

Hebezeuge

Grundsätze für Seiltriebe

Berechnung und Ausführung

DIN
15 020
 Blatt 1

Lifting appliances; basic principles for rope reeving components;
 computation and design

Zugleich Ersatz für DIN 15 010

Appareils de levage; principes de base pour éléments
 d'entraînement et de mouflage des câbles; calcul et construction

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Rahmen des Gesetzes über technische Arbeitsmittel, siehe Erläuterungen.

Diese Norm ist in Zusammenarbeit mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung, Bonn, und dem Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, Hauptstelle für landwirtschaftliche Unfallverhütung, Kassel, aufgestellt worden.

Zusammenhang mit Arbeiten der Fédération Européenne de la Manutention (FEM = Europäische Vereinigung der Fördertechnik) siehe Erläuterungen.

Inhalt

	Seite		Seite
1. Geltungsbereich	2	5.10. Verzinkung	7
2. Zweck	2	5.11. Schmierung des Drahtseiles	7
3. Begriffe	2	5.12. Längenabweichung	7
4. Berechnung des Seiltriebes	2	5.13. Kennzeichnung	7
4.1. Betriebsweise (Triebwerkgruppe)	2	5.14. Auflegen der Drahtseile	7
4.2. Berechnung des Seildurchmessers (Beiwert c)	2	6. Seilaufhängungen und Seilbefestigungen	7
4.3. Berechnung der Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Beiwert $(h_1 \cdot h_2)$]	4	6.1. Beschaffenheit des Seilendes	7
4.4. Bemessung der Seilrille (Verhältnis Rillenhalsmesser : Seildurchmesser)	5	6.2. Zusatzbeanspruchungen im Seil	7
5. Drahtseile	5	6.3. Ausführung von Teilen	7
5.1. Nennfestigkeit der Drähte	5	6.4. Beanspruchung von Teilen	7
5.2. Drahtdurchmesser	5	6.5. Wartungsmöglichkeit	8
5.3. Litzenanzahl	5	7. Sonstige Anforderungen an Seiltriebe	8
5.4. Verseilungsart der Litzen	7	7.1. Sicherheitswindungen	8
5.5. Schlagart	7	7.2. Seitliche Ablenkung	8
5.6. Schlagrichtung	7	7.3. Ablaufsicherung	8
5.7. Drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile	7	7.4. Berührung mit festen Konstruktionsteilen	8
5.8. Spannungsarme Drahtseile	7	7.5. Erwärmung	8
5.9. Stahleinlage	7	7.6. Trommelabmessungen	8
		7.7. Schutzgehäuse für Seilrollen und Ausgleichrollen	8
		Anhang: Wirkungsgrad von Seiltrieben	9

Grundsätze für Seiltriebe, Überwachung im Gebrauch siehe DIN 15 020 Blatt 2 (Neuausgabe z. Z. noch Entwurf)
 Halte- und Anspannseile siehe DIN 15 018 Blatt 1, Entwurf Ausgabe Februar 1967, Abschnitt 8
 Anschlagseile siehe DIN 15 060

Fortsetzung Seite 2 bis 9
 Erläuterungen Seite 10 bis 12

Fachnormenausschuß Maschinenbau im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Frühere Ausgaben:
 DIN 4130: 10.40
 DIN 15 010: 10.63
 DIN 15 020 Blatt 1: 11.54

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.

Änderung Februar 1974:
 DIN 15 020 Blatt 1 und DIN 15 010 zusammengelegt.
 Geltungsbereich auf alle Hebezeuge ausgedehnt.
 Gruppeneinteilung geändert. Berechnungswerte auf
 Normzahlen umgestellt und SI-Einheiten aufgenommen.
 Redaktionell überarbeitet.

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Seiltriebe von Kranen (siehe DIN 15 001) und von Serienhebezeugen (siehe DIN 15 100) jeder Art.

Sie gilt nicht für Seiltriebe mit Treibscheibenantrieb, für Seiltriebe von Baggern, Aufzügen, Seilbahnen und Fördermaschinen sowie für Seiltriebe auf Schiffen außerhalb von Schiffskranen.

Drahtseile, die nicht auf Seiltrommeln und/oder über Seilrollen laufen (Tragseile und Abspannseile) sowie Anschlagseile werden in dieser Norm nicht behandelt.

2. Zweck

Mit dem in dieser Norm empfohlenen Verfahren zur Berechnung von Seiltrieben sollen eine ausreichende Sicherheit des Hebezeugbetriebes und eine ausreichende Aufliegezeit für die verwendeten Drahtseile erreicht werden.

