

	Hebezeuge <b>Grundsätze für Seiltriebe</b> Berechnung und Ausführung	<b>DIN</b> <b>15 020</b> 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.

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.

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	<b>6. Seilaufhängungen und Seilbefestigungen . . . . .</b>	<b>7</b>
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 Rillenhalmesser : Seildurchmesser) . . . . .	5	6.2. Zusatzbeanspruchungen im Seil . . . . .	7
<b>5. Drahtseile . . . . .</b>	<b>5</b>	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	<b>7. Sonstige Anforderungen an Seiltriebe . . . . .</b>	<b>8</b>
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)

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:

$$d_{\min} = c \cdot \sqrt{S} \tag{1}$$

oder

$$d_{\min} = c' \cdot \sqrt{S'} \tag{2}$$

Formel (1) ist zu bevorzugen. Die Werte des Beiwertes  $c$  <sup>2)</sup> (in mm/ $\sqrt{N}$ ) sind für die Triebwerkgruppen in Tabelle 2 angegeben, die Werte des Beiwertes  $c'$  <sup>2)</sup> (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 <sup>1)</sup>

Laufzeitklasse	Kurzzeichen			V <sub>006</sub>	V <sub>012</sub>	V <sub>025</sub>	V <sub>05</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
	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
Lastkollektiv	Nr	Benennung	Erklärung	Triebwerkgruppe								
	1	leicht	geringe Häufigkeit der größten Last	1E <sub>m</sub>	1E <sub>m</sub>	1D <sub>m</sub>	1C <sub>m</sub>	1B <sub>m</sub>	1A <sub>m</sub>	2 <sub>m</sub>	3 <sub>m</sub>	4 <sub>m</sub>
	2	mittel	etwa gleiche Häufigkeit von kleinen, mittleren und größten Lasten	1E <sub>m</sub>	1D <sub>m</sub>	1C <sub>m</sub>	1B <sub>m</sub>	1A <sub>m</sub>	2 <sub>m</sub>	3 <sub>m</sub>	4 <sub>m</sub>	5 <sub>m</sub>
3	schwer	nahezu ständig größte Lasten	1D <sub>m</sub>	1C <sub>m</sub>	1B <sub>m</sub>	1A <sub>m</sub>	2 <sub>m</sub>	3 <sub>m</sub>	4 <sub>m</sub>	5 <sub>m</sub>	5 <sub>m</sub>	
Bei einer Dauer eines Arbeitsspielles 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 $\text{mm}/\sqrt{N}$ für													
	übliche Transporte und nicht drehungsfreie Drahtseile					drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile <sup>3)</sup>			gefährliche Transporte <sup>4)</sup> und nicht drehungsfreie Drahtseile			drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile <sup>3)</sup>		
	Nennfestigkeit der Einzeldrähte in $\text{N}/\text{mm}^2$													
	1570	1770	1960	2160 <sup>5)</sup>	2450 <sup>5)</sup>	1570	1770	1960	1570	1770	1960	1570	1770	1960
1E <sub>m</sub>	—	0,0670	0,0630	0,0600	0,0560	—	0,0710	0,0670	—	—	—	—	—	—
1D <sub>m</sub>	—	0,0710	0,0670	0,0630	0,0600	—	0,0750	0,0710	—	—	—	—	—	—
1C <sub>m</sub>	—	0,0750	0,0710	0,0670		—	0,0800	0,0750	—	—	—	—	—	—
1B <sub>m</sub>	0,0850	0,0800	0,0750	—		0,0900	0,0850	0,0800	—	—	—	—	—	—
1A <sub>m</sub>	0,0900	0,0850		—		0,0950		0,0900	0,0950			0,106		
2 <sub>m</sub>	0,0950			—		0,106			0,106			0,118		
3 <sub>m</sub>	0,106			—		0,118			0,118			—		
4 <sub>m</sub>	0,118			—		0,132			0,132			—		
5 <sub>m</sub>	0,132			—		0,150			0,150			—		

Bei den Triebwerksgruppen 1E<sub>m</sub>, 1D<sub>m</sub> und 1C<sub>m</sub> 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 Auftriegszeit 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  $\frac{2}{3}$  des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.

5) Besonders Drahtseile von 2160 und 2450  $\text{N}/\text{mm}^2$  Nennfestigkeit müssen von solcher Konstruktion sein, daß sie für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet sind.

Tabelle 3. Beiwerte  $c'$ 

Triebwerk- gruppe	$c'$ in $\text{mm}/\sqrt{\text{kp}}$ für													
	übliche Transporte und nicht drehungsfreie Drahtseile					drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile <sup>3)</sup>			gefährliche Transporte <sup>4)</sup> und nicht drehungsfreie Drahtseile			drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile <sup>3)</sup>		
	Nennfestigkeit der Einzeldrähte in $\text{kp}/\text{mm}^2$													
	160	180	200	220 <sup>5)</sup>	250 <sup>5)</sup>	160	180	200	160	180	200	160	180	200
1E <sub>m</sub>	—	0,212	0,200	0,190	0,180	—	0,224	0,212	—	—	—	—	—	—
1D <sub>m</sub>	—	0,224	0,212	0,200	0,190	—	0,236	0,224	—	—	—	—	—	—
1C <sub>m</sub>	—	0,236	0,224	0,212		—	0,250	0,236	—	—	—	—	—	—
1B <sub>m</sub>	0,265	0,250	0,236	—		0,280	0,265	0,250	—	—	—	—	—	—
1A <sub>m</sub>	0,280	0,265		—		0,300		0,280	0,300			0,335		
2 <sub>m</sub>	0,300			—		0,335			0,335			0,375		
3 <sub>m</sub>	0,335			—		0,375			0,375			—		
4 <sub>m</sub>	0,375			—		0,425			0,425			—		
5 <sub>m</sub>	0,425			—		0,475			0,475			—		

Bei den Triebwerksgruppen 1E<sub>m</sub>, 1D<sub>m</sub> und 1C<sub>m</sub> 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 Auftriegszeit 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  $\frac{2}{3}$  des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.

