ICS 53.020.30

VDI-RICHTLINIEN

Dezember 2012
December 2012

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Drahtseile für Fördermittel

Wire ropes for materials-handling equipment

VDI 2358

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt Seite

Vorbemerkung . . . 3
Einleitung . . . 3
1 Anwendungsbereich . . . 4
2 Begriffe . . . 4
3 Formelzeichen, Kurzzeichen und Abkürzungen . . . 9
4 Allgemeines über Drahtseile . . . 12
5 Einteilung der Drahtseile nach ihrem Verwendungszweck . . . 13
5.1 Laufende Seile . . . 13
5.2 Stehende Seile . . . 14
5.3 Tragseile . . . 14
5.4 Anschlagseile . . . 14
6 Bauelemente . . . 14
6.1 Seildraht und Seildrahtausführungen . . . 14
6.2 Litze . . . 17
6.3 Einlagen . . . 21
6.4 Schmierstoffe . . . 23
7 Seilarten . . . 25
7.1 Spiralseile . . . 25
7.2 Rundlitzenseile . . . 26
7.3 Formlitzenseile . . . 27
7.4 Flechtseile . . . 28
7.5 Flachseile . . . 28
8 Rechengrößen . . . 29
8.1 Seilnenndurchmesser . . . 30
8.2 Seilquerschnitt . . . 30
8.3 Längengewicht . . . 30
8.4 Seilbruchkraft . . . 31
8.5 Verseilverlust . . . 33
8.6 Außendraht . . . 34

Contents Page

Preliminary note . . . 3
Introduction . . . 3
1 Scope . . . 4
2 Terms and definitions . . . 4
3 Symbols, short symbols and abbreviations . . . 9
4 General information about wire ropes . . . 12
5 Classification of wire ropes according to their purpose of use . . . 13
5.1 Running ropes . . . 13
5.2 Stationary ropes . . . 14
5.3 Suspension ropes . . . 14
5.4 Lifting slings . . . 14
6 Structural elements . . . 14
6.1 Rope wire and rope wire designs . . . 14
6.2 Strand . . . 17
6.3 Cores . . . 21
6.4 Lubricants . . . 23
7 Rope types . . . 25
7.1 Spiral rope . . . 25
7.2 Round strand ropes . . . 26
7.3 Shaped strand ropes . . . 27
7.4 Braided ropes . . . 28
7.5 Flat ropes . . . 28
8 Operands . . . 29
8.1 Nominal rope diameter . . . 30
8.2 Rope cross-section . . . 30
8.3 Length mass . . . 30
8.4 Rope breaking force . . . 31
8.5 Spinning loss . . . 33
8.6 Outer wire . . . 34

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Technische Logistik

VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 1: Krane

Frühere Ausgaben: 10.84; 03.10 Entwurf, deutsch
Former editions: 10/84; 03/10 Draft, in German only

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2012

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2012

Seite

9 Spannungen in den Seildrähten 34

10 Dehnungsverhalten von Drahtseilen 35
10.1 Bleibende Dehnung 36
10.2 Seilelastizitätsmodul 36
10.3 Querdehnung 38

11 Betriebs- und Lebensdauer 38
11.1 Betriebsdauer 38
11.2 Lebensdauer 38
11.3 Bedeutung und Durchführung der Lebensdaueruntersuchungen 38
11.4 Versuchsergebnisse 41
11.5 Übertragung der Versuchsergebnisse auf die Praxis 60

12 Bemessung der Seile und Seiltriebe 61
12.1 Allgemeines zur Bemessung der Seile . . 61
12.2 Der Begriff „Sicherheit“ bei Drahtseilen 62
12.3 Einsatzfälle, bei denen der Seildurchmesser über die Kennzahl *v* ermittelt wird 63
12.4 Seile für Krane, Winden, Elektrozüge 64
12.5 Bemessung der Durchmesser der Seilscheiben und -trommeln 68
12.6 Berechnung der Lebensdauer von laufenden Seilen 68

13 Empfehlungen für die Auswahl 70
13.1 Allgemeines 70
13.2 Seile für Krane 72
13.3 Seile für Bagger 78
13.4 Seile für Aufzüge 79
13.5 Seile für Seilbahnen 79
13.6 Seile für Schrapper 80
13.7 Seile für Stahlwasserbauten 81
13.8 Seile in der Schifffahrt 81
13.9 Bohrseile 82
13.10 Seilauswahltabelle für Krane und Hebezeuge 82

