

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREFaserseile
Beschreibung – Auswahl – Bemessung

VDI 2500

Fibre ropes
Description – selection – dimensioningAusg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Normative Verweise	4	2 Normative references	4
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5
4 Formelzeichen und Abkürzungen	7	4 Symbols and abbreviations	7
5 Werkstoffe	8	5 Materials	8
5.1 Naturfasern.....	9	5.1 Natural fibres	9
5.2 Chemiefasern	9	5.2 Synthetic fibres	9
5.3 HM-HT-Fasern	12	5.3 HM-HT fibres.....	12
5.4 Beschichtungen.....	15	5.4 Coatings	15
5.5 Vergleichende Übersicht von Faserstoffen.....	17	5.5 Comparative overview of different fibres.....	17
6 Konstruktionen	17	6 Rope construction	17
6.1 Seilaufbau	17	6.1 Rope structure.....	17
6.2 Gedrehte Faserseile	21	6.2 Twisted fibre ropes	21
6.3 Geflochtene Faserseile	24	6.3 Braided fibre ropes	24
6.4 Formstabilität	26	6.4 Dimensional stability	26
7 Kenngrößen	26	7 Characteristics	26
7.1 Konstruktive Kenngrößen	26	7.1 Design characteristics	26
7.2 Mechanische Kenngrößen.....	31	7.2 Mechanical characteristics.....	31
8 Bestimmung von Eigenschaften und Kenngrößen	32	8 Determination of characteristics and parameters	32
8.1 Allgemeines	32	8.1 General	32
8.2 Seilaufbau	33	8.2 Rope structure.....	33
8.3 Anzahl der Fadensysteme	34	8.3 Number of fibre systems.....	34
8.4 Flecht- oder Schlaglänge.....	34	8.4 Braid or lay length	34
8.5 Seilfeinheit (lineare Masse)	34	8.5 Rope fineness (linear density).....	34
8.6 Seildehnung	34	8.6 Rope elongation	34
8.7 Seilbruchkraft.....	35	8.7 Rope breaking load.....	35
8.8 Seillieferlänge	35	8.8 Delivered length	35
8.9 Drehverhalten.....	35	8.9 Rotational behaviour.....	35
8.10 Biegewechselverhalten.....	36	8.10 Bending fatigue resistance	36
8.11 Betriebs- und Lebensdauer.....	36	8.11 Service life and lifetime.....	36
8.12 Zugschwellverhalten	37	8.12 Tension-tension fatigue	37
8.13 UV-Stabilität.....	37	8.13 UV stability.....	37
8.14 Abrasionsverhalten	37	8.14 Abrasion resistance.....	37
8.15 Prüfung für dynamische Bergseile	38	8.15 Tests for dynamic mountaineering ropes	38
8.16 Werkstoffprüfungen.....	38	8.16 Materials testing	38

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Technische Logistik

VDI-Handbuch Technische Logistik, Band 1: Krane

Inhalt	Seite
9 Auswahl und Bemessung	39
9.1 Ausgangssituation	39
9.2 Vorgehensweise	40
9.3 Checkliste der Anforderungen	40
9.4 Sicherheitsfaktoren und Lebensdauer	41
10 Handhabung und Überwachung	42
10.1 Lagerung	42
10.2 Schädigende Einflüsse	42
10.3 Handhabung	43
10.4 Überwachung	44
11 Seilendverbindungen	45
11.1 Lösbare Seilendverbindungen	45
11.2 Nicht lösbare Seilendverbindungen	52
12 Hybridseile	56
Schrifttum	57
Anhang Checkliste der Anforderungen zur Auswahl und Bemessung von Faserseilen	59

Contents	Page
9 Selection and dimensioning	39
9.1 Initial situation	39
9.2 Approval procedure	40
9.3 Requirements checklist	40
9.4 Working coefficients and service life	41
10 Handling and inspection	42
10.1 Storage	42
10.2 Harmful influences	42
10.3 Handling	43
10.4 Inspection	44
11 Rope terminations	45
11.1 Removable rope terminations	45
11.2 Permanent rope terminations	52
12 Hybrid ropes	56
Bibliography	57
Annex Checklist of requirements for selecting and dimensioning fibre ropes	60

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

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

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2500.

Einleitung

Faserseile sind linienförmige biegeflexible Erzeugnisse, die vorwiegend Zugkräfte übertragen. Charakteristisch für Seile ist ein Aufbau aus mindestens drei Komponenten. Seilkomponenten können u.a. Garne, Zwirne oder Monofilamente sein. Faserseile werden durch Legen, Verdrehen, Flechten oder Kombination dieser Grundtechniken hergestellt. Zusätzliche Komponenten können beispielsweise auch durch Beschichtung oder Extrusion integriert werden. Nach DIN EN ISO 1968 ist der Durchmesser eines Faserseils größer als 4 mm. Die hier behandelten seiltechnischen Begriffe, Werkstoffe, Grundtechniken, Prüfverfahren und Schadensformen betreffen jedoch auch Erzeugnisse mit einem geringeren Durchmesser.

