Kabeltrasse und Kabelzug

Abschnitt 1 – Station Nord bis Muffe M2 · Kabeltrasse 20 kV Musterfeld

Kabelzug planen und rechnen: Trasse im Luftbild, Muffen, Zugabschnitte, Trommel- und Windenplatz – und die Zugkraft über Geraden, Steigungen und Bögen in beiden Zugrichtungen gegen die zulässige Zugkraft des Kabels.

Kabelgewicht **2,10 kg/m**	Außendurchmesser des Kabels **38,0 mm**	Leiterquerschnitt **240 mm², Aluminium**
Kabel im Zug **ein Kabel**	Zugart und Kabelbauart **Ziehstrumpf – Kunststoffkabel ohne Metallmantel und Bewehrung**	Reibungszahl μ **0,35**
Zugkraft am Anfang **0 N**		

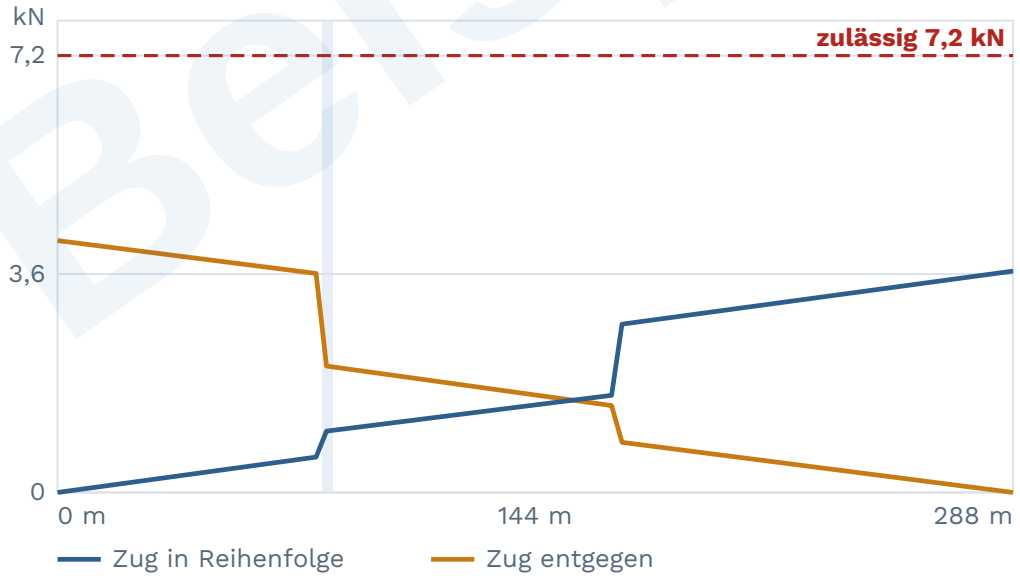
Trasse und Züge

Trasse **507,5 m** · 1 Muffe · 2 Züge · Kabel zusammen **507,5 m** · mit Höhen der Erdoberkante, größte Steigung 1,8 %.

Zug	von – bis	Länge	Höhe Ende – Anfang	Bögen	Trommel steht am	größte Zugkraft	Auslastung	Kabel je Länge
1	Anfang – Muffe 1	288,3 m	+0,72 m	2 (180°)	Anfang	3,65 kN	51 %	288,3 m
2	Muffe 1 – Ende	219,2 m	-0,10 m	1 (90°)	Muffe 1	1,95 kN	27 %	219,2 m

Ausführlich steht darunter der Zug mit der höchsten Auslastung: Zug 1.

Größte Zugkraft	Zulässige Zugkraft	Trasse	Seitenwanddruck
3,65 kN	**7,20 kN**	**288,3 m**	**1.387 N/m**
in der Reihenfolge gezogen	51 % ausgelastet	Bögen zusammen 180° · Δh 0,7 m	größter Wert im Bogen



Zugkraft über dem Weg in beiden Zugrichtungen; hinterlegt die Bögen, gestrichelt die zulässige Zugkraft

Prüfliste

Zug 1: Zugkraft eingehalten
Größte Zugkraft 3,65 kN – zulässig sind 7,20 kN (51 % ausgelastet).

Zug 1: Zugrichtung beachten
Günstiger ist der Zug in der eingegebenen Reihenfolge: 3,65 kN gegenüber 4,15 kN. Bögen gehören möglichst an den Anfang des Zugs.

BEISPIEL – erfundene Angaben, erfundener Ort · baustellen.tools

Zug 1: Biegeradius eingehalten
Kleinster Bogen 2 m – mindestens 0,57 m (15 × Kabeldurchmesser).

Zug 1: Seitenwanddruck beachten
Größter Druck auf die Bogenwand 1.387 N/m. Den zulässigen Wert nennt der Kabelhersteller – eintragen, dann wird er geprüft.