5) Besonders Drahtseile von 220 und 250  $\text{kp}/\text{mm}^2$  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/mm<sup>2</sup> bzw. 220 und 250 kp/mm<sup>2</sup>) 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 Seilspreizung bis zu Spreizwinkeln  $\beta = 45^\circ$  (nach Bild 1) in höchster Hakenstellung (Seilzugkraft  $\approx 10\%$  größer als bei parallelen Seilsträngen) und

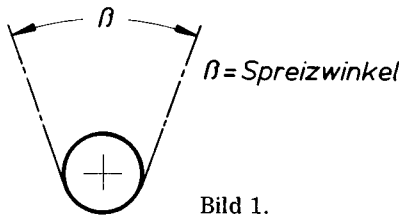


Bild 1.

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 Auftriegezeit aufgelegt werden, dabei ist der zulässige Rillenhalmesser 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 <sup>6)</sup> Drahtseile	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme <sup>6)</sup> Drahtseile	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme <sup>6)</sup> Drahtseile
1E <sub>m</sub>	10	11,2	11,2	12,5	10	12,5
1D <sub>m</sub>	11,2	12,5	12,5	14	10	12,5
1C <sub>m</sub>	12,5	14	14	16	12,5	14
1B <sub>m</sub>	14	16	16	18	12,5	14
1A <sub>m</sub>	16	18	18	20	14	16
2 <sub>m</sub>	18	20	20	22,4	14	16
3 <sub>m</sub>	20	22,4	22,4	25	16	18
4 <sub>m</sub>	22,4	25	25	28	16	18
5 <sub>m</sub>	25	28	28	31,5	18	20

Seilrollen in Greifern dürfen unabhängig von der Einstufung des übrigen Seiltriebes nach Triebwerkgruppe 1B<sub>m</sub> bemessen werden.

<sup>6)</sup> 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.

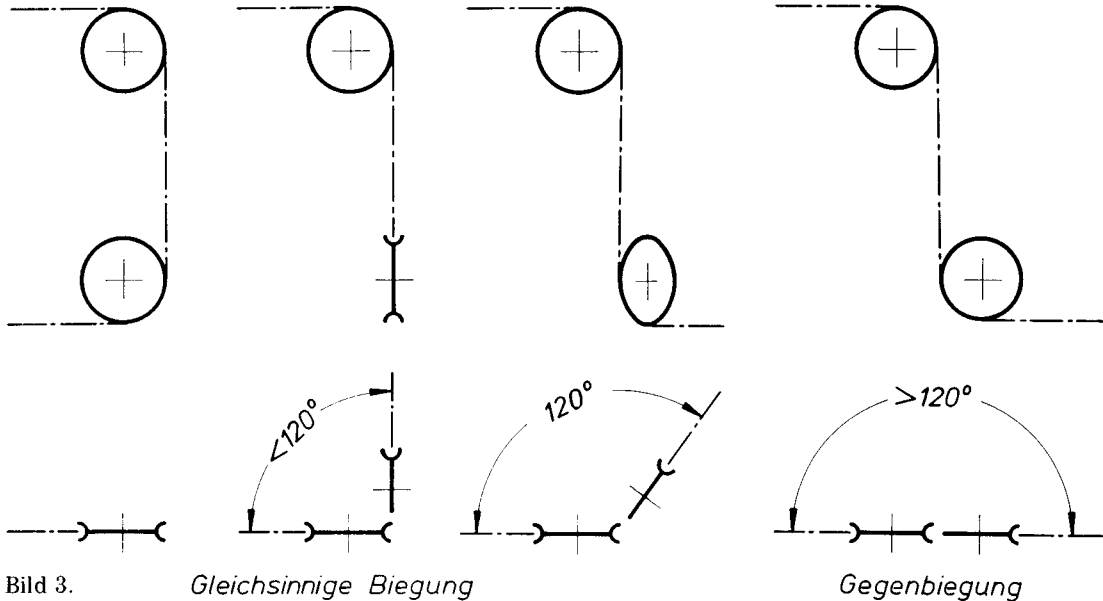


Bild 3. Gleichsinnige Biegung

Gegenbiegung

Zum Bestimmen von  $h_2$  werden die Seiltriebe nach der Anzahl  $w$  der Biegewechsel eingeteilt, die das am ungünstigsten beanspruchte Seilstück während eines Arbeitsspieles (Heben und Senken der Last) bei einem Arbeitshub durchläuft.  $w$  wird als Summe der folgenden Einzelwerte für die Elemente des Seiltriebes eingesetzt:

- Seiltrommel  $w = 1$
- Seilrolle bei gleichsinniger Biegung,  $\alpha > 5^\circ$ :  $w = 2$
- Seilrolle bei Gegenbiegung,  $\alpha > 5^\circ$ :  $w = 4$
- Seilrolle,  $\alpha \leq 5^\circ$  (siehe Bild 2):  $w = 0$
- Ausgleichrolle:  $w = 0$
- Seilendbefestigung:  $w = 0$

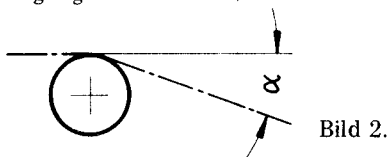


Bild 2.

Gegenbiegung ist zu berücksichtigen, wenn nach Bild 3 der Winkel zwischen den Ebenen zweier nacheinander durchlaufener Seilrollen mehr als  $120^\circ$  beträgt. (Tabelle 5 siehe Seite 6)

#### 4.4. Bemessung der Seilrillen

(Verhältnis Rillenhalmmesser : Seildurchmesser)

Die Aufliegezeit eines Drahtseiles steigt mit abnehmender Pressung zwischen Drahtseil und Rillen. Es wird deshalb empfohlen, den Rillenhalmmesser  $r$  dem Nenndurchmesser  $d$  des aufgelegten Seiles möglichst gut anzupassen. Empfohlen wird als Mindestwert:

$$r = 0,525 \cdot d \quad (4).$$

Den Seil-Nenndurchmessern sind in Tabelle 6 Rillen-Nennhalmmesser zugeordnet.