3. Begriffe

Zu einem „Seiltrieb“ im Sinne dieser Norm gehören auf Seiltrommeln und/oder über Seilrollen laufende Drahtseile sowie die zugehörigen Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen.

Ausgleichrollen sind solche Seilrollen, über die das Drahtseil während des Betriebes im allgemeinen mit keiner größeren Strecke als dem dreifachen seines Durchmessers läuft.

Die Benennung „Greifer“ gilt in dieser Norm nur für die in DIN 15 002 definierten Lastaufnahmeeinrichtungen.

4. Berechnung des Seiltriebes

Bei der Berechnung der Seiltriebe sind die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen, von denen die Aufliegezeit eines Drahtseiles abhängt:

1. Betriebsweise (Triebwerkgruppe)
2. Seildurchmesser (Beiwert c)
3. Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Beiwert ($h_1 \cdot h_2$)]
4. Seilrillen

4.1. Betriebsweise (Triebwerkgruppe)

Die mechanischen Teile von Kranen und Serienhebezeugen, also auch die Seiltriebe, sollen entsprechend ihrer Betriebsweise in eine „Triebwerkgruppe“ nach Tabelle 1 eingestuft werden, damit sie eine ausreichend lange Benutzungsdauer (bei Drahtseilen: Aufliegezeit) erreichen. Die Einstufung erfolgt nach Laufzeitklassen, mit denen die mittlere Laufzeit des Seiltriebes, und nach Lastkollektiven, mit denen die relative Höhe der Belastung bzw. die Häufigkeit der Vollast berücksichtigt werden. Für die Einstufung in die Laufzeitklassen ist die mittlere Laufzeit je Tag, bezogen auf 1 Jahr, maßgebend.

Wenn in Sonderfällen die Aufliegezeit von Einflüssen wesentlich abhängig ist, die vorwiegend außerhalb des Seiltriebes liegen, darf der Berechnung eine der niedrigeren Triebwerkgruppen zugrunde gelegt werden, als es den zu erwartenden Betriebsbedingungen entspricht, vorausgesetzt, daß

- erfahrungsgemäß keine Unfälle verursacht werden,
- eine Sicherung gegen Überlastung vorhanden ist und
- der Seiltrieb besonders sorgfältig überwacht wird.

4.2. Berechnung des Seildurchmessers (Beiwert c)

Aus der rechnerischen Seilzugkraft S (in N) oder S' (in kp) wird der Seildurchmesser d (in mm) nach einer der folgenden Formeln bestimmt:

$$d_{\min} = c \cdot \sqrt{S} \quad (1)$$

oder

$$d_{\min} = c' \cdot \sqrt{S'} \quad (2)$$

Formel (1) ist zu bevorzugen. Die Werte des Beiwertes c ²⁾ (in mm/ $\sqrt{N}$) sind für die Triebwerkgruppen in Tabelle 2 angegeben, die Werte des Beiwertes c' ²⁾ (in mm/ $\sqrt{kp}$) in Tabelle 3. Sie gelten in gleicher Weise für blanke Drahtseile und für verzinkte Drahtseile.

Tabelle 1. Triebwerkgruppen nach Laufzeitklassen und Lastkollektiven ¹⁾

Laufzeit- klasse	Kurzzeichen			V ₀₀₆	V ₀₁₂	V ₀₂₅	V ₀₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
	mittlere Laufzeit je Tag in h, bezogen auf 1 Jahr			bis 0,125	über 0,125 bis 0,25	über 0,25 bis 0,5	über 0,5 bis 1	über 1 bis 2	über 2 bis 4	über 4 bis 8	über 8 bis 16	über 16
Last- kollektiv	Nr	Benennung	Erklärung	Triebwerkgruppe								
	1	leicht	geringe Häufigkeit der größten Last	1E _m	1E _m	1D _m	1C _m	1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m
	2	mittel	etwa gleiche Häufigkeit von kleinen, mittleren und größten Lasten	1E _m	1D _m	1C _m	1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m
	3	schwer	nahezu ständig größte Lasten	1D _m	1C _m	1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m	5 _m
Bei einer Dauer eines Arbeitsspiels von 12 Minuten oder mehr darf der Seiltrieb um 1 Triebwerkgruppe niedriger gegenüber der Triebwerkgruppe eingestuft werden, die aus Laufzeitklasse und Lastkollektiv ermittelt wird.												

¹⁾ Diese Tabelle kann entfallen, sobald eine entsprechende, für alle Triebwerke gültige Norm aufgestellt ist.

