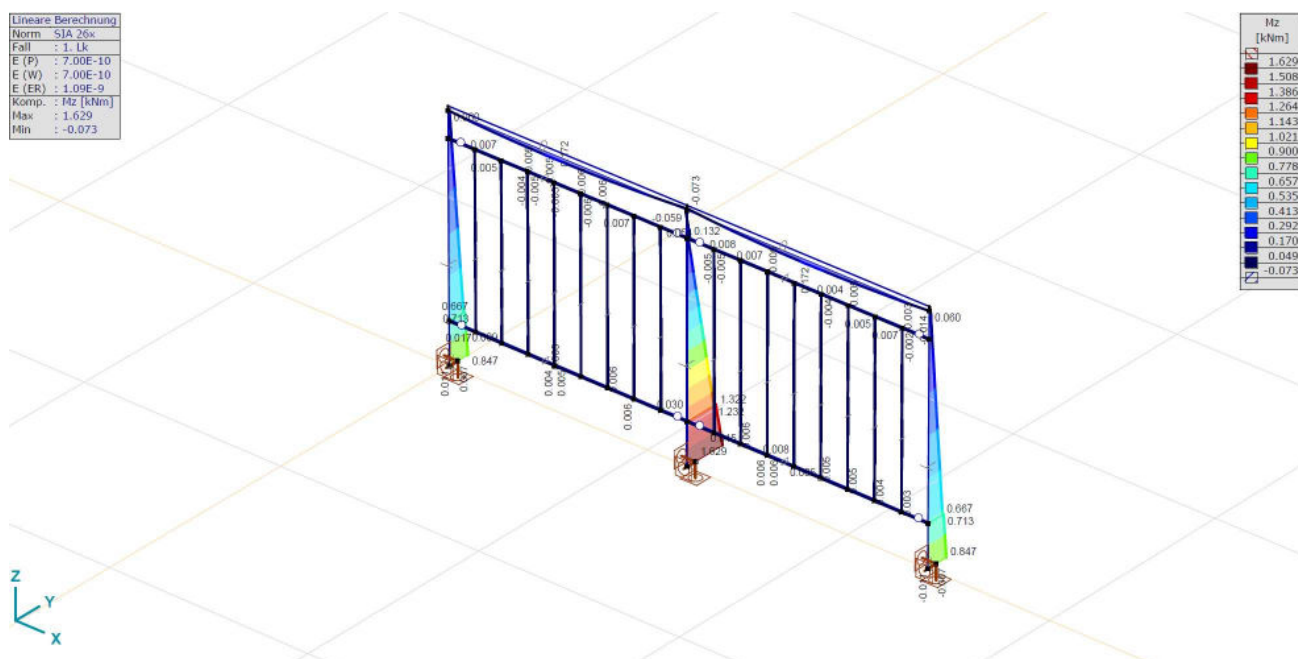
Ausnutzung plastisch:

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	1. Lk
E (P)	7.00E-10
E (W)	7.00E-10
E (ER)	1.09E-9
Komp.	Ausnutzung ULS []
Max	0.716
Min	0.047