Zulässige Abweichungen für den Rillenhalmmesser nach DIN 15 061 (z. Z. noch Entwurf).

### 5. Drahtseile

#### 5.1. Nennfestigkeit der Drähte

Diese Norm gilt für Drahtseile aus Stahldrähten nach DIN 2078 von 1570, 1770 und 1960 N/mm<sup>2</sup> (160, 180 und 220 kp/mm<sup>2</sup>) Nennfestigkeit sowie bei üblichen Transporten für nicht drehungsfreie Drahtseile aus (noch nicht genormten) Stahldrähten von 2160 und 2450 N/mm<sup>2</sup> (220 und 250 kp/mm<sup>2</sup>) Nennfestigkeit.

Tabelle 6. Rillen-Nennhalmmesser

d Nenndurchmesser des aufgelegten Drahtseiles in mm					
r Rillen-Nennhalmmesser in mm					
d	r	d	r	d	r
3	1,6	21	11	39	21
4	2,2	22	12	40	
5	2,7	23	12,5	41	22
6	3,2	24	13	42	23
7	3,7	25	13,5	43	
8	4,2	26	14	44	24
9	4,8	27	15	45	
10	5,3	28		46	25
11	6	29	16	47	
12	6,5	30		48	26
13	7	31	17	49	
14	7,5	32		50	27
15	8	33	18	52	28
16	8,5	34		54	29
17	9	35	19	56	30
18	9,5	36		58	31
19	10	37	20	60	32
20	10,5	38			

#### 5.2. Drahtdurchmesser

Sofern Drahtseile mechanischen Beschädigungen, starker äußerer Abnutzung oder starkem Korrosionsangriff ausgesetzt sind, werden mit Vorteil Seilkonstruktionen mit dicken Außendrähten verwendet.

#### 5.3. Litzenanzahl

Drahtseile mit größerer Anzahl von Litzen (z. B. 8 Litzen) haben eine geschlossener Oberfläche und deshalb in der Seilrille eine geringere Pressung als Drahtseile mit kleinerer Litzenanzahl (z. B. 6 Litzen).

Tabelle 5. Beiwerte  $h_2$

Beschreibung	Anordnungsbeispiele von Seiltrieben		$w$	$h_2$ <sup>7)</sup> für	
	Anwendungsbeispiele (Trommeln sind in Doppellinien angegeben)			Seil- trommeln, Ausgleich- rollen	Seil- rollen
Drahtseil läuft auf Seiltrommel und über höchstens 2 Seilrollen mit gleichsinniger Biegung oder 1 Seilrolle mit Gegenbiegung			bis 5	1	1
Drahtseil läuft auf Seiltrommel und über höchstens 4 Seilrollen mit gleichsinniger Biegung oder 2 Seilrollen mit gleichsinniger und 1 Seilrolle mit Gegenbiegung oder 2 Seilrollen mit Gegenbiegung			6 bis 9	1	1,12
Drahtseil läuft auf Seiltrommel und über mindestens 5 Seilrollen mit gleichsinniger Biegung oder 3 Seilrollen mit gleichsinniger und 1 Seilrolle mit Gegenbiegung oder 1 Seilrolle mit gleichsinniger und 2 Seilrollen mit Gegenbiegung oder 3 Seilrollen mit Gegenbiegung			ab 10	1	1,25
Für Seilrollen in Serienhebezeugen und Greifern kann unabhängig von der Anordnung des Seiltriebes $h_2 = 1$ gesetzt werden.					
*) Ausgleichrolle					
7) Zuordnung von $w$ und $h_2$ zu Beschreibung und Anwendungsbeispielen gilt nur, wenn ein Seilstück während eines Arbeitshubes die gesamte Anordnung des Seiltriebes durchläuft. Für die Ermittlung von $h_2$ brauchen nur die am ungünstigsten Seilstück auftretenden Werte $w$ berücksichtigt zu werden.					

#### 5.4. Verseilungsart der Litzen

Bei Drahtseilen mit Litzen in Parallelverseilung (mit gleichen Schlaglängen der Drähte in den Litzenlagen, z. B. Seale-, Warrington- oder Filler-Konstruktionen) wird die gegenseitige Pressung der Drähte kleiner als bei Drahtseilen mit gleichem Schlagwinkel der Drähte in allen Lagen der Litzen. Bei den letzteren überkreuzen sich die Drähte aufeinanderliegender Drahtlagen. Parallelschlagseile erreichen daher im allgemeinen eine größere Aufliegezeit und sind für Triebwerkgruppen mit schwerem Betrieb besser geeignet als Drahtseile aus Litzen mit gleichem Schlagwinkel in allen Drahtlagen.

#### 5.5. Schlagart

Bei Seiltrieben werden im allgemeinen Kreuzschlagseile verwendet.

Mit Gleichschlagseilen können größere Aufliegezeiten erreicht werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß bei Belastung von Gleichschlagseilen ein größeres Drehmoment auftritt als bei Kreuzschlagseilen.

#### 5.6. Schlagrichtung

Bei Greifern mit paarweise angeordneten Schließseilen und Halteseilen und bei anderen, ebenso aufgehängten Lastaufnahmemitteln ist jeweils die gleiche Anzahl von Drahtseilen gleicher Konstruktion in rechtsgängiger und linksgängiger Schlagrichtung zu verwenden.

Es wird empfohlen, auf Seiltrommeln mit Linkssteigung der Seilrillen Drahtseile mit rechtsgängiger Schlagrichtung der Außenlitzen aufzulegen und umgekehrt.

#### 5.7. Drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile

Wenn die Last an e i n e m Strang aufgehängt und nicht geführt wird, müssen drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile verwendet werden.

