



ORIGINALBETRIEBS- UND WARTUNGSANLEITUNG

für Stahlseile auf Kranen, Winden und Hebezeugen

INHALT

INHALT	2
1. TEUFELBERGER-REDAELLI - FÜHREND BEI HOCHLEISTUNGS-STAHLSEILEN MIT MEHRWERT	5
2. EINFÜHRUNG IN DIESES HANDBUCH	6
2.1 Geltungsbereich	6
2.2 Zielgruppen	6
2.3 Referenzunterlagen	6
2.4 Zeichen & Symbole	7
3. GESUNDHEIT, SICHERHEIT UND UMWELT	8
3.1 Management von Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltthemen	8
3.2 Vorsichtsmaßnahmen / Sicherheitsanweisungen	8
3.3 Bestimmungsgemäße Verwendung	9
3.4 Betriebliche Schutzmaßnahmen	9
3.5 Medizinische Notfallmaßnahmen	10
3.6 Sicherheitshinweis - Brand- oder Explosionsgefahr	10
3.7 Entsorgung des Produkts bzw. des Verpackungsmaterials	10
4. SEILAUSWAHL	11
4.1 Definitionen	11
4.2 Seilendverbindungen	21
4.3 Anleitung zur Seilauswahl	26
5. VERPACKUNG, TRANSPORT, HANDHABUNG UND LAGERUNG	34
5.1 Produktkennzeichnung	34
5.2 Seilverpackung	35
5.3 Handhabung	35
5.4 Lagerung	39
6. MONTAGE	41
6.1 Vorabprüfung	41
6.2 Prüfung der wichtigsten Eigenschaften des Stahlseils	41
6.3 Abspulen / abwickeln	47
6.4 Herstellung der Endverbindungen	50
6.5 Einsicherung	51
6.6 Mehrlagenwicklung	55
6.7 Empfehlung für optimales Wickeln von Seilen in Mehrlagen-Anwendungen auf einfachen tonnenförmigen Trommeln während der Montage	56
6.8 Empfehlung: Seilmontage auf Mehrlagentrommeln für Auslegerverstellseile	59
6.9 Aufwickeln unter Spannung	60
6.10 Nach erfolgter Montage	61
6.11 Erstbetrieb	62

INHALT

7.	INSPEKTION UND PERIODISCHE WARTUNG	63
7.1	Für die Inspektion erforderliche Werkzeuge	64
7.2	Wartung nach langer Lagerung	64
7.3	Empfohlene Inspektionsintervalle	66
7.4	Inspektionsvorbereitungen	66
7.5	Übersicht über die Inspektionen	67
8.	STRATEGISCHE UND PRÄVENTIVE WARTUNG	72
8.1	Reinigung	72
8.2	Nachschmierung	72
8.3	Entfernung von Enden gebrochener Drähte	75
8.4	Slip and Cut (Prozess)	75
8.5	Kürzen des Seils	75
8.6	Austausch des Seils	75
9.	PROBLEMBEHEBUNG UND ABLEGEKRITERIEN	76
9.1	Allgemeines	76
9.2	Gebrochene Drähte	76
9.3	Abnahme des Seildurchmessers	81
9.4	Bruch von Litzen	83
9.5	Korrosion	84
9.6	Welligkeit	87
9.7	Korbbildung	88
9.8	Austritt oder Verformung von Kernen/Litzen	89
9.9	In Schlaufen vom Seil hervorstehende Drähte	90
9.10	Lokale Zunahme des Seildurchmessers	90
9.11	Abplattung oder Quetschung	91
9.12	Klanke (hervorstehende Litze(n)) oder zugezogene Seilschlinge	92
9.13	Knicke im Seil	93
9.14	Beschädigung durch Hitze oder elektrische Lichtbögen	94
9.15	Verlängerung des Seilschlags	95
9.16	Schockbelastung	95
10.	ERFORDERLICHE BESTELLINFORMATIONEN	96
10.1	Austausch gegen ein Seil desselben Typs	96
10.2	Austausch gegen ein Seil eines anderen Typs	96
11.	AUSSERBETRIEBNAHME	97

WARNHINWEIS

Die Verwendung dieser Produkte kann gefährlich sein. Verwenden Sie unsere Produkte daher immer nur für die vorgesehenen Zwecke. Der Kunde hat dafür zu sorgen, dass alle Benutzer dieser Produkte mit der korrekten Anwendung und den diesbezüglich notwendigen Sicherheitsvorkehrungen vertraut sind. Bedenken Sie, dass jedes dieser Produkte Schaden verursachen kann, wenn es falsch verwendet oder überbeansprucht wird.

TEUFELBERGER® und 拖飞宝®, REDAELLI®, PLASTFILL®, SUPERFILL®, DUOFILL®, FLEXPACK®, PACK® und IPERFLEX® sind international eingetragene Marken der TEUFELBERGER-Gruppe. LEBUS® ist eine Marke von LEBUS International.

Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Copyright © 2019 Teufelberger-Redaelli

Ohne Genehmigung von Teufelberger-Redaelli darf weder dieses Dokument noch ein Teil davon in irgendeiner Form vervielfältigt werden. Ebenso wenig dürfen Informationen daraus an Dritte weitergegeben bzw. darin beschriebene Methoden, Abläufe oder Tests durchgeführt werden.

Teufelberger-Redaelli behält sich das Recht vor, das vorliegende Dokument jederzeit ohne vorherige Ankündigung zu ändern. Technische Änderungen, Satz- und Druckfehler vorbehalten.

1. TEUFELBERGER-REDAELLI - FÜHREND BEI HOCH- LEISTUNGS-STAHLSEILEN MIT MEHRWERT

Teufelberger-Redaelli auf den Punkt gebracht

Wir von **Teufelberger-Redaelli** verstehen Ihre täglichen Herausforderungen und lösen sie gemeinsam mit Ihnen. Wir entwickeln und produzieren Hochleistungs-Stahlseile mit Mehrwert für Effizienz und Sicherheit bei der Anwendung. Erwarten Sie ruhig mehr: von unseren innovativen Stahlseilen, unseren Serviceleistungen und unseren erfahrenen Experten in Entwicklung, Anwendungstechnik und Vertrieb – weltweit. Als Familienunternehmen sind uns langfristige, erfolgreiche Geschäftsbeziehungen besonders wichtig. Unser Engagement beginnt und endet nicht mit der Bereitstellung hervorragender Stahlseile, sondern wir begleiten Sie durch Ihren gesamten Arbeitsprozess, wenn es um Effizienz und Kostenoptimierung geht.

Service und Support vor und nach der Wahl des Stahlseils

Wir wissen, dass ein Hochleistungs-Stahlseil sein ganzes Potential nur entfalten kann, wenn auch die Krananlagen optimal darauf abgestimmt sind und die Installation fachgerecht erfolgt ist. Wir bieten daher auch Unterstützung bei der Projektierung, bei der Montage und bei der sorgfältigen Handhabung danach für eine möglichst lange Einsatzzeit. Denn die Anschaffungskosten sind letzten Endes nur die Spitze des Eisbergs.

Anwendungsspezifisches (felderprobtes) Fachwissen und Produktportfolio

Bei Teufelberger-Redaelli müssen Sie sich über die richtigen Entscheidungen keine Gedanken machen. Das erledigen wir für Sie. Unsere Spezialisten wissen, worauf es bei Ihrer Anwendung ankommt, und können so eine klare Produktempfehlung aussprechen. Jeder einzelne Anwendungsfall verlangt eine bestimmte, individuelle Lösung. Die drehungsfreien und nicht drehungsfreien Hochleistungs-Stahlseile von Teufelberger-Redaelli kommen bei einer Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz:

- Schwerlast-Hebeanwendungen am Bau, beim Güterumschlag in Häfen und auf Schiffen sowie in industriellen Nischen
- Krane in Offshore- und Onshore-Anwendungen
- Bergbau
- Personen- und Materialseilbahnen
- Forstkrane und -Winden
- als persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz

Vier Produktionsstandorte für Stahlseile und gemeinsam mehr als 425 Jahre Erfahrung in der Seilherstellung ergeben ein geballtes Know-how und einen erprobten Produktionsstandard, der seinesgleichen sucht. Das bringt ein hohes Maß an Flexibilität mit sich, das uns kurze Lieferzeiten ermöglicht.

2. EINFÜHRUNG IN DIESES HANDBUCH

2.1. GELTUNGSBEREICH

Dieses Dokument definiert die Grundsätze für Pflege und Wartung sowie Überprüfung und Ablage von Stahlseilen von Teufelberger-Redaelli die auf Kranen, Winden und Hebezeugen zum Einsatz kommen.

① Als langjähriger Hersteller und Lieferant von Drahtseilen sind unsere Empfehlungen unverbindliche Erfahrungswerte.

- ▶ Bitte beachten Sie die Besonderheiten Ihrer Anlage.
- ▶ Kontaktieren Sie uns, um ausgehend von den neuesten Erfahrungswerten das für Sie optimale Seil zu finden.
- ▶ Schreib- und Druckfehler vorbehalten.
- ▶ Gleichschlagseile dürfen nur bei Mehrlagenwicklung (auf der Trommel) eingesetzt werden bzw. müssen regelmäßig zerstörungsfreien Prüfungen (MRT - magnetische Seilprüfung) unterzogen werden.

2.2. ZIELGRUPPEN

Die folgende Tabelle fasst die Zielgruppen zusammen, für die dieses Dokument gedacht ist, und beschreibt kurz die im Handbuch enthaltenen Informationen zum besseren Verständnis des Produkts.

Zielgruppe	Information
Erstausrüster	Produkthandhabung, Montage, Wartung und Verwendung
Monteur	Produkthandhabung, Montage und Wartung
Endanwender	Verwendung und Wartung des Produkts

Tabelle 1 - Zielgruppen dieses Dokuments

2.3. REFERENZDOKUMENTE

Zu diesem Handbuch gibt es folgende Referenzunterlagen:

Dokumentation	Beschreibung
Seilzertifikate	Beinhalten spezifische technische Seildaten
Seildatenblätter	Beinhalten allgemeine technische Seildaten
Vertrag	Beinhaltet die vertraglich vereinbarten Daten
Zubehörkataloge	Beinhalten technische Informationen zum Zubehör

Tabelle 2 - Referenzdokumente

2.4. ZEICHEN & SYMBOLE

Die unten stehende Tabelle fasst die in diesem Dokument verwendeten Zeichen & Symbole zusammen und soll das Lesen und Verstehen erleichtern.

Symbol	Bedeutung
✓ Voraussetzung	Erforderliche Bedingung, die vor einer Tätigkeit erfüllt sein muss
► Tätigkeit	Einmalige Tätigkeit
▷ Vorbeugende Maßnahme ▷ Vorgeschlagene Tätigkeit	Warnhinweis: unter gewissen Voraussetzungen ausgeübte Tätigkeit Infokasten: vorgeschlagene Tätigkeit
1. Schritt	Ein Schritt in einer Reihe von Tätigkeiten
– Teilschritt	Zusätzliche Schritte einer Tätigkeit oder eines Schrittes
Zwischenergebnis	Ergebnis eines Schrittes
↪ Ergebnis	Ergebnis einer Tätigkeit oder einer Reihe von Tätigkeiten
• Liste	Liste von Elementen
– Teilliste	Zusätzliche Elemente eines Listeneintrags

Tabelle 3 - In diesem Dokument verwendete Zeichen & Symbole

⚠ GEFAHR! Art und Quelle einer Gefahrensituation, die bei Nichtbeachtung zum Tod oder schweren Verletzungen führt.

- Mögliche Konsequenzen (unbestimmt)
- ▷ Vorbeugende Maßnahme

⚠ WARNHINWEIS! Art und Quelle einer Gefahrensituation, die bei Nichtbeachtung zum Tod oder schweren Verletzungen führen kann.

- Mögliche Konsequenzen (unbestimmt)
- ▷ Vorbeugende Maßnahme

⚠ VORSICHT! Art und Quelle einer Gefahrensituation, die bei Nichtbeachtung zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen kann.

- Mögliche Konsequenzen (unbestimmt)
- ▷ Vorbeugende Maßnahme

HINWEIS! Art und Quelle einer Gefahrensituation, die nicht zu Körperverletzung führt.

- Mögliche Konsequenzen (unbestimmt)
- ▷ Vorbeugende Maßnahme

ℹ Nützliche Anregung und zusätzliche Information

- ▷ Vorgeschlagene Tätigkeit

Aufbewahrung der Gebrauchsanleitung

- Lesen Sie diese Anleitung sorgfältig, bevor Sie das Produkt verwenden.
- Heben Sie diese Anleitung zur späteren Verwendung auf.

3. GESUNDHEIT, SICHERHEIT UND UMWELT

3.1. MANAGEMENT VON GESUNDHEITS-, SICHERHEITS- UND UMWELTTHEMEN

Durch ein effektives Management von Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltthemen (GSU) werden GSU-Überlegungen strukturiert und hierarchisch in Geschäftsabläufe auf Unternehmens- und Betriebsebene eingegliedert.

3.2. VORSICHTSMASSNAHMEN / SICHERHEITSANWEISUNGEN

Das Produkt wurde mit neuester Technologie und nach anerkannten Sicherheitsregeln konzipiert und hergestellt. Bei genauer Einhaltung der in diesem Handbuch enthaltenen Empfehlungen und Anweisungen kann das Produkt vollkommen sicher eingesetzt werden.

Teufelberger-Redaelli übernimmt keinerlei Verantwortung für mögliche Personen- oder Sachschäden, die auf einen Betrieb des Produkts unter Missachtung der in diesem Kapitel genannten Anweisungen zurückzuführen sind.

- ▶ Stellen Sie sicher, dass das Produkt nur von befugten und speziell geschulten Personen montiert, verwendet und gewartet wird.
- ▶ Beachten Sie unbedingt die Sicherheitsvorschriften zur Vermeidung von Gefahrensituationen.
- ▶ Bevor Sie die Anlagen verwenden, in denen das Produkt verbaut ist, tun Sie Folgendes:
 - Lesen Sie das Benutzerhandbuch sorgfältig.
 - Erkundigen Sie sich über die Bedienung und Anordnung bestimmter Not-Halt-Taster und ähnlicher Einrichtungen.
 - Erkundigen Sie sich über Schutz- und Sicherheitseinrichtungen auf der Anlage, ihre Anordnung und ihre Bedienung.
- ▶ Vor einem Eingriff prüfen Sie Folgendes:
 - Der allgemeine Geräteschalter steht auf AUS und es wurden angemessene Präventionsmaßnahmen (Schilder, Absperreinrichtungen, etc.) zur Verhinderung eines unbeabsichtigten Anlaufens der Anlage während des Eingriffs getroffen.
 - Sorgen Sie dafür, dass die Sicherheit der Bediener während der Montage gewährleistet ist, indem sie die richtige Bewegung der rotierenden Teile der Maschine bei eingeschaltetem Hauptschalter einstellen bzw. prüfen.
- ▶ Schalten Sie die Anlage vor Beginn der Montage- oder Wartungsarbeiten ab.
- ▶ Beachten Sie die Anweisungen in den entsprechenden Warnhinweisen während der Wartung, Inspektion und Reparatur.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass das Personal über potenzielle Gefahren Bescheid weiß, die während der Montage, Verwendung und Wartung auftreten können.
- ▶ Arbeiten Sie stets mit höchster Aufmerksamkeit und Vorsicht.
- ▶ Wenn Schutzeinrichtungen in Ausnahmesituationen zur Durchführung spezieller technischer Instandsetzungseingriffe teilweise oder vollständig geöffnet oder entfernt werden müssen, beachten Sie Folgendes: Montieren Sie die entsprechenden Schutzeinrichtungen sofort nach Abschluss der Arbeiten wieder an Ort und Stelle.

- ▶ Bei der Wiederherstellung der ursprünglichen Arbeitsbedingungen vergewissern Sie sich, dass die üblichen Sicherheitsbedingungen am Ende des Arbeitsvorgangs wieder gewährleistet sind.
- ▶ Sorgen Sie dafür, dass auf oder in der Anlage nach dem Eingriff keine Fremdkörper zurückbleiben (mechanische Teile, Werkzeuge oder Geräte, die während des Arbeitsvorgangs benutzt wurden).
- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Anlage, in der das Produkt verbaut ist, entsprechend den Anweisungen im jeweiligen Handbuch ordnungsgemäß betrieben wird.
- ▶ Stellen Sie sicher, dass das Personal über die richtige Verwendung aller Sicherheitseinrichtungen für die dazugehörigen Anlagen Bescheid weiß.

3.3. BESTIMMUNGSGEMÄSSE VERWENDUNG

Das Produkt wurde ausschließlich für die Durchführung von Arbeiten laut Angaben auf dem Titelblatt entwickelt.

Die Verwendung des Produkts für einen anderen als den vorgesehenen Zweck gilt als Fehlgebrauch. Teufelberger-Redaelli übernimmt keinerlei Haftung für mögliche Folgen eines Fehlgebrauchs.

3.4. BETRIEBLICHE SCHUTZMASSNAHMEN

⚠ VORSICHT! Beim Bearbeiten von Drahtseilen wie z.B. Schneiden, Schweißen, Schleifen oder Reinigen können Staub und Dämpfe entstehen, dessen bzw. deren Bestandteile die Gesundheit der betroffenen Arbeiter gefährden können.

- ▶ Bei Arbeiten, die eine Gefahr für die Augen darstellen, ist Schutzausrüstung zu verwenden.
- ▶ Während des Schweißens oder Brennens ist eine Schweißhaube zu tragen.
- ▶ Staub oder Dämpfe in der Luft sind mittels einer allgemeinen und lokalen Entlüftung unter den etablierten Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) zu halten.
- ▶ Bei Überschreitung der AGW müssen die Bediener zugelassene Staub- bzw. Atemschutzmasken tragen.

⚠ VORSICHT! Trotz aller Sorgfalt bei der Herstellung können gebrochene Drähte und damit scharfe Enden auftreten. Diese scharfen Enden können Verletzungen verursachen.

- ▶ Verwenden Sie bei Bedarf Handschuhe und andere Schutzutensilien.

⚠ VORSICHT! Die Oberflächen von Drahtseilen können heiß sein, wenn sie hohen Temperaturen ausgesetzt sind.

- ▶ Verwenden Sie bei Bedarf Handschuhe und andere Schutzutensilien.

3.5. MEDIZINISCHE NOTFALLMASSNAHMEN

Einatmen

- ▷ Gehen Sie an die frische Luft. Suchen Sie einen Arzt auf.

Haut

- ▷ Waschen Sie betroffene Bereiche gründlich mit Seife und Wasser.

Augen

- ▷ Spülen Sie Partikel mit fließendem Wasser aus. Suchen Sie einen Arzt auf.

Einnahme

- ▷ In dem unwahrscheinlichen Fall, dass eine bestimmte Menge des Seils oder seiner Bestandteile eingenommen wurde, suchen Sie einen Arzt auf.

3.6. SICHERHEITSHINWEIS - BRAND- ODER EXPLOSIONSGEFAHR

Im festen Zustand stellen die Stahlbestandteile des Seils keine Brand- oder Explosionsgefahr dar. Die vorhandenen organischen Elemente, z.B. Schmiermittel, natürliche oder synthetische Fasern oder anderes natürliches oder synthetisches Füll- und Mantelmaterial können brandfördernd wirken.

3.7. ENTSORGUNG DES PRODUKTS BZW. DES VERPACKUNGSMATERIALS

Das Produkt bzw. das Verpackungsmaterial kann vom Eigentümer, von Teufelberger-Redaelli oder einem befugten Dritten gemäß den örtlichen Vorschriften entsorgt werden.

- ▶ Beachten Sie die umweltschonenden Regelungen vor Ort zur Entsorgung des Verpackungsmaterials und der gebrauchten Seile.
- ▶ Zur Verhinderung von schweren Umweltschäden bzw. Körperverletzungen: Lassen Sie kein Verpackungsmaterial bzw. keine gelieferten Produkte in der Umwelt zurück.

4. SEILAUSWAHL

4.1. DEFINITIONEN

4.1.1. DRAHTSEIL

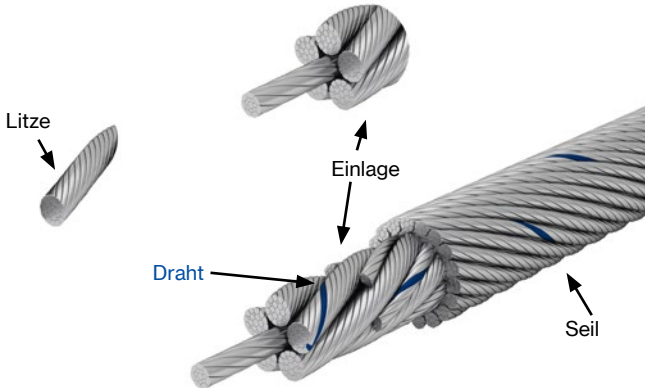


Abb. 1 - Elemente eines Drahtseils

Ein Stahlseil ist ein komplexer Teil einer Maschine und kann je nach Typ eine Vielzahl verschiedener Materialien enthalten. Es handelt sich dabei um einen mechanischen Bestandteil, der Kräfte überträgt und entlang seiner Achse verlagert.

Der Hauptbestandteil eines Stahlseils ist Karbonstahl, der in manchen Fällen mit Zink oder der Zinklegierung Zn95/Al5 ummantelt ist. Die Bestandteile eines typischen Stahlseils neben den Außenlitzen sind die Einlage, die ebenfalls aus Karbonstahl oder alternativ aus Natur- oder Synthetikfasern bestehen kann, weiters der (die) Seilschmierstoff(e) sowie, je nachdem, eine innere Füllung oder äußere Ummantelung.

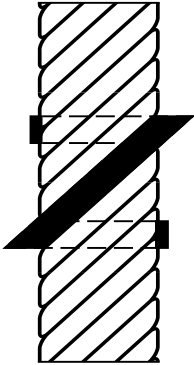
Die Elemente des Drahtseils sind in Wendelform angeordnet. Auf diese Weise werden die wichtigsten Eigenschaften erzielt:

- Fähigkeit zur Aufnahme der Axialkräfte (hochbeständige Drähte)
- Flexibilität (dünne Drähte, die für eine Wicklung mit geringen Durchmessern geeignet sind)
- Antirotationsverhalten (geeignete Anordnung der Litzen in jeweils entgegengesetzter Richtung)
- Einfache Handhabung (Kombination aus dünnen Drähten, Anordnung der Litzen und deren Vorformung)
- Widerstand gegen dynamische Beanspruchung (aufgrund von Beschleunigung oder Abbremsung)
- Widerstand gegen Querdruck

ⓘ Seile aus Drähten aus unlegiertem, beschichtetem oder rostfreiem Stahl im Anlieferungszustand gelten nicht als Gesundheitsrisiko. Bezüglich Kunststoffe und Schmiermittel verweisen wir auf die Sicherheitsdatenblätter der Lieferanten.

⚠ VORSICHT! Beim Bearbeiten von Drahtseilen wie z.B. Schneiden, Schweißen, Schleifen oder Reinigen können Staub und Dämpfe entstehen, dessen bzw. deren Bestandteile die Gesundheit der betroffenen Arbeiter gefährden können.

4.1.2. SCHLAGRICHTUNG



1 Rechtsgängig (z)



2 Linksgängig (s)

Abb. 2 - Schlagrichtung



1 Kreuzschlagauführung rechtsgängig (sZ oder RHRL)

2 Kreuzschlagauführung linksgängig (zS oder LHRL)

3 Gleichschlagauführung rechtsgängig (zZ oder RHLL)

4 Gleichschlagauführung linksgängig (sS oder LHLL)

Abb. 3 - Schlag (Drahtseile)

Üblicherweise wird der Schlag der Drähte in der Litze zuerst angegeben (Kleinbuchstaben), gefolgt vom Schlag der Litzen im Drahtseil (Großbuchstaben)

4.1.3. LITZEN

Die Hauptbestandteile eines Drahtseils sind die Drähte. In sogenannten Litzenseilen (siehe Kapitel 4.1.7) werden diese Drähte zu Litzen geformt. Bei der Seilherstellung werden die einzelnen Litzen dann zum endgültigen Drahtseil verseilt. Neben verschiedenen Litzenkonstruktionen (siehe Tabelle 4) sind die Hauptmerkmale einer Litze ihr Durchmesser und ihre Schlaglänge.

Die verschiedenen Litzentypen dienen folgenden Zwecken:

- Optimale Füllung des gewünschten Abschnitts
- Lineare Abstützung zwischen den Lagen
- Gewährleistung der erforderlichen Beständigkeit gegen Querdruk

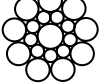
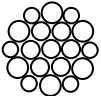
Form	Beschreibung	Symbol	Beispiele
	Einlagig	N	1-6
	Seale	S	1-9-9
	Warrington	W	1-6-6+6
	Filler	F	1-6-6F-12
	Warrington-Seale	WS	1-6-6+6-12 (hier abgebildet) 1-7-7+7-14 (gängigste Variante)

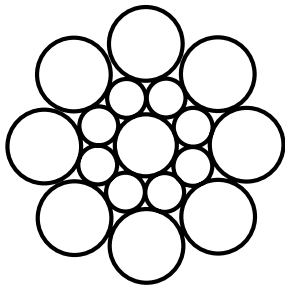
Tabelle 4 – Grundsätzliche Litzentypen (Beispiele)

- Normal (N): Die Schlaglänge jeder Drahtlage kann unterschiedlich sein.
- Seale (S): Die Anzahl der Drähte in der äußeren Lage entspricht der Anzahl in der inneren Lage. Die Schlaglänge aller Drähte ist gleich.
- Warrington (W): Die äußere Lage besteht aus doppelt so vielen Drähten wie die innere. Die Schlaglänge aller Drähte ist gleich.
- Filler (F): Die äußere Lage besteht aus doppelt so vielen Drähten wie die innere mit zusätzlichen Füll-drähten.
- Warrington-Seale (WS): Die Warrington-Seale-Litze besteht aus einem Warrington-Aufbau im Inneren sowie einer zusätzlichen Außendrahtlage (ähnliche wie beim Seale-Aufbau). Der Warrington-Seale-Aufbau ist eine der gängigsten Aufbauvarianten.

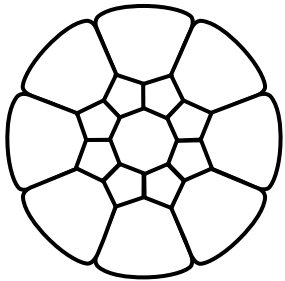
4.1.4. SUPERFILL®-VERDICHTUNGSTECHNOLOGIE

SUPERFILL® ist ein Kaltverformungsverfahren zur Litzenverdichtung, das in enger Zusammenarbeit mit Universitäten und unabhängigen Forschungsinstituten entwickelt wurde. Jede Litze des Seils wird in einem speziellen Verfahren verdichtet, um dadurch die Eigenschaften des Seils entscheidend zu verbessern:

- um bis zu 30% höhere Bruchkräfte als unverdichtete Seile
- höhere Lebensdauer aufgrund geringerer innerer Belastung durch Schaffung größerer Auflagezonen zwischen den Drähten und somit Ausgleich der Druckverteilung auf die Drähte
- Einsatz von kleineren Seildurchmessern bei gleicher Bruchkraft (wichtig für neue Krankonstruktionen)
- weniger Abrieb am Seil und an den Seilrollen und -trommeln dank der glatten Seiloberfläche
- durchgängig konstanter Drahtseildurchmesser für lange Längen und Erhöhung der Formstabilität bei Querbeanspruchung



ohne SUPERFILL®



mit SUPERFILL®

Abb. 4 SUPERFILL®-Verdichtungstechnologie

4.1.5. DUOFILL®-VERDICHTUNGSTECHNOLOGIE

DUOFILL® ist eine von Teufelberger-Redaelli entwickelte spezielle Doppelverdichtungstechnologie. Jede einzelne Litze sowie das gesamte Seil selbst werden in einem speziellen Fertigungsverfahren verdichtet. Dadurch ergeben sich folgende Vorteile:

- höchste Bruchfestigkeit infolge maximaler Verdichtung
- höhere Lebensdauer für Mehrlagenanwendungen mit extremen Zugkräften aufgrund der sehr glatten Oberfläche
- verbesserte Widerstandsfähigkeit gegen Quetschung aufgrund hoher Formstabilität

4.1.6. SEILEINLAGE

Die Seileinlage ist der zentrale Bestandteil eines Litzenseils. Um sie herum sind die Litzen wendelförmig angeordnet. Im Normalfall besteht die Einlage aus Fasern (FC) oder aus Stahldrähten (WSC, IWRC).

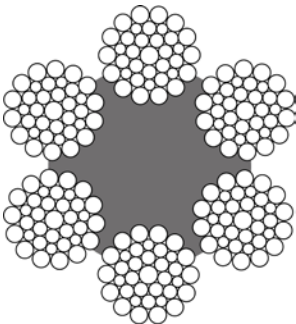


Abb. 5 - Fasereinlage (FC)

Fasereinlagen (FC) können aus Naturfasern (NFC) oder aus synthetischen Fasern (SFC) bestehen und haben den Vorteil, dass sie eine relativ große Menge Schmierstoff einlagern können. Während der Lebensdauer eines Drahtseils verringert sich der Durchmesser der Fasereinlage. Daher muss der Raum zwischen den Litzen so groß sein, dass es entweder zu keinem Kontakt zwischen den Litzen kommt oder zumindest starker Druck zwischen ihnen vermieden wird. Die Beständigkeit des Drahtseils wird weitgehend von der Dimension und Form der Fasereinlage beeinflusst.