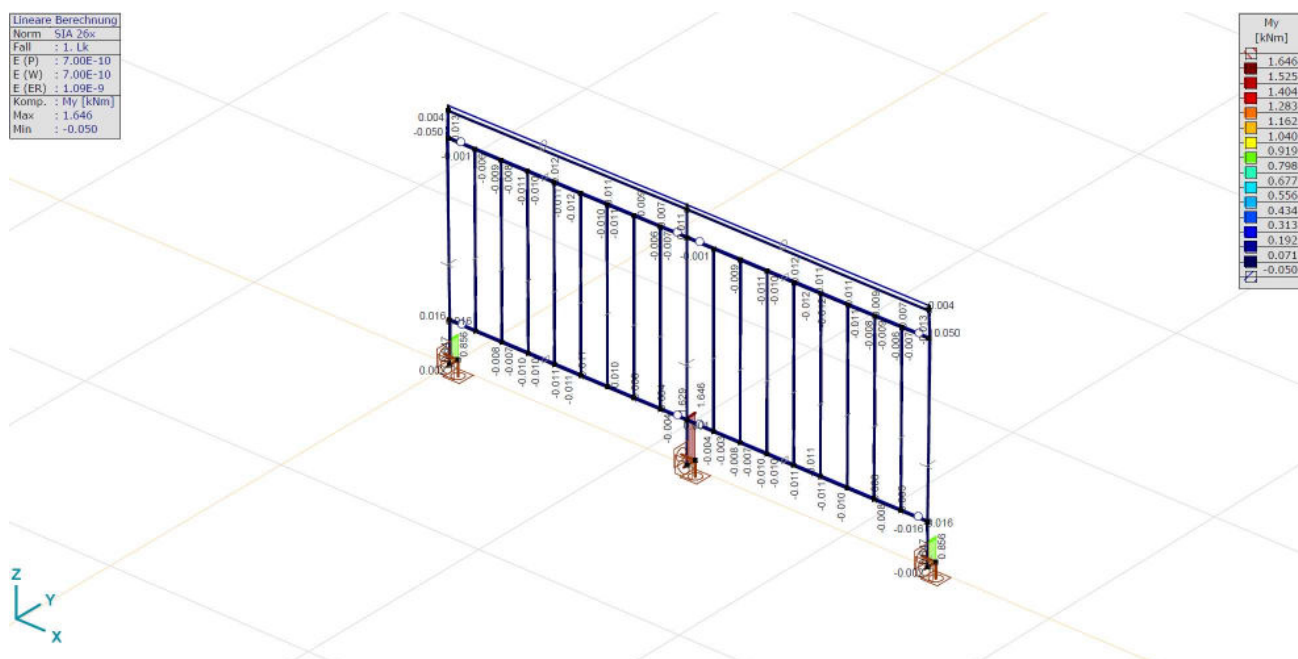


$$\eta = 0.716 < 1.0$$

→ Nachweis erfüllt.

Biegemoment M_z :