14 Drahtseile im Betrieb 83
14.1 Allgemeines 83
14.2 Drahtbrüche 83
14.3 Korrosion 86
14.4 Abrieb 87
14.5 Verformungen 88

15 Handhabung, Wartung und Überwachung . 93
15.1 Eingangskontrolle der Seile 93
15.2 Handhabung 93
15.3 Lagerung der Seile 94
15.4 Auflegen der Seile 94
15.5 Inbetriebnahme 97
15.6 Überwachung und Wartung 97

Page

9 Stresses in the rope wires 34

10 Elongation behaviour of wire ropes 35
10.1 Permanent elongation 36
10.2 Rope modulus of elasticity 36
10.3 Lateral elongation 38

11 Service life and lifetime 38
11.1 Service life 38
11.2 Lifetime 38
11.3 Significance and procedure of the lifetime examinations 38
11.4 Test results 41
11.5 Transfer of the test results onto practice 60

12 Dimensioning of the ropes and rope drives 61
12.1 General information pertaining to dimensioning of the ropes 61
12.2 The term “safety” in wire ropes 62
12.3 Use cases in which the rope diameter is determined with the help of the characteristic figure *v* 63
12.4 Ropes for cranes, winches, electric hoists 64
12.5 Dimensioning the diameters of sheaves and drums 68
12.6 Calculation of the lifetime of running ropes 68

13 Recommendations for selection 70
13.1 General 70
13.2 Ropes for cranes 72
13.3 Ropes for excavators 78
13.4 Ropes for elevators 79
13.5 Ropes for ropeways 79
13.6 Ropes for scrapers 80
13.7 Ropes for steel hydraulic structures . . 81
13.8 Ropes in inland water navigation . . . 81
13.9 Drilling ropes 82
13.10 Rope selection table for cranes and hoisting gear 82

14 Wire ropes in operation 83
14.1 General 83
14.2 Wire breaks 83
14.3 Corrosion 86
14.4 Abrasion 87
14.5 Deformation 88

15 Handling, maintenance and monitoring . . 93
15.1 Receiving inspection of the rope 93
15.2 Handling 93
15.3 Storage of the ropes 94
15.4 Putting the ropes into service 94
15.5 Commissioning 97
15.6 Monitoring and maintenance 97

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2012

Seite

16 Technische Daten für die Bestellung von Drahtseilen 104
16.1 Mindestangaben 104
16.2 Zusätzliche Angaben. 106
16.3 Bisher verwendete Seile 107
16.4 Verpackungsart. 107

Schrifttum 108

Page

16 Technical data for the ordering of wire ropes 104
16.1 Minimum specifications. 104
16.2 Additional information 106
16.3 Previously used ropes 107
16.4 Type of packaging 107

Bibliography 108

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Das Drahtseil ist eines der wichtigsten Elemente in der Fördertechnik. Es ist ein sehr sicheres und zuverlässiges Bauteil, das aber nur dann zufriedenstellend arbeitet, wenn der Seildurchmesser beanspruchungsgerecht ausgelegt, der Seiltrieb richtig dimensioniert und die für den jeweiligen Anwendungsfall zweckmäßige Seilkonstruktion gewählt wurden. Eine große Anzahl von Einflussgrößen ist bei der Seilauswahl mitbestimmend.

Betriebssicherheit und ein ungestörter Arbeitsablauf sind ferner nur dann gewährleistet, wenn das Bedienungspersonal und die Überwachungsorgane eines Betriebs mit allen wichtigen Fragen der Anwendung, Wartung und Überwachung von Drahtseilen vertraut sind. Es ist daher nützlich, wenn sich außer dem Konstrukteur auch der Benutzer mit dem elementaren Wissen über Drahtseile vertraut macht.