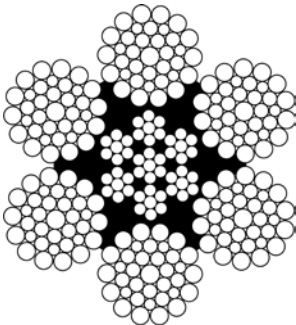
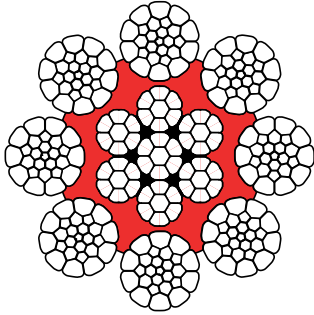


Abb. 6 - Gesondert verseilte Stahleinlage (IWRC)

Stahleinlagen werden aus Stahldrähten entweder als Stahllitzeneinlage (WSC) oder noch häufiger als gesondert verseilte Stahleinlage (IWRC) hergestellt. Eine Stahllitzeneinlage (WSC) wird nur für sehr dünne Seile oder Mehrlitzenseile verwendet. Im Gegensatz zu Drahtseilen mit Fasereinlage weisen Drahtseile mit gesondert verseilter Stahleinlage nur sehr kleine Zwischenräume zwischen den Außenlitzen auf und verhindern so seitliche Litzenbewegungen, wenn das Seil über die Seilrollen läuft. Der wesentliche Vorteil einer Stahleinlage im Vergleich zur Fasereinlage ist die höhere Querdrukstabilität und Bruchkraft des Drahtseils.



Die Stahlseileinlage kann mit einem kompakten Polymermantel (EPIWRC) umhüllt sein – die Teufelberger-Redaelli PLASTFILL®-Technologie.

Diese Technologie garantiert, dass die Außenlitzen wie bei der Fasereinlage gut in den Kunststoff eingebettet sind und somit gleichbleibende Abstände gewährleistet sind.

Abb. 7 - EPIWRC

ⓘ Im Anlieferungszustand stellen die für die Seileinlage verwendeten Werkstoffe keine Gesundheitsgefährdung bei der Handhabung des Seils dar.

⚠ **VORSICHT!** Die hauptsächliche Gefahr besteht im Einatmen von Dämpfen, die durch Hitze hervorgerufen werden, beispielsweise beim Schneiden des Seils mit einem Scheibenschneider. Unter diesen Bedingungen können Naturfasern Kohlendioxid, Wasser und Asche freisetzen, während bei Kunststoffmaterialien toxische Dämpfe auftreten können.

4.1.7. SEILARTEN

Drahtseile können in viele verschiedene Arten unterteilt werden. Die wichtigste Seilart für Hebezeuge ist das „Litzenseil“. Daneben gibt es noch das „Spiralseil“, das allerdings nur selten für diese Anwendung eingesetzt wird.

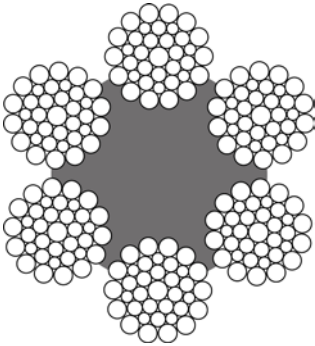


Abb. 8 - Litzenseil

Litzenseile werden durch die spiralförmige Anordnung der Litzen in einer oder mehreren Lage(n) um eine Einlage gebildet. Eine hohe Anzahl an Litzen gewährleistet hohe Flexibilität sowie Querdruck- und Verschleißbeständigkeit. Durch die verdichteten Litzen ergibt sich eine glattere und größere Oberfläche, was zu größeren Kontaktbereichen zwischen den Drähten führt.

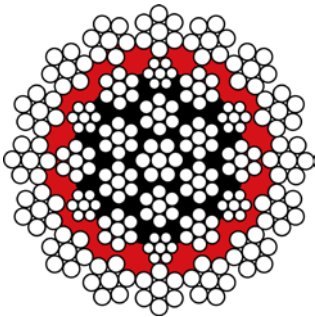


Abb. 9 - Drehungsfreies Seil

Drehungsfreie Seile

Drehungsfreie Seile sind eine spezielle Art von Litzenseil. Da sie für das Tragen von Lasten ohne Verdrehenschutz bestimmt sind, müssen sie weitgehend drehungsfrei sein. Das wird durch eine gegenläufige Schlagrichtung der Stahleinlage und der äußeren Litzenlagen sowie durch eine ausgewogene Verteilung der Querschnitte in diesen Seilkomponenten erreicht.

Seile von Teufelberger-Redaelli sind weitgehend drehmomentbalanciert und in dieser Hinsicht branchenführend.

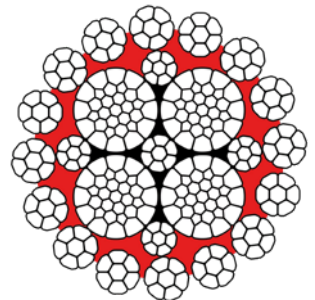


Abb. 10 - Hochleistungsseil

Hochleistungsseile

Für viele Anwendungen braucht man Seile mit speziellen Eigenschaften, z.B. Spezialseile für Hebeeinsätze in der Industrie und in Offshore-Einrichtungen, bei denen eine bestimmte Litzenverdichtung, vergrößerte metallische Bereiche oder Drehungsfreiheit bzw. ein Drehverhalten mit geringem Restdrehmoment gefragt sind.

4.1.8. DREHEIGENSCHAFTEN

Im Allgemeinen haben alle Arten von Litzendrahtseilen, bei denen Litzen in Wendelform um eine Einlage gedreht sind, die Tendenz, sich unter Belastung aufzudrehen oder ein Drehmoment zu entwickeln, wenn die Drehung verhindert wird. Dieses Verhalten wird durch den Aufbau des Seils bestimmt. Unterschiedliche Kombinationen von Eigenschaften eröffnen eine Vielzahl verschiedener Merkmale. Die stärkste Tendenz zum Drehen findet man in einlagigen Seilen, insbesondere bei solchen in Gleichschlagausführung, wo das Drehmoment des Seils durch das Drehmoment der Litzen verstärkt wird. Mehr oder weniger drehungsfrei sind Mehrlitzenseile mit mindestens zwei Lagen Litzen, die spiralförmig um eine Einlage verseilt sind. Die Richtung der Außenlitzen ist gegenläufig zu den darunter liegenden Litzenlagen. Derart drehungsarme oder beinahe drehungsfreie Seile eignen sich z.B. für einsträngige Hebevorgänge.

Laut Definition von FEYRER (Universität Stuttgart) gilt ein Seil als drehungsfrei, wenn sein Drehverhalten geringer oder gleich 1 Drehung auf das 1.000fache des Seil- Nenndurchmessers bei Aufbringung einer Kraft von 15-20 % der MBK ist.

Die Dreheigenschaft eines Seils kann durch folgende zugrunde liegende Faktoren beschrieben werden:

- Faktor Drehmoment

Der Faktor Drehmoment bestimmt die Relation zwischen der Drahtseilspannung und dem entsprechenden Drehmoment unter der Annahme, dass das Ende des Drahtseils am Rotieren gehindert wird. Dieser Parameter gilt als Ursache der Rotation und wird normalerweise durch einen dimensionslosen Wert angegeben.

- Faktor Rotation

Der Faktor Rotation bestimmt die Relation zwischen der Drahtseilspannung und der entsprechenden Rotation unter der Annahme, dass das Ende des Drahtseils frei rotieren kann. Dieser Parameter gilt als Widerstand des Drahtseils gegen die Rotation und wird normalerweise durch den Drehwert pro Schlaglänge bei Aufbringung einer Last von 20% der Mindestbruchkraft des Seils angegeben.

Anleitungen zur Seilauswahl aufgrund der Dreheigenschaften eines Drahtseils und der Verwendung von Wirbeln finden Sie in 4.3.4.

4.1.9. RADIALSTEIFIGKEIT

Die Radialsteifigkeit ist ein wesentliches Seilmerkmal bei vielen Anwendungen, zum Beispiel auf mehrlagigen Winstrommeln, wenn das Seil gleichzeitig der Zugkraft der Zugwinde und dem Druck der benachbarten Lagen ausgesetzt ist.

Eine übermäßige Verformung des Stahlseils kann eine schwere Scherbeanspruchung des Flansches zur Folge haben, während eine übermäßige Drahtsteifigkeit zu einer hohen Umfangsspannung an der Trommel führen kann. In beiden Fällen kann es zu schweren Schäden an der Winde kommen.

Aus betrieblicher Sicht sind Seile mit geringer Radialverformung und somit hoher geometrischer Stabilität entscheidend für die Verwendung in anspruchsvollen Mehrlagenanwendungen mit vielen Lagen und Windungen pro Lage auf der Trommel.

Drahtseile mit Fasereinlage sind empfindlicher auf Druckeffekte, während SUPERFILL®- und PLASTFILL®-Seile eine höhere Durchmesserstabilität aufweisen.

4.1.10. SCHMIERUNG

Die während des Herstellungsprozesses auf Seilen aufgebraachte Schmierung kann unwirksam werden, sodass eine Nachschmierung mit den empfohlenen Schmierstoffen besonders in Biegezonen erforderlich ist (siehe Kapitel 8.2).

Die richtige Schmierung schützt für eine bestimmte Zeit vor Korrosion sowie interner und externer Reibung.

VORSICHT! Mögliche Gefahren!

Schmierstoffe können eine (wenn auch geringfügige) Gefahr für Arbeitskräfte darstellen.

- ▷ Halten Sie den Kontakt mit Haut und Augen so gering wie möglich und vermeiden Sie das Einatmen von Dämpfen und Sprühnebel.
- ▷ Tragen Sie zweckmäßige Kleidung (z.B. Handschuhe, Brillen, etc.).
- ▷ Vermeiden Sie jeden unnötigen Kontakt mit Öl.
- ▷ Achten Sie auf ein hohes Niveau bei der persönlichen Hygiene.
- ▷ Stecken Sie ölige Lappen oder Werkzeuge nie in Taschen, insbesondere Hosentaschen.
- ▷ Verwenden Sie niemals unsaubere oder verschmutzte Lappen zum Abwischen von Öl von der Haut.
- ▷ Tragen Sie niemals ölgetränkte Kleidung.
- ▷ Verwenden Sie niemals Lösungsmittel wie Präffin, Benzin, etc. zum Entfernen von Öl von der Haut.
- ▷ Lassen Sie auch kleine Verletzungen immer sofort versorgen.

4.1.10.1. UMWELTVERTRÄGLICHE SCHMIERSTOFFE (EAL)

EALs werden so konzipiert und hergestellt, dass sie einen geringeren Umwelteinfluss im Vergleich zu herkömmlichen Schmierstoffen aufweisen. Zum Schutz der US-Küste und Binnengewässer müssen sie den Bestimmungen der Vessel General Permit for Discharge Incidental to the Normal Operation of Vessels (VGP) entsprechen, die als allgemeiner Standard für EALs gilt. Die VGP sieht vor, dass Schmierstoffe für eine Klassifikation als EAL in drei Hauptkriterien strengen Erfordernissen entsprechen müssen, und zwar hinsichtlich ihrer biologischen Abbaubarkeit, Ökotoxizität und Bioakkumulation.

- Die biologische Abbaubarkeit ist die Geschwindigkeit, mit der ein Schmierstoff, sollte er ins Meer gelangen, in harmlose Komponenten zerfällt.
- Die Ökotoxizität bezieht sich auf den Grad der Giftigkeit eines Schmierstoffs, sollte er ins Meer gelangen.
- Bioakkumulation bezeichnet den Aspekt, dass selbst Chemikalien mit geringer Ökotoxizität gefährlich sein können, wenn sie von Tieren verzehrt werden.

Teufelberger-Redaelli kann EALs liefern, die der VGP voll und ganz entsprechen. Bitte kontaktieren Sie uns, wenn Sie weitere Empfehlungen für Ihre jeweilige Anwendung benötigen.

4.1.11 BESCHICHTUNGSSCHUTZ

Es können verschiedene Beschichtungen als Schutz eingesetzt werden:

- Verzinkte Seile sind gegen Korrosion geschützt.
- Inox-Seile werden verwendet, wenn nicht-magnetischer, umweltverträglicher Schutz erforderlich ist.
- Zink-Aluminium-Beschichtung (Zn95Al5).

4.1.12. PLASTFILL®

PLASTFILL® ist eine Kunststoffimprägnierungstechnik, mittels derer das Seil spezifische Eigenschaften erhält, die sich über die gesamte Lebensdauer hinweg positiv auswirken.

- Die geschmierte Stahleinlage ist in einen engen Kunststoffmantel gehüllt.
 - Vorteile: lange Lebensdauer durch dauerhafte Schmierung, Beständigkeit gegen radialen und seitlichen Druck, höhere Bruchkräfte durch geringere Belastung im Seil.
- Die Litzen werden während des Verseilens in einen Kunststoffmantel eingebettet.
 - Vorteile: exakte Litzenposition mit gleichbleibenden Zwischenräumen für geringeren inneren Abrieb, gleichmäßige Lastverteilung bei allen Komponenten aufgrund des optimalen Aufbaus.

❗ Im Anlieferungszustand stellen die Füll- und Ummantelungsmaterialien keine Gesundheitsgefährdung bei der Handhabung des Seils dar.

⚠ VORSICHT! Die hauptsächliche Gefahr besteht im Einatmen giftiger Dämpfe beim Schneiden des Seils mit einem Scheibenschneider.

4.2. ENDVERBINDUNGEN

Seilendverbindungen müssen üblicherweise folgende Funktionen erfüllen:

- Ein- und Ausziehen des Seils in die / aus der Anlage, in der es verbaut werden soll
- Anschluss des Seils an die Anlage, mit der es zu verbinden ist
- Verbindung zur Transport- und Aufbewahrungstrommel, sichere Handhabung und Montage.

Weitere Informationen zu Seilendverbindungen finden Sie auch in EN 13411 und EN ISO 1684.

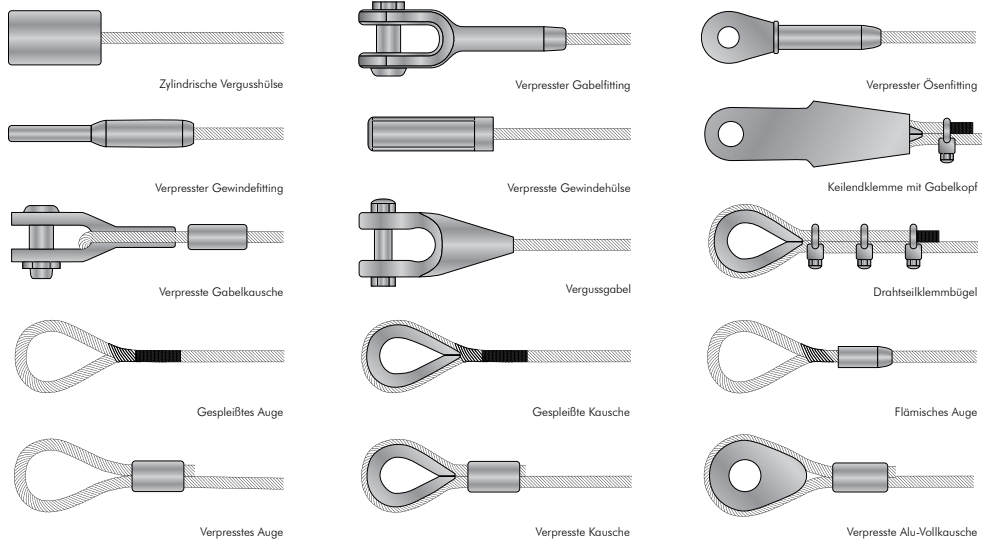


Abb. 11 - Seilendverbindungen

4.2.1. ABBINDUNG



Abb. 12 - Abbinding

Ein Draht aus geglühtem, verzinktem Eisen wird mit einem Spezialwerkzeug unter Spannung um die Enden eines Drahtseils gewickelt. Für Litzendrahtseile verwendet man normalerweise eine Abbindung in der Länge des doppelten Durchmessers ($2d$). Für offene Spiralseile (OSS), verschlossene Spiralseile (VVS, HVS) und Litzen-spiralseile (Herkules) verwendet man zwei Abbindungen, die doppelt so lang oder länger sind als der Durchmesser



Abb. 13 - Einfaches Verschweißen

4.2.2. EINFACHES VERSCHWEISSEN

Das Drahtseilende wird in Querrichtung verschweißt, um alle Bestandteile des Drahtseils (Drähte und Litzen) zu fixieren. Normalerweise wird zusätzlich eine Sicherheitsabbindung angebracht.



Abb. 14 - Verschweißung mit Kettengliedern

4.2.3. BECKET-SCHWEISSUNG, LOOP-SCHWEISSUNG, BECKET-SCHWEISSUNG MIT KETTENGLIEDERN

Wie einfaches Verschweißen, jedoch mit Anschweißen eines Kettenglieds oder Ähnlichem mit entsprechender Bruchkraft für Montagezwecke zum Führen des Drahtseilendes während der Montage.



Abb. 15 - Verjüngung

4.2.4. VERDRILLTES SCHWEISSEN / VERJÜNGUNG

Die Enden des Drahtseils werden nach dem Erhitzen der Schneidspitze zum verdrehten Schweißen einzelner Litzen auf einer geeigneten Vorrichtung zusammengedreht.



Abb. 16 - Lötende mit Becket-Loop

4.2.5. LÖTENDE MIT BECKET-LOOP

Ein Auge, das durch die Stahleinlage des Drahtseils geformt wird. Das Auge wird nur für Montagezwecke des Drahtseils verwendet.



Abb. 17 - Spleißen

4.2.6. SPLEISSEN

Bei einem Spleiß wird eine Seilverbindung durch das Aneinanderkoppeln von Litzen gegenüberliegender Enden hergestellt. Die Länge der verwendeten Litzen ist in den

Normen der jeweiligen Anwendung festgelegt.

4.2.7. GESPLEISSTES AUGE

Ein Auge, das durch Einführen von Litzen in das Drahtseil hergestellt wird. Zur zulässigen Länge der Spleißung siehe Norm EN 13411.

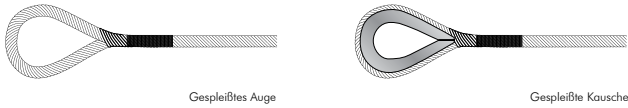


Abb. 18 - Gespleißtes Auge

4.2.8. VERPRESSTES AUGE MIT ODER OHNE KAUSCHE (KUPPLUNG)

Ein Auge, das durch Befestigen des Drahtseilendes am Drahtseil selbst mittels einer Aluminiumhülse hergestellt wird. Zur Ermittlung der richtigen Kauschenart für die jeweilige Anwendung siehe Norm EN 13411.

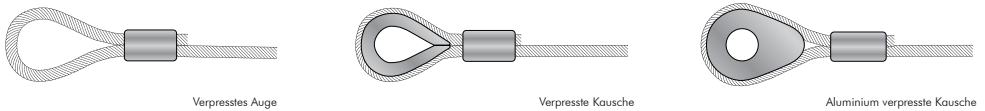


Abb. 19 - Verpresstes Auge

4.2.9. FLÄMISCHES AUGE

Eine Endverbindung, bei der das Seilende in zwei Teile von je 3 und 3 Litzen plus der Stahleinlage aufgeteilt wird, wobei die zwei Teile gegenläufig zusammengeführt werden, um so ein elastisches Auge zu formen, das bei Bedarf mit verschiedenen Kauschenarten versehen werden kann.

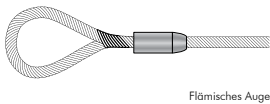
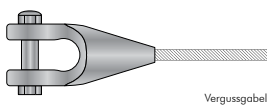


Abb. 20 - Flämishes Auge

4.2.10. ENDVERBINDUNG MIT VERGUSSHÜLSE



Eine Endverbindung, die durch Vergießen von Zweikomponentenharz oder Metalllegierungen (mit Zink, Zinn oder Blei) in eine konische Hülse zur Aufnahme der geöffneten Enden hergestellt wird; dadurch erhöht sich die Haftfähigkeit und Beständigkeit unter Last der Verbindung zwischen dem Drahtseil und dem geschmolzenen Metall.

Abb. 21 - Vergusshülsen

4.2.11. KEILENDKLEMME

Bei dieser Variante wird das lose Seilende ohne spezielle Endverbindung am Hubsystem verankert, wodurch eine Demontage, Kürzung und neuerliche Montage ermöglicht wird.

Bei Verwendung spezieller Stahlseile kann der Wirkungsgrad weniger als 80% betragen

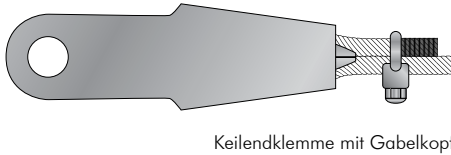


Abb. 21a - Symmetrische Keilendklemme

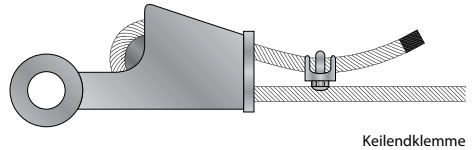


Abb. 21b - Asymmetrische Keilendklemme

4.2.12. KLEMMBÜGEL

Klemmbügel für Drahtseile, die zu einem Auge geformt werden. Für verschiedene Anwendungen werden unterschiedliche Klemmentypen verwendet. Die Anzahl der zu verwendenden Klemmen und die Abstände richten sich nach Art und Durchmesser des Drahtseils (EN 13411-5).

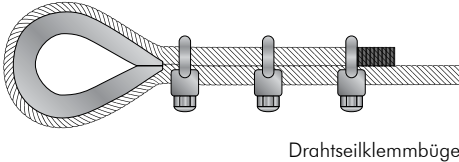


Abb. 21c - Klemmbügel

4.2.13. VERPRESSTE STAHLFITTINGE

Für diese Art der Endverbindung werden Stahlfittinge in verschiedenen Formen am Drahtseilende verpresst.

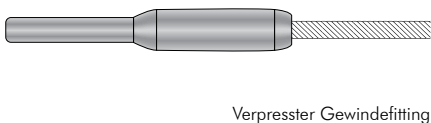
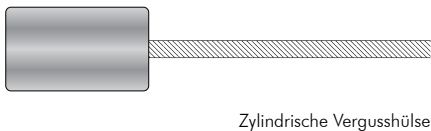
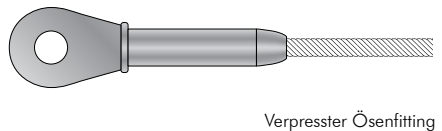
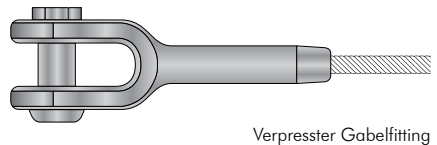


Abb. 21d - Verpresste Stahlfittinge



4.2.14. EFFEKTIVITÄTSGRAD VON ENDVERBINDUNGEN

Der Effektivitätsgrad ist das Verhältnis zwischen der Mindestbruchkraft (MBK) des Drahtseils und der Last, die zur Feststellung des Beschädigungsgrads der Endverbindung herangezogen wird.

In der Norm (EN 13411) wird der Sicherheitsfaktor nicht auf die Bruchkraft des Drahtseils bezogen, sondern auf die effektive Bruchkraft des Drahtseils und seines Endverbindungssystems.

Zur Feststellung der Bruchkraft des Drahtseils und seines Endverbindungssystems dient folgende Tabelle, in der die Effektivitätsgrade der gängigsten Endverbindungen angegeben sind.

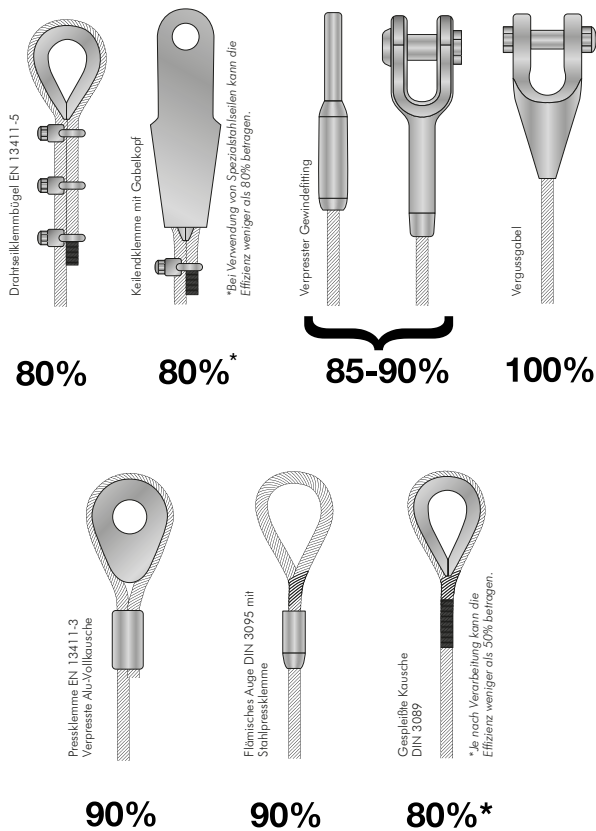


Abb. 22 – Arten von Drahtseil-Endverbindungen und die jeweiligen Effektivitätsfaktoren

Art der Endverbindung	Norm	Einsatzbereich des Drahtseils	Effektivitätsfaktor K_T der Endverbindung
Spleißen von Augen für Drahtseilschlingen	EN 13411-2	Durchmesser < 60 mm Durchmesser ≥ 60 mm	0,80 0,70
Presshülsen und Sicherung mit Presshülsen	EN 13411-3	Alle Durchmesser	0,90
Metall- und Harzverguss	EN 13411-4	Alle Durchmesser	1,00
Drahtseil-Klemmbügel	EN 13411-5	Alle Durchmesser	0,80
Asymmetrische Keilend-klemme	EN 13411-6	Alle Durchmesser	0,80
Symmetrische Keilend-klemme	EN 13411-7	Alle Durchmesser	0,80
Verpresste Endverbindungen und Verpressung	EN 13411-8	Alle Durchmesser	0,90

Anmerkung: Eine Verbindungseffektivität von 90% entspricht einem Effektivitätsfaktor der Endverbindung K_T von 0,90.

Tabelle 5 - Effektivitätsfaktor K_T der Endverbindung

4.3. ANLEITUNG ZUR SEILAUSWAHL

Auf der Grundlage jahrelanger Erfahrung aus der Zusammenarbeit mit führenden Kranherstellern und Kunden, die Hochleistungs-Drahtseile einsetzen, empfehlen wir bei der Auswahl eines Drahtseils die Berücksichtigung folgender Punkte:

4.3.1. GRUNDLEGENDE SEILEIGENSCHAFTEN

Besonders beachtet werden sollten Seileigenschaften wie Bruchkraft, Verzinkung, plastifizierte Stahleinlage, erwartete Lebensdauer und allgemeine Qualitätsfaktoren, die die Leistung eines Seils beeinflussen.

Die Mindestbruchkraft eines Seils muss den in der Kranspezifikation für einen Spezialkran angegebenen Wert erreichen.

⚠ VORSICHT! Die Verwendung eines Seils mit einer geringeren als der angegebenen Mindestbruchkraft ist nicht zulässig und kann gravierende Folgen haben!

4.3.2. OBERFLÄCHENAUSFÜHRUNG DER DRÄHTE UND KORROSIONSVERHALTEN

Verzinkte Seile können auf jeden Fall verwendet werden und können immer als Ersatz für unverzinkte (blanke) Seile eingesetzt werden. Der umkehrte Fall – das Ersetzen verzinkter Seile durch nicht verzinkte – ist nicht zu empfehlen und kann unter gewissen Umständen sogar gefährlich sein, da das Seil den positiven Effekt der Verzinkung (höhere Korrosionsbeständigkeit, die insbesondere in maritimen Umgebungen zu längerer Lebensdauer führt) verliert. Ein verzinktes Seil muss ebenso regelmäßig geschmiert werden wie ein blankes Seil.

4.3.3. SCHLAGRICHTUNG UND SCHLAGTYP

4.3.3.1. LINKS- ODER RECHTSGÄNGIGKEIT

Die Schlagrichtung eines Seils ist für die Leistung und Lebensdauer eines Drahtseils von entscheidender Bedeutung. Der richtige Schlagtyp kann auch der Kranspezifikation entnommen werden. Wenn Sie bezüglich des Schlagtyps unsicher sind, helfen Ihnen unsere technischen Spezialisten gerne weiter.

4.3.3.2. AUSWAHL DER SCHLAGRICHTUNG DES SEILS IN MEHRLAGENANWENDUNGEN

Definition von MEHRLAGENWICKLUNG:

In einer Mehrlagenanwendung sind die Seile in mehr als einer Lage auf der Trommel aufgewickelt.

Hubseil

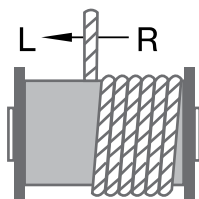
Diese Seile sollten drehungsfrei (nicht drehend) und drehmomentbalanciert sein. Aufgrund dieser Charakteristik schaffen sie eine feste Bodenlage selbst auf einfachen Trommeln, unabhängig von der Position des Verankerungspunkts der Trommel und der Schlagrichtung (sofern die Ablenkwinkel im empfohlenen Bereich liegen).

❗ Für Hubseile können auf einer einfachen tonnenförmigen Trommel rechtsgängige wie auch linksgängige Seile verwendet werden, ohne dass dadurch das Wicklungsverhalten beeinflusst wird.

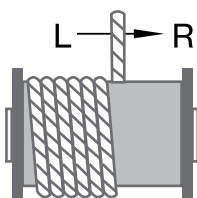
Auslegerverstellseil / Abspannseil (Nackenseil)

Für diese Anwendung sollte ein nicht drehungsfreies Seil (6-litzig oder 8-litzig) verwendet werden. Da sich diese Konstruktion drehen soll, sobald mit dem Beladen begonnen wird, muss die übliche Empfehlung (z. B. ISO 4308) für einfache tonnenförmige Trommeln befolgt werden.