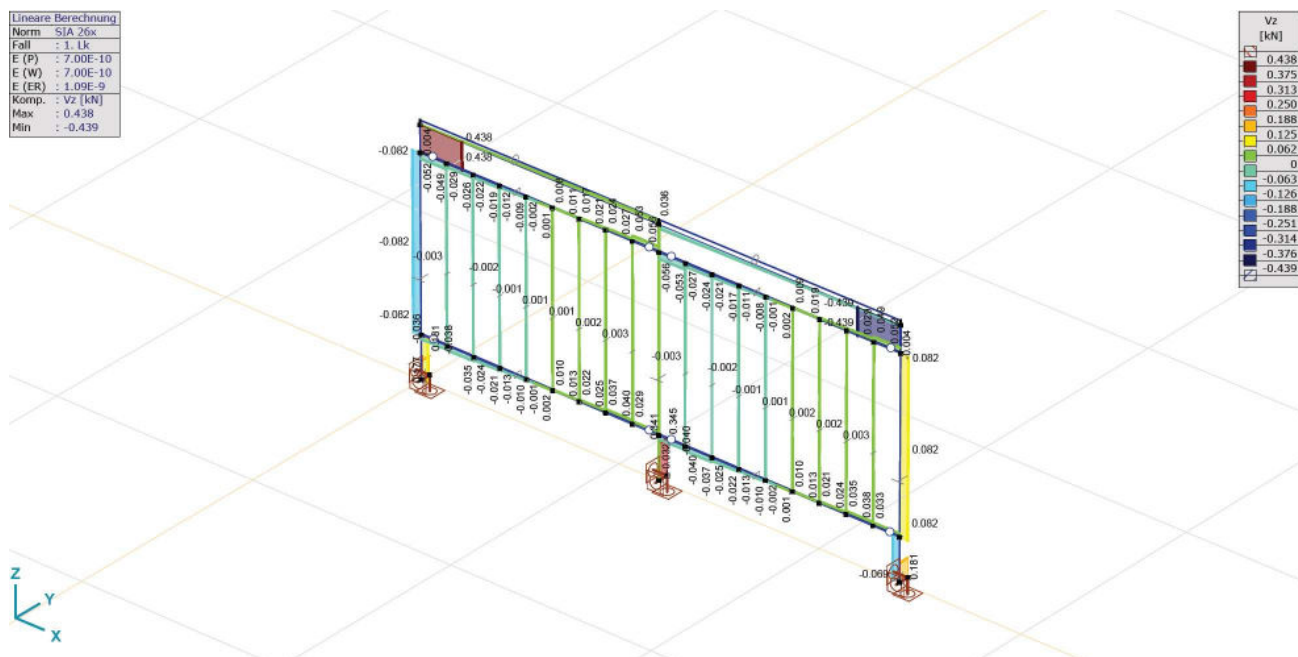
$$M_{z,Ed} = 1.63 \text{ kNm}$$

Biegemoment M_y :

$$M_{y,Ed} = 1.65 \text{ kNm}$$

Querkraft V_z :

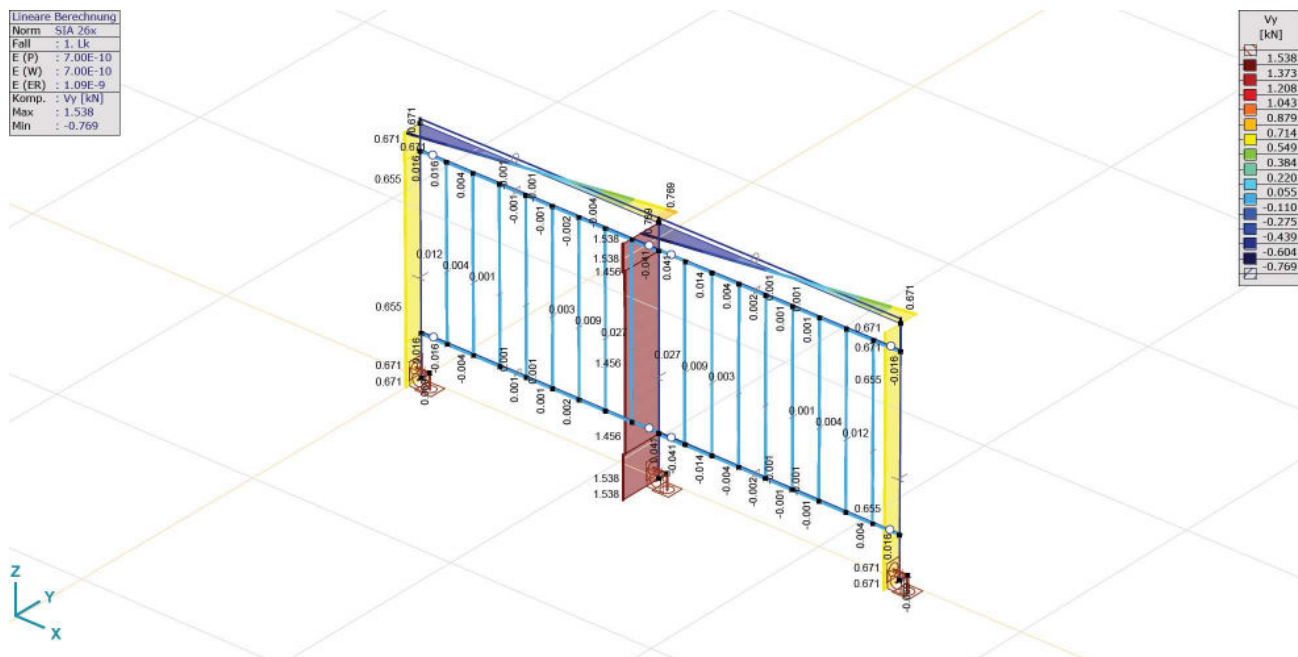
Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: 1. Lk
E (P)	: 7.00E-10
E (W)	: 7.00E-10
E (ER)	: 1.09E-9
Komp.	: V_z [kN]
Max	: 0.438
Min	: -0.439



$$V_{z,Ed} = 0.44 \text{ kN}$$

Querkraft V_y :