Zug 1: Voraussetzungen beachten
Gerechnet ist ein gleichmäßiger Zug ohne Ruck; das Eigengewicht im Bogen ist vernachlässigt. Die Reibungszahl bestimmt das Ergebnis und ist eine Annahme. Maßgeblich sind die Angaben des Kabelherstellers; die Zugkraft ist beim Ziehen zu messen und zu begrenzen.

Zug 2 beachten
Größte Zugkraft 1,95 kN – 27 % der zulässigen Zugkraft.

Kabellängen beachten
Ohne Zugaben gerechnet – für Muffen, Endverschlüsse und Reserve die Zugabe je Kabelende eintragen.

Trasse im Luftbild beachten
Längen und Winkel kommen aus den gezeichneten Punkten, die Steigungen aus den Höhen der Punkte: Zwischen zwei Punkten läuft die Trasse gerade – Kuppen und Senken mit weiteren Punkten erfassen.

Zug in der eingegebenen Reihenfolge – günstiger

Nr.	Abschnitt	Rechnung	Zugkraft am Ende kN	Seitenwanddruck N/m
	Anfang	Abrollwiderstand und Bremse der Trommel	0,00	
1	Gerade 78,0 m, Δh 1,0 m	$F + m \cdot g \cdot (\mu \cdot \sqrt{(L^2 - \Delta h^2)} + \Delta h) = 0 + 2{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}35 \cdot 78{,}0 + 1{,}0)$ N	0,58	
2	Bogen 90°, R 2,00 m	$F \cdot e^{(\mu \cdot \varphi)} = 583 \cdot 1{,}733$ N; Druck = F ÷ R	1,01	505
3	Gerade 86,0 m, Δh -1,5 m	$F + m \cdot g \cdot (\mu \cdot \sqrt{(L^2 - \Delta h^2)} + \Delta h) = 1.011 + 2{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}35 \cdot 86{,}0 - 1{,}5)$ N	1,60	
4	Bogen 90°, R 2,00 m	$F \cdot e^{(\mu \cdot \varphi)} = 1.601 \cdot 1{,}733$ N; Druck = F ÷ R	2,77	1.387
5	Gerade 118,0 m, Δh 1,2 m	$F + m \cdot g \cdot (\mu \cdot \sqrt{(L^2 - \Delta h^2)} + \Delta h) = 2.774 + 2{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}35 \cdot 118{,}0 + 1{,}2)$ N	3,65	
	Größte Zugkraft	51 % der zulässigen Zugkraft	3,65	1.387

Zug entgegen der eingegebenen Reihenfolge

Nr.	Abschnitt	Rechnung	Zugkraft am Ende kN	Seitenwanddruck N/m
	Anfang	Abrollwiderstand und Bremse der Trommel	0,00	
5	Gerade 118,0 m, Δh -1,2 m	$F + m \cdot g \cdot (\mu \cdot \sqrt{(L^2 - \Delta h^2)} + \Delta h) = 0 + 2{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}35 \cdot 118{,}0 - 1{,}2)$ N	0,83	
4	Bogen 90°, R 2,00 m	$F \cdot e^{(\mu \cdot \varphi)} = 827 \cdot 1{,}733$ N; Druck = F ÷ R	1,43	716
3	Gerade 86,0 m, Δh 1,5 m	$F + m \cdot g \cdot (\mu \cdot \sqrt{(L^2 - \Delta h^2)} + \Delta h) = 1.433 + 2{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}35 \cdot 86{,}0 + 1{,}5)$ N	2,08	
2	Bogen 90°, R 2,00 m	$F \cdot e^{(\mu \cdot \varphi)} = 2.083 \cdot 1{,}733$ N; Druck = F ÷ R	3,61	1.805
1	Gerade 78,0 m, Δh -1,0 m	$F + m \cdot g \cdot (\mu \cdot \sqrt{(L^2 - \Delta h^2)} + \Delta h) = 3.610 + 2{,}10 \cdot 9{,}81 \cdot (0{,}35 \cdot 78{,}0 - 1{,}0)$ N	4,15	
	Größte Zugkraft	58 % der zulässigen Zugkraft	4,15	1.805

BEISPIEL – erfundene Angaben, erfundener Ort · baustellen.tools

Zulässige Zugkraft

Ziehstrumpf – Kunststoffkabel ohne Metallmantel und Bewehrung	**7,20 kN**	A · σ = 240 mm² · 30 N/mm² (Aluminium)
Gewicht im Zug	2,10 kg/m	ein Kabel
Kleinster Biegeradius	0,57 m	15 · D = 15 · 38,0 mm

Zulässige Zugkräfte nach den Verlegehinweisen eines Kabelherstellers (Ziehkopf 50 N/mm² Kupfer, 30 N/mm² Aluminium; Ziehstrumpf je nach Bauart). Maßgeblich ist die Angabe des Herstellers für das eingesetzte Kabel.

Beispiel