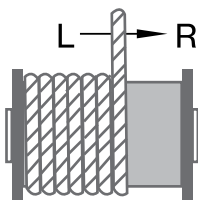
❗ Für Auslegerverstellseile / Nackenseile sollten rechtsgängige Seile auf einer Trommel mit Verankerungspunkt auf der linken Seite ("Seilführung von oben") oder umgekehrt eingesetzt werden.



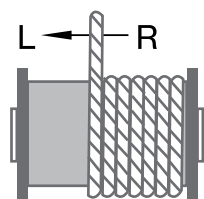
a) Rechtsgängiges Seil - Seilführung von unten



b) Linksgängiges Seil - Seilführung von unten



c) Rechtsgängiges Seil - Seilführung von oben



d) Linksgängiges Seil - Seilführung von oben

Abb. 23 - Richtige Methode zur Anordnung des Verankerungspunkts des Seils auf einer Trommel

4.3.3.3. GLEICHSCHLAG- ODER KREUZSCHLAGAUSFÜHRUNG

Kreuzschlagseile können im Regelfall für die meisten Anwendungen verwendet werden. Um ein Gleichschlagseil einsetzen zu können, muss dies hingegen in den Kranspezifikationsunterlagen explizit angegeben sein. Gleichschlagseile können unter bestimmten Umständen eine längere Lebensdauer erreichen. Allerdings zeigen sich nur bei Drahtseilen in Kreuzschlagausführung beim Laufen über Seilrollen mit Rillen aus Stahl verlässlich sichtbare Drahtbrüche als Zeichen der Ablegereife.

⚠ WARNHINWEIS! Gleichschlagseile dürfen nicht für Einlagenwicklungen und/oder nur auf Kunststoffseilrollen verwendet werden.

▷ Nur Gleichschlagseile dürfen in Mehrlagenwicklungen auf Windentrommeln bzw. in Kombination mit der magnetischen Seilprüfung (MRT) verwendet werden.

⚠ VORSICHT! Werden Seile, ungeachtet ihres Schlagtyps, nur auf Kunststoffseilrollen verwendet, sind sichtbare Drahtbrüche als Zeichen der Ablegereife möglicherweise unzureichend erkennbar.

▷ Wenden Sie sich an den Hersteller der Hebezeuge oder an Techniker von TEUFELBERGER-Redaelli für weiterführende Beratung.

4.3.4. DREHEIGENSCHAFTEN UND VERWENDUNG VON SEILWIRBELN

4.3.4.1. DEFINITION VON DREHUNGSFREIEN DRAHTSEILEN

Referenz: Klaus Feyrer; Drahtseile - 2. Ausg.; Springer 2015; Abs. 2.4.2.3:

„Ein Stahldrahtseil ist als drehungsfrei definiert, wenn eine freie Länge von $L = 1000 \cdot d$ und eine spezifische Last von $S/d^2 = 0$ bis 150 N/mm^2 sich um maximal 360° drehen.“

Dabei gilt: **S:** Last

d: Seildurchmesser

$L=1000 \cdot d$: betrachtete Länge

4.3.4.2. ANLEITUNGEN FÜR DIE VERWENDUNG VON SEILWIRBELN

- a) Drehverhalten kleiner oder gleich 1 Umdrehung / 1 000 d beim Heben einer Last entsprechend 20% von F_{min} - es kann ein Seilwirbel verwendet werden;
- b) Drehverhalten größer als 1 Umdrehung aber nicht größer als 4 Umdrehungen / 1 000d beim Heben einer Last entsprechend 20% F_{min} - es kann ein Seilwirbel verwendet werden, wenn die Verwendung vom Seilhersteller empfohlen oder von einer sachkundigen Person genehmigt wird;
- c) Drehverhalten größer als 4 Umdrehungen / 1 000 d beim Heben einer Last entsprechend 20% von F_{min} - ein Seilwirbel sollte nicht verwendet werden.

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Bei 6- oder 8-litzigen Seilen sowie drehungsarmen Seilen sind Seilwirbel nicht erlaubt. Diese Seiltypen drehen sich unter Last aus, wenn die Enden der Seile nicht fixiert sind. Dies bewirkt hohe Spannungen in den Drähten und verringert somit die Ermüdungslebensdauer.

4.3.5. ABLENKWINKEL

Wenn der Abstand zwischen Winde und Seilrolle (oder innerhalb der Seilrollen) zu kurz ist und die Ablenkung oder der Ablenkwinkel größer wird, ist das Seil gezwungen, sich um seine Achse zu drehen, bevor es den Grund der Seilrolle erreicht. Für weiterführende Informationen siehe Kapitel 6.5.3.

4.3.6. VERWENDUNGSNACHWEIS PRÜFEN

Für die meisten handelsüblichen Seiltypen bietet Teufelberger-Redaelli seinen Kunden alternative Spezialdrahtseile an. Bitte geben Sie für die Wahl des geeigneten Seiltyps den ursprünglichen Seiltyp an. Unsere Seilexperten wählen dann ein Seil für Sie aus, das der Performance des angegebenen Seils auf jeden Fall ebenbürtig ist.

4.3.7. MASSKONTROLLE (GRÖSSENUMRECHNUNG)

Vorsicht bei der Umrechnung von angloamerikanischen in metrische Maße, besonders dann, wenn Sie zum Beispiel ein 1"-Seil benötigen. Wir liefern Ihnen maßgeschneidert auch Seile in angloamerikanischen Größen.

4.4. WICHTIGE SEILEIGENSCHAFTEN

Je nach Anwendung sollte man über das wesentliche Verhalten sowie die kurz- und langfristigen Effekte, die im Zusammenhang mit einem Drahtseil auftreten, unbedingt Bescheid wissen, um im späteren Betrieb Probleme zu vermeiden oder sie rechtzeitig zu erkennen.

4.4.1. LÄNGENÄNDERUNG UNTER LAST

Aufgrund der Doppelhelix-Struktur wird jedes Seil unter Belastung länger. Kreuzschlagseile können sich anders verhalten als Gleichschlagseile.

4.4.2. LÄNGENÄNDERUNG NACH VORHERIGER BELASTUNG

Als Ergebnis des Setzungseffekts (Verringerung des Durchmessers) tritt keine unmittelbare Rückkehr zur ursprünglichen Länge des Drahtseils ein. Die Längung tritt allerdings nur zu Beginn auf und verschwindet beim Biegen sofort (beim Aufwickeln auf eine Spule). Konstanz kann erst nach längerem Gebrauch erwartet werden. Kreuzschlagseile können sich anders verhalten als Gleichschlagseile.

4.4.3. LÄNGENÄNDERUNG AUFGRUND DER BIEGEWECHSELBEANSPRUCHUNG

Das mehrfache Biegen eines Seils über Seilrollen oder Trommeln führt ebenfalls zu einer zusätzlichen Längung des Drahtseils. Kreuzschlagseile können sich anders verhalten als Gleichschlagseile.

4.4.4. LÄNGENÄNDERUNG AUFGRUND DER UMGEBUNGSTEMPERATUR

Je nach Temperaturbereich ist mit einer zusätzlichen Längung oder Verkürzung des Seils zu rechnen.

4.4.5. LÄNGENÄNDERUNG AUFGRUND VON FLUKTUATIONSSPANNUNG

Je nach Amplitude oder Amplitudenposition können zusätzliche Längenänderungen vorkommen. Kreuzschlagseile können sich anders verhalten als Gleichschlagseile.

4.4.6. DREHMOMENT NICHT DREHUNGSFREIER SEILE

Aufgrund der unidirektionalen geometrischen Struktur des Seils wird unter Belastung sofort ein Drehmoment erzeugt, das versucht, die Litzen parallel auszurichten. Das muss unter allen Umständen verhindert werden. Gleichschlagseile haben im Vergleich zu Kreuzschlagseilen ein höheres Drehmoment.

4.4.7. DURCHMESSERREDUKTION UNTER BELASTUNG

Es ist zu beachten, dass sich der Seildurchmesser zu Beginn aufgrund des Setzungseffektes verringert. Bei fehlender Selbstregulierung müssen drehmomentbasierte Endverbindungen (Klemmen, Gegenmuttern, etc.) nachgezogen werden.

4.4.8. DREHWINKEL / SEILDRAH

- a) Bei nicht drehungsfreien Seilaufbauten wird bei Verwendung ungesicherter Endverbindungen die innere Verdrehspannung (Drehmoment) durch Freisetzung eines Dralls verringert. Das führt zu Strukturveränderungen, die erhebliche negative Veränderungen der Seileigenschaften nach sich ziehen.
- b) Seildraht zwischen Endverbindungen, die an beiden Enden gegen Verdrehen gesichert sind: Dieser Effekt tritt bei sehr langen vertikalen Abhängungen auf, wie sie im Untertagebau oder bei Unterwasserhebevorrichtungen vorkommen, und muss gesondert betrachtet werden.

4.4.9. STABILITÄT GEGEN SEITLICHEN DRUCK

Bei Seilüberkreuzungen, z.B. in Mehrlagenwicklungen, tritt je nach Querdruckstabilität und Seilstruktur ein Ovalisierungsverhalten auf.

4.4.10. BIEGESTEIFIGKEIT / EFFEKTIVITÄT

Die Biegesteifigkeit eines Seils hängt von der Anzahl der Einzelelemente wie Drähte und Litzen, deren Verformung aufgrund von Verdichtung bzw. Verpressung, dem verwendeten Schmierstoff, dem Korrosionsschutz der einzelnen Drähte sowie der Umgebungstemperatur ab. Die Nennzugfestigkeit des Drahts hat keinen messbaren Einfluss auf die Biegesteifigkeit. Diese wird hauptsächlich von der Doppelhelix-Struktur (Seilkonstruktion) des Seils bestimmt.

4.5. KONFORMITÄT MIT DER MASCHINENRICHTLINIE 2006/42/EG

Entsprechend dem "Leitfaden für die Anwendung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG - Version 2.2" (siehe <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/38022/attachments/1/translations/en/renditions/native>) sind in Bezug auf Seile folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- ▷ **Die in den Artikeln dieser Richtlinie dargelegten Verpflichtungen gelten für Seile, die für Hebezeuge als Teil von Hebezeugen oder Lastaufnahmemitteln konstruiert und gebaut wurden.**
- ▷ Seile, die für andere Zwecke **als zum Heben konstruiert wurden, fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie** als solche.
- ▷ Allerdings unterliegen Seile, die vom Hersteller für **zwei oder mehr Verwendungszwecke einschließlich Hebezwecken konstruiert, gebaut und spezifiziert wurden, der Richtlinie.**
- ▷ Seile im Sinne der Richtlinie sind Produkte, die **vom Seilhersteller in Form von Haspeln, Trommeln, Rollen, Coils oder Bündeln in Verkehr gebracht werden.** Sie können vom Hersteller der Seile an Händler oder an Hersteller von Hebezeugen oder Lastaufnahmemitteln oder aber an Benutzer geliefert werden.
- ▷ Der **Händler oder Benutzer wird nicht zum Hersteller** im Sinne der Richtlinie, **wenn er diese Teile** zum Einbau in Hebezeuge oder Lastaufnahmemittel **ablängt**. Daher werden die in den Artikeln der Richtlinie festgelegten Pflichten nicht noch einmal angewendet auf Seile, die aus den Produkten abgelängt werden, welche vom Seilhersteller bereits in Verkehr gebracht wurden. Diese abgelängten Teile **gelten als Bauteile der Hebezeuge oder Lastaufnahmemittel**, in denen sie verbaut werden.
- ▷ **Händler** von Seilen **müssen jedoch dafür Sorge tragen, dass die maßgebliche EG-Konformitäts-erklärung**, die Kennung der **Erklärung**, in der die Eigenschaften der Seile beschrieben werden, und die **Betriebsanleitung des Herstellers zusammen mit den abgelängten Seilen** an die Hersteller der Hebezeuge oder Lastaufnahmemittel oder an die Benutzer mitgeliefert werden.
- ▷ Durch **folgende**, unten angeführte **harmonisierte Standards** dokumentiert TEUFELBERGER-REDA-ELLI, dass die in Form von Haspeln etc. hergestellten Seile bei ihrer Inverkehrbringung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entsprechen.
 - ▷ EN ISO 12100-1 Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)
 - ▷ EN 12385-1+A1 Drahtseile aus Stahldraht - Sicherheit - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
 - ▷ EN 12385-2+A1 Drahtseile aus Stahldraht - Sicherheit - Teil 2: Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung
 - ▷ EN 12385-4+A1 Drahtseile aus Stahldraht - Sicherheit - Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke

5. VERPACKUNG, TRANSPORT, HANDHABUNG UND LAGERUNG

⚠ WARNHINWEIS! Inkorrekt beaufsichtigte Handhabungs- und Montagevorgänge können schwerwiegende Verletzungen von Personen im Bereich der Montagearbeiten sowie der direkt bei der Handhabung und Montage mitwirkenden Personen zur Folge haben.

- ▷ Handhabung und Lagerung des Seils sollten nach Maßgabe eines ausführlichen Plans erfolgen und von einer fachkundigen Person beaufsichtigt werden.

5.1. PRODUKTKENNZEICHNUNG

Bezüglich Produktkennzeichnung verweisen wir auf das diesbezügliche vertragliche Seildatenblatt, Etikett (oder Beschriftung), den Lieferschein und das Zertifikat.

HINWEIS! Produktbeschriftung und -kennzeichnung!

Fehlende oder falsche Produktbeschriftungen sowie eine Diskrepanz zwischen den Zertifikaten und den Spezifikationen der Bestellung können zu Verwirrung und falscher Montage führen!

- ▷ Vergewissern Sie sich, dass die Kennzeichnung am Seil oder an dessen Verpackung dem zugehörigen Zertifikat entspricht. Falls sie nicht geeignet gekennzeichnet sind, müssen Coils oder Spulen unverzüglich dem Lieferschein entsprechend gekennzeichnet werden.
- ▷ Vergewissern Sie sich, dass das richtige Seil geliefert wurde, indem Sie überprüfen, ob die Beschreibung auf dem Zertifikat der Angabe auf der Bestellung entspricht und mit der Beschriftung auf der Spule übereinstimmt.
- ▷ Vergewissern Sie sich, dass das gelieferte Seil den Spezifikationen der Bestellung entspricht, insbesondere in Bezug auf: Seildurchmesser, Endverbindung, Schlagrichtung, Seilaufbau, MBK.
- ▷ Bewahren Sie das Zertifikat an einem sicheren, trockenen Ort auf, damit Sie das Seil auch identifizieren können, wenn Sie in weiterer Folge gesetzlich vorgeschriebene, periodische Betriebskontrollen durchführen. (Wir verweisen auf gesetzliche Anforderungen.)

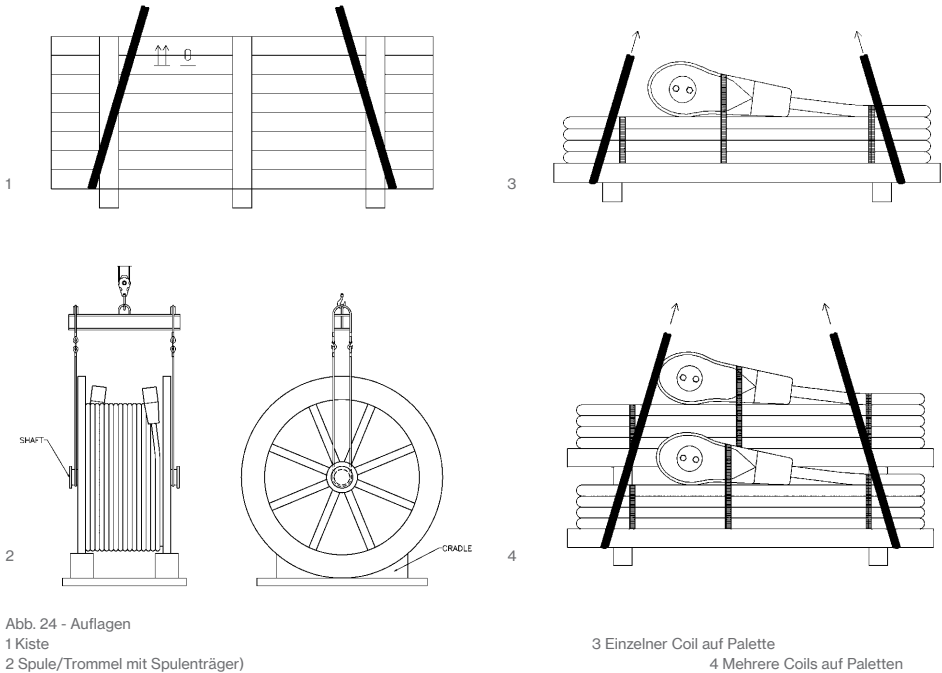
❗ Bei Diskrepanzen oder Unsicherheiten:

- ▷ Machen Sie Aufzeichnungen und Aufnahmen von der Situation.
- ▷ Kontaktieren Sie Ihren Vertreter von Teufelberger-Redaelli.

**❗ Die Einstufung eines Bauteils einer Maschine oder eines Hebezeugs liegt im Verantwortungsbe-
reich des Konstrukteurs der Maschine bzw. des Hebezeugs. Jedwede Neubewertung eines Hebe-
zeugs muss durch eine zuständige Person genehmigt werden. (Siehe ISO 4309).**

5.2. SEILVERPACKUNG

Seile können auf verschiedenen Auflagen und in unterschiedlichen Verpackungen geliefert werden.



5.3. HANDHABUNG DES SEILS

Das Hebesystem muss die erforderliche Stabilität beim Heben des Packstücks aufweisen. Die Wahl der Hebevorrichtung richtet sich nach der Dimension, der Länge und dem Bruttogewicht des Seils sowie nach etwaigen spezifischen Kundenanforderungen. Größere Packstücke müssen mit einem Kran und den entsprechenden Hebevorrichtungen, kleinere Packstücke können mit einem Gabelstapler oder anderen geeigneten Vorrichtungen transportiert werden.

Eine Spule oder Trommel wird mit einem Spulenträger aus Holz oder Stahl geliefert, der nicht dauerhaft mit der Spule verbunden ist. Die gebogenen Nägel oder Drahthaken, die den Spulenträger mit der Spule verbinden, dienen nur zum Einrichten der Spule auf dem Träger. In besonderen Fällen wird die Spule zur Vermeidung von Schäden bei der Handhabung, beim Transportieren oder Lagern speziell geschützt bzw. in einem Container untergebracht.

Die Schmierung schützt das Produkt den Umgebungsbedingungen entsprechend für die Dauer des Transports sowie die erste Einsatzphase. Die Standardverpackung von Teufelberger-Redaelli ist für maximal 12 Monate (einschließlich Handhabungs-, Transport-, Lagerungs- und Montagevorgänge) geeignet. Für eine längere Dauer sind entweder eine spezifische Verpackung oder spezifische Arbeitsabläufe erforderlich.

⚠ WARNHINWEIS! Gefahr bei falscher Handhabung!

Schwere Verpackungen können schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben!

- ▷ Verwenden Sie geeignete und korrekt dimensionierte Befestigungsvorrichtungen.
- ▷ Verwenden Sie geeignete und korrekt dimensionierte Hebevorrichtungen.
- ▷ Vergewissern Sie sich, dass die Handhabung durch Transportspezialisten erfolgt.

HINWEIS! Sachschaden!

Direkter Kontakt mit dem Boden oder anderen Gegenständen kann zu Schäden am Produkt führen.

- ▷ Vermeiden Sie jeden direkten Kontakt des Produkts mit dem Boden oder anderen Gegenständen.

Stahlteile einer Hebevorrichtung können das Produkt beschädigen.

- ▷ Vermeiden Sie direkten Kontakt mit allen Stahlteilen der Hebevorrichtung wie zum Beispiel dem Kranhaken oder der Gabel des Gabelstaplers sowie dem Tragwerk und dem Boden.
- ▷ Um eine Beschädigung beim Heben von Coils oder Spulen zu vermeiden, wird die Verwendung von Gurtschlingen empfohlen. Spulen werden vorzugsweise mittels einer Welle gehoben, die durch das mittige Loch eingeführt wird.

Staub, Wasser und andere äußere Einflüsse können das Produkt beschädigen.

- ▷ Decken Sie Kisten, Spulen oder Coils während des Transports ab.

5.3.1. BE- UND ABLADEN VON SPULEN UND TROMMELN

- ✓ Bei kleinen Spulen oder Trommeln heben Sie das Packstück mit einem für die Handhabung von Seilen geeigneten Gabelstapler.
 - ✓ Bei großen Spulen oder Trommeln verwenden Sie Hebeschlingen oben, einen Hebebalken und Ösen oder eine Hebewelle und Hebeschlingen unten zum Heben des jeweiligen Gewichts.
1. Verwenden Sie die Hebeschlingen oben zum Verbinden des Hebebalkens mit dem Kranhaken.
 2. Bewegen Sie den Kran über die Drahtseilspule und senken Sie die Balkeneinheit ab, um die Schlingen in die seitliche Spulenrinne zu legen.
 - Oder –
 - Bewegen Sie die Hebeschlingen unten zu einer Welle, die durch das mittige Loch der Spule geschoben wurde.
 3. Bei einer Umlagerung der Spule befestigen sie den Spulenträger mittels eines Faser- oder Stahlseils an der Spule oder an der Hebewelle, damit er während des Hebens nicht herunterfällt. Falls erforderlich, lösen Sie den Spulenträger vor dem Heben von der Spule.
 4. Stellen Sie sicher, dass die Schlingen das zu hebende Seil nicht direkt berühren.
 5. Heben Sie die Spule vorsichtig an.

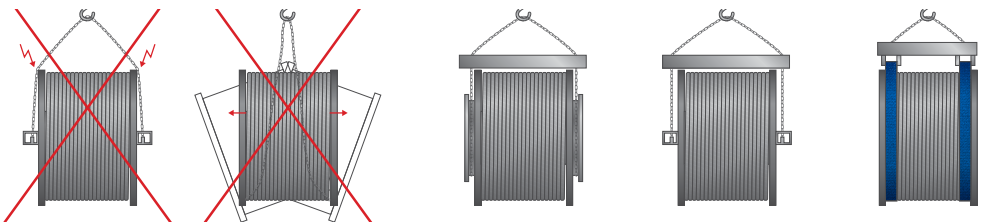


Abb. 25 - Handhabung von Spulen

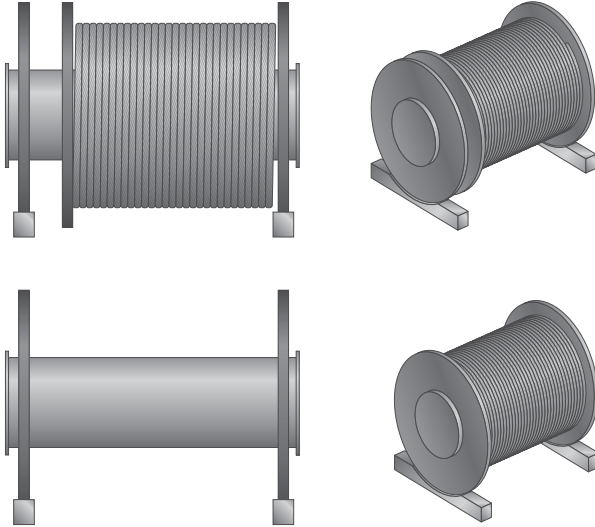


Abb. 26 - Beispiele für Spulen

5.3.2. TRANSPORT

⚠️ **WARNHINWEIS! Falsches Transportieren und Montieren!**

Das falsche Transportieren und Montieren kann schwere Personen- oder Sachschäden zur Folge haben.

- ▷ Stellen Sie sicher, dass das Produkt nur durch qualifiziertes Personal transportiert und montiert wird.
- ▷ Verwenden Sie persönliche Schutzausrüstung entsprechend den örtlichen Sicherheitsmaßnahmen (Arbeitskleidung, Helm, Handschuhe, Augenschutz, Sicherheitsschuhe).
- 1. Transportieren Sie das Produkt in derselben Position, in der es geliefert wurde (Produkt nicht kippen).
- 2. Zur Vermeidung von unerwarteten Bewegungen fixieren Sie Kisten, Spulen oder Coils mit passenden Befestigungsvorrichtungen.
- 3. Transportieren Sie das Produkt mit einem geeigneten LKW oder einem anderen geeigneten Transport-/Verladesystem.

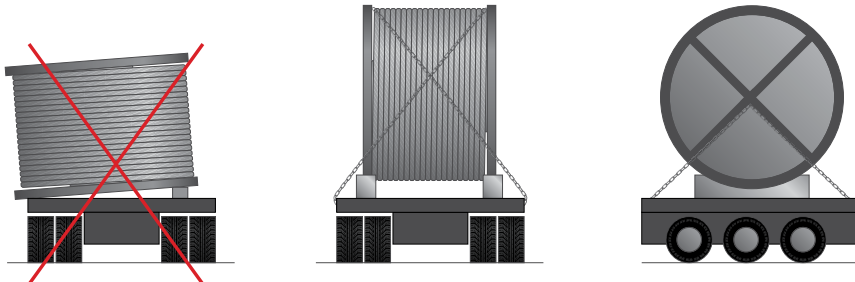


Abb. 27 - Transport

5.3.3. UNVERSEHRTHEIT DER LIEFERUNG

Folgende Prüfungen sind bei Ankunft des Produkts und vor dem Auspacken des Seils durchzuführen.

1. Überprüfen Sie die Unversehrtheit der Verpackung und achten Sie besonders auf Folgendes:
 - Beschädigungen aufgrund des Transports und der Produkthandhabung
 - Korrosion
 - Korrekte Schmierung des Produkts
 - Prüfen Sie gegebenenfalls die richtige Positionierung des Zubehörs gemäß den technischen Spezifikationen der Verpackung.
2. Prüfen Sie die Unversehrtheit des Produktetiketts auf der Verpackung und die Richtigkeit der Angaben.
3. Prüfen Sie die Vollständigkeit der Lieferung anhand der Packliste.
4. Prüfen Sie die seilspezifische Dokumentation, insbesondere folgende Einzelheiten:
 - Nenndurchmesser
 - Mindestbruchkräfte
 - Seiltyp
 - Schlagrichtung
 - Schlagtyp
 - Drahtbeschichtung
 - Seillänge
 - Beschreibung des Zubehörs (mit dem Seil mitgeliefert oder gesondert geliefert)
 - Konformitätszertifikat des Seils einschließlich aller Daten zur Kennzeichnung des Produkts (z.B. Seriennr.)

Das Seil darf nur verwendet werden, wenn der Benutzer ein gültiges Zertifikat hat.

Bei Beschädigungen oder Unsicherheiten:

- ▷ Machen Sie Aufzeichnungen und Aufnahmen von der Situation.
- ▷ Vermerken Sie allfällige derartige Schäden auf dem Lieferschein.
- ▷ Kontaktieren Sie Ihren Vertreter von Teufelberger-Redaelli.

5.4. LAGERUNG

Alle Lagerbereiche müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

- Ein harter Fußboden muss vorhanden sein. Vermeiden Sie einen direkten Kontakt des Seils mit dem Boden.
- Frei von Chemikalien, Dampf oder anderen korrosiven Medien, die das Produkt beeinträchtigen können.
- Innenlagerräume müssen normal temperiert, trocken, sauber, staubfrei, gut gelüftet und überdacht sein.
- Angrenzende Bereiche müssen durch Einfriedungen, Barrikaden, Absperrungen oder Zäune abgetrennt sein.
- Angrenzende Bereiche müssen überwacht werden und eventuelle Schäden müssen vom Benutzer gemeldet werden.

HINWEIS! Sachschaden!

Eine Lagerung bei erhöhten Temperaturen oder in einer feuchten, korrodierenden oder staubigen Umgebung oder Verunreinigungen durch Erde und Kontakt mit Chemikalien können die Seileigenschaften schwerwiegend beeinträchtigen.

▷ Lagern Sie Drahtseile nie bei erhöhten Temperaturen und schützen Sie sie vor Staub, Schmutz oder Säuren.

Das Produkt kann durch oberhalb gelagerte Gegenstände beschädigt werden.

▷ Stapeln Sie niemals Gegenstände oberhalb des Produkts.

- ▶ Sichern Sie das gelagerte Produkt gegen Bewegungen.
- ▶ Lagern Sie das Produkt in derselben Position, in der es geliefert wurde (Produkt nicht kippen).
- ▶ Stellen Sie sicher, dass der vom Hersteller angebrachte Schutz unbeeinträchtigt bleibt.

5.4.1. LANGFRISTIGE LAGERUNG

① Für weiterführende Informationen zur langfristigen Lagerung wenden Sie sich an Teufelberger-Redaelli.