Für den praktischen Einsatz in den unterschiedlichen Anwendungsgebieten werden Faserseile in der Regel mit ergänzenden Komponenten, wie Endverbindungen, versehen. Je nach Anwendungsfall müssen diese Komponenten in die Betrachtungen zur Dimensionierung einbezogen werden. Derartig komplettierte Faserseile werden im Maschinenbau als „textiles Maschinenelement“ bezeichnet.

Ein textiles Maschinenelement ist ein Maschinenelement, dessen physikalische Funktion durch eine geeignete Anordnung textiler Fasern zu einem technischen Bauteil erfüllt wird.

Textile Maschinenelemente sind durch Aufnahmemöglichkeiten für kraft-, stoff- oder formschlüssige Kraftübertragung/-einleitung oder integrierte Anschlussmöglichkeiten zu benachbarten Baugruppen oder Bauteilen gekennzeichnet.

Die funktionsbestimmenden Eigenschaften eines textilen Maschinenelements sind zum Zweck seiner Reproduzierbarkeit und (nachbearbeitungsfrei-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard 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 standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

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

Further current information is available on the Internet at www.vdi.de/2500.

Introduction

Fibre ropes are linear, flexible products used mainly to transfer tensile forces. Ropes are typically constructed from at least three components. These components may consist of yarns, plied yarns, or monofilament. Fibre ropes are manufactured by laying, twisting, braiding, or a combination of these three basic technologies. Additional components can be incorporated by means of coating or extrusion, for example. According to DIN EN ISO 1968, a fibre rope has a diameter of more than 4 mm. The rope terms and definitions, materials, basic technologies, test methods, and types of damage described here also relate to products with a smaller diameter.

Fibre ropes are normally provided with additional components such as terminations to suit their various practical applications. Allowance must be made for these components when dimensioning ropes. Fibre ropes finished in this way are described as “textile machine elements” in the context of mechanical engineering.

A textile machine element is a machine element whose physical function is fulfilled by textile fibres suitably arranged to form a technical component.

Textile machine elements are characterised by their absorption capacity for transmitting energy through friction, cohesion, or geometry or to form an integrated connection to adjacent assemblies and components.

The functional characteristics of a textile machine element are defined for the purpose of reproducibility and interchangeability (without post-pro-

en) Austauschbarkeit definiert. So wird beispielsweise die Geometrie textiler Maschinenelemente in der Regel mittels eines Abmessungszuschnitts aus textilen Halbzeugen erzeugt.

Als physikalische Funktionen einer textilen Struktur können beispielsweise Kraft- und Momentübertragung, Filter- und Schutzfunktion sowie Medienleitung umgesetzt werden. Daraus lassen sich die erforderlichen funktionsbestimmenden Eigenschaften ableiten, ausgehend von den geometrischen Abmessungen über Festigkeits- und Steifigkeitswerte, Masseverteilung bis hin zu speziellen Kenngrößen der Kriech- oder Verschleißbeständigkeit [1].

Dem Sprachgebrauch bei Drahtseilen folgend – aber entgegen einiger Faserseilnormen – werden die Seilzugkraft stets mit S anstatt mit F und der Seilnennendurchmesser stets mit d anstatt mit d_N bezeichnet.

Dem Sprachgebrauch im Seilbahnbau folgend (siehe DIN EN 1907) – 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

Diese Richtlinie enthält sämtliche für die Praxis wichtigen technischen Neuerungen. Bei den Normen wurde – soweit möglich – auf europäische Normen verwiesen.

Mit der Herausgabe soll in erster Linie das Verständnis für das nicht immer leicht durchschaubare Element „Faserseil“ vertieft werden.

cessing). For example, the geometry of textile machine elements is usually generated by means of a blank cutout of textile semifinished products.

Examples of the physical functions of a textile structure include the transmission of force and momentum, filtration and safety functions, and the conveyance of media. From this, it is possible to derive the characteristics which determine the structure's function – from geometric dimensions, strength and stiffness values, and mass distribution to special characteristics such as creep or wear resistance [1].

Borrowing from the language of wire ropes – but contrary to some fibre rope standards – in this standard the rope line pull is indicated by S rather than F and the rope nominal diameter by d instead of d_N .

Borrowing similarly from the language of cableway constructions (see DIN EN 1907) – but contrary to most standards – the following distinction is made between rope sheaves and pulleys:

- The sheave redirects the rope so that the rope generally absorbs the curvature of the sheave.
- The pulley exerts a lateral force on the rope so that the rope does not generally absorb the curvature of the pulley.

1 Scope

This standard covers all the technical innovations that have a bearing on practical applications. References are made to European standards wherever possible.

Its main aim is to deepen our understanding of the “fibre rope” element, which is not always easily understood.