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: 1. Lk
E (P)	: 7.00E-10
E (W)	: 7.00E-10
E (ER)	: 1.09E-9
Komp.	: V_y [kN]
Max	: 1.538
Min	: -0.769

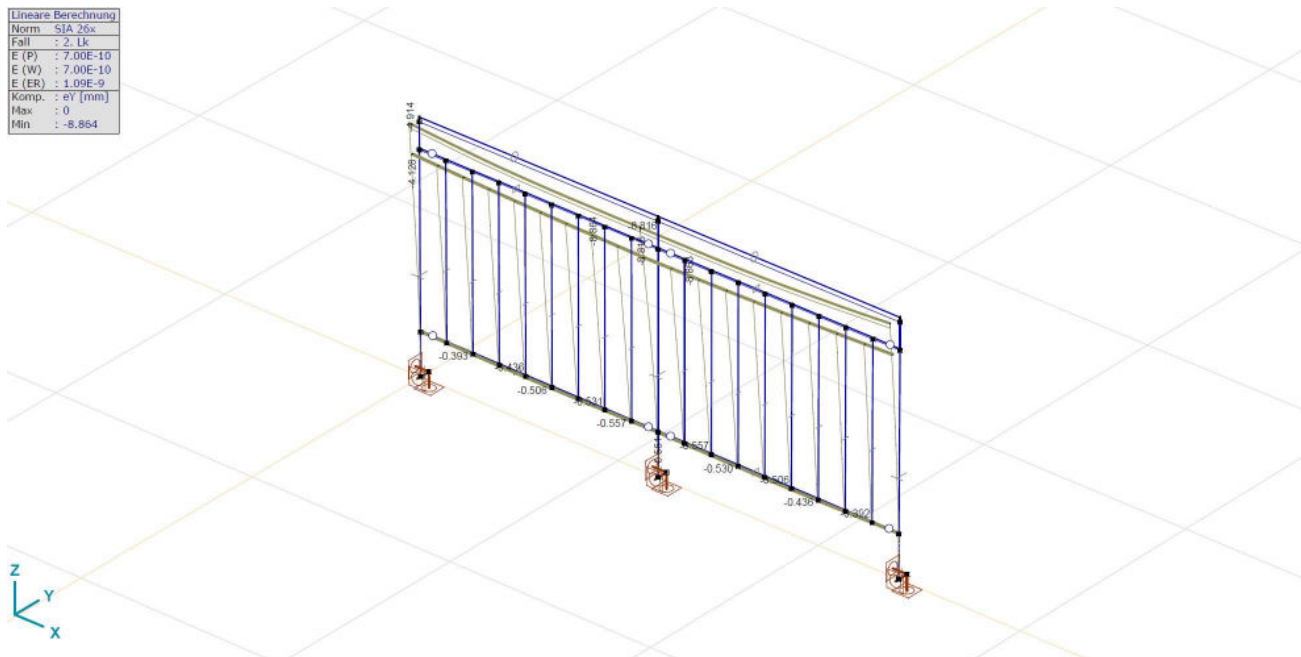


$$V_{y,Ed} = 1.54 \text{ kN}$$

5.6 Nachweis Gebrauchstauglichkeit

Massgebend LF2.

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: 2. Lk
E (P)	: 7.00E-10
E (W)	: 7.00E-10
E (ER)	: 1.09E-9
Komp.	: eY [mm]
Max	: 0
Min	: -8.864



Handlauf:

$$w_{max} = 8.8\text{mm} - 4.9\text{mm} = 3.9 < w_{zul} = \frac{l}{100} = 12.0\text{mm}$$

Pfosten:

$$w_{max} = 8.8\text{mm} < w_{zul} = \frac{l}{50} = 22.7\text{mm}$$

Konstruktion Gesamtverformung:

$$w_{max} = 8.8\text{mm} < w_{zul} = 30\text{mm}$$

→ Nachweise erfüllt.

5.7 Nachweis Blindnietmutter

Massgebend LF1.