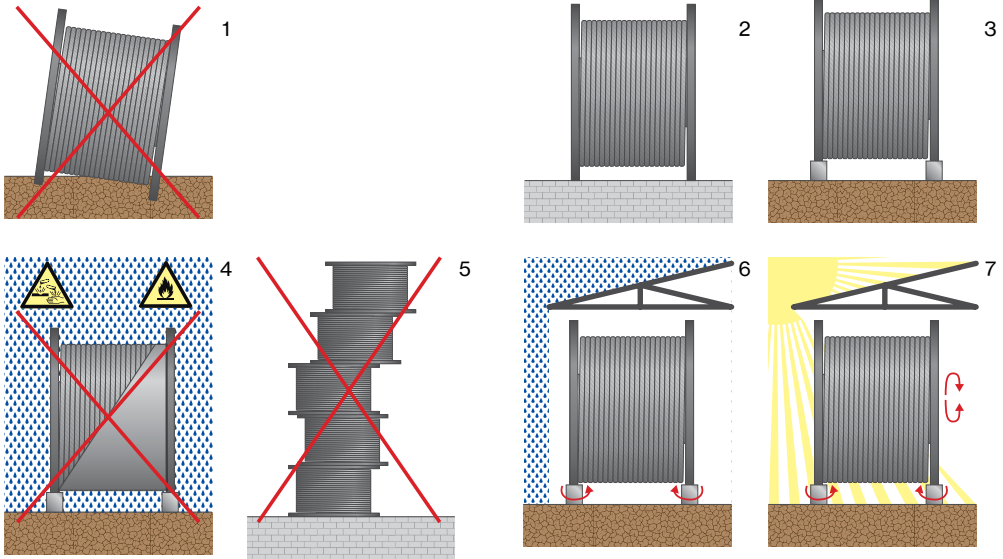


Abb. 28 - Lagerung

Wenn Sie das Produkt über einen längeren Zeitraum lagern müssen (> 2 Monate):

1. Vermerken Sie den Zustand des Produkts und der Verpackung zu Beginn und am Ende der Lagerdauer auf der Kennkarte.
2. Seile, die über einen längeren Zeitraum eingelagert waren, müssen vor der Verwendung auf Oxidation / Korrosion / Verschmutzung untersucht und gegebenenfalls gemäß den Empfehlungen von Teufelberger-Redaelli gereinigt, getrocknet und nachgeschmiert werden.
3. Schützen Sie die Enden des Produkts vor Feuchtigkeit, Staub und anderen Beschädigungen.
4. Lagern Sie das Produkt in derselben Position, in der es geliefert wurde (Produkt nicht kippen).
5. Platzieren Sie die Spulen auf geeigneten Auflagen (Spulenträgern), damit die Spulenarme nicht in den Boden einsinken können und das Seil einen gewissen Abstand zum Boden hat.
6. Decken Sie das Produkt mit einem atmungsaktiven, wasserfesten Material (kein Plastik) ab, um die Entstehung von Feuchtigkeit und Kondensation zu verhindern.
7. Stellen Sie eine geeignete Belüftung des Produkts sicher und verhindern Sie gleichzeitig das Eindringen von Wasser.
8. Führen Sie eine Sichtprüfung des Produkts durch.
9. Bei einer Umgebungstemperatur von $> 25^{\circ}\text{C}$: Prüfen Sie das Produkt alle 2 Monate und achten Sie auf Spuren von Korrosion oder ungenügender Schmierung.
10. Drehen Sie das Produkt alle 6 Monate um 180° , um das Abfließen von Schmierstoff zu verhindern. Wenn das Seil an einer Stelle korrodiert oder trocken ist, reinigen und schmieren Sie die entsprechenden Bereiche.
11. Unterziehen Sie das Produkt in periodischen Abständen einer Inspektion und schmieren Sie es gegebenenfalls mit Fett den Anweisungen des Herstellers entsprechend nach.

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Inkompatible Nachschmierstoffe können die Wirkung des Schmiermittels des Herstellers aufheben und somit die Seilqualität entscheidend beeinträchtigen!

▷ Anleitungen für das richtige Nachschmieren finden Sie in Kapitel 8 und/oder in den Wartungsanweisungen des Kranherstellers.

❗ Wenn in niedergefahrenen Anlagen Drahtseile unbenutzt bleiben, kann bei Wiederaufnahme des Anlagenbetriebs ein erneutes Reinigen und Schmieren erforderlich sein.

▷ Aus dem Betrieb genommene und für die spätere Wiederverwendung gelagerte Drahtseile müssen vor dem Aufwickeln gründlich gereinigt und geschmiert werden.

▷ Solche Seile sind unter denselben Bedingungen zu lagern wie neue Seile.

6. MONTAGE

6.1. VORABPRÜFUNG

Vorabprüfungen dürfen nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden, das mit den entsprechenden Sicherheitsvorschriften vertraut ist.

✓ Alle zu verwendenden Maschinen und Werkzeuge sind an ihrem Platz.

✓ Die Energieversorgung ist abgeschaltet.

▶ Unterziehen Sie das Produkt einer Sichtprüfung auf Anzeichen von Beschädigung durch Lagerung oder Transport.

▶ Stellen Sie sicher, dass eine sichere Montage des Produkts am Montageort möglich ist.

▶ Stellen Sie sicher, dass alles richtig ausgerichtet ist.

▶ Siehe Benutzerhandbuch der Anlage.

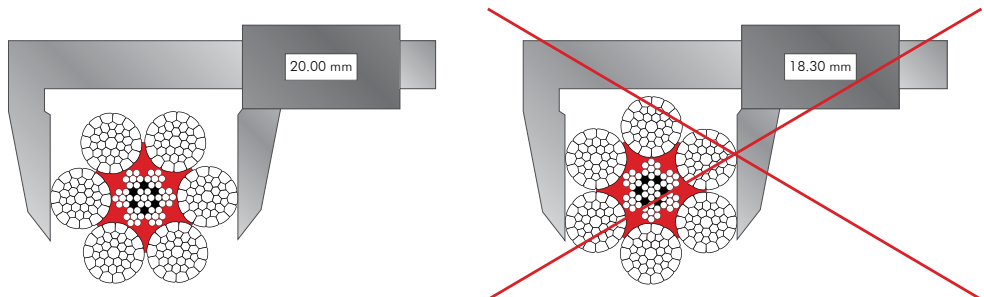


Abb. 29 - Prüfung des Durchmessers

6.2. PRÜFUNG DER WICHTIGSTEN EIGENSCHAFTEN DES STAHLSEILS

6.2.1. DURCHMESSER

Der Durchmesser eines Drahtseils ist der Durchmesser des Kreises um das Seil. Der Querschnitt eines Drahtseils unterscheidet sich von dem eines regelmäßigen Zylinders. Zur Messung des Seildurchmessers muss das Seil gerade und unbelastet sein (oder belastet mit einer maximalen Spannung von 5% der Min-

destbruchkraft). Es werden zwei verschiedene Messreihen durchgeführt, in einem Abstand von mindestens einem Meter und in zwei verschiedenen Ebenen, die zueinander rechtwinkelig verlaufen. Die Messlehren (bei Teufelberger-Redaelli erhältlich) müssen mindestens zwei Litzen umfassen können. Der Seildurchmesser ist der Mittelwert dieser vier Messungen.

► Verwenden Sie den Mittelwert zur Bewertung der Maßhaltigkeit entsprechend den in den jeweiligen Normen oder Spezifikationen angegebenen Toleranzen.

Der Unterschied zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Wert der vier Messungen gibt Auskunft über die Ovalität des Drahtseils.

❗ Bei einer ungeraden Anzahl an Außenlitzen müssen die Schiebelehren mit breiten Backen lang genug sein, um zumindest zwei Litzen zu umfassen.



Abb. 30 - Schiebelehre mit breiten Backen

6.2.2. SEILSCHLAGLÄNGE

Die Schlaglänge ist jene Strecke entlang des Seils, die eine Litze benötigt, um die Einlage des Seils einmal zu umrunden.

Es gibt zwei mögliche Messmethoden.

- Direkte Methode
- Indirekte Methode
- Direkte Methode - Messung der Seilschlaglänge durch Zählen der Litzen (Anmerkung: n ist die Anzahl der Litzen in der äußeren Lage)



Abb. 31 - Messung der Schlaglänge, direkte Methode

Je nach Anzahl der Außenlitzen müssen folgende Schritte zur Messung der Schlaglänge durchgeführt werden:

1. Stellen Sie sicher, dass das Drahtseil gerade ist.
2. Markieren Sie einen Punkt auf jener Litze, ab welcher die Litzen gezählt werden.
3. Markieren Sie einen zweiten Referenzpunkt auf der letzten gezählten Litze ($n + 1$) bzw. wo dieselbe Litze an derselben Stelle auftaucht.

Der genaue Abstand zwischen den beiden markierten Punkten ist die Schlaglänge ($n \times m + 1$).

Um ein genaueres Ergebnis zu erzielen, messen Sie mehrere Schlaglängen auf dem Drahtseil (mindestens

- 3). So werden Fehler beim Ablesen der Referenzpunkte verringert.

– Indirekte Methode - Messung der Seilschlaglänge mittels Papierabdruck

1. Legen Sie ein Stück dünnes Papier auf das Drahtseil.
2. Fahren Sie mit einem harten Gegenstand über das Papier, sodass sich die Litzen abzeichnen.
3. Markieren Sie die Abdrücke und zählen Sie die Abdrücke (Anzahl der Außenlitzen + 1).

Der Abstand zwischen dem ersten und letzten gezählten Abdruck ist die Schlaglänge.

Um ein genaueres Ergebnis zu erzielen, messen Sie mehrere Schlaglängen (mindestens 3) und dividieren Sie das Ergebnis durch die Anzahl der Messungen.

6.2.3. FESTIGKEIT DER SEILSTRUKTUR

Die Festigkeit hängt von der Kraft ab, mit der die Litzen der Außenlage des Drahtseils zusammengehalten werden.

- ▶ Schieben Sie einen Schlitzschraubendreher zwischen die Außenlitzen und drehen Sie ihn, sodass eine Aufweitung erzwungen wird.
 - Der Kopf des Schraubendrehers lässt sich relativ leicht zwischen die Litzen schieben.
 - Das Drehen des Schraubendrehers kann etwas mehr Kraft erfordern.
 - Nach dem Herausziehen des Schraubendrehers sollen die Litzen sofort wieder an ihren ursprünglichen Platz zurückkehren.
 - Widerstand gegen das Drehen der Klinge des Schraubendrehers bedeutet, dass die Spannung der Litzen für eine feste Außenlage ausreicht.
- ▶ Wenn die Seilstruktur nach dem Herausziehen des Schraubendrehers offen bleibt und die Litzen nicht in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren, muss zwecks weiterer Beratung das Personal von Teufelberger-Redaelli benachrichtigt werden.

Diese Methode beschränkt sich auf Seile mit einem Durchmesser von 30mm oder weniger.

❗ Wenn die gesamte Klinge des Schraubendrehers eingeführt werden kann, stimmt die Spannung zwischen den Litzen nicht.

6.2.4. PRÜFUNG DER ENDVERBINDUNGEN

- ▶ Stellen Sie sicher, dass die Endverbindungen des Seils mit jenen im Benutzerhandbuch der Anlage übereinstimmen oder dem entsprechen, was bestellt wurde.
- ▶ Vergewissern Sie sich durch eine Sichtprüfung von der korrekten Ausführung und dem ordnungsgemäßen Zustand der Endverbindungen.

6.2.5. PRÜFUNG DES EINSCHERSYSTEMS DES SEILS

Überprüfen Sie den Rillendurchmesser und den Zustand von Seilrollen, Umlenkrollen und Trommeln. Rillen in Seiltrommeln sowie Seil- und Ausgleichsrollen müssen zu den Seildurchmessern passen. Der Mindestrillendurchmesser sollte nie kleiner sein als der Istdurchmesser des Seils. Die Bandbreite laut ISO-Norm liegt zwischen +5% und +10% des Nenndurchmessers. Der Idealwert ist +7,5%. Der Rillendurchmesser wird mit speziellen Rillenlehren überprüft (siehe Abb. 32).

Neue Drahtseile können einen größeren Durchmesser aufweisen als alte Seile, die durch den Gebrauch dünner wurden. Wenn ein neues Drahtseil montiert wird, passt es möglicherweise nicht in die Rille, da diese durch vorher montierte Seile eventuell abgenutzt wurde bzw. sich das Profil zuvor montierter Seile eventuell eingedrückt hat. Seile, die in schmalen Seilrollenrillen laufen, weisen eine geringere Dauerstandfestigkeit auf. Damit der Rillengrund ISO 16625, EN 12385-3 oder API 2C und API 9B für abgenutzte Rillenradien bei Seilrollen entspricht, müssen Rillen möglicherweise vor der Seilmontage nachbearbeitet werden. Ferner müssen die Bedingungen für die Rillen auf der Trommel erfüllt werden.

! WARNHINWEIS! Seitliche Verformung des Seils!

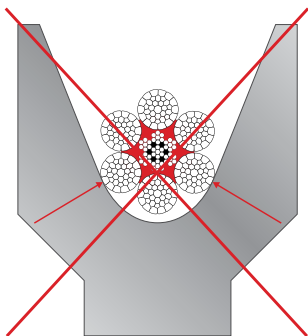
Eine übermäßige seitliche Ablenkung auf der Seilrolle kann zu schweren Beschädigungen des Drahtseils und in der Folge zu einer Verringerung der Sicherheit führen.

- ▷ Verwenden Sie niemals Seilrollen mit Rillen, deren Durchmesser kleiner ist als der Istdurchmesser des Drahtseils.

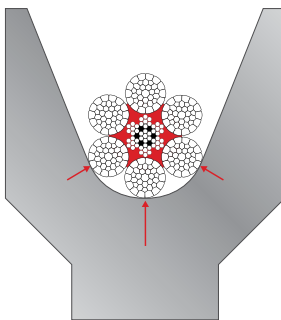
Die richtige Dimensionierung der Rille ist wesentlich für die Lebensdauer des Drahtseils.

- ✓ Der Durchmesser der Rille ist größer als der Durchmesser des Seils.
- ✓ Die Rille ist nicht abgenutzt.
- ✓ Die Rille ermöglicht eine leichte seitliche Verformung des Seils.

1. Falsch: Rille zu eng



2. Richtig: Die Rille bietet Auflage für ca. 1/3 (38%) des Seildurchmessers (120 ... 130°)



3. Falsch: Rille zu breit

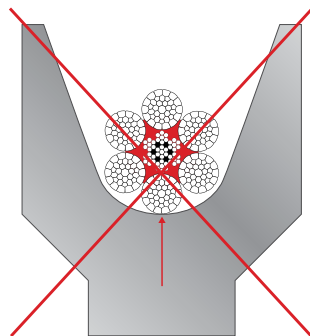


Abb. 32 - Rillen

- ▶ Wenn ein neues Drahtseil in einer abgenutzten Rille montiert wird, passt sich das Drahtseil möglicherweise nicht perfekt an das Rillenprofil an. Vergleichen Sie die Maße des Drahtseils mit den Maßen der abgenutzten Rille.
- ▶ Vergewissern Sie sich stets, dass der Querschnitt der Seilrolle und der Trommel der Belastung durch das Drahtseil entspricht.
- ▶ Wenn der entsprechende Durchmesser zu groß oder zu klein geworden ist, sollte die Rille nachbearbeitet oder die Seilrolle ausgetauscht werden.
- ▶ Seilrollen sollten sich leicht drehen lassen und die Lager müssen sich in einem guten Zustand befinden.
- ▶ Die Seilrollen müssen in Seilbewegungsrichtung ausgerichtet sein und dürfen keinerlei Grate aufweisen. Weiters dürfen die Lager der Seilrollen kein seitliches Spiel aufweisen.
- ▶ Die Trommeln müssen auf Risse geprüft werden und die Seilführungen und Trommelkeile müssen sich in einem einwandfreien Zustand befinden.
- ▶ Prüfen Sie die Ausrichtung der Seilrolle entsprechend der ursprünglichen Konfiguration der Maschine.
- ▶ Bei Ablenkwinkeln von $1,5^\circ$ zwischen dem Seil und der Seilrolle laut den Grenzwerten des Herstellers erkundigen Sie sich beim Seilhersteller bezüglich der Dimensionierung der Rille und der Auswahl des richtigen Seiltyps.



Abb. 33 - Rillenlehren

Wickeltrommeln und Seilrollen sind periodisch zu überprüfen um sicherzustellen, dass sich alle Komponenten richtig in ihren Lagern drehen. Steife oder abgenutzte Seilscheiben oder Rollen verursachen einen starken Abrieb am Seil.

Eine unwirksame Ausgleichsfunktion von Seilrollen kann zur ungleichmäßigen Belastung in der Seileinschierung führen.

Beispiel für die Feststellung des Rillen-Istdurchmessers mit Hilfe von Rillenlehren.



Abb. 34 - Rillen-Istdurchmesser 25,0 mm

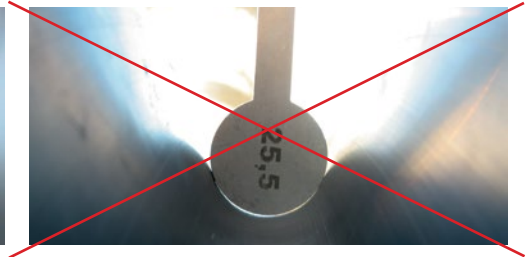


Abb. 35 - Rillendurchmesser kleiner als 25,5 mm

Beispiel für ein Seil mit Ø 25 mm:

Der Rillen-Istdurchmesser für ein Seil mit einem Nenndurchmesser von 25 mm soll 26,5 mm sein. Das entspricht +7,5% des Nenndurchmessers des Seils.

Beispiel: Rollen mit Furchen in der Rille müssen ausgetauscht werden.



Abb. 36 - Furchen in einer gebrauchten Rolle

6.2.6. SONDERPRÜFUNGEN FÜR SEILTROMMELN

- ▶ Prüfen Sie den Zustand der Trommel.
- ▶ Bei gerillten Trommeln prüfen Sie den Radius und die Rille mit einem richtig montierten Seil.
- ▶ Bei Verwendung eines Rillenmantels muss der Zustand des Mantels der Trommel geprüft werden. Beim Austausch des Mantels muss sichergestellt sein, dass der Mantel die passende Rillung aufweist, um das richtige Spulen des neuen Seils zu gewährleisten.

6.2.7. PRÜFUNG DER SCHUTZEINRICHTUNGEN DES SEILS

- ▶ Stellen Sie sicher, dass alle Schutzeinrichtungen entlang des Seils korrekt angebracht und in gutem Zustand sind.
- ▶ Prüfen Sie den Zustand aller Verschleißplatten und Trommelrollen, die die Strukturkomponenten schützen.

6.3. ABSPULEN / ABWICKELN

GEFAHR! Ungeeignete Sicherheitsausrüstung!

Durch Nichtverwendung geeigneter persönlicher Schutzausrüstung (PSA) können Sie Ihre Gesundheit ernsthaft gefährden und mögliche Verletzungen in Kauf nehmen:

- Hautprobleme durch übermäßigen Kontakt mit bestimmten Schmiermitteln;
 - Atemwegsschäden durch Einatmen von Gasen beim Schneiden von Seilen oder beim Einbetten derselben in Vergüssen;
 - Verletzungen am Auge durch Funken, Drahtfragmente, Draht- und Seilenden;
 - Verbrennungen durch Funken, geschmolzene Schmierstoffe oder Metalle;
 - andere Verletzungen durch Zurückschnellen von Draht- und Seilenden.
- ▷ Drahtseile sind von Fachkräften oder unter der Aufsicht von Fachkräften abzuspuhlen oder abzuwickeln.

WARNHINWEIS! Gefahr bei falscher Handhabung!

Das unsachgemäße Handhaben von Drahtseilen kann sehr gefährlich sein. Wesentliche Schäden an Seilen können sowohl Personen als auch Geräte und Anlagen ernsthaft in Gefahr bringen. Die Verwendung von Drahtseilen, welche nicht den Anweisungen des OEM entsprechen, kann zu schwerwiegenden Gefährdungen von Personal und Einziehequipment führen.

- ▷ Wickeln Sie Seile nach und nach ab, öffnen Sie Sicherungsmetallbänder mit großer Vorsicht.
- ▷ Entfernen Sie ein Metallband nach dem anderen beim Abspuhlen des Seils.

VORSICHT! Verletzungsgefahr!

Das unkontrollierte Lösen des äußeren Endes von der Spule oder das unkontrollierte Öffnen von Coilabbindungen kann Verletzungen verursachen. Das Drahtseil neigt dazu, in einer abrupten und heftigen Bewegung wegzuschnellen. Das Seil sollte nicht verdrillt oder verdreht werden. Ein Ziehen über scharfe Kanten oder um enge Radien kann das Seil stark beschädigen.

- ▷ Stellen Sie sich nicht in einer Linie mit dem äußeren Ende auf.
- ▷ Sorgen Sie dafür, dass das Drahtseil während der Montage nicht beschädigt wird.
- ▷ Wickeln oder spulen Sie Drahtseile mit größter Sorgfalt ab, um die Seilgeometrie zu wahren.
- ▷ Wenn das Seil bei der Montage über feststehende Teile gezogen werden muss, sichern Sie es durch eine geeignete Vorrichtung wie Seilrollen oder Holzstücke.
- ▷ Ziehen Sie das Seil niemals seitwärts von Coils oder über den Flansch einer Spule.

HINWEIS! Sachschaden!

Zu starkes Biegen kann das Produkt beschädigen und die Biegeermüdung beschleunigen.

- ▷ Bei Litzenseilen mit einem D/d-Verhältnis von weniger als 12 ist beim Abwickeln ein Biegen unbedingt zu vermeiden.
- ▷ Verwenden Sie hölzerne Auflagen oder Rollen, um den direkten Kontakt des Seils mit dem Boden zu vermeiden.

- Kontrollieren Sie das Drahtseil auf Schäden, die auf unsachgemäße Handhabung oder Lagerung zurückzuführen sind.
- Stellen Sie die Spule auf das Abrollgerät.
- Nach der Montage und vor der Entfernung der Hebwerkzeuge stellen Sie sicher, dass sich die Spule nicht aufgrund eines eventuellen Ungleichgewichts dreht.
- Lösen Sie das äußere Seilende von der Spule. Achten Sie darauf, Seilreaktionen zu vermeiden.
- Stellen Sie sicher, dass ein eventuell vorhandenes Bremssystem der erforderlichen Zugkraft standhält.
- Verbinden Sie das Seilende mit dem Ziehseil. Verwenden Sie dafür eine geeignete Verbindung, die der erforderlichen Zugkraft standhält.
- Stellen Sie sicher, dass die Zugkraft bei Verwendung einer Bremsvorrichtung 5% des Seildurchmessers in Tonnen nicht überschreitet, bzw. 10% des Seildurchmessers in Tonnen bei Verwendung von 2 Bremsvorrichtungen (eine auf jeder Seilseite). Für höhere Direktbremsanforderungen sind spezielle Spulen auf Anfrage und nach einer spezifischen Kundenzeichnung erhältlich.
- Während der Seilmontage lassen Sie eine höhere und korrekte Seilrückhaltespannung auf der endgültigen Trommel zu (siehe Kapitel 6.10).
- Verwenden Sie eine geeignete Abzugscheibe oder einen Spulenständer mit einer Bremsvorrichtung passend für die angegebene Abwickelspannung.

Die Verwendung der Abzugscheibe ermöglicht die direkte Seilmontage von der Transportspule auf die Trommel des Krans. Andernfalls muss das Seil zuerst auf eine Legespule und dann auf die endgültige Trommel gespult werden. In letzterem Fall ist auf mögliche Endverbindungen und deren korrekte Lage während der Montage zu achten.

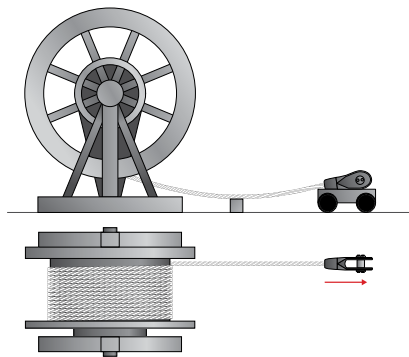


Abb. 37 - Abroller

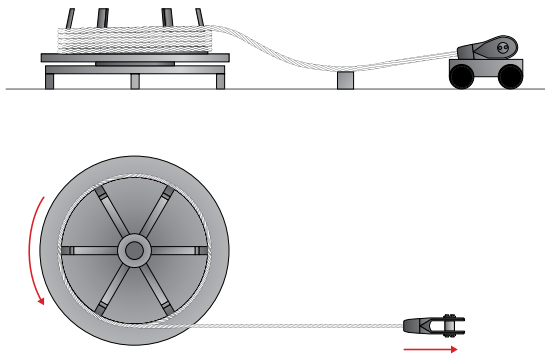


Abb. 38 - Ablaufhaspel

❗ Falls kein Abrollgerät zur Verfügung steht, muss das Seil flach auf dem Boden abgerollt werden (siehe Abb. 38).



Abb. 39 - Ordnungsgemäßes Abwickeln eines Coils

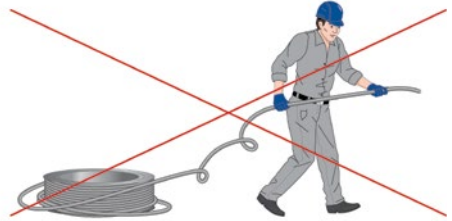


Abb. 40 - Unsachgemäßes Abwickeln eines Coils



Abb. 41 - Ordnungsgemäßes Abwickeln von einer Haspel

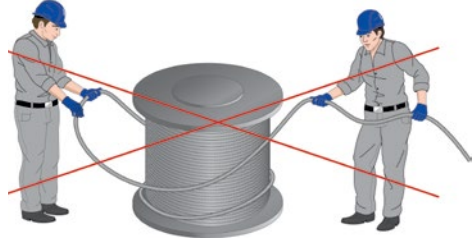


Abb. 42 - Unsachgemäßes Abwickeln von einer Haspel

Das Abrollen eines Seils von einer Trommel erfordert ebenfalls große Vorsicht:

- Mittels einer Stange, die durch das mittige Loch der Trommel eingeführt wird, muss die Trommel auf einen Rahmen 'aufgebockt' werden.
- Dann wird das Seil unter kontrollierter Spannung, um die Bildung von Schlaufen zu vermeiden, von der Trommel abgerollt. Dies erfolgt durch Anlegen einer Handbremse an den Trommelflansch oder unter Anwendung einer speziellen Bremsvorrichtung.

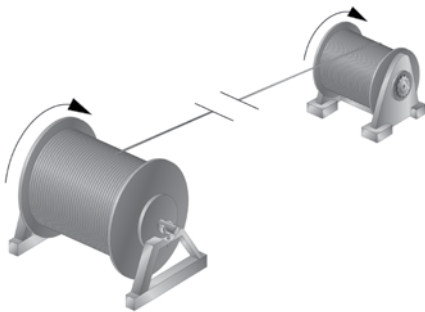


Abb. 43 - Ordnungsgemäßes Abwickeln unter Spannung mittels einer Winde

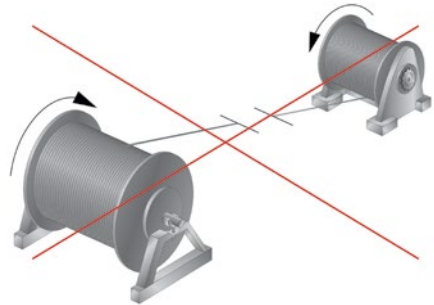


Abb. 44 - Unsachgemäßes Abwickeln unter Spannung mittels einer Winde

⚠ WARNHINWEIS! Gefahr bei falscher Handhabung!

Während des Abrollens gebildete Schlaufen können das Seil ernsthaft beschädigen. Unter Last werden Schlaufen zusammengezogen und bilden eine Klanke, welche das Seil irreparabel verformt. Eine Klanke kann die Bruchkraft eines Drahtseils erheblich reduzieren und Personal wie auch Einziehequipment gefährden.

6.4. HERSTELLUNG DER ENDVERBINDUNGEN

Eventuell ist es in manchen Fällen erforderlich, an dem gelieferten Seil eine spezielle Endverbindung herzustellen. Befolgen Sie dazu die nachstehend angeführten Anweisungen.

Für spezielle Seiltypen halten Sie sich an die Normen und Vorschriften oder kontaktieren Sie den Hersteller.

WARNHINWEIS! Gefahr durch unsachgemäße Schneidarbeiten an Seilen!

Unsachgemäß durchgeführte Seilschneidarbeiten können schwere Verletzungen von Personen oder Beschädigungen des Seils zur Folge haben. Einzelne Drähte können hervorragen. Ein Bewegen des Drahtseils während der Schneidvorgänge kann zur Beschädigung der Schleifscheibe oder anderer verwendeter Materialien und folglich zu Verletzungen der Arbeiter sowie der Personen in angrenzenden Bereichen führen.

- ▷ Die nachstehend angeführten Anweisungen sind genauestens zu befolgen.
- ▷ Sorgen Sie dafür, dass nur qualifiziertes Personal mit Seilschneidarbeiten betraut wird.
- ▷ Vor dem Schneidvorgang muss das Seil zu beiden Seiten der durchzuschneidenden Stelle befestigt und fixiert werden, sodass beide Enden in ihrer Position verharren und sich nicht aufdrehen.

WARNHINWEIS! Gefahr durch schädlichen Staub und schädliche Dämpfe!

Karbonstahldrähte gelten als mit Gesundheitsrisiken behaftet. Während der Weiterbearbeitung dieser Karbonstahldrähte (Löten, Reinigen, Verjüngen) können Staub, Rauch, Funken, abgetrennte Drahtpartikel und toxische Dämpfe entstehen.

- ▷ Tragen Sie die den örtlichen Sicherheitsvorschriften entsprechende persönliche Schutzausrüstung (Arbeitskleidung, Helm, Handschuhe, Augenschutz, Sicherheitsschuhe).

Wenn die Montage Schneidarbeiten an einem Drahtseil erfordert, sorgen Sie dafür, vor den Schnittenden geeignete Abbindungen anzubringen - mindestens eine Abbindung auf jeder Seite (siehe nachstehende Abbildung). Besondere Vorsicht ist beim Anbringen von Abbindungen an drehungsfreien und mehrlitzigen Seilen erforderlich. Diese Abbindungen müssen eine Länge von mindestens zwei Seildurchmessern aufweisen.

- ✓ Alle Verankerungskomponenten sind geeignet.
- ✓ Alle Verankerungskomponenten sind sauber und in einem einwandfreien Zustand gemäß dem Benutzerhandbuch der Maschine, auf der das Seil montiert werden soll.
- ✓ Wenn die Verankerungskomponenten eine Last tragen: Alle Verankerungselemente befinden sich in einem einwandfreien, den Vorgaben des Herstellerhandbuchs entsprechenden Zustand.