Bei großer Hubhöhe und nicht geführter Last sollen auch bei mehrsträngiger Aufhängung drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile verwendet werden, sofern nicht durch konstruktive Maßnahmen das Zusammendrehen der Seilstränge verhindert wird.

#### 5.8. Spannungsarme Drahtseile

Drahtseile in spannungsarmer Verseilung haben den Vorteil, daß sie keine oder nur geringe elastische Rückwirkung der verseilten Drähte aufweisen, und daß die Drähte und Litzen beim Abschneiden nicht oder nur wenig aufspringen. Sie sind beim Auflegen leichter zu handhaben. Gleichschlagseile sollten nur in spannungsarmer Verseilung verwendet werden.

#### 5.9. Stahleinlage

Die Berechnung nach Abschnitt 4 gilt auch für Drahtseile mit Stahleinlage.

#### 5.10. Verzinkung

Bei Gefährdung durch Korrosion wird die Anwendung verzinkter Drahtseile empfohlen, z. B. bei Seewasser-Atmosphäre, bei Betrieb in aggressiven Medien und bei Drahtseilen, die im Freien längere Zeit aufliegen.

#### 5.11. Schmierung des Drahtseiles

Schmierstoffe im Drahtseil vermindern die Reibung sowohl zwischen Rille und Drahtseil als auch zwischen den Drähten im Drahtseil; außerdem wird die Korrosion gemildert.

Wenn aus betrieblichen Gründen das Schmieren des Drahtseiles unterbleiben muß, ist die dadurch bedingte kürzere Aufliegezeit in Kauf zu nehmen. Die Anwendung nicht geschmierter Drahtseile ist besonders zu vereinbaren.

#### 5.12. Längenabweichung

Bei Drahtseilen in verwendungsfertigen Längen muß die Längenabweichung vereinbart werden, empfohlen wird + 1%. Werden für e i n Hubwerk oder e i n Lastaufnahmemittel mehrere Drahtseile gleicher Länge benötigt, dann soll die Längenabweichung der Drahtseile untereinander nicht größer sein als 0,2 %.

#### 5.13. Kennzeichnung

Die Kennzeichnung von Drahtseilen in verwendungsfertigen Längen ist zu vereinbaren.

#### 5.14. Auflegen der Drahtseile

Beim Abziehen des Drahtseiles von dem Haspel oder beim Abwickeln von einem Ring sowie beim Einbau in den Seiltrieb darf das Drahtseil weder auf- noch zuge-dreht werden.

Wenn das Drahtseil im entlasteten Zustand über scharfkantige Bauteile schleifen kann, dann sind diese abzudecken.

Vor Inbetriebnahme ist zu prüfen, daß das Drahtseil richtig eingesichert ist und ordnungsgemäß in den Rillen von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen liegt.

### 6. Seilaufhängungen und Seilbefestigungen

#### 6.1. Beschaffenheit des Seilendes

Das Seilende muß so beschaffen sein, daß dauerhaft sichergestellt ist, daß das Seilgefüge nicht locker wird (z. B. durch Abbrenn-Stumpfschweißung oder Abbinden), soweit nicht der Seilverband durch die Art der Seilbefestigung aufgelöst wird (z. B. beim Spleißen oder Vergießen).

#### 6.2. Zusatzbeanspruchungen im Seil

Seilbiegungen und sonstige Zusatzbeanspruchungen des Drahtseiles im Bereich der Seilaufhängung sind zu vermeiden.

Die Seilaufhängung muß bei nicht drehungsfreien Drahtseilen so beschaffen sein, daß Drehungen des Drahtseiles um seine Längsachse nicht möglich sind. Bei drehungsfreien bzw. drehungsarmen Drahtseilen darf die Endbefestigung Drehungen des Drahtseiles um seine Längsachse ermöglichen.

#### 6.3. Ausführung von Teilen

Seilaufhängungen dürfen nicht mit Rollenkauschen ausgeführt sein. Seilösen sind entweder mit Vollkauschen (Normung ist in Vorbereitung) oder mit Kauschen der Formen B oder C nach DIN 6899 zu versehen.

Werden Preßklemmen aus Aluminium-Flachovalrohren in Seilaufhängungen verwendet, dann ist für Rohlinge, Preßverbindung und Herstellung die in Vorbereitung befindliche Norm einzuhalten.

Spleißungen als Seilaufhängung sind nach DIN 83 318 mit mindestens 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Rundstichen auszuführen. Spleiße an Drahtseilen für einsträngigen Betrieb sind „gegen die Schlagrichtung“ herzustellen; diese Spleißausführung muß bei Bestellung vereinbart werden. Damit der Spleiß überwacht werden kann, darf er nicht bekleidet werden.

#### 6.4. Beanspruchung von Teilen

Seilaufhängungen sind so zu bemessen, daß die 2,5fache Seilzugkraft ohne bleibende Verformung aufgenommen werden kann.

Bei Verwendung eines Seilschlusses soll das freie Seilende auch bei selbsthemmendem Seilkeil gegen Durchziehen gesichert sein. Diese Sicherung muß 10 % der Seilzugkraft

aufnehmen können. Als Sicherung dürfen keine Einrichtungen verwendet werden, durch die das freie Seilende mit dem tragenden Seilstrang kraftübertragend verbunden ist.

Die Seilbefestigung an der Seiltrommel muß so ausgebildet sein, daß bei Berücksichtigung der Reibung der auf der Seiltrommel verbleibenden Windungen (siehe Abschnitt 7.1) die 2,5fache Seilzugkraft aufgenommen werden kann. Die Reibungszahl zwischen Drahtseil und Unterlage soll mit  $\mu = 0,1$  eingesetzt werden.

#### **6.5. Wartungsmöglichkeit**

Seilabhängungen sind so anzuordnen, daß sie zur Wartung gut zugänglich sind. Gegebenenfalls sind hierfür Arbeitsbühnen erforderlich.