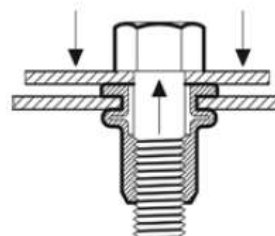
Max. Querkraft:

$$F_{v,Ed} = 0.52 \text{ kN}$$

Blindnietmutter A2 M6.

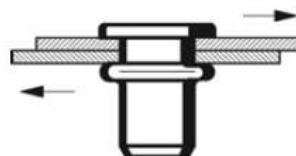
Axiale Prüflast / Force d'arrachement axiale

Gewinde Filetage	Stahl / Acier CB 4 FF * Rostfrei / inox A2 / A4	Stahl / Acier T-spec	Stahl / Acier C-spec
	Newton	Newton	Newton
M4	6'800	—	Für Schrauben in Güte 10.9 Pour vis en qualité 10.9
M5	9'200	12'500	
M6	14'000	20'000	
M8	27'000	32'000	
M10	36'000	46'000	
M12	52'000	63'000	



Scherfestigkeit / Résistance au cisaillement

Gewinde Filetage	Stahl / Acier CB 4 FF * Rostfrei / inox A2 / A4	Stahl / Acier T-spec	Stahl / Acier C-spec
	Newton ca.	Newton ca.	Newton
M4	2'200	—	Abhängig von der Konstruktion Dépendant de la construction
M5	3'300	3'600	
M6	4'400	4'800	
M8	5'200	5'800	
M10	7'100	7'700	
M12	10'700	11'500	



→ Nachweis erfüllt.