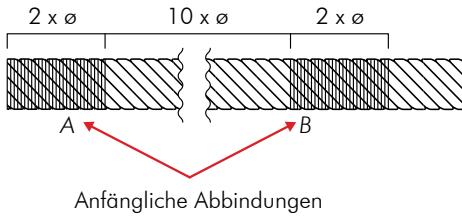


Abb. 45 - Seilende mit Abbindungen

- Wenn Enden von partieller Länge zu löten oder zu verjüngen sind, achten Sie darauf, alle Drähte und Litzen zu löten oder zu verjüngen.
- Verwenden Sie eine Diamantblatt-Metallsäge, ein Trennschleifgerät oder eine hydraulische Drahtseil-schere.

⚠ WARNHINWEIS! Gefahr durch unsachgemäße Schneidarbeiten an Seilen!

Wird das Seilende nicht korrekt gesichert, kommt es mit großer Wahrscheinlichkeit zu Schlaffheit, Verformungen, vorzeitiger Außerbetriebnahme und einer Verringerung der Bruchkraft des Seils.

- ▷ Nach den Schneidarbeiten müssen die Seilquerschnitte von nicht vorgeformten Seilen, Mehrlagenseilen und parallel verseilten Seilen derart geschweißt, hartgelötet oder verschmolzen und verjüngt werden, dass alle Drähte und Litzen im Seil vollständig gesichert sind.
- ▷ Sorgen Sie dafür, dass jegliche Fittings wie Klemmen und Haltevorrichtungen sauber und unbeschädigt sind, ehe Seilenden gesichert werden.

6.5. EINSCHERUNG

Vor der Montage eines neuen Seils muss entschieden werden, ob das Drahtseil durch die gesamte Einschierung gezogen oder in einem ersten Schritt auf die Seiltrommel aufgewickelt und in einem zweiten Schritt durch die Einschierung gezogen werden soll – ein außergewöhnlicher Vorgang, der ausreichende Trommelkapazität voraussetzt. Wenn ein inneres Ende des neuen Seils in einem Fitting (z.B. einer Kausche) endet, besteht die einzige Möglichkeit darin, das freie Ende durch die Einschierung zu ziehen.

Wenn ein Seil auf eine einfache tonnenförmige Trommel gewickelt wird, müssen nachfolgende Wicklungen fest gewickelt werden. Eine ausreichende Seilspannung erleichtert diesen Vorgang.

6.5.1. ERSTMONTAGE

Bei der Montage eines neuen Seils sollte kein Drall in das Seil eingebracht oder aus diesem entfernt werden. Wenn das Seil nicht mithilfe des alten Seils eingezogen wird, empfehlen wir die Verwendung eines textilen Hilfsseils oder eines dünnen drehungsfreien Seils. Litzenseile müssen dieselbe Schlagrichtung wie das neue Seil aufweisen.

Drahtseilstrümpfe müssen ausreichend lang sein, um ein Herausgleiten der Seile zu verhindern.

Bei der Verwendung eines Hilfsseils zur Montage des neuen Seils muss der Seilstrumpf eine Öse aufweisen. Das Hilfsseil, welches ein Faserseil sein kann, muss eine ausreichende Zugfestigkeit besitzen.

Falls das neue Seil mittels des alten Seils eingezogen wird, wird ein an beiden Enden offener Seilstrumpf verwendet.

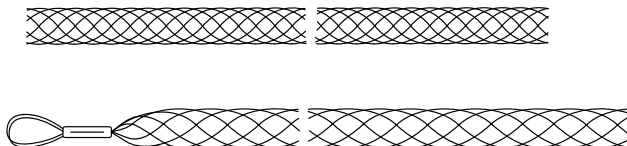


Abb. 46 - Drahtseilstrumpf

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Wenn die Montage über große Höhen erfolgt, muss das Drahtseil daran gehindert werden, sich zu drehen.

▷ Verwenden Sie keine Hilfs-Seilrollenblöcke mit einem D/d-Verhältnis kleiner als 12.

6.5.2. MONTAGE BEI AUSTAUSCH

6.5.2.1. MONTAGE DES NEUEN SEILS MITHILFE EINES ALTEN SEILS

Falls das neue Seil mithilfe eines alten montiert werden soll, ist eine mögliche Methode, einen Drahtseilstrumpf an jedem der Seilenden anzubringen. Achten Sie stets darauf, dass das offene Ende des Strumpfs mittels einer Abbindung oder alternativ dazu mit einer Klemme sicher an dem Seil befestigt wird. Verbinden Sie die beiden Enden mittels einer Länge Faserseil oder eines kurzen DREHUNGSFREIEN Seils von ausreichender Festigkeit, um zu vermeiden, dass Drall von dem alten Seil auf das neue Seil übertragen wird. Eine Möglichkeit zur Verbindung des alten und des neuen Seils miteinander ist mittels eines Drahtseilstrumpfs, der über den Seilenden angebracht wird und mittels Klebeband oder Klemme (siehe Abb. 45) befestigt werden muss.

⚠ WARNHINWEIS! Gefahr aufgrund unsachgemäßer Handhabung von Materialien!

Wenngleich eine derartige Verbindung von Seilen ein gewisses Maß an Zugfestigkeit bietet, kann das Seil brechen, wenn es über Seilrollen läuft. Es stellt somit ein Sicherheitsrisiko dar und kann möglicherweise das neue Seil oder die gesamte Anlage beschädigen.

▷ Altes und neues Seil nicht miteinander verschweißen.

❗ Wenn das alte Seil als Einziehseil verwendet wird, sorgen Sie dafür, dass kein Drall auf das neue Seil übertragen wird.

6.5.2.2. MONTAGE DES NEUEN SEILS MITHILFE EINES HILFSSEILS

Alternativ dazu kann eine Länge Faser- oder Stahlseil von geeigneter Festigkeit als Einziehseil in der Anlage verwendet werden. Überwachen Sie das Seil aufmerksam, während es in die Anlage eingezogen wird.

⚠ **WARNHINWEIS! Gefahr aufgrund unsachgemäßer Handhabung von Materialien!**

Bei Nichtüberwachung des Seils während dieses Vorgangs könnten Verletzungen die Folge sein.

- ▷ Sorgen Sie dafür, dass die Anlage nicht durch irgendeinen Teil der Konstruktion oder des Mechanismus blockiert wird, was dazu führen könnte, dass sich das Seil aus der Anlage löst.
- ▷ Verwenden Sie in diesem Fall keinen Drallfänger (Seilwirbel) während der Seilmontage.

❗ Wenn Seile mit Becket-Loop / Teufelberger-Redaelli Pull-Eye / Kettenglied für Einsicherungszwecke ausgeliefert werden, beachten Sie bitte, dass diese Verbindung nur während des Montagevorgangs verwendet werden kann.

6.5.3. EINZIEHEN

⚠ **WARNHINWEIS! Falscher Transport und falsche Montage!**

Eine unsachgemäße Drahtseilmontage kann schwerwiegende Verletzungen von mit der Montage und dem nachfolgenden Betrieb befassten Personen bzw. Beschädigungen von Materialien zur Folge haben.

- ▷ Drahtseile dürfen nur mit der entsprechenden Sorgfalt und Schritt für Schritt von fachkundigen Technikern und/oder entsprechend geschulten Personen unter fachkundiger Beaufsichtigung montiert werden.
- ▷ Halten Sie sich genau an alle Sicherheitsmaßnahmen.
- ▷ Tragen Sie die den lokalen Sicherheitsvorschriften entsprechende persönliche Schutzausrüstung (Arbeitskleidung, Helm, Handschuhe, Augenschutz, Sicherheitsschuhe).
- ▷ Sorgen Sie dafür, dass die Einziehvorrichtungen für die Seilmontage sicher sind und nicht versehentlich gestartet werden können.
- ▷ Siehe die entsprechenden Anweisungen im Betriebshandbuch des System-OEM und befolgen Sie diese.
- ▷ Achten Sie darauf, die Abfolge der Seilmontage sorgfältig zu planen und weisen Sie das Montagepersonal entsprechend ein.
- ▷ Vergewissern Sie sich, dass die für die Seilmontage benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel zur Verfügung stehen.

- ▶ Achten Sie während der Montage darauf, dass das Drahtseil keinen Verdrehungen oder Verformungen, keinem Abrieb und keinen anderen Einflüssen ausgesetzt wird.
- ▶ Die Montageerfordernisse können je nach Art der Montage verschieden sein. In allen Fällen ist Folgendes bereitzustellen:
 - Eine waagrechte Plattform mit Verankerungselementen, um das Coil zu fixieren.
 - Geeignete Winden, Capstans oder andere Zughilfen

HINWEIS! Die Spule, auf welcher das Seil ausgeliefert wird, kann nur eine direkte Abwickelkraft tragen!

Wenn eine hohe Zugspannung aufgebracht wird, können Trommeln einbrechen und/oder das Seil kann beschädigt werden!

- ▷ Spulen aus Holz dürfen nicht direkt für die Montage verwendet werden.
 - Während der Seilmontage lassen Sie eine höhere und korrekte Seilrückhaltespannung auf der endgültigen Trommel zu (siehe Kapitel 6.10).
- Zusätzliche Komponenten für die Anbringung des Seils sind von den Bodeneigenschaften abhängig.
 - Diese Komponenten sollen verhindern, dass das Seil mit dem Boden oder mit Hindernissen in Berührung kommt. Durchmesser und Rille (falls anwendbar) sind an den Seildurchmesser anzupassen.

Bei der Seilherstellung werden Seile auf eine Spule gewickelt und erhalten auf diese Weise eine bevorzugte Biegerichtung.

Beim Montieren eines Seils sollte das Seil dieselbe Biegung beibehalten, um eine Beschädigung des Seils oder eine Reduktion seiner Lebensdauer zu vermeiden (siehe Abb. 46).

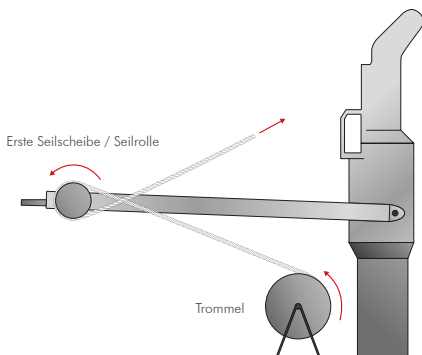


Abb. 47 - Seitenansicht: Der Ablenkswinkel zwischen der Spule und der ersten Seilscheibe / winks, der Seilrolle hängt von dem Abstand zwischen diesen beiden Komponenten ab

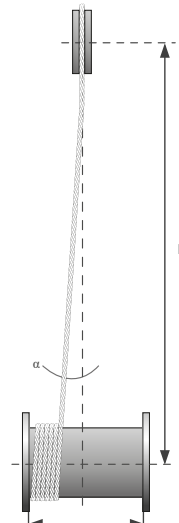


Abb. 48 - Draufsicht des resultierenden Ablenks von dem Abstand der Spule und der ersten Seilscheibe / Seilrolle abhängig ist

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Drehungsfreie Seile können beispielsweise sogar schon bei Ablenk winkeln α größer als 2° beschädigt werden!

▷ Orientierungshilfen zur korrekten Installation zur Vermeidung von Ablenk winkeln sind:

Während der Montage sollte die Spule in einer maximalen Entfernung von der ersten Seilrolle oder der Trommel und ohne Ablenkung angebracht werden, da eine Ablenkung eine Verdrehung des Seils bewirken kann (siehe Abb. 47).

Drehungsfreie Seile $\alpha \leq 2^\circ$ $B/A \geq 15$

Nicht drehungsfreie Seile $\alpha \leq 4^\circ$ $B/A \geq 7$

Zum Beispiel muss für eine Spule mit 1m Abstand zwischen den Flanschen (A) der Abstand zwischen der Spule und der ersten Seilrolle (B) bei einem drehungsfreien Seil mindestens 15m betragen.

6.6. MEHRLAGENWICKLUNG

Falls auf der Windentrommel der Anlage eine Mehrlagenwicklung erforderlich ist, sorgen Sie dafür, dass das neue Drahtseil gespannt ist, während es auf die Trommel gewickelt wird. Eine geeignete Spannung an dem Seil erhöht dessen radiale Stabilität (empfohlene Spannung siehe 6.9), wodurch der Verschleiß in den unteren Seillagen auf der Trommel erheblich reduziert wird.

Manche Seilsysteme erfordern das Wickeln des Seils auf die Trommel unter Spannung während der Erstmontage. Die Seilspannung sollte möglichst hoch sein, jedoch nicht mehr als empfohlen über der Mindestbruchkraft liegen. Eine derartige Rückhaltespannung kann durch Anlegen einer Bremse an die Spule, während das Seil abgewickelt wird, oder mittels einer Capstan-Winde erreicht werden. Bitte beachten Sie, dass es erforderlich ist, herkömmliche Spulen für den beschriebenen Montagevorgang zu bestellen. Kreuzspulen sind ungeeignet.

Bremsen oder Spannvorrichtungen dürfen nicht direkt am Seil angreifen, um ein Verdrehen oder Verformen des Seils und somit irreparable Schäden zu vermeiden.

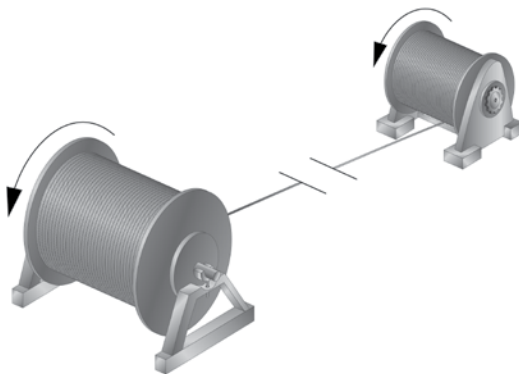


Abb. 49 - Richtige Methode zur Anordnung des Verankerungspunkts des Seils auf einer Trommel

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Lockeres oder unregelmäßiges Wickeln auf die Trommel kann übermäßigen Verschleiß, Quetschungen und Verformungen des Seils zur Folge haben. Eine lockere Wicklung beim Wickeln unter Last kann in der Folge dazu führen, dass äußere Seillagen in darunterliegende Lagen einschneiden und irreparable Schäden am Seil verursachen. Die äußeren Lagen können sogar eingezogen und eingeklemmt werden.

- ▷ Ziehen Sie das Seil durch Abwickeln aus darunterliegenden Lagen heraus.
- ▷ Wickeln Sie das Seil zunächst auf. Ziehen Sie dieses dann zur Gänze (bis zu den Totwindungen) durch die Einscherung und wickeln Sie es danach unter geringer Rückhaltespannung auf die Trommel.

❗ Falls Sie Unterstützung bei der richtigen Wahl der Seilschlagrichtung im Kransystem benötigen:

- ▷ Wenden Sie sich an den für Sie zuständigen Vertriebsmitarbeiter bei Teufelberger-Redaelli.

6.7. EMPFEHLUNG FÜR OPTIMALES WICKELN VON SEILEN IN EINER MEHRLAGENKONFIGURATION AUF EINFACHEN TONNENFÖRMIGEN TROMMELN

- Achten Sie darauf, dass Sie vollverdichtete Seile verwenden. Diese Seile sind widerstandsfähiger gegenüber radialer Verformung.
- Montieren Sie die Seile mit geeigneter Spannung (siehe 6.9) und vermeiden Sie lockere Lagen (insbesondere bei den ersten Windungen bzw. der ersten Lage auf der Trommel).
- Der Seileintritt auf der Trommel muss übergangslos erfolgen, da die allererste Seilwindung sehr eng an dem Trommelflansch anliegen muss. Vermeiden Sie scharfe Kanten in diesem Bereich! (siehe Abb. 50)

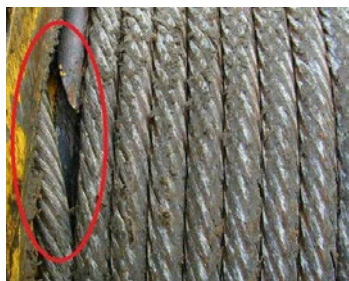


Abb. 50 - Eintritt des Seils auf der Trommel

- Sorgen Sie beim Aufwickeln der ersten Windung für engen Kontakt mit der Trommel durch Verwendung eines Kunststoffhammers, um jegliche Beschädigung des Seils zu vermeiden.
- Nachdem die erste Lage vollständig auf die Trommel aufgewickelt wurde, ist neben der Seileintrittsstelle zu überprüfen, ob zwischen der letzten Windung der ersten Lage und dem Trommelflansch noch ein Zwischenraum vorhanden ist (siehe Abb. 53). Der Zwischenraum sollte nicht größer als die Hälfte des Seildurchmessers sein. Ist der Zwischenraum größer, montieren Sie bitte eine Zwischenplatte entsprechend der Empfehlung des Kranherstellers, um diesen Abstand auszufüllen. Falls der Zwischenraum kleiner als die Hälfte des Seildurchmessers ist, montieren Sie eine Zwischenplatte nur im Falle von Wicklungsproblemen. Berücksichtigen Sie, dass der Seildurchmesser beim Betrieb abnehmen wird! Die Berechnung der ungefähren Zwischenplattengröße kann seitens Teufelberger-Redaelli durchgeführt werden. Die Verwendung einer Zwischenplatte (siehe Abb. 51 und 52) wird den Ablenkwinkel beeinflussen (Ablenkwinkel wird reduziert)!

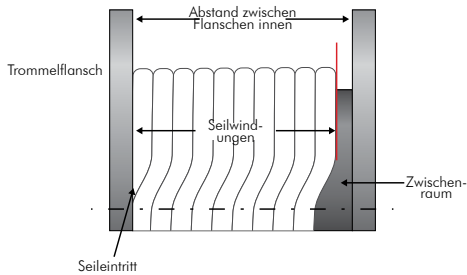


Abb. 51 - Prüfung des Zwischenraums, nachdem die erste Lage zur Gänze auf der Rolle aufgewickelt wurde

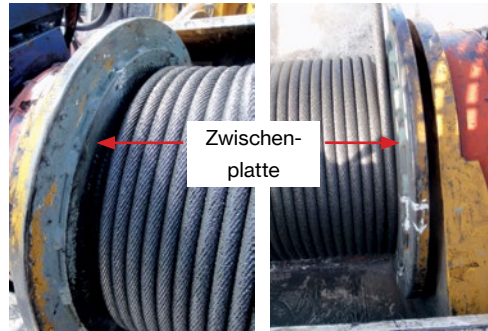


Abb. 52 - Zwischenplatte auf Trommel



Abb. 53 - Geeignetes Wickeln der ersten Lage, um Zwischenräume zu Zwischenplatten und eine Quetschung des Seils zu vermeiden

- Bitte beachten Sie, dass der Zwischenraum aufgrund der Trommel- und Seiltoleranzen variieren kann. Daher die Zwischenplatten nur heftschweißen und nicht durchgehend schweißen.
- Straffen Sie für Auslegerverstellseile in Gleichschlagausführung zusätzlich die Seilstruktur im Bereich der Sicherheitswindungen mittels Verdrehen des Endes des Seils auf der Seite des Verankerungspunkts (siehe 6.8)i).
- Verwenden Sie nur so viele Windungen, wie für den Betrieb des Krans erforderlich ist. Was die Sicherheitswindungen betrifft, befolgen Sie das Handbuch des Kranherstellers und die geltenden Vorschriften (API).
- Vermeiden Sie bitte aufgrund der Quetschungsgefahr, die erste Seillage als Führungslage zu verwenden. Falls erforderlich, das Seil alle 100 Arbeitsstunden bis zu den Sicherheitswindungen abwickeln und wie oben beschrieben unter Spannung neu aufwickeln.
- Wenn die letzte Windung an irgendeiner Lage aufgrund einer Verengung des Zwischenraums nicht ganz um die Trommel herum passt (siehe Abb. 54), bildet das Seil einen über dieser Verengung erhabenen Buckel aus, was zu Unregelmäßigkeiten beim Wickeln der nächsten Lage führt.

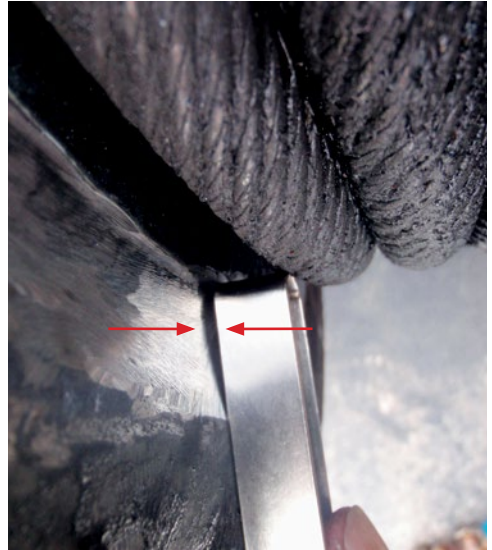


Abb. 54 - Verengung, welche Ablenkungen des Seils verursachen kann

- Wenn die Bauart des Krans zu kleine Ablenkwinkel ($0^\circ < \alpha < 0,5^\circ$) an der Trommel in Richtung hin zu der ersten Seilrolle ergibt, kann das Seil die Wand der Trommel hochklettern (vgl. Abb. 55), ehe es in einer unsystematischen Konfiguration mit Zwischenräumen zwischen den Windungen "abstürzt" und somit eine Grundlage für eine unregelmäßige Wicklung der nächsten Lage bildet. Ein Seil-Kicker unterstützt das Drahtseil dabei, rechtzeitig seinen Weg in das Tal der vorhergehenden Lage zu finden und nicht die Trommelwand hochzuklettern.



Abb. 55 - Seil, das aufgrund kleiner Ablenkwinkel beim Aufwickeln die Trommelwand hochklettert

- Bitte planen Sie eine Einlaufzeit für ein neu montiertes Seil ein, um zu ermöglichen, dass Einstellungen von Drähten/Litzen den Vorschriften des Herstellers entsprechend angepasst werden können.
- Vermeiden Sie Schlaffseil im System aufgrund der Gefahr lockerer Windungen und Lagen und daraus folgender Quetschungen.
- Achten Sie darauf, dass das Seil stets gut geschmiert ist, was die Reibung zwischen allen Seilwindungen und -lagen reduziert.

6.8. EMPFEHLUNG: SEILMONTAGE AUF MEHRLAGENTROMMELN FÜR AUSLEGERVERSTELLSEILE IN GLEICHSCHLAGAUSFÜHRUNG

Ehe Sie das Seil am Verankerungspunkt festmachen, müssen Sie das Seil mit einer geeigneten Verdrehvorrichtung um seine Achse "straff" drehen. Sorgen Sie dafür, dass sich das Seil nicht während des Festmachens zurückdreht.

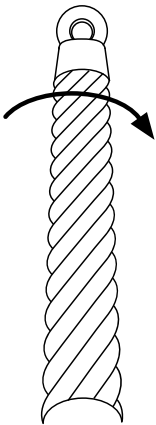


Abb. 56 - Beispiel für ein totes Ende: zwei verschiedene Ansichten, ein Seil

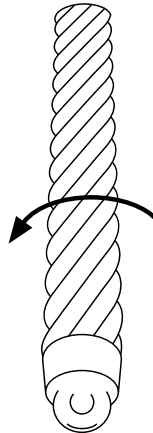


Abb. 57 - Schlagtyp des Seils: Kreuzschlag, rechtsgängig

Befestigung des Seils am Verankerungspunkt der Trommel:

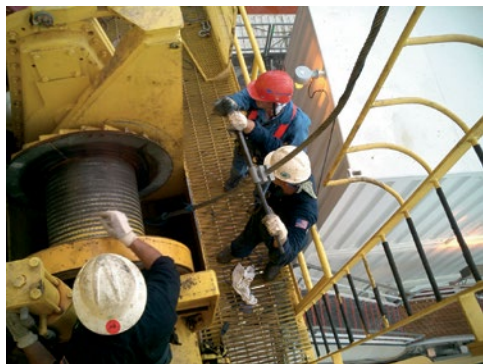


Abb. 58 - Befestigen Sie das Seil am Verankerungspunkt der Trommel

ⓘ Eine Person des Teams muss dafür sorgen, dass sich das Seil während des Befestigens nicht zurückdreht. Nach dem Befestigen des Seils am Verankerungspunkt muss die Verdrehvorrichtung vom Seil abgenommen werden!

6.9. AUFWICKELN UNTER SPANNUNG

Die erste Lage muss eine ausreichende Spannung von mindestens 2,5% - 5% der Mindestbruchkraft oder – für den Schwerlastbetrieb – von mindestens 10% der Seilspannung der sicheren Arbeitslast (SWL = Safe Working Load) aufweisen.

Die Vorspannung zum Aufwickeln hängt von dem Sicherheitsfaktor und dem D/d-Verhältnis der Trommel ab (siehe Schaubild).

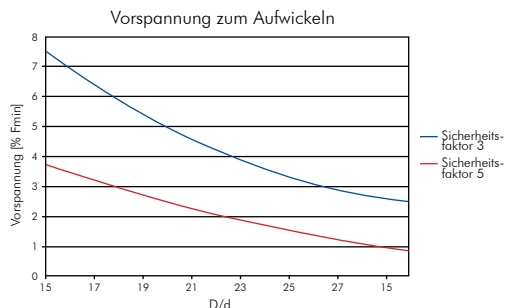


Abb. 59 - Beziehung zwischen Vorspannung windungen)

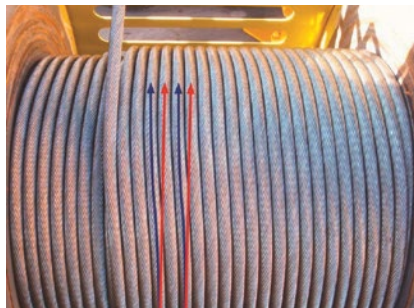


Abb. 60 - Richtiges Wickeln (kein Zwischenraum zwischen den Seil- und D/d-Verhältnis der Trommel)

6.10. NACH ERFOLGTER MONTAGE

6.10.1. SEIL-TRAINING

Das „Seil-Training“ hängt stark von der jeweiligen Anwendung ab, für welche die Seile verwendet werden. Die folgende Vorgehensweise dient zur Anwendung bei den meisten gängigen Krantypen in der Baubranche und der maritimen Industrie. Im Zweifelsfall oder bei speziellen Anwendungen konsultieren Sie bitte TEUFELBERGER-REDAELLI für spezifischere Empfehlungen.

Die auf die Komponenten des Drahtseils (Drähte, Litzen und Einlage) während der Herstellung aufgebrachte Kraft unterscheidet sich von der im Betrieb auf das Drahtseil aufgebrachten Kraft. Somit unterscheidet sich die relative Position der Komponenten vor Inbetriebnahme von der im Betrieb eingenommenen Position (z.B. Spannung, Biegung, Rotation). Da die verschiedenen Seilkomponenten unterschiedlich auf die Last reagieren, ist es erforderlich, ein „Seil-Training“ durchzuführen, das darin besteht, dass man das neue Seil durch mehrmaliges langsames Betreiben der Anlage bzw. der Maschine „einläuft“. Dadurch wird ermöglicht, dass sich das neue Seil allmählich an die Arbeitsbedingungen anpassen kann.

1. Überschreiten Sie beim Training nicht den Nennarbeitswert. Verwenden Sie vorzugsweise eine niedrige Last von ca. 10% der Arbeitsbelastungsgrenze (WLL = Working Load Limit).
2. Vor dem Betrieb: Lassen Sie das Seil in einer einsträngigen Konfiguration (Single-Fall-Konfiguration) bis zu jener Tiefe herab, die für das Ablegen erforderlich ist, und lassen Sie das Seil einige Minuten lang in dieser Position, um die Eliminierung seiner Trägheitsbewegung zu ermöglichen.
3. Wickeln Sie das Seil wieder auf die Winde auf. Vergewissern Sie sich, dass das neue Seil auf der Trommel richtig gewickelt wird und dass weder Durchhang noch Überkreuzungen auftreten.
4. Erforderlichenfalls ist möglichst viel Spannung aufzubringen, um straffes und gleichmäßiges Wickeln, insbesondere in der ersten Lage, zu gewährleisten. Sorgen Sie dafür, dass der Herstellzustand des Seils über den gesamten Handhabungs- und Montageablauf hinweg erhalten bleibt.
5. Um vollständige Ausgewogenheit zu erzielen, das Seil mindestens 3 Mal herablassen und wieder aufwickeln. Das Seil erreicht dann seine richtige mechanische und geometrische Justierung in Bezug auf Drehmoment und Rotationsstabilität.
6. Beim letzten Aufwickeln jede Seillage mit einer Linie markieren, die als Referenz zum Überwachen der Seilrotation verwendet wird.
7. Messen Sie die Schlaglänge des Seils an verschiedenen Punkten des Seils (d.h. alle 250 m). Die Torsionseigenschaften des Seils werden bestimmt. Auf diese Weise ist es einfacher, sein Verhalten unter verschiedenen Last-/Tiefenbedingungen abzuschätzen.
8. Lassen Sie eine Seillänge herab, um sich zu vergewissern, dass sich die Markierungen nicht wesentlich drehen. Aufgrund von Ablenkungswinkeln, Reibung an Seilrollen usw. kommt es nichtsdestotrotz zu etwas Rotation.

6.10.2. INBETRIEBNAHME

- ▶ Nach der Montage und dem Training: Vergewissern Sie sich, dass sich die geometrischen Parameter des Seils nicht geändert haben und dass sich das Seil normal verhält.
- ▶ Nach der Montage: Jedweder verbaute Endschalter muss überprüft und bei Bedarf neu eingestellt werden.
- ▶ Nach der Montage: Die folgenden verwendungsbezogenen Seilmontagedaten sind auf dem jeweiligen Zertifikat des Seils zu vermerken (Typ, Standort, Registrierungsnummer, Verwendungszweck, Montage-daten und andere Nachverfolgungsinformationen).
- ▶ Das Zertifikat muss dann unterzeichnet und abgelegt werden.
- ▶ Alle Ausrichtungen sind zu überprüfen.
- ▶ Informationen über die Ablenkwinkel der Seile können Sie dem entsprechenden Produktdatenblatt entnehmen.