### **7. Sonstige Anforderungen an Seiltriebe**

#### **7.1. Sicherheitswindungen**

Bei tiefster Stellung des Tragmittels müssen vor der Endbefestigung noch mindestens zwei Seilwindungen auf der Seiltrommel liegen.

#### **7.2. Seitliche Ablenkung**

Die seitliche Ablenkung des Drahtseiles aus der Rillenebene vermindert die Aufliegezeit des Drahtseiles und ist daher möglichst klein zu halten. Es wird empfohlen, bei mehrfach eingesicherten Drahtseilen die schnellaufenden Stränge mit möglichst kleiner und die langsam laufenden mit größerer seitlicher Ablenkung auszuführen. Keinesfalls darf die seitliche Ablenkung größer sein als  $1 : 15$  ( $4^\circ$ ); jedoch kann sich bereits eine seitliche Ablenkung von nur  $1^\circ$  im Hauptarbeitsbereich schon nachteilig auf die Aufliegezeit des Drahtseiles auswirken. Bei drehungsfreien bzw. drehungsarmen Drahtseilen wird empfohlen, die seitliche Ablenkung nicht größer als  $1 : 40$  ( $1,5^\circ$ ) auszuführen.

Die seitliche Ablenkung des Drahtseiles muß bei der konstruktiven Gestaltung der Form von Seilrillen berücksichtigt werden.

#### **7.3. Ablaufsicherung**

Durch geeignete konstruktive Maßnahmen muß sichergestellt sein, daß das auf- und ablaufende Drahtseil auch bei Schlawfseil nicht von der Seiltrommel oder den Seilrollen seitlich ablaufen kann.

Wird die Seiltrommel zu diesem Zweck mit Bordscheiben versehen, so muß deren Überstand über die äußerste Seillage mindestens gleich dem 1,5fachen Seildurchmesser sein.

Bei Seilrollen wird empfohlen, daß der Abstand zwischen dem Seilrollen-Außendurchmesser und einem um sie herumgreifenden Bügel oder Schutzgehäuse nicht größer ist als  $\frac{1}{3}$  des Seildurchmessers oder 10 mm, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

#### **7.4. Berührung mit festen Konstruktionsteilen**

Sofern das Drahtseil feste Konstruktionsteile berühren kann (z. B. beim Lastpendeln), dürfen diese Konstruktionsteile im Berührungsbereich keine scharfen Kanten haben. Eine ausreichende Rundung kann z. B. durch Anschweißen eines Rundstahles hergestellt werden.

Das bewegte Seil darf nicht über feste Konstruktionsteile gleiten.

#### **7.5. Erwärmung**

Alle Teile des Seiltriebes sind erforderlichenfalls gegen Hitzestrahlung zu schützen.

#### **7.6. Trommelabmessungen**

Seiltrommeln sind so zu bemessen, daß unter Berücksichtigung der Seillängen- und Seildurchmesser-Toleranz sowie der Art der Seilwicklung auf der Seiltrommel (ungeregelt oder geregelt) bei höchster Stellung des Tragmittels nicht mehr Seillagen aufgewickelt werden als vorgesehen sind.

#### **7.7. Schutzgehäuse für Seilrollen und Ausgleichrollen**

Werden für Seilrollen von Tragmitteln Schutzgehäuse vorgesehen (z. B. in Unterflaschen), dann müssen in deren unterem Bereich ausreichend große Öffnungen vorhanden sein, durch die Schmutz und Wasser hinaustreten oder entfernt werden können.

**Anhang**

**Wirkungsgrad von Seiltrieben**

Zur Berechnung der Seilzugkraft nach Abschnitt 4.2 wird der Wirkungsgrad eines Seiltriebes ermittelt nach der Formel:

$$\eta_S = (\eta_R)^i \cdot \eta_F = (\eta_R)^i \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1 - (\eta_R)^n}{1 - \eta_R} \quad (5)$$

Dabei bedeuten:

- i* Anzahl der festen Seilrollen zwischen Seiltrommel und Flaschenzug bzw. Last (z. B. bei Hubwerken von Auslegerkränen)
- n* Anzahl der Seilstränge in e i n e m Flaschenzug. E i n Flaschenzug ist die Gesamtheit aller Seilstränge und Seilrollen für e i n auf eine Seiltrommel auflaufendes Seil (siehe Bild 4).

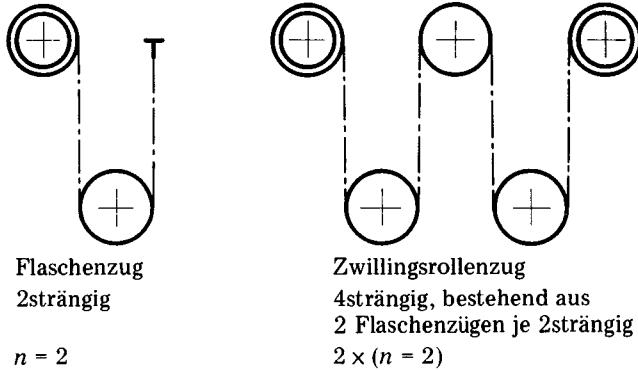


Bild 4.

$\eta_F$  Wirkungsgrad des Flaschenzuges,

$$\eta_F = \frac{1}{n} \cdot \frac{1 - (\eta_R)^n}{1 - \eta_R} \quad (6)$$

$\eta_R$  Wirkungsgrad e i n e r Seilrolle

$\eta_S$  Wirkungsgrad des Seiltriebes

Der Wirkungsgrad einer Seilrolle ist außer von der Art ihrer Lagerung (Gleitlagerung oder Wälzlagerung) auch vom Verhältnis Seilrollendurchmesser : Seildurchmesser ( $D : d$ ), von der Seilkonstruktion und der Seilschmierung abhängig. Sofern keine genaueren Werte durch Versuche nachgewiesen sind, soll gerechnet werden

bei Gleitlagerung mit  $\eta_R = 0,96$

bei Wälzlagerung mit  $\eta_R = 0,98$

Mit diesen Werten sind die Wirkungsgrade nach Tabelle 7 errechnet.

