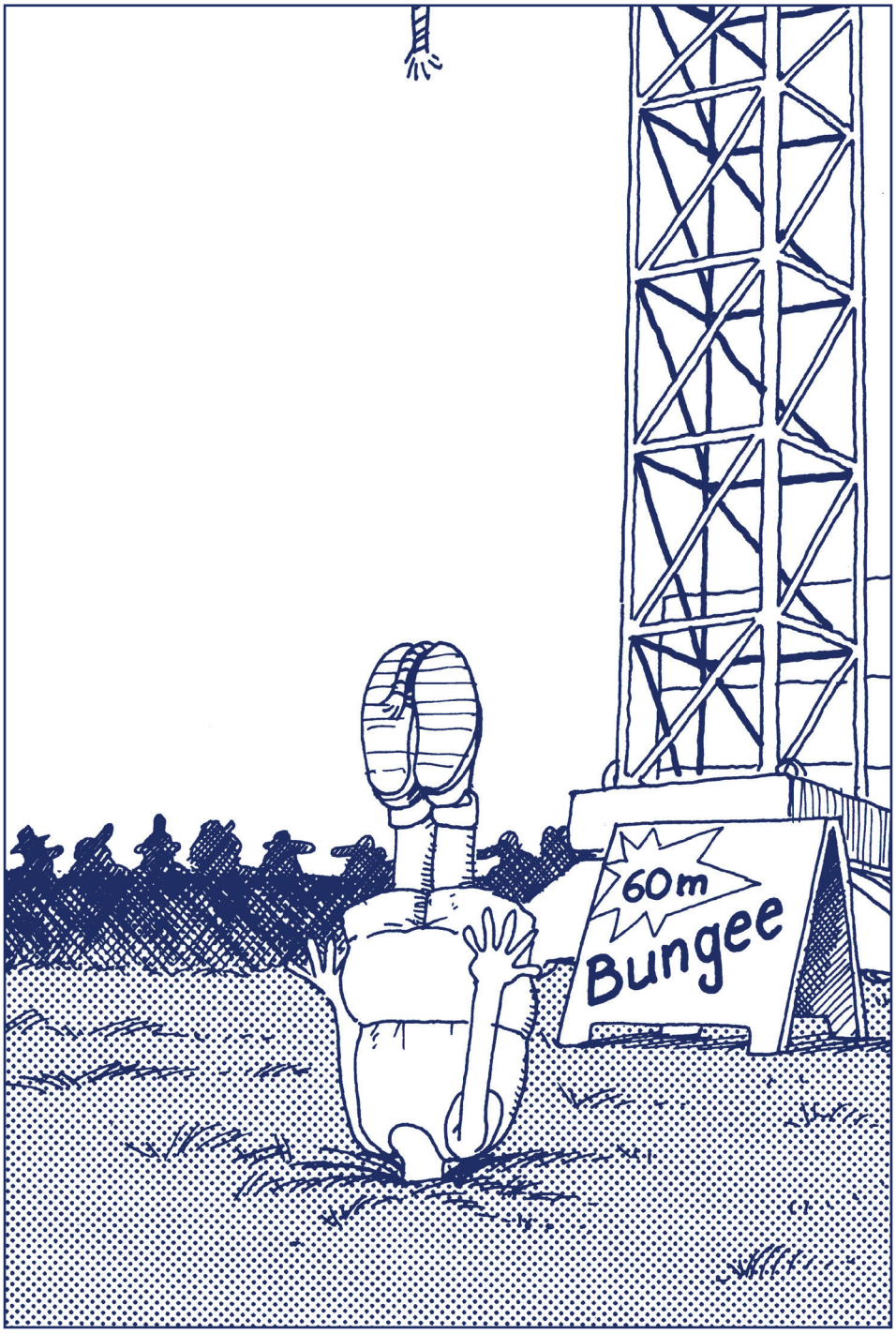
WIRE ROPE
TECHNOLOGY AACHEN



Die Auslegung des Seiltriebes nach ISO 4308

Die Auslegung des Seiltriebes nach ISO 4308

von Dipl.-Ing. Roland Verreet

Inhalt

1. Die Auslegung des Seiltriebes nach ISO 4308 4
2. Die Vorgehensweise 4
3. Die C- Wert- Methode 4
4. Die Sicherheitsbeiwertmethode (Zp - Wert- Methode) 6
5. Die Bestimmung von Trommel- und Scheibendurchmesser 6
6. Rechenbeispiel 7
7. Erster Rechengang: Die C- Wert- Methode 7
8. Zweiter Rechengang: Die Zp - Wert- Methode 8
9. Die Berechnung von Trommel- und Scheibendurchmesser 9
10. Vergleich der Ergebnisse: 10