²⁾ Siehe Seite 9

Tabelle 2. Beiwerte c

Triebwerk- gruppe	c in mm/ $\sqrt{N}$ für													
	übliche Transporte und nicht drehungsfreie Drahtseile						drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile ³⁾		gefährliche Transporte ⁴⁾ und nicht drehungsfreie Drahtseile			drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile ³⁾		
	Nennfestigkeit der Einzeldrähte in N/mm ²													
	1570	1770	1960	2160 ⁵⁾	2450 ⁵⁾	1570	1770	1960	1570	1770	1960	1570	1770	1960
1E _m	—	0,0670	0,0630	0,0600	0,0560	—	0,0710	0,0670	—			—		
1D _m	—	0,0710	0,0670	0,0630	0,0600	—	0,0750	0,0710	—			—		
1C _m	—	0,0750	0,0710	0,0670		—	0,0800	0,0750	—			—		
1B _m	0,0850	0,0800	0,0750	—		0,0900	0,0850	0,0800	—			—		
1A _m	0,0900	0,0850		—		0,0950		0,0900	0,0950			0,106		
2 _m	0,0950			—		0,106			0,106			0,118		
3 _m	0,106			—		0,118			0,118			—		
4 _m	0,118			—		0,132			0,132			—		
5 _m	0,132			—		0,150			0,150			—		
Bei den Triebwerksgruppen 1E _m , 1D _m und 1C _m ist durch Auflegen entsprechender Seile dafür zu sorgen, daß zusätzlich das Verhältnis der rechnerischen Seilbruchkraft zur rechnerischen Seilzugkraft nicht kleiner ist als 3,0.														
³⁾ Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte c benutzt werden wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.														
⁴⁾ Z. B. Befördern feuerflüssiger Massen, Befördern von Reaktor-Brennelementen. Bei Serienhebezeugen kann auf diese Einstufung verzichtet werden, wenn unter Beibehaltung von Drahtseil-, Seiltrommel- und Seilrollen-Durchmesser die Seilzugkraft auf 2/3 des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.														
⁵⁾ Besonders Drahtseile von 2160 und 2450 N/mm ² Nennfestigkeit müssen von solcher Konstruktion sein, daß sie für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet sind.														

Tabelle 3. Beiwerte c'

Triebwerk- gruppe	c' in mm/ $\sqrt{kp}$ für														
	übliche Transporte und						gefährliche Transporte 4) und								
	nicht drehungsfreie					drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile 3)			nicht drehungsfreie Drahtseile			drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile 3)			
	Drahtseile														
Nennfestigkeit der Einzeldrähte in kp/mm ²															
	160	180	200	220 5)	250 5)	160	180	200	160	180	200	160	180	200	
1E _m	—	0,212	0,200	0,190	0,180	—	0,224	0,212		—			—		
1D _m	—	0,224	0,212	0,200	0,190	—	0,236	0,224		—			—		
1C _m	—	0,236	0,224	0,212		—	0,250	0,236		—			—		
1B _m	0,265	0,250	0,236	—		0,280	0,265	0,250		—			—		
1A _m	0,280	0,265		—		0,300		0,280		0,300		0,335			
2 _m	0,300			—		0,335				0,335		0,375			
3 _m	0,335			—		0,375				0,375		—			
4 _m	0,375			—		0,425				0,425		—			
5 _m	0,425			—		0,475				0,475		—			
Bei den Triebwerksgruppen 1E _m , 1D _m und 1C _m ist durch Auflegen entsprechender Seile dafür zu sorgen, daß zusätzlich das Verhältnis der rechnerischen Seilbruchkraft zur rechnerischen Seilzugkraft nicht kleiner ist als 3,0.															
3) Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte c' benutzt werden wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.															
4) Z. B. Befördern feuerflüssiger Massen, Befördern von Reaktor-Brennelementen. Bei Serienhebezeugen kann auf diese Einstufung verzichtet werden, wenn unter Beibehaltung von Drahtseil-, Seiltrommel- und Seilrollen-Durchmesser die Seilzugkraft auf 2/3 des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.															
5) Besonders Drahtseile von 220 und 250 kp/mm ² Nennfestigkeit müssen von solcher Konstruktion sein, daß sie für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet sind.															

Drahtseile aus Drähten von nicht genormten Nennfestigkeiten (2160 und 2450 N/mm² bzw. 220 und 250 kp/mm²) sollten nur dann angewendet werden, wenn die ausreichende Betriebssicherheit durch Versuche nachgewiesen und wenn die technischen Einzelheiten, insbesondere die Seilkonstruktion, mit dem Seilhersteller vereinbart wurden.