Für Ausgleichrollen braucht kein Wirkungsgrad berücksichtigt zu werden.

Tabelle 7. Wirkungsgrad von Flaschenzügen

<i>n</i>		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$\eta_F$	Gleitlagerung	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78
	Wälzlagerung	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,88

2) Zwischen den Faktoren besteht der folgende Zusammenhang:

Das Verhältnis der Bruchkraft des Drahtseiles zur Seilzugkraft wird durch die Sicherheitskennzahl  $\nu$  wiedergegeben:

$$\nu = \frac{F}{S} = \frac{k \cdot q_m \cdot \sigma_z}{S} = \frac{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot \sigma_z}{S}$$

Daraus folgen  $d = \sqrt{\frac{\nu \cdot S}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z}} = c \cdot \sqrt{S}$  und

$$c = \sqrt{\frac{\nu}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z}}$$

oder  $d = \sqrt{\frac{\nu \cdot S'}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z'}} = c' \cdot \sqrt{S'}$  und

$$c' = \sqrt{\frac{\nu}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z'}}$$

Hierin sind:

- $f$  der Füllfaktor
- $k$  der Verseilfaktor } (siehe DIN 3051)
- $q_m$  der metallische Querschnitt des Drahtseiles in  $mm^2$
- $F$  die Bruchkraft des Drahtseiles in N, und zwar
  - für  $k = 1$  die rechnerische Bruchkraft,
  - für  $k < 1$  die Mindestbruchkraft
- $\sigma_z$  die Nennfestigkeit des Einzeldrahtes in  $N/mm^2$
- $\sigma_z'$  die Nennfestigkeit des Einzeldrahtes in  $kp/mm^2$

## Erläuterungen

Die vorliegende Fassung basiert auf den Erfahrungen, die mit DIN 15 020 Blatt 1, Ausgabe November 1954, und DIN 15 010, Ausgabe Oktober 1963, in vieljähriger Anwendung gesammelt wurden. Darüber hinaus berücksichtigt sie die Vereinbarungen, die von der Fédération Européenne de la Manutention (FEM — Europäische Vereinigung der Fördertechnik) in ihren Sektionen I — Schwere Krane und Hebezeuge — und IX — Serienhebezeuge — erarbeitet wurden. Sie gibt ferner in leichterer Form als die bisherige Fassung die Möglichkeit, einen Seiltrieb nur durch Änderung der Tragfähigkeit für unterschiedliche Betriebsbedingungen zu benutzen. Außerdem wurden leichtere Betriebsbedingungen zugefügt, damit die Norm auch für Serienhebezeuge benutzt werden kann, die unter sehr leichten Betriebsbedingungen arbeiten oder für die eine kurze Seilauftriegszeit aus betrieblichen Gründen in Kauf genommen wird.

Die Norm enthält eine Vielzahl sicherheitstechnischer Festlegungen, vor allem durch die Angaben in den Abschnitten 4, 6 und 7. Das Blatt wurde in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachausschüssen beim Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften und mit dem Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften erarbeitet, wobei der letztere an Zugwinden für leichten Betrieb besonders interessiert ist.

Zu einzelnen Abschnitten der Norm werden zusätzliche Erläuterungen wie folgt gegeben:

### Zu Abschnitt 1

Durch die Neuformulierung des Geltungsbereiches gilt diese Norm nun als Bemessungsregel für Seiltriebe je der Art von Hebezeugen, soweit nicht ein Treibscheibenantrieb benutzt wird oder besondere Vorschriften (z. B. bei Aufzügen, Seilbahnen und Fördermaschinen) oder Sonderbedingungen (z. B. bei Seiltrieben auf Schiffen außerhalb von Schiffskränen) zu beachten sind.

### Zu Abschnitt 4.1

Auf der Basis der von den FEM-Sektionen I und IX erarbeiteten Vereinbarungen soll eine Norm über Berechnungsgrundsätze für Krantriebwerke erarbeitet werden, die dann eine logische Ergänzung zu DIN 15 018 Blatt 1 — Krane, Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung — darstellt. Die jetzige Tabelle 1 der Norm wird dann in diese neue Norm übernommen und in DIN 15 020 Blatt 1 nur noch ein Hinweis aufgenommen werden. Die in Vorbereitung befindliche Norm soll auch ausführliche Angaben und Erläuterungen über die Anwendung dieser Tabelle enthalten. Bis zum Vorliegen dieser Norm wird deshalb hier der entsprechende Teil aus den von der FEM-Sektion IX erarbeiteten Empfehlungen wie folgt zitiert:

#### „Belastungskollektiv

Das Belastungskollektiv gibt an, in welchem Maße ein Triebwerk oder ein Teil davon seiner Höchstbeanspruchung oder nur kleineren Beanspruchungen ausgesetzt ist.

Für die genaue Gruppeneinstufung ist der auf die Tragfähigkeit bezogene kubische Mittelwert  $k$  erforderlich. Er wird errechnet nach folgender Formel:

$$k = \sqrt[3]{(\beta_1 + \gamma)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma)^3 \cdot t_2 + \dots + \gamma^3 \cdot t_\Delta}$$

Es bedeuten:

$$\beta = \frac{\text{Nutz- oder Teillast}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$\gamma = \frac{\text{Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$t = \frac{\text{Laufzeit mit Nutz- oder Teillast plus Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel}}{\text{Gesamtlaufzeit}}$$

$$t_\Delta = \frac{\text{Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel}}{\text{Gesamtlaufzeit}}$$

Man unterscheidet 3 Belastungskollektive, die durch die Begriffsbestimmungen und durch die Bereiche der kubischen Mittelwerte  $k$  der Tabelle 8 gekennzeichnet sind.