© 2009, 2018 Ingenieurbüro für Drahtseiltechnik Wire Rope Technology Aachen GmbH
Titel und Cartoons: Rolf Bunse
Satz, Layout und Gestaltung: Benedikt Dolzer, Aachen
Nachdruck, auch teilweise, nur mit Genehmigung des Verfassers.

1. Die Auslegung des Seiltriebes nach ISO 4308

Die ISO 4308 ist das Pendant zur DIN 15020, Blatt 1, auf internationaler Ebene. Das Pendant zur DIN 15020, Blatt. 2, ist die ISO 4309. Die Norm ISO 4308 besteht aus einem Teil 1, der allgemein für Seiltriebe Gültigkeit besitzt, und einem Teil 2, der lediglich für Mobilkrane gilt. Wir werden uns im Folgenden lediglich mit Teil 1 beschäftigen.

Die ISO 4308 ordnet verschiedenen Seitrieben, die mit der gleichen Seilzugkraft arbeiten, in Abhängigkeit der „Classification of Mechanisms“, die unseren Triebwerksgruppen entsprechen, verschiedene Seil-. Scheiben- und Trommeldurchmesser zu.

2. Die Vorgehensweise

Die Einstufung des Seiltriebes in eine Triebwerksgruppe erfolgt nach ISO 4301/1. Während die DIN 15020 die Seiltriebe in neun Triebwerksgruppen unterteilt, finden wir in ISO 4301 bzw. ISO 4308 lediglich acht Triebwerksgruppen, M1 bis M8. ISO 4308 bietet für die Auslegung des Seiltriebes zwei Rechengänge an, die üblicherweise zu den gleichen Ergebnissen führen.

3. Die C- Wert- Methode

Nach der C- Wert- Methode wird der minimale Seilnenndurchmesser bestimmt nach der Formel

$$d = C \cdot \sqrt{S}$$

Die Seilzugkraft ist definiert als die maximal auftretende Seilkraft unter Berücksichtigung des Gewichtes des Lastaufnahmemittels, der Einscherung, des Wirkungsgrades des Seiltriebes und des Seilgewichtes, wenn sich die Last mehr als 5m unterhalb des Drehwerkes des Kranes befindet.

Beispiele für den C- Wert eines Drahtseiles niedriger Festigkeit und niedrigen Füllfaktors finden sich in Tabelle 1 der Norm (siehe Abb. 1). Der C- Wert ist im Gegensatz zur deutschen Norm nicht abhängig davon, ob drehungsfreie oder nichtdrehungsfreie Seile eingesetzt werden sollen. Die dargestellten Werte der ISO liegen etwa auf dem Niveau der DIN für die üblichen Transporte. In der höchsten Triebwerksgruppe M8 der ISO 4308 hat C beispielsweise einen Wert von 0,140. In der höchsten Triebwerksgruppe 5m der DIN 15020 liegt der Wert bei 0,132 für nichtdrehungsfreie bzw. bei 0,150 für drehungsfreie Drahtseile.

Trieb-werks-gruppe	Zp - Wert	C - Wert $\frac{mm}{\sqrt{N}}$
M1	3,15	0,085
M2	3,35	0,087
M3	3,55	0,090
M4	4,0	0,095
M5	4,5	0,100
M6	5,6	0,112
M7	7,1	0,125
M8	9,0	0,140

Abb. 1: C- Werte und Zp- Werte der ISO 4308

Für gefährliche Transporte muß gemäß ISO 4308 der C- Wert der nächsthöheren Triebwerksgruppe gewählt werden, so daß auch für diese Fälle die C- Werte etwa auf dem Niveau der DIN 15020 zu liegen scheinen. Bei einer Auslegung nach ISO 4308 dürften also auf den ersten Blick keine dramatischen Unterschiede gegenüber einer Auslegung nach DIN 15 020, Blatt 1 zu erwarten sein.