Die rechnerische Seilzugkraft S oder S' wird ermittelt aus der statischen Zugkraft im Drahtseil (z. B. bei Hubwerken nur aus der Last und dem Eigengewicht des Tragmittels, d. h. Hubseil und Unterflasche, bei Fahrwerken aus dem Fahr- und Steigungswiderstand) unter Berücksichtigung der Beschleunigungskräfte und des Seiltrieb-Wirkungsgrades (nach Abschnitt „Anhang“).

Nicht berücksichtigt zu werden brauchen:

Beschleunigungskräfte bis 10 % der statischen Zugkräfte, Zusatzkräfte aus Seilspitzung bis zu Spreizwinkeln $\beta = 45^\circ$ (nach Bild 1) in höchster Hakenstellung (Seilzugkraft ≈ 10 % größer als bei parallelen Seilsträngen) und

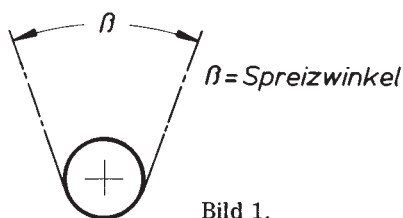


Bild 1.

bei Hubwerken Eigengewicht der Tragmittel und Wirkungsgrad des Seiltriebes, wenn der Einfluß beider zusammen nicht größer ist als 5 % der Kräfte aus der Last, bei Seiltrieben für Fahrzeugwinden eine Zugkraft-Erhöhung bis 15 % der Nennzugkraft für horizontalen Zug oder Zug auf Neigung bis 45° , sofern eine Sicherung gegen Überlastung eingebaut ist.

Bei Seiltrieben für Mehrseil-Greifer und ähnliche Lastaufnahmemittel verteilt sich die Belastung während eines

Arbeitsspieles nicht immer gleichmäßig auf Schließseil(e) und Halteseil(e). Deshalb wird die folgende Verteilung der Last auf Schließseil(e) und Halteseil(e) empfohlen:

Wenn das benutzte System kurzfristig und automatisch die gleichmäßige Verteilung der Last auf Schließseil(e) und Halteseil(e) herstellt:

Schließseil(e) und Halteseil(e) je 66 % der Last

Wenn das benutzte System die gleichmäßige Verteilung der Last auf Schließseil(e) und Halteseil(e) im Verlaufe des Hubvorganges nicht herstellt:

Schließseil(e) 100 % der Last,

Halteseil(e) 66 % der Last

4.3. Berechnung der Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Beiwert ($h_1 \cdot h_2$)]

Der Durchmesser D von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen, bezogen auf Mitte Drahtseil, wird aus dem nach Abschnitt 4.2 ermittelten Mindest-Seildurchmesser $d_{\min}$ errechnet nach der Formel:

$$D_{\min} = h_1 \cdot h_2 \cdot d_{\min} \quad (3)$$

Dabei sind h_1 und h_2 einheitenlose Beiwerte. Der Faktor h_1 ist von der Triebwerkgruppe und der Seilkonstruktion abhängig und in Tabelle 4 angegeben; der Faktor h_2 ist von der Anordnung des Seiltriebes abhängig und in Tabelle 5 angegeben. Bei Einlauf-Einrichtungen für Fahrzeugwinden und Überladerollen an Langholz-Fahrzeugen dürfen diese Werte unterschritten werden, wenn dies aus Konstruktions- oder Funktionsgründen erforderlich ist.

Auf Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen mit den nach den Tabellen 4 und 5 errechneten Durchmessern können bei gleicher Seilzugkraft dickere Drahtseile bis zum 1,25fachen errechneten Seildurchmesser ohne Beeinträchtigung der Aufliegezeit aufgelegt werden, dabei ist der zulässige Rillenhalsmesser nach Abschnitt 4.4 zu beachten. Größere Durchmesser der Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen vergrößern die Aufliegezeit des Drahtseiles.

Tabelle 4. Beiwerte h_1

Triebwerkgruppe	h_1 für					
	Seiltrommel und		Seilrolle und		Ausgleichrolle und	
	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme ⁶⁾ Drahtseile	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme ⁶⁾ Drahtseile	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme ⁶⁾ Drahtseile
1E _m	10	11,2	11,2	12,5	10	12,5
1D _m	11,2	12,5	12,5	14	10	12,5
1C _m	12,5	14	14	16	12,5	14
1B _m	14	16	16	18	12,5	14
1A _m	16	18	18	20	14	16
2 _m	18	20	20	22,4	14	16
3 _m	20	22,4	22,4	25	16	18
4 _m	22,4	25	25	28	16	18
5 _m	25	28	28	31,5	18	20
Seilrollen in Greifern dürfen unabhängig von der Einstufung des übrigen Seiltriebes nach Triebwerkgruppe 1B _m bemessen werden.						
⁶⁾ Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte h_1 benutzt werden wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.						