Tabelle 8. Belastungskollektiv

Belastungskollektiv		Begriffsbestimmungen	kubischer Mittelwert $k$
1	leicht	Triebwerke oder Teile davon, die ausnahmsweise der Höchstbeanspruchung und laufend weit geringeren Beanspruchungen unterzogen werden	$k < 0,53$
2	mittel	Triebwerke oder Teile davon, die ungefähr während gleicher Zeitfristen schwachen, mittleren und höchsten Beanspruchungen unterzogen werden	$0,53 < k < 0,67$
3	schwer	Triebwerke oder Teile davon, die hauptsächlich Beanspruchungen in der Nähe der Höchstbeanspruchung unterzogen werden	$0,67 < k < 0,85$

In der Formel für den kubischen Mittelwert  $k$  wird das Gewicht des Tragmittels vernachlässigt. Dies ist zulässig, wenn

$$\frac{\text{Gewicht des Tragmittels}}{\text{Tragfähigkeit}} \leq 0,05$$

Anderenfalls ist nach folgender Formel zu rechnen:

$$k = \delta \cdot \sqrt[3]{(\beta_1 + \gamma + \alpha)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma + \alpha)^3 \cdot t_2 + \dots + (\gamma + \alpha)^3 \cdot t_\Delta}$$

mit den Bezeichnungen

$$\alpha = \frac{\text{Gewicht des Tragmittels}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$\delta = \frac{\text{Tragfähigkeit}}{\text{Tragfähigkeit plus Gewicht des Tragmittels}}$$

### 1. Begriffe

(siehe DIN 15 003)

### 2. Erläuterungen zu den Belastungskollektiven

Die in Tabelle 8 angegebenen Grenzwerte für die kubischen Mittelwerte  $k$  lassen sich aus folgenden ideellen Belastungskollektiven errechnen (vergl. Bild 5):

#### Belastungskollektiv 1

$1/10$  der Laufzeit mit Tragfähigkeit = Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel +  $1/1$  Nutzlast

$$t_1 = 0,1$$

$$\beta_1 = 1 - \gamma = 0,84$$

4/10 der Laufzeit mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/3 Nutzlast

$$t_2 = 0,4 \quad \beta_2 = (1 - \gamma)/3 = 0,28$$

5/10 der Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 0,16$$

**Belastungskollektiv 2**

1/6 der Laufzeit mit Tragfähigkeit = Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/1 Nutzlast

$$t_1 = 1/6 \quad \beta_1 = 1 - \gamma = 0,68$$

1/6 der Laufzeit mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 2/3 Nutzlast

$$t_2 = 1/6 \quad \beta_2 = 2 \cdot (1 - \gamma)/3 = 0,453$$

1/6 der Laufzeit mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/3 Nutzlast

$$t_3 = 1/6 \quad \beta_3 = (1 - \gamma)/3 = 0,227$$

3/6 der Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 0,32$$

**Belastungskollektiv 3**

1/2 der Laufzeit mit Tragfähigkeit = Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/1 Nutzlast

$$t_1 = 0,5 \quad \beta_1 = 1 - \gamma = 0,37$$

1/2 der Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 0,63$$

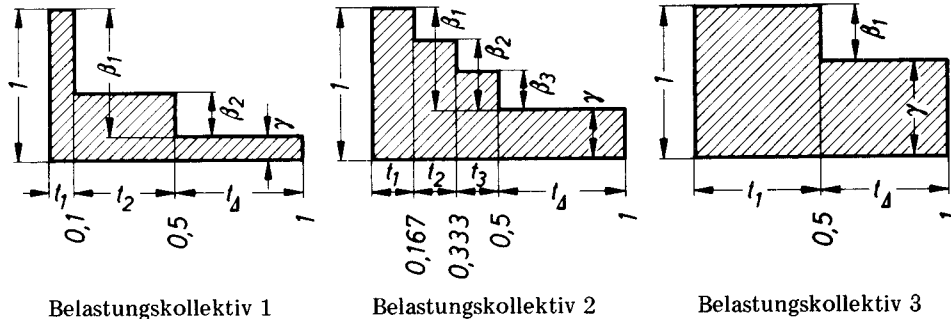


Bild 5. Belastungskollektive nach FEM-Sektion IX

Diese ideellen Belastungskollektive haben folgende kubische Mittelwerte:

$$k_1 = \sqrt[3]{(0,84 + 0,16)^3 \cdot 0,1 + (0,28 + 0,16)^3 \cdot 0,4 + 0,16^3 \cdot 0,5} = 0,514 \approx 0,53$$

$$k_2 = \sqrt[3]{(0,68 + 0,32)^3 \cdot 0,167 + (0,453 + 0,32)^3 \cdot 0,167 + (0,227 + 0,32)^3 \cdot 0,167 + 0,32^3 \cdot 0,5} = 0,660 \approx 0,67$$

$$k_3 = \sqrt[3]{(0,37 + 0,63)^3 \cdot 0,5 + 0,63^3 \cdot 0,5} = 0,855 \approx 0,85$$

Diese auf Normzahlen gerundeten kubischen Mittelwerte haben den Stufensprung 1,25 und folgen damit den Gesetzmäßigkeiten der Gruppeneinstufung.

**3. Einstufung der Triebwerke**

Mit Hilfe der Laufzeitklassen und der Belastungskollektive werden die Triebwerke in 6 Gruppen eingestuft: I<sub>b</sub>; I<sub>a</sub>; II; III; IV und V, die der Tabelle 9 entsprechen.

Die Einstufung der Triebwerke in Gruppen gemäß Tabelle 9 ermöglicht, daß sich für alle Belastungskollektive und mittleren Laufzeiten je Tag eine gleiche Lebenserwartung in Jahren ergibt. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Lebensdauer der einzelnen Bauelemente von der dritten Potenz der Belastung abhängt.

Die Verdoppelung der mittleren Laufzeiten je Tag in den Laufzeitklassen wird erreicht:

1. innerhalb einer Gruppe durch Übergang in ein tieferes Belastungskollektiv (Stufensprung 1,25) wegen  $1,25^3 = 2$
2. innerhalb eines Belastungskollektivs durch Übergang in eine höhere Gruppe bei Tragfähigkeitsminderung um den Faktor 1,25 wegen  $1,25^3 = 2$ .