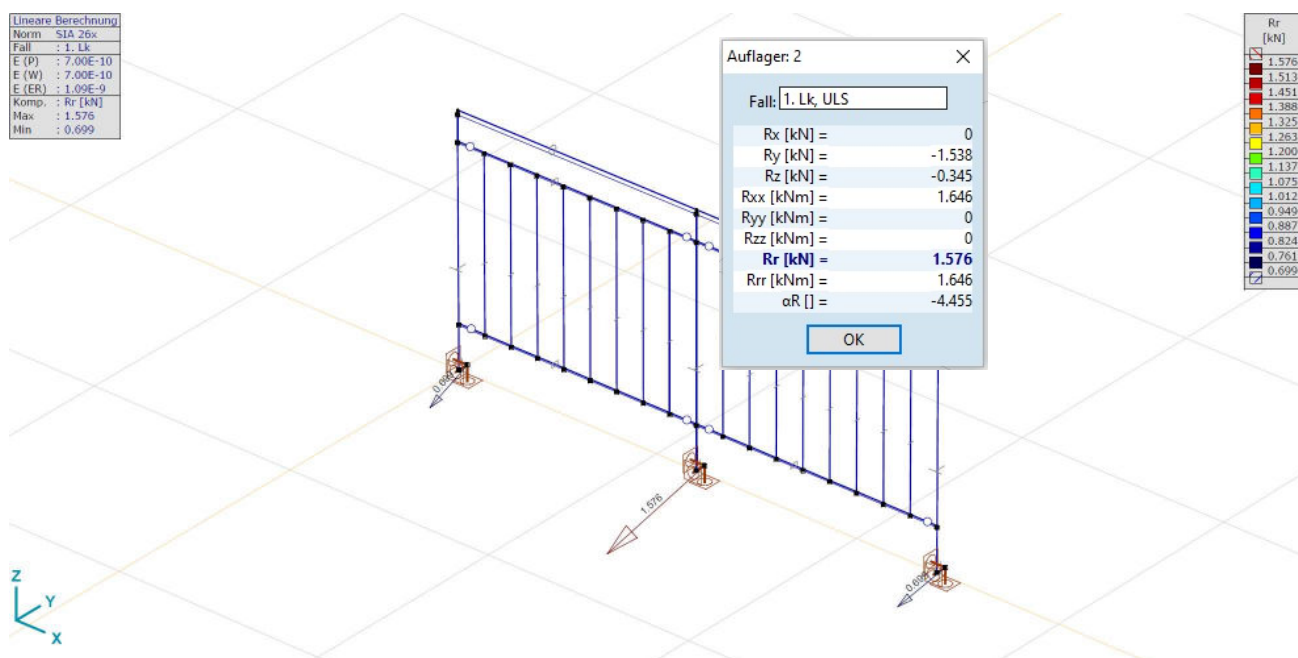
6 Bemessung Dübel

6.1 Randbedingungen

Dübeltyp: Hilti HST3-R M10 x 130mm
 Betongüte: C30/37
 Rissverhalten: Beton gerissen
 Betondicke: $\geq 250\text{mm}$
 Randabstand Dübel: $\geq 90\text{mm}$
 Achsabstand Dübel: 88mm
 Abstandsmontage: keine Unterschiftung zwischen Fussplatte und Betondecke.
 Fussplatte: 122 x 122 mm, Dicke $t = 12\text{mm}$, S235

6.2 Auflagerkräfte

Massgebend LF1.



$$R_{y,Ed} = 1.54 \text{ kN}$$

$$R_{z,Ed} = 0.35 \text{ kN}$$

$$R_{xx,Ed} = 1.65 \text{ kNm}$$

6.3 Nachweis Dübel

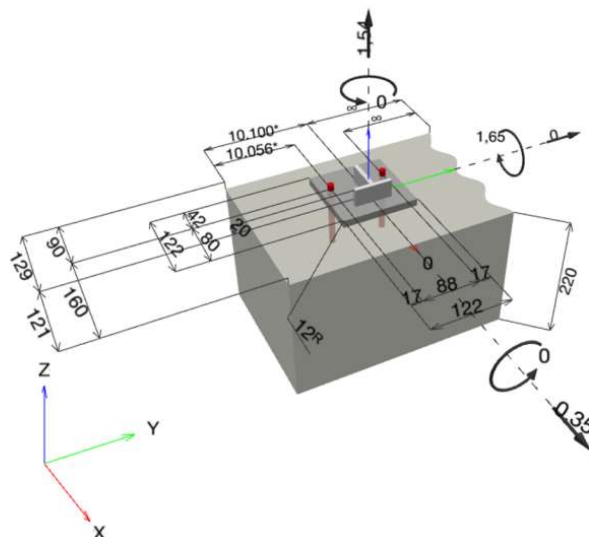
1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST3-R M10 hef2
Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren):	50
Artikelnummer:	2105867 HST3-R M10x130 70/50
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,opt} = 88,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = 100,0 \text{ mm}$), $h_{nom} = 96,0 \text{ mm}$
Werkstoff:	A4
Zulassungs-Nr.:	ETA 98/0001
Ausgestellt / Gültig:	03.11.2022 -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	$e_o = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 12,0 \text{ mm}$
Ankerplatte ^R :	$l_x \times l_y \times t = 122,0 \text{ mm} \times 122,0 \text{ mm} \times 12,0 \text{ mm}$; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	T-Stahl-Reihe, T 60; ($L \times B \times D \times FD$) = $60,0 \text{ mm} \times 60,0 \text{ mm} \times 7,0 \text{ mm} \times 7,0 \text{ mm}$
Untergrund:	gerissener Beton, C30/37, $f_{c,cyl} = 30,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 220,0 \text{ mm}$, Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials $\gamma_c = 1,500$
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder $\emptyset$) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung



^R - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



2 Nachweise I Ausnutzung (Massgebende Fälle)

Beanspruchung	Nachweis	Bemessungswert [kN]		Ausnutzung	
		Einwirkung	Tragfähigkeit	β_N / β_V [%]	Status
Zug	Betonversagen	23,436	23,540	100 / -	OK
Quer	Betonkantenbruch, Richtung x+	0,350	21,835	- / 2	OK

Beanspruchung	β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung	0,996	0,016	1,000	85	OK

3 Warnungen / Hinweise

- Bitte beachten Sie alle Details sowie Hinweise/Warnungen aus dem Langausdruck!

Nachweis der Verankerung: OK!