ISO 4308 definiert die aufgeführten C- Werte aber lediglich als Beispiele. Der zu verwendende C- Wert muß nach der folgenden Formel berechnet werden

$$C = \sqrt{\frac{Z_p}{K' \cdot R_0}}$$

Hierbei ist Zp der minimale praktische Sicherheitsbeiwert für den Seiltrieb, wie er in Tabelle 1 der Norm angegeben ist (Abb. 1). Bei gefährlichen Transporten muß der Wert für Zp um 25 % erhöht werden. Zudem dürfen gefährliche Transporte nicht niedriger als M5 eingestuft werden.

K‘ ist ein für das verwendete Drahtseil charakteristischer Faktor. Man ermittelt ihn durch Multiplikation des Verseilfaktors des Drahtseiles mit dem Füllfaktor des Drahtseiles und dem Faktor π/4:

$$C = \sqrt{\frac{7{,}1}{0{,}442 \cdot 1960}}$$

Ro ist die Nennfestigkeit des eingesetzten Drahtseiles.

Die Berechnung von C nach ISO 4308 ist somit identisch mit der Berechnung von c nach DIN 15 020.

4. Die Sicherheitsbeiwertmethode (Zp - Wert- Methode)

Der zweite in der ISO 4308 zugelassene Rechengang berechnet die Mindestbruchkraft des einzusetzenden Seiles nach der Formel

$$F_0 = S \cdot Zp.$$

Hierbei ist F_0 die Mindestbruchkraft des zu verwendenden Drahtseiles. Der Rechengang ist somit denkbar einfach. Man multipliziert die maximal auftretende Seilzugkraft mit dem Sicherheitsbeiwert der Triebwerksgruppe und erhält die erforderliche Mindestbruchkraft des Drahtseiles. Die Festlegung des Seilnenndurchmessers erfolgt dann anhand des Kataloges des Drahtseillieferanten.

5. Die Bestimmung von Trommel- und Scheibendurchmesser

Die Durchmesser von Trommel, Seilscheiben und Ausgleichsscheiben sind, wie auch in der DIN 15 020, definiert als Durchmesser von Mitte Seil bis Mitte Seil. Der Durchmesser der Seiltrommel Dl, der Durchmesser der Seilscheibe D2 und der Durchmesser der Ausgleichsscheibe D3 errechnen sich nach den Formeln

$$D_1 \geq h_1 \bullet d,$$
$$D_2 \geq h_2 \bullet d \text{ und}$$
$$D_3 \geq h_3 \bullet d.$$

Die Beiwerte h_1, h_2 und h_3 sind in Tabelle 2 der Norm in Abhängigkeit der Triebwerksgruppen aufgeführt (Abb. 2). Im Gegensatz zur DIN 15 020 wird, wie bereits oben erwähnt, die Zahl der Scheiben im Seiltrieb nicht berücksichtigt.

Trieb-werks-gruppe	Trommeln h1	Rollen h2	Aus-gleichs-rollen h3
M1	11,2	12,5	11,2
M2	12,5	14,0	12,5
M3	14,0	16,0	12,5
M4	16,0	18,0	14,0
M5	18,0	20,0	14,0
M6	20,0	22,4	16,0
M7	22,4	25,0	16,0
M8	25,0	28,0	18,0

Abb. 2: Die Beiwerte h_1, h_2 und h_3 der ISO 4308

6. Rechenbeispiel

Wir wollen im Folgenden einen Seiltrieb für die gleichen Bedingungen auslegen, die wir bereits im Rechenbeispiel der Auslegung nach DIN 15 020 zugrunde gelegt haben. Wir wollen ebenfalls wieder ein Spezialseil mit verdichteten Außenlitzen und einer Kunststoffzwischenlage zwischen Stahleinlage und Außenlitzen einsetzen.

Die Daten dieses Spezialseiles sind:
Füllfaktor f = 0,655
Verseilfaktor k = 0,860
Drahtfestigkeit R_o = 1960N/mm^2.