In dieser Richtlinie werden die seiltechnischen Begriffe, die gebräuchlichsten Seilarten, die Auswahl, Anwendung und Berechnung der Seile sowie ihr Verhalten im Versuch und praktischen Betrieb behandelt. Ferner wird die Ablegereife aufgrund von Drahtbrüchen, Abrieb, Korrosion und anderen Seilschäden er-

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

Introduction

The wire rope is one of the most important elements in materials handling technology. It is a very safe and reliable component, though it is satisfactory only if the rope diameter is designed to withstand stress placed thereon, the rope drive is dimensioned correctly and the rope design appropriate for the respective application case is chosen. A large number of influencing variables are decisive during rope selection.

Operational safety and undisturbed flow of work are furthermore guaranteed only if the operating staff and the monitoring organs of a factory are familiar with all the important issues of application, maintenance and monitoring of wire ropes. It is therefore useful if, in addition to the engineer, the user also familiarises himself with elementary knowledge about wire ropes.

With this in mind, the technical terms related to wire ropes, the most popular rope types, the selection, application and calculation of the rope as well as its behaviour during testing and in practical operation have been dealt with in this document. Furthermore, discard state due to wire breaks, wear, corrosion and

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2012

örtert und auf wichtige Normen und sicherheitstechnische Vorschriften hingewiesen.

Dem Sprachgebrauch im Seilbahnbau folgend – aber entgegen den meisten Normen – wird zwischen Seilscheiben und Seilrollen unterschieden. Demnach gilt:

- Die Seilscheibe lenkt das Seil um, wobei das Seil im Allgemeinen die Krümmung der Seilscheibe annimmt.
- Die Seilrolle belastet das Seil durch eine Querkraft, wobei das Seil im Allgemeinen die Krümmung der Seilrolle nicht annimmt.

1 Anwendungsbereich

Die erste Ausgabe der Richtlinie VDI 2358 erschien 1968. Sie hat im In- und Ausland große Beachtung gefunden, da in ihr in gedrängter Form der Stand der Technik auf dem Gebiet der Drahtseilforschung und -anwendung dargestellt und dem in der Praxis Stehenden wertvolle Informationen über Auswahl, Anwendung, Wartung und Überwachung von Drahtseilen gegeben wurden.

Die zweite Ausgabe erschien 1984. Sie erhielt einige für die Praxis wichtige technische Ergänzungen. Auch wurden die zwischenzeitlich neu erschienenen Normen mit aufgenommen und Hinweise auf sicherheitstechnische Vorschriften vertieft. Das Maßsystem wurde einheitlich auf die SI-Einheiten umgestellt.

Die nun vorliegende dritte Ausgabe enthält weitere für die Praxis wichtige technische Neuerungen. Breiten Raum nimmt das erweiterte Wissen um das Ermüdungsverhalten der Drahtseile ein. Bei den Normen wurde – soweit möglich – auf europäische Normen verwiesen.

Die Richtlinie ist keine Vorschrift und kann auch nicht feststehende Normen auf dem Gebiet der Drahtseile ersetzen. Mit der Herausgabe soll in erster Linie das Verständnis für das nicht immer leicht durchschaubare Element „Drahtseil“ vertieft werden.

other kinds of rope damage is discussed and important standards and technical safety regulations are pointed out.

Following the linguistic usage in ropeway engineering – but contrary to most norms – a distinction is made between rope sheaves and rope rollers. According to this:

- The rope sheave deflects the rope, in that the rope generally assumes the curvature of the rope sheave.
- The rope roller applies a transverse force on the rope, with the rope generally not assuming the curvature of the rope roller.

1 Scope

The first issue of the guideline VDI 2358 appeared in 1968. It attracted a lot of attention and interest within the country and abroad, since it represented the state of the art in the field of wire rope research and application in condensed form and provided the person handling this subject in practice with valuable information about selection, use, maintenance and monitoring of wire ropes.

The second issue appeared in 1984. It contained a few technical amendments important for practical handling of wire ropes. The new standards that had appeared meanwhile were also incorporated and notes on technical safety regulations were dealt with in greater detail. The system of units was converted to SI units for the purpose of standardisation.

The third issue now available contains additional innovations important for practical application. The elaborate knowledge about the fatigue behaviour of wire ropes is dealt with extensively. As far as possible, reference is made to European standards while citing standards.

The guideline is not a regulation and also cannot replace established standards in the field of wire ropes. The issue primarily attempts to delve deeper into the understanding of the element “wire rope”, which is not always clear.