Tabelle 9. Gruppeneinstufung der Triebwerke

Belastungskollektiv	Laufzeitklasse						
	V <sub>0,25</sub>	V <sub>0,5</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	V <sub>5</sub>
	mittlere Laufzeit je Tag in Stunden						
kubischer Mittelwert k	≤ 0,5	≤ 1	≤ 2	≤ 4	≤ 8	≤ 16	> 16
1 k ≤ 0,53			I <sub>b</sub>	I <sub>a</sub>	II	III	IV
2 0,53 < k ≤ 0,67		I <sub>b</sub>	I <sub>a</sub>	II	III	IV	V
3 0,67 < k ≤ 0,85	I <sub>b</sub>	I <sub>a</sub>	II	III	IV	V	V

**Beispiel zur Gruppeneinstufung:**

Ein Elektrozug für 2000 kg Tragfähigkeit, mit einem Lasthebemagneten ausgerüstet, läuft ohne Pausen 4 Stunden täglich — entsprechend der Laufzeitklasse  $V_2$  nach Tabelle 9. Bei einem Gewicht des Anschlagmittels von 1000 kg (Gewicht des Magnetes und Kettengehänges) ergibt sich folgendes Belastungskollektiv:

40 % der Laufzeit mit Gewicht des Anschlagmittels — 1000 kg — und 500 kg Schrott

$$t_1 = 0,4 \quad \beta_1 = 500/2000 = 0,25 \quad \gamma = 1000/2000 = 0,5$$

10 % der Laufzeit mit Gewicht des Anschlagmittels — 1000 kg — und 240 kg Stahlspäne

$$t_2 = 0,1 \quad \beta_2 = 240/2000 = 0,12 \quad \gamma = 1000/2000 = 0,5$$

50 % der Laufzeit mit Gewicht des Anschlagmittels — 1000 kg —

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 1000/2000 = 0,5$$

Der kubische Mittelwert beträgt

$$k = \sqrt[3]{(\beta_1 + \gamma)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma)^3 \cdot t_2 + \gamma^3 \cdot t_{\Delta}} =$$

$$= \sqrt[3]{(0,25 + 0,5)^3 \cdot 0,4 + (0,12 + 0,5)^3 \cdot 0,1 + 0,5^3 \cdot 0,5} =$$

$$= 0,634$$

Entsprechend den in Tabelle 8 und 9 angegebenen  $k$ -Bereichen liegt Belastungskollektiv 2 (mittel) vor. Mit der Laufzeit  $V_2$  folgt aus Tabelle 9 die Gruppe II. Der eingesetzte Elektrozug muß bei 2000 kg Tragfähigkeit mindestens den Bedingungen der Triebwerkgruppe II entsprechen.“ Ende des Zitates

Zu den im letzten Absatz erwähnten Sonderfällen gehören z. B. Fahrzeugwinden (in DIN 15 100, Ausgabe Februar 1967, Abschnitt 7.3 definiert), Rückewinden für den Forstbetrieb und Seilzüge für die Bearbeitung von Rebanlagen. In diesen Fällen muß das Seil möglichst leicht ausgeführt werden, damit es von einem Mann auch über längere Strecken ausgetragen werden kann. Daher werden für die Seiltriebe dieser Hebezeuge Seile in Sonderkonstruktion mit großen Nennfestigkeiten der Einzeldrähte (2160 und 2450 N/mm<sup>2</sup> bzw. 200 und 250 kp/mm<sup>2</sup>) benutzt. Die Aufliegezeit wird in diesen Fällen im wesentlichen durch die pflegliche Behandlung beim Ausziehen und die Sorgfalt bei der Arbeit bestimmt.

**Zu Abschnitt 4.2.**

Die Triebwerkgruppen  $1C_m$ ,  $1D_m$  und  $1E_m$  werden vor allem für Winden mit besonderen Betriebsbedingungen — z. B. Fahrzeugwinden — und Winden für sehr leichten Betrieb benutzt. Da Seile hoher Nennfestigkeit bevorzugt bei Fahrzeugwinden benutzt werden, sind die Beiwerte  $c$  bzw.  $c'$  für diese Seile nur in den entsprechenden Triebwerksgruppen angegeben. Erfahrungsgemäß ist bei diesen Betriebsbedingungen und ganz besonders bei den erwähnten hohen Nennfestigkeiten der Einzeldrähte die Seilkonstruktion von entscheidender Bedeutung. Auf diese Zusammenhänge ist in der Fußnote 5) daher nochmals hingewiesen.

In der zu diesem Abschnitt gehörenden Fußnote 2 ist die Entstehung des Beiwertes  $c$  bzw.  $c'$  erläutert. Einige dieser Beiwerte gelten für mehrere Nennfestigkeiten der Einzeldrähte, woraus hervorgeht, daß sie auf der Basis der jeweils niedrigsten für sie anwendbaren Nennfestigkeit und einem Füllfaktor  $f = 0,46$  ermittelt wurden.

**Zu Abschnitt 5.**

Mit diesem Abschnitt werden eine Reihe von Einflüssen berücksichtigt, die die Aufliegezeit des Drahtseiles zum Teil erheblich beeinflussen, die aber zahlenwertmäßig nicht erfaßt werden können.

**Zu Abschnitt 6.**

Angaben über Seilendbefestigungen und über die für sie geltenden technischen Anforderungen wurden neu in die Norm aufgenommen. Ihre Beachtung dient vor allem sicherheitstechnischen Bedingungen.

**Zu Abschnitt 7.**

Dieser Abschnitt enthält eine Reihe von Angaben, die bei der Ausführung von Seiltrieben zu beachten sind und die in anderen Abschnitten nicht untergebracht werden können. Sie haben größtenteils sicherheitstechnischen Inhalt und dienen vor allem der Verlängerung der Aufliegezeit von Drahtseilen, entweder direkt oder indirekt durch Erleichterung von Wartungsarbeiten.