7. Erster Rechengang: Die C- Wert- Methode

Aus der Arbeitszeit und dem Lastkollektiv erfolgt eine Eingruppierung gemäß ISO 4301 in die zweithöchste Triebwerksgruppe M7. Der Zp- Wert der Triebwerksgruppe M7 ist 7,1 (Abb. 1).
Der Wert für C errechnet sich mit

$$K' = 0{,}665 \cdot 0{,}860 \cdot \pi / 4$$

und

$$Kr = 0{,}442.$$

zu

$$C = \sqrt{\frac{7{,}1}{0{,}442 \cdot 1960}}$$

und

$$C = 0{,}0905.$$

Der Mindestseildurchmesser errechnet sich somit zu

$$d = 0{,}0905 \cdot \sqrt{32000}\,\text{mm}$$

oder

$$d = 16{,}19\text{mm}.$$

Wir wählen einen Seilnenndurchmesser von dw= 17mm.

8. Zweiter Rechengang: Die Zp - Wert- Methode

Aus der Arbeitszeit und dem Lastkollektiv erfolgt eine Eingruppierung gemäß ISO 4301 in die zweithöchste Triebwerksgruppe M7. Der Zp- Wert der Triebwerksgruppe M7 ist 7,1 (Abb. 1).

Die Mindestbruchkraft F_0 des Drahtseiles errechnet sich somit zu

$$F_0 = 32000\text{N} \cdot 7{,}1$$

und

$$F_0 = 227{,}2\text{kN}.$$

Der Katalog des Drahtseilherstellers weist für die ausgewählte Seilkonstruktion in der vorgegebenen Festigkeit folgende Mindestbruchkräfte aus:

Nenndurchmesser 16mm: 224,9kN
Nenndurchmesser 17mm: 250,4kN
Nenndurchmesser 18mm: 282,5kN

Der kleinste Seilnenndurchmesser, der die geforderten Bedingungen erfüllt, ist also auch hier wieder der Durchmesser 17mm.

9. Die Berechnung von Trommel- und Scheibendurchmesser

Aus Tabelle 2 der ISO 4308 ermitteln wir für die Triebwerksgruppe M7 Beiwerte von

h1= 22,4 für die Seiltrommel

und

112 = 25 für die Seilscheibe.

Unser Trommeldurchmesser errechnet sich somit zu

$$D_1 \geq 22{,}4 \bullet 16{,}19\text{mm}$$

und

$$D1 \geq 363\text{mm}.$$

Wir wählen einen Trommeldurchmesser von 380mm.

Der Mindestscheibendurchmesser errechnet sich zu

$$D_2 \geq 25 \cdot 16{,}19\text{mm}$$

und

$$D_2 \geq 405\text{mm}.$$

Wir wählen einen Scheibendurchmesser von 420mm. Eine Berechnung nach der C-Wert-Methode führt hier zu kleineren Trommel- und Scheibenabmessungen als eine Berechnung nach der Zp- Wert- Methode, da im ersteren Fall der Minimaldurchmesser in die Berechnung eingeht (hier 16,19mm), im zweiten Fall der gewählte Seilnenndurchmesser (hier 17mm).

10. Vergleich der Ergebnisse:

Die Auslegung nach ISO 4308 führt nach beiden Rechengängen zu kleineren Seildurchmessern (d = 17mm) als eine Auslegung nach DIN 15020 (d = 22mm), selbst wenn der c- Wert der DIN 15020 umgerechnet wird (d = 18mm). Zu beachten ist ferner, daß in der ISO 4308 im Gegensatz zur DIN 15020 die Zahl der Biegewechsel pro Lastspiel für das höchstbeanspruchte Seilstück nicht berücksichtigt wird. Somit liegen, insbesondere bei Systemen mit vielen Seilscheiben, die Trommel- und Scheibendurchmesser in Seiltrieben nach ISO noch einmal deutlich niedriger als in Seiltrieben nach DIN 15 020.

Ingenieurbüro für Fördertechnik
Dipl.-Ing. Roland Verreet

Grünenthaler Str. 40a • 52072 Aachen
Tel.: 0241- 173147 • Fax: 0241- 12982
Mail: R.Verreet@t-online.de
www.seile.com