6.11. ERSTBETRIEB

6.11.1. VERDREHUNG AN EINEM SEILROLLENBLOCK

Bei den ersten Betriebszyklen kann es zu etwas Rotation kommen. Diese Rotation kann zum Verdrehen der Seilteile der Einsicherung führen und durch Folgendes verursacht werden:

- bei der Seilmontage eingebrachte Verdrehung
- durch die Einscherbetriebsanordnungen eingebrachte Verdrehung
- durch die Trommel eingebrachte Verdrehung

6.11.2. BESEITIGEN VON VERDREHUNG AN EINEM HUBSEIL

Beseitigen von Verdrehung an dem Kran-Seilrollenblock mit einem drehstabilen Fixpunkt:

Bestimmung der Verdrehrichtung

Ausleger in die Horizontale zu seiner untersten Position bringen und Seilrollenblock zu seiner untersten Position bringen. Dann Verdrehrichtung des Seilrollenblocks vom Kranführerhaus aus bestimmen.

Wenn sich der Seilrollenblock gegen den Uhrzeigersinn verdreht, muss das Seil am Fixpunkt im Uhrzeigersinn verdreht werden. (Umgekehrt, wenn sich der Seilrollenblock im Uhrzeigersinn verdreht.)

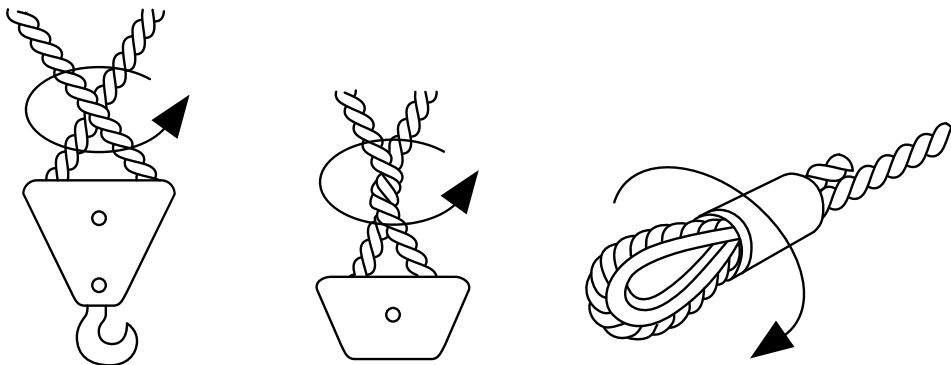


Abb. 61 - Richtiges Beseitigen von Verdrehung an einem Hubseil

7. INSPEKTION UND PERIODISCHE WARTUNG

GEFAHR! Seilversagen infolge von falscher oder fehlender Wartung!

Das Versagen eines Drahtseils kann schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben! Drahtseile versagen, wenn sie abgenutzt, Schockbelastungen ausgesetzt, überlastet, falsch verwendet, beschädigt, unsachgemäß gewartet oder missbräuchlich verwendet werden!

- ▷ Drahtseile vor der Verwendung immer auf Verschleiß, Schäden oder missbräuchliche Verwendung untersuchen.
- ▷ Verwenden Sie nie ein Drahtseil, das abgenutzt, beschädigt oder missbräuchlich verwendet wurde und seine Adegereife erreicht hat.
- ▷ Setzen Sie ein Drahtseil nie übermäßigen Lasten oder Schockbelastungen aus.
- ▷ Lesen Sie die geltenden Richtlinien, Vorschriften, Normen und Verordnungen in Bezug auf Inspektionen, Überprüfungen und Ablegekriterien für Seile.
- ▷ Falls der Zustand des Seils nicht den Vorgaben des Montagehandbuchs entspricht, stellen Sie bitte die Arbeiten damit sofort ein.
- ▷ Lesen Sie die in dieser Broschüre enthaltenen Anweisungen betreffend die Produktsicherheit gründlich durch und vergewissern Sie sich, dass Sie diese verstehen; lesen Sie auch das Handbuch des Maschinenherstellers und vergewissern Sie sich, dass Sie dessen Inhalt verstehen.

WARNHINWEIS! Falsche Vorgehensweisen hinsichtlich der Wartungssicherheit!

Unsachgemäße Drahtseilwartung kann schwere Verletzungen der mit der Montage und dem nachfolgenden Betrieb befassten Personen oder Materialschäden zur Folge haben.

- ▶ Vor der Durchführung von Wartungsarbeiten Hauptschalter trennen und diesen mittels eines speziellen Vorhangschlosses verriegeln.
- ▶ Verwenden Sie die Sicherheitsausrüstungen für die Seile und das gesamte zugehörige Zubehör.
- ▶ Gehen Sie bei der Demontage der Maschine und ihrer Komponenten mit besonderer Vorsicht vor.
- ▶ Beachten Sie das Wartungsblatt für periodische Überprüfungen von Drahtseilen, Seilrollen und Trommeln. Kontrollieren Sie die Komponenten immer visuell und physisch.
- ▶ Befolgen Sie die Anweisungen für die Wartung während des Betriebs wie auch während der Lagerung.
- ▶ Notieren/Vermerken Sie die richtige Durchführung der Wartungsarbeiten und mögliche abnormale Situationen oder Schäden.
- ▶ Kontrollieren Sie den Seildurchmesser bei jeder Inspektion und Wartung.
- ▶ Jede nennenswerte Änderung des Zustands muss gemeldet werden und das Seil muss von einer fachkundigen Person gemäß 7.5.1 überprüft werden.

In folgenden Fällen dürfen die Seile nur von qualifizierten und dazu ermächtigten Mitarbeitern mit Spezialwerkzeugen überprüft und repariert werden:

- nach Unfällen mit dem Seil oder der Maschine, auf der das Seil montiert ist
- nach Montage oder Demontage der Maschine
- vor einer Wiederinbetriebnahme nach langem Stillstand

7.1. FÜR DIE INSPEKTION ERFORDERLICHE WERKZEUGE

Folgende Werkzeuge und Materialien sind für die Inspektion zweckdienlich:

- Ahle und Marlspieker
 - Breitbackenschiebelehre (Abb. 30)
 - Stahlmaßband
 - Rillenlehren (Abb. 33)
 - Füllerlehren
 - Steigungszyylinder (Abb. 63)
 - Schraubendreher
 - Kreide
 - Lineal
 - Reinigungsmittel und Wischtücher
 - Bleistift und Papier
 - Herstellerhandbuch oder Bedienungsanleitung für die betreffende Maschine
 - Kopien von relevanten staatlichen oder anderen Prüfkriterien und Spezifikationen
- Für eine sachgemäße Inspektion sind adäquate Messwerkzeuge erforderlich. Teufelberger-Redaelli bietet alle speziellen Rillenlehren, Füllerlehren und Breitbackenschiebelehren an, um bei Bedarf die geeignete Drahtseildurchmessermessung durchführen zu können.

7.2. WARTUNG NACH LANGER LAGERUNG

✓ Führen Sie eine gründliche Überprüfung des Seilzustands und des Wartungsbedarfs durch.

1. Seil vollständig reinigen.
2. Seil vollständig trocknen lassen.
3. Seil schmieren.

Periodische Inspektion und Wartung

- ▶ ISO 4309, API 2D oder andere lokal geltende Vorschriften oder gesetzliche Vorgaben für Inspektionskriterien einhalten.
- ▶ Tragen Sie die den örtlichen Sicherheitsvorschriften entsprechende persönliche Schutzausrüstung (Arbeitskleidung, Helm, Handschuhe, Augenschutz, Sicherheitsschuhe).
- ▶ Das Seil vor jedweder Wartungs- oder Inspektionsarbeit entlasten, sofern aus dem Benutzerhandbuch oder anderen offiziellen Dokumenten nichts anderes hervorgeht.
- ▶ Wartungs- oder Inspektionsarbeiten nur dann durchführen, wenn die Bedieneinheiten der Maschine nicht bemannt sind und der benachbarte Bereich abgesperrt ist bzw. Warnschilder aufgestellt wurden.
- ▶ Wenn die Bedieneinheiten der Maschine bemannt sind, muss die befugte Person in der Lage sein, ohne Weiteres mit dem Führer oder Bediener der Maschine zu kommunizieren.

- ▶ Wenn ausreichend umfangreiche betriebliche Erfahrungswerte verfügbar sind, kann der Zeitpunkt für den Austausch des Drahtseils im Rahmen eines Präventivwartungsprogramms im Voraus abgeschätzt werden, und zwar unter der Voraussetzung, dass sich die Betriebsbedingungen nicht ändern und wieder der gleiche Seiltyp verwendet wird. Die maßgeblichen Faktoren für das Ablegen eines Seils bleiben jedoch weiterhin die in Kapitel 9 angeführten Kriterien.
- ▶ Untersuchen Sie sorgfältig jede Zustandsverschlechterung, die zu einem möglichen Verlust der ursprünglichen Seilfestigkeit führen könnte, und stellen Sie fest, ob die weitere Verwendung des Seils ein Sicherheitsrisiko darstellen würde.
- ▶ Bestimmen Sie die Häufigkeit von detaillierten und gründlichen Inspektionen unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:
 - Erwartete Seillebensdauer, ermittelt anhand von Wartungsaufzeichnungen und Erfahrungen mit der jeweiligen Anlage oder ähnlichen Anlagen
 - Umgebungsbedingungen
 - Prozentsatz von Hebevorgängen mit Volllast
 - Betriebshäufigkeitsraten und Schockbelastungen
- ▶ Bei Verschleiß ist das Seil häufiger zu kontrollieren, da die Drähte anfälliger für eine Zustandsverschlechterung sind.
- ▶ Sorgen Sie dafür, dass das Seil auf der Lagerwinde stets gespannt ist. Wenn das Seil durchhängt, wird es aufgrund seines Restdrehmoments versuchen, sich aufzudrehen, was Klankenbildung zur Folge hat.
- ▶ Seil reinigen und nachschmieren.
- ▶ Rillen auf Verschleiß kontrollieren.
- ▶ Seilrollen nachbearbeiten, wenn sie eingedrückte Stellen aufweisen.
- ▶ In Fällen, in denen Drahtseile auf Seilrollen oder Trommeln mit hohen oder plötzlichen Lasten eingesetzt werden, überprüfen Sie die Umlenkstellen und die Abschnitte, die den Lasten über längere Zeiträume ausgesetzt sind.
- ▶ Widmen Sie jenen Bereichen, die dem höchsten Punkt des Seils am nächsten liegen, besondere Aufmerksamkeit.
- ▶ Tauschen Sie das Seil aus, wenn sein Zustand die Möglichkeit eines Versagens nahelegt.
- ▶ Das Seil austauschen oder die Inspektionsintervalle kürzen, wenn die Geschwindigkeit der Zustandsverschlechterung des Seils derart ist, dass dieses nicht bis zur nächsten angesetzten Inspektion in einem sicheren Zustand bleiben wird.
- ▶ Auf Folgendes prüfen:
 - Äußere oder innere Korrosion
 - Lokale Schäden
 - Quetschungen
 - Verdrehungen
 - Risse
 - Durchhang von Drähten oder Litzen

7.3. EMPFOHLENE INSPEKTIONSINTERVALLE

7.3.1. TÄGLICH

- ▶ Vor der Arbeit: Visuelle Kontrolle des Drahtseils durchführen, um eventuelle Verformungen oder Zustandsverschlechterungen zu erkennen.
- ▶ Visuelle Kontrolle der Endverbindungsstellen.
- ▶ Überprüfen, ob das Seil richtig läuft.
- ▶ Im Zweifelsfall einen fachkundigen Wartungstechniker fragen.

7.3.2. WÖCHENTLICH

- ▶ Wenn das Drahtseil kontinuierlich im Einsatz ist, führen Sie eine gründliche Inspektion einmal wöchentlich oder bei Bedarf noch öfter durch.
- ▶ Beobachten Sie alle im Dauereinsatz stehenden Drahtseile im Normalbetrieb und unterziehen Sie diese einer visuellen Kontrolle.

7.3.3. MONATLICH

- ▶ Kontrollieren Sie das gesamte Drahtseil.
- ▶ Achten Sie besonders auf Abschnitte mit erheblichen Zustandsverschlechterungen, erheblichem Verschleiß und erheblichen Schäden an Drähten.
- ▶ Unterziehen Sie alle in Verwendung stehenden Drahtseile einer umfassenden Überprüfung.

7.4. INSPEKTIONSVORBEREITUNGEN

- ▶ Halten Sie sich an alle geltenden Vorschriften, um die richtige Vorgehensweise für die Nachverfolgung und Pflege von Berichten sicherzustellen.
- ▶ Halten Sie sich an die lokalen Vorschriften für die Demontage.
- ▶ Wenden Sie sich an den Anlagen- und den Seilhersteller, um spezifische Konstruktionstoleranzen in Erfahrung zu bringen.
- ▶ Vergewissern Sie sich, dass die Bedienperson der Anlage und der Prüfer die spezifischen Toleranzen vor der Inspektion bestätigt haben.
- ▶ Vor Beginn der Überprüfung einer Anlage sind im Kopfteil des Berichts folgende Daten anzuführen:
 - Standort der Anlage
 - Maschinennummer
 - OEM
 - Modell
 - Seitenanzahl
 - Datum der Inspektion
 - Name und Unterschrift des Prüfers.
- Unterteilen Sie den Hauptteil des Berichts in 3 Abschnitte für eine getrennte Berichterstattung über Seile, Seilrollen und Trommeln.

- ▶ Schaffen Sie genügend Platz für die Berichterstattung über alle Einzelteile, die für gewöhnlich an der jeweiligen Anlage anzutreffen sind.
- ▶ Fügen Sie bei Bedarf Blätter hinzu und nummerieren Sie diese entsprechend.
- ▶ Führen Sie eine Aufzeichnung für jedes Seil (inkl. Montagedatum, Größe, Konstruktion, Länge, bei Inspektionen vorgefundene Mängel sowie Verwendungsdauer).
- ▶ Wenn eine Inspektion abgeschlossen wurde oder sobald der Prüfer einen Grund für die Außerbetriebnahme des Seils und/oder zugehöriger Seilrollen und Winden findet, ist das Formular auszufüllen und das Dokument zu unterzeichnen.
- ▶ Bewahren Sie das Dokument als künftige Referenz auf.
- ▶ Füllen Sie zumindest die in den folgenden Unterabschnitten vorgesehenen Spalten aus.

7.5. ÜBERSICHT ÜBER DIE INSPEKTIONEN

7.5.1. DRAHTSEILINSPEKTION

Beschaffen Sie die betreffenden Unterlagen (Handbücher, Normen, Zertifikate, Konformitätserklärung usw.) für das Drahtseil vor der Inspektion und machen Sie sich damit vertraut. Überprüfen Sie das Drahtseil unter Bezugnahme auf die geltenden Normen und Handbücher.

Drahtseile müssen auf Folgendes geprüft werden:

- Seiltyp (Kennzeichnungsdaten)
- Gebrochene Drähte
- Gemessener Durchmesser
- Schlaglänge
- Weitere Schäden
- Trommelwicklung

Es bestehen Unterschiede zwischen Anlagen und Maschinen ähnlicher Bauart. Vergleichen Sie dieselben kritischen Inspektionsstellen auf jeder Anlage bei jeder nachfolgenden Inspektion.

- ▶ Kontrollieren Sie die gesamte Länge des Seils oder die betreffende im Betrieb verwendete Seillänge.
- ▶ Überprüfen Sie sorgfältig die kritischen Inspektionsstellen:
 - Lastaufnahmestellen (Stellen, die immer wieder belastet werden, wenn die Anfangslast jedes Hebevorgangs aufgebracht wird, z.B. mit Seilrollen in Kontakt stehende Abschnitte)
 - Seilendverbindungen (Zustand des Seils an jener Stelle, wo dieses in die Haltevorrichtung und die Fittinge eintritt)
 - Ausgleichsseilrollen
 - Winden - wie das Seil auf der Winde und in den Rillen gewickelt wird
 - Hitze ausgesetzte Stellen
 - Verschleiß unterliegende Stellen (helle Stellen deuten auf Abscheuern oder Abschaben hin)
- ▶ Um die Einlage zu kontrollieren, überprüfen Sie das Seil, während es über die Seilrollen läuft.
 - Die Litzen neigen dazu, sich geringfügig zu öffnen, was einen Blick auf die Einlage ermöglicht.
- ▶ Prüfen Sie regelmäßig auf Variationen des Durchmessers und eine Verlängerung der Schlaglänge.
- ▶ Messen Sie den Durchmesser an den Kronen der Seillitzen, sodass der Durchmesser der breiteste Durchmesser an jedem beliebigen Punkt am Umfang des Seils ist (siehe Kapitel 6.2.1).

① Eine Variation der Schlaglänge bei einem in Betrieb stehenden Drahtseil kann ein Indiz für Anomalien sein. Dies hängt von dem Ausmaß der Abweichungen ab, welche ihrerseits mit der konkreten Anwendung in Relation stehen. Die Betriebsbedingungen können ungeeignet sein und zu geometrischen Abweichungen mit einer negativen Auswirkung auf das Drahtseil führen. Die Messung von Schlaglängen an verschiedenen Stellen des Drahtseils trägt dazu bei, den Ursprung von Anomalien festzustellen.

- ▶ Das Drahtseil darf nur von entsprechend geschultem Fachpersonal montiert werden.
- ▶ Kontaktieren Sie für die Montage, Inspektion und Wartung eines Teufelberger-Redaelli-Drahtseils Personal von Teufelberger-Redaelli.
- ▶ Vergewissern Sie sich, dass das Seil keine Anzeichen von Welligkeit zeigt (siehe Kapitel 9.6)
- ▶ Prüfen Sie in regelmäßigen Zeitabständen alle tragenden Drahtseile und Fittinge auf folgende Kriterien:
 - Abrieb
 - Verschleiß
 - Ermüdung
 - Korrosion
- ▶ Überprüfen Sie jedes Drahtseil einzeln.
- ▶ Überprüfen Sie, sofern dies möglich ist, stehende Seile und in Betrieb befindliche Seile getrennt voneinander.
- ▶ Unterziehen Sie das Seil einer visuellen Kontrolle während des Betriebs.
- ▶ Lesen Sie Kapitel 9 über die Problembehebung bei typischen Seilschäden und die jeweiligen Ablegekriterien.

7.5.2. SEILROLLENINSPEKTION

Seilrollen sind auf Folgendes zu überprüfen:

- Seilrollentyp (Material und Konfiguration)
- Seilrollenposition
- Lehren- und Rillenspalten - protokollieren Sie, ob die Rillenlehre passt oder nicht. Verwenden Sie bei Bedarf eine kleiner oder größer bemessene Lehre, um festzustellen, wie weit die Seilrollenrille außerhalb des Spezifikationsbereichs liegt.
- Ausrichtung
- Gesamtzustand der Seilrollen
- Spezifischer Schaden (noch nicht aufgelistete festgestellte Probleme)

Eine passende Seilrollenrille sollte das Seil über 135...150° des Seilumfangs tragen.

- ▶ Vergewissern Sie sich, dass die Kontur der Lehre der Kontur des Bodens der Rille entspricht.
- ▶ Überprüfen Sie für jedes Seil die folgenden Parameter:
 - Rillentiefe, -breite und -kontur (mit einer Rillenlehre): Wenn die Lehre für verschlissene Rillen perfekt passt, weist die Rille die gerade noch zulässige Kontur auf. Wird sie schmaler, muss sie ausgetauscht werden.
 - Rillenglattheit
 - Rillenhärte (falls anwendbar bei Seilrollen aus Stahl)
 - Gebrochene oder abgesplitterte Flansche
 - Risse in Naben, Speichen usw.
 - Anzeichen von Seilkontakt mit Schutzvorrichtungen

7.5.3. WINDEN- UND TROMMELINSPEKTION

Winden und Trommeln sind auf Folgendes zu überprüfen:

- Spezifische Konfiguration oder Art von Winde
- Lehren- und Rillenspalten - protokollieren Sie, ob die Rillenlehre passt oder nicht. Verwenden Sie bei Bedarf eine kleiner oder größer bemessene Lehre, um festzustellen, wie weit die Trommelrillen außerhalb des Spezifikationsbereichs liegen. Kommt es bei 2 verwendeten Lehren zu einer Überlappung, überprüfen Sie die Windensteigung.
- Kontrolle der Windensteigung.
- Schweregrad von Wellungen
- Gesamtzustand der Winde
- Spezifischer Schaden (noch nicht aufgelistete festgestellte Probleme)

► Immer 2 Lehren Seite an Seite in 2 benachbarten Windenrillen verwenden.

Wenn beide Lehren genau den Rillenkonturen folgen, zeigen sie, wenn sie Seite an Seite liegen, an, dass die Rillen zu nahe beieinander liegen und dass die Windensteigung kleiner als der Seildurchmesser ist. Zwei einander überlappende Lehren zeigen, dass Seilwindungen aneinander scheuern werden, wenn sie auf die Winde gewickelt oder von dieser abgewickelt werden.

► Kontrolle der Rillen:

- Kontrollieren Sie mit einer Rillenlehre, ob normale Toleranzen gelten.
- Vergewissern Sie sich, dass die Böden der Rillen glatt sind.
- Tauschen Sie Trommeln aus, in welche sich das Profil des Seils eingedrückt hat oder die übermäßig aufgeraut wurden.
- Vergewissern Sie sich, dass die Rillen den entsprechenden Abstand aufweisen, sodass eine Seilwindung nicht an der nächsten scheuert, wenn sie auf die Trommel gewickelt wird. Diese Beabstandung wird als Trommelrillensteigung bezeichnet und ist der tatsächliche Abstand zwischen der Mittellinie einer Rille und der Mittellinie einer benachbarten Rille.
- Messen Sie die Trommelsteigung, indem Sie die Anzahl von Rillen zwischen den Flanschen zählen und mit einem Maßband die Breite bestimmen. Dividieren Sie den Wert durch die Anzahl von Rillen, um die Einzerrillensteigung zu bestimmen, und vergleichen Sie diese mit dem tatsächlichen Seildurchmesser.

① Als allgemeine Empfehlung für gerillte Trommeln gilt: Die Steigung muss 0,5% bis 2% größer als der Seilnennndurchmesser sein.

► Kontrollieren Sie Folgendes:

- Mindestanzahl von Totwindungen, die auf der Winde bleiben müssen.
- Zustand der Flansche an den Enden der Winde.
- Zustand des Seils, insbesondere an Aufnahmepunkten auf dem Seil.

► Überprüfen Sie die Wickeleigenschaften des Seils:

- Vergewissern Sie sich, dass die Windungen straff sind.
- Überprüfen Sie das Seil auf Klanken oder andere Schäden, wenn loses oder unregelmäßiges Wickeln beobachtet wurde.

- ▶ Überprüfen Sie die Winden auf allgemeine Schäden:
 - Wenn die montierten Seile Anzeichen von Beschädigung aufweisen, wenden Sie sich an einen Seilfachmann, um Empfehlungen für eine Konstruktion einzuholen, durch die dieser Zustand gemildert wird.
- ▶ Kontrollieren Sie die Endverbindungen des Seils:
 - Die Endverbindungen schränken die freie Bewegung der Drähte am Ende des Seils ein. Vergewissern Sie sich, dass dort, wo die Einschränkung besteht, kein Bruch der Drähte vorliegt.
 - Mit einer Ahle an jener Stelle, wo die Litzen in die Seilendverbindungen eintreten, durch Stochern und Sondieren gebrochene Drähte aufspüren.
 - Vergewissern Sie sich, dass an den Endfittingen weder Korrosion noch Rost vorliegen.
 - Kontrollieren Sie den Zustand der eigentlichen Endverbindung.
 - Melden Sie verschlissene Ösen, fehlende Kauschen, verbogene oder geöffnete Haken, abgenutzte Gabelkopfstifte und jedwede andere Art von Verformung, Abrieb oder erkennbaren Schäden.
 - Seilrollenlager und -welle: Bei lockerem Seil Seilrolle mit der Hand drehen, um den Sitz des Lagers und die Wirksamkeit seiner Schmierung zu bestimmen. Bei Bedarf ausrichten.
 - Unrunder Zustand
 - Ausrichtung mit anderen Seilrollen

7.5.3.1. EMPFEHLUNGEN FÜR GERILLTE TROMMELN FÜR MEHRLAGENWICKLUNG

Einflüsse auf die Qualität der Mehrlagenwicklung

- Toleranzbereich des Istdurchmessers des Seils
- Anzahl Außenlitzen / Seilkonstruktion
- Seilschlagtyp (Kreuzschlag / Gleichschlag)
- Beständigkeit des Seils gegen radiale Verformung
- Zugbelastung
- Trommelgeometrie (Steigung, Breite usw.)
- Ablenkwinkel
- Anzahl von Windungen je Lage
- Anzahl von Lagen
- Wickelgeschwindigkeit

① Ein wesentlicher Faktor für eine ordnungsgemäße Mehrlagenwicklung ist die richtige Relation zwischen Istdurchmesser und Trommel-Iststeigung (oder Trommelbreite bei einfachen tonnenförmigen Trommeln).

Relation von Trommel-Iststeigung zu Seil-Istdurchmesser

Die Relation zwischen dem Seildurchmesser und der Steigung der Trommelrille ist von Bedeutung. Diese Relation wird als „Spiel“ bezeichnet und ist als die Differenz zwischen der Steigung und dem Seildurchmesser definiert. Für gewöhnlich liegt dieser Wert im Bereich zwischen 0,5-2,5% des Seildurchmessers.

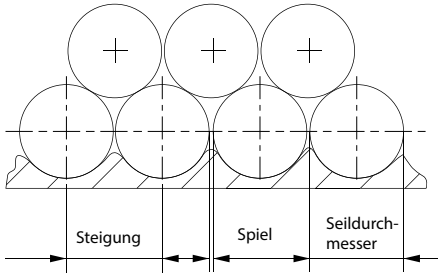


Abb. 62 - Spiel = Steigung – Seil-Ø (für ein neu aufgelegtes Seil)



Abb. 63 - Empfohlene Messung der Trommelsteigung

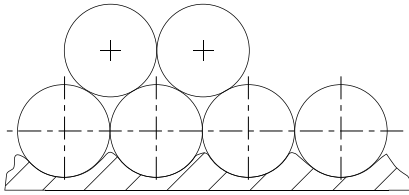


Abb. 64 - Fehlendes Spiel zwischen Windungen hat zusätzlichen Verschleiß zur Folge



Abb. 65 - Erhöhter Seilverschleiß durch zu knappes Wickeln

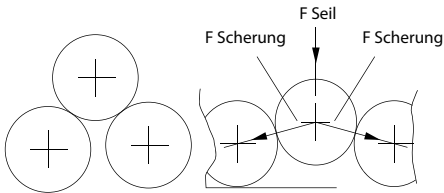


Abb. 66 - Gefahr des Einschneidens



Abb. 67 - Lockeres Wickeln des Seils in den äußeren Lagen

Trommelmessung

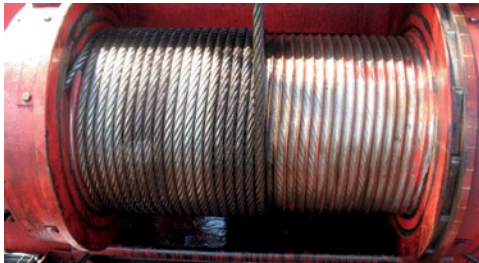


Abb. 68 - Für eine geeignete Messung sollte der Trommelboden sichtbar sein

7.5.4. KOMMENTARE

- Spezifische Anmerkungen, Empfehlungen
- Klare Zurückweisung des inspizierten Gegenstands

8. STRATEGISCHE UND PRÄVENTIVE WARTUNG

Um Mängel an dem Drahtseil wie etwa gebrochene Drähte oder einen Verlust an Stahlfläche zu entdecken, ist neben Sichtkontrollen und Zugprüfungen MRT (magnetische Seilprüfung) einzusetzen.

- ▶ Zu Beginn des Lebenszyklus des Drahtseils ist das Drahtseil mittels MRT zu untersuchen.
- ▶ Das Ergebnis ist zu dokumentieren.
- ▶ Wiederholen Sie die MRT-Prüfung in regelmäßigen Zeitabständen, um mögliche Schäden zu erkennen.

8.1. REINIGUNG

Vor dem Nachschmieren muss das Seil von Schmutz befreit werden.

Reinigen Sie die Seile äußerlich mit rotierenden Drahtbürsten und einem Luftblastrocknersystem oder einer „Rope Porcupine“-Manschette.

WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr!

Beim Reinigen des Seils mit einem Tuch können Fasern an gebrochenen Drähten oder schadhaften Teilen des Seils hängenbleiben, was Verletzungen zur Folge haben kann.

- ▷ Verwenden Sie Schutzhandschuhe.
- ▷ Verwenden Sie Drahtbürsten zum Reinigen des Seils.
- ▷ Seile nie in der Nähe von Seilrollen, Trommeln usw. reinigen, um das Risiko eines Kontakts damit zu vermeiden.

WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr!

Eine Reinigung des Seils mit einer Drahtbürste kann Staub, Rauch, Funken, abgetrennte Drahtpartikel und toxische Dämpfe erzeugen.

- ▷ Verwenden Sie Schutzbrillen und Atemschutz.

8.2. NACHSCHMIERUNG

Je nach Betriebsfall müssen Drahtseile in regelmäßigen Zeitabständen geschmiert werden. Wenn Seile durch die Verwendung mit der Zeit trocken werden und es zu einer Reduktion des Fetts kommt, sind die Seile nachzuschmieren, um ihre Lebensdauer zu verlängern.

Seile von Teufelberger-Redaelli werden bei der Herstellung geschmiert, um die Reibung im Seil zu verringern und Korrosion zu verhindern. Die periodische Schmierung von Drahtseilen verbessert deren Langlebigkeit und kann Korrosion reduzieren. Beispielsweise erreicht ein ‚trockenes‘ Seil, das nicht von Korrosion betroffen ist, aber einer Biegeermüdung unterliegt, wahrscheinlich nur 30 % des Wertes, der normalerweise von einem ‚geschmierten‘ Seil erreicht wird.

⚠ WARNHINWEIS! Mögliche Gefahren!

Führen Sie keine Inspektionen, Überprüfungen, Nachschmierungen/Schmierungen, Einstellungen und keine anderen Wartungsarbeiten am Seil durch, während dieses eine Last trägt, sofern im Anweisungshandbuch des OEM oder in anderen relevanten Dokumenten nichts Gegenteiliges angeführt ist.

- ▷ Reinigen Sie das Drahtseil nie, ohne sich die möglichen Gefahren vor Augen zu halten, die mit Arbeiten an einem sich bewegenden Seil einhergehen.

⚠ WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr!

Führen Sie keine Inspektionen oder Wartungsarbeiten an dem Seil durch, wenn die Bedienteile der Maschine/Anlage unbeaufsichtigt sind.

- ▷ Sperren Sie den umliegenden Bereich ab oder stellen Sie Warnschilder in der unmittelbaren Umgebung auf.
- ▷ Wenn die Bedienteile der Maschine/Anlage beaufsichtigt werden, muss die befugte Person in der Lage sein, während des Inspektionsvorgangs wirksam mit dem Führer oder Bediener der Maschine/Anlage zu kommunizieren.

HINWEIS! Sachschaden!

Lösungsmittel können das vom Hersteller angewandte Schmiermittel lösen oder auswaschen, was dazu führt, dass sich große Mengen Schmiermittel an der Seiloberfläche ansammeln. Dies stellt eine Gefahr für Seiltriebe/Seileinsicherungssysteme dar, die ein Mindestmaß an Reibung zwischen Seil und Seilrolle voraussetzen.

- ▷ Evaluieren Sie mit TEUFELBERGER-REDAELLI die Liste kompatibler Produkte für die Nachschmierung.

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Seile, die nicht in den erforderlichen Zeitabständen nachgeschmiert werden, können eine erheblich kürzere Lebensdauer aufweisen als regelmäßig nachgeschmierte Seile.

HINWEIS! Qualitätsverlust des Materials!

Verwenden Sie keine nicht zugelassenen oder nicht empfohlenen Seilschmiermittel. Es ist besser, das Seil nicht nachzuschmieren, als ein ungeeignetes Schmiermittel oder ein Schmiermittel unter nicht idealen Bedingungen (z.B. nasse Seile) aufzubringen.

- ▷ Verwenden Sie ein Schmiermittel, das mit dem zuvor vom Hersteller verwendeten Schmiermittel kompatibel ist.
- ▷ Fragen Sie den Seilhersteller, welches Öl oder Fett von welchem Hersteller Sie in welcher Form für welches Produkt verwenden können.
- ▷ Für eine Kompatibilitätsprüfung des Schmiermittels, welches Sie einzusetzen beabsichtigen, müssen Sie ein Material- und Sicherheitsdatenblatt für die endgültige Freigabe vorlegen.

Richtlinien für die Nachschmierung

Seile werden für gewöhnlich mit einer Bürste, einem Tuch oder dergleichen nachgeschmiert. Eine weitere Möglichkeit sind zugelassene aufsprühbare Schmiermittel auf Lösungsmittelbasis. In Sonderfällen können Tropfschmiergeräte oder Hochdruckschmierapparate (MASTO oder ähnliche) zum Einsatz gebracht werden (siehe auch Abb. 69).

HINWEIS! Sachschaden!

Hochdruckschmierapparate sollten nur von entsprechend qualifizierten Personen unter Einhaltung der Anweisungen des Herstellers bedient werden.

- ▶ Das Seil muss vor dem Nachschmieren sauber und trocken sein.
- ▶ Vor dem Stoppen der Winde für einen längeren Zeitraum muss die länger verwendete Seillänge mit spezifischen Nachschmiersystemen vollständig nachgeschmiert werden. Das Schmiermittel fließt zwischen den Litzen, auch im Inneren des Seils.
- ▶ Nur kleine Mengen Schmiermittel aufbringen, um die periodische Untersuchung der Drahtseiloberfläche zu ermöglichen.
- ▶ Schmieren Sie Stahlseile insbesondere entlang jenen Bereichen nach, bei denen es zu Biegebeanspruchungen kommt.
- ▶ Wenn aus betrieblichen Gründen keine Nachschmierung durchgeführt werden kann: Planen Sie die Inspektionen in kürzeren Zeitabständen (es ist davon auszugehen, dass das Drahtseil dann weniger langlebig ist).
- ▶ Wenn nur eine geringe Menge Schmiermittel erforderlich ist, Drucksprühdüsen verwenden.
- ▶ Bei gewickelten nassen Seilen, die in Meeresumgebungen verwendet werden, müssen Sie das Seil beim Nachschmieren zum Meer hinablassen. Somit wird durch den Schmiermittelstrom kein Salzwasser in das Seil gedrückt und darin eingeschlossen, was innere Korrosion verhindert. Die Geschwindigkeit des Seils muss so langsam gewählt sein, dass das Schmiermittel trocknen kann, ehe das Seil in das Wasser eintritt.
- ▶ Vor Inbetriebnahme des Seils: Lassen Sie das Schmiermittel vollständig trocknen.

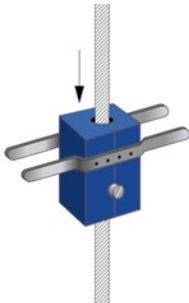


Abb. 69 - Druckschmierung

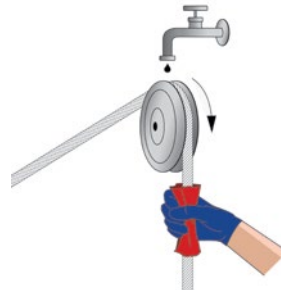


Abb. 70 - Automatisierte Schmierung an der Seilrolle (symbolische Darstellung)



Abb. 71 - Manuelle Schmierung an der Seilrolle (symbolische Darstellung)

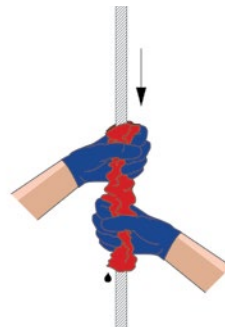


Abb. 72 - Manuelle Schmierung mit gefettetem Tuch (symbolische Darstellung)

8.3. ENTFERNUNG VON ENDEN GEBROCHENER DRÄHTE

Hervorstehende Drahtenden können benachbarte Drähte beschädigen und die normale Bewegung des Drahtseils durch eine Seilrolle beeinträchtigen, was eine örtlich begrenzte Zustandsverschlechterung zur Folge haben kann. Daher sollten sie entfernt werden. Es ist nicht ratsam, Enden mit Zangen abzugewicken. Vielmehr sollte man ein hervorstehendes Drahtende ergreifen und dann vor und zurück biegen, bis der Draht in dem Tal zwischen zwei Litzen abbricht.

Wenn ein gebrochener Draht als Teil einer Wartungsarbeit von dem Seil entfernt wird, sollte seine Position zu Informationszwecken für den Seilprüfer aufgezeichnet werden.

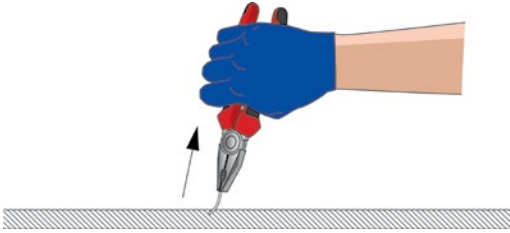


Abb. 73 - So entfernen Sie einen hervorstehenden Draht (symbolische Darstellung)

8.4. SLIP AND CUT (PROZESS)

Wenn Verschleiß hauptsächlich dann auftritt, wenn das Seil auf der Lebus®-Trommel in mehreren Lagen eingesichert wird, kann durch Abschneiden einer einem 1/3 oder 1/6 des Trommelumfangs entsprechenden Länge die Seillebensdauer verlängert werden.

❗ Um die maximale Seillebensdauer zu gewährleisten, empfiehlt Teufelberger-Redaelli immer auch die erste Lage für den Betrieb heranzuziehen. Es sollten so wenige Sicherheitswindungen wie möglich vorgesehen werden, allerdings immer internationalen Normen (ISO, API usw.) entsprechend, wobei zusätzlich eine Windung für einen möglichen Slip + Cut-Vorgang vorgesehen werden sollte.

8.5. KÜRZEN DES SEILS

► Um die Stellen des Systems zu verrücken, die am meisten einer Zustandsverschlechterung unterliegen, muss das Seil gekürzt werden. In der Bestellphase ist eine geeignete zusätzliche Länge einzuplanen, um periodische Kürzungen zur Verlängerung der Seillebensdauer zu gestatten. Das Drahtseil kann gekürzt werden, wenn nur kurze Seilabschnitte, z.B. jener, der zur zweiten Lage auf der Trommel hochsteigt, ernsthaft beschädigt sind, während der Rest des Seils noch in einem einwandfreien Zustand ist.

1. Kürzen Sie das Seil.
2. Verrücken Sie das Seil an dem Befestigungspunkt um jene Strecke, die dem entfernten Bereich des Seils entspricht.

Nun ist ein benachbarter Abschnitt dem Verschleiß ausgesetzt.

8.6. AUSTAUSCH DES SEILS

Um das ganze Seil auszutauschen, konsultieren Sie das Handbuch der Maschine/Anlage, auf dem/der das Seil montiert ist.

9. PROBLEMBEHEBUNG UND ABLEGEKRITERIEN

Beschädigte Drähte sind eine normale Verschleißerscheinung während und am Ende der Lebensdauer eines Seils. Örtlich eingegrenzte Schäden können ein Indiz für mechanische Mängel der Maschine/Anlage sein. Verschleiß an Drähten wird durch Abrieb, Druck und Reibung verursacht. Abschnitte mit mehreren Schäden können auf mechanische Probleme der Maschine hindeuten.

Insbesondere können Schäden, welche während des ersten Verwendungszeitraums auftreten, durch Folgendes verursacht werden:

- Ungeeigneter Seiltyp
- Unzulängliche Montage
- Fehlerhafte Seilendverbindung zwischen Seil und Maschine

Wenn das Ausmaß der Beschädigung des Seils zunimmt, nähert sich die Lebensdauer des Seils ihrem Ende.

► Tauschen Sie das Seil aus, wenn die anwendbaren Ablegekritерien erreicht werden.

Insbesondere treten folgende Schäden auf:

- Beschädigte Drähte
- Verringerung des Durchmessers
- „Steiferwerden“ des Seils

❗ Um diese Probleme zu lösen, besteht Handlungsbedarf durch erfahrenes Personal. Bei weiteren Fragen oder für Informationen zu anderen möglichen Schäden wenden Sie sich bitte an Teufelberger-Redaelli.

9.1. ALLGEMEINES

Dieses Kapitel behandelt die Ablegekritерien gemäß den relevanten Normen (z.B. ISO 4309). Im Falle einer partiellen Beschädigung des Seils können manche Kriterien mittels eines Schweregrad-Ratings beurteilt werden. Später können diese Ratings kumuliert werden, um die Gesamtschädigung des Seils zu evaluieren. Wenn das kumulative Schweregrad-Rating an einer beliebigen Position 100% erreicht, sollte das Seil abgelegt werden.

Zum Evaluieren mancher Ablegekritерien ist es nötig, den Seiltyp, den Verwendungszweck, die Konstruktion und die Seilkategorienummer (RCN) zu kennen, die allesamt aus den Zertifikaten des Herstellers hervorgehen.

9.2. GEBROCHENE DRÄHTE



Abb. 74 - Kronendrahtbrüche

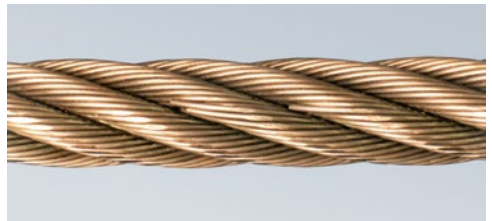


Abb. 75 - Taldrahtbrüche

Mögliche Ursachen:

- Rillradius ist zu klein
- Gleiten an Kante(n)

9.2.1. VISUELLE INSPEKTION

WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr durch laufendes Seil!

Das Durchführen von Inspektionen oder Überprüfungen bei laufendem Seil birgt ein hohes Verletzungsrisiko.

- ▷ Führen Sie nie Inspektionen oder Überprüfungen durch, ohne sich der potentiellen Gefahren bewusst zu sein, die mit Arbeiten an einem in Bewegung befindlichen Seil einhergehen.
- ▶ Verwenden Sie einen Dorn oder Schraubendreher, um die Litzen vorsichtig auf gebrochene Drähte zu sondieren, welche nicht vorragen.
- ▶ Führen Sie die Kontrolle durch, während sich das Seil langsam über die Seilrollen bewegt, sodass Kronendrahtbrüche eventuell besser sichtbar sind.
- ▶ Untersuchen Sie das Seil nahe seinen Endverbindungen.
- ▶ Kontrollieren Sie alle Rillen mit Lehren
- ▶ Suchen Sie nach Abrieb am Kran
- ▶ Kontrollieren Sie, ob sich alle Seilrollen in der Einsicherung frei drehen können
- ▶ Überprüfen Sie die Betriebsbedingungen
- ▶ Führen Sie ein detailliertes Inspektionsprotokoll über die Drahtbrüche und andere Arten von Schäden, um den zwischen Brüchen verstrichenen Zeitraum zu ermitteln.
- ▶ Notieren Sie den Bereich der Brüche und unterziehen Sie diese Bereiche bei künftigen Inspektionen genauen Kontrollen.
- ▶ Stellen Sie den Gesamtzustand des Seils im Detail fest: Der Kunststoff, der die Kronendrähte bedeckt, wird in der Regel in einer dünnen Schicht aufgebracht und neigt in den Bereichen, die über Seilrollen und Trommeln laufen, zum schnellen Verschleiß.
- ▶ Wenn sich Seil und Kunststoff öffnen, überprüfen Sie die Oberfläche und die Kontaktpunkte zwischen den Litzen.
- ▶ Kontrollieren Sie Bereiche, wo der Kunststoff abgeblättert ist, unabhängig von der Position des „Fensters“.
 - Entfernen Sie so viel Kunststoff wie möglich von diesen Bereichen, um effiziente und effektive Inspektionsmethoden zu ermöglichen. Aufgrund der Beschaffenheit von kunststoffgefüllten Seilen kann die Anzahl der Talbrüche nicht eindeutig bestimmt werden.
- ▶ Untersuchen Sie verdichtete Seile mit besonderer Sorgfalt, insbesondere in den Bereichen, die über Trommeln und Seilrollen laufen, oder in Bereichen, in denen bei früheren Seilen Probleme auftraten.
- ▶ Prüfen Sie sorgfältig eventuelle „Fehler“ an einem Draht.
- ▶ Benutzen Sie eine Art Vergrößerungsgerät, um festzustellen, ob ein Fehler tatsächlich ein Bruch ist.
- ▶ Wenn ein Bruch aufgetreten ist, überprüfen Sie den Bereich gründlich auf weitere Brüche, sowohl an der Krone als auch in den Tälern.
- ▶ Suchen Sie sorgfältig nach gebrochenen Drähten, insbesondere in kritischen Bereichen wie Lastaufnahmestellen, wo verstärkt Beanspruchungen auftreten.
- ▶ Um sicherzustellen, dass die Oberfläche sauber genug ist, um Brüche zu erkennen, wischen Sie diese mit einem Tuch ab und verwenden Sie gegebenenfalls auch eine Drahtbürste, um Fett aus den Tälern zwischen den Litzen zu entfernen.
- ▶ Bewegen Sie die Lastaufnahmestellen von den Seilrollen weg.

- Biegen Sie das Seil so weit wie möglich durch.
- Nutzen Sie eine scharfe Ahle zum Stochern und Sondieren zwischen Drähten und Litzen und heben Sie alle Drähte an, die locker erscheinen oder sich übermäßig bewegen lassen.
- Wenn Sie eine Anzahl von gebrochenen Drähten finden, die sich dem zulässigen Maximum pro Litze oder pro Seilschlaglänge nähert, weiten Sie die Suche auf andere Abschnitte des Seils aus.
- Messen Sie Durchmesser und Schlaglänge in diesem Bereich.
- Wenn der Verdacht auf innere Drahtbrüche oder Schäden an der Einlage besteht, untersuchen Sie das Seilinnere.

9.2.2. ABLEGEKRITERIEN

So bewerten Sie den Schweregrad in Bezug auf gebrochene Drähte:

1. Bestimmen Sie die Art der Drahtbrüche anhand von Tabelle 6, um zu ermitteln, ob die Anzahl von Drahtbrüchen einer 100%-igen Schwerebewertung entspricht. Falls ein Verweis auf Tabelle 7 oder 8 vorliegt, kann mithilfe von RCN, Betriebsart, Wicklungsart und Schlagrichtung die maximale Anzahl der zulässigen Drahtbrüche ermittelt werden.
2. Verwenden Sie die Ergebnisse der visuellen Prüfung auf Drahtbrüche auf einem Abschnitt, der 6d oder 30d entspricht, und bestimmen Sie den am meisten beschädigten Teil des Seils.
3. Der Schweregrad errechnet sich dann aus der tatsächlichen maximalen Drahtbruchanzahl im Verhältnis zur maximal zulässigen Drahtbruchanzahl für einen bestimmten Seilabschnitt (6d oder 30d).

Beispiel: Ein „22mm 6×36WS-IWRC sZ“-Seil (RCN 09), das auf einem Überkopfhebezeug (Klassifizierung M4) betrieben und auf einer Einlagentrommel gewickelt wird, mit zufällig auftretenden Drahtbrüchen (Fall 1 von Tabelle 6).

Aus Tabelle 7 kann man entnehmen, dass die Anzahl von äußeren Drahtbrüchen, die ein Ablegen des Seils erforderlich macht, 9 über 6d und 18 über 30d beträgt. Wenn also 2 gebrochene Drähte über 6d (aber nicht mehr als 18 über 30d) gefunden werden, entspricht dies einer Schweregradbewertung von gerundet 20% (2/9).

Art des sichtbaren Drahtbruchs	Ablegekriterien
1 Drahtbrüche, die zufällig in Seilabschnitten auftreten, welche durch eine oder mehrere Stahl-Seilrollen laufen und in Einlagenwicklung auf die Trommel aufgewickelt und von dieser abgewickelt werden, oder die an Seilabschnitten auftreten, die bei Mehrlagenwicklung mit den Überkreuzungszonen zusammenfallen.	Siehe Tabelle 7 in Bezug auf Einlagenwicklung und parallel verseilte Seile und Tabelle 8 in Bezug auf drehungsfreie Seile.
2 Örtlich begrenzte Gruppierung von Drahtbrüchen in Seilabschnitten, welche nicht auf die Trommel aufgewickelt und von dieser abgewickelt werden.	Wenn die Gruppierung in einer oder zwei benachbarten Litzen konzentriert ist, kann es erforderlich sein, das Seil abzulegen, selbst wenn die Anzahl über eine Länge von 6d kleiner als die in Tabelle 7 und 8 angegebenen Werte ist.
3 Drahtbrüche in Litzentälern	Zwei oder mehr Drahtbrüche in einer Seilschlaglänge (ungefähr gleich einer Länge von 6d).
4 Drahtbrüche an einer Endverbindung	Zwei oder mehr Drahtbrüche.

Tabelle 6 - Ablegekriterien für die verschiedenen Arten sichtbarer Drahtbrüche

RCN Rope Category Number (Seilkate- goriezahl)	Gesamtanzahl der tragenden Drähte in der Außenlitzenla- ge im Seil ⁽ⁱ⁾ n	Anzahl sichtbarer gebrochener äußerer Drähte ⁽ⁱⁱ⁾					
		Seilabschnitte, die in Stahlrollen laufen und/ oder in Einlagenwicklung auf eine Trommel auf- bzw. von dieser abgewickelt werden (zufällig verteilte Drahtbrüche)				Seilabschnitte, die in Mehrlagenwicklung auf eine Trommel auf- bzw. von dieser abge- wickelt werden ⁽ⁱⁱⁱ⁾	
		Klasse M1 bis M4 oder Klasse unbekannt ^(iv)				Alle Klassen	
		Kreuzschlag		Gleichschlag		Kreuz- und Gleich- schlag	
		über eine Länge von 6d ^(v)	über eine Länge von 30d ^(v)	über eine Länge von 6d ^(v)	über eine Länge von 30d ^(v)	über eine Länge von 6d ^(v)	über eine Länge von 30d ^(v)
01	$n \leq 50$	2	4	1	2	4	8
02	$51 \leq n \leq 75$	3	6	2	3	6	12
03	$76 \leq n \leq 100$	4	8	2	4	8	16
04	$101 \leq n \leq 120$	5	10	2	5	10	20
05	$121 \leq n \leq 140$	6	11	3	6	12	22
06	$141 \leq n \leq 160$	6	13	3	6	12	26
07	$161 \leq n \leq 180$	7	14	4	7	14	28
08	$181 \leq n \leq 200$	8	16	4	8	16	32
09	$201 \leq n \leq 220$	9	18	4	9	18	36
10	$221 \leq n \leq 240$	10	19	5	10	20	38
11	$241 \leq n \leq 260$	10	21	5	10	20	42
12	$261 \leq n \leq 280$	11	22	6	11	22	44
13	$281 \leq n \leq 300$	12	24	6	12	24	48
	$n > 300$	$0,04 \times n$	$0,08 \times n$	$0,02 \times n$	$0,04 \times n$	$0,08 \times n$	$0,16 \times n$

ANMERKUNG: Seile mit Außenlitzen in Seale-Konstruktion, bei denen die Anzahl von Drähten in jeder Litze kleiner gleich 19 ist (z.B. 6×19 Seale), sind in dieser Tabelle zwei Zeilen über jener Zeile einzuordnen, in welcher die Konstruktion normalerweise basierend auf der Anzahl von tragenden Drähten in der Außenlage von Litzen stehen würde.

(i) Für die Zwecke der internationalen Norm ISO 4309 werden Fülldrähte nicht als tragende Drähte angesehen und nicht in den Werten für n berücksichtigt.

(ii) Ein gebrochener Draht hat zwei Enden (zählt als ein Draht).

(iii) Die Werte gelten für Zustandsverschlechterungen, die an den Überkreuzungsbereichen auftreten, und für störende Beeinflussungen zwischen Windungen infolge von Ablenkwinkeleffekten (und nicht für jene Seilabschnitte, die nur in Seilrollen laufen und nicht auf die Trommel aufgewickelt bzw. von dieser abgewickelt werden).

(iv) Das Zweifache der angeführten Anzahl gebrochener Drähte kann auf Seile auf Mechanismen angewandt werden, deren Klassifizierung als M5 bis M8 bekannt ist [ISO 4301-1:1986].

(v) d = Seilnennndurchmesser

Tabelle 7 - Erreichte oder überschrittene Anzahl von Drahtbrüchen (sichtbare gebrochene Drähte), die an einlagigen und parallel verseilten Seilen auftreten und ein Ablegen des Seils erforderlich machen

RCN Rope Category Number (Seilkate- goriezahl)	Anzahl der Außenlitzen und Gesamtanzahl der tragenden Drähte in der Außenlitzenlage im Seil ⁽ⁱ⁾	Anzahl sichtbarer gebrochener äußerer Drähte ⁽ⁱⁱ⁾			
		Seilabschnitte, die in Stahlrollen laufen und/oder in Einlagenwicklung auf eine Trommel auf- bzw. von dieser abgewickelt werden (zufällig verteilte Drahtbrüche)		Seilabschnitte, die in Mehrlagenwicklung auf eine Trommel auf- bzw. von dieser abgewickelt werden ⁽ⁱⁱⁱ⁾	
		über eine Länge von 6d ^(iv)	über eine Länge von 30d ^(iv)	über eine Länge von 6d ^(iv)	über eine Länge von 30d ^(iv)
21	4 Litzen $n \leq 100$	2	4	2	4
22	3 oder 4 Litzen $n \geq 100$	2	4	4	8
23-1	$71 \leq n \leq 100$	2	4	4	8
23-2	$101 \leq n \leq 120$	3	5	5	10
23-3	$121 \leq n \leq 140$	3	5	6	11
24	$141 \leq n \leq 160$	3	6	6	13
25	$161 \leq n \leq 180$	4	7	7	14
26	$181 \leq n \leq 200$	4	8	8	16
27	$201 \leq n \leq 220$	4	9	9	18
28	$221 \leq n \leq 240$	5	10	10	19
29	$241 \leq n \leq 260$	5	10	10	21
30	$261 \leq n \leq 280$	6	11	11	22
31	$281 \leq n \leq 300$	6	12	12	24
	$n > 300$	6	12	12	24

ANMERKUNG: Seile mit Außenlitzen in Seale-Konstruktion, bei denen die Anzahl von Drähten in jeder Litze kleiner gleich 19 ist (z. B. 18×19 Seale - WSC), sind in dieser Tabelle zwei Zeilen über der Zeile einzuordnen, in welcher die Konstruktion normalerweise basierend auf der Anzahl von tragenden Drähten in der Außenlage von Litzen stehen würde.

(i) Für die Zwecke der internationalen Norm ISO 4309 werden Fülldrähte nicht als tragende Drähte angesehen und nicht in den Werten für n berücksichtigt.

(ii) Ein gebrochener Draht hat zwei Enden (zählt als ein Draht).

(iii) Die Werte gelten für Zustandsverschlechterungen, die an den Überkreuzungsbereichen auftreten, und für störende Beeinflussungen zwischen Windungen infolge von Ablenkwinkeffekten (und nicht für jene Seilabschnitte, die nur in Seilrollen laufen und nicht auf die Trommel aufgewickelt bzw. von dieser abgewickelt werden).

(iv) d = Seilnenn Durchmesser

Tabelle 8 - Erreichte oder überschrittene Anzahl von Drahtbrüchen (sichtbare gebrochene Drähte), die an drehungsfreien Seilen auftreten und ein Ablegen des Seils erforderlich machen

9.3. ABNAHME DES SEILDURCHMESSERS

Eine Durchmesserabnahme ist ein entscheidender Faktor der Zustandsverschlechterung und ein Anzeichen für ein bevorstehendes inneres Versagen. Die Drahtseile sind auf eine Weise geschützt, die es ermöglicht, mögliche Schäden an den äußeren Drähten zu erkennen.



Abb. 76 - Lokale Abnahme des Seildurchmessers (ingesunkene Litze)
Durchmessers kann durch äußeren Verschleiß verursacht werden



Abb. 77 - Eine gleichmäßige Abnahme des

Mögliche Ursachen:

- Rillenradius ist zu klein
- Gleiten an Kante(n) beim Laufen über die Trommel oder über Seilrollen
- Hohe Zugbelastung - Ermüdungverschleiß infolge langer Betriebsdauer
- Kontakt mit einem abrasiven Medium
- Übermäßiger Abrieb der Außendrähte
- Beschädigung durch innere oder äußere Korrosion
- Durchmesser verringering durch Erstbelastung
- Normaler Verschleiß
- Innere Seilbeschädigung (Versagen der Einlage oder der Seilmitte)
- Verlängerung des Seilschlags
- Quetschung
- Schockbelastung
- Hervorstehende Litze(n)

9.3.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN

⚠ WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr durch laufendes Seil!

Das Durchführen von Inspektionen oder Überprüfungen bei laufendem Seil birgt ein hohes Verletzungsrisiko.

- ▷ Führen Sie nie Inspektionen oder Überprüfungen durch, ohne sich der potentiellen Gefahren bewusst zu sein, die mit Arbeiten an einem in Bewegung befindlichen Seil einhergehen.
- ▷ Vergewissern Sie sich, dass alle Komponenten ordnungsgemäß funktionieren und das Seil den geeigneten Durchmesser aufweist.
- ▷ Kontrollieren Sie alle Flansche, Seilrollen, Lager, Führungsrollen und Schleppböcke.
- ▷ Überprüfen Sie alle Rillen mit Lehren.
- ▷ Überprüfen Sie, ob es an dem Kran zu Abrieb kommt.
- ▷ Kontrollieren Sie, ob sich alle Seilrollen in der Einsicherung frei drehen können.

9.3.2. ABLEGEKRITERIEN

Die Ablegereifewerte für eine gleichmäßige Verringerung des Seildurchmessers in Seilabschnitten, welche einlagig auf eine Trommel gewickelt bzw. von dieser abgewickelt werden und/oder durch eine Stahlseilrolle laufen, gehen aus Tabelle 9 hervor. Sie gelten nicht für Seilabschnitte in Überkreuzungsbereichen oder für andere Seilabschnitte, die infolge von mehrlagigem Wickeln auf eine bzw. von einer Trommel ähnlich verformt sind.

Falls eine klar ersichtliche örtlich begrenzte Durchmesserabnahme vorliegt, beispielsweise eine, die durch das Versagen einer Einlage oder Seilmitte verursacht wird, muss das Seil abgelegt werden.

Seiltyp	Gleichmäßige Durchmesser- verringern (in % des Nenn- durchmessers ausgedrückt)	Schweregradbewertung	
		Beschreibung	%
Einlagiges Seil mit Faserkern	kleiner als 6%	kein Schaden	0
	6% und darüber, aber kleiner als 7%	leicht	20
	7 % und darüber, aber kleiner als 8 %	mittel	40
	8 % und darüber, aber kleiner als 9 %	hoch	60
	9 % und darüber, aber kleiner als 10 %	sehr hoch	80
	10% und darüber	ablegereif	100
Einlagiges Seil mit Stahlkern oder parallel verseiltes Seil	kleiner als 3,5 %	kein Schaden	0
	3,5 % und darüber, aber kleiner als 4,5 %	leicht	20
	4,5 % und darüber, aber kleiner als 5,5 %	mittel	40
	5,5 % und darüber, aber kleiner als 6,5 %	hoch	60
	6,5 % und darüber, aber kleiner als 7,5 %	sehr hoch	80
	7,5 % und darüber	ablegereif	100
Drehungsfreies Seil	kleiner als 1 %	kein Schaden	0
	1 % und darüber, aber kleiner als 2 %	leicht	20
	2 % und darüber, aber kleiner als 3 %	mittel	40
	3 % und darüber, aber kleiner als 4 %	hoch	60
	4 % und darüber, aber kleiner als 5 %	sehr hoch	80
	5 % und darüber	ablegereif	100

Tabelle 9 - Gleichmäßige Verringerung des Durchmessers, welche die Ablegereife des Seils anzeigt - Seil, das einlagig auf eine Trommel gewickelt bzw. von dieser abgewickelt wird und/oder durch eine Stahlrolle läuft

Die gleichmäßige Verringerung des Istdurchmessers, ausgedrückt in Prozent des Nenndurchmessers, wird anhand der folgenden Gleichung berechnet:

$$[(d_{\text{ref}} - d_m)/d]$$

wobei

d_{ref} der Referenzdurchmesser (der im Seilzertifikat angegebene Durchmesser) ist;

d_m der gemessene Durchmesser (wie in Kapitel 6.2.1 beschrieben gemessen) ist;

d der Nenndurchmesser ist.

Beispiel: Ein „40mm 6×36-IWRC“-Seil (einlagiges Seil mit Stahlkern), das zum Zeitpunkt der Inspektion $d_{\text{ref}} = 41,2\text{mm}$ und $d_m = 39,5\text{mm}$ aufweist.

Die Durchmesserabnahme ist: $(41,2 - 39,5)/40 = 4,25\%$.

Aus Tabelle 9 geht hervor, dass die Schweregradbewertung im Hinblick auf eine Ablegereife für eine gleichmäßige Durchmesserabnahme 20% beträgt (d.h. Schweregrad „leicht“).

9.4. BRUCH VON LITZEN



Abb. 78 - Litzenbruch

Mögliche Ursachen

- Lokale Konzentration der Beschädigung auf eine bestimmte Litze, was zu ihrem völligen Bruch führt
 - Derartige Schäden könnten z.B. sein:
 - Drahtbrüche
 - Verschleiß und Abrieb
 - Mechanische Beschädigung

9.4.1. ABLEGEKRITERIEN

Wenn es zu einem Bruch einer ganzen Litze kommt, muss das Seil unverzüglich abgelegt werden.

9.5. KORROSION

Korrosion kann im Inneren auftreten, ehe es sichtbare äußere Anzeichen an der Oberfläche des Seils gibt.

Seile mit kunststoffimprägnierter Einlage bieten verbesserte Korrosionsbeständigkeit, da sie über eine strukturelle Barriere gegenüber der Umgebung verfügen.



Abb. 79 - Äußere Korrosion

Mögliche Ursachen

- Umgebungsbedingungen
- Fehlende oder nicht effektive Schmierung
- Im Seil eingeschlossene Feuchtigkeit → Das Schmiermittel kann im Lauf der Zeit unwirksam werden



Abb. 80 - Reibkorrosion („Fretting Corrosion“) infolge von Kontakt zwischen Litzen

Mögliche Ursachen

- Kontakt zwischen Litzen aufgrund von unzureichendem Spiel (Zwischenraum) zwischen den Litzen
- Verringerung des Seildurchmessers
- Unter „Fretting“ versteht man Verschleiß und manchmal auch Korrosionsschäden an den Unebenheiten von Kontaktoberflächen

WARNHINWEIS! Mögliche Gefahren!

Reibkorrosion ist ein starkes Indiz für Kontakt zwischen Litzen. Es besteht ein hohes Risiko, dass es zu Taldrahtbrüchen kommt, die versteckt sind und durch visuelle Inspektionen kaum zu erkennen sind.

- ▷ Siehe Taldrahtbrüche 9.2.2
- ▷ Siehe Ablege Kriterien für Reibkorrosion 9.5.2

9.5.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN

WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr durch laufendes Seil!

Das Durchführen von Inspektionen oder Überprüfungen bei laufendem Seil birgt ein hohes Verletzungsrisiko.

- ▷ Führen Sie nie Inspektionen oder Überprüfungen durch, ohne sich der potentiellen Gefahren bewusst zu sein, die mit Arbeiten an einem in Bewegung befindlichen Seil einhergehen.

Bei der Bewertung des Ausmaßes der Korrosion ist es wichtig, den Unterschied zwischen Korrosion der Drähte und jeglicher mit der Oxidation von Fremdpartikeln verbundener Korrosion an der Seiloberfläche zu erkennen.

Daher müssen vor einer Bewertung die inspiziert werdenden Seilabschnitte abgewischt oder abgebürstet werden, sodass sie sauber sind. Die Verwendung von Lösungsmitteln zur Reinigung sollte vermieden werden.

- ▶ Führen Sie eine Sichtprüfung auf Anzeichen für Korrosionsschäden durch, die sich durch „Ausbluten“ oder Aufrauen des Seils bemerkbar machen.
- ▶ Führen Sie häufig Messungen des Durchmessers durch. Eine Durchmesserzunahme kann eine Folge von innerer Korrosion oder Reibkorrosion sein.
- ▶ Überprüfen Sie die Schlaglänge des Seils. Wenn der Kunststoff über den Kronendrähten dünner ist, kann mittels einer gründlichen Inspektion eine Verlängerung der Schlaglänge festgestellt werden.
- ▶ Kontrollieren Sie bei der Bestimmung der Schlaglänge insbesondere jene Stellen, an denen sich der Kunststoff vom Seil ablöst. Während Abblättern an sich kein Anzeichen für eine Verschlechterung des Seils sondern ein Aspekt des normalen Verschleißes ist, kann Abblättern in Bereichen, in denen kein Abrieb stattfindet, auf ein Problem hindeuten.
- ▶ Überprüfen Sie Häufigkeit, Menge und Art der Wartungsnachschmierungen.
- ▶ Im Fall von geringfügiger, durch Rost verursachter Verfärbung ist das Seil zu schmieren.
- ▶ Wenn das Seil im Wesentlichen aufgrund von Korrosion auszutauschen ist, ziehen Sie in Betracht, dieses durch ein verzinktes Seil zu ersetzen.
- ▶ Bei Verdacht auf innere Beschädigung, Drahtbruch oder ein Versagen der Seileinlage öffnen Sie vorsichtig einen Abschnitt des Seils für eine Untersuchung des Seilinneren, ohne das Seil abzuknicken oder einzukerben.
- ▶ Führen Sie vorsichtig einen Marlspieker unter zwei Litzen ein und drehen Sie diesen, um die Einlage und die Unterseite der Litzen freizulegen.
- ▶ Verwenden Sie eine Ahle zum Sondieren nach gebrochenen Drähten und zur Untersuchung der inneren Oberflächen.
- ▶ Wenn das Seil eine unabhängige Drahtseileinlage (IWRC) hat, suchen Sie nach gebrochenen Drähten an den Unterseiten der Litzen, wo die Litzen die IWRC berühren.
- ▶ Achten Sie auf übermäßig große Kerben oder gebrochene Drähte in Litzen, welche durch Kontakt zwischen benachbarten Litzen oder mit der IWRC entstehen.
- ▶ Untersuchen Sie die IWRC auf gebrochene Drähte.
- ▶ Wenn ein Spieker richtig und vorsichtig eingeführt wurde und der innere Zustand keinen Anlass für ein Ablegen des Seils gibt, entfernen Sie den Spieker und bringen Sie die Litzen in ihre ursprüngliche Arbeitsposition zurück, ohne das Seil zu verformen oder dessen weitere Verwendbarkeit zu beeinträchtigen.

9.5.2. ABLEGEKRITERIEN

Korrosionstyp	Zustand	Schweregradbewertung	
Äußere Korrosion ⁽ⁱ⁾	Anzeichen für Oberflächenkorrosion, kann aber abgewischt werden	oberflächlich	0%
	Drahtoberfläche fühlt sich rau an ⁽ⁱⁱ⁾	hoch	60%
	Drahtoberfläche stark von Lochfraß befallen und schlaffe Drähte ⁽ⁱ⁾	ablegereif	100%
Innere Korrosion ^(iv)	Offensichtliche, sichtbare Anzeichen für innere Korrosion, d.h. Korrosionsrückstände aus den Tälern zwischen den Außenlitzen ⁽ⁱⁱⁱ⁾	ablegereif: 100% oder: falls von der zuständigen Person für durchführbar befunden, innere Überprüfung mit MRT nach Maßgabe des in Kapitel 6.3 und Anhang C von ISO 4309 beschriebenen Verfahrens.	
Reibkorrosion	Der Vorgang der Reibkorrosion umfasst das Lösen feiner Stahlpartikel von den Drähten infolge von trockenen Drähten und Litzen, die ständig aneinander reiben und dann oxidieren und innere Korrosionsrückstände erzeugen, was sich als trockenes Pulver, welches Polierrot ähnelt, manifestiert.	Anzeichen für eine derartige Ausprägung der Korrosion sollten weiter untersucht werden und falls auch nur irgendwelche Zweifel bezüglich des Schweregrads bestehen, sollte das Seil abgelegt werden (100%).	

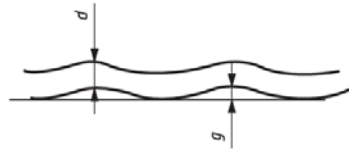
(i) Für jeden anderen Zwischenzustand sollte eine Bewertung des Schweregrads durchgeführt werden (d.h. seines Beitrags zum Gesamtzustand).

(ii) Die Oxidation verzinkter Drähte kann eine Drahtoberfläche ergeben, die sich ebenfalls rau anfühlt, wobei der Gesamtzustand jedoch eventuell nicht so ernsthaft beeinträchtigt ist wie bei unbeschichteten Drähten. In solchen Fällen kann der Prüfer in Betracht ziehen, den Beitrag zum Gesamtzustand als weniger schwer einzustufen als in der Tabelle oben angeführt.

(iii) Die Bewertung interner Korrosion erfolgt subjektiv ohne MRT. Falls jedoch auch nur irgendwelche Zweifel bezüglich des Schweregrads von innerer Korrosion bestehen, sollte das Seil abgelegt werden.

Tabelle 10 - Ablege Kriterien für Korrosion und Zwischenbewertungen des Schweregrads

9.6. WELLIGKEIT



Key

d nominal rope diameter

g gap

Figure 9 — Waviness of rope

Abb. 81 - Durch Welligkeit des Seils verursachte Zwischenräume

Mögliche Ursachen

- Rillenradius ist zu klein
- Ablenkwinkel ist zu groß
- Aufdrehen während der Montage
- Unausgewogenheit der Einlage
- Unzureichende Geradheit (Schraubeneffekt)

9.6.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN



Abb. 82 - Richtiges Messen der Welligkeit

- ▶ Kontrollieren Sie alle Rillen mit Lehren
- ▶ Kontrollieren Sie die Einscherung
- ▶ Kontrollieren Sie die Flansche der Seilrollen auf schadhafte Stellen
- ▶ Messen Sie den Schweregrad der Welligkeit mithilfe eines Lineals (Abb. 82)

9.6.2. ABLEGEKRITERIEN

Das Seil ist abzulegen, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Wenn an einem geraden Seilabschnitt, der nie durch oder über eine Seilrolle läuft bzw. nie auf die Seiltrommel aufgewickelt wird, der Zwischenraum zwischen einem Lineal und der Unterseite der Helix $\frac{1}{3} \times d$ oder größer ist;
- Wenn an einem Seilabschnitt, der durch eine Seilrolle läuft oder auf die Seiltrommel gewickelt bzw. von dieser abgewickelt wird, der Zwischenraum zwischen einem Lineal und der Unterseite der Helix $\frac{1}{10} \times d$ oder größer ist.

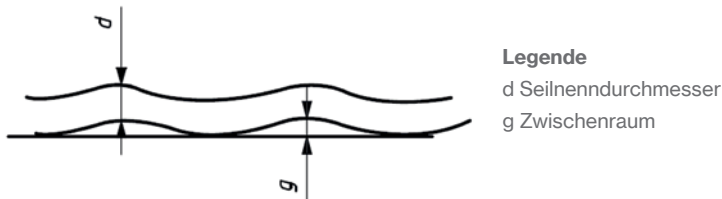


Abb. 83 - Parameter zur Evaluierung der Welligkeit

9.7. KORBBILDUNG

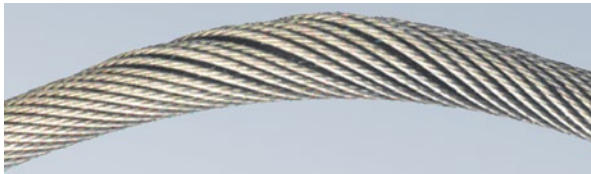


Abb. 84 - Korbbildung

Mögliche Ursachen:

- Aufdrehen mit fortschreitender Betriebsdauer
- Schockbelastung
- Rillenradius ist zu klein
- Veränderung der Schlaglänge

9.7.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN

- Markieren Sie das Seil und suchen Sie nach Einflüssen in der Einscherung
- Überprüfen Sie die Betriebsbedingungen
- Kontrollieren Sie alle Rillen mit Lehren

9.7.2. ABLEGEKRITERIEN

Seile mit einer korb- oder laternenförmigen Verformung (siehe Abb. 84) sind unmittelbar abzulegen. Alternativ dazu ist der betroffene Seilabschnitt zu entfernen, sofern die übrige Länge des Seils in einem gebrauchsfähigen Zustand ist.

9.8. AUSTRITT ODER VERFORMUNG VON SEILEINLAGEN/LITZEN



Abb. 85 - Austritt der Einlage



Abb. 86 - Austritt des Innenseils



Abb. 87 - Austritt/Verformung einer Litze

Mögliche Ursachen

- Schockbelastung
- Ablenkwinkel ist zu groß

9.8.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN

- ▶ Überprüfen Sie die Betriebsbedingungen
- ▶ Überprüfen Sie die Einscherung

9.8.2. ABLEGEKRITERIEN

Seile mit austretendem Kern oder austretenden Litzen (siehe Abbildungen oben) sind unverzüglich abzulegen. Alternativ dazu ist der betroffene Seilabschnitt zu entfernen, sofern die übrige Länge des Seils in einem gebrauchsfähigen Zustand ist.

9.9. IN SCHLAUFEN VOM SEIL HERVORSTEHENDE DRÄHTE



Abb. 88 - In Schlaufen hervorstehende Drähte

Mögliche Ursachen:

- Die Schlaufenbildung kann (muss aber nicht) durch unzureichendes Spiel zwischen den Drähten in der Litze verursacht werden. Der Mangel an Spiel hindert diese Drähte daran, sich relativ zu den benachbarten Drähten zu bewegen, was Überlastung und Nachgeben zur Folge hat.

9.9.1. ABLEGEKRITERIEN

Seile mit hervorstehenden Drähten, die für gewöhnlich auf jener Seite des Seils in Gruppen auftreten, welche der mit einer Seilrollenrinne in Kontakt stehenden Seite entgegengesetzt ist, müssen unverzüglich abgelegt werden.

Wenn ein einzelner Hauptdraht von der Seileinlage zwischen den Außenlitzen des Seils hervorragt, muss dies nicht unbedingt ein Ablegegrund sein, vorausgesetzt, dass er entweder entfernt werden kann oder andere Elemente des Seils im Betrieb nicht stört.

9.10. LOKALE ZUNAHME DES SEILDURCHMESSERS



Abb. 89 - Lokale Zunahme des Seildurchmessers infolge einer Verformung der Einlage

Mögliche Ursachen:

- Anschwellen oder Verformung der Einlage
- Feuchtigkeitsabsorption
- Unausgewogenheit äußerer Litzen → Unrichtige Ausrichtung

9.10.1. ABLEGEKRITERIEN

Wenn während des Betriebs der Durchmesser eines Seils mit Stahleinlage um 5% des Nenndurchmessers oder mehr zunimmt oder der Durchmesser eines Seils mit Faserkern um 10% des Nenndurchmessers oder mehr zunimmt, müssen die Ursachen dafür untersucht und das Ablegen des Seils in Betracht gezogen werden.

9.11. ABPLATTUNG ODER QUETSCHUNG



Abb. 90a - Abplattungen



Abb. 90b - Abplattungen



Abb. 91 - Seilquetschung



Abb. 92 - Mechanische Beschädigung

Mögliche Ursachen:

- Verwendung einer falschen Drahtseilkonstruktion
- Unsachgemäße Drahtseilmontage (z.B. Seil nicht unter Spannung montiert)
- Lockere erste Lage/Windungen auf der Trommel → rasche Zustandsverschlechterung
- Fehlgeschlagener und fehlender Seileinlaufvorgang → mangelhafte Wickelbedingungen
- Mechanische Beschädigung

9.11.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN

- ▶ Vergewissern Sie sich, dass das Drahtseil richtig montiert ist.
- ▶ Kontrollieren Sie die Straffheit des Seils in jeder Lage und an jeder Windung.
- ▶ Überprüfen Sie, wie viele Windungen auf der Trommel bleiben, wenn sich der Ausleger in der Auslegerstellung befindet (es sollten nicht mehr „tote Windungen“ bzw. Sicherheitswindungen vorhanden sein, als gemäß den Normen erforderlich ist).
- ▶ Falls es ein Anzeichen für eine Seilquetschung gibt, versuchen Sie den Überkreuzungspunkt (den gequetschten Bereich) mithilfe von Slip & Cut zu verlagern (siehe Kapitel 8.4).
- ▶ Montieren Sie das Seil wieder unter Spannung; straffen Sie bei Auslegerverstellseilen die Seilstruktur durch Verdrehen.
- ▶ Kontrollieren Sie das D/d-Verhältnis
- ▶ Überprüfen Sie die Straffheit der Seilstruktur (Prüfung mit Schraubendreher)

9.11.2. ABLEGEKRITERIEN

Abgeplattete Bereiche von Seilen, welche durch eine Seilrolle laufen, nutzen sich wahrscheinlich schneller ab und weisen wahrscheinlich schneller gebrochene Drähte auf. In Abhängigkeit von dem Ausmaß der Abplattung muss in derartigen Fällen ein Ablegen des Seils in Betracht gezogen werden.

Seilabplattungen bei standardmäßigem Rigging können stärker korrodieren als andere nicht betroffene Abschnitte, vor allem, wenn sich die Außenlitzen öffnen und das Eindringen von Feuchtigkeit zulassen. Wenn das Seil in Betrieb bleibt, muss es häufiger kontrolliert werden; andernfalls sollte erwogen werden, das Seil abzulegen.

Bei durch Mehrlagenwicklung verursachten Abplattungen ist es möglich, von dem Ablegen des Seils Abstand zu nehmen, sofern die Anzahl der gebrochenen Drähte, die mit der Abplattung in Zusammenhang stehen, die in Tabelle 7 und 8 angeführten Werte nicht übersteigt.

9.12. KLANKE (HERVORSTEHENDE LITZE(N)) ODER ZUGEZOGENE SEILSCHLINGEN

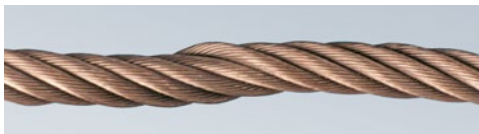


Abb. 93 - Positive Klanke



Abb. 94 - Negative Klanke



Abb. 95 - Klanke (zugezogene Seilschlinge)

Mögliche Ursachen:

- Niedriges D/d-Verhältnis

9.12.1. ABLEGEKRITERIEN

Seile mit einer Klanke oder zugezogenen Seilschlinge müssen unverzüglich abgelegt werden.

9.13. KNICKE IM SEIL



Abb. 96 - Knicke im Seil

Mögliche Ursachen:

- Äußerer Kontakt mit der Struktur, über welche das Seil gezogen wurde
- Zu kleiner Wickelradius bzw. zu kleines D/d-Verhältnis

9.13.1. ABLEGEKRITERIEN

Seilabschnitte mit einem starken Knick, die durch eine Seilrolle laufen, werden mit großer Wahrscheinlichkeit rasch eine Verschlechterung ihres Zustands erfahren und gebrochene Drähte aufweisen. In solchen Fällen ist das Seil unverzüglich abzulegen.

Wenn das Ausmaß des Knicks nicht als schwerwiegend betrachtet und das Seil weiterhin eingesetzt wird, muss das Seil häufiger überprüft werden; andernfalls sollte erwogen werden, das Seil abzulegen.

Die Entscheidung darüber, ob der Knick schwerwiegend ist oder nicht, ist subjektiv. Wenn an der Unterseite des Knicks eine Falte im Seil vorliegt, sollte dies als schwerwiegend eingestuft werden, unabhängig davon, ob das Seil über eine Seilrolle läuft oder nicht.

9.14. BESCHÄDIGUNG DURCH HITZE ODER ELEKTRISCHE LICHTBÖGEN

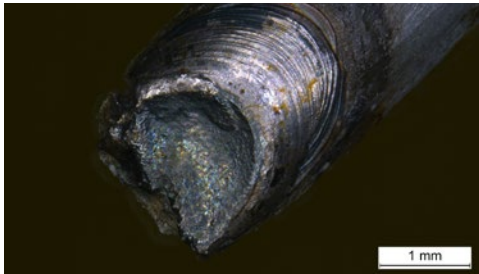


Abb. 97 - Elektrische Lichtbögen

Mögliche Ursachen:

- Hitzeschäden durch hohe Temperaturen
- Falsch geerdete Schweißleitung in Leiterseilen
- Kontakt mit elektrischem Kabel
- Blitzschlag
- Verwendung eines Drahtseils zur Erdung eines Lichtbogenschweißgeräts

Ein Lichtbogen entsteht, wenn ein elektrischer Strom entweder auf ein Drahtseil oder von einem Seil auf ein anderes Objekt übertritt. Dadurch entsteht ein lokaler Erhitzungsbereich, der die Eigenschaften des Drahtseils (Festigkeit – Ermüdungswiderstand) verändert.

9.14.1. ABLEGEKRITERIEN

Seile, die für gewöhnlich nicht bei hohen Temperaturen betrieben werden, aber außergewöhnlich hohen thermischen Einwirkungen ausgesetzt waren, was äußerlich an den damit verbundenen Wärmefärbungen in den Stahldrähten und/oder einem markanten Fettverlust des Seils zu erkennen ist, sind unverzüglich abzulegen.

Wenn zwei oder mehr Drähte lokal durch elektrische Lichtbogenbildung beeinträchtigt wurden, muss das Seil abgelegt werden. Dies kann an dem Punkt passieren, wo der Strom in das Seil eintritt oder aus diesem austritt.

9.15. VERLÄNGERUNG DES SEILSCHLAGS

Mögliche Ursachen:

- Zerstörung des Kerns
- Verschleiß
- Durchmesserabnahme
- Verschleiß an Seilrollen
 - Wenn sich der Boden einer Seilrollenrinne abnutzt, kann dies die normale Bewegung des Seils, wenn das Seil in die Rinne eintritt und aus dieser austritt, einschränken: Die Folge kann der Aufbau einer Verdrehbewegung sein, welche die Schlaglänge verändern kann.
- Seilbetrieb ohne Befestigung beider Enden, um Rotation zu verhindern
 - Eine Endverbindung mit Seilwirbel gestattet eine derartige Rotation und ein Aufdrehen.

9.15.1. INSPEKTIONSVORGANG UND EMPFEHLUNGEN

WARNHINWEIS! Verletzungsgefahr durch laufendes Seil!

Das Durchführen von Inspektionen oder Überprüfungen bei laufendem Seil birgt ein hohes Verletzungsrisiko.

- ▶ Führen Sie nie Inspektionen oder Überprüfungen durch, ohne sich der potentiellen Gefahren bewusst zu sein, die mit Arbeiten an einem in Bewegung befindlichen Seil einhergehen.

Eine plötzliche Änderung der Schlaglänge kann ein Anzeichen für ein bevorstehendes Problem sein.

- ▶ Messen Sie die Seilschlaglänge nach der Erstbelastung, um sie bei nachfolgenden periodischen Inspektionen vergleichen zu können (siehe Kapitel 6.2.2).
- ▶ Versuchen Sie, die Ursache für das Aufdrehen zu ermitteln.
- ▶ Notieren Sie das Aufdrehen für spätere Referenzzwecke, wenn die unmittelbare Ursache nicht ermittelt werden kann.
- ▶ Falls eine Seilschlagverlängerung aufgetreten ist, ziehen Sie einen Seiltausch in Betracht oder konsultieren Sie eine fachkundige Person oder TEUFELBERGER-REDAELLI.

9.16. SCHOCKBELASTUNG

Schockbelastungen werden durch das plötzliche Nachlassen der Spannung auf dem Drahtseil und dem daraus resultierenden Rückprall aus der Überlastung verursacht. In solchen Fällen können Teile des Seils die Streckgrenze überschreiten und es kommt zu einer bleibenden Dehnung. Dadurch werden die Lastanteile im Querschnitt anders verteilt. Dies kann zu weiteren Phänomenen wie einer Änderung der Dreheigenschaften, einer Torsionsbeanspruchung oder einer Änderung der Flexibilität usw. führen.

- ▶ Falls eine Schockbelastung aufgetreten ist, ziehen Sie einen Seiltausch in Betracht oder konsultieren Sie eine zuständige Person oder TEUFELBERGER-REDAELLI.

10. ERFORDERLICHE BESTELLINFORMATIONEN

10.1. AUSTAUSCH GEGEN EIN SEIL DESSELBEN TYP

Anfragen an Teufelberger-Redaelli sollten die folgenden Daten enthalten:

- Teufelberger-Redaelli-Bestellbestätigungsnummer oder Ihre P.O. Nr.

10.2. AUSTAUSCH GEGEN EIN SEIL EINES ANDEREN TYP

Anfragen an Teufelberger-Redaelli wegen neuer Stahlseile sollten mindestens folgende Daten enthalten. Mit einem Stern gekennzeichnete Daten sind zwingend erforderlich.

- Referenzdaten:
 - Projektname und -nummer
 - Anwendungsart*
- Drahtseildaten:
 - Referenznorm*
 - Seilklasse oder -konstruktion*
 - Festigkeitsklasse
 - Schlagrichtung und -art*
 - Oberfläche (glänzend/verzinkt/Zn95Al5)*
 - Verdichtete Litzen (J/N)*
 - Nenndurchmesser und Toleranz*
 - Erwarteter Durchmesser unter Spannung
 - Nennlänge und Toleranz*
 - Mindestbruchkraft*
 - Mindestbruchkraft insgesamt
- Seilverpackung:
 - Spulentyp (Stahl, Holz, Spezialspule)
 - Standardmäßige, seemäßige oder andere Verpackung
- Sonstiges:
 - Erforderliche Zertifizierungen
 - Erforderliche Dokumentation (Fertigungsnorm, spezielle Normen, API, usw.)

11. AUSSERBETRIEBNAHME

Nur qualifiziertes Personal, das mit den Normen ISO 4309 und EN 12385 vertraut ist, darf das Produkt außer Betrieb nehmen.

- Beachten Sie alle das Produkt betreffenden Sicherheitsvorschriften.
- Beachten Sie die Demontageanweisungen.
- Tragen Sie bei der Entsorgung persönliche Schutzausrüstung gemäß den örtlichen Sicherheitsvorschriften (Arbeitskleidung, Helm, Handschuhe, Augenschutz, Sicherheitsschuhe).
- Vorsicht beim Ausbau beschädigter Drahtseile, da diese beim Austausch reißen könnten.
- Vorsicht beim Entfernen von verschlissenen Drahtseilen oder beschädigten (abstehenden) Drähten von Trommeln und Seilrollen. Bleibende Verformungen oder gewundene Teile können zu Verletzungen führen.
- Was Drahtseile betrifft, die in Kunststoff-Seilrollen oder nichtmetallischen Seilrollen verwendet werden, schlagen Sie im Benutzerhandbuch der Anwendung nach oder wenden Sie sich an den Hersteller, um spezifische Austauschkriterien zu erfahren.
- Vermerken Sie die Daten und den Grund des Austauschs auf dem Produktzertifikat.
- Bewahren Sie abgelegte Drahtseile an einem sicheren Ort auf und kennzeichnen Sie diese als demonitierte und verschlissene Seile, die nicht mehr verwendet werden dürfen.
- Entsorgen Sie das Produkt gemäß den örtlichen Vorschriften.

SERVICE-HOTLINE

Wir sind Ihr kompetenter Servicepartner und bieten Ihnen Hilfestellung und Antworten innerhalb von 24 Stunden: +43 (0) 7242 615 1388 oder apptec.wr@teufelberger.com

TEUFELBERGER Seil Ges.m.b.H.

Böhmerwaldstraße 20

4600 Wels, Österreich

Telefon: +43 (0) 7242 615-0

Fax: +43 (0) 7242 60501

E-Mail: wirerope@teufelberger.com

Kundendienst: apptec.wr@teufelberger.com

REDAELLI TECNA S.P.A.

Via Alessandro Volta, 16

I-20093 Cologno Monzese (MI, Italien)

Telefon: +39 02 25307219

Fax: +39 02 25307212

E-Mail: wireropes@redaelli.com

Kundendienst: service@redaelli.com

www.teufelberger-redaelli.com

10/2023

Originalbetriebs- und -wartungsanleitung
für Stahlseile | DE

